

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи

Бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Проєкт житлового комплексу

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи МБс-42

спеціальності (напряму підготовки)

192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

	(підпис)	Осташук В.Д. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Швед Я.Л. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Мещерякова О.М. (прізвище та ініціали)
Зав. кафедри	(підпис)	Ясній В.П. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	Качка О.І. (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
Кафедра будівельної механіки
Освітній ступінь бакалавр
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Будівельної механіки
Ясній В.П.
« _____ » _____ 202__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Осташуку Віталію Дмитровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект житлового комплексу

Керівник проекту (роботи) д.ф., ст. викладач Швед Я.Л.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « _____ » _____ 2025 року № _____

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 13.06.2025

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на проектування

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ, Теоретичний розділ, Архітектурно-будівельний розділ, Розрахунково-конструктивний
розділ, Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, Висновки, Бібліографія

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Генплан, Фасади, Розрізи, Плани поверхів, Конструктивні схеми, Схеми армування, Детальні
вузли.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Ст. викл. Мещерякова О.М.		
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Д.т.н., проф. Барановський В.М.		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент _____
(підпис)

Віталій ОСТАШУК

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____
(підпис)

Ярослав ШВЕД
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ.....	8
1.1 Визначення сталого будівництва.....	8
1.1.1 Філософія та основні цілі	8
1.1.2 Інтегрований, цілісний підхід.....	9
1.1.3 Історичний контекст та еволюція	10
1.2. Ключові принципи та стовпи сталого будівництва	10
1.2.1 Оптимізація потенціалу ділянки та захист екосистем	10
1.2.2 Енергоефективність та інтеграція відновлюваних джерел енергії	11
1.2.3 Збереження та управління водними ресурсами	11
1.2.4 Зменшення відходів та принципи циркулярної економіки	12
1.2.5 Вибір та постачання сталих матеріалів	12
1.2.6 Покращення якості внутрішнього середовища (IEQ)	13
1.3. Комплексні переваги сталого будівництва	15
1.3.1 Економічні переваги: Економія коштів, вартість нерухомості та ROI	15
1.3.2 Соціальні та медичні впливи: Добробут мешканців та цінність для громади.....	17
1.3.3 Екологічне управління та збереження ресурсів.....	18
1.4 Провідні системи сертифікації сталого будівництва.....	19
1.4.1 Огляд основних сертифікацій.....	19
1.4.2 Переваги сертифікації та відповідності.....	21
1.5 Виклики та майбутні тенденції у сталому будівництві.....	23
1.5.1 Подолання цінових бар'єрів та опору галузі	24
1.5.2 Роль технологій та інновацій	24
1.6 Висновок до розділу 1	26
РОЗДІЛ 2 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ.....	28
2.1 Дані про район і ділянку будівництва.....	28
2.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва.....	28
2.1.2 Кліматичні умови.....	28

2.2 Генеральний план	29
2.2.1 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки	29
2.2.2 Техніко-економічні показники по генплану	30
2.3 Архітектурно-планувальні рішення.....	31
2.4 Конструктивні рішення	32
2.5 Опорядження будинку	32
2.6 Енергоефективність	34
2.6.1. Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.....	35
2.7 Інженерні мережі і обладнання	37
2.8 Доступність для маломобільних груп населення	40
2.9 Висновки за розділом 2	43
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	45
3.1 Розрахунок монолітної залізобетонної плити перекриття	45
3.1.1 Вихідні дані:	45
3.1.2 Нормативні навантаження (ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи"): ...	45
3.1.3 Визначення товщини плити (попередньо):	46
3.1.4 Збір навантажень:	46
3.1.5 Визначення розрахункових зусиль (згинальний момент)	46
3.1.6 Розрахунок робочої арматури (за першою граничною групою станів - міцність)	47
3.1.7 Підбір арматури	47
3.1.8 Конструктивні вимоги до армування (згідно з ДБН В.2.6-98:2009)	48
3.1.9 Перевірка на прогин (за другою граничною групою станів - придатність до нормальної експлуатації)	49
3.1.10 Висновок за розрахунком плити.....	49
3.2 Розрахунок стрічкового фундаменту під будівлю.....	50
3.2.1 Вихідні дані:	50
3.2.2 Визначення необхідної ширини підшви фундаменту	51
3.2.3 Визначення висоти фундаментної балки та розрахунок армування	51
3.2.4 Підбір арматури	52

3.2.5 Конструктивні вимоги до армування (згідно з ДБН В.2.6-98:2009)	52
3.2.6 Висновок за розрахунком фундаменту	53
3.7 Висновки за розділом 3	54
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	56
4.1 Охорона праці	56
4.1.1 Техніка безпеки при роботі із механізмами	56
4.1.2 Охорона праці під час виконання основних технологічних процесів	57
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	58
4.3 Заходи з охорони навколишнього середовища.....	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	60
БІБЛІОГРАФІЯ.....	61

ВСТУП

Сучасна архітектура та будівництво стоять перед викликом створення не просто будівель, а цілісних, комфортних та енергоефективних просторів, що відповідають високим стандартам якості життя. Особливо це актуально для міст, що активно розвиваються, таких як Тернопіль, де спостерігається інтенсивна будівельна активність та зростає попит на житло з покращеними характеристиками. У цьому контексті багатоповерхові житлові будинки з комерційними приміщеннями є не просто черговим об'єктом забудови, а складним, багатофункціональним комплексом, який потребує інноваційних підходів до проектування.

Поєднання житлової та комерційної функцій в одній будівлі є глобальним трендом, що дозволяє оптимізувати використання міських ділянок та створювати динамічне міське середовище. Для мешканців це означає безпосередній доступ до різноманітних послуг – від магазинів і кафе до салонів краси та медичних центрів, що значно підвищує рівень комфорту та якості життя. Для бізнесу ж це відкриває можливості для розвитку в безпосередній близькості до потенційних клієнтів.

Предметом цієї кваліфікаційної роботи є розробка архітектурно-конструктивних та інженерних рішень для багатоповерхового житлового будинку з комерційними приміщеннями в місті Тернопіль, з особливим акцентом на впровадження сучасних технологій. Ми зосередимося на забезпеченні високого рівня енергоефективності (шляхом використання передових теплоізоляційних матеріалів, інноваційних систем опалення та вентиляції), оптимальної інсоляції та акустичного комфорту для мешканців. Також буде приділено увагу раціональному зонуванню простору, що дозволить чітко розмежувати потоки мешканців та відвідувачів комерційних приміщень, забезпечуючи максимальну зручність для всіх користувачів. Наше дослідження покликане показати, як сучасні архітектурні та інженерні рішення можуть сприяти створенню функціонального, естетично привабливого та сталого об'єкта в умовах сучасного Тернополя.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНИЙ

1.1 Визначення сталого будівництва

Стале будівництво означає глибоку зміну парадигми в концепції, розвитку та управлінні забудованим середовищем. Воно виходить за рамки традиційних будівельних методологій, щоб втілити філософію, яка пріоритезує довгострокову життєздатність, ефективність використання ресурсів та мінімізований екологічний слід.

1.1.1 Філософія та основні цілі

По суті, стале будівництво визначається як філософія розробки інтегрованої системи, здатної задовольняти довгострокові потреби, такі як електроенергія та вода, одночасно мінімізуючи як фінансові, так і екологічні витрати. Ця всеосяжна концепція сталого проектування охоплює соціальні, економічні та екологічні фактори, спрямовані на оптимізацію продуктивності будівлі та зменшення несприятливого впливу на мешканців та навколишнє середовище. Головна мета полягає в комплексному мінімізації негативного впливу та максимізації позитивного впливу будівлі на її природне середовище та мешканців протягом усього її життєвого циклу, від початкового планування та проектування до будівництва, експлуатації та поточного обслуговування.

Цей підхід балансує міркування щодо витрат з екологічним управлінням, соціальними перевагами та добробутом людини. Він передбачає інтеграцію елементів природного середовища з передовими методами та технологіями для підвищення продуктивності будівлі протягом усього її терміну служби. U.S. Green Building Council (USGBC), заснована в 1993 році, є ключовою некомерційною організацією, присвяченою просуванню цієї цілісної філософії в проектуванні, будівництві та експлуатації будівель.

1.1.2 Інтегрований, цілісний підхід

Послідовний акцент на «інтегрованій системі» та «цілісному підході» підкреслює фундаментальну еволюцію в тому, як сприймається стале будівництво. Йдеться не просто про включення ізольованих екологічно чистих функцій, а про проектування стійкої системи, здатної витримувати майбутній дефіцит ресурсів, кліматичні впливи та економічні зміни. Наприклад, мандати від таких організацій, як General Services Administration (GSA), що вимагають, щоб нові будівлі та капітальні ремонти досягали енергоефективності щонайменше на 30 відсотків кращої, ніж стандарти ASHRAE 90.1, та прагнули до нульових експлуатаційних викидів до 2030 року, є не лише екологічними прагненнями. Ці директиви є стратегічними імперативами для забезпечення довгострокової експлуатаційної життєздатності та національної безпеки, відображаючи ширше розуміння того, що стале будівництво все більше є синонімом стійкого будівництва. Це передбачає переоцінку критеріїв інвестування, перехід від короткострокового аналізу витрат і вигод до довгострокового зниження ризиків та збереження вартості активів в умовах екологічної та економічної нестабільності.

Рамки сталого будівництва чітко включають соціальні, економічні та екологічні фактори. Це не просто теоретична конструкція, а практична операційна модель. Економічні переваги, такі як зниження витрат та вища вартість нерухомості, часто безпосередньо впливають з екологічної ефективності, такої як менше споживання енергії та води, а також із соціальних переваг, таких як здоровіші, продуктивніші мешканці. Наприклад, покращення якості повітря в приміщеннях, ключовий аспект сталого проектування, сприяє покращенню добробуту мешканців. Це, у свою чергу, може призвести до підвищення продуктивності та вищого рівня утримання орендарів, що безпосередньо впливає на економічний результат. Взаємозв'язок цих вимірів означає, що ігнорування одного аспекту неминуче компрометує інші. Тому особам, які приймають рішення, рекомендується прийняти багатовимірну структуру рентабельності інвестицій (ROI), яка враховує екологічні, соціальні та економічні прибутки, виходячи за рамки

ізолюваних оцінок та сприяючи інтегрованим проектним командам з цілісним розумінням цінності проекту.

1.1.3 Історичний контекст та еволюція

Концепція сталого будівництва набула значного поширення з появою «сталого розвитку» у 1980-х роках, що свідчить про зростаючу глобальну обізнаність про екологічні та ресурсні виклики. Це зростаюче розуміння призвело до відчутних досягнень у будівельних практиках. У 1990 році Сполучене Королівство представило перший у світі стандарт зеленого будівництва, що стало новаторським кроком у формалізації принципів сталого будівництва. За цим послідувало створення USGBC у 1993 році, що ще більше інституціоналізувало рух у Сполучених Штатах. Цей історичний прогрес підкреслює безперервну еволюцію, зумовлену зростаючою глобальною обізнаністю та поступовою інтеграцією сталих практик у основне будівництво та політику.

1.2. Ключові принципи та стовпи сталого будівництва

Стале будівництво ґрунтується на наборі взаємопов'язаних принципів, які всебічно розглядають взаємодію будівлі з її середовищем та мешканцями протягом усього її життєвого циклу.

1.2.1 Оптимізація потенціалу ділянки та захист екосистем

Основним принципом є ретельний вибір ділянки для мінімізації негативного впливу на місцеві екосистеми та біорізноманіття. Це включає уникнення чутливих екосистем, за вказівками місцевих громад та корінних народів, для захисту середовищ існування місцевої флори та фауни від таких порушень, як світлове, шумове та ґрунтове забруднення. Такі стратегії, як зелені дахи, біо-резервуари та дощові сади, можуть бути включені для збереження та покращення біорізноманіття на будівельному майданчику. Перед початком проекту, оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) є вирішальними для виявлення та пом'якшення

потенційних негативних впливів та забезпечення відповідності екологічним нормам та стандартам.

1.2.2 Енергоефективність та інтеграція відновлюваних джерел енергії

Мінімізація споживання невідновлюваної енергії є наріжним каменем сталого проектування. Це передбачає пріоритет енергоефективності як у процесі будівництва, так і в експлуатаційному проектуванні будівлі. Ключові стратегії включають використання чудової ізоляції, енергоефективних приладів та проектування з урахуванням місцевості, що використовує природні кліматичні умови. Стратегії пасивного проектування, такі як оптимізація природного освітлення та вентиляції, значно зменшують залежність від штучного освітлення та механічних систем кондиціонування повітря. Інтеграція відновлюваних джерел енергії, включаючи сонячні панелі та вітрові турбіни, також є життєво важливою для зменшення вуглецевого сліду будівлі. Наприклад, федеральні агентства США зобов'язані проектувати будівлі для досягнення енергоефективності щонайменше на 30 відсотків кращої, ніж стандарти ASHRAE 90.1, та прагнути до нульових експлуатаційних викидів для нового будівництва до 2030 року.

