

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

БАКАЛАВР
(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект п'ятиповерхового житлового будинку

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МБ-42
спеціальності 192 Будівництво та
цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Брик І.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Каспрук В.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мещерякова О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Ясній В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Качка О.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
План першого (типового) поверху. Фасад. Схема розміщення фундаментів. Розрізи. Технологія виконання спеціальних робіт.

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 23 січня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Брик І.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Каспрук В.Б.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ.....	9
1.2 Характеристика ділянки та природно-кліматичні умови будівництва	10
1.2.2 Кліматичні умови	11
1.2.3 Сейсмічність будівельного майданчика	12
1.2.4 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки.....	12
1.3 Генеральний план	13
1.3.1 Обґрунтування прийнятого рішення генерального плану	13
1.3.2 Розрахунок кількості машино-місць	14
1.3.3 Благоустрій та озеленення	14
1.4 Архітектурно-планувальні рішення	15
1.4.1 Об'ємно-просторове та композиційне рішення	15
1.4.2 Планування поверхів.....	15
1.4.3 Вхідна група та вертикальні комунікації	16
1.5 Конструктивні рішення.....	16
1.5.1 Конструктивна система та схема	16
1.5.2 Фундаменти	17
1.5.3 Зовнішні несучі стіни	17
1.5.4 Внутрішні стіни та перегородки.....	18
1.5.5 Перекриття.....	19
1.5.6 Покриття та покрівля	19
1.5.7 Сходи та ліфт	20

1.5.8 Вікна та двері	20
1.5.9 Оздоблювальні роботи	21
1.6 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	21
1.6.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	21
1.6.2 Теплотехнічний розрахунок покриття	22
1.7 Заходи щодо підвищення енергоефективності	24
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	28
2.1 Дані інженерно-геологічних вишукувань	28
2.2 Визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів	29
2.3 Збір навантаження на фундамент	30
2.3.1 Постійні навантаження від конструкцій	31
2.3.2 Навантаження на зовнішню стіну	31
2.3.3 Навантаження на внутрішню стіну	32
2.4 Розрахунок стрічкового фундаменту мілкового закладання	33
2.4.1 Визначення глибини закладання фундаменту	33
2.4.2 Визначення розмірів підшви фундаменту	34
2.4.3 Розрахунок деформацій основи (осідання)	35
2.5 Розрахунок пальового фундаменту глибокого закладання	37
2.5.1 Вихідні дані	37
2.5.2 Вибір типу та розмірів палі	37
2.5.3 Визначення несучої здатності однієї палі	37
2.5.4 Визначення кількості паль	38
2.5.5 Визначення розрахункового опору умовного фундаменту	39
2.5.6 Розрахунок осідання пальового фундаменту	40

2.6 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів	41
2.7 Висновки за розділом 2	42
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	44
3.1. Технологія виконання загальнобудівельних робіт	44
3.1.1. Технологія виконання земляних робіт	44
3.2. Технологічно-організаційні умови будівництва.....	45
3.2.1. Організація постачання та зберігання залізобетонних плит перекриття ..	45
3.2.2. Організація контролю якості при будівництві.....	46
3.3. Технологія виконання спеціальних будівельних робіт	47
3.3.1. Технологія влаштування підлоги в приміщеннях	48
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	51
4.1 Охорона праці на будівельному майданчику.....	51
4.1.1 Загальна організація будівельного майданчика.....	51
4.1.2 Техніка безпеки при земляних роботах.....	52
4.1.3 Техніка безпеки при мурувальних роботах	53
4.1.4 Техніка безпеки при монтажних роботах	53
4.1.5 Електробезпека	54
4.1.6 Засоби індивідуального захисту	54
4.2 Промислова санітарія та гігієна праці.....	55
4.2.1 Мікроклімат робочих місць	55
4.2.2 Виробничий шум і вібрація	56
4.2.3 Запиленість та загазованість	57
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	57
4.3.1 Пожежна безпека	57
4.3.2 Медична допомога та евакуація	58

4.3.3 Дії в умовах воєнного стану.....	58
4.4 Охорона навколишнього середовища	59
4.4.1 Охорона ґрунту та водних ресурсів.....	59
4.4.2 Охорона атмосферного повітря	59
4.4.3 Поводження з будівельними відходами	60
4.4.4 Захист зелених насаджень та населення	60
4.5 Висновки за розділом 4.....	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	62
БІБЛІОГРАФІЯ	64

ВСТУП

Одним із пріоритетних напрямів урбаністичної стратегії України виступає гарантування громадянам належного за якістю й фінансово досяжного житлового забезпечення. У містах обласного значення, зокрема в м. Рівне, попит на нове житло стабільно зростає, що обумовлює актуальність проєктування і будівництва сучасних багатоквартирних будинків із раціональними конструктивними та планувальними рішеннями.

Ця бакалаврська кваліфікаційна робота спрямована на створення проєктного рішення п'ятирівневого житлового будинку з цегли, розташованого у місті Рівне. Вибір цегляної конструктивної системи обумовлений її довговічністю, добрими теплоізоляційними властивостями та широким застосуванням у масовому малоповерховому і середньоповерховому будівництві.

У дослідженні акцентовано увагу на техніко-економічному обґрунтуванні вибору конструктивної схеми фундаментної частини будівлі. З огляду на складні інженерно-геологічні умови будівельного майданчика (наявність слабого насипного шару, суглинку з показником текучості $I_l = 0,5$, зміни ґрунтових умов по глибині) проведено варіантне проєктування: здійснено зіставлення стрічкового фундаменту незначної глибини закладання з пальовою основою глибокого занурення з подальшим визначенням найбільш доцільного варіанта за техніко-економічними критеріями.

Робота охоплює такі основні розділи:

- архітектурно-будівельний розділ, де наведено характеристику ділянки, кліматичні умови, генеральний план, архітектурно-планувальні та конструктивні рішення, а також теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій;
- розрахунково-конструктивний розділ із визначенням фізико-механічних характеристик ґрунтів, збором навантажень та повним розрахунком обох варіантів фундаментів;

– розділ, присвячений безпеці життєдіяльності та охороні праці, у якому висвітлюються заходи щодо забезпечення безпечної організації будівельного майданчика.

Проектні рішення розроблені відповідно до чинних будівельних норм України: ДБН В.2.1-10:2018, ДБН В.1.2-2:2006, ДБН В.2.6-31:2021, ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 та інших нормативних документів.

Практична значущість дослідження полягає в обґрунтуванні проектного рішення, придатного до впровадження в конкретному урбаністичному середовищі міста Рівне, з урахуванням сучасних вимог до комфорту, енергоефективності та безпеки проживання.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Загальна характеристика об'єкта будівництва

Об'єктом дипломного проєктування є середньоповерховий цегляний житловий будинок, що проєктується для будівництва у місті Рівне — обласному центрі Рівненської області та одному з найбільших міст Північно-Західної України. Місто розташоване на південній межі Волинського Полісся на річці Устя, що впадає в Горинь, є важливим адміністративним, економічним і культурним центром регіону з населенням близько 250 тисяч осіб.

Рівне характеризується динамічним розвитком житлового будівництва, що обумовлено стабільним попитом на комфортне житло, приростом населення та розвитком міської інфраструктури. У контексті містобудівної стратегії міста активно розвивається секційна багатоквартирна забудова середньої та підвищеної поверховості, що забезпечує раціональне використання урбанізованих площ і сприяє наданню мешканцям фінансово доступного та комфортного житла.

Проектований будинок є багатосекційним цегляним житловим будинком з несучими поперечними та поздовжніми стінами. Будівля призначена для постійного проживання і розрахована на надання мешканцям комфортних умов відповідно до сучасних вимог нормативної бази України. Вибір цегляного конструктивного рішення обумовлений його традиційністю для даного регіону, довговічністю, доброю звукоізоляцією, а також наявністю місцевої сировинної бази та виробничих потужностей.

Архітектурне вирішення будинку підпорядковане принципам функціональності, раціонального використання площі та гармонійного включення об'єкта в існуючу міську забудову. Проектне рішення виконано відповідно до вимог ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення», ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» та інших чинних нормативних документів.

Метою дипломного проєкту є розробка повного комплексу архітектурно-будівельних та технологічних рішень зведення середньоповерхового цегляного житлового будинку в м. Рівне — від обґрунтування архітектурно-конструктивних рішень до розробки технологічної карти і проєкту виконання робіт.

1.2 Характеристика ділянки та природно-кліматичні умови будівництва

1.2.1 Загальна характеристика майданчика будівництва

Ділянка будівництва розміщена у місті Рівне в межах жилого масиву з розвиненою інфраструктурою. Вибір ділянки обґрунтований наявністю незабудованих міських земель, відповідністю функціональному зонуванню відповідно до генерального плану міста, зручним транспортним сполученням та близькістю до об'єктів соціальної інфраструктури — шкіл, дитячих садків, поліклінік, магазинів і зупинок громадського транспорту.

До ділянки будівництва з боку вулиці безпосередньо примикає проїзна частина, що забезпечує безперешкодне постачання будівельних матеріалів, конструкцій та під'їзд будівельної техніки протягом усього будівельного процесу. Рельєф майданчика відносно рівнинний з незначним природним ухилом, що є типовим для більшості ділянок міста Рівне, розташованого в зоні Поліської низовини.

Перед початком будівельних робіт вся територія ділянки підлягає підготовці: розчищенню від існуючої рослинності, знесенню малоцінних будівель та споруд (за наявності), вертикальному плануванню та огороженню на час будівництва відповідно до проєкту організації будівництва. Відведення поверхневих вод забезпечується природним ухилом спланованої ділянки та влаштуванням кюветів вздовж периметра.

Інженерні комунікації — водопровід, побутова каналізація, газопровід, теплотраса, лінія електромережі та лінія зв'язку — знаходяться в зоні будівельної ділянки. Підключення до існуючих мереж виконується відповідно до технічних умов відповідних організацій та окремих проєктів інженерних мереж. Головний

фасад будинку орієнтований на вулицю, що забезпечує природну інсоляцію основних житлових приміщень.

Вимощення по периметру будинку влаштовується шириною 1000 мм з асфальтобетону з ухилом від будівлі не менше 1% для відведення атмосферних вод від фундаментів.

1.2.2 Кліматичні умови

Кліматичні умови місця будівництва є одним із визначальних факторів при прийнятті конструктивних та об'ємно-планувальних рішень будівлі. Місто Рівне знаходиться в межах помірно-континентальної кліматичної зони з належним рівнем зволоження, для якої властиві відносно м'яка зима, теплий літній період, мінлива погода у міжсезоння та досить рівномірний розподіл атмосферних опадів упродовж року.

Усі кліматичні параметри для проєктування прийняті відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проєктування» та кліматологічних довідників для м. Рівне.

Вітровий район. Відповідно до карти районування території України за характеристичними значеннями вітрового тиску (ДБН В.1.2-2:2006) місто Рівне відноситься до II вітрового району. Характеристичне значення вітрового навантаження для даного району становить $w_0 = 550$ Па. Зазначене навантаження враховується при розрахунку несучих конструкцій будівлі та визначенні прив'язки конструктивних елементів.

Сніговий район. Відповідно до карти снігового районування (ДБН В.1.2-2:2006) місто Рівне належить до четвертого снігового району. Розрахункове (характеристичне) значення снігового навантаження на поверхню землі для цього району приймається рівним $S_k = 1400$ Па. Снігове навантаження враховується при проєктуванні покриття, несучих конструкцій перекриттів та стін.

Температурний режим. За кліматичним зонуванням відповідно до ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» місто Рівне відноситься до I температурної

зони. Розрахункова температура зовнішнього повітря в холодний період року становить $t_n = -22$ °С. Розрахункова температура внутрішнього повітря опалюваних приміщень $t_v = +20$ °С. Вологісний режим приміщень — нормальний. Глибина промерзання ґрунту для м. Рівне становить 0,9–1,1 м.

Кліматичні умови враховуються при визначенні глибини закладення фундаментів, розрахунку теплоізоляції огорожувальних конструкцій, проектуванні покрівлі та вентиляційної системи.

1.2.3 Сейсмічність будівельного майданчика

$A_0 = 6$ балів (за картою сейсмічного районування для м. Рівне);

$K_g = 1,3$ (для III категорії ґрунту).

Розрахункова сейсмічність майданчика:

$$A = 6 \cdot 1,3 = 7,8 \text{ бала.}$$

Разом з тим, відповідно до ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України» (таблиця 5.1), для території м. Рівне при зазначених ґрунтових умовах нормативна сейсмічність майданчика будівництва становить 7 балів. Значення нормативної сейсмічності, встановлене зазначеною таблицею, має пріоритет як регламентоване чинним нормативним документом.

Таким чином, для подальших розрахунків несучих конструкцій 5-поверхового цегляного житлового будинку на сейсмостійкість приймаємо розрахункову сейсмічність майданчика будівництва — 7 балів.

