

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:

Розробка рекомендацій щодо влаштування огорожувальних конструкцій
будівель в умовах кліматичних змін на території України

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1Б-23м
за спеціальністю 192 – «Будівництво та

цивільна інженерія»

М. Д. Беліков

(підпис, ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доц. Ю. С. Бікс

(науковий ступінь, вчене звання,
ініціали та прізвище)

«18» 12 2024 р.

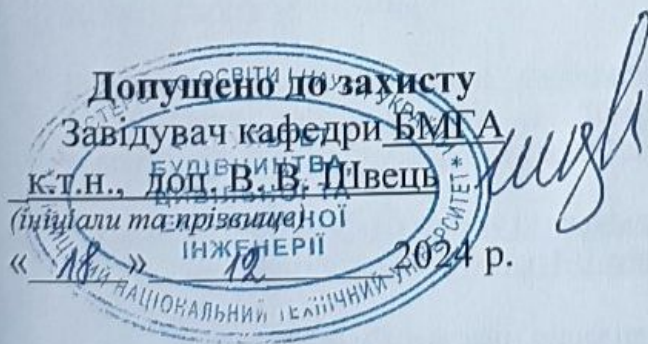
(підпис)

Опонент к.т.н. доц. Н. М. Слободян

(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)

(підпис, ініціали та прізвище)

«18» 12 2024 р.



Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури
Ступінь вищої освіти _____ магістр _____
Галузь знань _____ 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

Белікову Максиму Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка рекомендацій щодо влаштування огорожувальних конструкцій будівель в умовах кліматичних змін на території України

керівник роботи _____ Бікс Ю. С., к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від "17" 09 2024 року № 310

2. Строк подання магістрантом роботи _____ 30.11.2024 р. _____

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту проектування - школи-гімназії для влаштування комплексу заходів з метою поліпшення рівня її енергоефективності.

Дані публікацій щодо основних теплофізичних параметрів будівельних матеріалів та багатошарових конструкцій стін.

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)

Огляд світового та вітчизняного досвіду у визначенні ключових показників, які впливають на величину життєвого циклу будинку, на потенціал його енергоефективності в контексті теплоізоляційних матеріалів стін. Аналіз наявних технологій, що дозволяють підвищити енергоефективність будівлі.

Аналіз теплофізичних, фізико-механічних, економічних та кліматичних факторів впливу на енергоефективність теплоізоляційних оболонок будинків.

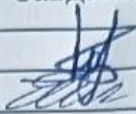
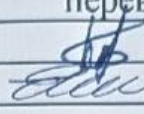
Проведення аналізу показників життєвого циклу будівлі з метою визначення оптимальної багатошарової конструкції стіни та основних технологічних рішень по влаштуванню несучих фундаментів, елементів стін, елементів покрівлі для влаштування енергозберігаючих заходів для об'єкту технічної частини.

Економічна частина (оцінка економічної ефективності запропонованого кращого варіанту влаштування низки заходів, в тому числі елементів фотовольтаїки для забезпечення енергонезалежності розглядуваного закладу освіти від зовнішніх мереж.

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

1. Науково-дослідний розділ 4-6 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)
2. Архітектурно-будівельні рішення 1-2 арк. (Фасади, плани, вузли, фрагмент генплану, експлікація об'єктів, ТЕП)
3. Організація будівництва 1-2 арк. (календарний графік, рух машин та механізмів, технологічна карта, експлікація об'єктів).

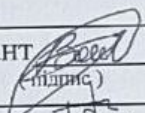
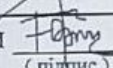
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання перевірів
1-3,4	Бікс Ю. С. - доцент кафедри БМГА, к.т.н.		
5 (Економіка)	Лялюк О. Г. - доцент кафедри БМГА, к.т.н.		

7. Дата видачі завдання 10.10. 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	14.10-17.10.24	Вик.
2	Науково-дослідна частина	03.09-14.10.24	Вик.
3	Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту	15.10-21.10.24	Вик.
4	Другий підрозділ технічної частини	22.10-12.11.24	Вик.
5	Економічна частина	13.11-24.11.24	Вик.
6	Оформлення МКР	25.11-28.11.24	Вик.
7	Подання МКР на кафедру для перевірки та доопрацювання за потреби	29.11-30.11.24	Вик.
8	Попередній захист	02.12-03.12.24	Вик.
9	Рецензування	04.12-09.12.24	Вик.

Магістрант  Беліков М. Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник роботи  Бікс Ю. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 711.553

Беліков М. Д., Розробка рекомендацій щодо влаштування огорожувальних конструкцій будівель в умовах кліматичних змін на території України. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія. Вінниця: ВНТУ, 2024 101 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 25 назв; рис.:21; табл. 11.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена розробці рекомендацій щодо влаштування огорожувальних конструкцій будівель в умовах кліматичних змін на території України. У роботі проаналізовано сучасні матеріали та технології, що сприяють підвищенню енергоефективності та довговічності будівель. Досліджено вплив кліматичних факторів на теплотехнічні характеристики конструкцій, зокрема використання багатошарових стінових систем, вентильованих фасадів та сендвіч-панів.

Запропоновано технічні рішення для оптимізації енергоспоживання, включаючи теплоізоляцію, захист від вологи, стійкість до вітрових і температурних впливів. Проведено економічну оцінку ефективності впровадження запропонованих технологій, зокрема розрахунки окупності енергоефективних

Практична частина роботи містить рекомендації щодо проектування та монтажу огорожувальних конструкцій, що забезпечують комфортний мікроклімат у будівлях. Результати дослідження можуть бути застосовані для модернізації будівель різного призначення, сприяючи вирішенню актуальних проблем енергоефективності та екологічної безпеки в сучасному будівництві.

Ключові слова: енергоефективність, огорожувальні конструкції, теплотехнічний розрахунок, кліматичні зміни, теплоізоляція, будівельні матеріали, сталевий розвиток, вентиляція, відновлені джерела енергії, економічна ефективність.

ANNOTATION

Belikov M. D., Development of recommendations for the arrangement of building envelopes in conditions of climate change in the territory of Ukraine. Master's qualification work in the specialty 192 - "Construction and civil engineering. Vinnytsia: VNTU, 2024 101 p.

In Ukrainian. Bibliography: 25 titles; Fig.: 21; Table. 11.

The master's qualification work is devoted to the development of recommendations for the arrangement of building envelopes in conditions of climate change in the territory of Ukraine. The work analyzes modern materials and technologies that contribute to increasing the energy efficiency and durability of buildings. The influence of climatic factors on the thermal characteristics of structures is studied, in particular the use of multilayer wall systems, ventilated facades and sandwich panels.

Technical solutions are proposed to optimize energy consumption, including thermal insulation, protection from moisture, resistance to wind and temperature influences. An economic assessment of the effectiveness of the implementation of the proposed technologies was carried out, in particular, calculations of the payback of energy-efficient

The practical part of the work contains recommendations for the design and installation of enclosing structures that provide a comfortable microclimate in buildings. The results of the study can be used to modernize buildings for various purposes, contributing to the solution of urgent problems of energy efficiency and environmental safety in modern construction.

Keywords: energy efficiency, enclosing structures, thermal engineering calculation, climate change, thermal insulation, building materials, steel development, ventilation, renewable energy sources, economic efficiency.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 СТАЛИЙ РОЗВИТОК В БУДІВЕЛЬНОМУ СЕКТОРІ: ПРИНЦИПИ, ВИКЛИКИ ТА РІШЕННЯ	8
1.1 Сталий розвиток у будівництві	8
1.2 Оцінка життєвого циклу як ефективний засіб запобігання змінам клімату	20
Висновок за розділом 1	22
РОЗДІЛ 2 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕВОЛЮЦІЯ СТІН У БУДІВЛІ	24
2.1 Найкращі матеріали для огорожувальних конструкцій в умовах кліматичних змін в Україні	24
2.2 Рекомендації щодо влаштування огорожувальних конструкцій в умовах кліматичних змін на території України	28
2.3 Які сучасні технології використовують для підвищення енергоефективності будівель	29
2.4 Роль об'ємно-планувального рішення та огорожувальних конструкцій у забезпеченні енергоекономічності будівель	31
2.5 Огляд сучасних шляхів та методів підвищення рівня енергоефективності житлових будівель	32
2.6 Метод теплотехнічного розрахунку конструкцій на зимові умови, а також на теплостійкість і визначення затримки амплітуди коливань температури в конструкції (розрахунок на літні умови)	34
2.7 Впровадження теплотехнічних рішень в об'єкт дослідження	39
Висновок за розділом 2	41
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ (ВДОСКОНАЛЕННЯ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ШКОЛИ-ГІМНАЗІЇ З УРАХУВАННЯМ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖУВАННЯ)	43
3.1 Зменшення втрати тепла через віконні прорізи	43
3.2 Зменшення втрати тепла через стіни	45
3.3 Зменшення втрати тепла через цоколь	46

	3
3.4 Зменшення втрати тепла через дах	47
3.5 Влаштування сонячних батарей	51
Висновок за розділом 3	53
РОЗДІЛ 4 ТЕХНАЧНА ЧАСТИНА	55
4.1 Архітектурно-будівельні рішення	55
4.1.1 Характеристика будівлі школи	55
4.1.2 Об'ємно-планувальні рішення	56
4.1.3 Архітектурно-конструктивні рішення	58
4.1.4 Зовнішнє і внутрішнє опорядження будівлі	59
4.1.5 Інженерно-технологічне обладнання	60
4.1.6 Благоустрій території школи	61
4.2 Організаційні рішення	62
4.2.1 Розрахунок монтажних параметрів і вибір вантажопід'ємних кранів	62
4.2.2 Технологічний розрахунок та розрахунок параметрів графіку руху робочих кадрів по об'єкту	65
4.2.3 Проектування будівельного генерального плану	67
4.2.4 Розрахунок і проектування тимчасових адміністративних та господарсько-побутових будівель і споруд	69
4.2.5 Розрахунок площі та проектування тимчасових складів	74
4.2.6 Техніко-економічні показники проекту	75
Висновок за розділом 4	77
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	78
5.1 Кошторисна документація	78
5.2 Розрахунок техніко-економічних показників проекту	94
Висновок за розділом 5	95
ВИСНОВКИ	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	98
ДОДАТКИ	101
ДОДАТОК А – Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи	102

ВСТУП

Актуальність теми: Енергетична ефективність будівлі – це її здатність разом з інженерними системами забезпечувати оптимальні умови мікроклімату при мінімальних витратах теплової енергії. Якість та ефективність будівництва житлових і громадських будівель значною мірою залежать від урахування кліматичних особливостей регіону.

Водночас розробляються нові будівельні матеріали з високими характеристиками теплозахисту, теплоємності та сонцезахисту, а також із протирадіаційними властивостями. Їхнє правильне використання сприяє створенню комфортного мікроклімату та підвищенню енергоефективності будівель.

Мета дослідження: Проаналізувати методи та умови теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій для різного клімату та запропонувати заходи для підвищення енергоефективності громадських будівель у таких умовах.

Завдання дослідження:

- Визначити особливості теплотехнічного розрахунку для жаркого клімату.
- Запропонувати енергоефективні рішення для житлових будівель у спекотних умовах.
- Обґрунтувати найбільш раціональні огорожувальні конструкції для мінімізації витрат енергії на опалення та охолодження.

Об'єкт дослідження – аналіз раціональних конструкцій стін і покриттів, що забезпечують мінімальні енерговитрати на опалення та охолодження будівель.

Предмет дослідження – практичні рекомендації щодо поліпшення та регулювання мікроклімату міської забудови й внутрішніх приміщень з використанням архітектурно-будівельних рішень.

У дослідженні використовувались такі методи дослідження:

- Узагальнення та аналіз теоретичних і практичних досліджень із теми.
- Системний підхід як методологічна основа для вирішення поставлених завдань.
- Аналіз та моделювання при виконанні розрахунків теплотехнічних характеристик.

Новизна одержаних результатів. Робота спрямована на розробку рекомендацій, які можуть бути адаптовані для використання у різних країнах. Запропоновані рішення враховують місцеві кліматичні умови, що дозволить оптимізувати енергоспоживання на опалення та охолодження, а також покращити мікрокліматичні умови в будівлях.

Практична значимість роботи полягає в тому, що розроблені архітектурно-типологічні основи формування архітектурно-планувальних рішень житла, що здається в оренду, для молодих сімей передбачається використовувати в архітектурному проектуванні, а також при складанні технічних завдань на розробку проектів. Це дозволить створити сучасне житло, що забезпечує комфортність проживання молодих сімей, та сприятиме вирішенню їхньої житлової проблеми.

Особистий внесок магістранта: усі результати, наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані самостійно. У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать такі: [1] – обробка результатів зібраної інформації та виведення напрямів, які націлені на удосконалення розвитку міст.

Апробація результатів роботи. За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 теза конференції.

Виступ на міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві» (2024), який відбувся 20-22 листопада 2024 року.

Публікації:

Беліков М. Д. Розробка рекомендацій щодо влаштування огорожувальних конструкцій будівель в умовах кліматичних змін на території України [Електронний ресурс]/ М. Д. Беліков, Ю. С. Бікс, // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві» (2024), Вінниця, 20-22 листопада 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2024/paper/viewFile/22684/18711>

РОЗДІЛ 1

СТАЛИЙ РОЗВИТОК В БУДІВЕЛЬНОМУ СЕКТОРІ: ПРИНЦИПИ, ВИКЛИКИ ТА РІШЕННЯ

1.1 Сталий розвиток у будівництві

У результаті розробки підходів до діяльності людства з мінімальним впливом на екосистеми була сформована світова концепція сталого розвитку (англ. Sustainable development). Її сутність полягає у необхідності досягнення балансу між задоволенням потреб сучасного покоління та забезпеченням інтересів майбутніх поколінь, включно з правом на безпечне й здорове довкілля. Цей розвиток відбувається у гармонії з природними законами циркуляції енергії та речовини й підлягає систематичному управлінню. Його ефективність забезпечується завдяки системному підходу та сучасним інформаційним технологіям, які дозволяють моделювати різні сценарії розвитку, прогнозувати їхні результати з високою точністю та обирати оптимальні рішення.

Концепція сталого розвитку ґрунтується на п'яти ключових принципах [1]:

1. Економічний розвиток має бути сталим та довготривалим, щоб відповідати потребам сучасного покоління без шкоди для можливостей майбутніх поколінь задовольняти свої потреби.

2. Обмеження у використанні природних ресурсів залежать від рівня розвитку техніки, соціальної організації та здатності біосфери до самовідновлення.

3. Задоволення базових потреб усіх людей та надання можливостей для гідного життя є обов'язковою умовою сталого розвитку. Бідність, яка досі поширена в багатьох частинах світу, є однією з головних причин екологічних та соціальних криз.

4. Спосіб життя та споживання тих, хто використовує надмірні матеріальні та фінансові ресурси, має відповідати екологічним можливостям планети, зокрема щодо використання енергії.

5. Зростання населення повинно узгоджуватися з виробничими можливостями екосистем Землі, які піддаються антропогенним впливам і змінам.

Ця концепція є альтернативою традиційній парадигмі лінійного економічного зростання, яка часто ігнорує екологічні ризики та використовує екстенсивні моделі розвитку [2]. Сталий розвиток об'єднує три основні складові: економічну, соціальну та екологічну (рис. 1.1). Лише відповідальне ставлення до довкілля у поєднанні з соціальним прогресом та економічним розвитком здатне забезпечити збалансоване майбутнє для людської цивілізації.

Екологічний компонент сталого розвитку спрямований на збереження цілісності біологічних та фізичних систем як на планеті, так і за її межами. Прийняття рішень, у тому числі в будівництві, має базуватися на ієрархії цінностей – від глобальних (Всесвіт, природа) до локальних (екосистема, суспільство, держава) і лише потім особистих інтересів [3].

Економічна складова фокусується на раціональному використанні обмежених ресурсів та впровадженні екологічно чистих технологій, що зберігають природні, енергетичні та матеріальні ресурси. Це стосується всіх етапів – від видобутку та переробки сировини до виробництва екологічної продукції та управління відходами.

Соціальний аспект передбачає формування відповідального суспільства з рівним доступом до благ та можливостей для самореалізації.

Цілі сталого розвитку (ЦСР) – це 17 ключових напрямів розвитку країн, затверджених на Саміті ООН на період з 2015 до 2030 року, які включають 169 конкретних завдань [4]. Відповідну резолюцію було ухвалено 25 вересня 2015 року, а чинності вона набула 1 січня 2016 року. Цей документ визначає нову

стратегію глобального розвитку, орієнтовану на забезпечення сталого та життєстійкого майбутнього.



Рисунок 1.1 – Базис стратегічних цілей сталого розвитку

До Глобальних цілей сталого розвитку входять ті, що безпосередньо впливають на будівельний сектор: сталий розвиток міст та спільнот, боротьба зі змінами клімату, відповідальне споживання та виробництво, розвиток промисловості, інновацій та інфраструктури, а також забезпечення гідної праці та економічного зростання. Є також цілі, що стосуються будівельної галузі опосередковано, як-от захист екосистем суші та забезпечення чистою та доступною енергією.

Європейська комісія вирішила підтримувати проривні технології для виробництва екологічно чистої сталі з нульовими викидами вуглецю. Додатково розглядається можливість використання частини фінансування, що вивільняється у процесі ліквідації Європейського співтовариства вугілля та сталі. У ширшому контексті, Інноваційний фонд системи торгівлі викидами ЄС сприятиме реалізації великих інноваційних проєктів [5].

Будівельний сектор споживає значні обсяги енергії та мінеральних ресурсів, таких як пісок, гравій і цемент. Загалом на будівлі припадає близько 40% загального енергоспоживання. Однак рівень щорічного оновлення будівельного фонду в державах-членах ЄС коливається між 0,4% та 1,2%. Для досягнення енергетичних та кліматичних цілей ЄС цей показник необхідно як мінімум подвоїти.

ЄС та держави-члени активно просувають програму «хвиля реконструкції» для оновлення державних та приватних будівель, адже реконструкція часто виявляється більш сталим рішенням, ніж знесення та будівництво нових споруд [6]. Оновлення має відповідати вимогам кругової економіки, сприяти цифровізації будівельного сектору та підвищувати стійкість до кліматичних змін. Одним із стимулів для реконструкції може стати запровадження пільгового оподаткування [7].

Як приклад локальних ініціатив, Британська асоціація будівельних металоконструкцій (BCSA) разом із компанією Tata Steel завершили проєкт вартістю 1 мільйон доларів США для створення настанови з проєктування та будівництва сталих будівель з низьким рівнем викидів вуглецю у Великій Британії. У межах цього дослідження оцінювалися викиди, пов'язані як із виробництвом матеріалів, так і з експлуатацією будівель. Проєкт також враховував відповідність стандартам сертифікації BREEAM.

Розроблена настанова Target Zero містить низку ефективних рішень, які не потребують значних фінансових витрат, проте вимагають продуманого підходу на етапі проєктування. Зокрема, йдеться про вибір матеріалів, орієнтацію будівлі та вікон, а також оптимізацію природного й штучного освітлення.

Прикладом ефективного сталого будівництва є Christ the King Centre для школи Learning Secondary, розташований у місті Ноуслі, Мерсісайд, Велика Британія (рис. 1.2). Ця будівля, площею 9,637 м², має сталевий каркас із сіткою колон 9×9 м. Завдяки ретельно продуманим проєктним рішенням

вдалося зменшити викиди вуглецю на 25%, при цьому збільшивши капітальні витрати лише на 0,14%.



Рисунок 1.2 – Центр «Christ the King» для школи Learning secondary (м.Ноуслі, Мерсісайд, ВБ) із сталевим каркасом

За рахунок впровадження енергоефективних заходів та використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), таких як вітрогенератори, біомаса, сонячні панелі й колектори, скорочення експлуатаційних викидів вуглецю може перевищити 100%. Це спричинить лише 12%-ве підвищення капітальних витрат.

Під час проєктування було встановлено, що сталевий каркас із застосуванням збірних плит перекриття має на 11% менший вуглецевий слід порівняно з монолітною конструкцією та на 3% нижчий за композитний варіант [8].

Іншим прикладом ефективного сталого будівництва є офісна будівля зі сталевим каркасом One Kingdom Street у Лондоні рисунок 1.3. Будівля має площу 24,490 м² із відкритим плануванням, сталевий каркас із сіткою колон 12 × 10,5 м, а також перекриття з використанням перфорованих балок і плит по профнастилу.

На етапі проєктування було визначено, що значне скорочення вуглецевого сліду можна досягти за допомогою заходів енергоефективності та технологій із низькими чи нульовими викидами вуглецю. Зменшити викиди

вуглецю на 25% виявилося можливим лише через підвищення енергоефективності із незначним збільшенням капітальних витрат на 0,28%. Додаткове зменшення викидів на 44% можна досягти завдяки застосуванню низьковуглецевих та безвуглецевих технологій, що потребують збільшення капітальних витрат лише на 1,6%.

Під час передпроектного аналізу було встановлено, що застосування залізобетонного каркасу збільшило б вміст приєднаного вуглецю на 11,9% і зробило конструкцію на 72% важчою порівняно зі сталевим варіантом, який і був використаний. Дослідження показують, що сталеві конструкції є як екологічно, так і економічно вигідними.



Рисунок 1.3 – Офісна будівля із сталевим каркасом «One Kingdom Street»
(м.Лондон, ВБ)

Порівняння двох типових офісних будівель (триповерхової споруди у бізнес-парку та восьмиповерхового офісу в центрі міста) виявило, що загальна вартість будівництва сталевих каркасів у середньому на 5% нижча за вартість бетонних. Це пояснюється зменшеними витратами на підлоги, каркас, фундаменти, легші дахи, менші висоти поверхів і облицювання. Якщо розглядати лише каркас і верхні поверхи, сталеві варіанти виявилися на 9% дешевшими за бетонні.

Крім того, тривалість будівництва сталевих каркасів на 13% коротша для триповерхового офісу та на 11% коротша для восьмиповерхового, порівняно з аналогами із бетонними каркасами. Застосування перфорованих сталевих балок у центральному офісі також знизило загальний вміст вуглецю на 18-30% порівняно з монолітними постнапруженими залізобетонними балками [9].

Україна активно інтегрує цілі сталого розвитку в державні стратегії. У рамках пом'якшення змін клімату прийнята Стратегія низьковуглецевого розвитку до 2050 року, що передбачає політики та заходи для скорочення викидів CO₂. Стратегія також охоплює зниження викидів інших парникових газів, таких як метан і закис азоту, через оптимізацію поводження з відходами та стимулювання вторинної переробки.

Інноваційно-інвестиційна модель сталого розвитку має стати основою економічного відновлення України. Вона передбачає підвищення конкурентоспроможності за рахунок нових знань і технологій, а не збільшення витрат ресурсів. Перехід до інноваційної моделі є ключовим для подолання кризи в умовах старіння основних фондів та втрати кваліфікованих кадрів. Україні необхідне швидке зростання ВВП для боротьби з бідністю, але нова модель розвитку має ґрунтуватися на принципах «зеленого зростання» та екологічно безпечного виробництва. Інвестиції у відновлювані джерела енергії, енергозбереження та дбайливе ставлення до природи стануть основою такого відродження.

Економічна складова сталого розвитку в будівництві передбачає індустріальність, модульність та уніфікацію матеріалів, елементів і конструкцій, забезпечуючи їх високу надійність та довговічність. Важливими чинниками є швидкість будівництва, легкість у ремонті та реконструкції, що безпосередньо впливає на швидке повернення інвестицій. Перевагами будівельних матеріалів є їхня живучість, стійкість до зовнішніх впливів, відносна легкість, мобільність та експортний потенціал.

Важливими є також збережуваність та оборотність матеріалів, що дозволяє мінімізувати відходи в межах замкненого циклу. Властивості металу, такі як щільність і непроникність при невеликій товщині, роблять його ідеальним для виготовлення ємностей та створення додаткової вартості.

Соціальна складова сталого розвитку зосереджена на створенні високооплачуваних робочих місць із гідними та безпечними умовами праці. Виконання проєктів поза сезонними обмеженнями, висока кваліфікованість працівників та наукоємність робіт забезпечують підвищення продуктивності праці. Крім того, диверсифікація та поширеність ринку металевих конструкцій сприяють соціальному розвитку.

Важливим є також кінцевий результат – будівля. Використання довгих прольотів, свобода у виборі форм та здатність вирішувати складні архітектурні завдання дозволяють створювати більш функціональні будівлі з підвищеною доданою вартістю. Виразність і прозорість металевих конструкцій забезпечують переваги в естетичному та функціональному аспектах [10].

Екологічна складова сталого будівництва акцентує увагу на використанні сировини, видобутої та переробленої з мінімальним впливом на довкілля, що підлягає повторному використанню. Довговічні, ремонтпридатні та адаптивні рішення, здатні до швидкої реновації, зменшують навантаження на навколишнє середовище, знижують викиди та енергоспоживання. Мобільність будівель дозволяє їх перенесення на нові місця після завершення експлуатації.

Сучасні системи зеленої сертифікації та сумісність із альтернативною енергетикою надають можливість комплексної оцінки будівель за їхнім внеском у сталий розвиток.

Оскільки комерційні будівлі є важливим сегментом світової нерухомості, що стрімко розвивається, вони відповідальні за значну частку викидів парникових газів, пов'язаних із будівництвом. Саме тому комерційні

будівлі було обрано як об'єкт дослідження в цій роботі. На рисунок 1.4 представлена структура приєданого вуглецю у різних комерційних будівлях.

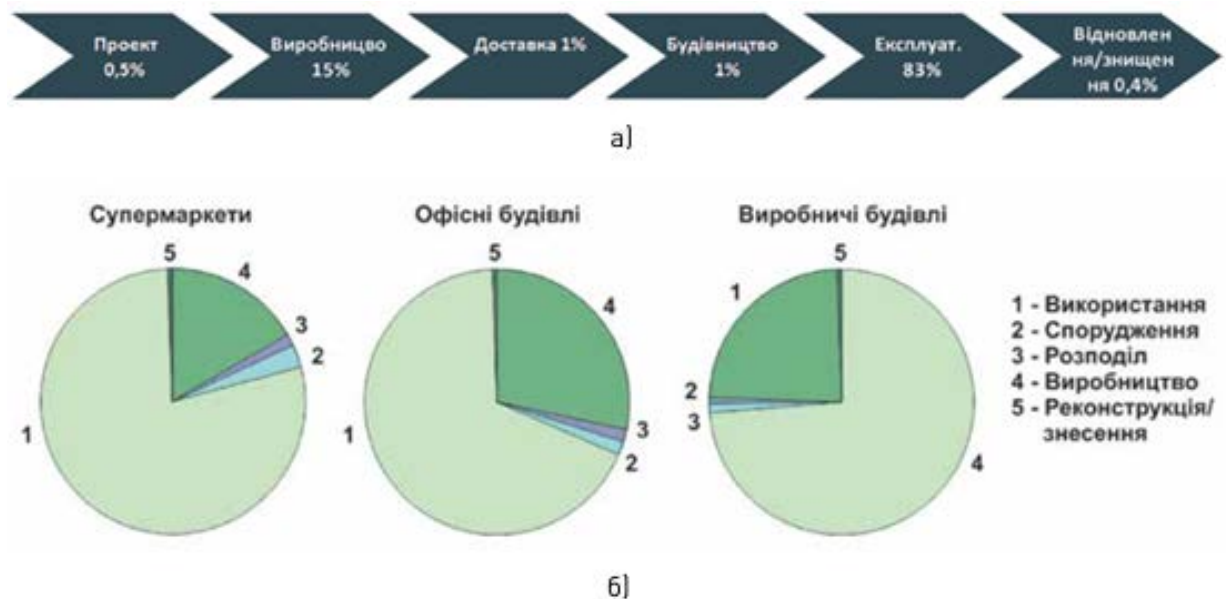


Рисунок 1.4 – а) Структура приєданого вуглецю у різних типах комерційних будівель: супермаркет, офіс, виробнича будівля; б) фази життєвого циклу і середні відсотки приєданого вуглецю типової комерційної будівлі/ВБ

Матеріали, використані для будівництва, становлять близько 20% від загального обсягу приєданого вуглецю протягом усього циклу зведення будівлі. Оскільки експлуатаційні витрати будівлі значною мірою залежать від енергоспоживання та функціонування інженерних систем, а також від режимів їх використання, які можуть змінюватися протягом усього життєвого циклу об'єкта, у цій роботі зосереджено увагу на параметрах, які можна контролювати на початковому етапі проєктування [11].

Різні будівельні матеріали, залежно від технології їх виготовлення, способів застосування та експлуатації, мають різні показники впливу на глобальне потепління. Зменшення цього впливу є одним із ключових аспектів сталого розвитку (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Основні конструкційні матеріали та їхні переваги для сталого розвитку

Складова сталого розвитку	Конструкційний матеріал і його переваги		
	Сталь	Бетон	Деревина
1	2	3	4
Економічна	Індустріальність, модульність, уніфікація Висока надійність та довговічність, швидкість зведення, придатність до реконструкцій Живучість, стійкість до впливів, відсутність шкідників Відносна легкість, експортний потенціал Збережуваність і оборотність Суцільність та непроникність середовища	Відносна дешевизна і доступність сировини Можливість етапності інвестицій Достатня захищеність від зовнішнього середовища Індустріальність, модульність, уніфікація збірних елементів	Відносно рівномірна доступність, локальність Доступність первинного постачання, поширеність ринку Висока хімічна стійкість Можливість місцевої обробки
Соціальна	Позасезонність, кваліфікованість і наукоємність проєктів Висока продуктивність праці, диверсифікація, доступність і поширеність ринку Прольотність, довільність форм, вирішення складних задач Виразність, прозорість роботи конструкцій	Велика кількість монолітних форм Доступність опанування кваліфікації Місцева робоча сила Масивність, застосування у розподілі навантажень і контакті середовищ	Доступність опанування кваліфікації Архітектурна виразність, акустичні властивості Теплий матеріал Покращений мікроклімат у будівлі Простота виготовлення конструкцій Мала відносна вага

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4
Екологічна	Значні приєднані викиди при виробництві компенсуються можливістю повної переробки і повторного використання у життєвому циклі Довговічні, ремонтпридатні, компактні швидкі рішення, адаптивні до реновацій Мінімум викидів та витрат енергії у циклі використання Мобільність	Значні приєднані викиди при виробництві та транспортуванні, практична неможливість повторного використання Відносна терпимість щодо відхилень від проекту і безпечність відходів	Природний матеріал Відновлюваність та ресурсна доступність Екологічна безпека протягом всього циклу життя конструкції Природна самоутілізація Вирубка лісу з наступною ерозією ґрунтів або короткі строки експлуатації будівель можуть вивільняти багато приєданого вуглецю

Прикладом сучасного підходу є Дитячий музей Луїзіани в Новому Орлеані (США). Використання інструментів оцінки життєвого циклу матеріалів продемонструвало переваги заміни цементу та використання сталі й деревини замість бетону. Це рішення дозволило досягти високого екологічного стандарту та отримати рейтинг LEED Gold [12], що наведено на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Аналіз життєвого циклу будівлі Дитячого музею Луїзіани, США показав недоліки цементу і переваги використання сталі та деревини замість бетону, що і було застосовано у будівлі (проект бюро Mithun), 2019 р

У цьому контексті показовим є аналіз висотної будівлі Leadenhall (рис. 1.6), проведений британським урядом на етапі проектування. Результати дослідження продемонстрували, що використання бетону призводить до вищих загальних викидів вуглекислого газу порівняно зі сталевим каркасом. Це дослідження дозволило оптимізувати конструктивну форму будівлі з метою зменшення приєднаних викидів вуглецю та підтвердило екологічну доцільність застосування сталі як основного конструкційного матеріалу.



