

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

**Бакалавра**

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект офісного центру в Тернополі

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МБ-41  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Андрій Х. Т.  
(прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Підгурський І. М.  
(прізвище та ініціали)

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

Завідувач 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

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

Кафедра Будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

Ясній В.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Андріїв Христині Тарасівні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект офісного центру в Тернополі

Керівник роботи Підгурський Іван Миколайович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2025 року № 4/7-48

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 червня 2025

3. Вихідні дані до роботи Район будівництва, з відповідними йому інженерно-геологічними, сейсмічними та кліматологічними особливостями – місто Тернопіль. Споруда що проектується багатоповерхова офісна будівля

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
Архітектурно-планувальна концепція та технічні рішення. Розрахунково-аналітична частина проекту. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
Генеральний план. План першого поверху. Вузол примикання стіни до перекиття. Переріз підлоги з водяним підігрівом. Експлікація шарів підлоги. Фасад «А-Ж». Розріз 1-1 Геологічний розріз. Топографічна карта. План розташування паль. Напруження в основі під фундаментом внутрішньої та зовнішньої колони. Напруження в основі під пальовим фундаментом. План заливки бетону. План покрівлі. Будівельний генеральний план.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурно-планувальна концепція та технічні рішення	Підгурський І.М., к.т.н., доцент		
Розрахунково-аналітична частина проекту	Підгурський І.М., к.т.н., доцент		
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., к.т.н., зав.каф. МТ		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М., старший викладач		

7. Дата видачі завдання 24 січня 2025**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Обґрунтування прийнятого рішення ТЕП.	31.01.25	
2	Аналіз містобудівного розташування, природних і кліматичних умов ділянки.	07.02.25	
3	Розробка архітектурно-планувальної концепції, зонування, схеми розміщення приміщень.	02.06.25	
4	Підбір конструктивної схеми, матеріалів, типу перекриттів, сходів.	04.06.25	
5	Розрахунок навантажень на несучі елементи (стіни, перекриття, покрівля).	09.06.25	
6	Аналіз ґрунтових умов, підбір типу фундаменту.	11.06.25	
7	Розрахунок навантаження на палі, визначення осідань.	13.06.25	
8	Перевірка результатів у програмному забезпеченні (ЛІРА-САПР, «ГРУНТ»).	16.06.25	
9	Аналіз ризиків надзвичайних ситуацій, оцінка наслідків.	18.06.25	

Студент

(підпис)

Андріїв Х.Т.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Підгурський І.М.

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНА КОНЦЕПЦІЯ ТА ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ.....	7
1.1 Містобудівні та природні передумови для реалізації проєкту.....	7
1.1.1 Містобудівне розташування та обґрунтування вибору ділянки .....	7
1.1.2 Кліматичне середовище будівництва як чинник інженерної стійкості.....	9
1.2 Генпланувальна структура об'єкта.....	10
1.2.1 Просторово-функціональне обґрунтування розміщення будівлі.....	10
1.2.2 Розрахунок потреби в майданчиках для паркування транспортних засобів .	11
1.2.3 Просторове формування, забудова та організація рельєфу території .....	12
1.2.4 Аналітичні техніко-економічні дані проєкту планування .....	13
1.3 Архітектурно-планувальні рішення .....	14
1.3.1 Просторово-функціональна організація будівлі .....	14
1.3.2 Аналіз та обґрунтування прийнятих планувально-просторових рішень .....	16
1.4 Комплекс оздоблювальних рішень та будівельних матеріалів .....	17
1.5 Енергоефективність будівлі: принципи реалізації .....	19
1.5.2. Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій .....	21
1.6 Рішення щодо основних несучих елементів конструкції.....	23
1.7 Система інженерного забезпечення будівлі: мережі та технічне обладнання..	25
1.8 Висновки до розділу 1 .....	27
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ .....	29
2.1 Ґрунтові умов у проєктуванні фундаменту .....	29
2.1.1 Моделювання фундаментної системи з огляду на властивості ґрунтів .....	29
2.1.2 Ґрунтове середовище будівельної ділянки .....	30
2.2 Розрахунок сумарного навантаження на фундаментну систему .....	33
2.2.1 Розрахунок зусиль, що діють на зовнішню колону .....	33
2.2.2 Розрахунок зусиль, що діють на внутрішню колону.....	34
2.3 Визначення несучої здатності пальового фундаменту.....	35