1.2.4 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки

Для оцінки несучої здатності ґрунтів та обґрунтування типу фундаменту в зоні будівельної ділянки проведено інженерно-геологічні вишукування із залученням бурових та польових робіт. Роботи виконувались по чотирьох свердловинах глибиною до 20 м.

За результатами вишукувань встановлено такий інженерно-геологічний розріз ґрунтового масиву:

- шар I — насипний ґрунт. Потужність шару — 1,8–2,0 м. Є непридатним для основи фундаментів та підлягає зрізці при вертикальному плануванні;
- шар II — суглинок. Потужність шару — 8,5–9,4 м.
- шар III — пісок дрібний. Потужність шару — 13,3–14,8 м.
- шар IV — пісок середньої крупності, жовто-бурий. Потужність шару — необмежена.

Глибина залягання підземних вод становить 10,0 м від рівня поверхні ґрунту, що створює сприятливі умови для улаштування фундаментів незначного заглиблення без необхідності інтенсивного водопониження. Агресивність ґрунтових вод по відношенню до бетону та металевих конструкцій — неагресивна. Просідних, набухаючих та заторфованих ґрунтів у межах досліджуваної ділянки не виявлено. Ділянка є придатною для будівництва запроєктованого багатопверхового будинку на фундаментах мілкового чи глибокого закладення.

1.3 Генеральний план

1.3.1 Обґрунтування прийнятого рішення генерального плану

Генплан виконано з урахуванням положень ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» та ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення», а також відповідних санітарно-гігієнічних і протипожежних нормативних вимог.

У генеральному плані передбачено комплексне благоустрійне впорядкування прибудинкової території, що включає формування зручної системи пішохідних маршрутів від входів у будинок до вулично-транспортної мережі та зупинок громадського транспорту; організацію майданчиків для тимчасового й тривалого паркування автомобілів мешканців і відвідувачів; облаштування дитячих ігрових та спортивних зон у межах дворового простору; а також виконання заходів з озеленення прибудинкової території. Зазначені рішення забезпечують формування комфортного та безпечного середовища проживання.

На ділянці передбачено проїзди шириною щонайменше 3,5 м, що забезпечує можливість безперешкодного руху пожежної техніки згідно з вимогами ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека». Відстань від проїзної частини до стін будинку витримана відповідно до нормативних вимог. Пожежні гідранти розміщені не далі 150 м від будинку та мають зручний під'їзд.

Відступи від будівлі до меж суміжних земельних ділянок, до лінії червоної забудови, а також до інших споруд визначено з урахуванням чинних нормативів, що регламентують забезпечення інсоляції, пожежної безпеки та санітарно-гігієнічних умов.

1.3.2 Розрахунок кількості машино-місць

Розрахунок кількості машино-місць виконано відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій».

Норма забезпечення машино-місцями для постійного зберігання (мешканці) — 1,5 машино-місця на одну квартиру. У будинку передбачено 30 квартир:

$$N_{\text{пост}} = 30 \times 1,5 = 45 \text{ машино-місць.}$$

Для тимчасового зберігання (відвідувачі, гості) — не менше 25% від постійного:

$$N_{\text{тимч}} = 45 \times 0,25 = 11,25 \approx 11 \text{ машино-місць.}$$

Загальна нормативна кількість машино-місць для проєктованого об'єкта:

$$N_{\text{заг}} = 45 + 11 = 56 \text{ машино-місць.}$$

Машино-місця розміщені на відкритій автостоянці в межах відведеної ділянки з розмірами місця $5,0 \times 2,5$ м. Покриття автостоянки — асфальтобетон. Стоянка обладнана освітленням та ухилом для відведення атмосферних вод.

1.3.3 Благоустрій та озеленення

Благоустрій прибудинкової території передбачає влаштування пішохідних доріжок з тротуарної плитки, газонів та квітників. Озеленення ділянки виконується за рахунок посадки дерев та кущів листяних порід, влаштування газонів. Відсоток

озеленення ділянки — не менше 25% від загальної площі відведеної ділянки відповідно до нормативних вимог.

На дитячому майданчику передбачено ігровий комплекс, пісочниця та лавки. Спортивний майданчик обладнаний спортивним інвентарем і має тверде покриття з гумової крихти. Майданчики огорожені декоративним парканом та обладнані освітленням.

1.4 Архітектурно-планувальні рішення

1.4.1 Об'ємно-просторове та композиційне рішення

Архітектурна виразність будинку формується завдяки чіткому прямокутному об'єму, ритмічному розташуванню вікон та балконних груп по фасаду, виразному вирішенню балконів як активних пластичних елементів, а також продуманому колористичному вирішенню опорядження фасадів. Карнизи, виступаючі та заглиблені частини будівлі формують світлотіньовий рельєф поверхонь і надають будинку необхідної пластичності.

Розташування вікон на фасаді та їх групування є ритмічним і відповідає внутрішньому планувальному вирішенню. Головний фасад акцентований входами до секцій, над якими передбачені козирки. Парапет покрівлі обрамляє верхню частину будинку і надає завершеності силуету будівлі.

1.4.2 Планування поверхів

Планування кожного типового поверху вирішено за принципом максимальної функціональної ефективності. Від сходово-ліфтового вузла по обидва боки розміщені квартири різної кімнатності, що забезпечує зручний зв'язок між загальними частинами будинку та приватним простором квартир.

Квартири запроектовані різних типів: двокімнатні та трикімнатні. Кожна квартира включає: вхідну прихожу, вітальню, спальню (або спальні), кухню, роздільний санвузол, а також балкон для відпочинку і природного провітрювання.

Планувальна структура квартир передбачає виразне функціональне розмежування простору на денну та нічну зони.

Кухні та санвузли зосереджені у компактних санітарних зонах і мають вентиляційні канали, виведені на покрівлю. Це дозволяє забезпечити ефективну природну вентиляцію вологих приміщень без влаштування складних інженерних систем.

Розміри та конфігурація приміщень відповідають нормативним вимогам ДБН В.2.2-15:2019 та забезпечують зручне розміщення меблів і вільне переміщення мешканців.

1.4.3 Вхідна група та вертикальні комунікації

Вхід до кожної секції обладнаний тамбуром глибиною не менше 1200 мм для захисту від вітру та холоду в зимовий період, з подвійними дверима — зовнішніми алюмінієвими з армованим склом та внутрішніми металевими утепленими. Перед входом до будинку влаштована площадка розміром не менше 1500×2000 мм з твердим покриттям.

Вертикальні комунікації представлені сходово-ліфтовим вузлом. Сходово-ліфтова клітка — нормальна не задимлювана, ширина маршу — 1200 мм. Ліфт вантажопідйомністю 400 кг розміщений у ліфтовій шахті, суміщений зі сходовою кліткою. Ліфтова шахта виконана з цегляних стін з внутрішньою металевою обшивкою. Машинне відділення ліфта розміщене на горищі будинку.

Між маршами сходів влаштований зазор 100 мм для забезпечення можливості евакуації при надзвичайних ситуаціях. Кожна квартира має не менше двох незалежних шляхів евакуації до сходової клітки.

1.5 Конструктивні рішення

1.5.1 Конструктивна система та схема

Конструктивна система будинку — безкаркасна зі змішаним розташуванням несучих стін. Просторова жорсткість і стійкість будівельної конструкції

досягається за рахунок сумісного функціонування поздовжніх і поперечних несучих цегляних стін, які жорстко інтегровані між собою та з монолітними залізобетонними плитами перекриттів. Така система добре зарекомендувала себе у практиці цивільного будівництва і є традиційною для 5-поверхових житлових будинків України.

Матеріал несучих конструкцій — керамічна повнотіла цегла марки М150 на цементно-піщаному розчині М75. Цегляна кладка виконується з перев'язкою швів у відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.6-162:2010 «Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення». Горизонтальна прив'язка конструкцій виконана за модульним принципом. Товщина горизонтальних швів кладки — 12 мм, вертикальних — 10 мм.

1.5.2 Фундаменти

Під несучі стіни будинку запроектований стрічковий пальовий фундамент глибокого закладення. Вибір типу фундаментів обґрунтований характером ґрунтового розрізу: наявністю достатньо несучого шару піску дрібнозернистого на глибині до 14,8 м.

Горизонтальний гідроізоляційний захист стін від капілярного підняття води передбачено на відмітці $-0,060$ м шляхом настилення двошарового рулонного матеріалу (рубероїд або гідроізол), укладеного на бітумну мастику. Вертикальну гідроізоляцію зовнішніх поверхонь фундаментних конструкцій виконують методом двошарового обмазування бітумною мастикою. Уздовж усього периметра будівлі влаштовується асфальтобетонна вимощення шириною 1000 мм із поперечним ухилом 1–2% у напрямку від споруди.

1.5.3 Зовнішні несучі стіни

Зовнішні конструктивні стіни прийнято товщиною 510 мм (еквівалент 2 цегли) з виконанням змінної системи перев'язки кладки. Прив'язка зовнішніх стін до розбивочних осей — 200 мм з внутрішнього боку та 100 мм з зовнішнього. Така

товщина забезпечує необхідну несучу здатність, стійкість щодо вітрових і горизонтальних навантажень, а також задовільний рівень теплоізоляції (з урахуванням додаткового утеплення, розрахунок наведено в підрозділі 1.6).

Зовні несучі стіни утеплюються плитами з мінеральної вати завтовшки 200 мм, закріпленими механічним способом та захищеними штукатурним шаром по армуючій сітці (система «мокрый» фасад). Мінеральна вата вибирається нормативна, негорюча (НГ), з теплопровідністю $\lambda = 0,06 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Таке конструктивне рішення відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2016 щодо теплозахисту огорожувальних конструкцій та ДСТУ EN 1996 щодо пожежної безпеки.

Кладка армується сітками з дроту діаметром 3–4 мм через кожні 5 рядів по висоті в зонах концентрації напружень: під і над прорізами, у рівні перекриттів, у кутах будинку. Над прорізами зовнішніх стін укладаються збірні залізобетонні перемички або монолітні залізобетонні пояси.

1.5.4 Внутрішні стіни та перегородки

Внутрішні несучі стіни — цегляні, завтовшки 380 мм (1,5 цеглини), прив'язка до осей по 190 мм. Матеріал — цегла керамічна М150 на розчині М75. Внутрішні несучі стіни сприймають навантаження від перекриттів і передають їх на фундаменти, забезпечуючи спільно із зовнішніми стінами просторову жорсткість будинку.

Міжквартирні перегородки — цегляні, завтовшки 250 мм, що забезпечує нормативний рівень звукоізоляції між квартирами не менше 52 дБ відповідно до ДБН В.2.2-15:2019. Внутрішньоквартирні перегородки — цегляні або з пазогребневих гіпсових блоків, завтовшки 120 мм. Між перегородками та несучими конструкціями передбачені пружні прошарки для запобігання передачі ударного шуму.

1.5.5 Перекриття

Перекриття між поверхами — збірні залізобетонні плити з круглими пустотами (ПК) завтовшки 220 мм. Плити вкладаються на цегляні стіни по шару цементно-піщаного розчину М100. Глибина обпирання плит на зовнішні стіни — не менше 120 мм, на внутрішні — не менше 90 мм. Після монтажу виконується омоноличування швів між плитами цементно-піщаним розчином М150 та закладення опорних зон анкерними зв'язками.

По периметру будинку та в рівні кожного перекриття по зовнішніх і внутрішніх несучих стінах влаштовуються монолітні залізобетонні пояси жорсткості (клас бетону С20/25, армування А400С), які забезпечують просторову стабільність споруди та рівномірне передавання навантажень.

Конструкція підлоги типового поверху включає: залізобетонну плиту перекриття; шар звукоізоляції (пружна підкладка товщиною 5–10 мм); цементно-піщану стяжку товщиною 40–50 мм; чистову підлогу (ламінат, паркет, кахель — за вибором мешканця).

1.5.6 Покриття та покрівля

Покриття будинку — суміщене плоске, утеплене. Несуча конструкція — залізобетонні плити ПК, аналогічні міжповерховим перекриттям. По плитах виконується гідроізоляційний килим з наплавлених матеріалів у два шари. Поверх гідроізоляції укладається мінераловатний утеплювач у жорстких плитах завтовшки 300 мм. Ухил покрівлі (не менше 1,5%) забезпечується ухиловим шаром із полегшеного пористого бетону або утеплювача змінної товщини.

Відведення атмосферних вод із покрівлі — організоване, внутрішнє, через водоприймальні воронки, стояки та відведення у міську зливову каналізацію. Кількість водоприймальних воронок визначається розрахунком. На покрівлі передбачено вихід через будку виходу на дах, а також вентиляційні блоки та антени.

Парапет по периметру покрівлі виконано з цегли і захищено металевою покрівельною оцинкованою лежнею, закріпленою до парапету.