Рисунок 1.6 – Відносна структура приєднаних викидів вуглецю до маси в системі будівлі «Leadenhall» висотою 225м, Арх. R.Rogers (м.Лондон, ВБ), 2014 р

Стійке будівництво поєднує сучасні технології з принципами свідомого споживання. Використання кожного будівельного матеріалу визначається потребами та обґрунтованістю проекту, які оцінюються через призму сталого розвитку. Такий підхід передбачає аналіз усього життєвого циклу матеріалів – від видобутку сировини до їхньої повної утилізації після завершення експлуатації, з урахуванням усіх супутніх ресурсів і витрат на кожному етапі [13].

1.2 Оцінка життєвого циклу як ефективний засіб запобігання змінам клімату

Будь-які процеси, що змінюють довкілля, повинні враховувати екологічні аспекти та не завдавати йому шкоди. Вимоги екологічності та охорони навколишнього середовища необхідно виконувати як для нових об'єктів, так і для вже існуючих, а також під час самого будівництва та подальшої експлуатації будівлі (рис. 1.7). Кожна будівля проходить цикл: сировина – матеріал – виріб – елемент – конструкція – будівля, після чого підлягає реновації або демонтажу з подальшою утилізацією (рис. 1.8). Принципи екологічності включають мінімізацію використання ресурсів та зменшення викидів на всіх етапах життєвого циклу.

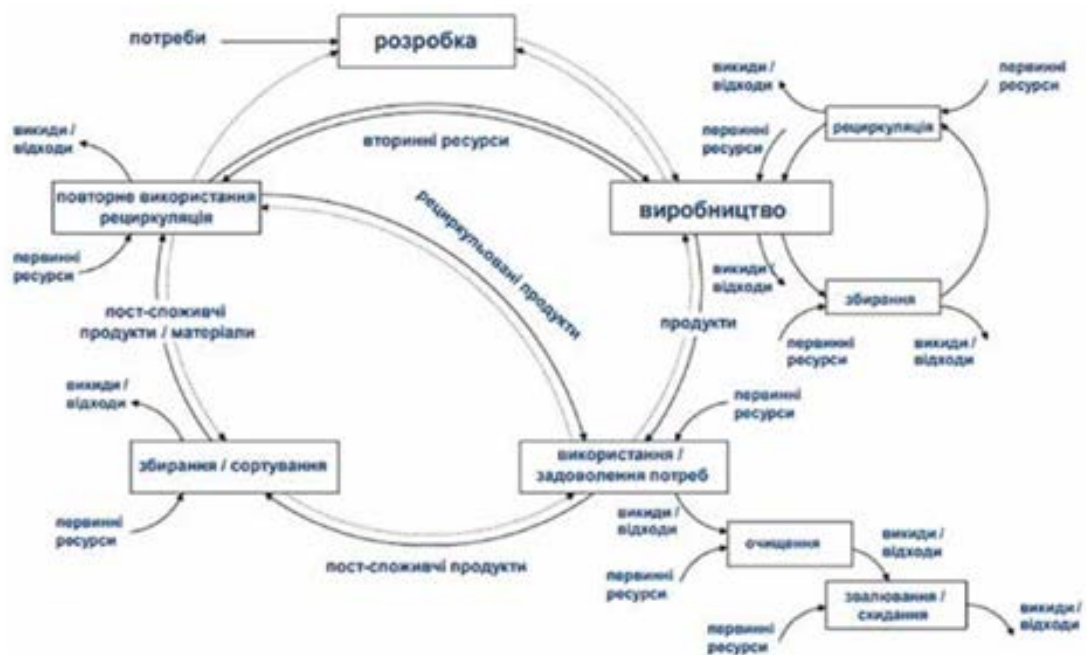


Рисунок 1.7 – Підсистеми життєвого циклу продукту



Рисунок 1.8 – Узагальнений життєвий цикл будівлі

Одним із найефективніших інструментів індустріальної екології є аналіз життєвого циклу (Life Cycle Assessment, LCA). Він забезпечує кількісну оцінку потоків матеріалів та енергії, а також впливів на довкілля, пов'язаних із певною продукцією чи діяльністю. LCA охоплює всі етапи життєвого циклу: від видобування та обробки сировини до виробництва, транспортування, розповсюдження, використання, технічного обслуговування, ремонту, переробки та захоронення відходів. Однак у деяких випадках аналіз може фокусуватися лише на певних стадіях [14].

Основна мета LCA – забезпечити всебічне вивчення впливів різних процесів і продуктів на навколишнє середовище, а також визначити можливості мінімізації негативних наслідків.

Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) розробляє стандарти для забезпечення якості продукції та регулювання комерційної діяльності на міжнародному рівні. Основні серії включають:

- ISO 9000 – управління якістю,
- ISO 14000 – управління довкіллям,

- ISO 22000 – управління безпечністю харчових продуктів,
- ISO 26000 – соціальна відповідальність,
- ISO 31000 – управління ризиками,
- ISO 50001 – управління енергоспоживанням.

ISO 14000 зосереджується на встановленні екологічних стандартів для продукції та послуг, зокрема для тих, що беруть участь у міжнародній торгівлі. Ця серія охоплює документи, пов'язані з оцінкою екологічності та параметрів життєвого циклу на етапі проектування.

Багато стандартів серії ISO 14000 вже впроваджено в Україні, здебільшого з 01.07.2014 року. Водночас не всі норми були адаптовані, і деякі стандарти ще перебувають у процесі розробки або перегляду.

Висновок за розділом 1

Текст розглядає концепцію сталого розвитку в будівництві, підкреслюючи важливість інтеграції екологічних, економічних і соціальних аспектів для забезпечення збалансованого майбутнього. Основна ідея полягає в досягненні балансу між потребами сучасності та правами майбутніх поколінь на здорове та безпечне довкілля. Усі етапи будівництва мають ґрунтуватися на системному підході та використанні сучасних технологій для прогнозування й моделювання результатів.

Ключові принципи сталого розвитку, такі як економічна сталість, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення базових потреб, відповідальне споживання та узгоджене зростання населення, підкреслюють необхідність змін у традиційних моделях економічного зростання. Програма "хвиля реконструкції" та інноваційні підходи в будівництві, такі як використання сталевих конструкцій, демонструють зусилля щодо зниження викидів і підвищення енергоефективності.

Особливо важливими є приклади ефективного сталого будівництва, що свідчать про можливість досягнення значних екологічних та економічних вигод при впровадженні новітніх технологій і матеріалів. В Україні також спостерігається тенденція до інтеграції цілей сталого розвитку в державні стратегії, що відкриває нові можливості для економічного відновлення через інноваційні моделі.

Таким чином, сталий розвиток у будівництві потребує комплексного підходу, який поєднує технологічні інновації, відповідальне управління ресурсами та соціальну відповідальність, щоб забезпечити стабільне та екологічно чисте середовище для нинішніх і майбутніх поколінь.

РОЗДІЛ 2

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕВОЛЮЦІЯ СТІН У БУДІВЛІ

2.1 Найкращі матеріали для огорожувальних конструкцій в умовах кліматичних змін в Україні

В умовах зміни клімату, які характеризуються підвищенням температури, змінами в режимах опадів та збільшенням частоти екстремальних погодних явищ, важливо обирати матеріали для огорожувальних конструкцій, що забезпечують надійність, енергоефективність та стійкість до зовнішніх впливів. Ось кілька рекомендованих матеріалів [15]:

1. Бетон та залізобетон

Переваги : Висока міцність, довговічність та стійкість до вогню. Бетонні конструкції можуть забезпечити хорошу теплоізоляцію при використанні сучасних теплоізоляційних добавок.

Недоліки : Вимагають додаткових заходів для запобігання тріщинам у разі різких перепадів температури



Рисунок 2.1 – Стіна з бетону та залізобетону

2. Керамічні блоки

Переваги : Відмінні теплоізоляційні властивості, стійкість до вологи та механічних навантажень. Кераміка є природним матеріалом, що забезпечує хороший мікроклімат у приміщеннях.

Недоліки : Вища вартість у порівнянні з традиційними цегляними конструкціями



Рисунок 2.2 – Стіна з керамічних блоків

3. Деревина

Переваги : Екологічний матеріал з хорошими теплоізоляційними властивостями. Сучасні технології обробки деревини дозволяють підвищити її стійкість до шкідників і вологи.

Недоліки : Потребує регулярного обслуговування та захисту від вологи і вогню



Рисунок 2.3 – Стіна з деревини

4. Сендвіч-панелі

Переваги : Легкість, швидкість монтажу та хороші теплоізоляційні характеристики. Ідеально підходять для промислових і комерційних будівель.

Недоліки : Можна бути менш стійкими до механічних пошкоджень у порівнянні з традиційними матеріалами



Рисунок 2.4 – Стіна з сендвіч-панелей

5. Алюмінієві сплави

Переваги : Легкі, корозійностійкі та не потребують значного обслуговування. Використовуються для фасадів і віконних систем.

Недоліки : Вища вартість у порівнянні з традиційними металами



Рисунок 2.5 – Стіна з алюмінієвих сплавів

6. Екологічні матеріали (наприклад, солом'яні блоки)

Переваги : Відновлювальні ресурси, які забезпечують хорошу теплоізоляцію і є екологічно чистими.

Недоліки : Потрібні спеціальні умови для зберігання та монтажу, а також додаткового захисту від вологи

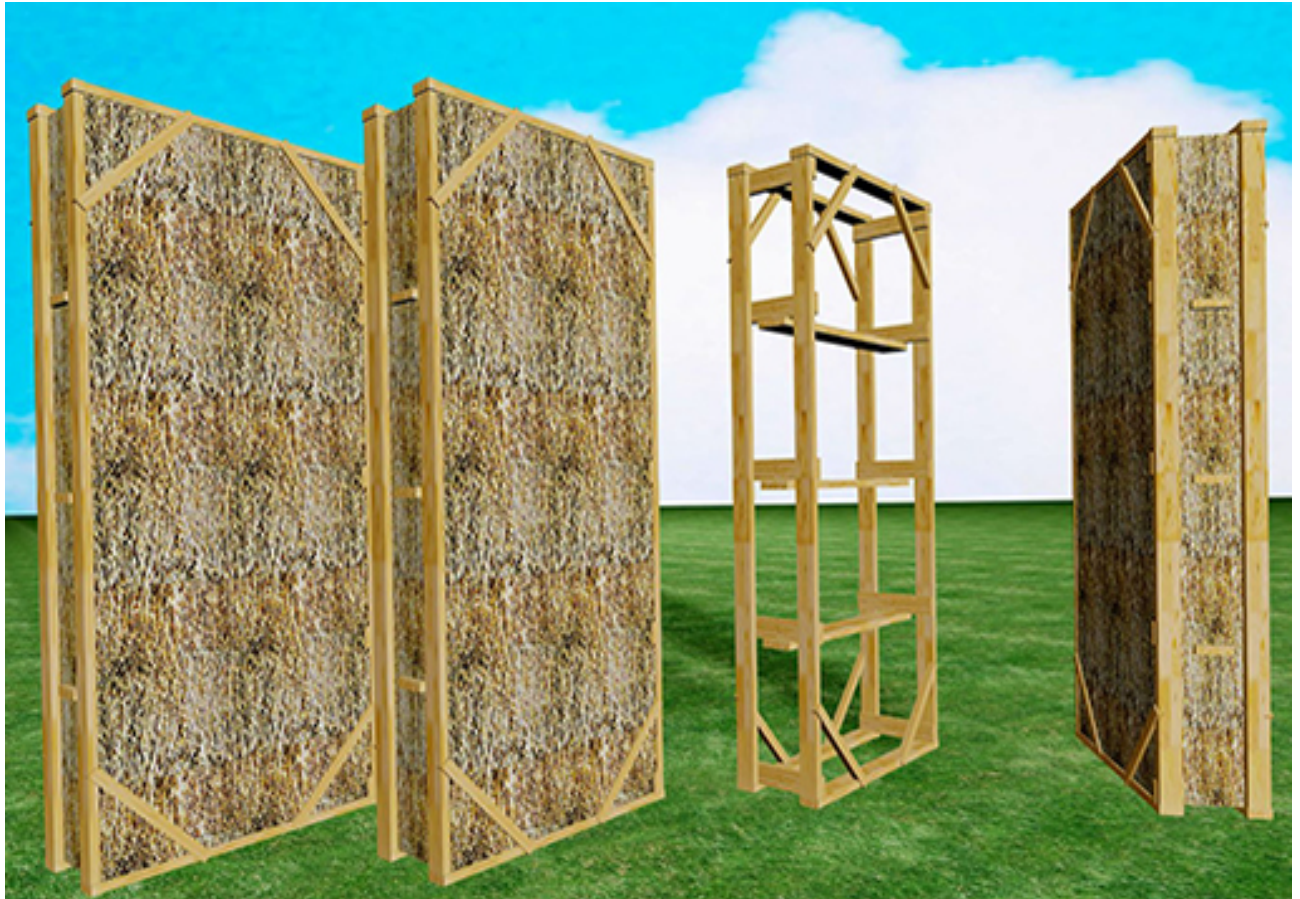


Рисунок 2.6 – Стіна з екологічних матеріалів

Вибір матеріалів для огорожувальних конструкцій повинен базуватися на їх фізичних властивостях, адаптації до місцевих кліматичних умов і специфікації проекту. Зважаючи на тенденції зміни клімату в Україні, потрібно отримати не тільки енергетичну ефективність, але й довговічність і стійкість до екстремальних погодних явищ при виборі будівельних матеріалів.

2.2 Рекомендації щодо влаштування огорожувальних конструкцій в умовах кліматичних змін на території України

Зміни клімату, які спостерігаються в Україні, вимагають адаптації будівельних норм і матеріалів, що застосовуються для огорожувальних конструкцій. Це включає підвищення вимог до теплоізоляції, вологостійкості та загальної стійкості конструкції [16].

Основні рекомендації

1. Вибір матеріалів

Бетон і залізобетон : матеріали забезпечують високу міцність і довговічність. Використання легких бетонів може зменшити навантаження на фундамент.

Керамічні блоки : Вони мають добрі теплоізоляційні властивості та стійкість до вологи. Кераміка є екологічно чистим матеріалом, що позитивно впливає на мікроклімат у приміщеннях.

Сендвіч-панелі : Ідеальні для швидкого монтажу та забезпечують високі теплоізоляційні характеристики. Вони також легкі і знижують витрати на фундамент.

Деревина : Використання деревини в огорожувальних конструкціях може бути ефективним, проте необхідно забезпечити її захист від вологи та шкідників [13].

2. Теплоізоляція

Відповідно до оновлених норм [17], мінімально допустимі показники опору теплопередачі для зовнішніх стін повинні становити не менше 4,00 м² К/Вт (для I температурної зони) та 3,50 м² К/Вт (для II температурної зони).

Це означає, що всі огорожувальні конструкції повинні бути спроектовані з урахуванням цих вимог.

3. Вологозахист

Огороджувальні конструкції повинні бути стійкими до впливу вологи. Це можна досягти шляхом використання водонепроникних матеріалів і належного проектування дренажних систем, щоб уникнути накопичення води біля фундаменту.

4. Стійкість до вітрових навантажень

Врахування можливих сильних вітрів є числом аспектів при проектуванні. Необхідно використовувати матеріали та технології, які забезпечують високу жорсткість конструкції, щоб вони могли витримувати екстремальні погодні умови.

5. Вогнестійкість

Огороджувальні конструкції повинні відповідати вимогам вогнестійкості для запобігання поширенню вогню. Це передбачає використання негорючих матеріалів та відповідних технологічних рішень.

2.3 Які сучасні технології використовують для підвищення енергоефективності будівель

Сучасні технології змінюють ключову роль у підвищенні енергоефективності будівель, що є місцем аспекту сталого розвитку та зменшення витрат на енергозабезпечення. Ось деякі з основних технологій, які застосовуються в цій сфері:

1. Теплоізоляційні матеріали

Сучасні утеплювачі: Використання матеріалів з високими теплоізоляційними характеристиками, такими як пінополістирол, мінеральна вата або екологічно чисті утеплювачі, дозволяє значно зменшити тепловіддачу. Це забезпечує комфортний мікроклімат в приміщеннях і знижує витрати на опалення

2. Автоматизовані системи управління

Системи "розумний дім": Ці системи дозволяють автоматизувати контроль за енергоспоживанням, оптимізуючи роботу опалення, вентиляції та освітлення відповідно до мешканців та змін у погодних умовах. Це забезпечує ефективне використання ресурсів і ваш комфорт

3. Відновлені джерела енергії

Сонячні панелі: Інтеграція сонячних панелей в приміщення дозволяє використовувати відновлювальну енергію для електропостачання та опалення. Це зменшує залежність від традиційних джерел енергії та знижує викид CO₂

Вітрові турбіни: Використання малих вітрових електростанцій може доповнити енергозабезпечення будівлі, особливо в регіонах з високими вітровими навантаженнями

4. Теплові насоси

Геотермальні та повітряні теплові насоси: Ці системи використовують природні температури землі або повітря для обігріву та охолодження приміщень. Вони є ефективними альтернативними традиційними системами опалення і можуть істотно знизити витрати на енергію

5. Енергозберігаюче освітлення

Світлодіодні лампи (LED): Використання LED-технології для освітлення значно зменшує споживання електроенергії порівняно з традиційними лампами. Крім того, вони мають тривалий термін служби і менше нагріваються, що також сприяє енергоефективності

6. Системи рекуперації тепла

Вентиляційні системи з рекуперацією: Ці системи не дозволяють відновлювати тепло з відпрацьованого повітря, що виходить із приміщення, і використовувати його для підігріву свіжого повітря, яке надходить у будівлю. Це зменшити витрати на опалення

2.4 Роль об'ємно-планувального рішення та огорожувальних конструкцій у забезпеченні енергоекономічності будівель

Індустріалізація є ключовим напрямом у будівництві. Це означає перетворення будівництва на безперервний механізований процес монтажу будівель та споруд із готових елементів або автоматизований процес зведення монолітних конструкцій та огорожувальних елементів. Особлива увага приділяється створенню комплексних будівельних рішень, які включають ефективні огорожувальні конструкції. Їх теплотехнічні якості повинні сприяти енергозбереженню під час експлуатації будівель [18].

Удосконалюються також традиційні конструкції стін, перегородок, покрівель і перекриттів із застосуванням залізобетону, азбестоцементних листів, багатошарових панелей, ефективної цегли та керамічного каменю. У світовій практиці (наприклад, у Фінляндії, США, Швеції) існують спеціальні рекомендації для зменшення енергоспоживання за рахунок раціонального об'ємно-планувального рішення. Перевага надається проектам із мінімальним співвідношенням довжини до ширини та оптимізацією площі зовнішніх огорожувальних конструкцій щодо об'єму будівлі. Це дозволяє зменшити витрати на опалення та кондиціонування. Важливим є також баланс між кількістю поверхів та площею підлоги в багатоповерхових будівлях.

Сучасна будівля розглядається як комплексна теплоенергетична система. Вона включає не лише огорожувальні конструкції, а й опалювальні та вентиляційні системи, а також інше технологічне обладнання. Оптимізація цієї системи можлива завдяки математичному моделюванню, що дозволяє враховувати тепловтрати через усі елементи будівлі [19].

Стіни є одним із важливих елементів огорожувальних конструкцій. Їхній розвиток включає збільшення розміру монтажних елементів, застосування нових утеплювачів і листових матеріалів. Одним із сучасних рішень є тришарові панелі на гнучких зв'язках, у яких зовнішній шар може

бути виконаний із цегли або порожнистих керамічних блоків. Це дозволяє підвищити архітектурно-естетичні якості фасадів житлових і громадських будівель.

Окрім огорожувальних конструкцій, також розробляються нові види вікон, дверей, ліхтарів і воріт, які сприяють підвищенню енергоефективності будівель і мають відповідати естетичним вимогам, запобігаючи моральному старінню споруд.

З урахуванням досвіду України та інших країн, можна обрати найефективніші моделі огорожувальних конструкцій, що забезпечують економічність та надійність. Для кліматичних умов України важливо підібрати раціональні об'ємно-планувальні рішення та конструкції заповнення каркасу, які забезпечать мінімальне енергоспоживання на опалення, кондиціонування та освітлення приміщень.

2.5 Огляд сучасних шляхів та методів підвищення рівня енергоефективності житлових будівель

Аналіз сучасного стану громадських будівель, зокрема шкіл, в українських містах дозволив розмістити типи об'єктів, провести їх класифікацію за призначенням, обсягом і характером розміщення, поверховістю, видом інженерних комунікацій і просторовою організацією. Це дало можливість виділити характерні особливості кожного типу будівель і зв'язати їх з рівнем енергоефективності. З'ясовано, що найбільш розширеними є середньо- та багатоповерхові будівлі з коридорними або секційними плануваннями, які мають значний потенціал підвищення енергоефективності для форми оптимізації рахунку та наближення її до компактної. Для таких будівель необхідно забезпечити підвищення об'ємно-просторової гнучкості, створення енергоефективних навчальних кластерів, формування зручного

зону спільного та індивідуального використання, а також підвищення архітектурної виразності.

На основі аналізу європейських прикладів енергоефективних шкіл було досліджено ключові характеристики сучасного проектування. Вони включають раціональне використання енергії, відповідність нормативам енергоефективності, екологічність, застосування гнучких архітектурно-планувальних рішень та використання ефективних конструкцій, технологій та матеріалів.

Результати міжнародного досвіду дозволили створити загальну класифікацію енергоефективних будівель. Найкращі показники демонструють «пасивні будівлі», школи з нульовим енергоспоживанням (NZEB) та об'єкти з надлишковою енергією (Energy+), які забезпечують альтернативні джерела енергії. Цей досвід може бути адаптований для підвищення енергоефективності українських шкіл шляхом вдосконалення архітектурно-планувальних, об'ємно-просторових, конструктивних і технічних рішень.

Перед реалізацією енергоефективних заходів необхідно мати чинники, які негативно впливають на експлуатаційну надійність будівель і роботу інженерних систем. На основі отриманих даних слід розробити програму енергетичної модернізації, яка включає перелік ремонтних і термомодернізаційних заходів із зазначенням термінів виконання та фінансових витрат. У разі наявності проблем з експлуатаційною надійністю першочергово вирішуються ці питання, після чого впроваджуються інші модернізаційні заходи.

Розробка ефективних заходів енергомодернізації базується на результатах аналізу технічного стану об'єктів, енергетичних обстежень (енергоаудиту) та теплотехнічних розрахунків відповідно до вимог ДБН та ДСТУ. До комплексу технічних заходів необхідно підвищити термічну опору огорожувальних конструкцій, модернізувати системи тепло- та

водопостачання, вентиляції, а також облік і регулювання споживання енергоресурсів і води.

Термоізоляція зовнішніх стін шкіл може виконуватися із застосуванням плит зі спіненого полістиролу, мінераловатних плит із вентильованим прошарком або плит із піноскла. Для утеплення дахів і підвальних перекриттів каменю мінераловатні плити, піноклас або пінополіуретан із налаштуваннями паро- та вогнеізоляційних шарів. без цього, передбачено встановлення енергозберігальних вікон і дверей, утеплення тамбурів і заміну застарілих систем теплоізоляції.

Модернізація інженерних систем включає:

- встановлення автоматичних регуляторів теплового потоку;
- використання теплоізоляційних матеріалів для трубопроводів;
- реконструкцію теплових пунктів із впровадженням сучасного обладнання, такого як пластинчасті водонагрівачі чи сонячні колектори для гарячого водопостачання;
- автоматизація системи вентиляції з рекуперацією тепла.

Ефективні термомодернізаційні рішення враховують кліматичні умови регіону, санітарно-гігієнічні вимоги до мікроклімату навчальних закладів, технічний стан будівництва та інженерного обладнання. Усі заходи об'єднуються в наступні пакети для оптимізації витрат і досягнення максимального енергозбереження.

2.6 Метод теплотехнічного розрахунку конструкцій на зимові умови, а також на теплостійкість і визначення затримки амплітуди коливань температури в конструкції (розрахунок на літні умови).

Теплотехнічні розрахунки конструкцій [17], що захищають, в умовах Палестини повинні проводитися як на зимові, так і на літні умови. Середня температура найхолоднішої доби коливається від нуля 0 °C і - 2,5 °C на півдні

до - 3 °С, на заході країни і в районах, що оточують його, середня температура найхолоднішої доби дорівнює + 5 °С.

Виходячи з гігієнічних міркувань (запобігання холодній радіації і випаданню конденсату на внутрішній поверхні стіни) можна визначити необхідний загальний опір тепловіддачі стіни і покриття по формулі [17]:

$$R_0^{TP} = \frac{t_B - t_H}{\Delta\tau_H - \alpha_B} \quad (2.1)$$

Примітки:

1- $\Delta\tau_H$ взято згідно ДБН В. 2.6-31:2006. = 4 °С..

2- $\alpha_B = 8.7 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$.

3- $t_B = + 25^\circ\text{С}$,

4- t_H розрахункова зимова температура зовнішнього повітря °С, рівна середній температурі найбільш холодної п'ятиденки, трьох діб або найбільш холодної доби залежно від масивності стіни.

Розрахунок конструкцій на теплостійкість (літні умови) проводимо згідно п.3 [17].

Основною вимогою розрахунку є обмеження амплітуди коливання температури внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій. Методика розрахунку аналогічним графічним методом, що використовується в країнах Британської Співдружності.

У регіонах середньомісячна температура становитиме 21°С і більше, амплітуда коливання внутрішньої температури поверхонь огорожувальних конструкцій житлових будівель, а також виробничих споруд, для яких необхідно забезпечити оптимальні показники температури та максимальної вологості повітря в робочій зоні, або де з технологічних причин потрібне. підтримувати постійні параметри температури та вологості, не потрібно перевищувати допустиму амплітуду $A_{\tau_B}^{TP} \text{ } ^\circ\text{С}$, яка за формулою:

$$A_{\tau B}^{TP} = 2,5 - 0,1(t_H - 21) \quad (2.2)$$

де t_H - середньомісячна температура повітря за липень °C

$$A_{\tau B}^{TP} \leq A_{\tau B}^{TP} \quad (2.3)$$

де: $A_{\tau B} = \frac{A_{\tau B}^{розр}}{V}$

$$A_{\tau H}^{A_{\tau B}^{розр}} \leq 0,5 * A_{\tau H} + \frac{\rho(I_{max} - I_{cp})}{\alpha_H} \quad (2.4)$$

$A_{\tau B}^{розр}$ – розрахункова амплітуда коливань зовнішнього повітря з урахуванням нагріву конструкції сонячною радіацією °C.

$A_{\tau H}$ – максимальна амплітуда добових коливань зовнішнього повітря в липні °C.

ρ – коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні захисної конструкції.

Значень коефіцієнтів поглинання (ρ) набуті нами по [17].

Величини I_{max} і I_{cp} – відповідно максимальне і середнє значення сумарної сонячної радіації (прямою і розсіяною), Вт/м², що приймаються для зовнішніх стін, - як для вертикальних поверхонь південно-західної орієнтації і для покриттів - як для горизонтальної поверхні.

α_H – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні за літніми умовами, Вт/(м²°C), з урахуванням відбору тепла за рахунок руху повітря визначається по формулі [17]:

$$\alpha_H = 1.16(5 + 10\sqrt{v}) \quad (2.5)$$

v – мінімальна з середніх швидкостей вітру по румбах за липень, повторюваність яких складає 16% і більше, але не менше 1м/с .

$$v = 0.9 * e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(S_1 + \alpha_B) * (S_2 + \gamma_1) \dots (S_n + \gamma_{n-1}) * (\alpha_n + \gamma_n)}{(S_1 + \gamma_1) * (S_2 + \gamma_2) \dots (S_n + \gamma_{n-1}) * \alpha_n} \quad (2.5)$$

Величину загасання розрахункової амплітуди коливань температури зовнішнього повітря v в конструкції, що захищає, слід визначати по формулі:

$$D = \sum_i^n \left[\frac{\delta_1}{\lambda_1} * S_1 \right] - \text{теплова інерція огорожувальної конструкції.}$$

де: коефіцієнт:

$S_1; S_2 \dots S_n$ – розрахункові коефіцієнти теплоусвоєння матеріалу окремих шарів конструкції, що захищає, Вт/(м²°C);

$\gamma_1; \gamma_2 \dots \gamma_n$ – коефіцієнти теплоусвоєння зовнішніх поверхонь шарів конструкції, що захищає, Вт/(м²°C).