2.3.1	Визначення мінімально необхідної довжини палі.....	37
2.3.2	Визначення необхідної кількості паль.....	37
2.3.3	Визначення розмірів умовного фундаменту.....	39
2.3.4	Визначення розрахункового опору ґрунту.....	40
2.3.5	Установлення величини середнього навантаження підшви конструктивного елемента.....	41
2.4	Встановлення осідань основи під дією навантажень на палі.....	42
2.5	Перевірка результатів розрахунку з допомогою прикладних програм.....	44
2.6	Висновки до розділу 2.....	52
<b>РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....</b>		<b>53</b>
3.1	Охорона праці.....	53
3.1.1	Організація безпечних умов праці на будівельному майданчику.....	53
3.1.2	Перелік заходів і проєктних рішень щодо визначення технічних засобів і методів роботи, які забезпечують виконання нормативних вимог охорони праці.....	54
3.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	55
3.2.1	Законодавча база України.....	55
3.2.2	Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на будівельному об'єкті.....	56
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>		<b>59</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>		<b>60</b>

## ВСТУП

Офісні будівлі як окремий тип громадських споруд мають тривалу історію розвитку, яка тісно пов'язана з еволюцією адміністративних функцій у суспільстві. Ще з часів давніх цивілізацій існували спеціальні приміщення для ведення документації, організації роботи управлінських структур та збереження архівів. У ХХ столітті, зі зростанням масштабів підприємницької та урядової діяльності, відбулося активне розширення офісних будівель як окремої категорії споруд, які формують адміністративну інфраструктуру міст.

В Україні активне будівництво офісних центрів розпочалося після 1991 року, коли країна отримала незалежність і почав розвиватися приватний сектор економіки. За останні десятиліття офісні споруди перетворилися на один із найдинамічніших напрямків у галузі цивільного будівництва. Особливої актуальності ці об'єкти набули у містах із зростаючою діловою активністю, зокрема у таких обласних центрах, як Тернопіль. Хоча це місто не є мегаполісом, однак потреба в якісних офісних площах стабільно зростає, що пояснюється розвитком малого та середнього бізнесу, відкриттям представництв компаній, потребами ІТ-сектору та інших галузей економіки.

На сьогодні будівництво офісних споруд передбачає не лише створення робочих приміщень, а й інтеграцію сучасних технологій, енергоефективних рішень, безпечних умов експлуатації, архітектурної виразності та відповідності до норм містобудування. Багатоповерхові офісні будівлі дозволяють максимально ефективно використовувати обмежені міські території, зменшуючи площу забудови при збереженні корисного внутрішнього простору. П'ятиповерхові офісні будівлі вважаються економічно доцільними та зручними у плануванні, оскільки не потребують складних вертикальних транспортних систем, але забезпечують достатній об'єм площ для розміщення адміністративних, сервісних і технічних приміщень.

У місті Тернополі спостерігається збільшення інтересу до нових адміністративних центрів, що відповідають сучасним стандартам. Багато

існуючих споруд є застарілими як морально, так і фізично у той час, як нові об'єкти нерідко зводяться із застосуванням новітніх конструкційних систем, будівельних матеріалів та технологій, що значно підвищують експлуатаційні характеристики будівель.

Актуальність обраної теми бакалаврської роботи полягає в необхідності дослідження сучасних підходів до проектування та технології зведення офісної будівлі середньої поверховості в умовах міської забудови, з урахуванням нормативних вимог, місцевих кліматичних умов, логістичних факторів і потреб замовника. Практичне значення роботи полягає у можливості застосування її результатів при реальному проектуванні подібних споруд у містах, подібних до Тернополя за масштабом та функціональним навантаженням.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка технологічного процесу зведення п'ятиповерхової офісної будівлі з урахуванням сучасних вимог до організації будівництва, використання технічних засобів, логістики матеріалів та ресурсів. Для досягнення поставленої мети буде виконано аналіз проектних рішень, визначено оптимальні методи виконання основних технологічних процесів.

Таким чином, дана тема є актуальною як з інженерно-практичного, так і з науково-теоретичного погляду, оскільки дозволяє глибше ознайомитися з особливостями сучасного будівництва офісних будівель, сформулювати системний підхід до організації будівельного процесу та застосувати здобуті знання на практиці.