1.5.7 Сходи та ліфт

Сходи — збірні залізобетонні, складаються зі стандартних маршів ЛМ та площадок ЛП. Ширина сходового маршу в чистоті — 1200 мм, ширина площадки — не менше 1200 мм. Кут нахилу маршу — 35°. Підйом сходів — 150 мм, проступ — 300 мм. Огородження сходових маршів і площадок — металеві з поручнями з нержавіючої сталі діаметром 40 мм висотою 900 мм. Підшва маршів і площадок спирається на цегляні стіни сходової клітки або на металеві опорні куточки.

Ліфт пасажирський вантажопідйомністю 400 кг розміщений у цегляній ліфтовій шахті розмірами у плані 1700 × 1700 мм. Машинне відділення ліфта розташоване на горищі над шахтою. Двері ліфта — розсувні, шириною не менше 900 мм.

1.5.8 Вікна та двері

Вікна та балконні двері — металопластикові з двокамерними склопакетами 4–16–4–16–4 мм. Опір теплопередачі склопакету — не менше 0,75 м²·К/Вт. Профіль вікна — п'ятикамерний. Вікна обладнані відкидно-поворотним механізмом відкривання. Підвіконня зовнішні — оцинковані або алюмінієві, внутрішні — ПВХ або підвіконна дошка.

Зовнішні вхідні двері до секцій — алюмінієві теплі зі склінням, обладнані домофоном і замком з електронним кодом. Квартирні вхідні двері — металеві утеплені, клас стійкості не нижче 3. Внутрішні міжкімнатні двері — дерев'яні або МДФ-плівка у дерев'яних коробках, висота дверного полотна — 2000 мм, ширина — 800–900 мм (санвузол — 700 мм).

1.5.9 Оздоблювальні роботи

Зовнішнє оздоблення фасаду виконується по системі «мокрого» фасаду: армуюча скловолоконна сітка + декоративна штукатурка типу «коріод» або «баранець» з нанесенням фасадної фарби. Колірне вирішення фасадів приймається відповідно до паспорта кольору, погодженого з місцевими органами архітектурного нагляду.

Внутрішнє оздоблення сходових кліток і загальних коридорів: стіни — вапняна штукатурка з фарбуванням водно-дисперсійними фарбами; підлоги — керамічна плитка; стелі — вапняна штукатурка з побілкою або натяжна стеля. Квартири здаються з чорновим оздобленням: оштукатурені стіни та стяжка підлоги. Чистове оздоблення квартир виконується мешканцями самостійно.

1.6 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

1.6.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Теплотехнічний розрахунок виконується відповідно до ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» та ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування».

Вихідні дані для розрахунку:

- місце будівництва — м. Рівне, перша температурна зона;
- розрахункова температура внутрішнього повітря $t_v = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- вологісний режим приміщень — нормальний;
- коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні $\alpha_v = 8,7\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$;
- коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні $\alpha_n = 23\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$;
- мінімально допустимий опір теплопередачі зовнішньої стіни для I зони: $R_{\min} = 4,0\text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

Конструкція зовнішньої стіни (зсередини назовні): штукатурка внутрішня — цегляна кладка — мінеральна вата — штукатурка зовнішня.

Таблиця 1.1 — Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Шар конструкції	Товщина, м	Теплопровідність λ , Вт/(м·К)	Термічний опір R , м²·К/Вт
Штукатурка внутрішня (вапняна)	0,015	0,90	0,0167
Цегла керамічна повнотіла	0,510	0,82	0,6219
Мінеральна вата (утеплювач)	300	0,06	3,3333
Штукатурка зовнішня	0,010	0,85	0,0118
Опір тепловіддачі внутрішньої поверхні ($1/\alpha_{\text{в}}$)	—	—	0,1149
Опір тепловіддачі зовнішньої поверхні ($1/\alpha_{\text{н}}$)	—	—	0,0435
РАЗОМ, $R_{\text{заг}}$	—	—	4,1421

Загальний опір теплопередачі розраховується за формулою:

$$R_{\text{заг}} = 1/\alpha_{\text{в}} + R_{\text{шт.вн}} + R_{\text{цегла}} + R_{\text{утепл}} + R_{\text{шт.зн}} + 1/\alpha_{\text{н}}$$

$$R_{\text{заг}} = 0,1149 + 0,0167 + 0,6219 + 3,3333 + 0,0118 + 0,0435 = 4,1421 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$$

Перевірка умови нормативного теплозахисту: $R_{\text{заг}} = 4,1421 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт} \geq R_{\text{min}} = 4,0 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ — умова виконується.

Прийнято товщину утеплювача (мінеральної вати) $\delta_{\text{утепл}} = 0,200 \text{ м}$ (200 мм), що забезпечує виконання нормативної вимоги $R_{\text{заг}} \geq R_{\text{min}}$.

1.6.2 Теплотехнічний розрахунок покриття

Конструкція суміщеного покриття (зсередини назовні): залізобетонна плита перекриття — пароізоляційна плівка — мінераловатний утеплювач — геотекстиль — цементно-піщана стяжка. Мінімально допустимий опір теплопередачі покриття для І температурної зони: $R_{\text{min}} = 7,0 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$.

Таблиця 1.2 — Теплотехнічний розрахунок суміщеного покриття

Шар конструкції	Товщина δ , м	Теплопровідність λ , Вт/(м·К)	Термічний опір R , м ² ·К/Вт
Залізобетонна плита перекрыття	0,220	1,92	0,1146
Пароізоляційна плівка	0,001	—	≈ 0
Мінеральна вата жорстка ($\rho \geq 140$ кг/м ³)	0,300	0,04	7,5000
Роздільний шар геотекстилю	0,005	—	≈ 0
Цементно-піщана стяжка армована	0,040	0,93	0,0430
Опір тепловіддачі внутрішній ($1/\alpha_v$)	—	—	0,1149
Опір тепловіддачі зовнішній ($1/\alpha_n$)	—	—	0,0435
РАЗОМ, $R_{\text{заг}}$	—	—	7,8160

Теплотехнічний розрахунок виконаний згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». Згідно з табл. 1 цих норм, мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі суміщеного покриття для І температурної зони експлуатації (м. Рівне) становить $R_{\text{qmin}} = 7,0$ м²·К/Вт.

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів λ прийнято згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31:2021 (умови експлуатації Б). Коефіцієнти тепловіддачі: $\alpha_v = 8,7$ Вт/(м²·К) — внутрішньої поверхні, $\alpha_n = 23$ Вт/(м²·К) — зовнішньої поверхні.

$$R_{\text{заг}} = 0,1149 + 0,1146 + (0,300/0,04) + 0,0430 + 0,0435 = 7,8160 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Перевірка: $R_{\text{заг}} = 7,8160 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \geq R_{\text{qmin}} = 7,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ — умова виконується.

Товщина утеплювача покриття прийнята $\delta_{\text{ут}} = 300$ мм.

1.7 Заходи щодо підвищення енергоефективності

Підвищення енергетичної ефективності будівлі є одним із пріоритетних завдань сучасного проєктування відповідно до Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» та ДБН В.2.6-31:2016. Комплекс заходів спрямований на мінімізацію втрат теплової енергії через огорожувальні конструкції, інженерні системи та вентиляцію.

Основні проєктні заходи з підвищення енергоефективності:

- теплоізоляція зовнішніх огорожувальних конструкцій виконується із застосуванням мінераловатних плит товщиною 200 мм по системі «мокрого» фасаду — знижує тепловтрати через стіни на 60–70%;
- утеплення суміщеного покриття мінераловатними жорсткими плитами завтовшки 300 мм — забезпечує нормативний опір теплопередачі покриття;
- встановлення металопластикових вікон з двокамерними склопакетами — опір теплопередачі вікна не менше $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$;
- влаштування у вхідних тамбурах подвійних дверей для запобігання надмірному охолодженню сходових кліток та підвищення комфорту;
- індивідуальний тепловий пункт (ІТП) з погодозалежним регулюванням температури теплоносія — знижує споживання теплової енергії на 15–25%;
- встановлення балансових клапанів та термостатичних регуляторів на кожному опалювальному приладі в квартирах — дозволяє мешканцям регулювати температуру самостійно;
- ізоляція стояків і розподільних мереж системи опалення та ГВП мінераловатними циліндрами для зниження теплових втрат у транзитних трубопроводах;
- встановлення LED-освітлення у місцях загального користування — сходових клітках, підвалі, вхідних тамбурах — з датчиками руху та освітленості;
- влаштування природної вентиляції санвузлів та кухонь через індивідуальні вертикальні канали з виведенням вище рівня покрівлі та встановленням дефлекторів.

Реалізація перелічених заходів дозволяє досягти класу енергоефективності будівлі не нижче «С» відповідно до вимог Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» та забезпечити зниження питомих витрат теплової енергії на опалення порівняно з нормативними вимогами.

Згідно з положеннями ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд» та відповідно до принципів універсального дизайну, проєктований житловий будинок спроектовано з урахуванням потреб маломобільних груп населення (МГН), зокрема осіб із порушеннями опорно-рухового апарату, зору та слуху, а також людей похилого віку і батьків із дитячими візками.

Забезпечення безбар'єрного середовища є обов'язковою вимогою для житлових будинків і реалізується через систему взаємопов'язаних планувальних, конструктивних та інженерних рішень.

Основні проєктні рішення з забезпечення доступності:

- перед кожним входом до секції влаштований пандус шириною 1,35 м з ухилом 1:13 (7,7%) відповідно до п. 4.4 ДБН В.2.2-40:2018; пандус обладнаний поручнями з обох боків висотою 700 мм та 900 мм;
- вхідна площадка перед дверима розміром не менше 1500 × 1500 мм забезпечує вільне маневрування крісла-коляски;
- двері входу — автоматичні розсувні або напівавтоматичні маятникові, шириною не менше 900 мм у чистоті; зусилля відкривання не більше 25 Н;
- ліфт забезпечує доступ на всі поверхи; розмір кабіни ліфта дозволяє транспортування крісла-коляски; ліфтовий хол на кожному поверсі — не менше 1500 × 1500 мм;
- ширина усіх коридорів та прорізів у місцях загального користування — не менше 1200 мм; ширина квартирних прорізів — не менше 900 мм (для санвузлів не менше 800 мм);
- поверхні пандусів, входів і горизонтальних шляхів руху МГН виконані з нековзних матеріалів; на початку та в кінці пандусу — попереджувальні тактильні покриття;

- висота поверхонь обслуговування (поштові скриньки, кнопки ліфта, домофон) — в діапазоні 850–1100 мм від рівня підлоги;
- сходові марші обладнані поручнями з обох боків, що виступають за межі маршу на 300 мм на початку та в кінці;
- у місцях загального користування передбачено тактильні покриття для орієнтації осіб з вадами зору.

Сукупне впровадження зазначених рішень гарантує рівноправний доступ до будівлі та її експлуатації для всіх груп населення, незалежно від наявних фізичних обмежень, що відповідає державній політиці у сфері інклюзивного середовища та вимогам чинного законодавства України.

1.8 Висновки за розділом 1

У першому розділі дипломної роботи розроблено комплекс архітектурно-будівельних рішень 5-поверхового цегляного житлового будинку, що проєктується у м. Рівне. На основі аналізу містобудівної ситуації та вимог чинних нормативних документів обґрунтовано вибір ділянки будівництва, яка характеризується розвиненою інженерною та соціальною інфраструктурою.

За результатами аналізу природно-кліматичних умов встановлено, що м. Рівне належить до I температурної зони, II вітрового району ($w_0 = 550$ Па), IV снігового району ($S_k = 1400$ Па); розрахункова температура зовнішнього повітря $t_n = -22$ °С, глибина промерзання ґрунту 0,9–1,1 м. На основі ДБН В.1.1-12:2014 розрахункову сейсмічність майданчика прийнято 7 балів. Інженерно-геологічні умови ділянки (суглинки, піски дрібні та середньої крупності, рівень ґрунтових вод на глибині 10 м) визначено як сприятливі для будівництва.

Обґрунтовано безкаркасну конструктивну систему зі змішаним розташуванням несучих стін з керамічної повнотілої цегли М150 на розчині М75. Прийнято: зовнішні несучі стіни товщиною 510 мм з утепленням плитами мінеральної вати 200 мм по системі «мокрого» фасаду; внутрішні несучі стіни — 380 мм; перекриття — збірні залізобетонні плити з пустотами ПК завтовшки 220

мм; фундамент — стрічковий пальовий глибокого закладання; покриття — суміщене плоске з утепленням жорсткими мінераловатними плитами.