1.2.3 Збереження та управління водними ресурсами

Захист та збереження водних ресурсів є критичним принципом сталого будівництва. Це включає впровадження водозберігаючих сантехнічних приладів, ефективних приладів та надійних заходів виявлення та запобігання витокам. Стратегії поширюються на включення систем переробки та збору води, а також вибір ландшафтного дизайну, який вимагає мінімального зрошення. Практики контролю ерозії є важливими для запобігання забрудненню прилеглих водних джерел осадами та хімічними речовинами, підкреслюючи важливість комплексного управління водними ресурсами.

1.2.4 Зменшення відходів та принципи циркулярної економіки

Стале будівництво робить сильний акцент на мінімізації утворення відходів протягом усього життєвого циклу будівлі. Це досягається за допомогою таких стратегій, як повторне використання та переробка існуючих матеріалів, проектування структур, які можна перепрофілювати та адаптувати, а також уникнення небезпечних матеріалів та процесів. Впровадження комплексних планів управління відходами, встановлення конкретних цілей переробки для субпідрядників та використання збірних або модульних методів будівництва значно зменшує обсяг відходів, що надходять на сміттєзвалища. Головна мета полягає в переході до моделі циркулярної економіки, де матеріали використовуються якомога довше, мінімізуючи виснаження ресурсів та відходи.

1.2.5 Вибір та постачання сталих матеріалів

Вибір будівельних матеріалів є надзвичайно важливим у сталому будівництві. Це передбачає використання екологічно бажаних продуктів, таких як перероблена сталь, відновлена деревина, екологічно чистий бетон, бамбук, пробка та солома. Матеріали з низьким впливом є кращими, оскільки вони зменшують споживання енергії під час виробництва, використовують менше сировини та виділяють менше забруднюючих речовин, тим самим сприяючи здоровішій якості повітря в приміщеннях, обмежуючи леткі органічні сполуки. Місцеве постачання матеріалів додатково зменшує викиди від транспортування та підтримує регіональну економіку.

Окрім екологічного впливу, вибір сталих матеріалів має значний етичний вимір. Хоча вміст вторинної сировини важливий, відповідальне постачання поширюється на уникнення матеріалів, процеси видобутку яких спричиняють значну екологічну та соціальну шкоду, таку як руйнування середовища існування, надмірне використання води або утворення токсичних побічних продуктів, таких як «червоний шлам» від видобутку бокситів, що може завдати шкоди місцевій дикій природі та корінним народам. Сертифікати від таких організацій, як Лісова

опікунська рада (FSC) та Cradle to Cradle, допомагають дизайнерам та будівельникам перевіряти ланцюги поставок, забезпечуючи відповідальний збір матеріалів з дотриманням справедливих трудових практик та захистом корінних народів, включаючи їх доступ до існуючих ресурсів та культурних об'єктів та управління ними. Це означає, що матеріал не може бути справді «сталим», якщо його виробничий процес експлуатує громади або руйнує об'єкти культурної спадщини. Це розширює сферу вибору матеріалів за межі технічних специфікацій, охоплюючи прозорість ланцюга поставок та корпоративну соціальну відповідальність, вимагаючи ретельної перевірки в політиці закупівель та відносинах з постачальниками. Інновації, такі як конопляний бетон та клеєний брус (CLT), також з'являються як високоефективні, низьковуглецеві альтернативи, пропонуючи як ізоляційні, так і структурні переваги, одночасно поглинаючи вуглець.

1.2.6 Покращення якості внутрішнього середовища (IEQ)

Якість внутрішнього середовища (IEQ) є критично важливим компонентом сталого будівництва, що безпосередньо впливає на здоров'я, добробут та продуктивність мешканців. Вона охоплює кілька ключових факторів:

Якість повітря (IAQ): Хороша якість повітря в приміщеннях є важливою в кожному просторі. Це досягається за допомогою належної вентиляції, часто розробленої для відповідності або перевищення стандартів, таких як ASHRAE Standard 62.1, з рекомендаціями щодо 5 або більше змін повітря на годину (ACH) чистого повітря для зменшення забруднюючих речовин у повітрі. Високоефективні фільтри (наприклад, MERV 11-16) є вирішальними, а системи ОВК повинні бути введені в експлуатацію для перевірки проектної продуктивності. Захист компонентів вентиляції від забруднення під час будівництва також є життєво важливим. Природна вентиляція та ретельне розміщення повітрозабірників свіжого повітря подалі від джерел забруднення, таких як зони завантаження або витяжні вентилятори, є важливими міркуваннями.

Тепловий комфорт: Оптимізація температури в приміщенні, будь то за допомогою зовнішнього затінення, енергозберігаючих стель або променистих панелей, значно впливає на зосередженість, ефективність та загальну продуктивність мешканців будівлі.

Освітлення: Стратегічне проектування просторів для максимізації природного світла (денного освітлення) та використання стель з високим коефіцієнтом відбиття світла покращує IEQ, зменшує потребу в штучному освітленні та позитивно впливає на когнітивні функції та добробут мешканців.

Акустика: Ефективний контроль рівня шуму та покращення акустичної якості є важливими для комфорту, задоволеності та продуктивності мешканців у просторі.

Інші фактори IEQ: IEQ також включає такі міркування, як естетика, нагляд за питною водою, ергономіка та рівні електромагнітних частот. Крім того, своєчасне вирішення проблем з вологістю та пліснявою та впровадження заходів для тестування та зменшення накопичення радону є вирішальними для здорового внутрішнього середовища.

Різні принципи сталого будівництва, хоча й відрізняються, глибоко взаємозалежні, а інтегрований дизайн діє як мультиплікатор продуктивності. Це не просто підхід за контрольним списком, а синергетичний процес. Наприклад, стратегії пасивного проектування, такі як оптимальна орієнтація вікон для денного освітлення, безпосередньо зменшують споживання енергії для освітлення, опалення та охолодження, тим самим позитивно впливаючи як на енергоефективність, так і на IEQ. Аналогічно, вибір місцевих матеріалів з низьким впливом не тільки зменшує вбудований вуглець, але й мінімізує викиди від транспортування та підтримує місцеві економіки, пов'язуючи вибір матеріалів з ширшими екологічними та соціальними перевагами. Нездатність інтегрувати ці елементи може призвести до «розриву продуктивності», коли будівля не працює так, як було задумано. Тому справжнє стале будівництво вимагає спільного, багатодисциплінарного процесу проектування з самого початку проекту, руйнуючи традиційні бар'єри між архітекторами, інженерами, постачальниками матеріалів та будівельними бригадами для досягнення оптимальних, кумулятивних переваг.

1.3. Комплексні переваги сталого будівництва

Впровадження практик сталого будівництва приносить широкий спектр переваг, що охоплюють економічні, соціальні та екологічні аспекти, позиціонуючи його як стратегічну інвестицію для різних зацікавлених сторін.

1.3.1 Економічні переваги: Економія коштів, вартість нерухомості та ROI

Одним з основних рушіїв сталого будівництва є його значні економічні переваги.

Зниження експлуатаційних витрат: Сталі будівлі призводять до значного скорочення рахунків за комунальні послуги. Енергоефективні реконструкції, наприклад, можуть зменшити споживання енергії до 40%. Дослідження показують, що зелені будівлі можуть заощадити від 25% до 50% витрат на енергію, від 10% до 40% на споживання води та зменшити витрати на обслуговування приблизно на 12%. Примітно, що навіть 10% зменшення споживання енергії в комерційних будівлях може призвести до 1,5-кратного збільшення чистого операційного доходу (NOI).

Підвищення вартості нерухомості та ROI: Сталі будівлі часто мають вищу вартість нерухомості завдяки зниженню експлуатаційних витрат та зростаючому попиту з боку екологічно свідомих покупців та орендарів. Будівлі з сертифікацією LEED, наприклад, можуть мати премію в ціні продажу на 10-15%, а деякі дослідження припускають діапазон від 13,3% до 36,5% порівняно зі звичайними будівлями. Ці будівлі пропонують привабливі довгострокові прибутки, причому енергоефективні проекти демонструють терміни окупності всього 3-5 років.

Збільшення привабливості та утримання орендарів: Екологічно чисті функції підвищують привабливість нерухомості, залучаючи високоякісних орендарів, готових платити більше за енергоефективні, сталі середовища. Це призводить до підвищення орендних ставок на 5-10% та зниження рівня вакантності. Сталі офісні приміщення все частіше використовуються як інструмент найму, особливо для

робочої сили покоління "міленіалів" та "Gen Z", які надають перевагу таким середовищам.

Державні стимули: Різноманітні державні стимули, включаючи податкові пільги, субсидії на модернізацію та знижені ставки податку на нерухомість, додатково підвищують рентабельність інвестицій (ROI) для сталих оновлень. Закон про зниження інфляції, наприклад, передбачає значні податкові відрахування для підприємств та власників нерухомості, які інвестують у енергоефективні комерційні будівлі.

Економічні переваги (див. табл. 1.1), такі як зниження експлуатаційних витрат, вища вартість нерухомості та привабливість для орендарів, не є ізольованими, а глибоко взаємопов'язані з екологічними показниками та добробутом мешканців. Наприклад, енергоефективність (екологічна перевага) безпосередньо призводить до зниження рахунків за комунальні послуги (економічна перевага). Одночасно, покращена якість повітря в приміщеннях (соціальна/медична перевага) призводить до вищої задоволеності та продуктивності орендарів (соціальні/економічні переваги), що згодом призводить до зниження рівня вакантності та підвищення орендної плати (економічні переваги).

Таблиця 1.1 - Економічні переваги сталих будівель

Категорія	Конкретна перевага	Кількісний вплив
Експлуатаційні витрати	Зниження витрат на енергію	До 40% (реконструкції); 25-50% (зелені будівлі)
	Зниження споживання води	10-40%
	Зниження витрат на обслуговування	~12%
	Чистий операційний дохід (NOI)	Збільшення в 1,5 рази при 10% зниженні енергоспоживання
Вартість нерухомості	Премія до ціни продажу (LEED)	10-15%
	Премія до ціни продажу (зелені)	13.3-36.5%
Показники орендарів	Премія до орендної плати	5-10% (зелені об'єкти)
	Рівень вакантності	Нижчий
ROI	Термін окупності	3-5 років (енергоефективні проекти)
	Збільшення вартості перепродажу	До 20%

Це створює самопідсилюючий ефект, де інвестиції в сталість генерують кумулятивні прибутки за всіма трьома вимірами. Дані про збільшення NOI навіть для скромного зниження енергоспоживання рішуче підтверджують цю динаміку. Тому стале будівництво – це не просто центр витрат або тягар відповідності; це потужна стратегія створення цінності. Інвестори та забудовники повинні розглядати його як засіб зниження ризиків активів, підвищення конкурентоспроможності на ринку та забезпечення довгострокової прибутковості у світі, що все більше обмежений ресурсами та екологічно свідомий.

Хоча кількісні економічні переваги, такі як ROI та вартість нерухомості, є переконливими, стале будівництво також пропонує менш відчутні, але стратегічно значущі переваги, такі як «покращена репутація бренду» та здатність залучати «бажану робочу силу покоління міленіалів та Gen Z». Сильна репутація бренду може сприяти легшому фінансуванню, покращенню зв'язків з громадськістю та забезпеченню конкурентної переваги. Здатність залучати певні демографічні групи свідчить про аспект «захисту від майбутнього», оскільки ці покоління все більше надають перевагу сталості у своєму житті та робочому середовищі. Це означає довгострокову ринкову перевагу, яка виходить за рамки безпосередніх фінансових показників. Таким чином, ціннісна пропозиція сталого будівництва виходить за рамки прямих фінансових прибутків, включаючи такі стратегічні переваги, як залучення талантів, капітал бренду та стійкість ринку. Підприємства, які не приймають сталість, ризикують застаріти та втратити конкурентоспроможність у довгостроковій перспективі.

1.3.2 Соціальні та медичні впливи: Добробут мешканців та цінність для громади

Практики сталого будівництва значно сприяють соціальному добробуту та громадському здоров'ю.

Сталі будівлі спеціально розроблені з функціями, що сприяють здоровішому внутрішньому середовищу. Це включає збільшення природного освітлення, вищу

якість повітря та доступ до зелених зон, що все безпосередньо сприяє покращенню фізичного та психічного здоров'я мешканців.

Здоровіше та комфортніше робоче середовище, створене завдяки сталому дизайну, призводить до вищої продуктивності та задоволеності мешканців. Це, у свою чергу, може призвести до вищого рівня утримання орендарів та зниження витрат на плинність кадрів для власників нерухомості.

Сталі будівельні практики часто пріоритезують використання місцевих матеріалів та робочої сили. Цей підхід зміцнює місцеві економіки, створює робочі місця та мінімізує навантаження на місцеву комунальну інфраструктуру.