Для шарів з тепловою інерцією при $D_1 < 1$, Для першого шару:

$$D_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} * S_1 \geq 1; \gamma_1 = S_1 \quad (2.6)$$

$$\gamma = \frac{R_1 * S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 * \alpha_B} \quad (2.7)$$

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \text{термічний опір першого шару}$$

α_B – коефіцієнт теплообміну на внутрішній поверхні стіни, рівний 8,7 Вт/(м²°C);

$$y_i = \frac{R_1 * S_1^2 + y_{i-1}}{1 + R_1 * y_{i-1}}$$

Для і-ого шару:

Запізнювання температурних коливань на внутрішній поверхні конструкції, що захищає, в порівнянні з коливаннями зовнішньої розрахункової температури (зрушення фаз в годиннику), обчислюється за формулою:

$$\varepsilon = \frac{1}{15} \left\{ 40.5 * \sum D - \arctg \frac{\alpha_B}{\alpha_B + S_{BII} \sqrt{2}} + \arctg \frac{S_{H.II.}}{S_{H.II.} + \alpha_H \sqrt{2}} \right\} \quad (2.8)$$

Для цього слідує:

1. Визначити величину теплової інерції усієї конструкції $D = \sum_{i=1}^n R * S$
2. Величину коефіцієнта теплоусвоєння останнього (зовнішнього) шару [17]:

$$S_{H.II.} = \frac{R_n * S_n^2 + y_{n-1}}{1 + R_n * y_{n-1}} \quad (2.9)$$

3. Визначити величину коефіцієнта теплоусвоєння першого (внутрішнього) шару при напрямі хвилі зсередини назовні:

$$S_{B.II.} = \frac{R_1 * S_1^2 + y_2}{1 + R_1 * y_2} \quad (2.10)$$

Значень $\arctg$ набувають в градусах, а не в радіанах. За величиною ε можна встановити час максимального теплопоступлення в помещение $Z^{max} q$, якщо відомий час максимального теплопоступлення на зовнішню поверхню стіни.

$$Z_Q^{\max} = Z_{t_{\text{посл.}}}^{\max} + \varepsilon \quad (2.11)$$

У країнах пострадянського простору визначають запізнювання температурних коливань на внутрішній поверхні конструкції, що захищає, також, як і загасання визначається графоаналітичним методом з використанням номограм.

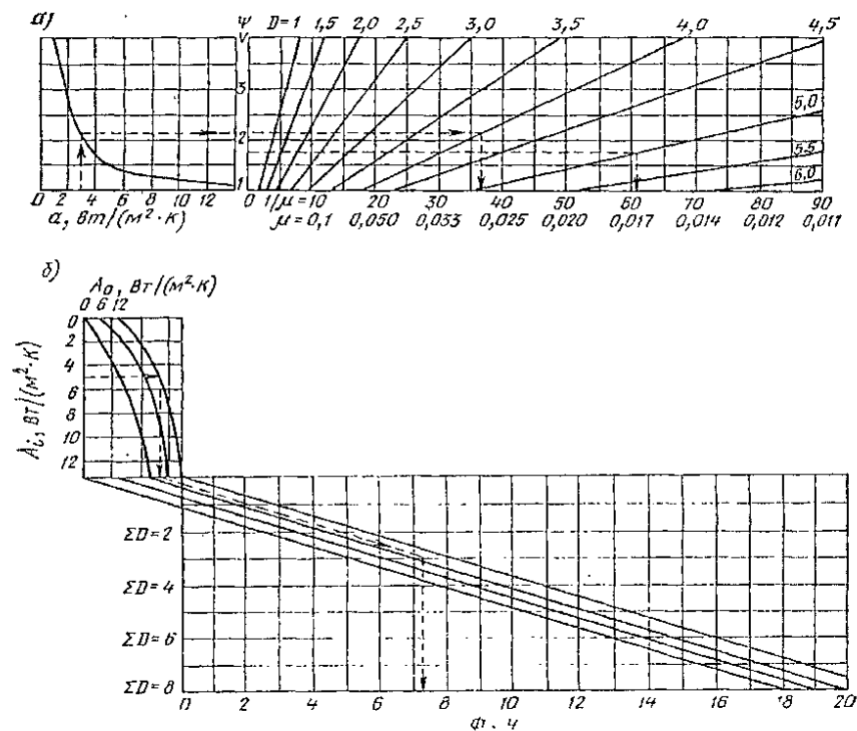


Рисунок 2.7 – Номограма для визначення декременту загасання і часу запізнювання

2.7 Впровадження теплотехнічних рішень в об'єкт дослідження

Розрахунковий опір огорожувальної конструкції визначається за формулою 2.11.

$$R^{\phi} = \frac{1}{\alpha_{\epsilon}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (2.11)$$

де α_{ϵ} – коефіцієнт тепловіддачі на внутрішній поверхні конструкції,

$$\alpha_{\epsilon} = 8,7$$

α_3 – коеф. тепловіддачі зовн. поверхні, $\alpha_3 = 23$

λ_n – коефіцієнти теплопровідності відповідного шару стіни, $\frac{Вт}{м \cdot K}$;

δ_n – товщина відповідного шару, м

Вихідні дані: м. Тернопіль

Вологісний режим приміщень-вологий

Температура внутрішнього повітря +20 градусів.

Умови експлуатації будівлі Б [17]

За [17] визначаємо мінімально допустиме значення опору

теплопередачі огорожувальної конструкції, який складає $R_{min} = 4,0 \frac{м^2}{K \cdot Вт}$

Визначаємо товщину утеплювача виходячи з вимог виконання мінімально-допустимого значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції за формулою 2.11:

В якості утеплювача для будівлі школи будемо використовувати мінеральну вату.

$$\delta_{yt} = \lambda_{yt} \left(R_{qmin} - \frac{1}{\alpha_{\epsilon}} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} \right) = 0,044 \cdot \left(4,0 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - \frac{0,02}{0,76} - \frac{0,01}{0,7} - \frac{0,4}{0,33} \right) = 0,09 м$$

Розрахункова схема зовнішньої огорожувальної конструкції зображено на рис. 2.8

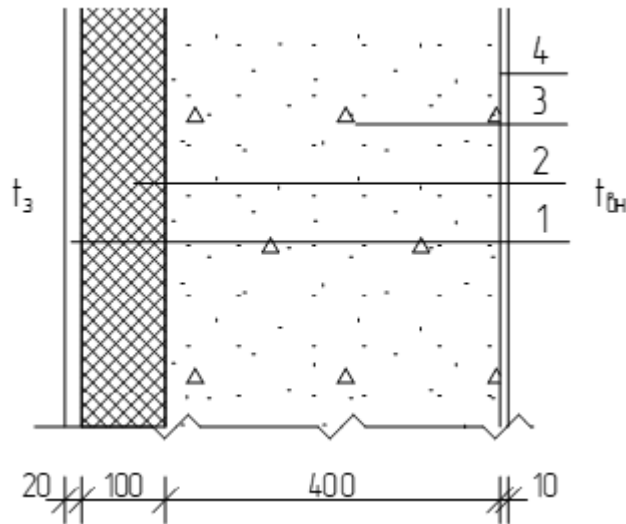


Рисунок 2.8 – Розрахункова схема зовнішньої стіни

Склад стіни об'єкта дослідження:

- Штукатурка на цементно-піщаному розчині;
- Мінеральна вата;
- Керамзитобетонна панель;
- Вапняно-піщаний розчин

Отже, зовнішня стіна школи-гімназії буде утеплюватись шаром товщиною 10 см мінеральною ватою.

Розрахунковий опір теплопередачі огорожувальної конструкції складає:

$$R^{\phi} = \frac{1}{23} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,4}{0,33} + \frac{0,1}{0,044} + \frac{1}{8,7} = 4,2$$

$$4,2 > 4,0.$$

Товщина утеплювача задовольняє нормальним значенням

Висновок за розділом 2

Еволюція стін у будівництві від традиційних до сучасних матеріалів та технологій значно підвищила рівень енергоефективності будівель. Вибір правильних матеріалів і конструкційних рішень дозволяє не тільки зменшити

витрати на енергозабезпечення, але й підвищити комфорт проживання та зменшити екологічні сліди. Сучасні технології, такі як газобетон і солом'яні панелі, відкривають нові можливості для створення ефективних і стійких до зміни клімату будівель.

Адаптація огорожувальних конструкцій до умов зміни клімату в Україні є критично важливою для забезпечення їх довговічності та енергоефективності. Вибір правильних матеріалів і технологій, а також дотримання сучасних норм і стандартів дозволяють створити комфортне та безпечне середовище для мешканців будівель.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ (ВДОСКОНАЛЕННЯ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ШКОЛИ-ГІМНАЗІЇ З УРАХУВАННЯМ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖУВАННЯ)

Для проектування та ілюстрації зазначених енергозберігаючих рішень у магістерській кваліфікаційній роботі було обрано школу як об'єкт дослідження.

Застосування архітектурно-конструктивних заходів спрямоване на зменшення тепловтрат через зовнішні огорожувальні конструкції. Ці заходи зазвичай класифікують як технічні рішення, спрямовані на підвищення енергоефективності будівель.

3.1 Зменшення втрати тепла через віконні прорізи

Велика увага приділяється світлопрозорим огорожувальним конструкціям, оскільки їх сучасні теплозахисні властивості не поступаються властивостям традиційних стінових конструкцій. Враховуючи, що тепловтрати через вікна виникають за кількома каналами — через віконний блок і рами (містки холоду, нещільності), а також внаслідок теплопровідності повітря, конвекції між склом та теплового випромінювання, застосовуються наступні основні заходи для підвищення енергоефективності [17]:

- перехід від однокамерних склопакетів до двокамерних;
- використання термоплівок (термопоглинаюче скління);
- наповнення склопакетів інертними газами.

Двокамерний склопакет конструктивно відрізняється від однокамерного кількістю скляних шарів, дистанційних рамок та повітряних камер. Він забезпечує ефективний захист від зовнішніх атмосферних впливів.

Зважаючи на високі енергозберігаючі властивості, двокамерні склопакети є найкращим вибором для реконструкції школи, оскільки їх використання повністю виправдане з економічної точки зору. Вони схвалені для застосування у всіх кліматичних зонах України. Навіть у базовому виконанні зі склом марки М14 мм такі склопакети гарантують необхідний комфорт і затишок у навчальних приміщеннях.

Двокамерний склопакет складається з трьох скляних шарів і двох повітряних зазорів, що забезпечує підвищену тепло-, звуко- та шумоізоляцію. Зокрема, він знижує рівень шуму на 40 дБ, що важливо для навчальних приміщень.

Теплотехнічний розрахунок трикамерного склопакета [17]

- Вихідні дані:
- місце: м. Тернопіль
- Вологість: 60–75%
- Розрахункова температура внутрішнього повітря: 20°C
- Коефіцієнт тепловіддачі: $\alpha_v = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$
- Температурна зона: І

Конструкція трикамерного склопакета зображена на рисунку 3.1.

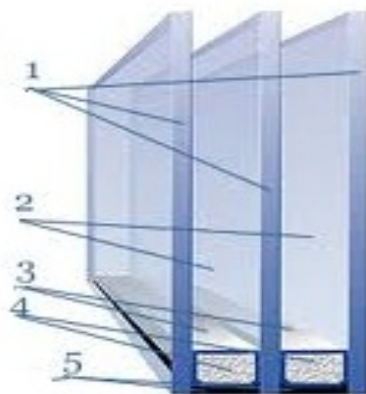


Рисунок 3.1 – Конструктивна схема двокамерного склопакету:

1 – скло; 2 – повітряна камера; 3 – дистанційна рамка (алюмінієва, пластикова або гнучка); 4 – абсорбент (поглинач вологи); 5 – герметизація.

Двокамерні склопакети мають класичну товщину 32 мм (4-10-4-10-4) і приведений коефіцієнт опору теплопередачі $0,67 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$ взято з документації яка надходить з виробом. Для світлопрозорих фасадів мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій громадських будинків складає $R_{\text{норм}}=0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$ (згідно [17]).

$$R = 1/\alpha_{\text{в}} + R_{\text{пр}} + 1/\alpha_{\text{в}}$$

$$R = 1/8 + 0,67 + 1/23 = 0,84 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$$

$$R > R_{\text{норм}}$$

Отже, фактичний опір задовільняє нормативні вимоги.

Двокамерні склопакети мають стандартну товщину 32 мм (4-10-4-10-4) і приведений коефіцієнт опору теплопередачі $R_{\text{пр}}=0,67 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$, що зазначено у документації, яка поставляється разом із виробом. Відповідно до [17], мінімальне допустиме значення опору теплопередачі для огорожувальних конструкцій громадських будівель становить $R_{\text{норм}}=0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$.

Розрахуємо фактичний опір теплопередачі:

$$R = 1/\alpha_{\text{в}} + R_{\text{пр}} + 1/\alpha_{\text{в}}$$

$$R = 1/8 + 0,67 + 1/23 = 0,84 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$$

$$R > R_{\text{норм}}$$

Отже, фактичний опір задовільняє нормативні вимоги.

3.2 Зменшення втрати тепла через стіни

Основну площу зовнішніх огорожувальних конструкцій займають стіни. Утеплення стін зовні дозволяє знизити тепловтрати до 30%. Товщина теплоізоляційного матеріалу обирається з урахуванням майбутнього посилення вимог щодо опору теплопередачі. Відповідно до розрахунків, поданих у розділі 2, оптимальна товщина утеплювача складає 100 мм.

Енергетично та економічно вигідним рішенням є часткове використання фасадних конструкцій з підвищеною теплоізоляцією для стін, орієнтованих на схід та захід [18] (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Західна стіна школи-гімназії, яка утеплена конструкцією підвищеної теплоізоляції фасаду

3.3 Зменшення втрати тепла через цоколь

Цоколь — це частина будівлі, яка піддається подвійному теплотехнічному навантаженню: втратам тепла через конвекцію із зовнішнім повітрям та теплопровідністю з ґрунтом. Окрім того, цоколь є зоною з найбільшим ризиком інфільтрації холодного повітря в приміщення. У проєкті школи-гімназії цокольну частину виділено за допомогою дерев'яної фактури та темного кольору.

До "маловартісних" заходів енергозбереження належить додаткове утеплення віконних прорізів з внутрішнього боку приміщення.

Для збереження тепла всередині будівлі доцільно використовувати жалюзі, ролети (ролокасети), портьєри та щільні штори. У школі було реалізовано варіант, коли закритим залишається лише віконний проріз до підвіконня. Це дозволяє тепловому повітрю від радіаторів рівномірно поширюватися по всьому приміщенню, а не лише нагрівати зовнішню стіну.

3.4 Зменшення втрати тепла через дах

Зменшення тепловтрат через дах пропонується реалізувати за допомогою влаштування еко-даху. Велика площа покрівлі школи надає унікальну можливість використовувати її як додатковий простір для рекреацій учнів. Одночасно еко-дах підвищує зносостійкість покрівельної конструкції, захищаючи її від пошкоджень та впливу зовнішніх факторів. Важливим аспектом є здатність рослин поглинати вологу, що зменшує навантаження на зливову каналізацію, запобігаючи паводкам та раптовим підтопленням [18].

У літню спеку звичайне покриття даху може нагріватися до 80°C, випромінюючи не лише тепло (рис. 3.3), але й шкідливі летючі речовини. Зелені насадження на даху знижують запиленість повітря, затримуючи пил на жорсткій поверхні листя дерев і чагарників. У спекотні дні повітряні потоки, що несуть пил, осідають на кронах рослин. Дослідження показують, що навіть невеликі смуги газонів з чагарниками здатні вловлювати до 50% пилу, а при поливі та зволоженні ефективність очищення повітря ще зростає. Крім цього, рослинний шар виконує функцію додаткового утеплення покрівлі та захищає її від механічних пошкоджень.

Еко-дах також має значний шумозахисний ефект. Рослини з різними структурами листя (м'якими та жорсткими) поглинають звукові хвилі, що особливо відчутно на верхніх поверхах будівлі. Озеленення дахів здатне знизити рівень шуму на 2–10 дБ, що суттєво покращує акустичний комфорт у приміщеннях.

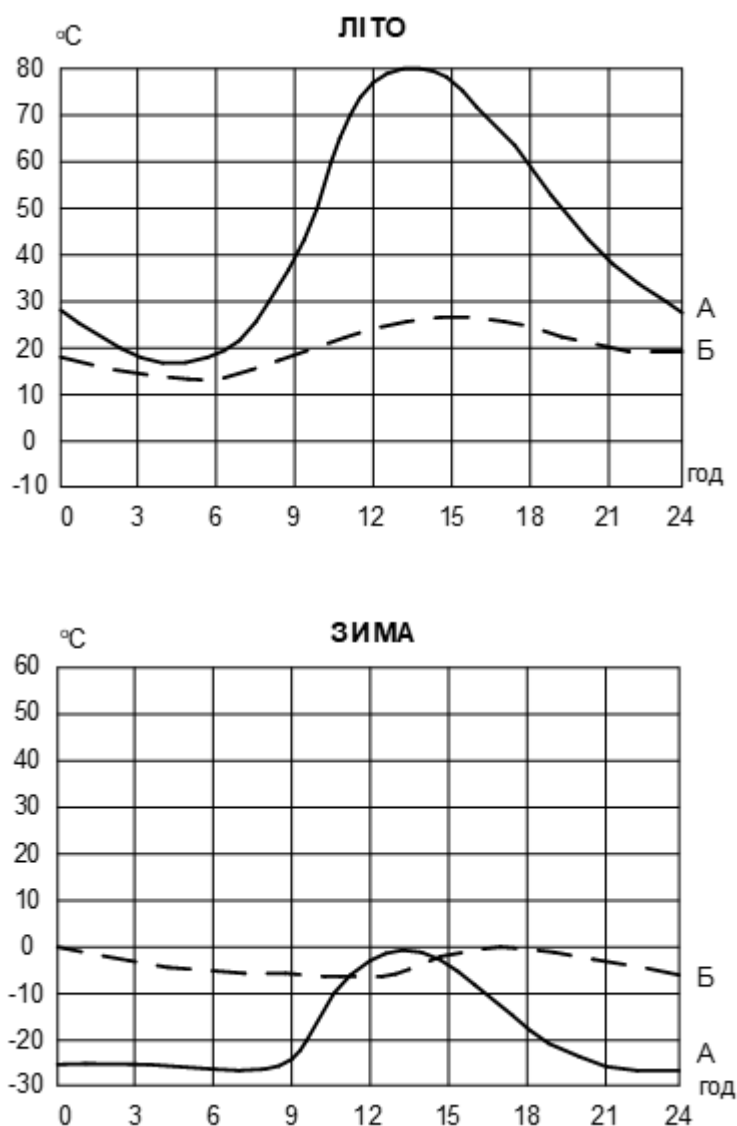


Рисунок 3.3 – Графіки добового температурного режиму плоского даху літом та зимою. А – традиційне рулонне покриття, Б – трав'яне покриття

Дослідження німецьких учених показали, що влітку температуру покриття будівлі можна знизити до 25°C завдяки озелененню покрівлі [19]. Таким чином, облаштування саду на даху школи не лише створює можливості для організації зони відпочинку для дітей, але й сприяє вирішенню проблеми озеленення у великих урбанізованих містах, покращує екологічну ситуацію, підвищує естетичну привабливість забудови та значно зменшує тепловтрати через конструкції даху [17].

Конструкція даху школи включає кілька функціональних шарів (рис. 3.4). У процесі проектування передбачено підсилення даху за методом Мальганова. Цей метод передбачає нарощування стисненої зони у вигляді ребристого перекриття. Перший шар – це залізобетонна підготовка, що виступає в ролі так званої "силової підлоги", товщиною 100 мм. Наступним шаром є цементна стяжка завтовшки 50 мм для вирівнювання поверхні та усунення дефектів.

Третій шар відповідає класичним компонентам зелених дахів – гідроізоляційний шар з використанням матеріалу склоізол. Склоізол – це рулонний матеріал на основі скловолокна, з обох боків покритий бітумною речовиною, що забезпечує водонепроникність і довговічність. Для захисту поверхні застосовується грубозерниста посипка та полімерна плівка [18].

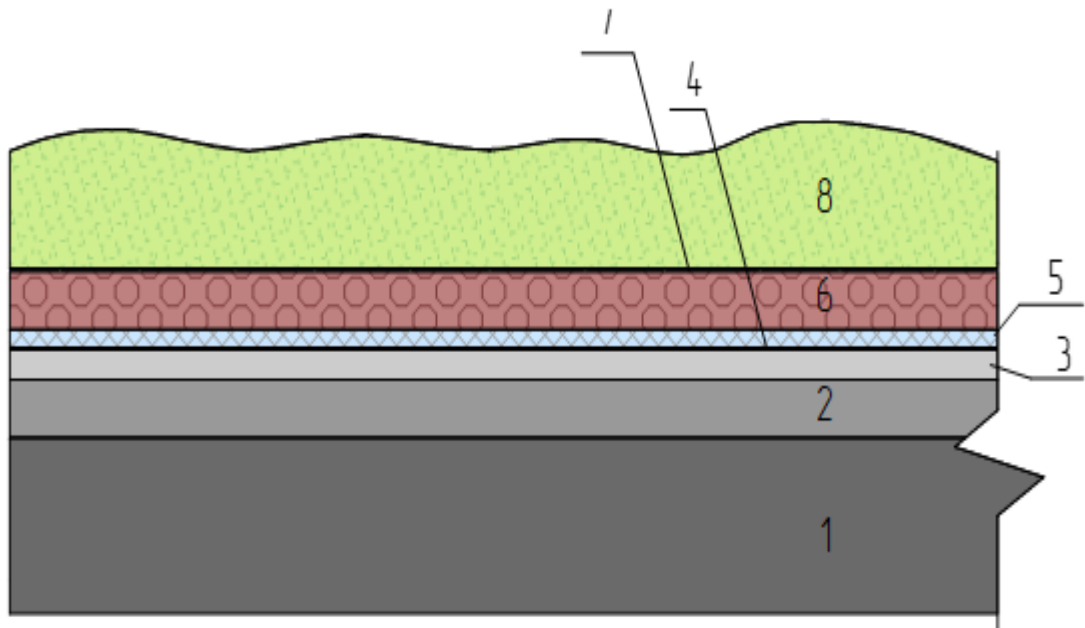


Рисунок 3.4 – Конструктивна схема розташування шарів еко-даху.

1 – ребриста плита перекриття, 300 мм; 2 – силова підлога, 100 мм;

3 – стяжка з цементного розчину, 50 мм; 4 – гідроізоляція, 5 мм;

5 – кореневий шар, 30 мм; 6 – дренажний шар, 100 мм; 7 – фільтруючий шар,

2 мм; 8 – рослинний шар, 200 мм.

Кореневозахисний шар із скловолокна забезпечує захист гідроізоляції від проростання коренів рослин та механічних пошкоджень під час монтажу покриття. Одним із ключових елементів при облаштуванні саду на даху є дренажний шар, який відіграє важливу роль у відведенні зайвої вологи. У цьому проєкті для дренажу використано керамзит – легкий, економічний та невибагливий матеріал, що має здатність поглинати вологу та поступово віддавати її рослинам у посушливі дні. Дренажний шар забезпечує відведення залишкової води під час інтенсивних літніх злив (до 30 л/м²), адже надлишок вологи так само шкідливий для рослин, як і її нестача [15].

Щоб покращити водовідведення, передбачено ухил даху під кутом 3°. Уздовж парапетів та в місцях посадки газону встановлено 6 водоприймальних воронок діаметром 250 мм, які підключені до існуючої системи водовідведення школи. При відведенні води з воронок використовуються труби діаметром 100 мм. Конструктивні вузли водовідведення відображені на графічних кресленнях проєкту.

Наступний функціональний елемент – фільтруючий шар з геотекстилю товщиною 2 мм. Він запобігає проникненню дрібних часток ґрунту в дренаж і вимиванню корисних речовин. Завдяки капілярній структурі геотекстиль також сприяє поверненню вологи з дренажного шару до рослин. Надалі, після укорінення, цю функцію частково виконуватимуть і самі рослини, але штучний фільтр залишається обов’язковим.

Останнім шаром є ґрунтовий субстрат товщиною 200 мм. Його якість, структура та склад мають вирішальне значення для здорового розвитку рослин і мікроорганізмів. Для розрахунків навантаження взято зволожений на 50% ґрунт з питомою вагою 1800 кг/м³.

При виборі рослин для саду на даху важливо врахувати їх естетичні характеристики та біологічні особливості, щоб створити квітник безперервного цвітіння. Це можливо завдяки ретельному підбору рослин із різними періодами цвітіння [16]. У кліматичних умовах Вінницької області

рослини мають бути морозостійкими, посухостійкими та стійкими до вітру завдяки компактній кореневій системі [15].

Оскільки товщина ґрунтового шару складає лише 20 см, окремі дерева з цього списку висаджують не у відкритий ґрунт, а у горщики, що дозволяє зберегти їх життєздатність у таких умовах.

3.5 Влаштування сонячних батарей

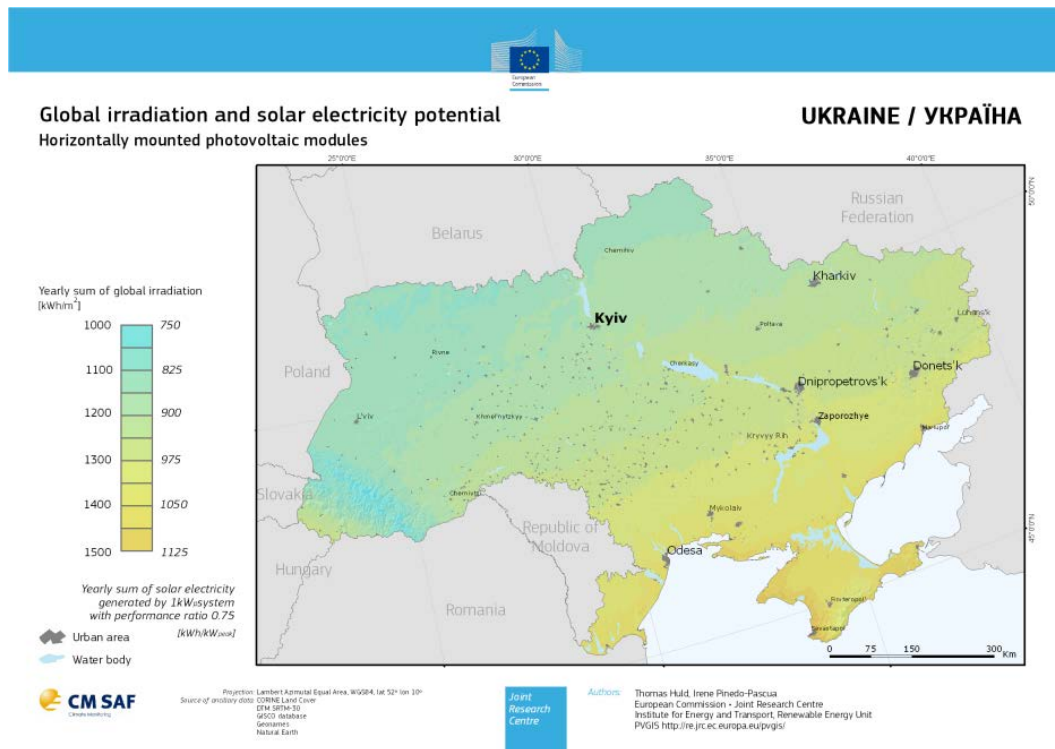
Одним із ефективних способів підвищення енергоефективності школи встановлено на даху сонячних колекторів (рис. 3.5). Ця пропозиція сприятиме використанню відновлюваних джерел енергії для забезпечення потреб опалення або гарячого водопостачання. Такий підхід не знижує витрати на енергоресурси, але й позитивно впливає на екологічну складову, скорочуючи викиди парникових газів в атмосферу



Рисунок 3.5 – Розташування сонячних батарей на даху будівлі школи

Для порівняння проводимо розрахунок вартості та ефективності налаштування сонячних батарей на одній половині даху з одночасним створенням еко-даху, а також варіант встановлення батарей на всій площі

даху. Розрахунок економіки при впровадженні відновлюваних джерел енергії необхідно розпочати з аналізу рівня сонячної енергії, доступної для конкретної місцевості (рис. 3.6). Це дозволить оцінити потенціал вироблення енергії, порівняти енергетичні та фінансові вигоди двох підходів і зробити обґрунтованим вибір оптимального рішення.



Для забезпечення енергетичних потреб школі необхідно встановити 272,7 м² сонячних батарей (розрахунок: $300 \div 1,1 = 272,7 \text{ м}^2$).

Перший варіант розміщення дозволяє встановити лише 209,09 м² батарей, що становить приблизно 77% від необхідної площі. Це не забезпечує повну енергетичну незалежність школи. Для компенсації нестачі площі можна додатково використовувати підвісні сонячні батареї на фасадах будівлі.

Другий варіант розміщення передбачає установку батарей на всій площі даху. У цьому випадку школа буде повністю забезпечувати свої енергетичні потреби, з можливістю частково покривати проживання сусідніх будівель. Однак при цьому не передбачається облаштування еко-даху, що є його основним недоліком.

Зважаючи на аналіз усіх варіантів, рішенням буде реалізовано інший варіант, який забезпечить максимальну енергоефективність та сприятиме енергетичній автономії школи.

Висновок за розділом 3

На основі зібраних даних розроблено низку заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності будівельної школи, які поєднують містобудівні та архітектурно-композиційні рішення. У рамках запропонованого проекту реконструкції основну увагу приділено зниженню тепловтрат та підвищенню енергозбереження:

Змінення тепловтрат через вплив вітру. Передбачено створення зелених насаджень навколо будівлі, які регулюють повітряні потоки, знижуючи їх швидкість і викликаючи обтікання школи на більшій висоті, що мінімізує втрату тепла (графічна частина, лист №5).

Рішення щодо добудов. Проектом передбачено розширення будівлі з південно-східного та північно-західного боків. такі архітектурні рішення

сприяють додатковій ізоляції існуючих приміщень, знижуючи витрати теплової енергії (графічна частина, лист №5).

Модернізація віконних систем. Планується заміна або вдосконалення світлопрозорих огорожень з метою підвищення їх теплоізоляційних властивостей. Це зменшить втрати тепла через вікна та підвищить загальну енергоефективність будівлі (графічна частина, лист №5).

Рівномірне утеплення та додатковий захист. Передбачено використання штор та порт'єрів для завішування вікон, які допоможуть суттєво знизити теплоту, особливо в зимовий період (графічна частина, лист №5).

Ці заходи в комплексі сприяють зниженню енергоспоживання будівель школи, забезпечуючи ефективне використання ресурсів та покращення комфортних умов для навчання.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Характеристика будівлі школи

Запроектована школа-гімназія є типовою сучасною шкільною будівлею. Її планувальна схема має складну форму, яка нагадує літеру «Ж», а загальна висота складається з трьох поверхонь. Висота кожної поверхні становить 3,2 метра [20].

Конструктивно будівля виконана із керамзитобетонних панелей із застосуванням ребристого перекриття. На першому поверсі підлога виконана з бетону, що забезпечує міцність і зносостійкість. На другій та третій поверхнях використовуються дерев'яні підлоги, що забезпечують комфорт і тепло. У санвузлах на всіх поверхнях укладена керамічна плитка. Загальний будівельний об'єм споруд становить 41 306,9 м³.

Дах будівельний плоский, утеплений, із стяжкою поверхні утеплювача. Для гідроізоляції використовується три шари руберойду. Водовідведення організовано через внутрішню систему водостоку, що сприяє захисту фасаду від опадів.