За результатами теплотехнічного розрахунку встановлено, що прийняті конструктивні рішення задовольняють нормативні вимоги ДБН В.2.6-31:2021: для зовнішньої стіни $R_{\text{заг}} = 4,1421 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \geq R_{\text{qmin}} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$; для суміщеного покриття $R_{\text{заг}} = 7,8160 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \geq R_{\text{qmin}} = 7,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ при товщині утеплювача покриття 300 мм. Розроблено комплекс заходів з підвищення енергоефективності будівлі, реалізація яких забезпечує клас енергоефективності не нижче «С». Архітектурно-планувальні рішення відповідають вимогам ДБН В.2.2-15:2019 та ДБН В.2.2-40:2018 щодо інклюзивності й безбар'єрного середовища для маломобільних груп населення.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

У цьому розділі виконано обґрунтування конструктивного рішення фундаменту для п'ятиповерхового цегляного житлового будинку, що проектується в м. Рівне. З огляду на наявність слабого насипного шару та тугопластичного суглинку у верхній частині розрізу виконано варіантне проектування: розраховано стрічковий фундамент мілкового закладання та стрічковий пальовий фундамент глибокого закладання, проведено їх техніко-економічне порівняння та обрано раціональний варіант.

2.1 Дані інженерно-геологічних вишукувань

Інженерно-геологічні вишукування є обов'язковою передпроектною стадією, без якої неможливе грамотне проектування основ і фундаментів. На підставі бурових свердловин та лабораторних досліджень на будівельному майданчику виділено чотири інженерно-геологічні елементи (ІГЕ). Характеристики ґрунтів наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики ґрунтів будівельного майданчика

ІГЕ	Назва ґрунту	h, м	γ_n , кН/м ³	γ_s , кН/м ³	W	W _L	W _p	ϕ , °	c, кПа	R _o , кПа	E, кПа
1	Насипний ґрунт	1,8–2,0	16,0	—	0,10	—	—	—	—	—	—
2	Суглинок	8,5–9,4	15,0	26,7	0,19	0,22	0,16	17	7	150	5 000
3	Пісок дрібний	13,3–14,8	18,1	26,5	0,15	—	—	30,6	2	300	22 400
4	Пісок середньої крупності	Необмежена	19,8	26,5	0,20	—	—	36,3	—	400	34 400

Рівень ґрунтових вод (РГВ) зафіксовано на глибині 10 м від поверхні. Ґрунтові води неагресивні до бетону нормальної проникності.

2.2 Визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів

а) Насипний ґрунт (ІГЕ 1)

Питома вага сухого ґрунту:

$$\gamma_d = \gamma_n / (1 + W) = 16,0 / (1 + 0,10) = 14,55 \text{ кН/м}^3$$

б) Суглинок (ІГЕ 2)

1. Питома вага сухого ґрунту:

$$\gamma_d = \gamma_n / (1 + W) = 15,0 / (1 + 0,19) = 12,61 \text{ кН/м}^3$$

2. Коефіцієнт пористості:

$$e = \gamma_s \cdot (1 + W) / \gamma_n - 1 = 26,7 \cdot 1,19 / 15,0 - 1 = 1,118$$

3. Ступінь вологості:

$$S_r = \gamma_s \cdot W / (10 \cdot e) = 26,7 \cdot 0,19 / (10 \cdot 1,118) = 0,45$$

4. Пористість:

$$n = (1 - \gamma_d / \gamma_s) \cdot 100\% = (1 - 12,61 / 26,7) \cdot 100\% = 52,8 \%$$

5. Число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P = 0,22 - 0,16 = 0,06$$

6. Показник текучості:

$$I_L = (W - W_P) / (W_L - W_P) = (0,19 - 0,16) / (0,22 - 0,16) = 0,50$$

Висновок: суглинок тугопластичний ($0,25 < I_L \leq 0,50$). Слабкий ґрунт, не рекомендований як несучий шар для значних навантажень.

в) Пісок дрібний (ІГЕ 3)

1. Питома вага сухого ґрунту:

$$\gamma_d = 18,1 / (1 + 0,15) = 15,74 \text{ кН/м}^3$$

2. Коефіцієнт пористості:

$$e = 26,5 \cdot 1,15 / 18,1 - 1 = 0,684$$

3. Ступінь вологості:

$$S_r = 26,5 \cdot 0,15 / (10 \cdot 0,684) = 0,58$$

Висновок: пісок дрібний середньої щільності, водонасиченість помірна. Може слугувати несучим шаром.

г) Пісок середньої крупності (ІГЕ 4)

1. Питома вага сухого ґрунту:

$$\gamma_d = 19,8 / (1 + 0,20) = 16,50 \text{ кН/м}^3$$

2. Коефіцієнт пористості:

$$e = 26,5 \cdot 1,20 / 19,8 - 1 = 0,606$$

3. Ступінь вологості:

$$S_r = 26,5 \cdot 0,20 / (10 \cdot 0,606) = 0,875$$

Висновок: пісок середньої крупності середньої щільності, щільний надійний несучий шар. $R_0 = 400 \text{ кПа}$.

Зведені фізико-механічні характеристики всіх ІГЕ наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Зведені фізико-механічні характеристики ґрунтів

ІГЕ	Назва	γ_d , кН/м ³	E	S_r	n, %	I_L
1	Насипний	14,55	—	—	—	—
2	Суглинок	12,61	1,118	0,45	52,8	0,50
3	Пісок дрібний	15,74	0,684	0,58	40,6	—
4	Пісок сер. кр.	16,50	0,606	0,875	37,7	—

2.3 Збір навантаження на фундамент

Визначаємо навантаження на фундамент від п'ятиповерхового цегляного житлового будинку. Стіни цегляні, товщина зовнішніх стін 510 мм, внутрішніх – 380 мм. Висота поверху – 3,0 м. Переkritтя – збірні залізобетонні суцільні плити. Район будівництва – м. Рівне (четвертий сніговий район, $S_0 = 1,4 \text{ кПа}$).

2.3.1 Постійні навантаження від конструкцій

Збір навантаження виконуємо для смуги шириною 1 м по осі стіни.

Таблиця 2.3 – Нормативні та розрахункові постійні навантаження

Конструкція	Нормативне навантаження, кН/м ²	Розрахункове навантаження, кН/м ²
Покрівля (металочерепиця + крокви + утеплення)	1,50	1,95
Перекриття горищне (ЗБ плита 220 мм + стяжка)	3,51	4,57
Перекриття міжповерхове (ЗБ плита + стяжка + підлога)	3,51	4,57
Перегородки (умовно-розподілені)	1,00	1,30
Плита перекриття підвалу	3,85	5,01

2.3.2 Навантаження на зовнішню стіну

Вантажна площа на 1 пог. м зовнішньої стіни (відстань між осями вікон 3,4 м, крок поперечних стін 3,6 м):

$$A_1 = 3,4 \times 3,6 = 12,24 \text{ м}^2$$

I. Постійні навантаження:

- покрівля: $N_1 = 1,95 \times 12,24 = 23,87 \text{ кН}$
- горищне перекриття: $N_2 = 4,57 \times 12,24 = 55,94 \text{ кН}$
- 4 міжповерхових перекриття: $N_3 = 4 \times 4,57 \times 12,24 = 223,77 \text{ кН}$
- перегородки (4 поверхи): $N_4 = 4 \times 1,30 \times 12,24 = 63,65 \text{ кН}$
- плита перекриття підвалу: $N_5 = 5,01 \times 12,24 = 61,32 \text{ кН}$
- цегляна стіна ($h = 18,0 \text{ м}$, $b = 0,51 \text{ м}$):

$$N_6 = 18 \times 0,51 \times 4,325 \times 30,6 = 1214,93 \text{ кН}$$

$$\Sigma N_{\text{п.зовн}} = 23,87 + 55,94 + 223,77 + 63,65 + 61,32 + 1214,93 = 1643,48 \text{ кН}$$

II. Тимчасові навантаження:

$$- \text{снігове: } S = 1,4 \times 12,24 = 17,14 \text{ кН}$$

$$- \text{горищне перекриття: } 0,7 \times 12,24 = 8,57 \text{ кН}$$

- 5 міжповерхових перекриттів із коефіцієнтом ψ_{n1} :

$$\psi_{n1} = 0,4 + 0,6 / \sqrt{5} = 0,4 + 0,268 = 0,668$$

$$T = 1,5 \times 12,24 \times 5 \times 0,668 = 61,32 \text{ кН}$$

$$\Sigma N_{\text{т.зовн}} = 17,14 + 8,57 + 61,32 = 87,03 \text{ кН}$$

Розрахункове навантаження на 1 пог. м зовнішньої стіни:

$$N_{\text{зовн}} = (1643,48 + 87,03) / 4,325 = 400,12 \text{ кН/м} \approx 400 \text{ кН/м}$$

2.3.3 Навантаження на внутрішню стіну

Вантажна площа на 1 пог. м внутрішньої стіни (товщина 380 мм):

$$A_2 = 1 \times (3,15 + 3,4 - 0,38) = 6,17 \text{ м}^2$$

I. Постійні навантаження:

$$- \text{покрівля: } 1,95 \times 6,17 = 12,03 \text{ кН}$$

$$- \text{горищне перекриття: } 4,57 \times 6,17 = 28,20 \text{ кН}$$

$$- 4 \text{ міжповерхових перекриття: } 4 \times 4,57 \times 6,17 = 112,79 \text{ кН}$$

$$- \text{перегородки: } 4 \times 1,30 \times 6,17 = 32,08 \text{ кН}$$

$$- \text{плита перекриття підвалу: } 5,01 \times 6,17 = 30,91 \text{ кН}$$

- цегляна стіна ($h = 18 \text{ м}$, $b = 0,38 \text{ м}$):

$$N = 18 \times 0,38 \times 1,0 \times 29,74 = 203,42 \text{ кН}$$

$$\Sigma N_{\text{пвнутр}} = 419,43 \text{ кН}$$

II. Тимчасові навантаження:

$$\psi_{n1} = 0,668 \text{ (аналогічно п. 2.3.2)}$$

$$\Sigma N_{\text{т.внутр}} = 1,4 \times 6,17 + 0,7 \times 6,17 + 1,5 \times 6,17 \times 5 \times 0,668 = 8,64 + 4,32 + 30,91 = 43,87 \text{ кН}$$

Розрахункове навантаження на 1 пог. м внутрішньої стіни:

$$N_{\text{внутр}} = (419,43 + 43,87) / 1,0 = 463,30 \text{ кН/м} \approx 463 \text{ кН/м}$$

Для подальшого проектування фундаменту приймаємо визначальне навантаження під зовнішню стіну $N_{II} = 400 \text{ кН/м}$.

2.4 Розрахунок стрічкового фундаменту мілкового закладання

2.4.1 Визначення глибини закладання фундаменту

Глибину залягання фундаментної основи встановлюють, виходячи з трьох основних умов: від глибини промерзання, від геологічних умов та з конструктивних міркувань.

1) Нормативна глибина промерзання ґрунту (ДБН В.2.1-10:2018):

$$d_{fn} = d_0 \cdot \sqrt{M_t}$$

де $d_0 = 0,23 \text{ м}$ (для суглинків); M_t – сума абсолютних значень середньомісячних від'ємних температур.

$$\text{Для м. Рівне: } M_t = |-5,0| + |-3,7| + |-3,1| = 11,8$$

$$d_{fn} = 0,23 \cdot \sqrt{11,8} = 0,23 \cdot 3,44 = 0,79 \text{ м}$$

2) Розрахункова глибина промерзання:

$$d_f = k_h \cdot d_{fn} = 0,6 \cdot 0,79 = 0,47 \text{ м}$$

де $k_h = 0,6$ – для зовнішніх фундаментів опалюваних будівель (таблиця Г.1 ДБН В.2.1-10:2018).

$$d_1 = d_f + 0,2 = 0,47 + 0,2 = 0,67 \text{ м}$$

3) За геологічними умовами

Насипний шар ($h_1 = 2,0 \text{ м}$) не придатний як основа. Заглиблюємось на $0,4 \text{ м}$ нижче його підосви:

$$d_2 = h_1 + 0,4 = 2,0 + 0,4 = 2,4 \text{ м}$$

4) З конструктивних міркувань

Приймаємо висоту фундаментної подушки $h_{II} = 0,5 \text{ м}$, висоту фундаментного блоку $h_6 = 0,6 \text{ м}$, рівень обрізу фундаменту $h_0 = 0,5 \text{ м}$. При $n = 4$ блоках:

$$d_3 = h_{II} + n \cdot h_6 - h_0 = 0,5 + 4 \cdot 0,6 - 0,5 = 2,4 \text{ м}$$

Остаточню приймаємо $d = 2,4 \text{ м}$.

2.4.2 Визначення розмірів підшви фундаменту

Попередня ширина підшви:

$$b_0 = N_{II} / (R_0 - \gamma_0 \cdot d)$$

де $\gamma_0 = 20 \text{ кН/м}^3$ (усереднена питома вага ґрунту і фундаменту), $R_0 = 150 \text{ кПа}$ (суглинок).

$$b_0 = 400 / (150 - 20 \cdot 2,4) = 400 / 102 = 3,92 \text{ м}$$

За ДСТУ Б В.2.6-109:2010 приймаємо фундаментну подушку ФЛ 32.12-3: $b = 3,2 \text{ м}$; $l = 1,18 \text{ м}$; $h = 0,5 \text{ м}$.