## РОЗДІЛ 1

### АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНА КОНЦЕПЦІЯ ТА ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

#### 1.1 Містобудівні та природні передумови для реалізації проєкту

##### 1.1.1 Містобудівне розташування та обґрунтування вибору ділянки

Будівельний майданчик розташований у межах міста Тернопіль, на вулиці Руській — одній із важливих магістралей міста, яка характеризується активним транспортним рухом і значною концентрацією адміністративних, комерційних та житлових об'єктів. Район забудови перебуває в центральній частині міста, що забезпечує зручний доступ до основних міських інженерних мереж, транспортних артерій, а також соціально-культурних закладів, що позитивно впливає на функціональність і експлуатаційну доступність майбутньої офісної будівлі.

Будівля має складну геометричну форму. Загальна площа приміщень на першому поверсі становить 970 м<sup>2</sup>, а на кожному з наступних чотирьох поверхів — по 721 м<sup>2</sup>. Будівля складається з п'яти поверхів, де рівень 0,00 відповідає чистій підлозі першого поверху, яка знаходиться на висоті 234,5 м над рівнем Балтійського моря. Загальна висота будівлі від землі до верхівки покрівлі дорівнює 39,17 м. Висота першого поверху становить 4,0 м, з відстанню від підлоги до стелі 3,7 м, а висота наступних поверхів — 3,4 м.

Топографічні умови ділянки є сприятливими для будівництва, оскільки вона має відносно рівнинний рельєф із незначним перепадом висот, який не перевищує 1,5 метра. Це дозволяє знизити обсяг земляних робіт на етапі підготовки майданчика, а також спрощує організацію транспортних і пішохідних шляхів на території. Переважна площа ділянки покрита ґрунтами середньої щільності, що мають задовільні фізико-механічні властивості для розміщення фундаментних конструкцій без потреби у додатковому укріпленні або спеціальних інженерних заходах.

Навколо будівельного майданчика існує змішана забудова: поряд розташовані житлові будинки малої та середньої поверховості, адміністративні установи, торговельні заклади і зелені насадження. Таке розташування створює



сприятливі умови для організації комфортного офісного простору з урахуванням міського середовища та забезпечує збереження естетичного вигляду району. При цьому відсутність промислових об'єктів поблизу гарантує відсутність підвищеного рівня шуму і забруднення, що є важливим фактором для офісної будівлі.

Інженерна інфраструктура району представлена комплексом підземних та наземних комунікацій, які проходять у безпосередній близькості від будівельного майданчика. Наявність електромереж, газопроводу, системи водопостачання та каналізації в радіусі не більше 200 метрів дозволяє забезпечити оперативне і економічно вигідне підключення новобудови до міських інженерних систем. Мережа доріг, що оточує ділянку, має асфальтоване покриття, що забезпечує зручний під'їзд будівельної техніки та доставку матеріалів на етапах будівництва.

Враховуючи розташування, рельєф, характер забудови та існуючу інженерну інфраструктуру, обрана ділянка є оптимальною для зведення п'ятиповерхової офісної будівлі, що дозволить реалізувати сучасні вимоги до комфорту, безпеки та ефективності функціонування адміністративних приміщень.

Згідно [15] визначаємо повторюваність напрямку вітру і будемо розу вітрів на рис. 1.1 для міста Тернопіль в січні і липні.