Інвестування в сталі будівлі підвищує репутацію компанії та публічно демонструє її прихильність сталому розвитку. Це приваблює екологічно свідомих споживачів та покращує імідж компанії.

1.3.3 Екологічне управління та збереження ресурсів

Екологічні переваги сталого будівництва є глибокими та далекосяжними.

Сталі будівлі значно зменшують викиди парникових газів та виснаження природних ресурсів. Лише в США будівлі відповідають за 39% загального споживання енергії, 68% загального споживання електроенергії, 30% відходів на сміттєзвалищах, 38% викидів вуглекислого газу та 12% загального споживання води. Сталі практики безпосередньо вирішують та пом'якшують ці значні впливи.

Споживаючи менше природних ресурсів, таких як вода та енергія, використовуючи відновлювані джерела енергії та екологічно чисті матеріали, сталі будівлі відіграють вирішальну роль у збереженні життєво важливих ресурсів.

Практики зеленого будівництва активно покращують та захищають біорізноманіття та екосистеми, покращують якість повітря та води та зменшують потоки відходів. Наприклад, зелені дахи сприяють управлінню дощовою водою, забезпечують ізоляцію будівель та допомагають охолоджувати міське повітря, демонструючи багатогранну екологічну перевагу.

1.4 Провідні системи сертифікації сталого будівництва

Системи сертифікації сталого будівництва надають стандартизовані рамки для оцінки, вимірювання та перевірки екологічних показників та загальної сталості будівель протягом усього їхнього життєвого циклу. Ці системи є інструментами для стимулювання сталих практик та сприяння трансформації ринку в будівельній галузі.

1.4.1 Огляд основних сертифікацій

Кілька відомих систем сертифікації керують та визнають зусилля зі сталого будівництва в усьому світі:

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design): Заснована в 1994 році USGBC, LEED є провідною програмою сертифікації зеленого будівництва в Північній Америці. Вона пропонує 21 окрему рамку, адаптовану до різних типів будівель, включаючи нове будівництво та існуючі споруди. Проекти отримують сертифікацію, виконуючи обов'язкові передумови та накопичуючи кредитні бали за такими категоріями, як сталі ділянки, ефективність використання води, енергія та атмосфера, матеріали та ресурси, а також якість внутрішнього середовища. LEED має чотири рівні сертифікації: Certified (40-49 балів), Silver (50-59 балів), Gold (60-79 балів) та Platinum (80+ балів). GSA, наприклад, вимагає, щоб нове будівництво та капітальні ремонти її об'єктів досягали мінімум сертифікації LEED Gold.

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method): Розроблена BRE Global у 1990 році, BREEAM є міжнародно акредитованою, науково обґрунтованою системою валідації та сертифікації, особливо помітною у Великобританії та Європі. Вона забезпечує цілісну оцінку сталості за широким спектром критеріїв, включаючи управління, воду, енергію, транспорт, здоров'я та добробут, ресурси, стійкість, землекористування та екологію, забруднення, матеріали, відходи та інновації. BREEAM пропонує п'ять рівнів сертифікації: Pass ($\geq 30\%$), Good ($\geq 45\%$), Very Good ($\geq 55\%$), Excellent ($\geq 70\%$) та Outstanding ($\geq 85\%$).

Система розроблена для уніфікації підходів до міркувань щодо екологічного, соціального та корпоративного управління (ESG), здоров'я та цілей Net Zero.

Passive House (Passivhaus): Цей суворий стандарт зосереджений на досягненні надзвичайно низького споживання енергії, з амбіцією створення будівель з нульовим споживанням енергії. Його досягнення ґрунтується на впровадженні п'яти основних принципів пасивного проектування: чудова теплоізоляція, енергоефективні вікна, рекуперація тепла вентиляції, чудова герметичність та усунення теплових мостів. Для існуючих будівель, що підлягають реконструкції, схема EnerPHit надає адаптовані цілі, визнаючи обмеження існуючих структур у відповідності повним вимогам Passivhaus.

Інші популярні системи:

WELL Building Standard: Ця система спеціально зосереджена на здоров'ї та добробуті людини в забудованому середовищі, оцінюючи проекти за такими концепціями, як Повітря, Вода, Харчування, Світло, Рух, Тепловий комфорт, Звук та Матеріали.

Living Building Challenge (LBC): Вважається одним з найамбітніших стандартів, LBC застосовує цілісний підхід, вимагаючи від проектів досягнення «чистих позитивних» впливів (наприклад, чиста позитивна вода та енергія) та вирішення імперативів, пов'язаних з місцем, водою, енергією, здоров'ям, матеріалами, справедливістю та красою.

National Green Building Standard (NGBS): В основному зосереджений на житлових будівлях, NGBS оцінює проекти за такими категоріями, як забудова ділянки, ефективність використання ресурсів, енергоефективність, ефективність використання води, якість внутрішнього середовища та експлуатація та обслуговування.

NABERS UK: Адапована з австралійської схеми NABERS, ця система вимірює та оцінює експлуатаційну енергоефективність існуючих будівель та встановлює цільові показники продуктивності для нових проектів, допомагаючи подолати «розрив у продуктивності» між проектним задумом та фактичним споживанням енергії.

1.4.2 Переваги сертифікації та відповідності

Системи сертифікації сталого будівництва пропонують численні переваги, які виходять за рамки простої відповідності:

- Стандартизація та бенчмаркінг: ці системи надають чіткі, вимірювані критерії, що дозволяє оцінювати проекти за встановленими еталонами, забезпечуючи послідовність та порівнянність у галузі.
- Визнання ринку та цінність: сертифікація служить перевіреним доказом прихильності компанії до сталості, підвищуючи ринкову вартість та репутацію проекту. Будівлі, сертифіковані як «зелені», часто мають вищі ціни продажу та орендні ставки порівняно зі звичайними об'єктами.
- Експлуатаційна ефективність: будівлі, що отримують сертифікацію, розроблені для оптимальної енерго- та водоефективності, що призводить до значного скорочення поточних експлуатаційних витрат.
- Зменшення впливу на навколишнє середовище: сертифіковані проекти спеціально розроблені для зменшення їхнього екологічного сліду та безпосередньо сприяють досягненню ширших цілей з нульовим викидом.
- Відповідність законодавчим та нормативним вимогам: прагнення до сертифікації часто узгоджується та допомагає досягти корпоративних законодавчих та нормативних вимог, забезпечуючи відповідність постійно змінюваним зобов'язанням щодо сталості.
- Стимулювання покращення галузі: ці системи встановлюють амбітні стандарти, демонструють ринковий попит на сталість та активно сприяють підвищенню амбіцій державних будівельних норм, ініціатив з навчання робочої сили та корпоративних стратегій у галузі.

Системи сертифікації були розроблені ще до широкого поширення державних мандатів на стале будівництво, причому стандарт Великобританії з'явився в 1990 році, а USGBC — у 1993 році. Ця історична послідовність вказує на те, що ці приватні, добровільні системи діяли як ранні інноватори та рушії ринку. Як зазначено, вони «встановлюють стандарти та демонструють попит на сталість, що

також може допомогти підвищити амбіції державних будівельних норм та регулювання, навчання робочої сили та корпоративних стратегій». Це свідчить про потужний зворотний зв'язок, де ринкові сертифікації впливають та прискорюють державну політику та загальногалузеве впровадження, а не просто реагують на них. Мандат GSA щодо сертифікації LEED Gold є прямим прикладом того, як державна установа приймає приватний стандарт для досягнення своїх цілей сталого розвитку. Ця динаміка ілюструє, що системи сертифікації є не просто інструментами відповідності; вони є потужними двигунами інновацій та адвокації політики. Їхня безперервна еволюція, така як майбутня LEED v5, ймовірно, продовжуватиме розширювати межі того, що вважається «сталим», сприяючи конкурентному прагненню до досконалості в забудованому середовищі.

Існування кількох систем сертифікації (див. Табл. 1.2), включаючи LEED, BREEAM, Passive House, WELL, LBC, NGBS та NABERS, свідчить не про фрагментацію, а скоріше про зростаючу складність та спеціалізацію в галузі сталого розвитку. Хоча LEED та BREEAM пропонують широкі, цілісні оцінки, Passive House інтенсивно зосереджується на енергоефективності, а WELL спеціально націлений на здоров'я та добробут людини. Living Building Challenge, прагнучи до «чистих позитивних» впливів, сигналізує про перехід від простого зменшення негативних впливів до активного створення позитивних. Ця еволюція демонструє, що визначення «сталості» розширюється, охоплюючи більш тонкі аспекти, від чистої екологічної ефективності до людино-центричного дизайну та регенеративних принципів. Глибоке розуміння сильних сторін та сфер фокусування кожної системи є вирішальним для максимізації переваг та досягнення стратегічних цілей. Це також передбачає майбутнє, де гібридні сертифікації або інтегровані підходи можуть стати більш поширеними для охоплення повного спектру сталості.

Таблиця 1.2 - Порівняння провідних систем сертифікації сталого будівництва

Система сертифікації	Рік заснування/Походження	Основний фокус/Ключові принципи	Оцінювані категорії (Приклади)	Рівні сертифікації/Рейтинги	Географічне охоплення/Популярність
LEED	1994, USGBC (США)	Цілісний підхід до проектування, будівництва, експлуатації зелених будівель	Сталі ділянки, Ефективність використання води, Енергія та атмосфера, Матеріали та ресурси, IEQ	Certified, Silver, Gold, Platinum (на основі балів)	Північна та Південна Америка, Міжнародний
BREEAM	1990, BRE Global (Великобританія)	Комплексна оцінка екологічної, соціальної, економічної сталості	Управління, Вода, Енергія, Здоров'я та добробут, Матеріали, Відходи, Забруднення, Інновації	Pass, Good, Very Good, Excellent, Outstanding (на основі відсотків)	Великобританія, Європа, Міжнародний
Passive House	Початок 1990-х, Німеччина/Швейцарія	Надзвичайно низьке споживання енергії, будівлі з нульовим споживанням енергії	Теплоізоляція, Енергоефективні вікна, Рекуперація тепла вентиляції, Герметичність, Теплові мости	Certified (встановлені цілі)	Глобальний, особливо Європа
WELL Building Standard	2014, IWBI (США)	Здоров'я та добробут людини в будівлях	Повітря, Вода, Харчування, Світло, Рух, Тепловий комфорт, Звук, Матеріали	Bronze, Silver, Gold, Platinum (на основі балів)	Глобальний
Living Building Challenge (LBC)	2006, ILFI (США)	Регенеративний дизайн, чисті позитивні впливи	Місце, Вода, Енергія, Здоров'я, Матеріали, Справедливість, Краса (на основі імперативів)	Core, Petal, Living (на основі імперативів)	Глобальний
NABERS UK	Адаптована з Австралії, Великобританія	Експлуатаційна енергоефективність та продуктивність	Дані про експлуатаційну енергію, Проектування для продуктивності	Зіркові рейтинги (1-6 зірок)	Великобританія

1.5 Виклики та майбутні тенденції у сталому будівництві

Незважаючи на значний прогрес та зростаючий попит, сектор сталого будівництва стикається з кількома перешкодами. Однак ці виклики одночасно

стимулюють інновації та формують майбутню траєкторію галузі, причому технології відіграють трансформаційну роль.

1.5.1 Подолання цінових бар'єрів та опору галузі

Сталі матеріали, передові технології, такі як сонячні панелі та інтелектуальні системи ОВК, а також процеси отримання зелених сертифікатів часто мають вищі початкові витрати порівняно з традиційними альтернативами. Цей початковий «ціновий шок» може відлякувати зацікавлених сторін, орієнтованих на короткострокові бюджети, навіть якщо очевидна довгострокова економія.

Хоча державні стимули, такі як податкові пільги та субсидії на модернізацію, існують у деяких регіонах, їх непослідовне впровадження створює невизначеність для багатьох будівельників щодо доступної фінансової підтримки.

Спостерігається помітний опір змінам з боку фахівців, які побудували кар'єру на традиційних методах будівництва. Крім того, відсутність доступного навчання сталих методів сприяє значному розриву в знаннях у галузі.

1.5.2 Роль технологій та інновацій

Технології є центральними для подолання поточних викликів та керування майбутнім сталого розвитку в АІБ галузі.

Будівельне інформаційне моделювання (BIM) дозволяє проектним командам оптимізувати проекти, зменшувати відходи та забезпечувати ефективне використання ресурсів протягом усього життєвого циклу будівлі. Аналогічно, технологія цифрових двійників надає інформацію в реальному часі про продуктивність будівлі, дозволяючи прогнозувати технічне обслуговування та більш сталі операції.