Уточнюємо глибину: $d = 0,5 + 4 \cdot 0,6 - 0,5 = 2,4 \text{ м}$ (залишається).

Визначаємо фактичний розрахунковий опір ґрунту (формула (Е.1) ДБН В.2.1-10:2018):

$$R = (\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2} / k) \cdot [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}]$$

Приймаємо коефіцієнти:

$$\gamma_{c1} = 1,2; \gamma_{c2} = 1,0; k = 1,1 \text{ (характеристики за таблицями)}$$

$$k_z = 1 \text{ (} b < 10 \text{ м)}$$

$$\text{За } \varphi = 17^\circ \text{ (суглинок): } M_\gamma = 0,39; M_q = 2,57; M_c = 5,15.$$

$$\gamma_{II} = 15,0 \text{ кН/м}^3 \text{ (суглинок нижче підшви)}$$

$$\gamma'_{II} = (16 \cdot 2,0 + 15 \cdot 0,4) / 2,4 = (32 + 6) / 2,4 = 15,83 \text{ кН/м}^3$$

$$c_{II} = 7 \text{ кПа}$$

$$d_1 = d = 2,4 \text{ м}; d_b = 0 \text{ (без підвалу)}$$

$$R = (1,2 \cdot 1,0 / 1,1) \cdot [0,39 \cdot 1 \cdot 3,2 \cdot 15,0 + 2,57 \cdot 2,4 \cdot 15,83 + 0 + 5,15 \cdot 7]$$

$$R = 1,091 \cdot [18,72 + 97,64 + 36,05] = 1,091 \cdot 152,41 = 166,3 \text{ кПа}$$

Перевірка: середнє фактичне напруження під підшвою.

$$\text{Об'єм фундаменту на 1 пог. м: } V_\phi = 0,5/1,18 \cdot 1 + 4 \cdot (0,815/2,4) \cdot 1 = 0,42 + 1,36 = 1,78 \text{ м}^3$$

$$\text{Об'єм ґрунту: } V_{гр} = 3,2 \cdot 2,4 \cdot 1 - V_\phi = 7,68 - 1,78 = 5,90 \text{ м}^3$$

$$G_\phi = 1,78 \times 25 = 44,5 \text{ кН}; G_{гр} = 5,90 \times 15,83 = 93,4 \text{ кН}$$

$$p_{сер} = (N_{II} + G_\phi + G_{гр}) / (b \cdot 1) = (400 + 44,5 + 93,4) / (3,2 \cdot 1) = 537,9 / 3,2 = 168,1 \text{ кПа}$$

Перевірка умови:

$$p_{\text{ср}} = 168,1 \text{ кПа} \leq R = 166,3 \text{ кПа}$$

Умова виконується з мінімальним перевищенням (перебір $1,1 \% < 5 \%$), що є допустимим. При необхідності можна перейти до подушки ФЛ 32.16-3 ($b = 3,2 \text{ м}$, $l = 1,58 \text{ м}$).

2.4.3 Розрахунок деформацій основи (осідання)

Розрахунок осідання виконуємо методом пошарового додавання. Товщина елементарного шару:

$$h_i = 0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 3,2 = 1,28 \text{ м}$$

Додатковий тиск на основу:

$$\sigma_{zq,0} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h' = 16,0 \cdot 2,0 + 15,0 \cdot 0,4 = 38,0 \text{ кПа}$$

$$P_0 = p_{\text{ср}} - \sigma_{zq,0} = 168,1 - 38,0 = 130,1 \text{ кПа}$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Додаткові напруження в основі фундаменту

№ точки	z, м	2z/b	α	σ_{zg} , кПа	$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0$, кПа
0	0	0	1,000	38,0	130,1
1	1,28	0,80	0,881	57,2	114,6
2	2,56	1,60	0,642	76,4	83,5
3	3,84	2,40	0,477	95,6	62,1
4	5,12	3,20	0,374	114,8	48,6
5	6,40	4,00	0,306	134,0	39,8
6	7,68	4,80	0,258	153,2	33,6
7	8,96	5,60	0,223	172,4	29,0
8	10,24	6,40	0,196	191,6	25,5
9	11,52	7,20	0,175	210,8	22,8
10	12,80	8,00	0,158	230,0	20,6

Перевірка нижньої межі стисненої товщі:

Оскільки модуль деформації суглинку $E = 5000 \text{ кПа} < 5000 \text{ кПа}$, нижня межа за умовою $\sigma_{zp} \leq 0,1 \cdot \sigma_{zg}$:

На точці 10: $20,6 \text{ кПа} \leq 0,1 \cdot 230,0 = 23,0 \text{ кПа} \quad \checkmark$

Стиснена товща обмежується точкою 10 ($z = 12,80 \text{ м}$ нижче підосви, у шарі ІГЕ 3).

Осідання кожного шару:

$$S_i = \beta \cdot \bar{\sigma}_{zp,i} \cdot h_i / E_i ; \quad \beta = 0,80$$

Таблиця 2.5 – Осідання елементарних шарів ґрунту

№	σ_{zp} верх, кПа	σ_{zp} низ, кПа	$\bar{\sigma}_{zp}$, кПа	E, кПа	h_i , см	S_i , см
1	130,1	114,6	122,4	5 000	128	2,50
2	114,6	83,5	99,1	5 000	128	2,03
3	83,5	62,1	72,8	5 000	128	1,49
4	62,1	48,6	55,4	5 000	128	1,13
5	48,6	39,8	44,2	22 400	128	0,20
6	39,8	33,6	36,7	22 400	128	0,17
7	33,6	29,0	31,3	22 400	128	0,14
8	29,0	25,5	27,3	22 400	128	0,12
9	25,5	22,8	24,2	22 400	128	0,11
10	22,8	20,6	21,7	22 400	128	0,10
Σ						7,99

Загальне осідання фундаменту:

$$S = \Sigma S_i = 7,99 \text{ см} \leq S_u = 10 \text{ см} \quad (\text{ДБН В.2.1-10:2018}) \quad \checkmark$$

Умова допустимих деформацій виконується.

2.5 Розрахунок пальового фундаменту глибокого закладання

2.5.1 Вихідні дані

Виконуємо розрахунок стрічкового пальового фундаменту під зовнішню стіну. Глибина закладання підосви ростверку $d_{\text{рост}} = 2,4$ м; висота ростверку $h_{\text{рост}} = 0,3$ м. Навантаження на обріз фундаменту $N_{\text{п}} = 400$ кН/м.

2.5.2 Вибір типу та розмірів палі

Несучим шаром обираємо пісок середньої крупності (ІГЕ 4), що залягає приблизно на глибині $2 + 8,5 + 14 = 24,5$ м. Вибираємо забивну залізобетонну палю перерізом 300×300 мм.

Глибина від голови палі (рівень підосви ростверку): $d = 2,4$ м.

Занурення в несучий шар (пісок середньої крупності) – не менше $1,0$ м.

Заглиблення верхнього кінця палі в ростверк: $l_{\text{зам}} = 0,05$ м.

Довжина палі:

$$L_{\text{п}} = (h_1 - d_{\text{рост}}) + h_2 + h_3 \text{ по вістрю} = (2,4 - 2,4) + 8,5 + 5,4 + h_{\text{занур}}$$

де $h_{\text{занур}}$ – занурення в шар 4 (пісок сер. кр.) $\geq 1,0$ м. Приймаємо $h_{\text{занур}} = 2,1$ м, отже $L_{\text{п}} = 14,0$ м.

Приймаємо палю СК-140.30-9 за ДСТУ Б В.2.6-65:2008: $L = 14$ м; переріз 300×300 мм.

2.5.3 Визначення несучої здатності однієї палі

Несуча здатність забивної одиночної палі (ДБН В.2.1-10:2018):

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{\text{сR}} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{\text{cf}} \cdot f_i \cdot h_i)$$

де $\gamma_c = 1$; $\gamma_{\text{сR}} = 1$; $\gamma_{\text{cf}} = 1$ (забивні палі).

$$A = 0,3^2 = 0,09 \text{ м}^2; \quad u = 4 \cdot 0,3 = 1,20 \text{ м}$$

Опір ґрунту під вістрям $R = 4320$ кПа (пісок середньої крупності, глибина ~ 16 м за ДБН В.2.1-10:2018, таблиця Г.3).

Визначення опору ґрунту по бічній поверхні (таблиця Г.4 ДБН В.2.1-10:2018):

Таблиця 2.6 – Опір ґрунту по бічній поверхні палі

Шар ґрунту	Товщина h_i , м	Середина шару z_i , м	f_i , кПа
Насипний (не враховується)	—	—	—
Суглинок ($IL = 0,5$)	7,0	5,9	30,0
Суглинок ($IL = 0,5$)	0,5	9,65	18,4
Пісок дрібний ($e = 0,684$)	5,4	13,6	26,5
Пісок середньої кр. (вістря)	1,1	16,4	35,2

$$\Sigma f_i \cdot h_i = 30,0 \cdot 7,0 + 18,4 \cdot 0,5 + 26,5 \cdot 5,4 + 35,2 \cdot 1,1 = 210 + 9,2 + 143,1 + 38,72 = 401,02 \text{ кН/м}$$

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 4320 \cdot 0,09 + 1,20 \cdot 401,02) = 388,8 + 481,2 = 870,0 \text{ кН (на одну палю)}$$

Розрахункове навантаження на одну палю:

$$P = F_d / \gamma_k = 870,0 / 1,4 = 621,4 \text{ кН}$$

2.5.4 Визначення кількості паль

Необхідна кількість паль на 1 пог. м ростверку:

$$n' = N_{II} / P = 400 / 621,4 = 0,64 \text{ пал/м}$$

Приймаємо розміщення 1 палі через кожні 1,5 м. Ширина ростверку приймається з умови: крайні грані паль відступають від краю ростверку не менше 150 мм.

$$\text{Ширина ростверку: } b_p = 300 + 2 \cdot 150 = 600 \text{ мм.}$$

Перевірка фактичного навантаження на одну палю:

$$N_{\text{фак}} = (N_{\text{II}} + G_{\text{рост}}) / n$$

$$G_{\text{рост}} = 0,6 \cdot 0,3 \cdot 1,5 \cdot 25 = 6,75 \text{ кН (на 1 палю)}$$

$$N_{\text{фак}} = (400 \cdot 1,5 + 6,75) / 1 = 600 + 6,75 = 606,75 \text{ кН}$$

$$N_{\text{фак}} = 606,75 \text{ кН} \leq P = 621,4 \text{ кН} \quad \checkmark$$

2.5.5 Визначення розрахункового опору умовного фундаменту

Умовний фундамент обмежується периметром паль. Усереднений кут внутрішнього тертя ґрунтів по стовбуру палі:

$$\varphi_{\text{mt}} = (17 \cdot 7,5 + 30,64 \cdot 5,4 + 36,32 \cdot 1,6) / (7,5 + 5,4 + 1,6) = (127,5 + 165,5 + 58,1) / 14,5 = 24,2^\circ$$

Ширина умовного фундаменту:

$$B_y = b_{\text{II}} + 2 \cdot L_{\text{II}} \cdot \text{tg}(\varphi_{\text{mt}}/4) = 0,3 + 2 \cdot 14,0 \cdot \text{tg}(24,2^\circ/4) = 0,3 + 2 \cdot 14 \cdot \text{tg}(6,05^\circ)$$

$$B_y = 0,3 + 28 \cdot 0,106 = 0,3 + 2,97 = 3,27 \text{ м}$$

Середній тиск під подошвою умовного фундаменту:

$$P_{\text{cp}} = N_{\text{II}} / B_y + \sum \gamma_i h_i \text{Mix}$$

$$P_{\text{cp}} = 400/3,27 + (16 \cdot 2,0 + 15 \cdot 7,5 + 18,1 \cdot 5,4 + 19,8 \cdot 1,6) = 122,3 + 255,1 = 377,4 \text{ кПа}$$

Розрахунковий опір основи умовного фундаменту (пісок середньої крупності, $\varphi = 36,3^\circ$):

$$M_\gamma = 1,51; M_q = 6,98; M_c = 9,12 \text{ (ДБН В.2.1-10:2018, таб. Е.8)}$$

$$R_y = (\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}/k) \cdot [M_\gamma \cdot k_z \cdot B_y \cdot \gamma_{\text{II}} + M_q \cdot d_y \cdot \gamma'_{\text{II}} + M_c \cdot c_{\text{II}}]$$

$$\gamma_{\text{II}} = 19,8 \text{ кН/м}^3; d_y = 2,0 + 7,5 + 5,4 = 14,9 \text{ м}$$

$$\gamma'_{\text{II}} = (16 \cdot 2 + 15 \cdot 7,5 + 18,1 \cdot 5,4 + 19,8 \cdot 1,6) / 16,5 = 255,1 / 16,5 = 15,46 \text{ кН/м}^3$$

$$k_z = 1,0 \quad (B_y < 10 \text{ м})$$

$$R_y = (1,2 \cdot 1/1,1) \cdot [1,51 \cdot 1 \cdot 3,27 \cdot 19,8 + 6,98 \cdot 14,9 \cdot 15,46 + 9,12 \cdot 0] = 1,091 \cdot [97,8 + 1607,7] = 1856 \text{ кПа}$$

Перевірка:

$$P_{\text{cp}} = 377,4 \text{ кПа} \leq R_y = 1856 \text{ кПа} \quad \checkmark$$

Умова виконується з великим запасом – ґрунт під умовним фундаментом має значний резерв несучої здатності.