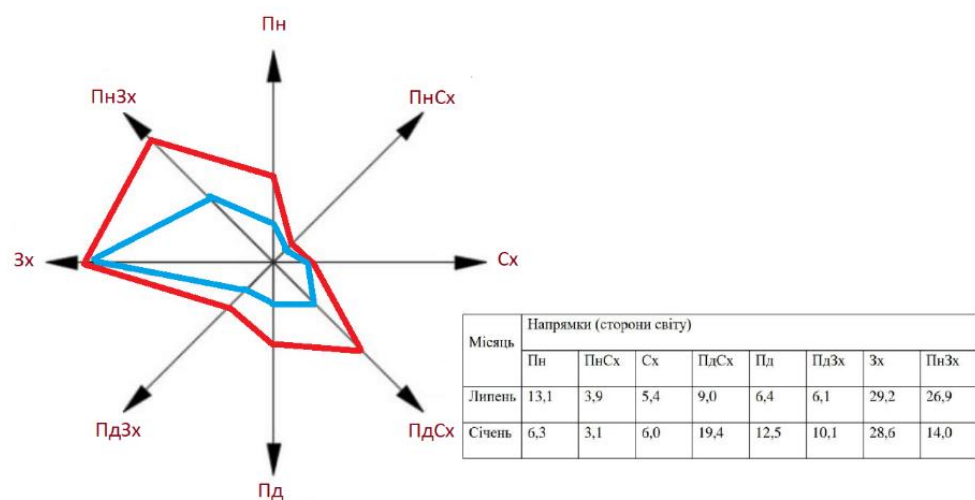


Рисунок 1.1 – Роза вітрів

### **1.1.2 Кліматичне середовище будівництва як чинник інженерної стійкості**

Кліматичні умови міста Тернопіль, де розташований будівельний майданчик на вулиці Руській, належать до помірно-континентального типу, що характеризується чіткою сезонною зміною температур і рівнем атмосферних опадів. Ці умови безпосередньо впливають на проєктування будівельних конструкцій та вибір матеріалів, а також визначають вимоги до теплової ізоляції і експлуатаційної стійкості споруди.

Згідно з класифікацією [5], Тернопіль входить до першої температурної зони, що передбачає помірні зимові температури із середньомісячними значеннями у січні на рівні  $-6...-8$  °С. Це зумовлює необхідність застосування ефективних теплоізоляційних рішень, що забезпечать оптимальний тепловий режим внутрішніх приміщень та мінімізацію теплових втрат.

Вітер у регіоні має переважно західний і північно-західний напрямок. За даними [5], Тернопіль віднесений до четвертого вітрового району з характеристичним навантаженням 550 Па. Це означає, що конструкції будівлі повинні бути розраховані на підвищені вітрові навантаження, що впливають на міцність фасадів, покрівлі та інших елементів споруди.

Значну роль відіграють і снігові навантаження, оскільки Тернопіль розташований у четвертій сніговій зоні за класифікацією [5], де характерне максимальне навантаження снігу становить 1400 Па. Врахування цієї величини при розрахунках несучих конструкцій є обов'язковим для забезпечення безпеки та довговічності будівлі.

Вологість повітря в регіоні коливається у межах 70-85% протягом року, що разом із сезонними коливаннями температур формує умови для можливого конденсаційного режиму в огорожувальних конструкціях. Це зумовлює необхідність застосування паро- та гідроізоляційних шарів із високими експлуатаційними характеристиками.

Опади у вигляді дощу і снігу розподіляються нерівномірно протягом року, із середньорічною сумою опадів близько 600–700 мм. Розподіл опадів потребує організації ефективної системи водовідведення з будівельного майданчика, що вже передбачено генеральним планом з урахуванням природного ухилу ділянки.

Загалом, кліматичні умови міста Тернополя зумовлюють ряд вимог до проектування та експлуатації будівельних конструкцій, які спрямовані на забезпечення комфортного мікроклімату, енергоефективності та довговічності офісної будівлі, що планується до зведення на вулиці Руській.

## **1.2 Генпланувальна структура об'єкта**

### **1.2.1 Просторово-функціональне обґрунтування розміщення будівлі**

Проектування генерального плану виконувалося з урахуванням особливостей рельєфу, природно-кліматичних умов, сформованого середовища та вимог державних будівельних норм щодо функціонального зонування території. Будівельна ділянка розташована в місті Тернопіль, на вулиці Руська, що відзначається високим рівнем урбанізованості, сформованою інфраструктурою та зручною транспортною доступністю.

Запроектована п'ятиповерхова офісна будівля орієнтована відносно сторін світу з головним фасадом на північ, що забезпечує рівномірне освітлення приміщень без надмірного перегріву в теплий період року. Таке архітектурно-кліматичне рішення сприяє енергоефективності будівлі та покращує умови праці в офісах.

Вибір місця розміщення будівлі продиктований як техніко-економічними міркуваннями, так і зручністю для користувачів — споруда винесена ближче до червоної лінії вулиці, що створює візуальний орієнтир, забезпечує доступність і дозволяє максимально ефективно використовувати внутрішню частину ділянки для зон відпочинку, парковки, озеленення та господарських потреб.