Зростання розумних міст, що інтегрують пристрої Інтернету речей (IoT) та штучний інтелект (ШІ), оптимізуватиме використання енергії, покращуватиме управління відходами та підвищуватиме загальну сталість міст. Системи на основі ШІ та датчики IoT сприяють моніторингу споживання енергії та використання

ресурсів у реальному часі, дозволяючи приймати рішення на основі даних для постійного вдосконалення.

Нові тенденції включають зростаюче впровадження зелених будівельних матеріалів, таких як перероблені заповнювачі, низьковуглецевий бетон та біоматеріали. Автоматизація та збірне будівництво революціонізують будівництво, мінімізуючи відходи матеріалів та зменшуючи енергоємні роботи на місці, забезпечуючи більшу точність та ефективність.

Галузь все більше приймає принципи циркулярного будівництва, які зосереджені на якомога довшому використанні матеріалів, значному зменшенні відходів та проектуванні для легкості розбирання та повторного використання наприкінці терміну служби будівлі.

Багато поточних викликів, таких як прогалини у вимірюваннях та даних, неефективність ланцюга поставок та складність оптимізації проектів, безпосередньо вирішуються технологічними досягненнями. BIM та цифрові двійники надають інтегровані дані та інформацію в реальному часі, необхідні для подолання цих перешкод. Автоматизація та збірне будівництво безпосередньо вирішують проблеми відходів та енергоємності на місці. Це свідчить про те, що хоча політика та ринковий попит створюють волю до сталого будівництва, технології надають засоби для його досягнення в масштабі та з більшою ефективністю. Перехід до «рішень, заснованих на даних», є критично важливим для постійного вдосконалення та демонстрації відчутного впливу сталих практик. Тому інвестиції в цифрові інструменти та передові будівельні технології будуть вирішальними для фірм, які прагнуть лідирувати в секторі сталого будівництва. Компанії, які не зможуть прийняти ці технології, ризикують бути витісненими більш ефективними, орієнтованими на дані та екологічно відповідними конкурентами. Це також передбачає значну потребу в підвищенні кваліфікації робочої сили в цифрових компетенціях у всій галузі.

Таблиця 1.3 - Ключові виклики та технологічні рішення у сталому будівництві

Категорія викликів	Конкретний виклик	Відповідне технологічне рішення/тенденція	Вплив рішення
Економічні	Високі початкові витрати	Державні стимули (наприклад, Закон про зниження інфляції)	Зменшує фінансовий бар'єр, покращує ROI
Людські/Організаційні	Опір галузі змінам	Навчання та освіта робочої сили	Долає прогалини в знаннях, формує нові мислення
	Нестача кваліфікованих фахівців	Передові матеріали та методи будівництва (наприклад, збірне будівництво, біоматеріали)	Спрощує процеси, зменшує залежність від традиційних навичок
Регуляторні/Ланцюг поставок	Непослідовність регулювання	Гармонізація стандартів (наприклад, через сертифікації)	Надає чіткі вказівки, зменшує адміністративне навантаження
	Доступність матеріалів та збоїв в ланцюгах поставок	Розвиток місцевого ринку, регіональна інфраструктура поставок	Забезпечує надійний доступ, зменшує викиди від транспортування
Дані/Вимірювання	Прогалини у вимірюваннях та даних	Будівельне інформаційне моделювання (BIM)	Оптимізує дизайн, зменшує відходи, забезпечує ефективне використання ресурсів
	Відстеження впливу в реальному часі	Технологія цифрових двійників, датчики IoT, системи на основі ШІ	Надає інформацію в реальному часі, дозволяє прогнозувати технічне обслуговування, приймати рішення на основі даних
Операційні	Утворення відходів	Автоматизація та збірне будівництво, практики циркулярного будівництва	Мінімізує відходи матеріалів, сприяє повторному використанню/переробці
	Енергоємні роботи на місці	Автоматизація та збірне будівництво	Зменшує споживання енергії, підвищує точність

1.6 Висновок до розділу 1

Стале будівництво – це комплексна, багатогранна дисципліна, яка стала важливою для вирішення нагальних глобальних кліматичних викликів та забезпечення довгострокового процвітання. Вона представляє фундаментальний

зсув до інтегрованої системи, яка балансує екологічне управління з надійною економічною ефективністю та глибокими соціальними перевагами. Взаємозв'язок цих вимірів означає, що інвестиції в сталі практики приносять кумулятивні прибутки, перетворюючи будівлі з простих споруд на цінні, стійкі активи, які позитивно впливають як на планету, так і на її мешканців.

Еволюція сталого будівництва від нішевої концепції до стратегічного імперативу очевидна у зростаючому впровадженні суворих систем сертифікації, таких як LEED та BREEAM. Ці стандарти не тільки надають критичні еталони, але й діють як каталізатори трансформації ринку, стимулюючи інновації та впливаючи на державну політику. Хоча галузь стикається зі значними перешкодами, включаючи початкові цінові бар'єри, опір змінам та складність ланцюга поставок, ці виклики одночасно штовхають сектор до технологічно розвиненого майбутнього. Цифрові інструменти, такі як будівельне інформаційне моделювання (BIM), технологія цифрових двійників та інтелектуальні системи на основі ШІ, виявляються інструментами для оптимізації проєктів, підвищення експлуатаційної ефективності та прийняття рішень на основі даних, тим самим надаючи засоби для досягнення сталості в масштабі.

Зрештою, перехід до справді стійкого та сталого забудованого середовища вимагає узгоджених зусиль. Він вимагає постійних інновацій у матеріалах та методах будівництва, стратегічних інвестицій у цифрові технології та спільного підходу всіх зацікавлених сторін – від політиків та забудовників до дизайнерів, будівельників та мешканців. Приймаючи ці принципи та проактивно вирішуючи виклики, будівельна галузь може відігравати ключову роль у формуванні майбутнього, де будівлі не тільки задовольняють людські потреби, але й активно сприяють здоров'ю та добробуту громад та планети для майбутніх поколінь.

РОЗДІЛ 2

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

2.1 Дані про район і ділянку будівництва

2.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва

Тернопіль — місто у західній Україні, адміністративний, економічний, культурний та освітній центр Тернопільської області. Розташований на річці Серет, у центрі Подільської височини. Належить до історико-географічного регіону Галичина. Важливий залізничний та автомобільний вузол.

Основними галузями є харчова промисловість, легка промисловість (текстильна, швейна), машинобудування, а також виробництво будівельних матеріалів. Важливий регіональний центр торгівлі та послуг.

Місто має значну культурну спадщину та є важливим освітнім центром.

Тут функціонує низка університетів та коледжів, зокрема Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Відомий своїми архітектурними пам'ятками, серед яких Тернопільський замок, Собор Непорочного Зачаття Пресвятої Богородиці.

Вважається одним з "найзеленіших" міст України, завдяки наявності парків та Тернопільського ставу.

Ділянка будівництва рівна з легким ухилом на північ (до 0.5 м). зручний доступ до інфраструктури міста та дорожньої мережі.

2.1.2 Кліматичні умови

Основні кліматичні характеристики:

Температура повітря:

Середньорічна температура: близько $+7.2^{\circ}\text{C}$ (може коливатися від $+6.6^{\circ}\text{C}$ до $+7.3^{\circ}\text{C}$ в різних частинах області).

Січень (найхолодніший місяць): середня температура коливається від -4.4°C до -5°C . Абсолютний мінімум може сягати до -34°C .

Липень (найтепліший місяць): середня температура коливається від +18°C до +19°C. Абсолютний максимум може досягати +38°C (найвища температура у Тернополі спостерігалась 18 липня 2007 року), а для області навіть +42°C.

Середня річна амплітуда температури: 23-24°C, що свідчить про помірну континентальність клімату.

Опади:

Середньорічна кількість опадів: 520-600 мм, іноді до 700 мм.

Розподіл опадів: більша частина опадів випадає влітку.

Сніговий покрив: зазвичай тримається з другої половини грудня до початку березня.

Вітер:

Середньорічна швидкість вітру: найменші значення спостерігаються на заході та півдні (2.8-2.9 м/с), найбільші – на півночі та в центрі області (до 3.4 м/с).

Сезонні зміни: швидкість вітру, як правило, зростає з листопада по березень.

Інші характеристики:

Безморозний період: триває близько 160-165 днів, у південно-східній частині області – до 165-170 днів, а на решті території – 150-165 днів.

Загалом, клімат Тернополя сприятливий для сільськогосподарської діяльності, оскільки характеризується достатньою кількістю опадів та теплим літом. Зима відносно м'яка, хоча можливі значні похолодання.

2.2 Генеральний план

2.2.1 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки

Ділянка має прямокутну форму, оточену дорогою або проїзною частиною з трьох сторін (ліворуч, знизу та праворуч). Зверху ділянка, межує з іншою територією, позначеною зеленим прямокутником.

Розміри ділянки/будівлі:

Загальна ширина по фасаду становить 44,5м.

Загальна глибина ділянки/будівлі складається з двох частин: 32,5м (верхня частина) та 30,5м (нижня частина), що в сумі дає приблизно 63м.

Будівля:

Будівля має складну П-подібну форму, розташовану ближче до верхньої частини ділянки. Внутрішній двір або простір будівлі відкритий в напрямку нижньої частини плану.

Зовнішній простір:

Перед будівлею (внизу плану, у внутрішньому дворі) розташований великий мощений простір, що є парковкою та зоною завантаження/розвантаження.

Чітко видно відступи від меж ділянки до будівлі з усіх боків.

Озеленення

Для поліпшення території та створення приємнішої атмосфери заплановано озеленення. Це включатиме висадку дерев та кущів, таких як яблуні, груші, смородина та туї. Також буде облаштовано газони та квітники, додано вертикальне озеленення біля фасаду будівлі та створено зелену зону відпочинку.

2.2.2 Техніко-економічні показники по генплану

Тип будівлі: Багатофункціональна (комерція на нижніх поверхах, житло/готель на верхніх).

Габаритні розміри (зовнішні, орієнтовно): ~44.6 м (ширина) x ~63.2 м (довжина по ділянці).

Площа забудови (ПЗ): 1150 м².

Загальна площа (ЗП): 9500 м².

Будівельний об'єм (БО): 24000 м³.

Кількість надземних поверхів:

Висока частина: 9 поверхів.

Низька частина: 3 поверхи.

Кількість підземних поверхів: 1.

Висота поверхів:

1-й поверх: 3.9 м.

Типові поверхи: 3.0 м.

Підвал: 3.6 м.

Загальна висота будівлі: 31.5 м.

Щільність забудови (КЗ): 0.41 (або 41%).

Коефіцієнт інтенсивності забудови (КІЗ): 3.36.

2.3 Архітектурно-планувальні рішення

Будівля має складну, багатогранну форму, що нагадує прямокутник. Візуально розділена на дві основні частини різної висоти та функції, об'єднані спільною основою та нижнім поверхом. Форма будівлі створює внутрішній атриум, що забезпечує природне освітлення та вентиляцію для внутрішніх приміщень.

Одна частина будівлі є нижчою, 3 поверхи, з плоскою покрівлею. Вона формує половину у "П"-подібній формі.

Інша частина значно вища, 9-ть поверхів, з також плоскою покрівлею. Ця частина, є основною житловою будівлею.

Нижча частина: Має цегляне облицювання світло-коричневого/теракотового кольору. Вікна виглядають як стрічкові або горизонтально витягнуті, з чітким ритмом. Можна помітити елементи, що нагадують зубчатий або декоративний верхній край, для декоративної стилізації основного фасаду.

Вища частина (внутрішній двір): фасад, що виходить на внутрішній двір, має численні балкони з темними поручнями. Колір облицювання схожий на нижню частину.

Зовнішні фасади вищої частини: Також мають цегляне або облицювання подібного кольору. Вікна, що виходять назовні, здаються більш регулярними та менш відкритими.

Покрівля: Плоска, світлого кольору (світло-сіра мембрана), що сприяє енергоефективності. На покрівлі вищої частини розміщено технічні надбудови та вентиляційні шахти, виконані в тому ж теракотовому оформленні.

Планувальні аспекти:

Вхідна група: розташована у нижній частині з доступом з внутрішнього двору.

Функціональне зонування: Нижча частина містить громадські зони та комерційні приміщення. Вища частина, є житловою.

Освітлення та вентиляція: Внутрішній двір дозволяє максимально використовувати природне освітлення та забезпечувати природну вентиляцію для приміщень, що виходять на нього.

Ландшафтний дизайн: внутрішній двір надає чудові можливості для створення зеленої зони, місць для відпочинку або проїзду.

Будівля справляє враження сучасної архітектури, що поєднує функціональність з естетикою, використовуючи традиційні матеріали (цегла) у сучасному контексті. Вона спроектована з урахуванням потреб мешканців, забезпечуючи комфорт та доступ до зовнішнього простору через балкони та внутрішній двір.

2.4 Конструктивні рішення

Конструктивні рішення детально розглянуті в Розділі 3.

Основними конструктивними рішеннями є монолітні з/б покриття, цегляні стіни, стрічковий фундамент.