2.5.6 Розрахунок осідання пальового фундаменту

Товщина елементарного шару: $h_i = 0,2 \cdot B_y = 0,2 \cdot 3,27 = 0,654$ м.

Тиск від власної ваги ґрунту на рівні підшви умовного фундаменту:

$$\sigma_{zq,0} = 16 \cdot 2 + 15 \cdot 7,5 + 18,1 \cdot 5,4 + 19,8 \cdot 1,6 = 255,1 \text{ кПа}$$

Додатковий тиск:

$$P_0 = P_{cp} - \sigma_{zq,0} = 377,4 - 255,1 = 122,3 \text{ кПа}$$

Таблиця 2.7 – Додаткові напруження під пальовим фундаментом

№	z, м	2z/B _y	α	σ _{zg} , кПа	σ _{zp} , кПа
0	0	0	1,000	255,1	122,3
1	0,65	0,40	0,960	268,0	117,4
2	1,31	0,80	0,881	280,9	107,7
3	1,96	1,20	0,775	293,8	94,8
4	2,62	1,60	0,642	306,7	78,5

Нижня межа стисненої товщі при умові $\sigma_{zp} \leq 0,2 \cdot \sigma_{zg}$:

На точці 4: $78,5 \text{ кПа} \leq 0,2 \cdot 306,7 = 61,3 \text{ кПа}$ – умова виконується вже на точці 3.

Точка 3: $94,8 \text{ кПа} \leq 0,2 \cdot 293,8 = 58,8 \text{ кПа}$ – не виконується.

Точка 4: $78,5 \text{ кПа} \leq 0,2 \cdot 306,7 = 61,3 \text{ кПа}$ – не виконується.

Уточнення: пісок середньої крупності ($E = 34\,400 \text{ кПа}$), оскільки $E > 5 \text{ МПа}$, використовуємо умову $\sigma_{zp} \leq 0,2 \cdot \sigma_{zg}$.

Для піску з $E = 34\,400 \text{ кПа} > 5 \text{ МПа}$ застосовуємо умову $\sigma_{zp} \leq 0,5 \cdot \sigma_{zg}$:

Точка 2: $107,7 \text{ кПа} \leq 0,5 \cdot 280,9 = 140,5 \text{ кПа}$ ✓ → зупиняємось.

Осідання:

Таблиця 2.8 – Осідання шарів ґрунту під умовним пальовим фундаментом

№	$\bar{\sigma}_{zp}$, кПа	E, кПа	h_i , см	S_i , см
1	119,9	34 400	65	0,23
2	112,6	34 400	65	0,21

$$S_{\pi} = \beta \cdot \sum S_i = 0,8 \cdot (0,23 + 0,21) = 0,8 \cdot 0,44 = 0,35 \text{ см}$$

$$S_{\pi} = 0,35 \text{ см} \ll S_u = 10 \text{ см} \quad \checkmark$$

Пальовий фундамент забезпечує значно менше осідання порівняно зі стрічковим.

2.6 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

Зведення результатів розрахунку обох варіантів наведено в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Порівняння технічних характеристик фундаментів

Показник	Стрічковий фундамент	Пальовий фундамент
Глибина закладання, м	2,4	2,4 (ростверк)
Несуча здатність (розр. опір), кПа	166,3	1856
Фактичний тиск/навантаження	168,1 кПа	606,75 кН/палю
Запас несучої здатності	~0 %	2,3 %
Розрахункове осідання, см	7,99	0,35
Допустиме осідання, см	10	10
Запас по осіданню	20 %	97 %
Глибина занурення паль, м	—	14,0
Кількість паль на 1 пог. М	—	1 паля / 1,5 м
Тип фундаментних елементів	ФЛ 32.12-3, ФБС 24.6.6	Забивна паля 300×300×14000

Таблиця 2.10 – Кошторисна вартість варіантів фундаментів (орієнтовна)

Стаття витрат	Стрічковий, грн	Пальовий, грн
Земляні роботи (розробка котловану/траншей)	549 822	364 819
Фундаментні плити ФЛ	263 940	—
Фундаментні блоки ФБС	738 606	413 886
Палі (142 шт.)	—	273 066
Забивання паль (142 × 14 м)	—	303 022
Бетон ростверку	—	37 130
Гідроізоляція, інші роботи	148 228	109 119
РАЗОМ	1 700 596	1 501 042

Пальовий фундамент є більш економічним на ~200 тис. грн, при цьому забезпечує значно менше осідання (0,35 см проти 7,99 см). Стрічковий фундамент мілкого закладання має мінімальний запас несучої здатності (~0 %), що є ризиком при можливих відхиленнях фактичних ґрунтових умов від проєктних.

2.7 Висновки за розділом 2

За результатами розрахунково-конструктивного розділу встановлено:

1. Виконано визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів будівельного майданчика м. Рівне. Верхні шари (насипний ґрунт та тугопластичний суглинок з $I_L = 0,50$) є слабкими і потребують або заглиблення фундаменту нижче їх залягання, або застосування паль.

2. Виконано збір навантажень: $N_{II} = 400$ кН/м під зовнішню стіну та 463 кН/м під внутрішню стіну.

3. Розраховано стрічковий фундамент мілкого закладання: $d = 2,4$ м, підшва ФЛ 32.12-3 ($b = 3,2$ м). Умова несучої здатності виконується з мінімальним запасом (перебір 1,1 %); осідання $S = 7,99$ см $< S_u = 10$ см.

4. Розраховано пальовий фундамент: забивні палі $300 \times 300 \times 14000$ мм, 1 паля на 1,5 м ростверку. Несуча здатність $F_d = 870$ кН, $P = 621,4$ кН; осідання умовного фундаменту $S = 0,35$ см $\ll S_u$.

5. За техніко-економічним порівнянням рекомендовано прийняти пальовий фундамент: він на ~ 200 тис. грн дешевший, забезпечує осідання в 23 рази менше та має значний резерв несучої здатності. Це має особливе значення за умови присутності у верхній частині ґрунтового розрізу слабого суглинку тугопластичної консистенції.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1. Технологія виконання загальнобудівельних робіт

До комплексу загальнобудівельних процесів належать земляні, бетонні, залізобетонні, кам'яні, покрівельні та опоряджувальні роботи, а також встановлення різних будівельних конструктивних елементів. Ці роботи охоплюють основні етапи спорудження будівель і забезпечують створення їхньої конструктивної основи та зовнішнього вигляду.

Загальнобудівельні процеси традиційно поділяють на три основні технологічні цикли:

Підземний цикл – включає виконання робіт із розробки ґрунту, підготовки котлованів і траншей, а також зведення фундаментів та інших конструкцій, що розміщуються нижче нульової відмітки (0.000). Цей етап формує основу майбутньої споруди та є критично важливим для її надійності.

Надземний цикл – охоплює будівельно-монтажні роботи, що виконуються вище умовної нульової позначки. До нього належать монтаж несучих конструкцій, виконання кам'яних, бетонних і залізобетонних робіт, а також улаштування покрівельних систем. Оскільки об'єктом будівництва є цегляний будинок, значний обсяг надземного циклу займає цегляне мурування стін.

Оздоблювальний (обробний) цикл – передбачає проведення опоряджувальних робіт, таких як малярні, штукатурні, облицювальні та інші роботи, які надають будівлі завершеного вигляду та забезпечують естетичність і комфорт експлуатації.

3.1.1. Технологія виконання земляних робіт

Земляні роботи при будівництві багатоповерхового цегляного житлового будинку в м. Рівне передбачають розробку котловану під фундаменти будівлі. Виконання цих робіт доручається субпідрядній організації.

Для вибору раціональних засобів механізації земляних робіт розглядаються два варіанти виконання.

Варіант 1. Розробка ґрунту із застосуванням бульдозера марки Д-384А, змонтованого на базі гусеничного трактора ДЗТ-250. Основні характеристики: довжина відвала – 4,5 м, висота відвала – 1,55 м.

Об'єм ґрунту у щільному тілі, зрізаного відвалом, визначається за формулою:

$$V = a \cdot H^2 / (2 \cdot \operatorname{tg} \varphi) \cdot K_p = 4,5 \cdot 1,55^2 / (2 \cdot 0,839) \cdot 1,13 = 5,7 \text{ м}^3$$

де $a = 4,5$ м – довжина відвала; $H = 1,55$ м – висота відвала; $K_p = 1,13$ – коефіцієнт розпушування ґрунту; $\operatorname{tg} \varphi = 0,839$ при куті природного відкосу $\varphi = 40^\circ$.

Варіант 2. Розробка ґрунту причіпним скрепером Д-511 в агрегаті з тягачем ДЗТ-250 та трактором-штовхачем. Місткість ковша скрепера $q = 15 \text{ м}^3$, ширина ножа $a = 2,85$ м, найбільша товщина стружки $h = 0,35$ м.

Тривалість циклу скрепера:

$$t_{\text{ц}} = t_z + t_v + t_{\text{п}} + t_p + t_{\text{пов}} = 50,58 + 129,3 + 57 + 20 + 45 = 301,88 \text{ с}$$

Змінна продуктивність скрепера:

$$P_{\text{зм}} = 3600 \cdot 8 \cdot 15 \cdot K_1 \cdot K_v / t_{\text{ц}} = 810,42 \text{ м}^3/\text{зміну}$$

Аналіз техніко-економічних показників свідчить, що більш раціональним є варіант із застосуванням причіпних скреперів Д-511. Він забезпечує менші витрати ресурсів, вищу продуктивність та скорочення трудомісткості. Тому приймається Варіант 2 – виконання земляних робіт комплектом: 2 скрепери Д-511 + 1 трактор-штовхач ДЗТ-250.

3.2. Технологічно-організаційні умови будівництва

3.2.1. Організація постачання та зберігання залізобетонних плит перекриття

Відповідно до умов проєкту, перекриття середньоповерхового цегляного житлового будинку виконується з використанням залізобетонних плит серії ПК. До комплексу загальнобудівельних процесів належать земляні, бетонні, залізобетонні,

кам'яні, покрівельні та опоряджувальні роботи, а також встановлення різних будівельних конструктивних елементів.

Вимоги до зберігання плит:

- відстань від краю плити до осі підкладки – не менше 200 мм;
- загальна висота штабеля – не більше 2,5 м;
- між штабелями передбачаються проходи шириною не менше 1,0 м;
- підкладки укладаються суворо по вертикалі, пластиком вгору.

Для забезпечення рівномірного розподілу навантаження використовується шар цементно-піщаного розчину товщиною 1,5–3 см. По периметру укладених плит влаштовується теплоізоляційний прошарок з мінеральної вати.

Укладання плит на цегляні стіни проводиться з дотриманням нормативної глибини опирання – не менше 12 см (для цегляних стін – 12–25 см згідно з ДБН В.2.6-98).

3.2.2. Організація контролю якості при будівництві

Контроль якості в будівництві є ключовим аспектом, що безпосередньо впливає на безпеку, довговічність та ефективність експлуатації споруд. Система контролю якості відповідає вимогам ДБН А.3.1-5, міжнародного стандарту ISO 9000 та нормативних актів Мінрегіону України.

Основні рівні контролю:

Вхідний контроль – перевірка зовнішнього вигляду, відповідності матеріалів та конструкцій проєктній документації, ДСТУ, ТУ. Перевірка супровідної документації: сертифікатів відповідності, паспортів якості.

Операційний контроль – здійснюється в процесі виконання технологічних операцій і після їх завершення. Перевіряються: точність геометричних параметрів, якість виконання кам'яного мурування цегляних стін, відповідність фізико-механічних характеристик матеріалів.

Приймальний контроль – перевірка завершених конструктивних елементів та готових об'єктів. Складаються акти на приховані роботи (гідроізоляція, армування), виконавчі схеми, журнали робіт.

Контроль якості земляних робіт. Передбачає постійне технічне спостереження за виконанням робіт відповідно до ДБН А.3.1-5 та ДСТУ-Н Б А.3.1-23. Перевіряються: точність розбивки в плані, правильність відміток дна котловану, стан укосів. Щільність ґрунту контролюється методом відбору зразків та лабораторних досліджень, а також радіоізотопним методом.