Система комунікацій включає електропостачання, газопостачання та водопостачання. Усі мережі заглиблені в ґрунт і закріплені для забезпечення надійності та безперебійності функціонування.

Планування приміщень [20]:

Перший поверх :

- 8 навчальних кабінетів;
- майстерні для проведення практичних занять;
- адміністративні приміщення;
- їдальня з сучасним обладнанням;

- гардеробна для зберігання верхнього одягу;
- бібліотека з читальною залою;
- учительська для персоналу школи;
- медичний пункт надання першої допомоги.

Другий поверх :

- 15 навчальних кабінетів;
- фізична лабораторія для проведення практичних занять з фізики;
- кабінет заступника директора;
- спортивний зал із обладнанням для зайняття фізкультурою.

Третій поверх :

- 19 навчальних кабінетів;
- хімічна лабораторія для дослідників;
- кабінет заступника директора.

Будівля спроектована з урахуванням сучасних норм і стандартів, що забезпечують її функціональність, комфорт і безпеку для учнів та персоналу.

4.1.2 Об'ємно–планувальні рішення

Досліджувана школа є триповерховою будівлею, розрахованою на 44 класи та максимальну кількість учнів у 1712 осіб [20]. Наразі в школі навчається 1475 учнів. Будівля має до централізованого типу з внутрішніми зв'язками між окремими групами приміщень, що забезпечує зручність і функціональність її використання. Проект передбачає угруповання приміщень залежно від їх призначення: навчальні кабінети для неповної середньої та середньої школи, рекреаційні зони та санітарні вузли, загальношкільні навчальні й спортивні приміщення, їдальня, адміністративно-господарські зони, медичний кабінет та приміщення для проведення культурно-масових заходів. Площі розміщення нормативам і варіюються залежно від функцій: розміри класів становлять 6×9 м, а зальні приміщення – 9×18 м та 12×24 м.

Композиційно на першому поверсі розташовані адміністративні кабінети, їдальня, гардероби, бібліотека, медичний кабінет, учительська, кабінети праці та музики. Актова зала розміщена у підвальному місці з доступом через першу поверхню. Другий поверх призначений для навчальних класів початкової школи, а також містить спеціалізовані кабінети біології та спортивний зал. Третій поверх використання для навчання учнів середніх та старших класів, тут розташовані кабінети хімії, історії, іноземної мови та підсобні приміщення для викладачів.

Архітектурно-планувальна схема виконання будівництва за типовою коридорною системою, де робочі кімнати розташовані з обох боків коридору. Головний вхід розташований у центральній частині фасаду з гардеробом і основними сходами по обидва боки. Для забезпечення умов евакуації будівля має один основний вхід та чотири евакуаційні виходи. Тамбури, виконані за ламанною схемою, захищають вестибюль від проникнення холодного повітря взимку, а природне освітлення забезпечується заскленими дверима. Сходи і ліфти спроектовані так, щоб забезпечити зручність доступу до основних приміщень та виходів.

Для створення доступного середовища для дітей з обмеженими можливостями було знесено перегородки вздовж осей 5 та Д, що збільшило площу класів, а дверні прорізи розширено до нормативних 1,2 м. Також у прибудові влаштовано ліфтову шахту для забезпечення пересування між поверхнями. Для покращення енергоефективності будівництва планується встановлення сонячних панелей на даху. Вихід на дах передбачений через сходові марші в осях 2–3, Б–В та 11–12, Б–В. Усі ці заходи спрямовані на покращення функціональності будівлі, створення комфортних умов для навчання та підвищення її енергоефективності. Експлікація приміщень наведена в графічній частині проекту.

4.1.3 Архітектурно-конструктивні рішення

Школа є каркасною будівлею, в якій несучими елементами виступають колони та керамзитобетонні панелі заводського виготовлення [21]. Будівля має складну геометричну форму, що створює велику кількість внутрішніх і зовнішніх кутів, які є містками холоду, що негативно впливають на теплову ефективність. У ході реконструкції форми будівлі буде оптимізовано, що дозволить зменшити втрати тепла і скоротити витрати на опалення.

Для підтримки нової конфігурації стіни будуть запроєктовані стрічкові фундаменти. Глибина залягання фундаменту більшої глибини промерзання підстави у Вінницькій області становить 1,4 м. Захист фундаментів від впливу обґрунтованої вологи забезпечується використанням вертикальної гідроізоляції. По периметру споруди передбачено вимощення шириною 1 метр для додаткового захисту від вологи [21].

Інженерні мережі школи залишаються без значних змін, за проведення ремонтних робіт та заміни труб у місцях зношення.

Реконструкція передбачає добудову додаткового навчального закладу. Таким, планується зведення двох нових блоків в осях 1–3, В–Г та 1–3, Е–Ж, а також розширення третього поверху в осях 1'–3, Ж–Л. Фундаменти нових блоків будуть зібраними залізобетонними стаканного типу з використанням фундаментних і бетонних блоків.

Результати видимого обстеження показали, що технічний стан існуючих фундаментів є задовільним, без порушення цілісності або геометрії.

Зовнішні стіни будівлі виготовлені з керамзитобетонних панелей. Під час огляду було виявлено тріщини між панелями по осі 1 (А–Б, Ж–І), проте самі панелі, їх геометрія, закладені деталі та зварні шви перебувають у задовільному стані. Внутрішні стіни виконані з глиняної цегли, і на них спостерігаються незначні відшарування штукатурки. Загальний технічний стан оцінюється як задовільний.

Стіни нових прибудов будуть виконані з глиняної цегли. Для забезпечення енергоефективності споруди передбачено виконання теплотехнічних розрахунків зовнішніх стін, що дозволить покращити теплоізоляційні властивості конструкції та підвищити комфортність використання приміщення.

4.1.4 Зовнішнє і внутрішнє опорядження будівлі

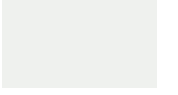
Для зовнішньої обробки фасаду будівельної школи вибрано сучасні матеріали: композитні панелі та декоративну штукатурку, які забезпечують естетичний вигляд, довговічність і додатковий захист стін від впливу атмосферних чинників. Внутрішні стіни й перегородки в навчальних приміщеннях опоряджуються цементно-піщаною штукатуркою шаром товщиною 10 мм, що створює рівну поверхню для подальшого фарбування або наклеювання шпалер.

У санвузлах використовується керамічна плитка як на стінах, так і на підлогах. Цей матеріал виконує функцію гідроізоляції, що особливо важливо для застосування із підвищеною вологістю. Плитка легко очищається, що забезпечує збереження високого рівня гігієни в умовах навчального закладу, а також тривалість обробки в цих зонах. Приймаємо рішення щодо створення комфортного й безпечного середовища для учнів і персоналу.

Таблиця 4.2 – Відомість опорядження фасадів

№	Найменування елементів фасаду	Вид опорядження	№ кольора	Колір
1	2	3	4	5
1	Цоколь	Композитна панель	RAL 8007 Fawn brown	

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
2	Площини зовнішніх стін	Декоративна штукатурка	RAL 6018 Yellow green	
3	Площини зовнішніх стін	Декоративна штукатурка	RAL 9010 Pure white	
4	Площини зовнішніх стін	Декоративна штукатурка	RAL 5020 Ocean blue	
5	Площини зовнішніх стін	Декоративна штукатурка	RAL 1015 Light ivory	
6	Вікна	Профіль ПВХ, заповнення – 2х камерний склопакет	RAL 9016 – Traffic white	

4.1.5 Інженерно-технологічне обладнання

Система каналізації в будівельній школі є господарсько-фекальною і реалізована в мережі трубопроводів, які транспортують товари до очисних споруд. Для цього передбачено самотік каналізаційну мережу, яка прокладається із труб із ПВХ, що забезпечує довговічність і стійкість до корозії. Каналізаційні колодязі забезпечуються із збірних залізобетонних елементів, що сприяє підвищенню надійності системи. Для перекачування стоків на очисні споруди використовується каналізаційна насосна станція з продуктивністю 5 м³/год і напором 10 м, забезпечена сучасними насосами.

Вентиляційна система будівництва виконана за схемою припливно-витяжної вентиляції, яка забезпечує надання свіжого повітря та видалення відпрацьованого, створюючи комфортні умови для перебування учнів і персоналу.

Система водовідведення є внутрішньою і спеціально адаптованою для умов будівництва. З еко-даху вода відводиться через водоприймальні воронки діаметром 250 мм, після чого здійснюється в каналізаційну мережу з діаметром трубопроводів 100 мм. Такий підхід є ефективним відведенням дощових і інших вод, зменшуючи навантаження на водовідвідну систему та запобігаючи можливим підтопленням.

4.1.6 Благоустрій території школи.

У проєкті заплановано комплексний благоустрій території школи, передбачено заміну існуючого асфальтного покриття на сучасну тротуарну плитку. Це рішення не лише покращить естетичність території, а й підвищить її довговічність, екологічність та зручність у використанні [20].

Особливу увагу приділено реконструкції стадіону. Планується налаштування футбольного поля з газонним покриттям, яке забезпечує комфортні умови для гри, а також створення баскетбольного майданчика зі спеціалізованим покриттям, що відповідає сучасним вимогам безпеки та функціональності.

Озеленення території стане одним із ключових елементів благоустрою. Передбачається значне збільшення кількості зелених насаджень, які знижують три основні функції:

1. Природний екран для захисту від сильного сонця та підвищення енергозабезпечення будівлі.
2. Естетичний компонент , що даруватиме задоволення та сприяти позитивному емоційному стану учнів і відвідувачів.
3. Екологічна складова , яка сприяє створенню комфортного мікроклімату на території.

Квіти, декоративні чагарники та дерева будуть висаджені вздовж прогулянкових алей і доріжок, біля транспортних проїздів, навколо зони відпочинку та в інших добре видимих і доступних місцях.

У віддаленій частині шкільної території буде облаштовано рекреаційну зону. Тут планується налаштувати зелений газон для відпочинку, встановити лавочки та створити комфортне середовище для спілкування та дозвілля учнів на свіжому повітрі.

Загалом територію школи можна умовно поділити на кілька функціональних зон:

- Навчально-спортивна зона , яка включає стадіон, спортивні майданчики та приміщення для активного відпочинку.
- Господарська зона , призначена для обслуговування будівлі та зберігання інвентарю.
- Рекреаційна зона для відпочинку, прогулянок і спілкування.
- Транспортна зона , яка забезпечує зручне пересування між функціональними частинами території.

Крім того, у проекті враховано екологічну складову, що сприятиме покращенню мікроклімату, зниженню пилу та шуму, а також формуванню сприятливих умов для навчання й відпочинку.

4.2 Організаційні рішення

4.2.1 Розрахунок монтажних параметрів і вибір вантажопід'ємних кранів

Для виконання земляних робіт використовуватися екскаватор типу "драглайн" із ковшем місткістю 0,15 м³. Цей тип обладнання вибрано за рахунок його ефективності при виконанні земляних робіт різного ступеня складності, зокрема для розробки підстави на значній відстані від місця розташування машини, що мінімізує додаткові переміщення техніки [22].

Для монтажу надземної частини будівлі заплановано застосування автомобільного крана. Вибір конкретної моделі крана створений з

урахуванням архітектурно-конструктивних особливостей об'єкта. Основними параметрами, які починають монтажні характеристики крана, є:

- Максимальна висота будівлі, m – цей показник показника на вибір висоти стріли крана.
- Ширина будівлі, m – важлива для визначення дії радіуса крана, зокрема, його вильоту стріли.
- Максимальна вага збірної конструкції, t – цей параметр визначає необхідну вантажопідйомність крана.

Монтажна маса елементів на основі специфікації збірних конструкцій, які будуть підняті та змонтовані під час виконання будівельних робіт. Розрахунок включає:

Загальну масу конструкцій, що монтуються.

Врахування коефіцієнта додаткового навантаження (включаючи пристрої для стропування, вагу монтажного обладнання тощо).

Перевірку відповідності розрахованих параметрів характеристикам вибраного автомобільного крана.

Застосування автомобільного крана дозволяє забезпечити точність і безпеку під час монтажу збірних конструкцій за рахунок його мобільності та високої вантажопідйомності. Крім того, врахування ключових параметрів об'єкта забезпечує ефективну організацію монтажних робіт і дотримання термінів будівництва [22].

$$Q_{\max} = Q + g, \quad (4.1)$$

де Q – максимальна вага конструкції, t ;

g – вага вантажо-захоплюючого пристрою (стропи).

Найважчою конструкцією є плита перекриття марки ПКЖ4 (60.15.4) (5970x1490x300 мм), її маса 1,5380 т.

$$Q_{\max} = 1,54 + 0,15 = 1,69 \text{ т.}$$

Монтажна висота:

$$H_{\max} = h_c + h_m + h_z + h_{\text{стр}} + h_e + h_n \quad (4.2)$$

де h_c – висота стояння конструкції, м;

$h_m = 15$ м – висота монтажу конструкції;

$h_z = 0,5$ м – висота заведення конструкції над рівнем стояння;

$h_{\text{стр}} = 4$ м – висота строповки;

$h_e = 0,22$ м – висота елемента в положенні при монтажі;

$h_n = 0$ – висота поліспасту.

$$H_{\max} = 15 + 0,5 + 4 + 0,22 = 19,72 \text{ м.}$$

Монтажний виліт стріли [23]:

$$L_{\max} = \frac{a}{2} + B + C \quad (4.3)$$

де $B = 30,4$ м – безпечна відстань від краю будівлі до центру елемента, що монтується;

$C = 2$ м – безпечна відстань від краю повороту частини крана до зовнішньої стіни будинку.

$$L_{\max} = 3 + 30,4 + 2 = 35,4 \text{ м.}$$

Для вибору відповідного крана на основі розрахункових параметрів необхідно порівняти монтажні характеристики вибраного автомобільного крана FAUN RTF 50 з розрахунковими даними. Ось основні характеристики крана:

Виліт крюка [23]:

- Найбільший: 38 м
- Найменший: 9 м

Вантажопідйомність :

- Максимальна: 1,8 т

Висота підйому крюка :

- При найбільшому вильоті: 7 м
- При найменшому вильоті: 39 м

Порівняння:

1. Виліт крюка: Розрахункова монтажна висота конструкції 19,72 м, що означає, що необхідно забезпечити достатній виліт крана для підйому конструкції на задану висоту. Який найбільший виліт крана FAUN RTF 50 становить 38 м, цього достатньо для виконання монтажу на необхідній висоті, навіть з певним запасом.

2. Вантажопідйомність: Враховуючи, що вантажопідйомність конструкції, яка підтягується краном, має максимально відповідати параметрам вантажопідйомності крана, можна передбачити, що кран з вантажопідйомністю 1,8 т здатен виконувати монтаж таких елементів. Якщо якийсь елемент конструкції не має цього значення, то вибір цього крана є обґрунтованим.

3. Висота підйому крюка: Висота підйому при найбільшому вильоті (7 м) та при найменшому вильоті (39 м) вказує на можливість виконання монтажних робіт навіть на значних висотах. Враховуючи, що монтажна висота становить 19,72 м, кран з такими характеристиками має можливість працювати підйомом на необхідну висоту, навіть при найбільшому вильоті.

Таким чином, кран FAUN RTF 50 із зазначеними характеристиками об'єкта має достатні технічні можливості для виконання монтажних робіт на цьому об'єкті.

4.2.2 Технологічний розрахунок та розрахунок параметрів графіку руху робочих кадрів по об'єкту

Технологічний розрахунок графіка виконання робіт та руху робітників створюється у вигляді табличного представлення. Для цього графіка

виконання робіт потрібні ключові дані, такі як найменування робіт, одиниці вимірювання, обсягу виконаних робіт, а також трудомісткість кожного етапу. Дані про працевитрат та заробітну плату також враховуються, щоб застосувати загальну трудомісткість робіт.

Згідно з розрахунками, графік виконання робіт демонструє, що всі етапи будівництва тривають 205 днів. Це враховує всі етапи і періоди виконання робіт, забезпечуючи оптимальний план ефективного використання витрат і ресурсів [24].

Трудомісткість обчислюється на основі загального обсягу виконаних робіт, що дозволяє розрахувати точну кількість робочих годин, деяких для виконання кожної конкретної операції. Це забезпечує більш точне планування та моніторинг виконання робіт, забезпечуючи оптимізацію витрат на працю.

$$Q_{\text{заг}} = 11 \cdot 6 + 34 \cdot 12 + 9 \cdot 12 + 13,5 \cdot 18 + 116 \cdot 12 + 22 \cdot 6 = 2349 \text{ (люд.-зм.)}$$

Оцінка графіку руху робітників:

1. Середня кількість робітників [22]:

$$R_{\text{сер}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{T_{\text{заг}}} = \frac{2349}{205} = 11 \text{ (чол)} \quad (4.4)$$

де $R_{\text{сер}}$ – середня кількість робітників;

$Q_{\text{заг}}$ – сумарні працевитрати за графіком виконання робіт, люд.-зм.;

$T_{\text{заг}}$ – загальна тривалість одиниці виміру робіт, дн.

Коефіцієнт нерівномірності розподілення робочої сили можна визначити за формулою:

$$\alpha_1 = \frac{R_{\text{сер}}}{R_{\text{max}}} \rightarrow 1 \quad (4.5)$$

$$\alpha_1 = \frac{11}{18} = 0,61 \rightarrow 1$$

де $R_{сер}$ - середня кількість робітників, зайнятих на робочій ділянці, чол.

Коефіцієнт нерівномірності розподілення працевитрат визначається за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{T_{надл}}{T_{заг}} \rightarrow 0 \quad (4.6)$$

де $T_{надл}$ - надлишкова трудомісткість, люд.-дн.

$$T_{надл} = 1 \cdot 9 + 7 \cdot 13,5 = 103,5 (\text{люд.} - \text{дн.}),$$

$$\alpha_2 = \frac{103,5}{2349} = 0,04 \rightarrow 0$$

Коефіцієнт нерівномірності розподілення робочих в часі визначається за формулою:

$$\alpha_3 = \frac{t_{стале}}{t_{заг}} \rightarrow 1 \quad (4.7)$$

де t стале – тривалість робіт (в днях) на графіку, коли працює робітників $R_{сер}$ та більше.

$$t_{стале} = 34 + 138,5 = 172,5 (\text{днів})$$

$$\alpha_3 = \frac{172,5}{205} = 0,84 \rightarrow 1$$

Отже, показники оцінки графіка руху робітників задовольняють умови:

$$\alpha_1, \alpha_2 \rightarrow 1, \alpha_3 \rightarrow 0.$$

4.2.3 Проектування будівельного генерального плану

Будівельний генеральний план розробляється для реалізації проектів спорудження окремих будівель чи комплексів будівель, а також для виконання монтажних та спеціальних будівельних робіт, залежно від типу проекту. Цей

план є наступним етапом у підготовці до будівництва, адже він показує всі основні елементи, необхідні для організації роботи на майданчику.

У генеральному плані повинні міститися такі основні елементи [22]:

1. Розташування та прив'язка об'єктів – показуються як існуючі, так і ті, що реконструюються або будуються. Сюди входять відокремлені об'єкти, які будуть використані в об'єктах різного періоду будівництва, зокрема споруди, споруди, автомобільні шляхи, залізниці, майданчики для розвороту транспорту, пішохідні доріжки, тротуари.
2. Інженерні мережі – вказуються місця підключення до існуючих та запроектованих мереж, тимчасових мереж, розподільних пристроїв.
3. Огорожі будівельного майданчика – як постійні, так і тимчасові, для забезпечення безпеки на майданчику.
4. Майданчики для складування та укрупненого складання – для зберігання будівельних конструкцій, елементів і технологічного обладнання.
5. Тимчасові інженерні мережі – з позначеннями місць підключення.
6. Будівельні машини та установки – для переміщення матеріалів, конструкцій, вантажів, напівфабрикатів і робітників.
7. Місця прийому та розвантаження будівельних матеріалів .
8. Небезпечні зони для транспорту і пішоходів – із зазначенням знаків безпеки для уникнення нещасних випадків.
9. Залізниці та автомобільні шляхи – для під'їзду та пересування техніки, з підключенням майданчиків для стоянок та розвантажень, мостів і переходів.
10. Пожежна безпека – місце під'їзду та проходу до пожежних гідрантів та інших засобів гасіння пожежі.
11. Геодезичні опори – для визначення точок, що використовують для проведення геодезичних вимірів.
12. Зони для хранения родового основания – тимчасове зберігання знятого шару підставу.

13. Інвентарні та тимчасові споруди – для різних функціональних потреб, які виконуються в процесі будівництва.

14. Розрахункові (техніко-економічні) показники – у табличній формі з відповідними умовними позначками.

Особлива увага приділяється безпеці при виконанні робіт. Відстань між рухомими частинами стрілкового самохідного крана та елементами будівництва повинна бути не менше 1 м по горизонталі. У процесі будівництва важливо чітко визначити небезпечні зони, які розділені на два основних типи:

Монтажна зона – зона поблизу будівель, де ймовірність падіння конструкцій, вантажів або інших елементів під час їх монтажу. Вона обмежується спеціальною огорожею та позначається штриховою лінією на будівельному генплані.

Зона переміщення вантажу – зона, де можливо переміщення вантажів за допомогою крана, враховуючи радіус відліта вантажу. Радіус цієї зони збільшується як відстань по горизонталі від осі руху стріли крана.

Завдяки такому детальному плану забезпечення забезпечується не тільки ефективна організація будівництва, але й безпека працівників та сторонніх осіб на майданчику.

4.2.4 Розрахунок і проектування тимчасових адміністративних та господарсько–побутових будівель і споруд

Тимчасові будівлі та споруди на будівельному майданчику поділяються на три основні групи: адміністративні, господарсько-побутові та складські. Вони є необхідними для забезпечення потреб робітників, а також для ефективної організації будівництва об'єкта загалом. Ці споруди сприяють належним умовам праці, зберіганню матеріалів та забезпечують оперативність на майданчику. Площі тимчасових будівель і споруд розраховуються відповідно до встановлених вихідних даних з урахуванням виробничих потреб, що випускаються характером виконаних робіт.

1. Адміністративні та господарсько-побутові будівлі

Ці конструкції проектується та розраховуються залежно від загальної кількості працівників, які працюють на будівельному об'єкті. Адміністративні будівельні можливості розміщені для управлінського та інженерного персоналу, організації робочих місць, нарад, нарад, а також для оформлення документації. Господарсько-побутові будівлі забезпечують комфортні умови для робітників, включаючи приміщення для відпочинку, харчування, санітарні та душові кімнати, а також медичний пункт за потреби.

2. Складські споруди

Складські споруди призначені для зберігання будівельних матеріалів, інструментів, техніки та обладнання. Вони повинні бути зручними для зберігання великих обсягів матеріалів, які використані на об'єкті, а також забезпечувати їх належний захист від погодних умов, крадіжок або пошкоджень.

Розрахунок площ

Площі тимчасових будівель і будівництва починаються на основі потреб будівництва та чисельності працівників. Для точних розрахунків необхідно враховувати такі фактори:

- кількість працівників, які будуть працювати на об'єкті на різних етапах будівництва;
- характер робіт, що забезпечуються (монтаж, демонтаж, ремонт тощо);
- специфіка об'єкта (захисні чи спеціалізовані споруди, будівництво складних інженерних об'єктів тощо);
- вимоги до санітарії та безпеки працівників.

1. Визначаємо загальну кількість робітників працюючих на об'єкті за формулою [22]:

$$N_{\text{заг}} = 0,89 (N_p + N_{\text{ітр}} + N_{\text{моп}} + N_{\text{сл}}), \quad (4.8)$$

де 0,89 – коефіцієнт виходу на роботу;

N_p – максимальна кількість робочих за графіком руху робочих кадрів, чол ($N_p = N_{\max} = 18$ чол.);

N_{itr} – кількість інженерно-технічних працівників, яка приймається в кількості 8% від $N_{\max}$, чол;

$$N_{itr} = 0,08 \cdot 18 = 1 \text{ чол.}$$

$N_{моп}$ – кількість молодшого обслуговуючого персоналу, яка приймається у кількості 2,5 % від $N_{\max}$, чол;

$$N_{моп} = 0,025 \cdot 18 = 1 \text{ чол.}$$

$N_{сл}$ – кількість службовців, яка приймається у розмірі 5% від $N_{\max}$, чол.

$$N_{сл} = 0,05 \cdot 18 = 1 \text{ чол.}$$

$$N_{заг} = 0,89 (18 + 1 + 1 + 1) = 19 \text{ чол.}$$

Розрахунок необхідних працівників за професіями здійснюється під час складання ППР (плану підготовки робіт) та технологічних карт, враховуючи прийнятну кошторисну вартість будівельних робіт. Згідно з отриманими даними про кількість робітників та обсяг виконаних робіт, вводяться площі тимчасових будівель і споруд, які забезпечують належні умови для виконання робіт.

Контора будівельної ділянки, яка включає виконробну частину з диспетчерською, проектується з розрахунку на кількість інженерно-технічних працівників та молодшого обслуговуючого персоналу. Для виконання цих нормативів, які передають 5 м² площі на одного працівника. Це дозволяє забезпечити комфортні умови для роботи та належну організацію робочого процесу [23].

Крім того, при проектуванні тимчасових споруд для обслуговування будівельного майданчика необхідно залишити не менше працівників, а й інші фактори, такі як характер робіт, тривалість будівництва, вимоги до санітарії та безпеки. Для збереження ефективності та безпеки робочого процесу важливо

продумати правильні розподіли площ для адміністративних, побутових та складських приміщень.

Врахування цих даних дозволяє оптимізувати організацію будівельного процесу, забезпечити комфортні умови для всіх учасників будівництва та забезпечити економічну ефективність проекту.

$$S1 = 5 \cdot \sum (N_{\text{тр}} + N_{\text{моп}}) \quad (4.9)$$

$$S1 = 5 \cdot (1 + 1) = 10 \text{ м}^2$$

Площу гардеробних з умивальниками розраховуємо, виходячи з максимальної кількості робітників, з розрахунку 0,7 м² на одного працюючого.

$$S2 = N_{\text{max}} \cdot 0,7 \quad (4.10)$$

$$S2 = 18 \cdot 0,7 = 12,6 \text{ м}^2$$

Площа душових приміщень визначається з розрахунку 0,4 м² на одного працюючого від суми максимальної кількості робочих (за графіком руху робочих кадрів) та кількості службовців.

$$S3 = 0,4 \cdot (N_{\text{р}} + N_{\text{сл}}) \quad (4.11)$$

$$S3 = 0,4 \cdot (18 + 1) = 7,6 \text{ м}^2$$

Площа приміщень для прийому їжі розраховується із розрахунку 0.8 м² на одного працюючого для загальної кількості працюючих на об'єкті.

$$S4 = N_{\text{заг}} \cdot 0,8 \quad (4.12)$$

$$S4 = 19 \cdot 0,8 = 15,2 \text{ м}^2$$

Проектування тимчасових будівельних площ і споруд будується відповідно до каталогів уніфікованих типів проектів інвентарних будівель, з урахуванням розрахованих і специфікованих будівельних робіт. Процес передбачає використання стандартних рішень для зменшення вартості проектування та збереження функціональності тимчасових споруд. Під час проектування враховуються як загальні вимоги до безпеки та санітарії, так і спеціальні умови будівель [24].

Усі розрахунки та проектні рішення наводяться в табличній формі (наприклад, табл. 4.3), що забезпечує зручність у відображенні та узагальненні необхідної інформації. Це дозволяє ефективно контролювати процес проектування та швидко коригувати його відповідно до вимог об'єкта.

Тип будівель, обраний для тимчасових споруд, повинен відповідати розрахунковим площам і розмірам, забезпечуючи їх адекватність вимогам чисельності робітників, типів робіт і тривалості будівельного процесу. Прийняті споруди мають бути не меншими за розмірами порівняно з розрахунковими величинами, щоб уникнути обмежень у використанні та забезпечити комфортні умови для людини

Таке підходження дозволяє оптимізувати організацію робіт, забезпечити комфорт та безпеку працівників, а також збільшити ефективність роботи.

Таблиця 4.3 – Розрахунок і проектування тимчасових будівель

Найменування тимчасових будівель	Розрахункова кількість працюючих		Площа будівель , м2	
	Категорія %	Кіл.чол.	Норма на1 чол.	Повна необхідність
Гардеробна	100% працюючих	18	0,7	12,6
Душова з переддушовою	100% працюючих	19	0,4	7,6
Приміщення для прийому їжі та відпочинку	100% працюючих	18	0,8	15,2
Виконробська	ІТР, служ., МОП	2	5	10

4.2.5 Розрахунок площі та проектування тимчасових складів

Відкриті склади призначені для зберігання матеріалів, що не потребують захисту від несприятливих атмосферних впливів, таких як бетонні і залізобетонні вироби, цегла, керамічні труби, природні та штучні насипні будівельні матеріали, сировина для приготування будівельних сумішей, а також великорозмірні металеві конструкції, які покриті захисними покриттями. Ці склади є важливою частиною організації будівельного майданчика, завдяки забезпеченню зручного зберігання матеріалів, які часто використовуються в процесі будівництва.

Тимчасові відкриті склади проектуються біля робочих зон, де працюють вантажопідйомні машини та механізми. При цьому враховуються можливості під'їзду до складів через внутрішньомайданчикові транспортні шляхи, що дозволяє забезпечити безперешкодне постачання матеріалів до місць їх використання [24].

Проектування таких складів повинно базуватися на архітектурно-конструктивних характеристиках будівель і споруд, що зводяться, а також на обсягах запланованих робіт, графіках їх виконання та кількості матеріалів, наявних для цих робіт. У процесі розрахунку складів необхідно додати кількість матеріалів, які потрібно зберегти, щоб забезпечити безперебійний хід будівництва, при цьому уникнути зайвого накопичення матеріалів на майданчику.

Для визначення площі відкритого стану необхідно врахувати кількість матеріалів, які планується охорона, а також їх добові витрати в процесі будівництва. Для складування дрібних конструкцій і виробів, які використовуються в будівництві на регулярній основі, відповідну площу необхідно розраховувати з урахуванням їх термінового використання (див. табл. 4.4).

Площу та розміри відкритого складу доцільно проектувати в табличній формі, де будуть зазначені добові витрати будівельних матеріалів, що дає

можливість точного застосування потреб у приміщеннях для зберігання та ефективно організувати процес складування на будівельному майданчику. Такий підхід дозволяє уникнути зайвих витрат на зберігання матеріалів і сприяти раціональному використанню простору.