2.5 Опорядження будинку

Зовнішнє опорядження.

Архітектурний вигляд будівлі поєднує сучасні візуальні тенденції з високими стандартами довговічності та енергоефективності.

Фасад має комбіноване оздоблення:

Основні площини виконані з декоративної цегли.

Вертикальні вставки в графітово-темному відтінку візуально підкреслюють висоту будівлі.

Цокольна частина оброблена декоративною штукатуркою з мінеральною крихтою контрастного темно-сірого кольору, що захищає від пошкоджень, вологи та бруду.

Парапети виконані зі скла та алюмінієвого профілю, що додає фасаду легкості та прозорості.

Деякі балкони доповнені вертикальними металевими декоративними ламелями.

Усі вікна в будівлі — панорамні, з енергозберігаючими трикамерними склопакетами та дзеркальним напиленням. Це забезпечує: захист від ультрафіолету; зменшення тепловтрат (коефіцієнт теплопровідності — 1,1 Вт/(м²·К)); додаткову шумоізоляцію (38 дБ).

Вхідні двері до квартир — металеві протиударні, з MDF-накладками та звукоізоляційним наповнювачем. Балконні двері також панорамні, з трикамерним енергозберігаючим склопакетом. Вони відчиняються всередину, мають металопластикові рами білого кольору та вбудовані мікропровітрювачі.

Внутрішнє опорядження.

Внутрішні приміщення будівлі оформлені з урахуванням функціонального зонування, санітарно-гігієнічних норм та сучасних дизайнерських рішень.

Місця загального користування

У вестибюлі, коридорах та на сходових клітках стіни покриті декоративною штукатуркою з мікротекстурою, яка відрізняється високою зносостійкістю. Кольорова гама представлена світлими нейтральними відтінками (теплий сірий, кремовий), що візуально розширюють простір та не втомлюють зір. На підлозі використана зносостійка керамогранітна плитка з антиковзким покриттям.

Квартири

У квартирах стіни виконані з газоблоків, поштукатурених цементно-пісчаною сумішшю та пофарбованих водоемульсійною фарбою пастельних відтінків (бежевий, світло-пісочний,). На підлозі укладений ламінат 32 класу стирання (натуральний дуб або венге) з додатковим шумопоглинаючим шаром.

Стелі в житлових кімнатах оздоблені гіпсовою шпаклівкою з фарбуванням водоемульсійною фарбою, а в санвузлах та кухнях – натяжні стелі з ПВХ-плівки для забезпечення вологозахисту.

Санвузли повністю облицьовані керамічною плиткою світлих матових тонів з вертикальними декоративними вставками. Підлога у санвузлах також викладена плиткою з рельєфною поверхнею.

Ліфти

Ліфтові кабіни оздоблені ламінованими панелями, що імітують металевий сірий колір або дерево. На підлозі – гумове антиковзке покриття. Дзеркала в ліфтах мають антивандальний захист. Освітлення забезпечують світлодіодні вбудовані світильники з датчиками руху.

2.6 Енергоефективність

Проект житлової будівлі розроблено з урахуванням усіх сучасних вимог щодо енергозбереження та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів. Усі рішення, що були прийняті, відповідають положенням Державних будівельних норм ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

Особлива увага приділена забезпеченню мінімального опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, що відповідає кліматичним умовам м. Тернопіль, яке належить до I температурної зони. Це гарантує оптимальну теплоізоляцію та комфорт у приміщеннях протягом усього року.

Огороджувальні конструкції

Зовнішні стіни виконані з керамічної пустотілої цегли товщиною 510 мм з пінополістирольним негорючим утеплювачем товщиною 150 мм (за результатами розрахунку) та декоративною цеглою.

Покрівля (тераса)

Ефективна плоска покрівля по залізобетонній плиті передбачає багатошарову конструкцію, де кожен шар виконує свою функцію для забезпечення теплоізоляції, гідроізоляції та довговічності. Розглянемо такий "пиріг" покрівлі, який часто

використовується в сучасних будівлях, особливо в умовах нашого клімату (Тернопіль, перша температурна зона):

Несуча конструкція – залізобетонна монолітна плита.

Пароізоляція – спеціалізована пароізоляційна плівка (наприклад, поліетиленова армована) товщиною не менше 200мкм.

Забезпечення нормативного термічного опору забезпечується екструдованим пінополістиролом (XPS). Точний розрахунок товщини виконується.

Обов'язкове формування ухилу від 1.5% до 3.0% для відведення води. Виконується клиновидними плитами утеплювача.

Гідроізоляція: полімерні мембрани ТПО-мембрана товщиною від 1.2мм до 1.5мм (ПВХ/ТПО) або від 1.14мм (ЕПДМ).

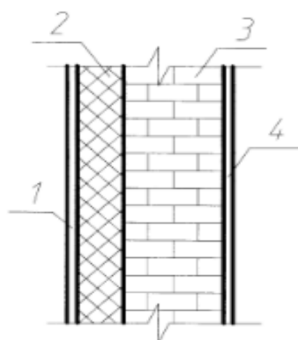
Водовідведення: внутрішні водостічні воронки з обігрівом (для запобігання обмерзанню взимку).

У будинку будуть встановлені панорамні металопластикові вікна з трикамерними енергозберігаючими склопакетами, які заповнені аргоном. Ці вікна мають гарну теплоізоляцію ($R \approx 0.75 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$), що відповідає всім вимогам для житлових будинків.

Перекриття між поверхами виконані з 200 мм монолітної залізобетонної плити, з влаштуванням шумоізоляції з екструдованого пінопласту.

2.6.1. Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій

Будівництво ведеться в Тернополі, перша температурна зона. Зовнішні стіни — керамічна цегла із зовнішнім утеплювачем. Несучі стіни мають товщину 510 мм (конструктивно, згідно з міцністю). Розрахункова схема — Рисунок 2.1. Нормальний вологісний режим приміщення: +20°C.



1 – це декоративна цегла; 2 - утеплювач; 3 – цегла керамічна пустотіла М200; 4 – внутрішня штукатурка.

Рисунок 2.1 – Розрахункова схема зовнішньої стіни

Теплотехнічний розрахунок виконується згідно норм.

Загальний опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції визначається за формулою:

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{п}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \quad (2.1)$$

де $\alpha_{\text{в}}$, $\alpha_{\text{з}}$ - коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь конструкції;

R_i - термічний опір і-го шару конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$;

$\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{п}}}$ - сума термічних опорів конструктивних шарів конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$;

δ_i - товщина і-го шару, м;

$\lambda_{i\text{п}}$ - коефіцієнт теплопровідності і-го шару конструкції, $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$.

Таблиця 2.1 – теплотехнічні властивості матеріалів та товщина

№	Назва шару	Густина $\rho_0, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Товщина $\Delta, \text{м}$	Теплопровід-ність $\lambda_{i\text{п}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$
1	Декоративна цегла	1300	0,025	0,81
2	Плити пінополістирольні	10	х	0,033
3	Цегла керамічна пустотіла М200	1400	0,51	0,63
4	Вап'яно-піщана штукатурка	1600	0,02	0,81

Формула опору теплопередачі конструкції:

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1\text{p}}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2\text{p}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3\text{p}}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4\text{p}}} + \frac{1}{\alpha_3}, \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \quad (2.2)$$

Приймаючи $R_{\text{заг}}=R_{(q,\text{min})}$, визначаємо товщину утеплювача

$$\delta_3 = \left(R_{\text{заг}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1\text{p}}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2\text{p}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3\text{p}}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4\text{p}}} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \times \lambda_{3\text{p}}, \quad (2.3)$$

де $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні;

$\alpha_3 = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни.

Підставивши значення у формулу 2.3 матимемо:

$$\delta_3 = \left(4 - \frac{1}{8,7} + \frac{0,025}{0,81} + \frac{0,51}{0,63} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{23} \right) \times 0,033 = 0,121 \text{ м.}$$

Товщина утеплювача – 150мм.

Опір теплопередачі становить:

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,63} + \frac{0,15}{0,033} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,12 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Умова $R_{\text{заг}} > R_{q,\text{min}}$ виконується.

Товщина утеплювача прийнята правильно.

2.7 Інженерні мережі і обладнання

Теплопостачання та опалення

Система теплопостачання відповідає за комфортну температуру всередині квартир, особливо в холодну пору року.

Деякі сучасні житлові комплекси мають власні котельні, що забезпечує більшу автономність, гнучкість у регулюванні та потенційно нижчі тарифи. Використано саме таку систему опалення

Вертикальна система трубопроводів, по яких теплоносій доставляється від джерела до приміщень. Вони можуть бути наземними або підземними, з різним ступенем ізоляції для мінімізації втрат тепла.

Радіатори найпоширеніші – сталеві. Системи "тепла підлога", водяні або електричні. Забезпечують рівномірний розподіл тепла по всій площі приміщення.

Терморегулятори встановлюються на радіаторах і дозволяють мешканцям регулювати температуру в окремих кімнатах, підвищуючи комфорт і економію.

Водопостачання.

Джерело води – міська централізована мережа водопостачання. Точка, де міська мережа підключається до внутрішньо-будинкової системи знаходяться в підвальному приміщення. Тут встановлюється загально-будинковий лічильник води.

Для висотних будинків тиск у міській мережі може бути недостатнім для подачі води на верхні поверхи. Насосні станції забезпечують необхідний тиск.

Внутрішньо-будинкова мережа водопостачання:

Стояки холодної (ХВП) – вертикальні трубопроводи, що проходять через всі поверхи діаметром 50мм. Від стояків до санітарних приладів у квартирах проведено трубопроводи діаметром 30мм.

У квартирах встановлюються електричні водонагрівачі (бойлери).

Системи очищення води:

Фільтри грубої очистки встановлюються на вході в будинок і/або в квартирі для видалення великих механічних домішок.

Фільтри тонкої очистки, пом'якшувачі води, системи зворотного осмосу можуть встановлюватися індивідуально в квартирах для підвищення якості питної води.

Обов'язкові індивідуальні лічильники холодної в кожній квартирі для обліку споживання та розрахунків.

Водовідведення

Каналізаційні стояки виконані у вигляді вертикальних ПВХ труби діаметром 200мм, що збирають стічні води з усіх поверхів. Обов'язково мають бути обладнані вентиляційними витяжками для запобігання поширенню запахів.

Горизонтальні відводи від санітарних приладів (унітазів, раковин, ванн) до стояків виконані з ПВХ труб діаметром 160мм.

Дворова каналізаційна мережа що відводить стічні води від будівлі до централізованої міської каналізаційної мережі виконана з ПВХ труб діаметром 400мм.

Дошова каналізація – окрема система для збору та відведення атмосферних опадів (дошової та талої води) з дахів та прилеглої території. Вона запобігає підтопленню підвалів і прибудинкової території та виконана з бетонних труб діаметром 500мм.

Електропостачання

Електрика – це основа функціонування всіх сучасних систем життєзабезпечення та комфорту.

Основні принципи та компоненти:

Зовнішні електричні мережі. Міські лінії електропередач, що підводяться до трансформаторної підстанції (ТП) та розподільчого пункту (РП) будинку що знаходиться в підвальному приміщенні.

Трансформаторна підстанція (ТП). Знижує високу напругу зовнішньої мережі до робочої напруги (0,4 кВ), яка використовується в будинку.

Головний розподільний щит (ГРЩ) розташовується у підвалі. Він приймає електроенергію від ТП і розподіляє її по всьому будинку: на ліфти, насосні станції, системи освітлення загальних зон, протипожежну сигналізацію, а також до поверхових розподільних щитів.

Поверхові розподільні щити (ПРЩ) розташовуються на кожному поверсі або через кілька поверхів. Від них електроенергія подається до квартирних електричних щитків.

Системи освітлення:

Загальне освітлення: в квартирах, під'їздах, коридорах, на сходових клітках.

Аварійне освітлення: автономне освітлення на шляхах евакуації, яке вмикається при зникненні основного електроживлення.

Резервне електропостачання: для критично важливих систем будинку (ліфти, насоси пожежогасіння, димовидалення, системи сигналізації) у разі відключення основного електропостачання буде використано дизель-генератори та акумуляторні батареї (ДБЖ), які будуть встановлені в спеціально обладнаних та захищених кімнатах в підвалі будівлі.

Всі ці інженерні системи повинні бути не лише якісно спроектовані та змонтовані, а й регулярно обслуговуватися для забезпечення безперебійної та безпечної експлуатації будинку.

2.8 Доступність для маломобільних груп населення

Доступність для маломобільних груп населення (МГН) у житлових багатоповерхових будівлях ґрунтується на принципах Універсального дизайну та національних будівельних нормах (зокрема, ДБН В.2.2-40:2018 "Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення"). Ці принципи спрямовані на створення середовища, яке є зручним і безпечним для всіх, незалежно від їхніх фізичних можливостей, віку, стану здоров'я тощо.