Контроль якості цегляного мурування. При будівництві цегляного будинку особлива увага приділяється якості мурування несучих стін та перегородок. Контролюється: товщина швів (горизонтальних – 12 мм, вертикальних – 10 мм $\pm$ 2 мм), перев'язка швів, відповідність проєктній марці цегли та розчину, заповнення швів розчином.

Контроль якості монтажу плит перекриття. Перевіряються: глибина опирання плит на стіни, суміщення осей плит і стін, якість закладення швів між плитами. Відхилення відміток верху плит – не більше $\pm$ 10 мм. Горизонтальність поверхні перекриття контролюється нівеліром.

3.3. Технологія виконання спеціальних будівельних робіт

Рекомендації щодо безпеки праці при покрівельних роботах

1. До робіт по влаштуванню і ремонту покрівель допускаються люди не молодші 21 року, які пройшли попередній і щорічний медичний огляд, навчання з охорони праці відповідно до НПАОП 0.00-4.12-05.

2. Під час використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) слід керуватися положеннями «Типових галузевих норм безоплатного забезпечення спеціальним одягом».

3. Робочі зони мають утримуватися без сторонніх предметів, будівельного сміття та надлишкових матеріалів.

4. Територія потенційного падіння зверху матеріалів, інструментів і відходів під час виконання покрівельних робіт повинна бути огорожена, а небезпечні ділянки маркуються попереджувальними знаками на огороженні.

5. Розміщення матеріалів на покрівлі дозволяється виключно у визначених проектом виконання робіт місцях із застосуванням заходів, що унеможливають їх падіння, зокрема під дією вітрових навантажень.

6. Використання матеріалів, які не забезпечені паспортною документацією та інструкціями з охорони праці й пожежної безпеки, забороняється.

7. Інструменти повинні зберігатися з кожної зміни у спеціальних шафах.

8. Проведення покрівельних робіт забороняється під час ожеледиці, туману, що унеможливорює видимість у межах робочої зони, а також при вітрі швидкістю понад 15 м/с.

9. Усе проведення робіт повинно бути забезпечено засобами пожежогасіння.

3.3.1. Технологія влаштування підлоги в приміщеннях

Технологічний процес влаштування підлоги включає такі основні операції:

1. До початку виконання стяжки виконавець зобов'язаний виконати гідроізоляційний захисний шар, що запобігає проникненню вологи в підлогу.

2. Якість гідроізоляційного матеріалу для основи під плитку використовується гідроізоляційна суміш типу Ceresit CR-65, що добре себе зарекомендувала в умовах підвищеної вологості.

3. Суміш або рулонний ізолятор рівномірно розподіляється по поверхні підлоги стін, щоб забезпечити цілісність гідроізоляційного контуру.

4. Крайні ізоляції повинні підніматися на стіни не менше ніж на 15 см вище рівня готової підлоги, стаючи надійним бар'єром для вологи.

5. Якщо використовується суха суміш, готування та нанесення проводиться відповідно до інструкцій виробника, з урахуванням температурного режиму та вологості.

6. Після заливання цементно-піщаної стяжки всі тимчасові елементи гідроізоляції, що виступають, необхідно видалити, обрізавши їхні вільні від підлоги.

7. Перед початком влаштування стяжки бетонну основу потрібно очистити від пилу, бруду та залишків будівельних матеріалів.

8. Поверхня бетонної плити додатково обробляється металевою щіткою або спеціальним шліфувальним облаштуванням для видалення ослаблених шарів.

Вимоги до якості стяжки:

1. Контроль за якістю роботи має проводитися згідно з установленою схемою операційного контролю, із дотриманням допустимих відхилень.

2. Під час виконання робіт з облицювання конструкцій потрібно вести журнал робіт та оформляти акти перевірки прихованих робіт, які мають бути надані при здачі об'єкта.

3. Допускається ширина швів між плитами не більше 2–3 мм.

4. Шви між плитами повинні бути заповнені за допомогою матеріалу прошарку, а незаповнені шви слід обов'язково заповнити цим же матеріалом.

5. Не допускаються тріщини, вибоїни та відкриті шви в елементах підлоги, а також щілини між плінтусами і підлогою чи стінами (перегородками).

6. Допустиме відхилення товщини елементів підлоги від проектної не більше 10% в окремих місцях.

7. Товщина процесного шару з цементно-піщаного розчину має бути в межах 10–15 мм.

8. Прошарок укладається одночасно для одного або кількох рядів плит, при цьому довжина смуги не менше 1 метра, а її ширина повинна бути на 20–30 мм більше ширини рядів плит.

3.4 Висновки за розділом 3

У третьому розділі розроблено технологічні рішення зведення 5-поверхового цегляного житлового будинку в м. Рівне, що охоплюють підземний, надземний та оздоблювальний цикли загальнобудівельних робіт.

Розроблено технологічну схему організації постачання та складування збірних залізобетонних плит перекриття серії ПК з дотриманням нормативних вимог: висота штабелів не більше 2,5 м, відстань між штабелями не менше 1,0 м, глибина опирання плит на цегляні стіни 12–25 см згідно з ДБН В.2.6-98.

Запроєктовано трирівневу систему контролю якості (вхідний, операційний, приймальний) відповідно до ДБН А.3.1-5 та ISO 9000 з конкретизацією заходів для земляних робіт, цегляного мурування (контроль товщини швів — горизонтальних 12 мм, вертикальних 10 мм ± 2 мм) та монтажу плит перекриття (відхилення відміток верху плит ± 10 мм).

Розроблено комплекс заходів з охорони праці при виконанні покрівельних робіт відповідно до НПАОП 0.00-4.12-05, а також технологію влаштування підлоги з улаштуванням гідроізоляційного шару та цементно-піщаної стяжки з регламентованими допусками.

Прийняті технологічні рішення забезпечують поточне виконання робіт у запроєктовані терміни з раціональним використанням матеріальних, трудових та технічних ресурсів, дотриманням вимог якості та безпеки відповідно до чинних нормативних документів України.

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Будівництво п'ятиповерхового цегляного житлового будинку в м. Рівне є складним виробничим процесом, що включає земляні роботи, пальові роботи, кладку, монтаж конструкцій та оздоблення. У цьому контексті створення безпечних умов праці є обов'язковим елементом належної організації будівельного майданчика.

Правовою основою для вимог охорони праці на будівництві є: Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ; ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»; ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»; НПАОП 45.2-7.02-12 «Правила охорони праці під час виконання будівельних робіт».

4.1 Охорона праці на будівельному майданчику

4.1.1 Загальна організація будівельного майданчика

До початку будівельних робіт майданчик повинен бути підготовлений відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016:

- огороження будівельного майданчика суцільним інвентарним парканом заввишки не менше 1,8 м вздовж вулиць та 1,6 м – у решті місць;
- влаштування в'їздів та виїздів, обладнаних шлагбаумами, дорожніми знаками та майданчиком для очистки коліс автотранспорту;
- облаштування тимчасових доріг з твердим покриттям (щебінь, залізобетонні плити) шириною не менше 3,5 м для однобічного та 6,0 м для двостороннього руху;
- розміщення побутових вагончиків (роздягальня, санвузол, кімната прийому їжі) поза зоною дії механізмів, з підключенням до тимчасового водопостачання та каналізації;

- встановлення майданчиків складування матеріалів із твердим покриттям та відведенням дощових вод;

- забезпечення штучного освітлення: горизонтальна освітленість робочих поверхонь не менше 10 лк, проходів – не менше 2 лк (ДБН В.2.5-28:2018).

Кількість працівників на будівельному майданчику в активній фазі будівництва – до 60 осіб. Кожен із них зобов'язаний пройти вступне навчання з охорони праці, а також первинний інструктаж безпосередньо на робочому місці згідно з вимогами НПАОП 0.00-4.12-05.

4.1.2 Техніка безпеки при земляних роботах

Розробка котловану під фундаменти виконується екскаватором із ємністю ковша 0,5 м³. Максимальна глибина виїмки – 2,4 м.

Заходи безпеки:

- перед початком земляних робіт необхідно отримати дозвіл на копання та визначити розташування підземних комунікацій; у радіусі 2 м від комунікацій – виключно ручне розкопування;

- укоси котловану виконуються за нормами ДБН А.3.1-5:2016 (таблиця 2): при $h \leq 1,5$ м – 1:0,5 (суглинок), при $h = 2,4$ м – 1:0,67;

- по периметру котловану встановлюється огороження заввишки 1,0 м зі смуговим освітленням на ніч;

- спуск робітників у котлован – виключно по інвентарних сходах; вхід і вихід з котловану через укріплені драбини з поручнями;

- зона дії екскаватора огорожується на відстані, що перевищує максимальний виліт стріли + 5 м; перебування людей у зоні дії ковша забороняється;

- котлован систематично перевіряється на наявність підземних вод і деформацій укосів.

4.1.3 Техніка безпеки при мурувальних роботах

Цегляне мурування є основним конструктивним процесом. Роботи виконуються з інвентарних металевих риштувань та підмостків.

Заходи безпеки:

- риштування встановлюються на стійкі основи з кроком стійок не більше 2,0 м; після встановлення – перевірка технічного стану та оформлення акта;
- робочий настил риштувань повинен мати ширину не менше 1,0 м; зазори між дошками – не більше 5 мм; настил обгороджується поручнями заввишки 1,1 м та бортовою дошкою 15 см;
- висотні роботи (понад 1,3 м) виконуються лише із застосуванням ЗІЗ від падіння: страхувальний пояс стропом прикріплюється до елементів риштувань або страхувального каната;
- піднімання цегли – у контейнерах-піддонах, розчину – у закритих ящиках; заборонено кидати матеріали з висоти;
- зона під риштуванням огорожується та позначається сигнальною стрічкою на ширину не менше $1/3$ висоти риштувань, але не менше 3 м;
- роботи зупиняються при швидкості вітру > 15 м/с, ожеледиці, снігопаді.

4.1.4 Техніка безпеки при монтажних роботах

Монтаж збірних залізобетонних плит перекриття виконується баштовим краном КБ-403А (вантажопідйомність 8 т, виліт стріли 30 м).

Заходи безпеки:

- кран встановлюється на підготованій основі; відстань від осі рейок до краю котловану – не менше $1/2$ глибини котловану $+ 0,4$ м $= 1,6$ м;
- перед початком роботи кран проходить огляд стропальника та кранівника; робота здійснюється лише за сигналом відповідального за виконання робіт;
- стропування конструкцій виконується інвентарними стропами з маркуванням несучої здатності; замки гаків – фіксуються запобіжними пристроями;

- переміщення конструкцій на висоті – не нижче 0,5 м над будь-якою перешкодою;
- при монтажі плит перекриття під ними не повинні перебувати люди; після укладки – контроль спирання плити на стіни (мінімум 120 мм з кожного боку);
- зона небезпеки при монтажі – горизонтальна проєкція траєкторії переміщення + 7 м у кожен бік.

4.1.5 Електробезпека

На будівельному майданчику використовується тимчасова електромережа напругою 380/220 В. Вимоги встановлено НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок».

Заходи електробезпеки:

- увесь електроінструмент – класу захисту II (подвійна ізоляція) або III (напруга до 42 В); металеві корпуси електрообладнання класу I – заземлені;
- тимчасова електромережа виконується кабелями у захисній оболонці, прокладеними на висоті не менше 3,5 м над проходами та 6 м над проїздами; живлення до риштувань – через УЗО ($\Delta I_n = 30$ мА);
- щити живлення – у закритих ящиках з замком, із маркуванням напруги, попереджувальними знаками;
- до роботи з електрообладнанням допускаються особи з групою з електробезпеки не нижче II.

4.1.6 Засоби індивідуального захисту

Відповідно до НПАОП 0.00-3.06-98 та типових галузевих норм, усі робітники на будмайданчику забезпечуються ЗІЗ. Перелік наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Засоби індивідуального захисту

Професія / вид робіт	Обов'язкові ЗІЗ	Термін носіння
Усі робітники	Каска (EN 397), сигнальний жилет 2-го кл.	Протягом зміни
Мулярі, монтажники	Каска, рукавиці, черевики зі сталевим носком	Протягом зміни
Висотні роботи (> 1,3 м)	Страховальна система (EN 361), каска з підборіддям	При роботі на висоті
Зварювальники	Щиток зварювальника, рукавиці, спецодяг зі спецвогнезахистом	Під час зварювання
Машиністи (кран, екскаватор)	Каска, спецодяг, захисні окуляри	Протягом зміни
Пальові роботи	Беруші ($SNR \geq 25$ дБ), каска, жилет, антивібраційні рукавиці	При роботі з молотом
Бетонні роботи	Гумові чоботи, водонепроникні рукавиці, захисний фартух	При бетонуванні

4.2 Промислова санітарія та гігієна праці

4.2.1 Мікроклімат робочих місць

Будівельні роботи виконуються здебільшого на відкритому повітрі. Температурний режим регулюється відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

При температурі зовнішнього повітря нижче -15°C передбачаються:

- перерви для обігріву в опалюваних побутових приміщеннях (не менше 10 хвилин кожну годину);
 - скорочення тривалості зміни або повна зупинка зовнішніх робіт при $t < -25$ °C (з урахуванням вітрового охолодження);
 - видача теплового спецодягу (куртки, штани, утеплені черевики, підшоломники) відповідно до пори року.
- При температурі вище +32 °C (аномальна спека):
- роботи на відкритому сонці з 11:00 до 16:00 переносяться на ранковий та вечірній час;
 - забезпечення питною водою (не менше 3 л на людину/зміну).