Таблиця 4.4 – Розрахунок площі відкритого складу

Назва будівельних матеріалів, конструкцій або деталей	Одиниця виміру	Витрата за добу	Прийнятий запас, дів	Розрахункові витрати	Норма зберігання	Коефіцієнт на проході	Розрахункова корисна площа складу, м2	Прийнята площа, м2	Розміри в плані
Цегла	шт.	4245	3	76421	600 шт.	1,5	90	90	10x9
Плити покриття і перекриття	шт.	4	3	12	0,8 м3	1,5	22,5	24	6x4

Розрахункова площа складу з розмірами 10x9, 6x4. Склади у вигляді прямокутників розташовані в зоні дії крану з підведенням до нього тимчасової автомобільної дороги. Сумарна площа складу складає 114 м².

Тимчасовий закритий склад проектуємо згідно з каталогом інвентарних будівель і споруд.

4.2.6 Техніко-економічні показники проекту

Показник рівномірності будівельного потоку в часі:

$$K_1 = \frac{n_{\max}}{n_{\text{ср}}} = \frac{19}{11} = 1,73 \quad (4.13)$$

де $n_{\max}$ – максимальна кількість робочих в день, чол.;

$n_{\text{ср}}$ – середнє число робочих в день (чол.)

Показник компактності будгенплану:

$$K_2 = \frac{F_3}{F_B} = 3551,68 / 9794,8 = 0,36 \quad (4.14)$$

де F_B – площа будівельного майданчика, або площа геометричної фігури по межі огороження, м²;

F_3 – площа забудови території будівельного майданчика;

$$F_3 = S_{\text{буд}} + S_{\text{тимч.буд.}} + S_{\text{дор}} = 2974,82 + 45,4 + 531,46 = 3551,68 \quad (4.15)$$

де $S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, що споруджується;

$S_{\text{тимч.буд.}}$ – площа тимчасових будівель і споруд;

$S_{\text{скл}}$ – площа відкритого складу;

$S_{\text{дор}}$ – площа доріг та тротуарів.

Показник відношення площі тимчасових будівель до площі забудови:

$$K_3 = \frac{F_T}{F_3} = \frac{531,46}{3551,68} = 0,15 \quad (4.16)$$

Показник використання території під склади:

$$K_4 = \frac{F_{\text{ск}}}{F_{\text{буд}}} = \frac{114}{2974,82} = 0,04 \quad (4.17)$$

де $F_{\text{ск}}$ – площа відкритого і закритого складів, м²;

$F_{\text{буд}}$ – площа будівельного об'єкту.

Висновок за розділом 4

В роботі було представлено архітектурні рішення серед яких здійснення трьох прибудов навчальних приміщень з навітряної сторони будівлі, утеплення фасаду, заміну конструкції віконного заповнення на більш сучасну та влаштування на даху школи електро елементів.

Обґрунтовано методи потокової організації будівництва об'єкта, та розраховано тривалість потоків. Запроектовано календарний план виконання робіт з графіками виробництва робіт, графіком руху робочих кадрів, графіком роботи будівельних машин і механізмів.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Кошторисна документація

В даному розділі визначаємо кошторисну вартість школи-гімназії, що розглядався в четвертому розділі. Для розрахунку вартості будівництва дотримувалися вимог [25].

Для визначення кошторисної вартості складаємо інвесторську кошторисну документацію:

- локальний кошторис на загально будівельні роботи (таблиця 5.1),
- на внутрішні санітарно-технічні роботи (таблиця 5.2),
- внутрішні електромонтажні (таблиця 5.3),
- на монтаж технологічного устаткування (таблиця 5.4),
- на придбання технологічного устаткування (таблиця 5.5),
- об'єктний кошторис(таблиця 5.6),
- зведений кошторисні розрахунки (ЗКР) (таблиці 5.7).

Локальні кошториси (таблиця 5.1 – 5.5) підраховуємо за укрупненими кошторисними нормами на основі об'єму будівлі 41306,9 м³.

Заробітна плата 7 –го розряду робіт -117,88 грн/люд-год для розрахунку заробітної плати робочих, що виконують загально виробничі витрати. Кошторисний прибуток приймаємо 18,11 грн/люд-год, адміністративні витрати 5,06 грн/люд-год, ризик усіх учасників інвестиційного процесу – 2,5% від суми глав 1-12 ЗКР, витрати, які враховують інфляційні процеси, приймаємо 32,2 % від суми глав 1-12 ЗКР.

Для розрахунку кошторисного прибутку в ЗКР необхідно визначити загальну кошторисну трудомісткість по будівельному об'єкту, яка складається з таких трудовитрат:

- нормативно-розрахункова кошторисна трудомісткість в прямих витратах – Т ПВ (визначається за локальними кошторисами) – 202,886 тис. люд-год,

- розрахункова кошторисна трудомісткість в загальновиробничих витратах (ЗВВ) (визначається за локальними кошторисами) 22,236 люд-год;

Розрахункова кошторисна трудомісткість в засобах на зведення та розбирання титульних тимчасових будівель та споруд:

$$T_{\text{Тимч}} = 0,015 \times T_{\text{ПВ}} = 3,043 \text{ тис. люд-год}, \quad (5.1)$$

де 0,015- усереднений показник розрахункової трудомісткості робіт на зведення та розбирання тимчасових будівель.

Розрахункова кошторисна трудомісткість в додаткових затратах при виконанні БМР в зимовий період

$$T_{\text{зим}} = 0,166 \times T_{\text{ПВ}} = 33,679 \text{ тис. люд-год}, \quad (5.2)$$

де 0,166- усереднений показник розрахункової трудомісткості робіт в зимовий період . Всього $T = 261,844$ тис. люд-год,

Кошторисний прибуток $\Pi = 18,11 \times 261,844 = 4742$ тис. грн.

Термін окупності

Приймаємо для розрахунку, що в школі гімназії платне навчання. Плата за навчання за місяць з дитини 11000 грн. Гімназія розрахована на 44 класи та максимальну кількість учнів у 1712 осіб. Кількість навчальних місяців – 9.

Річний прибуток: $\Pi = 11000 * 9 * 1712 = 169488$ тис грн.

Строк окупності – $T = 197263,11 / 169488 = 1,63$ років

Школа - гімназія
(назва будови)

Додаток № 1

Таблиця 5.1- Локальний кошторис № 1

на загально будівельні роботи

Кошторисна вартість – 54923,617 тис. грн.

Основна зарплата – 31275,805 тис. грн.

Нормативна трудомісткість – 116,585 тис.люд.-год.

Складений в цінах 2024 р.

Середній розряд робіт 3.8 розряд

№ п/п	Шифр і номер позиції нормат иву	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, не зайнятих обслуг. маш.	
					Всього	Експл. машин	Всього	ОЗП	Експл машин	тих, що обслуговують машини, люд-год	
					ОЗП	в т. ч. ОЗП					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УКН	Загально будівельні роботи	м³	41306,90	1098,54	241,21	45377282	25738329	9963637	2,31	95419
					623,1	98,41			4065012	0,21	8674
		Всього:					45377282	25738329	9963637		95419
									4065012		8674
					в т. ч. вартість матеріалів		9 675 315				
					всього зарплата		29 803 341				
					Разом ЗВВ по кошторису		9 546 335				
					Нормативна трудомісткість в ЗВВ		12491				
					Нормативна зарплата в ЗВВ		1472463				
					Обов'язкові платежі та внески		7 295 253				
					Решта статей ЗВВ		778619				

			Кошторисна вартість	54 923 617			
			Нормативна трудомісткість	116585			
			Кошторисна зарплата	31 275 805			

Склав _____

Перевірив _____

Таблиця 5.2

Школа - гімназія
(назва будови)

Додаток № 1

Локальний кошторис № 02-01-02

на внутрішні санітарно-технічні роботи

Кошторисна вартість 34522,772 тис. грн.

Кошторисна заробітна плата –18387,897 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість – 50,017 люд.-год.

Складений в цінах 2024 р.

Середній розряд робіт 3.8 розряд

№ п/п	Шифр і номер позиції нормат иву	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників , не зайнятих обслуг. маш.	
					Всього	Експл. машин	Всього	ОЗП	Експл. машин		
					Основн ЗП	в т. ч. ОЗП					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УКН	Влаштування опалення	100 м ³	413,07	20958,4	559,14	8657265	4731821	230963	23,8	9831
					11455,28	130,3			53823	1,17	483
2	УКН	Влаштування вентиляції	100 м ³	413,07	14260,6	645,02	5890612	4307318	266438	11,9	4916
					10427,6	126,62			52303	0,57	235
3	УКН	Влаштування водопроводу	100 м ³	413,07	18365,42	761,42	7586186	4264442	314519	10,26	4238
					10323,8	131,2			54195	0,48	198
4	УКН	Влаштування каналізації,	100 м ³	413,07	17298,76	474,9	7145581	4310499	196166	58,3	24082
					10435,3	128,9			53245	3,1	1281

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Всього:				29279644	17614080		<u>1008087</u> 213565		<u>43067</u> 2198
		в тому числі вартість матеріалів						10657478			
		всього зарплата						17827645			
		Разом ЗВВ по кошторису						5243128			
		Нормативна трудомісткість в ЗВВ						4753			
		Нормативна зарплата в ЗВВ						560252			
		Обов'язкові платежі та внески						4289078			
		Решта статей ЗВВ						393798			
		Кошторисна вартість						34522772			
		Нормативна трудомісткість						50017			
		Кошторисна зарплата						18387897			

Таблиця 5.3

Школа - гімназія
(назва будови)

Додаток № 1

Локальний кошторис № 02-01-03

на внутрішні електромонтажні роботи

Кошторисна вартість – 22014,83 тис. грн.

Основна зарплата – 1460,706 тис. грн.

Нормативна трудомісткість – 46,527 тис. люд.-год.

Складений в цінах 2024 р.

Середній розряд робіт 3.8 розряд

№ п/п	Шифр і номер позиції нормат иву	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, не зайнятих обслуг. маш.	
					Всього	Експл. машин	Всього	ОЗП	Експл машин	тих, що обслуговують машини, люд-год	
					ОЗП	в т. ч. ОЗП			в т. ч. ЗП		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УКН	Влаштування електро- освітлення	100 м ³	413,1	12293,34	549,84	5077998	703630	227122	76,84	31740
					1703,42	58,55			24185	2,96	1223
2	УКН	Електросил обладн.: а) вартість обладнання	100 м ³	413,1	9370		3870457				
3	УКН	б) влаштування обладнання	100 м ³	413,1	19281,6	86,69	7964631	223983	35809	16	6609
					542,24	23,73			9802	2,6	1074
4	УКН	Влаштування пожежної сигналізації	1000 м ³	41,31	95654,3	56,2	3951183	13045	2321	40	1652
					315,8	26,6			1099	10,7	114

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			Всього:						<u>265252</u>		<u>40002</u>
							20864268	940657	35086		2411
			в т. ч. вартість матеріалів					19658359			
			всього зарплата					975743			
			Разом ЗВВ по кошторису					1150562			
			Нормативна трудомісткість в ЗВВ					4114			
			Нормативна зарплата в ЗВВ					484963			
			Обов'язкові платежі та внески					340718			
			Решта статей ЗВВ					324882			
			Кошторисна вартість					22014830			
			Нормативна трудомісткість					46527			
			Кошторисна зарплата					1460706			

Таблиця 5.4

Школа - гімназія
(назва будови)

Локальний кошторис № 02-01-04

Додаток № 1

на монтаж технологічного устаткування

Кошторисна вартість – 23403,331 тис.грн.

Основна зарплата – 613,531 тис. грн.

Нормативна трудомісткість – 11994 люд.-год.

Складений в цінах 2024 р.

Середній розряд робіт 3.8 розряд

№ п/п	Шифр і номер позиції нормат иву	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, не зайнятих обслуг. маш.	
					Всього	Експл. машин	Всього	ОЗП	Експл машин	тих, що обслуговують машини, люд-год	
					ОЗП	в т. ч. ОЗП					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УКН	Монтаж технологічного устаткування	1000 м ³	41,307	558924,92	1283,85			53032	258,7	10686
					11917,55	429,45			17739	10,4	430
		Всього:					23087456	492277	53032		10686
							23087456	492277	17739		430
			в т. ч. вартість матеріалів				22542147				
			всього зарплата				510016				
			Разом ЗВВ по кошторису				315875				
			Нормативна трудомісткість в ЗВВ				878				
			Нормативна зарплата в ЗВВ				103515				
			Обов'язкові платежі та внески				143110				
			Решта статей ЗВВ				69251				

			Кошторисна вартість	23403331			
			Нормативна трудомісткість	11994			
			Кошторисна зарплата	613531			

Склав _____

Перевірив _____

Таблиця 5.5

Школа - гімназія
(назва будови)

Додаток № 2

Локальний кошторис № 02-01-05
на придбання технологічного устаткування

Складений в цінах 2024 р.

Кошторисна вартість – 21949,221 тис. грн.

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт та витрат,	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	УКН	Технологічне устаткування	1000 м ³	41,307	501703,32	20723809
	Разом					20723809
	Запасні частини 1%					207238
	Разом					20931047
	Витрати на тару, упаковку та реквізити 0,5%					104655
	Разом					21035702
	Транспортні витрати 3 %					631071
	Разом					21666773
	Заготівельно-складські витрати 0,9%					195001
	Разом					21861774
	Комплектація 0,4%					87447
	Всього по кошторису					21949221

Склав _____ Перевірів _____

Таблиця 5.6

Додаток № 4

Об'єктний кошторис № 02-01

Базисна кошторисна вартість 156813,77 тис. грн.

Нормативна трудомісткість 225,12 тис. люд.-год

Затверджений

Замовник _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

Кошторисна заробітна плата 51737,94 тис. грн.

Складений в цінах 2024 р.

Вимірювач одиничної вартості 1 м²- 25623 грн.

№ п / п	Номер кошторисів і розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис грн.			Кошторисна трудомісткість тис. люд.-год.	Кошторис на ЗП тис. грн.	Показник одиничної вартості грн.
			Будів. роботи	Устатку вання	Всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Локальний кошторис № 1	Загально-будівельні роботи	54923,62		54923,62	116,58	31275,80	8974
2	Локальний кошторис № 2	Внутрішні санітарно-технічні роботи	34522,77		34522,77	50,02	18387,90	5641
3	Локальний кошторис № 3	Електромонтажні роботи	18144,37	3870,46	22014,83	46,53	1460,71	3597
4	Локальний кошторис № 4	Монтаж технологічного обладнання	23403,33		23403,33	11,99	613,53	3824
5	Локальний кошторис №5	Придбання устаткування		21949,22	21949,22			3586
	Разом		130994,09	25819,68	156813,77	225,12	51737,94	25623

Таблиця 5.7
Затверджено
Зведений кошторисний розрахунок в сумі 197263,11 тис.грн.
В тому числі зворотні суми 295,58 тис. грн.
„ „ 2024 р.

Додаток № 5

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва
Складений в цінах 2024 р.

№ п/п	Номер кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, об’єктів, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис. грн.			
			буд. робіт	устаткування меблів та інвентарю	Інших витрат,	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
1		Глава 1				
		Підготовка території будівництва				
		Відведення земельної ділянки				
		Всього по главі 1	54,12		52,12	106,24

Продовження таблиці 5.7

1	2	3	4	5	6	7
2		Глава 2				
		Основні об'єкти будівництва				
		Котедж №1				
		Всього по главі 2	130994,09	25819,68		156813,77
3		Глава 4				
		Об'єкти енергетичного господарства				
		Всього по главі 4	68,12	7,25	44,89	120,26
5		Глава 5 Об'єкти транспортного господарства і зв'язку				
		Будівництво автомобільних шляхів				
4		Всього по главі 5	78,56			78,56
5		Глава 6 Зовнішні мережі (споруди водопостачання, каналізації, тепlopостачання і газифікації)				
		Зовнішня мережа водопостачання				
		Зовнішня мережа каналізації				
		Всього по главі 6	109,54	21,4	9,12	140,06
6		Глава 7				
		Благоустрій території				
		Всього по главі 7	66,12	54,12	1,4	121,64
		Всього по главах 1-7	131370,55	25902,45	107,53	157380,53

Продовження таблиці 5.7

1	2	3	4	5	6	7
7		Глава 8				
		Тимчасові будівлі та споруди				
		Всього по главі 8	1970,56			1970,56
		Всього по главах 1-8	133341,11	25902,45	107,53	159351,09
8		Глава 9 Інші роботи і витрати				
		Додаткові витрати при виконанні будівельно-монтажних робіт у зимовий період				
		Всього по главі 9	960,06			960,06
		Всього по главах 1-9	134301,17	25902,45	107,53	160311,15
9		Глава 10				
		Утримання дирекції підприємства будівництва та авторського нагляду				
		Утримання дирекції і технічного надзору			2404,67	2404,67
		Утримання служб замовника			1603,11	1603,11
		Всього по главі 10			4007,78	4007,78
11		Глава 12				
		Проектно вишукувальні роботи			4007,78	4007,78
		Експертиза проектно-вишукувальних робіт			601,17	601,17
		Всього по главі 12			4608,95	4608,95

Продовження таблиці 5.7

1	2	3	4	5	6	7
		Всього по главах 1-12	134301,17	25902,45	8724,25	168927,87
12		Кошторисний прибуток	4742,00	-	-	4742,00
13		Кошти на покриття ризику усіх учасників будівництва	3357,53	647,56		4005,09
14		Засоби на покриття адміністративних витрат будівельно монтажної організації			1324,93	1324,93
15		Кошти на покриття додаткових витрат пов'язаних з інфляційними процесами	15310,33	2952,88		18263,21
		Всього по ЗКР	157711,03	29502,89	10049,19	197263,11
		Зворотні суми				295,58

5.2 Розрахунок техніко-економічних показників проекту

Техніко-економічні показники проекту наведені в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Техніко-економічні показники проекту

Назва показника	Одиниця виміру	Дипломний проект	
		Розрахунок	Показник
Площа забудови,	м ²	S заб	3551,68
Будівельний об'єм,	м ³	V	41306,9
Загальна площа	м ²		6120
Кошторисна вартість		Зв.коштр.	
а) будівництва	тис.грн.	Об'єктн.	197263,11
б) об'єкта	тис.грн.	кошт.	156813,77
в) БМР (СБМР)	тис.грн.	Лок.кошт	54923,62
Кошторисна вартість загальнобудівельних робіт на 1 м ² будівлі	грн.	СБМР / S	25623
Витрати праці	тис. люд-год	T	255,12
Середньо змінний виробіток на одного робітника	Тис.грн./люд-год	СБМР / T	471,101
Витрати праці на 1 м ³ будівлі	люд-год	T / V	5,44
Прибуток буд. організації	тис. грн.		4742
Рівень рентабельність	%		13,21
Строк окупності	роки		1,63

Висновок за розділом 5

В даному розділі складена кошторисна документація для визначення кошторисної вартості закладу освіти. Складені локальні кошториси, об'єктний кошторис, зведений кошторисний розрахунок, прораховані техніко-економічні показники. Кошторисна вартість будівництва за зведеним кошторисним розрахунком становить 197263,11 тис. грн. На основі підрахованого річного прибутку 169488 тис. грн. визначений строк окупності – 1,16 роки.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі було повністю виконано поставлені завдання та досягнуто конкретних результатів:

1. Визначено особливості теплотехнічних розрахунків для огорожувальних конструкцій у різних кліматичних зонах України. Проведено розрахунки з урахуванням сезонних змін температури та вологості, що дозволило встановити оптимальні параметри теплового захисту для стін, дахів та підвалів будівель.

2. Запропоновано енергоефективні рішення для громадських та житлових будівель, які включають:

- Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів (мінеральна вата, пінополістирол, піноскло).
- Проектування вентилязованих фасадів для зниження теплового навантаження влітку.
- Запровадження багатошарових конструкцій із високим коефіцієнтом теплозбереження.

3. Обґрунтовано раціональні огорожувальні конструкції, які забезпечують енергоефективність протягом усього життєвого циклу будівлі. Детально рішення конструкції:

- Тришарових стін з утеплювачем.
- Сендвіч-панелей, що об'єднують легкість монтажу і високі теплоізоляційні характеристики.
- Дахових конструкцій із застосуванням комбінованих теплоізоляційних матеріалів та систем захисту від конденсату.

4. Досліджено сучасні технології підвищення енергоефективності, серед яких:

- Системи рекуперації тепла для вентиляції.

- Відновлені джерела енергії, зокрема сонячні панелі та теплові насоси.

Таким чином, у магістерській роботі поставлені завдання виконуються у повному обсязі. Запропоновані методи та рішення сприяють зниженню енергоспоживання будівель, забезпечують довговічність огорожувальних конструкцій та підвищують їх стійкість до кліматичних змін . Результати дослідження мають високу практичну значущість для будівельної галузі України та можуть бути використані для розробки проектів енергоефективних будівель на національному рівні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Беліков М. Д. Розробка рекомендацій щодо влаштування огорожувальних конструкцій будівель в умовах кліматичних змін на території України [Електронний ресурс]/ М. Д. Беліков, Ю. С. Бікс, // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві» (2024), Вінниця, 20-22 листопада 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2024/paper/viewFile/22684/18711>
2. Kates R., Parris T., Leiserowitz A. What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice. – Environment: Science and Policy for Sustainable Development, № 3. – P.8-21
3. Aschwanden A., Fahnestock M., Truffer M. et al. Contribution of the Greenland Ice Sheet to sea level over the next millennium Science Advances / 2019, Vol. 5, no. 6, eaav9396 DOI: 10.1126/sciadv.aav9396
4. Резолюція Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний в області сталого розвитку на період до 2030 року» / Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
5. Eurostat [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=cei_srm030&plugin=1
6. Global fires are up 13% from 2019's record-breaking numbers [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.independent.co.uk/climate-change/news/climate-crisis-fires-global-heating-amazon-california-eu-a9690146.html>
7. RetroFirst /Architect's Journal. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.architectsjournal.co.uk/news/retrofirst>
8. Share of deaths from air pollution [Електронний ресурс]. – Режим

доступу: <https://ourworldindata.org/grapher/share-deaths-air-pollution?time=2017>

9. Sustainable consumption and production / ООН [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>

10. The Causes of Climate Change [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://climate.nasa.gov/causes/>

11. The global construction market was estimated to be around \$17140 billion as of 2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.prnewswire.com/news-releases/the-global-construction-market-was-estimated-to-be-around-17140-billion-as-of-2017-300713756.html>

12. ECSC Report ‘LCA for steel construction’. Document RT913. July 2022. Steel Construction Institute

13. Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector //Global Status Report 2017 UNEP. – 48p.

14. Франчук Г.М., Запорожець О.І., Архіпова Г. І. Урбоекологія і техноекоекологія: підручник – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2011. – 496с.

15. Life Cycle Design An Experimental Tool for Designers: F.Thiebat 2019. – 170p.

16. Lovelock J. The Vanishing Face of Gaia: A Final Warning: Enjoy It While You Can – Allen Lane, 2009 – 208p.

17. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2021-05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 30 с.

18. Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector //Global Status Report 2017 UNEP. – 48p.

19. Trabucco D., Wood A., Popa N., Vassart O., Davies D. Life Cycle Assessment of Tall Building

20. ДБН В.2.2-3:2018. Заклади освіти. Будинки і споруди- [Чинний від 2018-09-01] – К.: Мінрегіонбуд України, 2018. – 90 с. – (Державні будівельні норми України).

21. ДБН В.1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 30 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).

22. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міненергобуд України, 2016. 52 с.

23. Сердюк В. Р., Ровенчак Т. Г. Розробка проекту виконання робіт для будівельного об'єкта: навчальний посібник. Вінниця : ВДТУ, 2002. 114 с.

24. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація, планування будівництва» для студентів спеціальності 7.092101 - «Промислове та цивільне будівництво»/Уклад. В.Р. Сердюк, Т.Г. Ровенчак, О.В. Христич, - Вінниця: ВДТУ, 2003, 50с.

25. ДСТУ Б Д 1.1.1-2013. Правила визначення вартості будівництва. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014. 97 с.

ДОДАТКИ

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Розробка рекомендацій щодо влаштування огорожувальних конструкцій будівель в умовах кліматичних змін на території України

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Керівник Бікс Ю. С., доцент
(прізвище, ініціали, посада)

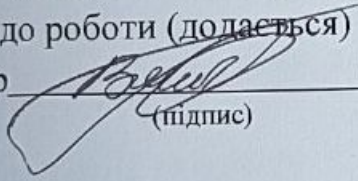
Показники звіту подібності

Turnitin	
Оригінальність, %	85
Загальна схожість, %	15

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 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.
- ☐ 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.

Заявляю, що ознайомлений (-на) з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи (додається)

Автор 
(підпис)

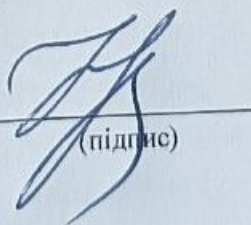
Беліков М.Д.

(прізвище, ініціали)

Опис прийнятого рішення

Робота пройшла перевірку на
плагіат, МКР допущена до захисту

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

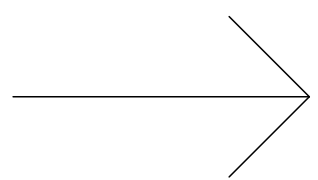
Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

Додаток Б – Відомість графічної частини

Лист	Зміст листа
Лист №1	Актуальність, мета, задачі, предмет дослідження, об'єкт дослідження, наукова новизна
Лист №2	Особливості кліматичних умов, вплив кліматичних змін на будівництво, технічні характеристики, запобігання негативним впливам клімату
Лист №3	Аналіз всесвітнього досвіду впроваджених заходів спрямованих на зниження енергоспоживання
Лист №4	Відсоткове відношення тепловтрат будівлі через різні огорожуючі конструкції; Відсоткове відношення тепловтрат будівлі через огорожуючу конструкцію вікна, Конструктивна схема розташування шарів еко-даху; Схеми варіантів інтер'єрних рішень і їх вплив на розповсюдження конвективного тепла від приладу обігрівання; Енергетично і економічно ефективний варіант часткового застосування конструкцій підвищеної теплоізоляції для фасадів східної і західної орієнтацій; Варіантне порівняння влаштування сонячних батарей
Лист №5	Вибір експозиції та конфігурації засобів при впровадженні у об'єкт дослідження зметою енергозаощадження школи
Лист №6	Фасад 1-12, фасад 12-1, фасад А-К, фасад К-А, фрагмент генерального плану школи, експлікація об'єктів, ТЕП генерального плану, ТЕП еко-даху
Лист №7	План I поверху, функціональне зонування приміщень першого поверху школи-гімназії, специфікація віконних та дверних прорізів, експлікація приміщень 1-го поверху
Лист №8	План II поверху
Лист №9	Розріз 1-1, план даху, вузол А, вузол Б
Лист №10	Календарний графік виконання робіт, графік руху робочих кадрів по об'єкту, графік поставки на об'єкт будівельних конструкцій і матеріалів, графік руху основних робочих машин по об'єкту, організація управління охороною праці, ТЕП
Лист №11	Будівельний генеральний план, стрічковий фундамент в розрізі, схема ущільнення ґрунту трамбівками, монтаж пандуса для маломобільної групи населення, умовні позначення, експлікація будівель та споруд

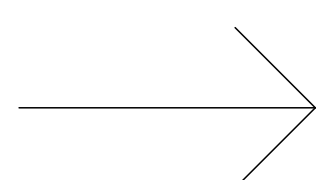
АКТУАЛЬ-
НІСТЬ



Енергетична ефективність будівлі - це її здатність разом з інженерними системами забезпечувати оптимальні умови мікроклімату при мінімальних витратах теплової енергії. Якість та ефективність будівництва житлових і громадських будівель значною мірою залежать від урахування кліматичних особливостей регіону.

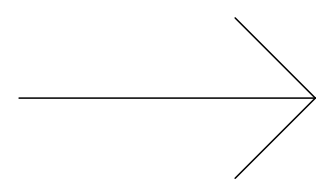
Водночас розробляються нові будівельні матеріали з високими характеристиками теплозахисту, теплоємності та сонцезахисту, а також із протирадіаційними властивостями. Їхнє правильне використання сприяє створенню комфортного мікроклімату та підвищенню енергоефективності будівель.

МЕТА



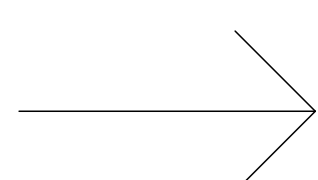
Проаналізувати метод та умови теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій для різного клімату та запропонувати заходи для підвищення енергоефективності громадських будівель у таких умовах.

ЗАДАЧІ



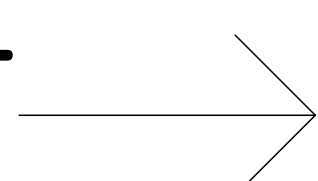
- Визначити особливості теплотехнічного розрахунку для України.
- Запропонувати енергоефективні рішення для житлових будівель у спекотних умовах.
- Обґрунтувати найбільш раціональні огорожувальні конструкції для мінімізації витрат енергії на опалення та охолодження.

ОБ'ЄКТ



аналіз раціональних конструкцій стін і покриттів, що забезпечують мінімальні енерговитрати на опалення та охолодження будівель.

ПРЕДМЕТ



практичні рекомендації щодо поліпшення та регулювання мікроклімату міської забудови й внутрішніх приміщень з використанням архітектурно-будівельних рішень.

НОВИЗНА



Робота спрямована на розробку рекомендацій, які можуть бути адаптовані для використання у різних країнах. Запропоновані рішення враховують місцеві кліматичні умови, що дозволить оптимізувати енергоспоживання на опалення та охолодження, а також покращити мікрокліматичні умови в будівлях.



Особливості кліматичних умов

В Україні спостерігаються значні регіональні відмінності кліматичних умов, що впливають на вибір матеріалів та конструкцій. Зміни в температурних режимах та опадах ускладнюють адаптацію будівель до нових викликів.

Вплив кліматичних змін на будівництво

Кліматичні зміни спричиняють збільшення екстремальних погодних умов, що впливають на стабільність і безпеку будівель. Підвищена температура, сильні дощі та вітри ставлять під загрозу традиційні методи будівництва.



Технічні характеристики

Основні технічні характеристики огорожувальних конструкцій включають теплоізоляцію, вологонепроникність та механічну міцність. Ці характеристики важливі для забезпечення довговічності та комфорту в будівлі.



Запобігання негативним впливам клімату

Для зменшення негативного впливу екстремальних погодних умов необхідно проектувати огорожувальні конструкції з урахуванням їхньої стійкості до вітру, дощу та снігу. Використання сучасних систем водовідведення та дренажу грає ключову роль у запобіганні руйнування структур.