Основні принципи та вимоги до доступності житлових багатоповерхових будівель для МГН: забезпечення безбар'єрного доступу; гнучкість використання; простота й інтуїтивність використання; доступно викладена інформація; Ефективна орієнтація

. Кожен елемент будівлі, починаючи від прилеглої території та входу, до всіх приміщень і послуг, має бути доступним для МГН. Це означає відсутність перешкод, таких як пороги, вузькі проходи, невідповідні ухили тощо.

Універсальне використання, дизайн має бути корисним та придатним для використання людьми з різними можливостями. Будівля має бути адаптована до широкого діапазону індивідуальних уподобань і можливостей. Це означає, що

приміщення та обладнання повинні бути гнучкими у використанні, наприклад, регульовані столи, сантехніка тощо.

Дизайн має бути простим для розуміння, незалежно від досвіду, знань, мовних навичок або рівня концентрації користувача. Наприклад, чіткі вказівники, прості у використанні дверні ручки, ліфти з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом.

Інформація про об'єкт та послуги має бути представлена у різних форматах (візуальному, звуковому, тактильному), щоб бути доступною для людей з різними сенсорними порушеннями. Наприклад, наявність табличок зі шрифтом Брайля, візуальних та звукових сповіщень.

Люди повинні мати можливість вільно орієнтуватися на об'єкті та прилеглий до нього території як у світлий, так і в темний час доби.

Дизайн мінімізує небезпеки та небажані наслідки випадкових або ненавмисних дій. Це може включати, наприклад, використання нековзких поверхонь, захисних елементів на гострих кутах.

Дизайн має дозволяти ефективне та комфортне використання з мінімальною втомою. Наприклад, автоматичні двері, ліфти, зручні пандуси.

Забезпечення достатнього простору для маневрування, використання допоміжних засобів (інвалідних візків, милиць) та комфортного розміщення.

Конкретні вимоги та елементи доступності в багатоповерхових житлових будинках (згідно ДБН В.2.2-40:2018):

Вхідні групи:

Пандуси: Обов'язкове облаштування пандусів з відповідним ухилом (не більше 8% для зовнішніх, 1:20 (5%) для пішохідних шляхів на ділянці) та двосторонніми поручнями на двох рівнях (0,7 м та 0,9 м). Поверхня пандуса повинна бути шорсткою, неслизькою та контрастною.

Двері: Ширина вхідних дверей у просвіті має бути не менше 1,2 м. Двері повинні бути без порогів. Якщо пороги є, їх висота не повинна перевищувати 0,02 м, і вони повинні бути контрастно виділені, з можливістю влаштування скосів/пандусів.

Вхідні майданчики та тамбури: Поверхні повинні бути шорсткими, нековзкими при намоканні, мати поперечний ухил 1-2%.

Шляхи руху (коридори, галереї):

Ширина: Для руху в одному напрямку - не менше 1,5 м; при зустрічному русі - 1,8 м.

Проходи в приміщеннях з обладнанням: Не менше 1,2 м.

Відсутність перешкод: На шляхах руху не повинно бути фізичних перепон, таких як клумби, антипаркувальні елементи. Наявність тактильних смуг перед та після сходових маршів.

Ліфти:

Повинні бути доступними для інвалідних візків, мати відповідні розміри кабіни, кнопки управління на доступній висоті (в тому числі зі шрифтом Брайля) та звукові оголошення поверхів.

Сходи:

Уздовж обох боків усіх сходів повинні бути встановлені огорожі з подвійними поручнями (висота 0,7 м та 0,9 м).

Рекомендовано встановлювати інформаційні таблички про номер поверху шрифтом Брайля на поручнях.

Житлові приміщення (квартири):

Дверні прорізи: Достатня ширина для проїзду інвалідного візка (мінімум 0,9 м).

Санітарні вузли: Розширені, з можливістю розвороту інвалідного візка, обладнані поручнями, спеціальними раковинами та унітазами.

Кухні: Робочі поверхні та обладнання мають бути доступними (можливість під'їзду на візку).

Балкони та лоджії: Ширина не менше 1,5 м.

Інформаційне забезпечення:

- Чіткі, контрастні вказівники та навігація.
- Використання тактильних елементів та рельєфних зображень.

- Своєчасне розпізнавання зон ризику та попередження про потенційну небезпеку.

Безпека:

- Можливість уникнення травм, поранень, надмірної втоми.
- Уникнення місць перехрещення шляхів руху, які погано сприймаються.
- Забезпечення евакуаційних шляхів, доступних для МГН, з необхідним маркуванням та обладнанням.
- Відсутність ворсових килимів з високим ворсом (більше 0,013 м) у доступних для МГН приміщеннях.

Важливо розуміти, що ці принципи реалізуються через концепцію Універсального дизайну, яка передбачає проектування середовища таким чином, щоб воно було максимально зручним для всіх людей, без необхідності адаптації або спеціалізованого дизайну. Це не просто "додавання" пандусів, а комплексний підхід до проектування, який враховує потреби різноманітних користувачів на всіх етапах.

2.9 Висновки за розділом 2

Для створення комфортного та енергоефективного будинку були ретельно вивчені та враховані такі фактори:

Територія будівництва знаходиться в першій температурній зоні з помірно-континентальним кліматом. Це означає, що для забезпечення належного теплового комфорту та енергоефективності було передбачено посилений теплоізоляційний захист зовнішніх стін та інших огорожувальних конструкцій.

Орієнтація будинку та розташування віконних прорізів були визначені з урахуванням оптимального використання природного світла та сонячної енергії. Це дозволить максимізувати денне освітлення приміщень та зменшити потребу в штучному освітленні.

При проектуванні будинку та прилеглої території були враховані принципи універсального дизайну. Це забезпечить комфортне проживання для всіх

мешканців, включаючи людей з обмеженими фізичними можливостями, завдяки доступним входам, пандусам та зручному пересуванню по території.

Проект передбачає високий рівень енергоефективності. Був проведений детальний теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін, що обґрунтував вибір конкретних конструкцій та матеріалів. Ці рішення відповідають державним будівельним нормам (ДБН) з енергозбереження та спрямовані на зниження тепловтрат, раціональне використання енергоресурсів та забезпечення сучасного рівня комфорту в будинку.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

3.1 Розрахунок монолітної залізобетонної плити перекриття

3.1.1 Вихідні дані:

Призначення будівлі: Житловий будинок

Тип перекриття: Монолітна залізобетонна плита

Проліт плити (L): 6.0 м

Матеріал бетону: Клас бетону C20/25 (B25 за старим ДСТУ)

$R_{b,n} = 14.5$ МПа (нормативний опір бетону стиску)

$R_b = 14.5$ МПа (розрахунковий опір бетону стиску)

$R_{bt,n} = 1.05$ МПа (нормативний опір бетону розтягу)

$R_{bt} = 0.90$ МПа (розрахунковий опір бетону розтягу)

$E_b = 2.8 \times 10^4$ МПа (модуль пружності бетону)

Матеріал арматури: Клас арматури A500C

$R_{s,n} = 500$ МПа (нормативний опір арматури)

$R_s = 435$ МПа (розрахунковий опір арматури)

$E_s = 2.0 \times 10^5$ МПа (модуль пружності арматури)

Умови опирання: шарнірне опирання (для спрощення, хоча в реальності часто є часткове защемлення)

3.1.2 Нормативні навантаження (ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи"):

Власна вага плити: Буде визначена в процесі розрахунку

Підлога (стяжка + покриття): Приймаємо 1.5 кН/м^2 (для типової стяжки 50-70 мм та покриття)

Перегородки: Приймаємо 1.0 кН/м^2 (для типових легких перегородок з ГКЛ або газобетону)

Тимчасове експлуатаційне навантаження (житлові приміщення): 2.0 кН/м^2

3.1.3 Визначення товщини плити (попередньо):

Для плит перекриття житлових будинків, що вільно опираються, орієнтовна товщина (h) може бути прийнята: $h \approx (1/30-1/35) \times L$

$$h_{\min} = 6000 \text{ мм} / 35 \approx 171 \text{ мм}; h_{\max} = 6000 \text{ мм} / 30 \approx 200 \text{ мм}$$

Приймаємо попередню товщину плити $h = 200 \text{ мм}$.

3.1.4 Збір навантажень:

Коефіцієнти надійності за навантаженням (γ_f):

Для постійних навантажень (власна вага, підлога, перегородки): 1.2

Для тимчасових навантажень: 1.3

Постійні нормативні навантаження (g_n):

Власна вага плити: $0.20 \text{ м} \times 25 \text{ кН/м}^3 = 5.0 \text{ кН/м}^2$

Підлога: 1.5 кН/м^2

Перегородки: 1.0 кН/м^2

Сумарне постійне нормативне навантаження: $g_n = 5.0 + 1.5 + 1.0 = 7.5 \text{ кН/м}^2$

Тимчасове нормативне навантаження (q_n):

Експлуатаційне: 2.0 кН/м^2

Розрахункові навантаження (g, q, p):

Постійне розрахункове навантаження: $g = g_n \times \gamma_f = 7.5 \text{ кН/м}^2 \times 1.2 = 9.0 \text{ кН/м}^2$

Тимчасове розрахункове навантаження: $q = q_n \times \gamma_f = 2.0 \text{ кН/м}^2 \times 1.3 = 2.6 \text{ кН/м}^2$

Сумарне розрахункове навантаження: $p = g + q = 9.0 + 2.6 = 11.6 \text{ кН/м}^2$

3.1.5 Визначення розрахункових зусиль (згинальний момент)

Для однопрогінної балки (або смуги плити шириною 1м) при рівномірно розподіленому навантаженні та шарнірному опиранні максимальний згинальний момент (M) визначається за формулою:

$$M = (p \times L^2) / 8$$

Де: p - розрахункове сумарне навантаження на 1 м ширини плити ($11.6 \text{ кН/м}^2 \times 1 \text{ м} = 11.6 \text{ кН/м}$); L - розрахунковий проліт (6.0 м).

$$M = (11.6 \text{ кН/м} \times (6.0 \text{ м})^2) / 8 = (11.6 \times 36) / 8 = 417.6 / 8 = 52.2 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

3.1.6 Розрахунок робочої арматури (за першою граничною групою станів - міцність)

Плиту розраховуємо як балку прямокутного перерізу шириною $b = 1 \text{ м} = 1000 \text{ мм}$. Розрахункова висота перерізу: $h_0 = h - a = 200 \text{ мм} - 25 \text{ мм} = 175 \text{ мм}$ (де a - захисний шар бетону, приймаємо 25 мм для плит в закритих приміщеннях).

Визначення коефіцієнта α_m :

$$\alpha_m = M / (R_b \times b \times h_0^2)$$

$$\alpha_m = (52.2 \times 10^6 \text{ Н}\cdot\text{мм}) / (14.5 \text{ МПа} \times 1000 \text{ мм} \times (175 \text{ мм})^2)$$

$$\alpha_m = (52.2 \times 10^6) / (14.5 \times 1000 \times 30625) = (52.2 \times 10^6) / 444062500 \approx 0.1175$$

Порівняння з граничним коефіцієнтом α_R : Для класу бетону С20/25 (В25), $\alpha_R = 0.402$ (згідно з ДБН В.2.6-98:2009 "Бетонні та залізобетонні конструкції", таблиця 6.1). Оскільки $\alpha_m = 0.1175 < \alpha_R = 0.402$, переріз є недоармованим, і можна розраховувати площу арматури.

Визначення коефіцієнта ξ : $\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.1175} = 1 - \sqrt{1 - 0.235} = 1 - \sqrt{0.765} = 1 - 0.8746 = 0.1254$$

Визначення необхідної площі арматури (A_s):

$$A_s = (M) / (R_s \times (h_0 - 0.5 \times \xi \times h_0))$$

$$A_s = (52.2 \times 10^6 \text{ Н}\cdot\text{мм}) / (435 \text{ МПа} \times (175 \text{ мм} - 0.5 \times 0.1254 \times 175 \text{ мм}))$$

$$A_s = (52.2 \times 10^6) / (435 \times (175 - 10.97)) = (52.2 \times 10^6) / (435 \times 164.03) = (52.2 \times 10^6) / 71353.05 \approx 731.5 \text{ мм}^2$$

3.1.7 Підбір арматури

Необхідна площа арматури на 1 м ширини плити становить 731.5 мм². Підбираємо арматуру з таблиць сортаменту арматури. Результати подано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Армування плити перекриття

Діаметр арматури (мм)	Площа однієї арматури (мм ²)	Необхідна кількість стержнів на 1м	Крок арматури (мм)
10	78.5	731.5/78.5≈9.32 (округляємо до 10)	1000/10=100
12	113.1	731.5/113.1≈6.47 (округляємо до 7)	1000/7≈140

Вибираємо: Арматура Ø12 з кроком 140 мм. Фактична площа арматури: $A_{s,факт} = (1000 \text{ мм} / 140 \text{ мм}) \times 113.1 \text{ мм}^2 \approx 7.14 \times 113.1 \text{ мм}^2 \approx 807.7 \text{ мм}^2$.