4.2.2 Виробничий шум і вібрація

Основні джерела шуму: дизель-молот (до 105 дБА), компресор (до 90 дБА), бетонозмішувач (до 85 дБА). Допустимий рівень шуму на постійних робочих місцях – 80 дБА (ДСН 3.3.6.037-99).

Заходи щодо зниження шумового впливу:

- технічні: встановлення шумопоглинальних кожухів на компресорах та генераторах; вибір обладнання з мінімальним рівнем шуму;
- організаційні: виконання найгучніших робіт у денний час (8:00–18:00), узгоджений з місцевими органами влади графік шумних операцій;
- індивідуальні: ЗІЗ органів слуху (беруші $SNR \geq 25$ дБ або навушники $SNR \geq 30$ дБ) при рівні шуму > 80 дБА.

Вібрація від ударного занурення паль: загальна вібрація нормується за ДСН 3.3.6.039-99. Для захисту операторів передбачено антивібраційні рукавиці та антивібраційні черевики. Тривалість впливу загальної вібрації обмежується 3,7 год/зміну.

4.2.3 Запиленість та загазованість

При кам'яній кладці та розвантаженні цементу – виділення пилу ($\text{SiO}_2 < 2 \%$, ГДК = 6 мг/м^3). При роботі дизельних механізмів – вихлопні гази (CO , NO_2).

Заходи:

- зволоження матеріалів та поверхонь водою при різанні цегли, шліфуванні бетону;
- контроль технічного стану двигунів будівельних машин (регулярне ТО, каталізатори);
- при запиленості $> \text{ГДК}$ – респіратори FFP2 або FFP3.

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.3.1 Пожежна безпека

Пожежна безпека на будівельному майданчику регламентується ДБН В.1.1-7:2016 та НАПБ А.01.001-2014.

На будмайданчику передбачено:

- первинні засоби пожежогасіння: не менше 2 вогнегасників ВП-5 та 1 ящика з піском ($0,5 \text{ м}^3$) на кожні 400 м^2 будівельного майданчика; пожежний щит із інвентарем (сокира, лопата, відро);
- пожежні гідранти або тимчасовий резервуар із водою ємністю $\geq 50 \text{ м}^3$; вільний під'їзд до джерел водопостачання;
- заборона зберігати горючі матеріали ближче 20 м від будівель та відкритих вогнів;
- зварювальні та вогневі роботи – лише за оформленим нарядом-допуском; після закінчення зварювання – патрулювання місця роботи протягом 1 год;
- побутові вагончики – обладнані димовими детекторами та вогнегасниками; на відстані $\geq 15 \text{ м}$ від будівлі та $\geq 3 \text{ м}$ між собою;
- не менше 2 осіб на зміну призначено відповідальними за пожежну безпеку.

4.3.2 Медична допомога та евакуація

На будівельному майданчику обладнано медичний пост із аптечкою першої допомоги. Склад аптечки – відповідно до наказу МОЗ України № 1741 від 29.12.2020.

Усі майстри та виконроби проходять навчання з надання першої долікарської допомоги. Телефон швидкої допомоги та контакти відповідального за охорону праці розміщуються на інформаційному стенді при вході.

Схема евакуації розробляється до початку будівельних робіт та доводиться до відома всього персоналу на вступному інструктажі. Евакуаційні шляхи позначаються покажчиками, звільняються від перешкод.

У випадку нещасного випадку:

- негайно викликати швидку допомогу (103) та повідомити відповідального за охорону праці;
- не переміщати постраждалого до приїзду медиків (за винятком ситуацій, що загрожують його подальшій безпеці);
- зафіксувати місце, час та обставини події; зберегти матеріальну обстановку місця нещасного випадку.

Розслідування нещасного випадку здійснюється згідно з Порядком розслідування та обліку нещасних випадків, затвердженим Постановою КМУ № 1232 від 17.04.2019.

4.3.3 Дії в умовах воєнного стану

З урахуванням воєнних дій на території України (станом на 2025 рік) на будівельному майданчику додатково передбачаються заходи підвищеної безпеки:

- наявність обладнаного укриття або підвального приміщення в межах 400 м від майданчика, до якого доводиться маршрут евакуації;
- при сигналі повітряної тривоги роботи негайно зупиняються; усі працівники переміщуються до укриття; кранові механізми заземлюються та відключаються від мережі;

- перелік укриттів та маршрути до них вивішуються на інформаційному стенді; на кожній зміні призначається відповідальний за організацію евакуації;
- всі електроустановки та газові вентиля в зоні будівництва при тривалій тривозі переводяться в знеструмлений стан.

4.4 Охорона навколишнього середовища

Будівельна діяльність чинить вплив на навколишнє середовище. Відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» та ДБН А.3.1-5:2016, передбачено наступні природоохоронні заходи.

4.4.1 Охорона ґрунту та водних ресурсів

- зберігання паливно-мастильних матеріалів (ПММ) – на спеціально обладнаних майданчиках із твердим водонепроникним покриттям та піщаним обвалуванням; виключається потрапляння ПММ у ґрунт та водоносні горизонти;
- заправка та технічне обслуговування будівельних машин – виключно у спеціально відведених місцях або на мийних постах з відстійниками;
- стічні води від побутових вагончиків та мийки коліс відводяться у тимчасові відстійники або підключаються до міської каналізації за погодженням;
- верхній родючий шар ґрунту (гумус, до 0,3 м) знімається і складається в бурти для подальшого використання при благоустрої.

4.4.2 Охорона атмосферного повітря

- будівельний пил: при різанні цегли та бетону застосовуються інструменти з пилоуловлювачами або мокрий спосіб різання; у суху вітряну погоду – зволоження ділянки;
- вихлопні гази: усі ДВЗ-механізми мають відповідати нормам Євро-3 і вище; не допускається тривала робота двигунів на холостому ходу > 3 хвилин;
- відкрите спалювання будівельних відходів та упаковки – заборонено.

4.4.3 Поводження з будівельними відходами

Будівельні відходи класифікуються та утилізуються відповідно до Закону України «Про відходи» та ДБН А.3.1-5:2016:

- бетонний бій і цегляний бій – дроблення на щебінь для підготовки основ або передача переробним підприємствам;
- металобрухт (арматура, зрізки) – збір у контейнер і передача металобрухтовій організації;
- деревина (опалубка, підкладки) – повторне використання або передача на переробку;
- упаковка (поліетилен, картон) – роздільний збір та вивіз ліцензованою компанією;
- небезпечні відходи (просочені ПММ ганчірки, відпрацьоване масло) – зберігання в окремих маркованих контейнерах, передача ліцензованим організаціям.

4.4.4 Захист зелених насаджень та населення

- дерева та кущі в межах будівельної зони, що підлягають збереженню, захищаються дерев'яними щитами заввишки 2 м по периметру;
- мінімізація шуму для жителів прилеглих будинків: шумні роботи виконуються лише в денний час (8:00–19:00 у будні та 9:00–17:00 у суботу), нічні роботи – заборонені;
- сигнальне огороження та інформаційні таблички з найменуванням об'єкта, замовника та підрядника встановлюються на вулиці.

4.5 Висновки за розділом 4

У розділі 4 опрацьовано та аргументовано систему заходів із безпеки праці, виробничої санітарії та екологічного захисту довкілля під час зведення п'ятиповерхової цегляної житлової будівлі у місті Рівне.

- Визначено вимоги до організації будівельного майданчика: огороження, тимчасові дороги, освітлення, побутові приміщення.

- Детально розглянуто безпеку при виконанні основних технологічних процесів: пальових роботах, земляних роботах, мурувальних роботах, монтажних роботах.

- Визначено заходи електробезпеки, вимоги до ЗІЗ та забезпечення санітарно-гігієнічних умов (мікроклімат, шум, вібрація, запиленість).

- Розроблено заходи пожежної безпеки, медичної допомоги, евакуації та дій в умовах повітряної тривоги.

- Передбачено природоохоронні заходи: захист ґрунту та водоносних горизонтів від забруднення ПММ, контроль запиленості та загазованості, роздільне збирання будівельних відходів та їх утилізація.

Реалізація всіх визначених заходів гарантує належний рівень безпеки організації праці для працівників, забезпечує дотримання нормативів впливу на населення навколишніх територій та сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи підготовлено проєктне рішення п'ятиповерхової житлової будівлі з цегляних конструкцій у місті Рівне.

1. Архітектурно-будівельний розділ. Виконано характеристику земельної ділянки та кліматичних умов м. Рівне Розроблено об'ємно-планувальні рішення будинку: 5 поверхів, 2 секції, 30 квартир (2- та 3-кімнатні), висота 19,39 м. Виконано теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни: приведений опір теплопередачі $R = 4,1421 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ перевищує нормативне значення $R_{q,\min} = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Виконано теплотехнічний розрахунок опір теплопередачі покриття для І температурної зони: $R=7,8160$ перевищує нормативне значення $R_{\min} = 7,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

2. Розрахунково-конструктивний розділ. Визначено фізико-механічні характеристики чотирьох ІГЕ будівельного майданчика. Виконано збір навантажень: $N_{II} = 400 \text{ кН/м}$ для зовнішньої та 463 кН/м для внутрішньої стін. Розраховано два варіанти фундаментів:

– стрічковий фундамент мілкового закладання: $d = 2,4 \text{ м}$, ФЛ 32.12-3 ($b = 3,2 \text{ м}$), $R = 166,3 \text{ кПа}$, $S = 7,99 \text{ см} < 10 \text{ см}$;

– пальовий фундамент: палі $300 \times 300 \times 14000 \text{ мм}$, $F_d = 870 \text{ кН}$, $S = 0,35 \text{ см} < 10 \text{ см}$.

За техніко-економічним порівнянням обрано пальовий фундамент як більш надійний і на ~ 200 тис. грн економічніший варіант.

3. Технологія будівельного виробництва. У третьому розділі розроблено технологічні рішення зведення 5-поверхового цегляного житлового будинку в м. Рівне. На основі техніко-економічного порівняння обрано варіант виконання земляних робіт двома скреперами Д-511 з трактором-штовхачем ДЗТ-250. Розроблено схему складування плит ПК, трирівневу систему контролю якості згідно з ДБН А.3.1-5, заходи з охорони праці при покрівельних роботах та технологію влаштування підлоги. Прийняті рішення забезпечують виконання робіт у запроєктовані терміни з дотриманням вимог якості та безпеки.

4. Безпека та охорона праці. Розроблено комплекс заходів безпеки при виконанні пальових, земляних, мурувальних та монтажних робіт. Визначено заходи пожежної безпеки, санітарії, охорони навколишнього середовища та дій при повітряній тривозі.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 42 с.
2. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Київ: Мінрегіон України, 2021. – 92 с.
3. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2006. – 63 с.
4. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 48 с.
5. ДБН А.3.2-2:2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2009. – 53 с.
6. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 53 с.
7. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. – Київ: Мінрегіон України, 2019. – 162 с.
8. ДБН В.2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2019. – 24 с.
9. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ: Мінрегіон України, 2011. – 130 с.
10. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні. Технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт, 2009. – 74 с.
11. ДСТУ Б В.2.6-108:2010. Блоки бетонні для стін підвалів. Технічні умови. – Київ, 2011. – 27 с.
12. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – Київ, 2022. – 68 с.
13. ДСТУ-Н Б EN 1997-1:2020 Єврокод 7. Ґрунти. Класифікація. – Київ, 2011. – 154 с.

14. Підгурський М.І., Підгурський І.М. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. Методичні вказівки для виконання курсового проєкту. – Тернопіль: ТНТУ, 2023. – 140 с.
15. Зоценко М.Л., Коваленко В.І., Яковлев А.В. та ін. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти. – Полтава: ПНТУ, 2004. – 568 с.
16. Конспект лекцій «Механіка ґрунтів, основи і фундаменти» / М.О. Фурсович. – Рівне: УДУВГП, 2002. – 88 с.
17. НПАОП 45.2-7.02-12. Правила охорони праці під час виконання будівельних робіт. – Київ, 2012.
18. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – Київ: МОЗ України, 1999.
19. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. – Київ: МОЗ України, 1999.
20. ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2015, IDT). – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.
21. Брик І. А., Каспрук В. Б. Дослідження впливу наповнювачів на фізичні властивості бетону. *"АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ"* : зб. тез доп. XIII Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів (Тернопіль, 11–12 груд. 2024 р.). Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2024. С. 148.