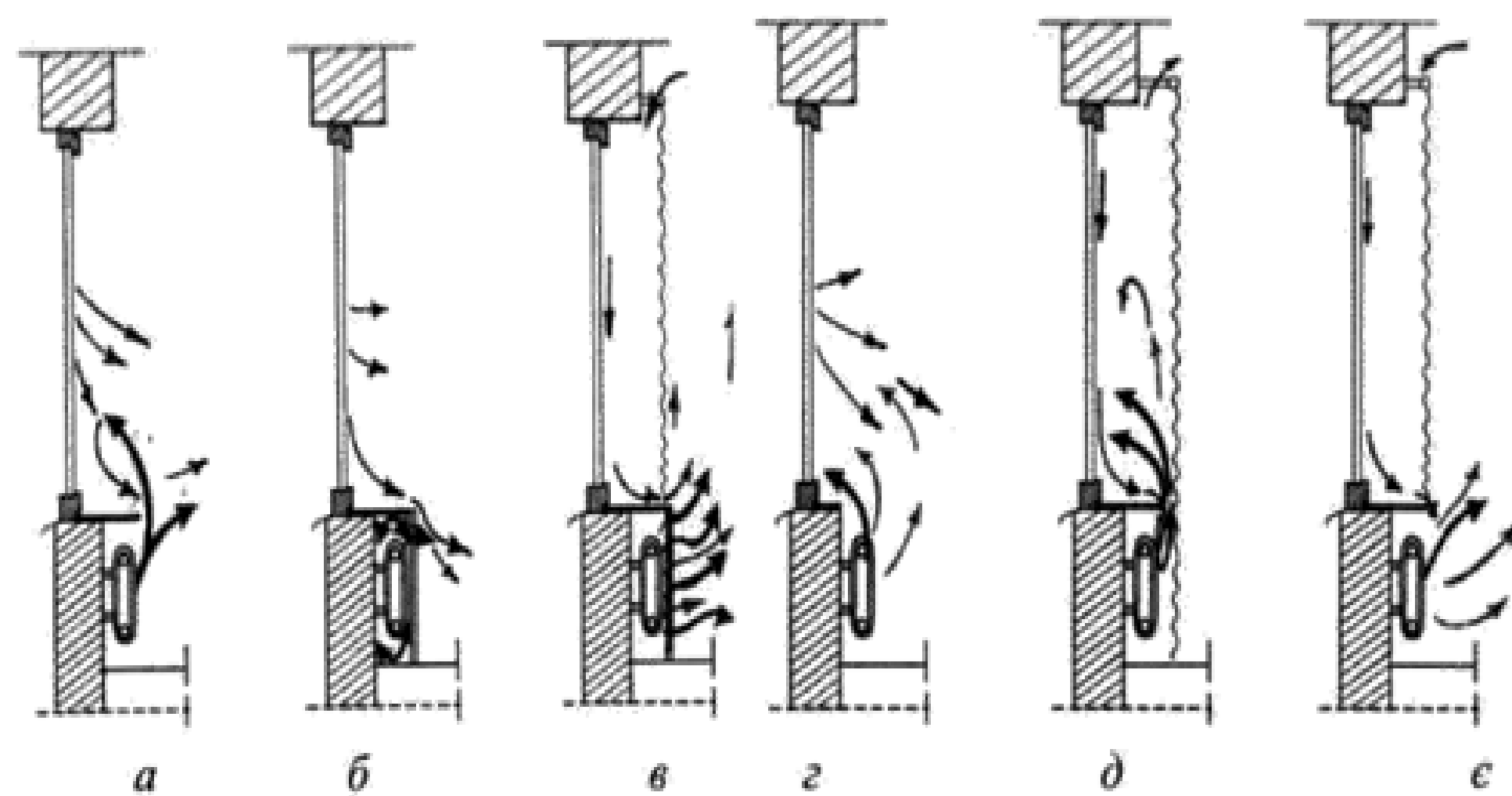
Аналіз всесвітнього досвіду впроваджених заходів спрямованих на зниження енергоспоживання

Будівля (функціональне призначення)	Що пропонується	Автор
Будівля Середніх жіночих курсів,	Н-подібне вирішення плану споруди жіночого навчального закладу, забезпечує захист головного входу частинами будівлі, що виступають, та віддаляє його від вулиці	А.Ф. Красовський
Державний технічний навчальний заклад у м. Хемніц (Німеччина)	У стінах навчальних приміщень та для міжвіконних простінків застосовано багат шарову конструкцію з повітряним прошарком, тоді як стіни коридорів мають суцільну кладку	Готсгалдта
Гуртожиток студентів Массачусетського технологічного інституту в Кембриджі	Будівля має явно виражений раціональний характер з ухилом до мінімалістичних рішень, з любов'ю до естетики прямого кута, циркульних рішень планів великих аудиторій	А. Аалто
Королівський коледж в Оксфорді	Дворові фасади корпусів південно-східної, південної, південно-західної орієнтації зі скляних панелей відхилені догори (рис. 1.5). Площі поверхів з висотою не змінюються, та з кожним поверхом повздовжня вісь корпусу зміщується уступами у зовнішньому напрямку. Плани вирішено згідно з розподілом приміщень на температурні зони	Дж. Стерлінг

Відсоткове відношення тепловтрат будівлі через різні огорожуючі конструкції

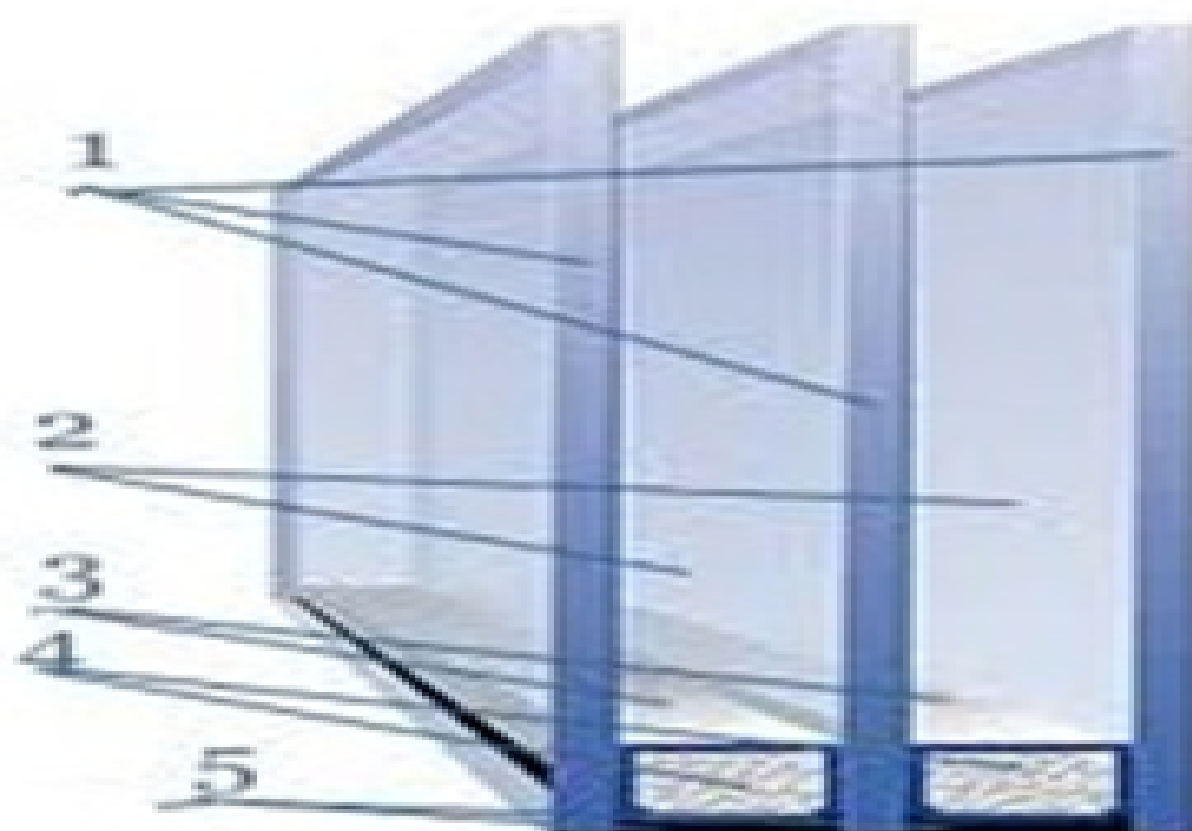


Схеми варіантів інтер'єрних рішень і їх вплив на розповсюдження конвективного тепла від приладу обігрівання



а - при відкритому опалювальному пристрої і виступі підвіконника; б - при встановленні декоративних решіток і обшивки біля опалювального пристрою; в - при одночасному застосуванні решіток і штор; г - без виступу підвіконної дошки; д - при закриванні приладу обігріву порттьєрами чи шторами; е - оптимальний варіант: порттьєри до пристрою обігрівання; виступ підвіконної дошки та відсутність декоративної обшивки

Відсоткове відношення тепловтрат будівлі через огорожуючу конструкцію вікна



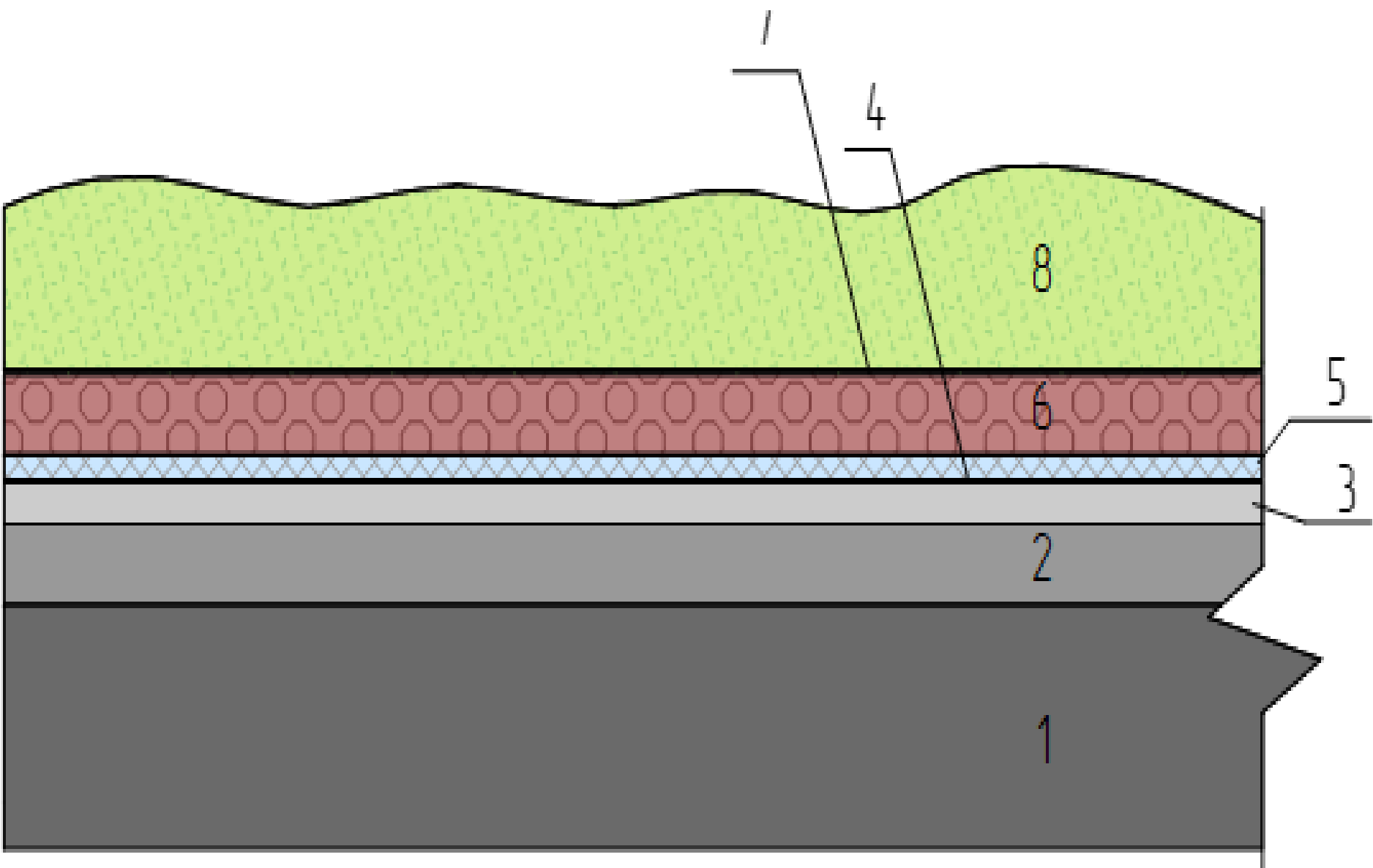
Конструктивна схема двокамерного склопакету:
1 - скло; 2 - повітряна камера; 3 - дистанційна рамка (алюмінієва, пластикова або гнучка); 4 - абсорбент (поглинач вологи); 5 - герметизація.

Енергетично і економічно ефективний варіант часткового застосування конструкцій підвищеної теплоізоляції для фасадів східної і західної орієнтацій



Західна стіна школи-гімназії, яка утеплена конструкцією підвищеної теплоізоляції фасаду.

Конструктивна схема розташування шарів еко-даху



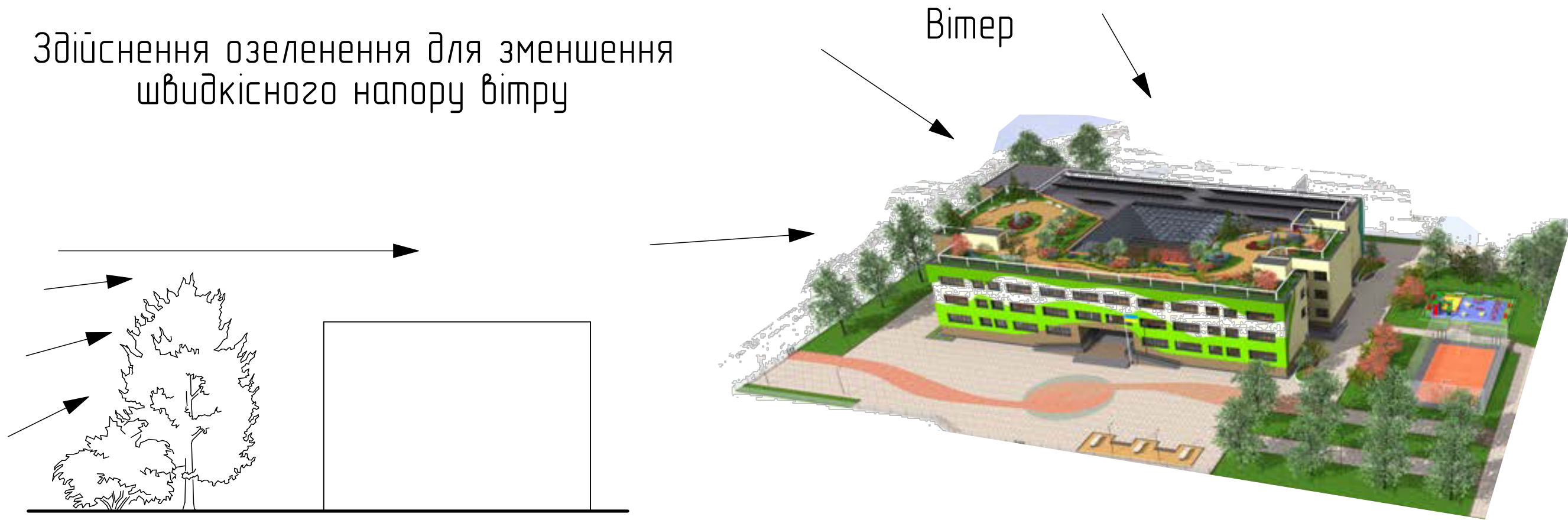
1 - ребриста плита перекриття, 300 мм; 2 - силова підлога, 100 мм;
3 - стяжка з цементного розчину, 50 мм; 4 - гідроізоляція, 5 мм; 5 - кореневий шар, 30 мм;
6 - дренажний шар, 100 мм; 7 - фільтруючий шар, 2 мм; 8 - рослинний шар, 200 мм.

Варіантне порівняння влаштування сонячних батарей

В комплексі з еко-дахом	Автономно по всій площі даху
Приймаємо стандартні батареї розмірами 1650х990 мм	
Загальна кількість батарей складає:	
228 шт.	762 шт.
Площа міні сонячної електростанції складає:	
$128 \cdot 1,65 \cdot 0,99 = 209,09 \text{ м}^2$	$762 \cdot 1,65 \cdot 0,99 = 1244,73 \text{ м}^2$
Згідно рис. 1.15 рівень теплонадходжень сонячної енергії у Вінницькій області складає 950-1250 кВт/пк/м² [20]. Для розрахунків приймаємо значення надходження сонячного проміння рівне 1100 Вт/пк/м²=1,1 кВт/пк/м².	
Електростанція може продукувати на протязі року наступну кількість енергії:	
$209,09 \cdot 1,1 = 230 \text{ кВт/пк}$	$1244,73 \cdot 1,1 = 1369,2 \text{ кВт/пк}$

1. Застосування містобудівних прийомів для зменшення тепловтрат

Здійснення озеленення для зменшення швидкісного напору вітру



2. Використання взаєморозташування основних і допоміжних приміщень шкільної будівлі

Розташування з південно-східної сторони

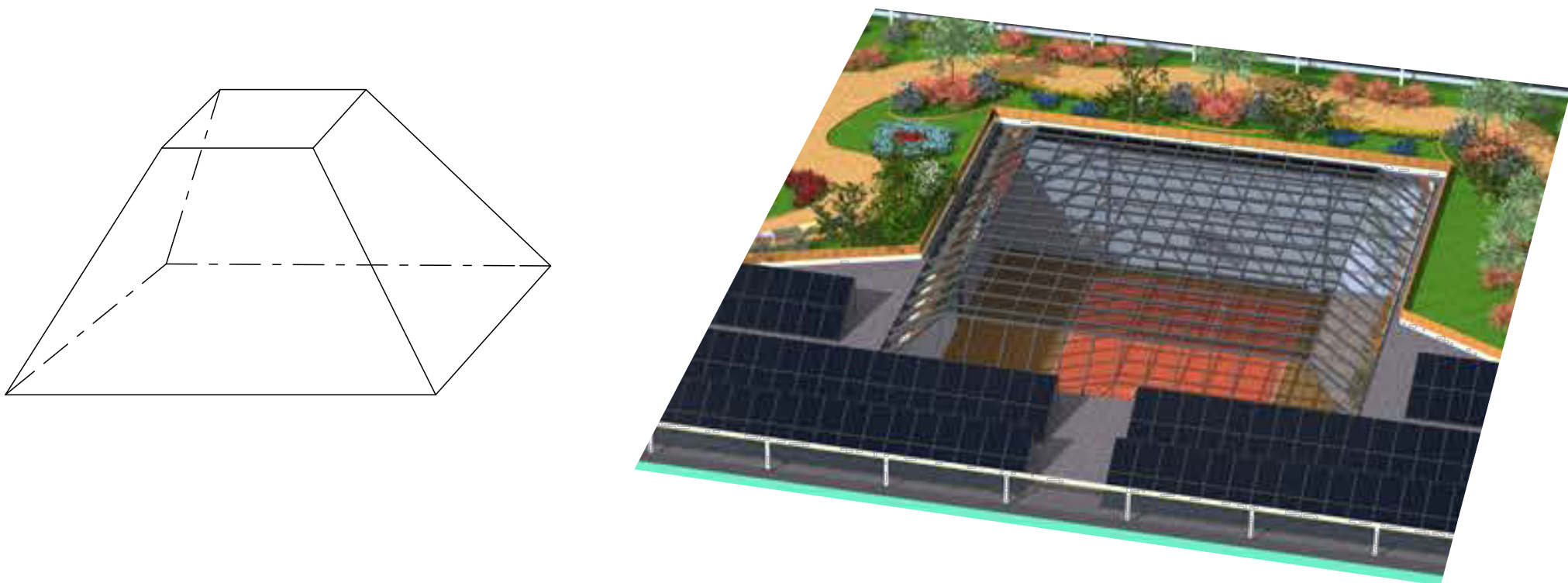


Розташування з північно-західної сторони



3. Варіант застосування архітектурного формоутворення як заходу енергозбереження

Зрізана піраміда



4. Підвищення опору теплопередачі віконних заповнень

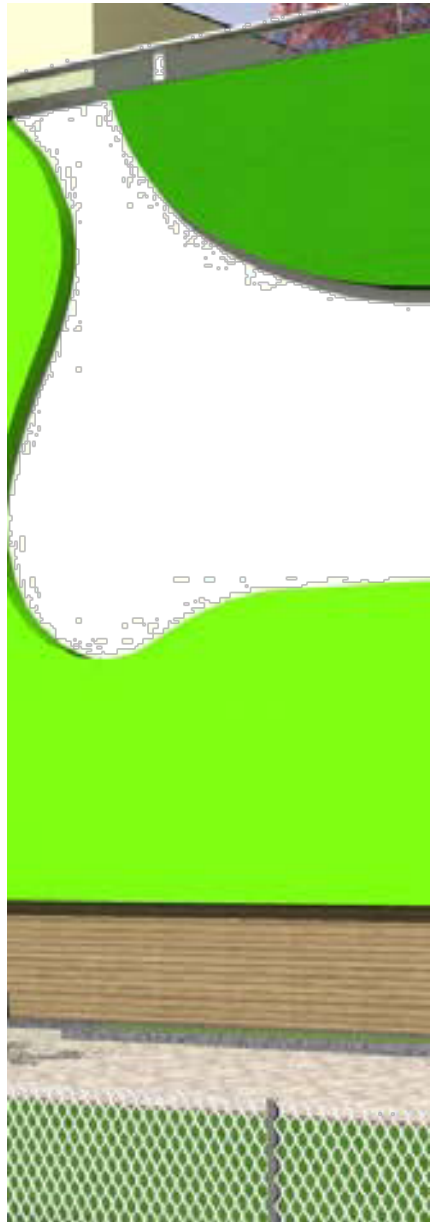
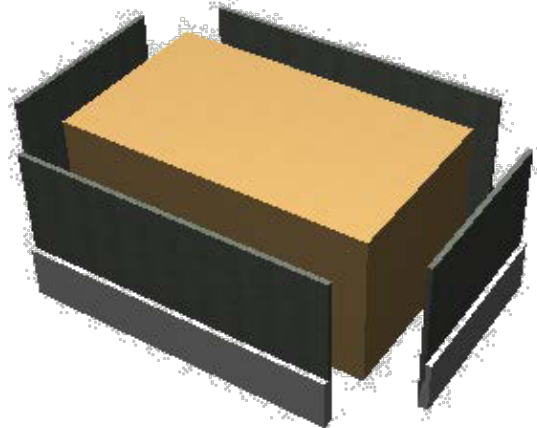
Підвищення теплоізоляційних властивостей світлопрозорих огорожень $R_q \rightarrow \max$

Пропозиція є актуальною для всіх віконних прорізів

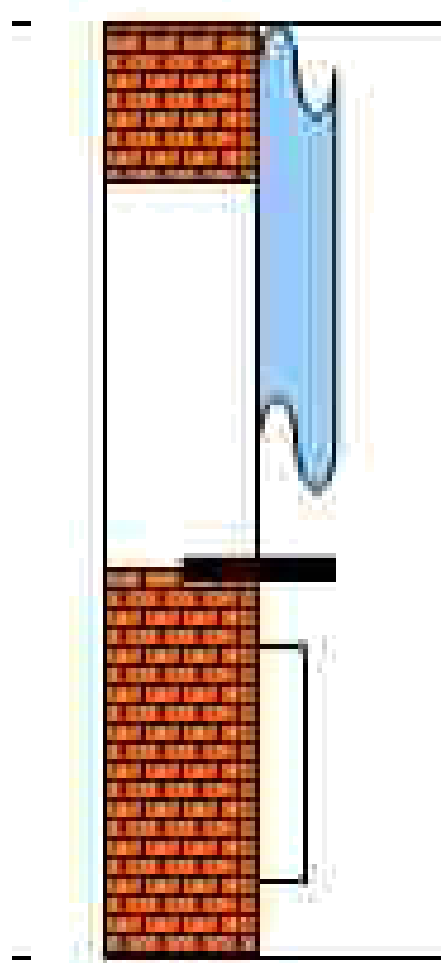


5. Нерівномірне утеплення

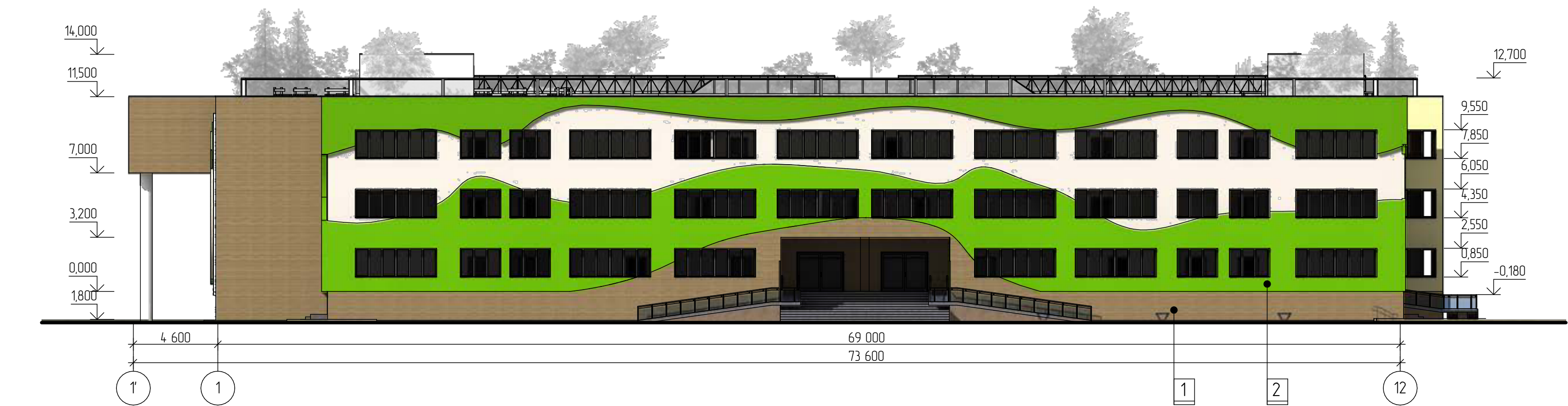
Збільшення товщини конструкцій на рівні першого поверху