При формуванні благоустрою території передбачено поєднання пішохідного і транспортного потоків без перетину їхніх траєкторій, що забезпечує безпеку і

комфорт пересування. Передбачається влаштування тротуарів із твердим покриттям, посадка декоративних дерев і кущів, облаштування лавок та урн, що відповідає архітектурно-естетичним і санітарно-гігієнічним вимогам.

Будівля гармонійно інтегрується в існуюче забудоване середовище, не порушує архітектурного ансамблю району, а також враховує інсоляційні та аераційні вимоги, сприяючи формуванню комфортного міського простору.

### **1.2.2 Розрахунок потреби в майданчиках для паркування транспортних засобів**

У процесі проєктування генерального плану особлива увага була приділена організації паркувального простору для тимчасового та постійного зберігання автотранспорту працівників офісної будівлі та відвідувачів. Враховуючи функціональне призначення будівлі (адміністративно-офісне), відповідно до вимог [17], було здійснено розрахунок необхідної кількості машиномісць.

Визначено, що для повного задоволення потреб працівників і відвідувачів необхідно передбачити 14 паркомісць. Площа одного стандартного машиномісця приймається рівною за шириною 2,5 м, та довжиною 5,0 м. Загальна площа, необхідна для влаштування автостоянки, обчислюється за формулою:

$$S = a \times b \times c \quad (1.1)$$

де:

a — кількість машиномісць;

b — ширина одного машиномісця;

c — довжина одного машиномісця.

$$S = 14 \times 2,5 \times 5 = 175 \text{ м}^2$$

Отже, для забезпечення належного зберігання автомобілів на відкритому майданчику необхідно виділити щонайменше 175 м<sup>2</sup> площі.

Розміщення паркомісць передбачено в межах ділянки зі зручним під'їздом до них із боку внутрішньої проїзної частини. Планувальне рішення передбачає влаштування парковки з твердим покриттям, розміткою і відповідним водовідведенням згідно з нормативами.

### **1.2.3 Просторове формування, забудова та організація рельєфу території**

Основний об'єм будівлі орієнтовано з урахуванням інсоляційних умов, переважаючих вітрів, конфігурації ділянки та прилеглих забудов. Вісь будівлі розміщено з урахуванням нормативних відступів від меж ділянки, а також наявних підземних і надземних інженерних мереж. Така орієнтація сприяє ефективному природному освітленню приміщень і дозволяє мінімізувати витрати на штучне освітлення протягом світлового дня.

Будівля розміщена із дотриманням протипожежних відстаней до сусідніх об'єктів, передбачено розриви для евакуаційних зон, під'їздів спецтранспорту та доступу до всіх частин споруди.

Функціональне зонування ділянки включає:

- зону забудови — основна споруда;
- зону паркування — відкритий майданчик на 14 машиномісць;
- зони пішохідного руху — тротуари, пішохідні доріжки, пандуси;
- зелену зону — озеленення уздовж фасадів, по периметру ділянки та між проїздами;
- зони відпочинку — лавки, малі архітектурні форми.

Улаштовано пішохідні підходи до всіх входів до будівлі, зокрема передбачено під'їзди для маломобільних груп населення. Покриття проїздів і тротуарів виконано з твердих водостійких матеріалів (бетонна плитка, асфальтобетон), що забезпечують довговічність та безпечне пересування.

Особливістю ділянки є природний ухил рельєфу, перепад висот на ділянці становить до 3,2 м по діагоналі. У зв'язку з цим вертикальне планування виконано

з мінімальним втручанням у природний ландшафт. Основні заходи з організації рельєфу включають:

- улаштування терасування з облаштуванням сходів та пандусів;
- розміщення будівлі з частковим заглибленням цокольного поверху в сторону підвищення рельєфу;
- облаштування підпірних стінок для утримання укосів;
- організація системи поверхневого водовідведення з ухилами на проїздах і тротуарах;
- відновлення родючого шару ґрунту в озелених зонах.

Рельєф організовано таким чином, щоб забезпечити природне відведення дощових та талих вод у водоприймальні лотки та дренажну систему. Усі елементи вертикального планування узгоджені між собою, що сприяє ефективному функціонуванню зовнішніх інженерних мереж і зменшенню ризику підтоплення.