$A_{s,факт} = 807.7 \text{ мм}^2 > 731.5 \text{ мм}^2$. Умова виконана.

3.1.8 Конструктивні вимоги до армування (згідно з ДБН В.2.6-98:2009)

Мінімальний відсоток армування (для класу бетону В25): $\mu_{min}=0.1\%$; $A_{s,min}=\mu_{min} \times b \times h = 0.001 \times 1000 \text{ мм} \times 200 \text{ мм} = 200 \text{ мм}^2$. Наші $A_{s,факт}=807.7 \text{ мм}^2 > 200 \text{ мм}^2$. Умова виконана.

Максимальний крок робочої арматури: Для плит, що вільно опираються, крок робочої арматури не повинен перевищувати 200 мм або $2h$. $2h=2 \times 200 \text{ мм} = 400 \text{ мм}$. Вибраний крок 140 мм < 200 мм (та 400 мм). Умова виконана.

Розподільча (монтажна) арматура: Розподільча арматура встановлюється перпендикулярно робочій арматурі для рівномірного розподілу навантажень та для запобігання утворення тріщин від усадки та температурних деформацій. Площа розподільчої арматури повинна бути не менше 15% від площі робочої арматури, але не менше Ø6 мм з кроком не більше 400 мм. $A_{s,розп}=0.15 \times 807.7 \text{ мм}^2 \approx 121.1 \text{ мм}^2$. Вибираємо Ø8 з кроком 200 мм. Площа однієї Ø8 арматури 50.3 мм². Кількість стержнів: $1000/200=5$ стержнів. Фактична площа розподільчої арматури: $5 \times 50.3 = 251.5 \text{ мм}^2$. $251.5 \text{ мм}^2 > 121.1 \text{ мм}^2$. Умова виконана.

Конструктивна арматура (верхня): У плитах, які опираються шарнірно, верхня арматура, як правило, є конструктивною і встановлюється для забезпечення жорсткості каркаса, запобігання тріщин від усадки та температурних деформацій, а також для сприйняття можливих неврахованих моментів (наприклад, від часткового защемлення). Приймаємо Ø8 з кроком 200 мм (як і розподільча).

3.1.9 Перевірка на прогин (за другою граничною групою станів - придатність до нормальної експлуатації)

Перевірка на прогин є більш складною і вимагає врахування жорсткості перерізу з тріщинами, тривалості дії навантажень тощо. Для спрощеного прикладу можна використовувати емпіричні обмеження.

Граничний прогин: Для житлових будівель граничний прогин плити, що вільно опирається, як правило, становить $L/250$ (згідно з ДББ В.1.2-2:2006, Таблиця 6.1). $\delta_{\text{пред}} = 6000 \text{ мм} / 250 = 24 \text{ мм}$.

Розрахунковий прогин: $f = (5 \times q_{n,\text{заг}} \times L^4) / (384 \times E_b \times I_{\text{ред}})$

Де $q_{n,\text{заг}}$ - сумарне нормативне навантаження.
 $q_{n,\text{заг}} = g_n + q_n = 7.5 \text{ кН/м}^2 + 2.0 \text{ кН/м}^2 = 9.5 \text{ кН/м}^2 = 9.5 \text{ Н/мм}^2$ (для 1 м ширини плити). $I_{\text{ред}}$ - приведена жорсткість перерізу з урахуванням тріщин та арматури. Розрахунок $I_{\text{ред}}$ досить складний, але для попередньої оцінки можна використовувати момент інерції суцільного перерізу $I_0 = (b \times h^3) / 12$ та зменшити його, наприклад, в 2-3 рази.

$$I_0 = (1000 \text{ мм} \times (200 \text{ мм})^3) / 12 = 8000000000 / 12 = 6.67 \times 10^8 \text{ мм}^4.$$

$$\text{Приймаємо } I_{\text{ред}} \approx 0.4 \times I_0 = 0.4 \times 6.67 \times 10^8 = 2.67 \times 10^8 \text{ мм}^4.$$

$$f = (5 \times (9.5 \times 1 \text{ Н/мм}) \times (6000 \text{ мм})^4) / (384 \times 2.8 \times 10^4 \text{ МПа} \times 2.67 \times 10^8 \text{ мм}^4)$$

$$f = (5 \times 9.5 \times 1296 \times 10^9) / (384 \times 2.8 \times 10^4 \times 2.67 \times 10^8) =$$

$$= (61560 \times 10^9) / (287600 \times 10^{12}) \approx 21.4 \text{ мм}$$

$21.4 \text{ мм} < 24 \text{ мм}$. Умова виконана. (Цей розрахунок прогину є дуже приблизним і не замінює повноцінного розрахунку з урахуванням тріщин та нелінійної роботи бетону).

3.1.10 Висновок за розрахунком плити

Для монолітної залізобетонної плити прольотом 6 м в житловому будинку, при прийнятих навантаженнях та матеріалах, орієнтовні параметри конструкції можуть бути наступними:

Товщина плити: 200 мм

Нижня робоча арматура: $\emptyset 12 \text{ A500C}$ з кроком 140 мм (на 1 м ширини плити).

Верхня конструктивна арматура: $\varnothing 8$ A500C з кроком 200 мм (на 1 м ширини плити).

Поперечна (розподільча) арматура: $\varnothing 8$ A500C з кроком 200 мм (в обох напрямках для верхньої та нижньої сіток).

3.2 Розрахунок стрічкового фундаменту під будівлю

3.2.1 Вихідні дані:

Призначення будівлі: 9-поверховий житловий будинок з підвалом.

Тип фундаменту: Стрічковий залізобетонний фундамент.

Довжина ділянки стрічки, що розраховується: $L=1.0$ м (розрахунок ведеться на погонний метр фундаменту).

Ширина стіни над фундаментом: $b_{\text{стіни}}=600$ мм.

Глибина закладання фундаменту: $D_f=3.5$ м (нижче глибини промерзання та для сприятливих ґрунтів).

Матеріал фундаменту: Бетон класу C20/25 (B25), арматура A500C.

Геологічні умови:

0.0 - 0.5 м: Рослинний шар (видаляється).

0.5 - 3.5 м: Суглинок тугопластичний (прорізається фундаментом):

$\gamma_I=18$ кН/м³ (питома вага ґрунту)

$\phi_I=20^\circ$ (кут внутрішнього тертя)

$c_I=15$ кПа (питоме зчеплення)

3.5 м і нижче: Глина тверда (основа фундаменту):

$\gamma_{II}=20$ кН/м³

$\phi_{II}=26^\circ$

$c_{II}=35$ кПа

Нормативний опір ґрунту основи (R_0): Для глини твердої на глибині 3.5 м, приймаємо $R_0=400$ кПа (це значення є орієнтовним для прикладу, для реального проектування воно береться точно з таблиць ДБН В.2.1-10:2009 та детальних

інженерно-геологічних вишукувань). Глина зазвичай має вищий нормативний опір ніж пісок при тій же глибині закладання, особливо якщо вона тверда.

Навантаження на фундамент (розрахункові, від однієї несучої стіни):
 $N_d = 1200 \text{ кН/м}$ (без змін від попереднього прикладу).

3.2.2 Визначення необхідної ширини підшви фундаменту

Необхідна ширина підшви фундаменту ($b_{\text{фунд}}$) визначається за умовою міцності ґрунту основи.

Розрахунковий опір ґрунту (R): Для глини твердої на глибині 3.5 м, приймемо розрахунковий опір ґрунту $R = 400 \text{ кПа}$ (без детального розрахунку коригуючих коефіцієнтів для спрощення).

Необхідна ширина фундаменту:

$$b_{\text{фунд,необх}} = N_d / R = 1200 \text{ кН/м} / 400 \text{ кПа} = 3.0 \text{ м}$$

Приймаємо ширину підшви фундаменту $b_{\text{фунд}} = 3.0 \text{ м}$. Таким чином, фактичний тиск під підшвою буде:

$$P_{\text{факт}} = 1200 \text{ кН/м} / 3.0 \text{ м} = 400 \text{ кПа} \leq 400 \text{ кПа}. \text{ Умова виконана.}$$

Як бачимо, завдяки кращим характеристикам ґрунту (глина тверда), необхідна ширина фундаменту зменшилася з 3.5 м до 3.0 м.

3.2.3 Визначення висоти фундаментної балки та розрахунок армування

Висота фундаментної балки (h): Винос консолі $C = (b_{\text{фунд}} - b_{\text{стіни}}) / 2 = (3.0 \text{ м} - 0.51 \text{ м}) / 2 = 2.49 \text{ м} / 2 = 1.245 \text{ м}$. Орієнтовна висота фундаменту: $h = 1.2 \times 1.25 \text{ м} = 1.5 \text{ м}$. Округляємо до $h = 1.5 \text{ м}$. (Висота зменшилася відповідно до меншого виносу консолі).

Тиск ґрунту під підшвою: $P_{\text{факт}} = 400 \text{ кПа}$.

Згинальний момент в фундаменті: $M = P_{\text{факт}} \times C^2 / 2$

$$M = 400 \text{ кПа} \times (1.245 \text{ м})^2 / 2 = 400 \times 1.550 / 2 = 620.0 / 2 = 310.0 \text{ кН} \cdot \text{м на 1 м.п.}$$

Розрахунок робочої арматури (за першою граничною групою станів - міцність):

Розрахункова висота перерізу (h_0): $h_0 = h - a = 1500 \text{ мм} - 50 \text{ мм} = 1450 \text{ мм}$.

Визначення коефіцієнта α_m : $\alpha_m = M / (R_b \times b \times h_0^2)$; $R_b = 14.5 \text{ МПа}$ (для бетону C20/25).

$$\alpha_m = (310.0 \times 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}) / (14.5 \text{ МПа} \times 1000 \text{ мм} \times (1450 \text{ мм})^2) = \\ = (310.0 \times 10^6) / (14.5 \times 1000 \times 2102500) = (310.0 \times 10^6) / 30486250000 \approx 0.0102$$

Порівняння з граничним коефіцієнтом α_R : $\alpha_R = 0.402$. Оскільки $\alpha_m = 0.0102 < \alpha_R = 0.402$, переріз є недоармованим.

Визначення коефіцієнта ξ : $\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}$;

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.0102} = 1 - \sqrt{1 - 0.0204} = 1 - \sqrt{0.9796} = 1 - 0.9897 = 0.0103$$

Визначення необхідної площі арматури (A_s): $R_s = 435 \text{ МПа}$ (для арматури A500C). $A_s = (M) / (R_s \times (h_0 - 0.5 \times \xi \times h_0))$

$$A_s = (310.0 \times 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}) / (435 \text{ МПа} \times (1450 \text{ мм} - 0.5 \times 0.0103 \times 1450 \text{ мм})) = \\ = (310.0 \times 10^6) / (435 \times (1450 - 7.46)) = (310.0 \times 10^6) / (435 \times 1442.54) = \\ = (310.0 \times 10^6) / 627704.9 \approx 493.8 \text{ мм}^2$$

3.2.4 Підбір арматури

Необхідна площа арматури на 1 м погонний фундаменту становить 493.8 мм^2 (табл 3.2).

Таблиця 3.2 - Армування фундаментної подушки

Діаметр арматури (мм)	Площа однієї арматури (мм ²)	Необхідна кількість стержнів на 1м	Крок арматури (мм)
16	201.1	493.8/201.1 $\approx$ 2.45 (округляємо до 3)	1000/3 $\approx$ 333
18	254.5	493.8/254.5 $\approx$ 1.94 (округляємо до 2)	1000/2 = 500

Вибираємо: Арматура $\varnothing 16$ A500C з кроком 330 мм (3 стержні на 1 м). Фактична площа арматури: $A_{s,\text{факт}} = (1000/330) \times 201.1 \approx 3.03 \times 201.1 \approx 609 \text{ мм}^2$.

$A_{s,\text{факт}} = 609 \text{ мм}^2 > 493.8 \text{ мм}^2$. Умова виконана.

3.2.5 Конструктивні вимоги до армування (згідно з ДБН В.2.6-98:2009)

Мінімальний відсоток армування (для бетону B25): $\mu_{\min} = 0.1\%$;

$$A_{s,min}=\mu_{min}\times b\times h_0=0.001\times 1000\text{ мм}\times 1450\text{ мм}=1450\text{ мм}^2$$

Знову ж таки, наш розрахунковий $A_s=493.8\text{ мм}^2$ значно менше мінімального конструктивного армування 1450 мм^2 . Це означає, що розміри фундаменту визначені не потребою в армуванні для міцності на згин, а умовами на ґрунт основи. Отже, приймаємо арматуру за мінімальним відсотком армування. $A_s=1450\text{ мм}^2$.