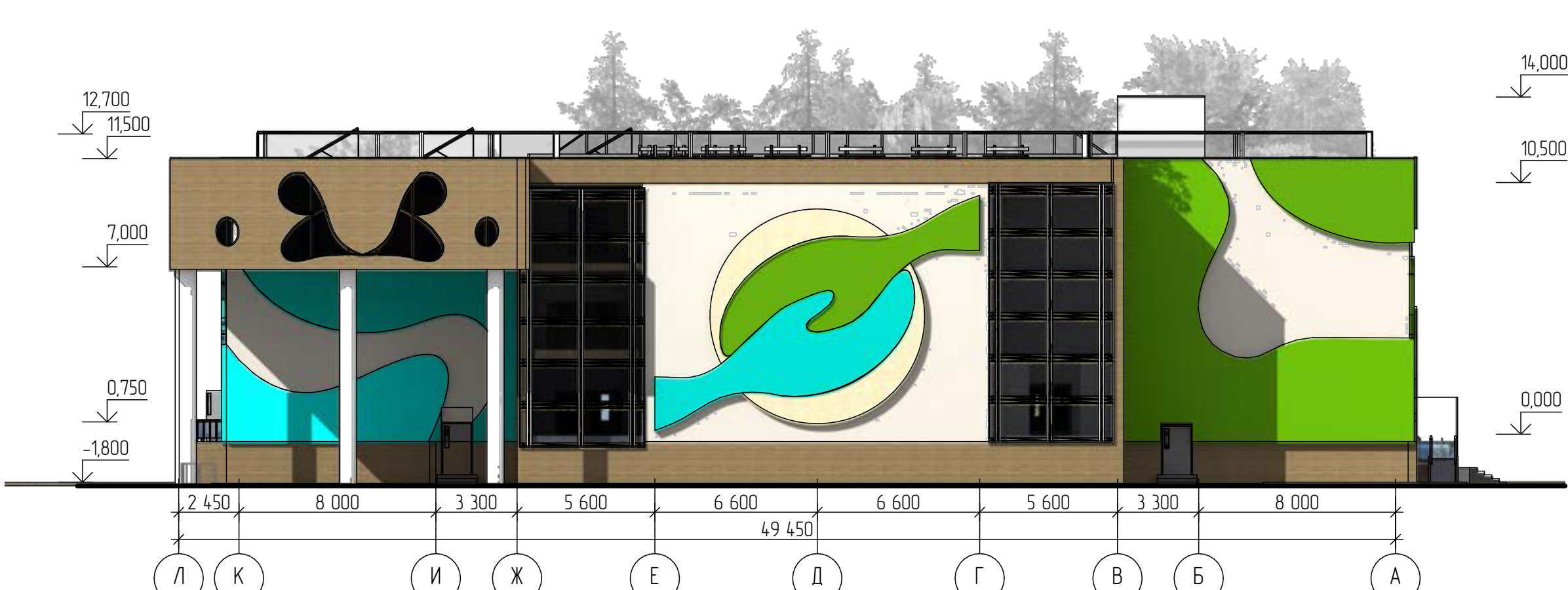
6. Завішування вікон порт'єрами



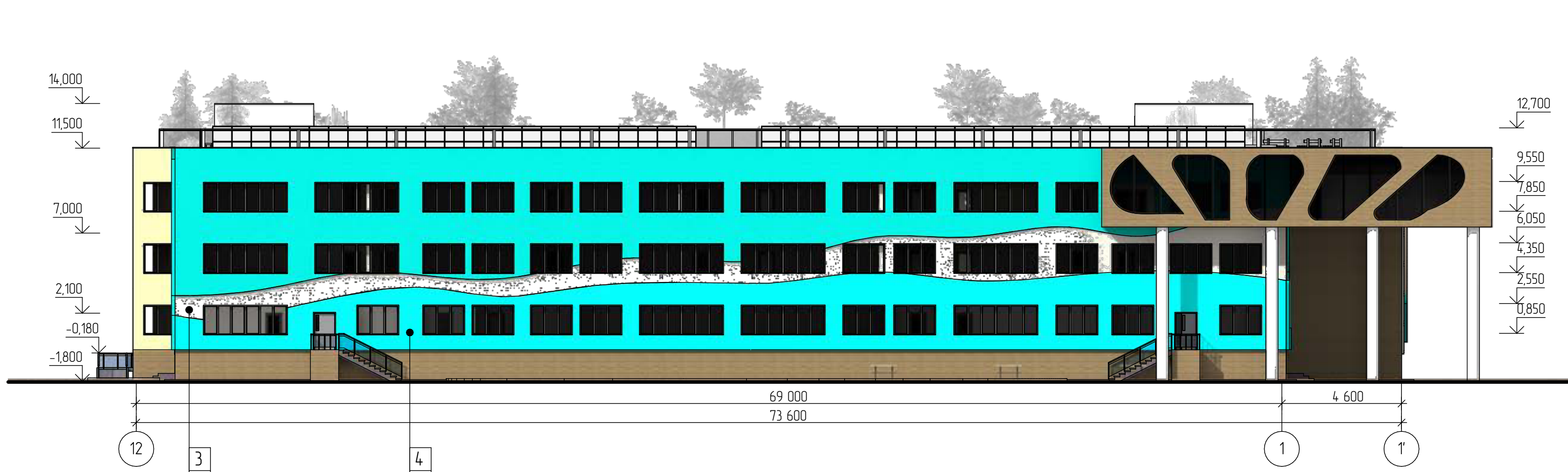
Фасад 1-12



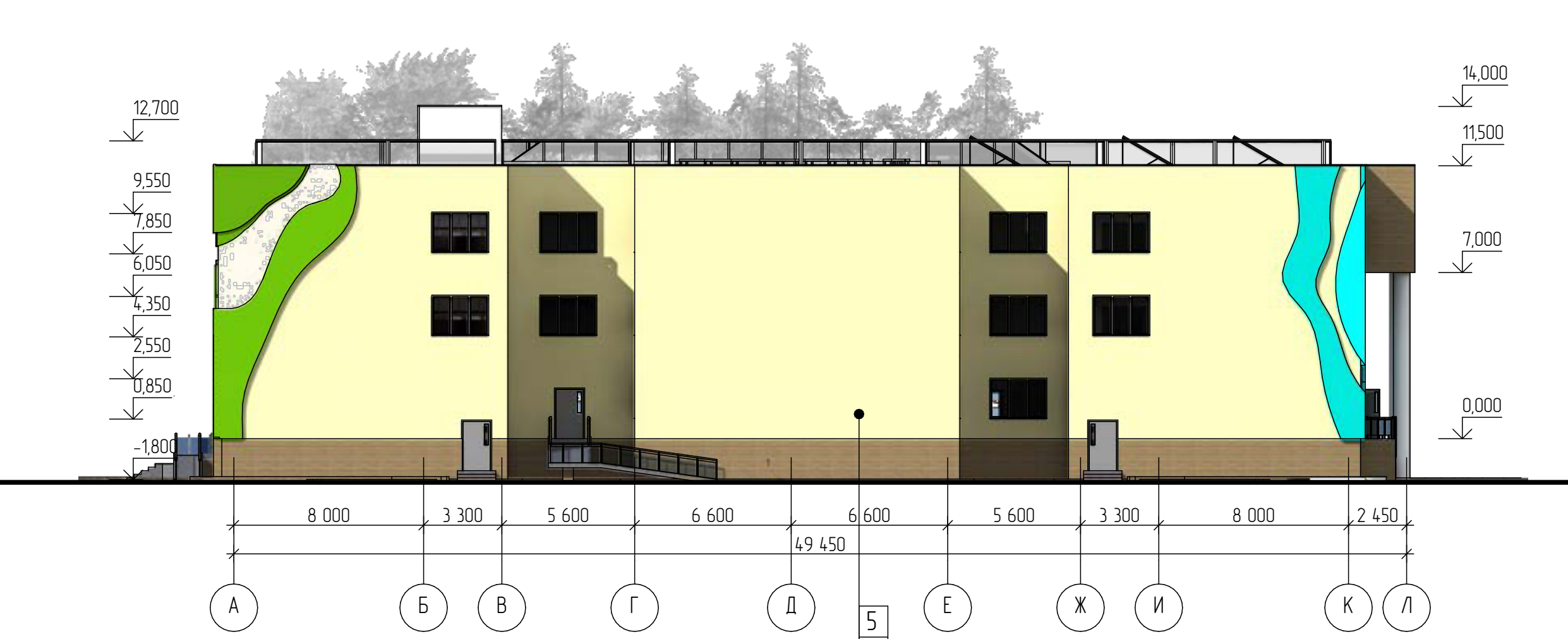
Фасад А-К



Фасад 12-1



Фасад А-К



Фрагмент генерального плану школи



Експлікація об'єктів

№	Назва	Примітки
1	Еко -сад на даху школи	
2	Сонячна електростанція	
3	Дитячий майданчик	
4	Баскетбольний майданчик	
5	Бігові доріжки для спритнерського бігу	
6	Футбольне поле	
7	Бігові доріжки для довгих дистанцій	
8	Доріжки для прижків в висоту та довжину	

ТЕП генерального плану

1	Площа території, м²	17 140,4
2	Площа забудови, м²	3 220,3
3	Площа озеленення, м²	5 385,7
4	Площа твердого покриття, м²	5 740,7
5	Площа спортивних об'єктів, м²	2 793,7
6	Відсоток озеленення, %	31
7	Відсоток твердого покриття, %	33

ТЕП еко-даху

1	Площа даху, м²	3 220,3
2	Площа саду, м²	1 509,4
3	Площа озеленення, м²	981,1
4	Площа твердого покриття, м²	528,3
5	Відсоток озеленення, %	65
6	Відсоток твердого покриття, %	35
7	Площа сонячної електростанції, м²	1 073,5
8	Площа сонячних колекторів, м²	615,6
9	Площа покриття над спортзалом, м²	637,3

						08-11МКР.001-АБ					
						Школа					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата						
Розробник	Белко М. Д.					Розробка рекомендацій щодо влаштування озороздкбульничх конструкцій будівель з урахунок кліматичних змін на території України					
Перевірив	Бжс Ю. С.										
Керівник	Бжс Ю. С.										
Норм контроль	Модельська І. В.										
Опонамент	Слободян Н. М.					Фасад 1-12, фасад 12-1, фасад А-К, фасад К-А, фрагмент генерального плану школи, експлікація об'єктів, ТЕП генерального плану, ТЕП еко-даху					
Замовник	Швець В. В.										
						ВНТУ, зр. 15-23м					

ПЛАН I поверху



Функціональне зонування приміщень першого поверху школи-гімназії	
	Вхідна група та зона, що пов'язує з іншими поверхами
	Культурно-оздоровча зона
	Зона для вільного пересування учнів
	Адміністрація
	Зона обслуговування дітей
	Навчальні приміщення
	Підсобні приміщення

Специфікація віконних та дверних прорізів

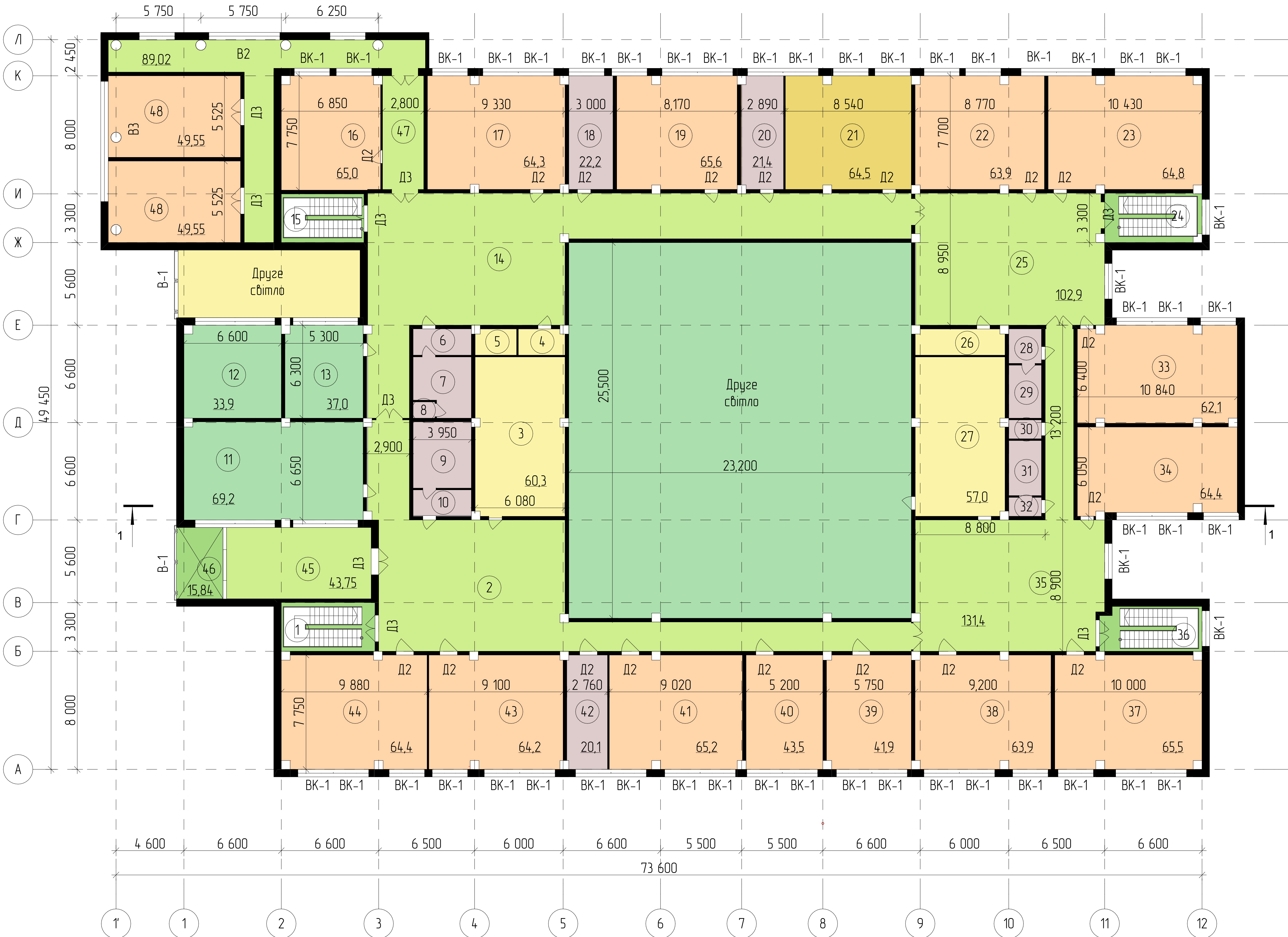
№ п/п	Назва в плані	Розмір	Площа прорізу	К-ть
1	ВК 1	1700x2100	ВК 1	138 шт.
2	В 1	5000x10500	В 1	2 шт.
3	В 2	-	В 2	1 шт.
4	В 3	-	В 3	1 шт.
5	Д 1	2700x2100	Д 1	4 шт.
6	Д 2	1200x2100	Д 2	59 шт.
7	Д 3	1800x2100	Д 3	23 шт.
8	Д 4	900x2100	Д 4	22 шт.

Експлікація приміщень 1-го поверху

№	Призначення приміщення	Площа	Примітки
1	Танбур	13,02	
2	Танбур	13,02	
3	Хол	295,7	
4	Комп'ютерний клас	118,8	
5	Клас інженерних мов	82,8	
6	Сходами клітина	14,9	
7	Танбур	2,2	
8	Танбур	43,75	
9	Ліфтова шахта	15,84	
10	Коридор	14,05	
11	Студія драматургії	112,5	
12	Клас	44,8	
13	Стоматологія	56,0	
14	Сходами клітина	18,5	
15	Клас	74,4	
16	Клас	69,1	
17	Кладовка	19,4	
18	Кладовка	16,13	
19	Кладовка	12,83	
20	Школа	10,52	
21	Кабінет	8,54	
22	Танбур	7,82	
23	Учнівський	2,84	
24	Туалет	2,72	
25	Кіноапарат	22,17	
26	Танбур	1,98	
27	Гардероб	78,19	
28	Столовая	297,05	
29	Танбур	5,1	
30	Мілина	19,92	
31	Кухня	10,11	
32	Кухня	63,77	
33	Цех	10,04	
34	Цех	9,21	
35	Танбур	4,03	
36	Коридор	46,62	
37	Кладовка	13,33	
38	Кладовка	13,00	
39	Душова	4,67	
40	Кладовка	11,51	
41	Туалет	2,03	
42	Учнівський	2,05	
43	Сходами клітина	19,01	
44	Танбур	2,21	
45	Коридор	130,84	
46	Гардероб	77,77	
47	Учнівський	4,44	
48	Туалет	3,26	
49	Туалет	3	
50	Туалет	5,30	
51	Учнівський	5,13	
52	Кладовка	5,13	
53	Клас	50,34	
54	Клас	18,89	
55	Кладовка	13,82	
56	Кабінет	33,11	
57	Приймальня	16,11	
58	Танбур	3,00	
59	Сходами клітина	15,0	
60	Вчительська	76,91	
61	Кабінет	22,87	
62	Бібліотека	58,22	
63	Бібліотека	63,43	
64	Актова зала	237,14	

08-11МКР.001-А6					
Школа					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
Розробник	Белкаш М. Д.				
Перевірив	Бєс В. С.				
Керівник	Бєс Ю. С.				
Норм. контроль	Масловська І. В.				
Опонамент	Слободян Н. М.				
Затвердив	Швець В. В.				
Розробка рекомендацій щодо влаштування оздоровчих конструкцій будівель в умовах кліматичних змін на території України			Сторінка	Аркуш	Аркушів
План I поверху, функціональне зонування приміщень першого поверху школи-гімназії, специфікація віконних та дверних прорізів, експлікація приміщень 1-го поверху			п	7	11
ВНТУ, гр. 15-23м					

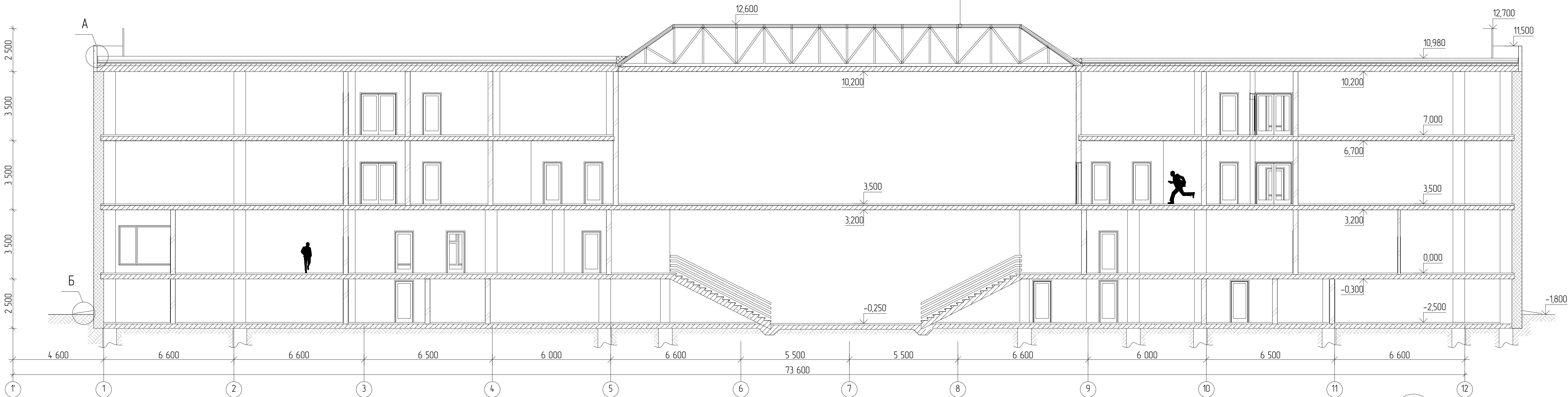
ПЛАН II поверху



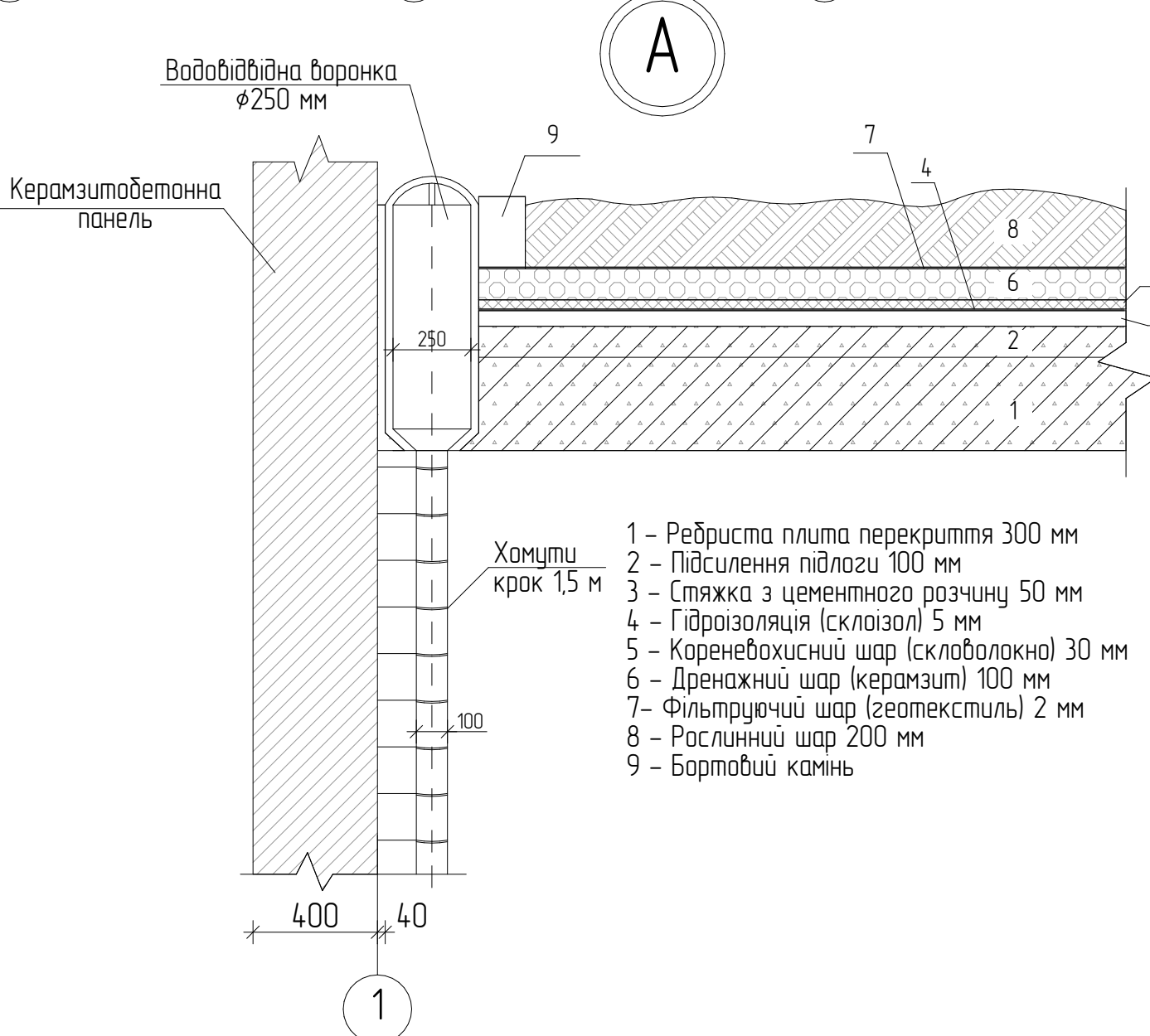
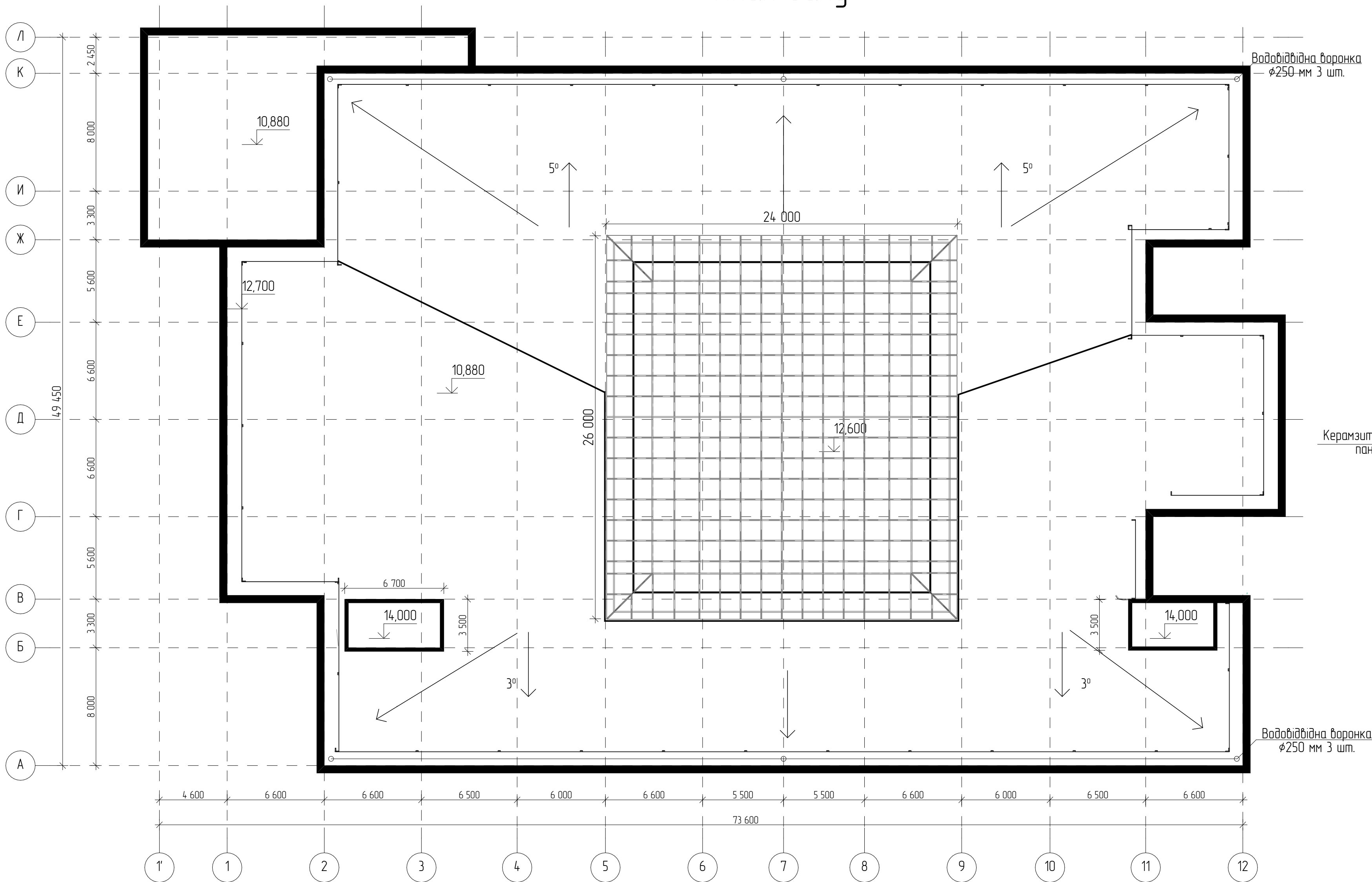
						08-11МКР.001-АБ		
						Школа		

Розріз 1-1

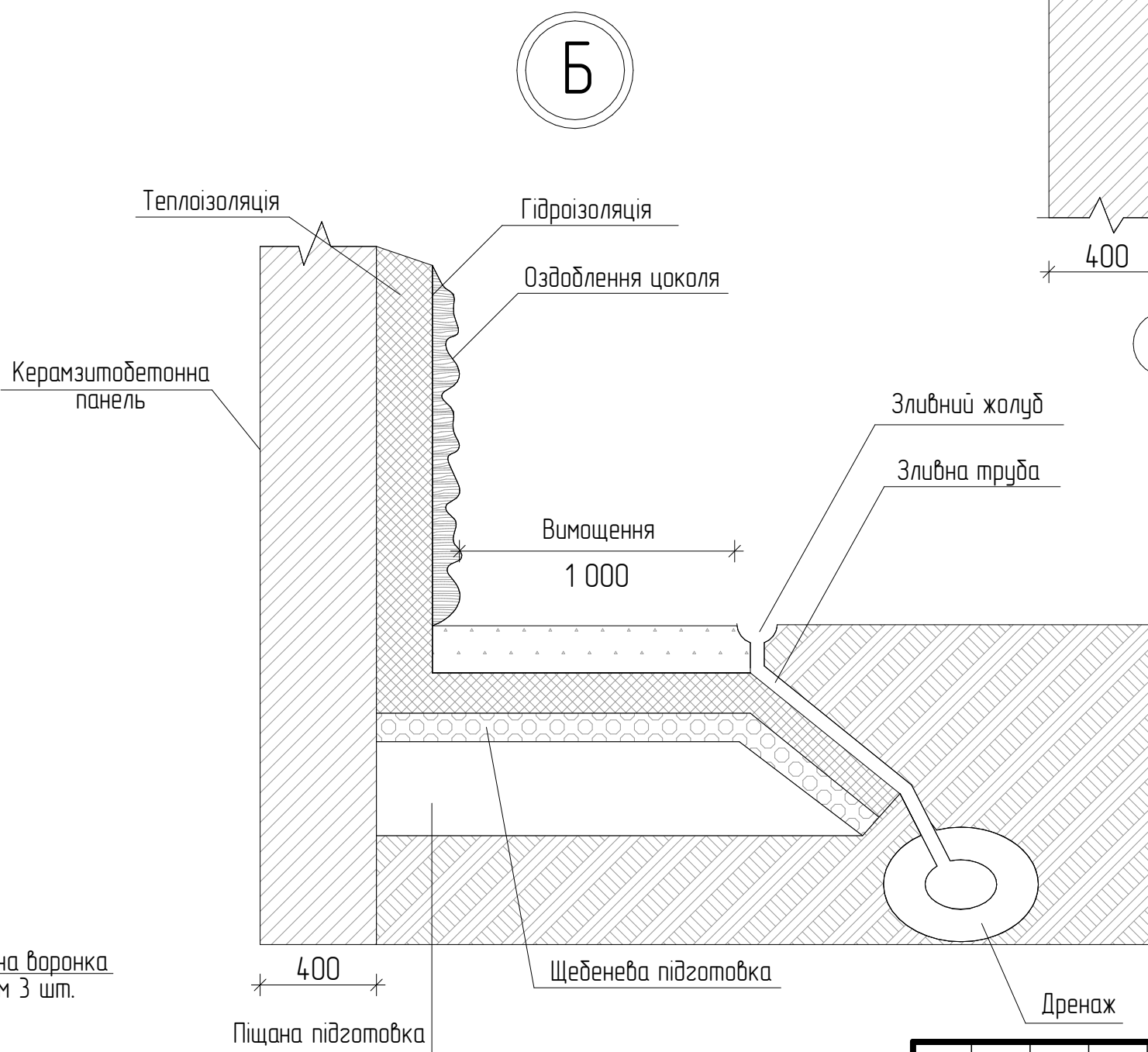
Покриття – полікарбонатні панелі
Каркас – стелеві профілі
На стиках гідроізоляція з склоізолу – 5 мм



План даху



- 1 – Ребриста плита перекриття 300 мм
- 2 – Підсилення підлоги 100 мм
- 3 – Стяжка з цементного розчину 50 мм
- 4 – Гідроізоляція (склоізол) 5 мм
- 5 – Кореневахисний шар (скловолокно) 30 мм
- 6 – Дренажний шар (керамзит) 100 мм
- 7 – Фільтруючий шар (геотекстиль) 2 мм
- 8 – Рослинний шар 200 мм
- 9 – Бортовий камінь

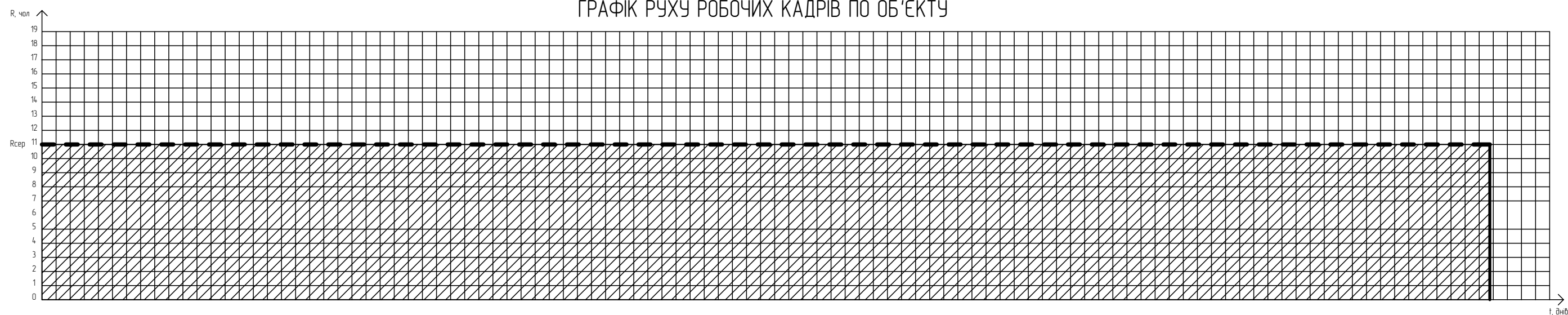


						08-11МКР.001-АБ			
						Школа			
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Розробка рекомендацій щодо влаштування оздоровчих конструкцій будівель з урахуванням кліматичних змін на території України			
Розробник	Белка М. Д.					Сторінка	Аркуш	Аркушів	
Перевірник	Біс В. С.					п	9	11	
Керівник	Біс В. С.					Розріз 1-1, план даху, вузол А, вузол Б			
Норм. контроль	Масловська І. В.					ВНТУ, гр. 15-23м			
Опонує	Слободян Н. М.								
Затвердив	Швець В. В.								

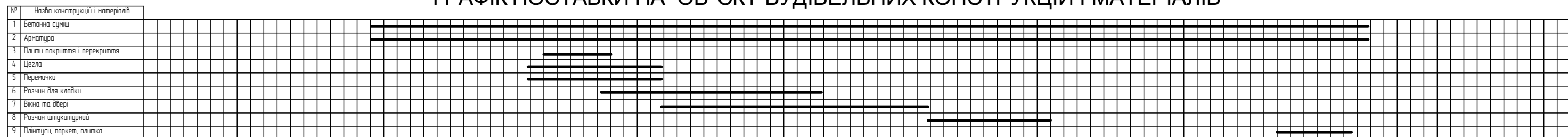
КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК ВИКОНАННЯ РОБІТ

[illegible]

ГРАФІК РУХУ РОБОЧИХ КАДРІВ ПО ОБ'ЄКТУ



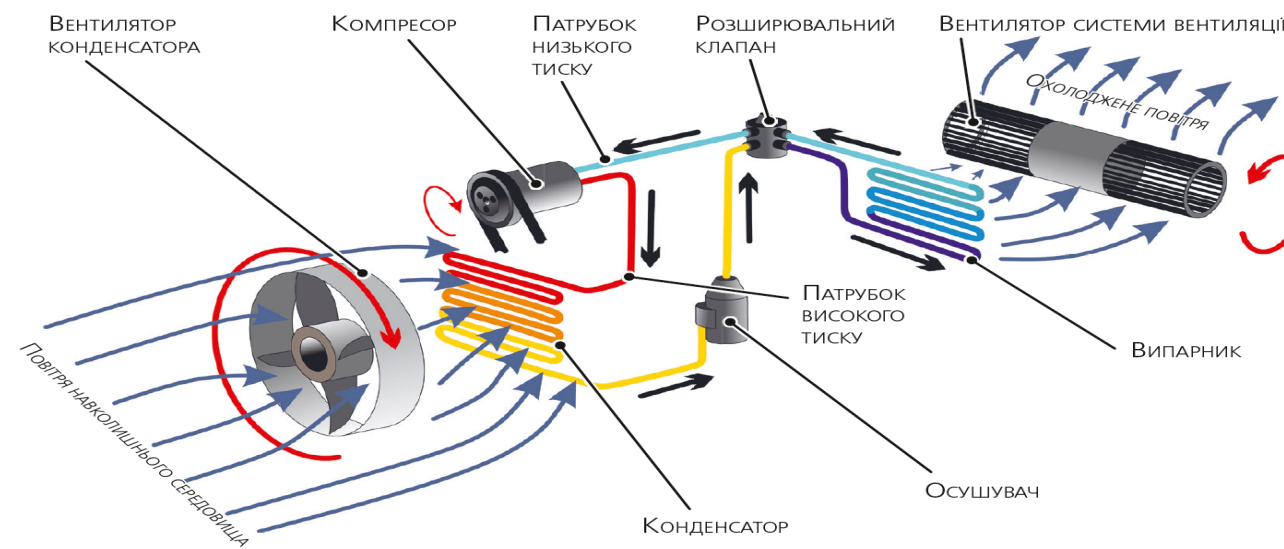
ГРАФІК ПОСТАВКИ НА ОБ'ЄКТ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ І МАТЕРІАЛІВ



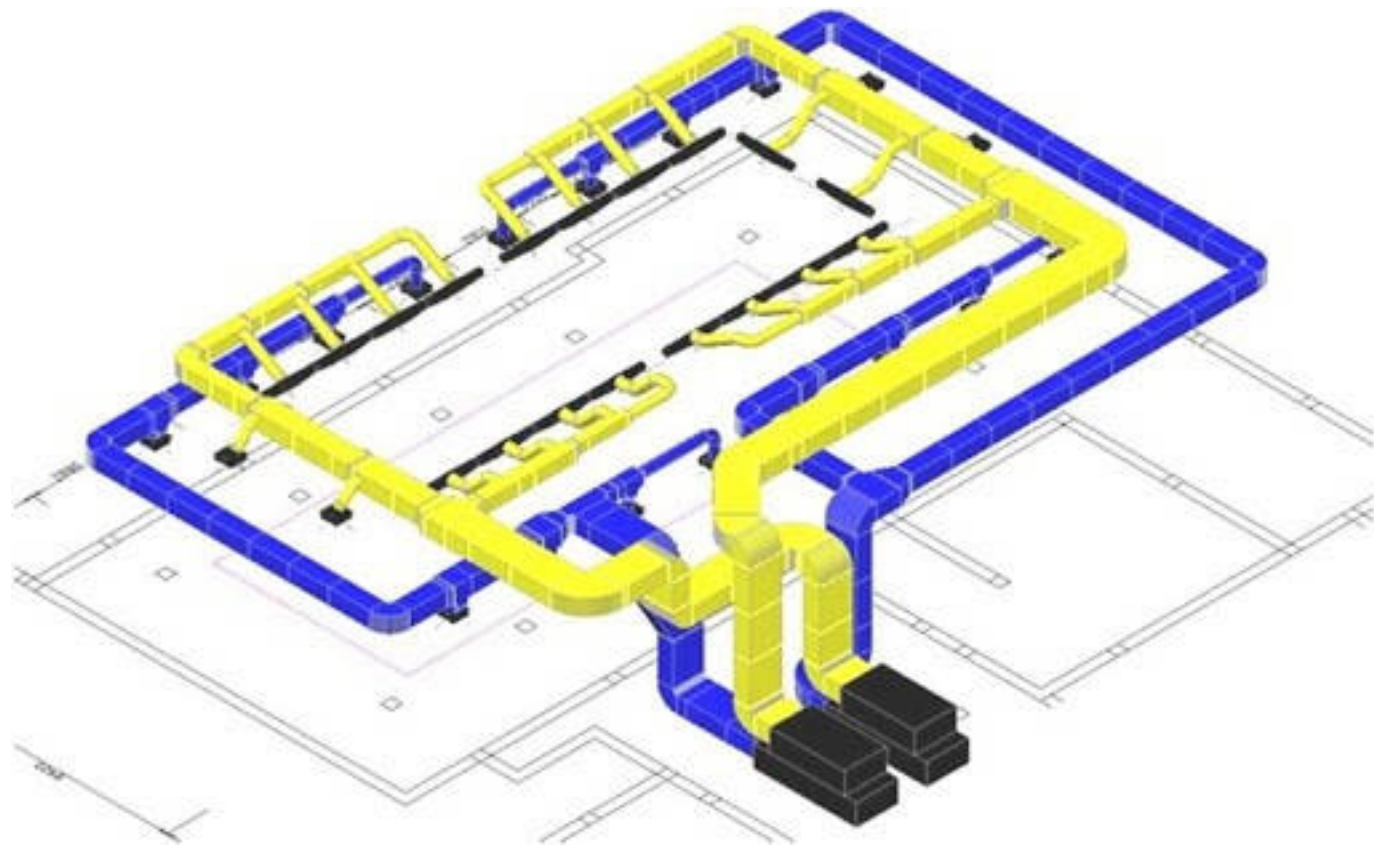
ГРАФІК РУХУ ОСНОВНИХ РОБОЧИХ МАШИН ПО ОБ'ЄКТУ



Спрощена схема системи кондиціювання



Візуалізація новітньої вентиляції у одному з приміщень об'єкта проектування



ОРГАНІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ

Забезпечення безпечних умов праці, додержання прав працівників відповідно до вимог чинного законодавства у сфері охорони праці на підприємствах покладається Законом України «Про охорону праці» на роботодавця.

Згідно із ст. 13 Закону України «Про охорону праці» роботодавцеві повинен забезпечити функціонування системи управління охороною праці (СУОП) на підприємстві, для чого створює відповідні служби, призначає посадових осіб, які забезпечують виконання питань охорони праці в цілому на підприємстві, в структурних підрозділах, на виробничих територіях, а також під час експлуатації машин механізмів, виконаних конкретних видів робіт на робочих місцях.

Основні положення функціонування СНОП мають відповідати вимогам ДСТУ-ОНСAS 18001, ДСТУ-П ОNSAS 18002, ДСТУ ГОСТ 12.0.230 «Рекомендаціям щодо побудови, виробдження та удосконалення системи управління охороною праці» (затверджено Держпромглядом України 07.02.2008).

СУОП – це сукупність взаємопов'язаних елементів, які відображають політику і цілі охорони праці та процедури досягнення цих цілей.

Сутність СУОП полягає у створенні комплексної системи профілактики небезпечних ситуацій, що виникають у процесі виконання будівельно-монтажних робіт, попередженні і мінімізації виробничих небезпек, ризиків, матеріальних збитків.

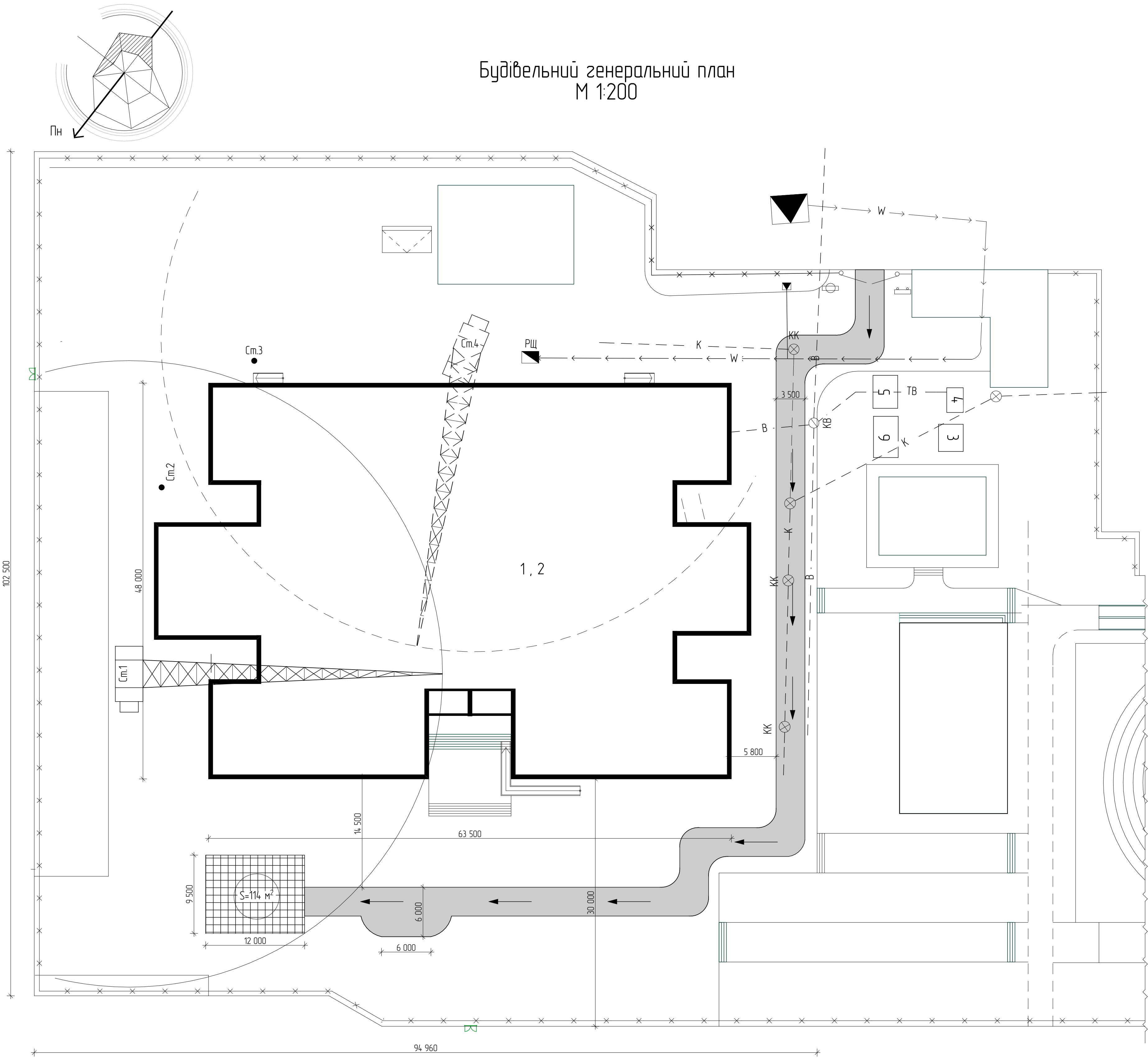
У СЮП є підсистемою системи управління адміністративною господарською діяльністю будівельної організації, що орієнтована на проведення попереджувальних дій, які запобігають виникненню нештатних ситуацій, і дозволяє кожному рівню виробничого ланцюга отримувати матеріальні (технічні, фізичні, хімічні тощо) або нематеріальні (регламентація, профдідір, набчання тощо) бар'єри перешкоди.

						08-11МК.001-П06			
						Школа			
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив	Беліков М. Д.					Розробка рекомендацій щодо впровадження оговорювальних конструкцій будівель в умовах кліматичних змін на території України			
Перевірив	Христюк О. В.								
Керівник	Бікс В. С.								
Норм. контроль	Мокбаска І. В.					Коментарі: зразок виконання робіт, зразок руху робочих кінцівок по об'єкту, зразок поведінки на об'єкті будівельних конструкцій і матеріалів, зразок руху основних робочих машин по об'єкту, організація управління скоросте- ними [1]			
Оптиміст	Слободан Н. М.								
Завершив	Швець В. В.								
						Стандія	Архиву	Архивув	
						п	10	11	
						ВНТУ, пр. 15-23			

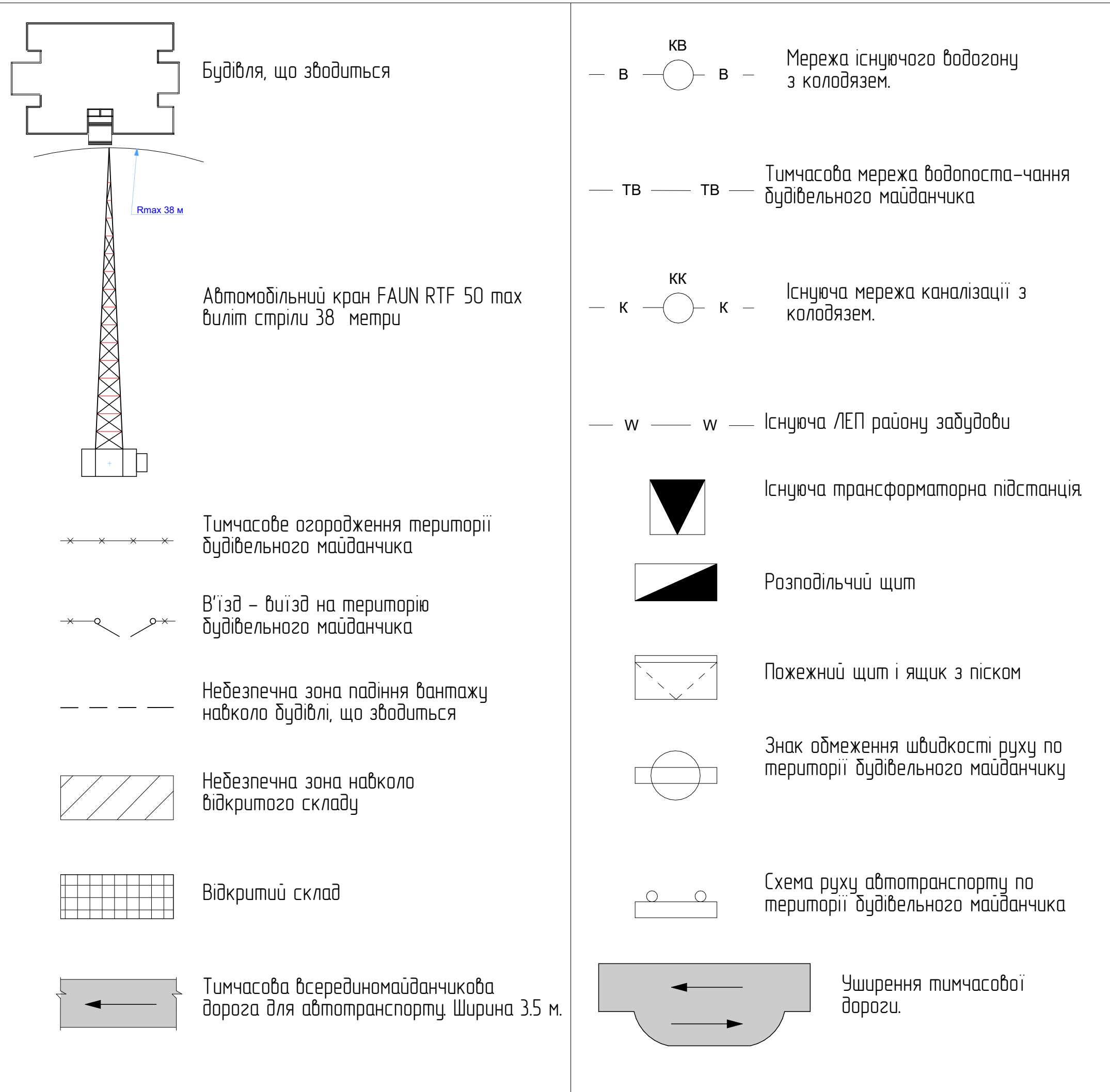
Техніко-економічні показники

№	Найменування показників	Один. виміру	К – ть
1	Кошторисна вартість будівництва	тис. грн.	5609,871
2	Тривалість будівництва	місяці	6
3	Тривалістість будівництва	лєд./зм	2349
4	Максимальна чисельність працюючих	чоловік	18
5	Середня чисельність працюючих	чоловік	11
6	Площа забудови	м ²	2897,448

Будівельний генеральний план
М 1:200



Умовні позначення



Експлікація будівель та споруд

№	Назва будівлі	Од. вим.	К-ть	Примітки
1	Будівля, що реконструюється	м²	1	
2	Закритий склад	м²	1	
3	Виконробська	м²	1	10
4	Приміщення душової кімнати	м²	1	7,6
5	Гардеробна кімната	м²	1	12,6
6	Приміщення для прийому їжі та відпочинку	м²	1	15,2

Стрічковий фундамент у разрізі

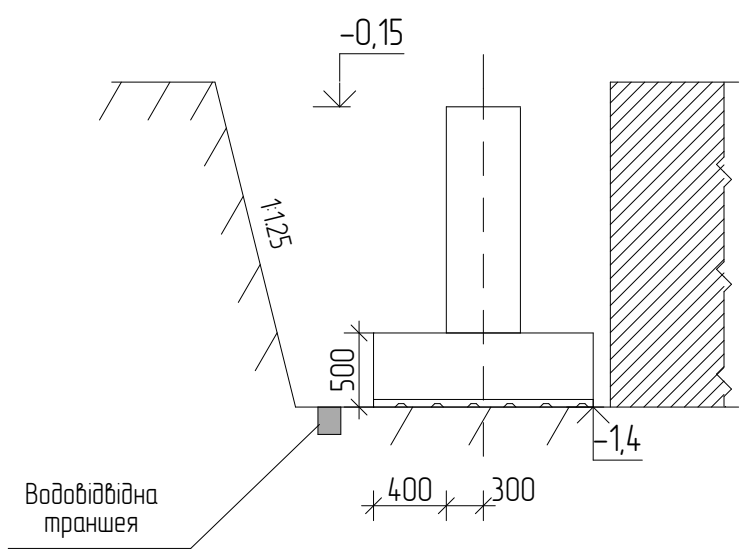
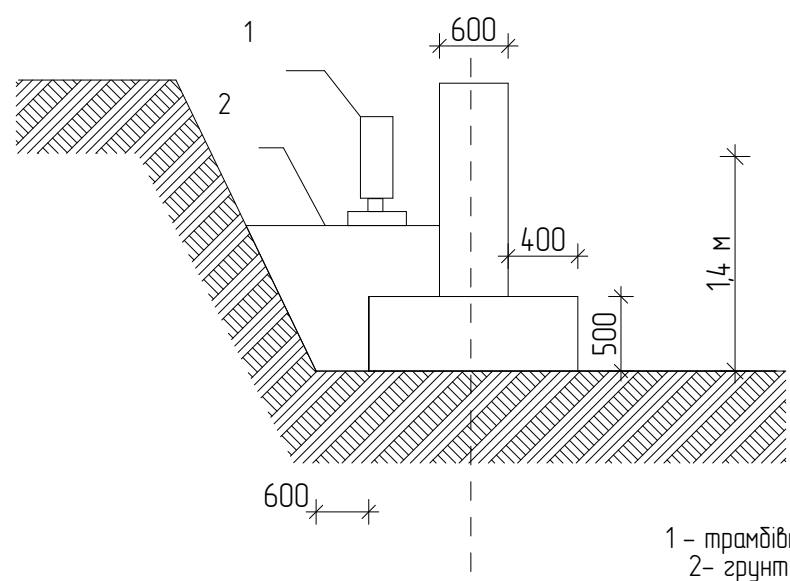
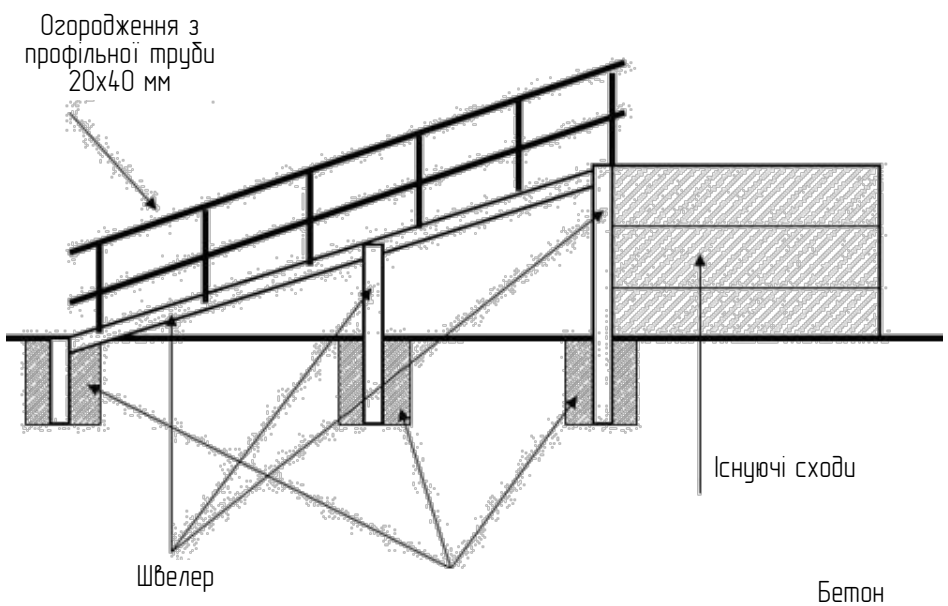


Схема ущільнення ґрунту трамбівками



Монтаж пандуса для маломобільної групи населення



						08-11МКР.001-П06			
						Школа			
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Розробка рекомендацій щодо влаштування оздоровчих конструкцій будівель в умовах кліматичних змін на території України	Сторінка	Аркуш	Аркушів
Розробив	Белкоб М. Д.						П	11	11
Перевірив	Христюк О. В.					Будівельний генеральний план, стрічковий фундамент в разрізі, схема ущільнення ґрунту трамбівками, монтаж пандуса для маломобільної групи населення, умовні позначення, експлікація будівель та споруд	ВНТУ, зр. 16-23м		
Керівник	Бікс Ю. С.								
Норм. контроль	Масловська І. В.								
Опонамент	Слободян Н. М.								
Замовив	Швець В. В.								

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента Белікова Максима Дмитровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Розробка рекомендацій щодо влаштування огорожувальних конструкцій будівель в умовах кліматичних змін на території України

Робота магістра Белікова Максима Дмитровича присвячена вирішенню важливої науково-практичної задачі – спробі комплексно оцінити та багатокритеріально врахувати низку різнорозмірних, значущих з точки зору оцінки життєвого циклу (ОЖЦ), теплотехнічної точки зору, а також опосередковано економічної багатшарові огорожувальні конструкції стін в контексті їх енергоефективного використання з урахуванням їхнього життєвого циклу, на прикладі п'яти різних типів багатшарових стінових конструкцій.

Робота є актуальною, цілком відповідає поставленому завданню. Робота складається з шістьох основних розділів.

Перший розділ присвячено аналізу стану питання щодо поняття оцінки життєвого циклу конструкції (ОЖЦ) та його кореляції з енергоефективністю конструкцій та контекстом сталого розвитку. Розглянуто концепцію замкнутого циклу життя матеріалу, що дозволяє більш широко розглядати проблему вибору матеріалу, конструкції в розрізі їх негативного впливу на оточуюче середовище, що прямо впливає на ОЦЖ. Магістром проведено дослідження щодо ключових етапів життєвого циклу, показано узагальнену структуру розподілу вуглецевого сліду матеріалу на різних стадіях життєвого циклу комерційних будівель.

У другому розділі магістром проаналізовано сучасні типи конструктивних рішень для огорожувальних конструкцій стін, досліджено різні методи та критерії оцінювання теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель. Всі методи мають свої переваги та недоліки та можуть бути використані для вирішення прикладної задачі досліджень у даній роботі. На основі аналізу літературних джерел обрано основні критерії для проведення чисельного моделювання.

Третій розділ роботи присвячено пропонуваній низці інженерно-конструктивних заходів для поліпшення теплотехнічних показників будівлі, зокрема шляхом влаштування багатокамерних прозорих конструкцій вікон, пропозиції з влаштування зеленої покрівлі, влаштування системи автономного енергозабезпечення (фотовольтаїчні панелі на даху). В результаті проведеного аналізу виявлено найкращий, в контексті зазначених параметрів варіант рішень для об'єкту технічної частини.

Четвертий розділ присвячено опису технічної частини об'єкту досліджень, зокрема наведено архітектурно-будівельні рішення, висвітлені питання організації будівельного виробництва при влаштуванні заходів з метою покращення складання технологічної карти на монтаж варіанту стіни, який виявився найкращим, в контексті зазначених критеріїв, на основі технічного об'єкту.

П'ятий розділ роботи присвячено розрахунку економічної складової для влаштування оптимального варіанту багатшарової огорожувальної конструкції стіни.

За час виконання магістерської роботи Беліков М. Д. показав певну самостійність у опрацюванні рекомендованої літератури, проведенні змістовного

аналізу отриманих результатів та у пропонуванні комплексу заходів з покращення показників енергоефективності технічного об'єкту проєктування, що закріплено апробацією у вигляді тез на конференції ВНТУ.

Недоліком роботи можна назвати:

-недостатньо проаналізований аспект врахування показників та факторів, що впливають на енергоефективність будівлі;

- обмежене використання сучасних програмних продуктів з моделювання енергоефективності будівлі в цілому;

- відсутність фактичних даних щодо класу енергоефективності будівлі після проведення низки інженерно-технологічних заходів з термореновації та забезпечення енергетичної автономності.

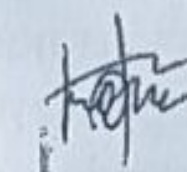
Необхідно зазначити, що висвітлені зауваження мають рекомендаційний характер, не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи і не зменшують ступеня обґрунтованості та достовірності основних результатів і висновків.

За актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень, новизною, теоретичною і практичною цінністю результатів магістерська кваліфікаційна робота Белікова Максима Дмитровича "Розробка рекомендацій щодо влаштування огорожувальних конструкцій будівель в умовах кліматичних змін на території України" є завершеною науковою роботою, відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт на здобуття наукового ступеня магістра зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою підготовки «Промислове та цивільне будівництво», а її автор заслуговує на оцінку «В» – добре.

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи

Доцент, к.т.н., доцент

(посада, науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Бікс Ю. С.

(ініціали, прізвище)

ВІДГУК ОПОНЕНТА
на магістерську кваліфікаційну роботу

магістранта Белікова М. Д.
(прізвище, ім'я, по батькові)

**на тему Розробка рекомендацій щодо влаштування огорожувальних конструкцій
будівель в умовах кліматичних змін на території України**

Магістерська кваліфікаційна робота, яку подано на опонування, виконана у повному обсязі та у встановлений термін. Робота відповідає затвердженій темі та завданню. Тема є актуальною і присвячена пріоритетним завданням нашої країни.

Виконана МКР за своєю тематикою є спорідненою із темами науково-дослідних робіт, які виконуються співробітниками кафедри БМГА за держбюджетними напрямками наукових досліджень.

На початку роботи автор у вступі окреслив актуальність, мету і завдання, об'єкт і предмет, Новизну та практичну значущість досліджень, що пов'язані із соціальною політикою країни.

Розділ 1 демонструє системний підхід до аналізу сталого розвитку в будівельному секторі. Автор детально розглядає концепцію сталого будівництва, її ключові аспекти, включаючи екологічну, економічну та соціальну складові. Значну увагу приділено міжнародним прикладам, зокрема проектам, які знижують викиди CO₂ на 11-25%. Висновки розділу формують важливість впровадження сталих технологій для досягнення енергоефективності та екологічної безпеки в будівництві.

Розділ 2 містить обґрунтований аналіз енергоефективності огорожувальних конструкцій в умовах кліматичних змін в Україні. Автор систематизував сучасні матеріали, такі як сендвіч-панелі фасади, вентилявані та багатошарові стіни, а також визначив їх технічні характеристики. Особливу увагу приділено досягненню теплового опору 4,00 м²·К/Вт для першої температурної зони та економічній ефективності цих рішень. Розділ формує чітке теоретичне підґрунтя для оптимізації енергоефективності будівель.

Розділ 3 виражає практичний підхід до реалізації енергоефективних рішень. Автор показав оптимальні конструкції для мінімізації енергоспоживання, включаючи пасивні будівлі та NZEB. Запропоновані рішення дозволяють зменшити втрати тепла на 15% у багатохповерхових будівлях та забезпечити інтеграцію відновлюваних джерел енергії. Висновки обґрунтовано конкретними розрахунками, що підтверджують ефективність методів.

Розділ 4 вирізняється поглибленою технічною опрацюванням проекту. Автор детально описує архітектурно-будівельні рішення, включаючи утеплення фасадів, сонячні

панелі площею 120 м², що генерують 18 кВт·год/день, та системи рекуперації тепла. Впроваджені рішення зниження теплових витрат на 20%. Також представлено технологічну карту монтажу, що містить послідовність робіт і витрати ресурсів.

Розділ 5 включає техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень. Автором проведено детальний розрахунок, який підтверджує строк окупності проекту в 1,16 роки. Розділ доводить, що запропоновані енергоефективні заходи є економічно вигідними та екологічно доцільними для впровадження в сучасному будівництві.

Виконання текстової частини пояснювальної записки, ілюстративних матеріалів графічної частини виконано відповідно до стандартів та з дотриманням усіх необхідних вимог.

Недоліки роботи:

- було б доречно у науковій частині виконати аналіз динамічних характеристик, які притаманні для нестаціонарного теплового потоку.
- в розділі економіки було б доречно навести якесь економічне порівняння.
- деякі висновки анотовані.

Проте вказані недоліки не впливають на позитивне враження від роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота в цілому виконана на хорошому рівні та у відповідності з завданням із дотриманням всіх вимог. Робота заслуговує оцінки С, а її автор Беліков М. Д. — присвоєння кваліфікації «магістра будівництва» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

Опонент

доцент кафедри ІСБ, к.т.н.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)



Слободян Н. М.

(ініціали, прізвище)