Підбираємо арматуру для 1450 мм^2 :

Ø18: $1450/254.5\approx 5.7\rightarrow 6$ стержнів. Крок $1000/6\approx 166\text{ мм}$.

Ø20: $1450/314.2\approx 4.6\rightarrow 5$ стержнів. Крок $1000/5=200\text{ мм}$.

Приймаємо: Ø18 А500С з кроком 165 мм (6 стержнів на 1 м). Фактична площа арматури: $A_{s,факт}=(1000/165)\times 254.5\approx 6.06\times 254.5\approx 1543\text{ мм}^2 > 1450\text{ мм}^2$. Умова виконана.

Поперечна арматура (хомути/розподільча арматура): Приймаємо Ø10 А240С (АІ) з кроком 200 мм (для хомутів, що охоплюють поздовжню арматуру).

Верхня (монтажна) арматура: Приймаємо Ø12 А500С (АІІ) по 2 стержні вздовж (або з кроком 500 мм).

3.2.6 Висновок за розрахунком фундаменту

Для стрічкового залізобетонного фундаменту 9-поверхового житлового будинку на глині твердій з глибиною закладання 3.5 м, при прийнятих навантаженнях та матеріалах, параметри конструкції можуть бути наступними:

Глибина закладання фундаменту: 3.5 м

Ширина підшви фундаменту: 3.0 м

Висота фундаментної балки: 1.5 м

Нижня робоча арматура (основна): Ø18 А500С з кроком 165 мм (6 стержнів на 1 м.п.).

Верхня монтажна арматура: Ø12 А500С, 2 стержні (або з кроком 500 мм).

Поперечна (конструктивна) арматура (хомути): Ø10 А240С з кроком 200 мм.

3.7 Висновки за розділом 3

Для монолітної залізобетонної плити перекриття житлового будинку з прольотом 6.0 м, розрахунок показує наступні параметри:

Товщина плити: 200 мм.

Нижня робоча арматура: $\varnothing 12$ A500C з кроком 140 мм (на 1 м ширини плити). Фактична площа арматури становить 807.7 мм^2 , що більше необхідних 731.5 мм^2 .

Верхня конструктивна арматура: $\varnothing 8$ A500C з кроком 200 мм (на 1 м ширини плити).

Поперечна (розподільча) арматура: $\varnothing 8$ A500C з кроком 200 мм (в обох напрямках для верхньої та нижньої сіток). Фактична площа розподільчої арматури 251.5 мм^2 , що більше мінімально необхідних 121.1 мм^2 .

Перевірка на прогин показує, що розрахунковий прогин 21.4 мм є меншим за гранично допустимий 24 мм, що відповідає умові придатності до нормальної експлуатації.

Для стрічкового залізобетонного фундаменту 9-поверхового житлового будинку, закладеного на глибину 3.5 м у тверду глину, були отримані наступні параметри:

Глибина закладання фундаменту: 3.5 м.

Ширина підшви фундаменту: 3.0 м. Це зменшення ширини (з порівняння з гіршими ґрунтами) стало можливим завдяки кращим характеристикам твердої глини. Фактичний тиск під підшвою 400 кПа відповідає розрахунковому опору ґрунту.

Висота фундаментної балки: 1.5 м. Висота зменшилася відповідно до меншого виносу консолі.

Нижня робоча арматура (основна): $\varnothing 18$ A500C з кроком 165 мм (6 стержнів на 1 м.п.). Незважаючи на те, що розрахункова площа арматури для міцності на згин (493.8 мм^2) є меншою, ніж мінімально необхідна за конструктивними вимогами (1450 мм^2), армування прийнято за останніми, оскільки розміри

фундаменту визначені умовами на ґрунт основи. Фактична площа арматури 1543мм^2 задовольняє цю умову.

Верхня монтажна арматура: $\emptyset 12$ A500С, 2 стержні (або з кроком 500 мм).

Поперечна (конструктивна) арматура (хомути): $\emptyset 10$ A240С з кроком 200 мм.

Загалом, розрахунки демонструють відповідність розмірів та армування конструкцій чинним нормативним вимогам, виходячи з заданих вихідних даних.

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Техніка безпеки при роботі із механізмами

На будівельному майданчику зведення 9-поверхового житлового будинку з підземним поверхом під паркінг застосовується велика кількість механізмів: баштові крани, екскаватори, бетонозмішувачі, пересувні підйомники, електроінструмент. Кількість працівників на майданчику на активній фазі може сягати до 50 осіб, враховуючи змінну роботу.

Основні заходи безпеки:

- усі працівники повинні пройти інструктаж з техніки безпеки перед початком робіт;
- оператор баштового крану допускається до роботи лише за наявності посвідчення, проходження медогляду та інструктажу;
- при роботі екскаватора на ділянках з рухомими людьми необхідне виділення зони дії екскаватора стрічковим огородженням;
- обладнання, що працює від електромережі (220/380 В), має бути заземлене, перевірене і мати відповідні технічні дозволи;
- заборонено експлуатацію несправного обладнання або використання його не за призначенням.

Обладнання, що надається працівникам та використовується ними за призначенням, має бути технічно справним. Роботодавець повинен забезпечити належне технічне обслуговування і ремонт обладнання відповідно до вимог експлуатаційних документів на нього, наприклад, настанови (інструкції) з експлуатації, інструкції з технічного обслуговування, інструкції з монтажу, пуску, регулювання та обкатки тощо, викладених державною мовою. Такі документи потрібно надавати працівнику разом з обладнанням.

Крім того, роботодавець зобов'язаний здійснювати моніторинг і оцінку технічного стану обладнання шляхом проведення перевірок (первинний,

періодичний, позачерговий технічні огляди, експертне обстеження) та нагляду за його безпечною експлуатацією.

Ризики від впливу основних видів небезпеки, що можуть статися за нормальних умов експлуатації й у разі порушення нормальних умов експлуатації обладнання, які становлять загрозу працівникам, повинні бути унеможливлені або зведені до мінімуму за допомогою виконання запобіжних заходів, спрямованих на унеможливлення прогнозованих ризиків і забезпечення безпеки під час експлуатації обладнання.

4.1.2 Охорона праці під час виконання основних технологічних процесів

У зв'язку з масштабом проєкту будівництва та поверховістю будівлі, особливу увагу слід приділяти безпеці на висоті, у котлованах і при бетонуванні.

Висотні роботи (понад 1,3 м):

- працівники повинні використовувати страхувальні пояси, каски, взуття з нековзною підошвою;
- роботи на риштуваннях та у люльках – виключно з перевіреним обладнанням і після інструктажу;
- забороняється працювати на висоті при швидкості вітру понад 15 м/с.

Роботи в котлованах:

- стінки котловану мають бути укріплені (щити, шпунти або бетонні підпори) ;
- вхід до котловану лише по сходах чи драбинах, заборонено спускатись по земляних укосах;
- освітлення в нічний час – обов'язкове.

Бетонування та монтаж:

- забороняється перебування під вантажем, що підіймається краном;
- всі роботи з бетонування виконуються лише у присутності відповідального виконроба;

- заборонено використання бетону, температура якого нижча за $+5^{\circ}\text{C}$ без спеціальних добавок.
- Тимчасові споруди:
- побутові вагончики, душові, туалети розташовані з урахуванням санітарних норм;
- освітлення та опалення тимчасових споруд має бути безпечним, електроприлади — сертифіковані;
- передбачено контейнери для побутових відходів та тимчасове зберігання будівельного сміття.

Методи боротьби з шумом та шкідливими речовинами:

Виробниче обладнання, робота якого супроводжується виділенням шкідливих речовин чи мікроорганізмів або пожежо- та вибухонебезпечних речовин, повинно включати вмонтовані пристрої для локалізації цих виділень. При відсутності таких пристроїв, в конструкції обладнання мають бути передбачені місця для підключення автономних пристроїв локалізації виділень. За необхідності згадані пристрої мають бути виконані з урахуванням чинних вимог щодо стану повітря робочої зони та захисту довкілля.

Якщо виробниче обладнання являється джерелом шуму, ультра та інфразвуку, вібрації, виробничих випромінювань (електромагнітних, лазерних тощо), то воно повинно бути виконано таким чином, щоб дія на працюючих перерахованих шкідливих виробничих факторів не перевищувала меж, встановлених відповідними чинними нормативами.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

На будівельному майданчику передбачено організаційні заходи для попередження надзвичайних ситуацій:

Пожежна безпека:

- на території розташовані вогнегасники, ящики з піском, протипожежні щити;

- роботи з відкритим вогнем (зварювання) дозволені лише після оформлення наряду-допуску;

- під'їзди до об'єкта та джерел водопостачання не захищаються.

Медична допомога:

- на об'єкті облаштований аптечний пункт;
- усі працівники повинні бути проінструктовані щодо дій у разі травмування;

- у випадку важких нещасних випадків передбачено виклик бригади екстреної медичної допомоги.

Евакуація:

- розроблено схему евакуації з верхніх поверхів та котлованів;
- встановлено сигнальні таблички, плани евакуації, а також звукову сигналізацію.

Безпека на період воєнного стану або повітряної тривоги:

- обладнано укриття або захищену зону для тимчасового перебування працівників;
- вимкніть джерела живлення візьміть необхідні речі та перейдіть до найближчого укриття

4.3 Заходи з охорони навколишнього середовища

При виконанні будівельних робіт передбачено наступні заходи.

1. Очищення стічних вод – перед скиданням у каналізацію стоки змивів з техніки очищаються через фільтраційні резервуари;

2. Пило- та золовидалення – на місцях розвантаження матеріалів використовують зрошення водою; у суху погоду територія поливається;

3. зменшення шуму – дизельні генератори та великогабаритна техніка обладнані шумопоглинаючими кожухами;

4. захист зелених насаджень – дерева і газони по межах ділянки огорожені дерев'яними щитами;

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У рамках бакалаврської кваліфікаційної роботи я здійснив неповний цикл проєктування 9-поверхового житлового будинку з підземним рівнем, розташованого в Тернополі.

Проєкт містить усі необхідні розділи: від архітектурних та конструктивних рішень до розрахунку основ і фундаментів, а також заходів з енергоефективності та безпеки. Особливу увагу було приділено врахуванню специфіки місцевих кліматичних, інженерно-геологічних та містобудівних умов, а також ретельному дотриманню нормативних вимог.

Шляхом порівняльного аналізу різних типів фундаментів було аргументовано обрано стрічковий фундамент, що підтвердило його технічну та економічну доцільність. Впровадження теплотехнічних розрахунків дозволило досягти високих показників енергоефективності конструкцій, згідно з актуальними стандартами.

Проєкт включає зручне функціональне зонування, принципи безбар'єрного середовища, естетичне фасадне рішення з панорамним склінням та застосуванням сучасних енергоощадних технологій.

Ця робота стала важливим етапом у закріпленні моїх знань з проєктування будівель, розвитку навичок технічного аналізу, виконання складних розрахунків та підготовки проєктної документації. Я здобув безцінний практичний досвід комплексного підходу до створення житлового об'єкта від задуму до реалізації та оформлення, що, на мою думку, яскраво демонструє мій професійний рівень як майбутнього інженера-будівельника.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. – Тернопіль: ТНТУ, 2025. – 59 с
2. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. – 144 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Київ: Мінрегіон України, 2011. – 119 с.
4. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги: Державні будівельні норми України. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 53 с.
5. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель: Державні будівельні норми України. – Київ: Мінрегіон України, 2021. – 92 с.
6. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні. Технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 35 с.
7. Підгурський М.І., Підгурський І.М. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. Методичні вказівки для виконання курсового проєкту. – Тернопіль: ТНТУ, 2023. – 140 с.
8. ДБН Б.2.2-5:2011. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій: Державні будівельні норми України. – Київ: Мінрегіон України, 2011. – 96 с. – Із Зміною №1 (чинна з 2013-01-01).
9. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування: Державні будівельні норми України. – Київ: Мінрегіон України, 2006. – 63 с.
10. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні і залізобетонні конструкції. Основні положення: Державні будівельні норми України. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 67 с.

11. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення: Державні будівельні норми України. – Чинний від 2019-04-01. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 35 с.
12. ДСТУ Б В.2.7-61:2008. Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови. – Чинний від 2009-01-01. – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 24 с.
13. ДСТУ EN 14351-1:2020. Вікна та двері. Вимоги до вікон та зовнішніх дверей: Національний стандарт України. – Відповідає європейському EN 14351-1:2006+A2:2016. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 51 с.
14. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування: Державні будівельні норми України.
15. ДБН А.3.2-2:2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: Державні будівельні норми України. – Чинний від 2010-01-01. – Київ: Мінрегіон України, 2009. – 53 с.
16. Грицеляк Р. "Концепція інформаційного моделювання будівель-" ВІМ"." Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“ (2022): 176-178.