#### **1.2.4 Аналітичні техніко-економічні дані проекту планування**

Загальна площа земельної ділянки становить 3945 м<sup>2</sup>, з яких 1073 м<sup>2</sup> займає площа забудови, що відповідає коефіцієнту забудови 27 %. Даний показник свідчить про помірне використання території, що дозволяє забезпечити комфортні умови для розміщення будівлі та забезпечення необхідної інфраструктури.

Площа озеленення на ділянці становить 1183 м<sup>2</sup>, що складає 30 % від загальної площі. Високий рівень озеленення сприяє покращенню мікроклімату, підвищенню естетичної привабливості території, а також забезпечує екологічний баланс, що відповідає сучасним стандартам благоустрою міських територій.

Площа мощення, що включає проїзди, тротуари та майданчики для пішоходів і техніки, становить 1514 м<sup>2</sup>, що забезпечує достатній рівень транспортної доступності та організованого руху на території.

Загальна площа забудови, коефіцієнти забудови та озеленення, а також організація руху і паркування сприяють раціональному використанню території, забезпечують високий рівень комфорту, безпеки та екологічності. Вибрані

показники відповідають чинним державним будівельним нормам і стандартам, що гарантує ефективність та надійність проекту.

Врахування техніко-економічних параметрів генерального плану є важливою складовою частиною комплексного підходу до проектування, що забезпечує оптимальне поєднання функціональних, технологічних, екологічних та економічних вимог на ділянці будівництва.

### **1.3 Архітектурно-планувальні рішення**

#### **1.3.1 Просторово-функціональна організація будівлі**

Проектована офісна споруда є зразком сучасної будівельної практики, орієнтованої на ефективне планування внутрішнього простору з урахуванням ергономіки, енергоефективності та інклюзивності. Організація приміщень здійснена на основі зонального принципу, що дозволяє забезпечити чіткий розподіл основних функціональних блоків за призначенням, інтенсивністю використання та потребами користувачів.

Основними зонами, передбаченими проектом, є:

- адміністративно-ділова зона (кабінети, конференц-зали, кімнати перемовин);
- громадсько-комунікаційна зона (вестибюль, рецепція, зони очікування);
- обслуговуючо-технічна зона (санвузли, серверні, комори);
- побутова зона для персоналу (кухня, кімната відпочинку, гардеробна);
- зони забезпечення доступності для маломобільних груп (ліфт з пониженими кнопками та тактильні навігаційні елементи, автоматичні двері, а також адаптований санвузол з поручнями та розширеним проходом).

Потоки користувачів у приміщенні організовані таким чином, аби уникати перетину адміністративного персоналу та відвідувачів, забезпечуючи зручний і безпечний рух всередині будівлі. Переміщення між поверхами здійснюється за допомогою ліфтів та сходових кліток, спроектованих відповідно до норм пожежної безпеки та інклюзивності.

Вхідна група включає просторий тамбур, вестибюль із зоною очікування, рецепцію та зручні маршрути пересування відвідувачів. З вестибюлю передбачено зручний доступ до вертикальних комунікацій — ліфту та сходової клітки. Далі приміщення розподіляються за функціональним призначенням: відкриті робочі простори (open-space), кабінети керівників, переговорні кімнати, архіви та допоміжні приміщення.

Конструктивно-планувальна схема будівлі — рамно-каркасна, що забезпечує гнучкість внутрішнього планування. Поверхи мають повторювану модульну структуру з можливістю перепланування відповідно до потреб орендарів.

Всі офісні приміщення орієнтовані на забезпечення сприятливого мікроклімату, належного природного освітлення та звукоізоляції. Вікна розміщені із урахуванням інсоляційних вимог, що забезпечує достатній рівень природного освітлення впродовж робочого дня.

В архітектурно-планувальній структурі офісної будівлі передбачено влаштування балконів, які виконують як естетичну, так і практичну функцію. Їх розміщення запроектовано на фасадній частині з другого по п'ятий поверх, з безпосереднім виходом із кімнати відпочинку персоналу. Балкони дозволяють забезпечити візуальний контакт із зовнішнім середовищем, а також сприяє покращенню мікроклімату робочого простору завдяки можливості природного провітрювання.

Планувальні та конструктивні рішення об'єкта розроблено з дотриманням чинних норм, зокрема [18], які регламентують створення безбар'єрного середовища для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Це забезпечує інклюзивність приміщень та комфортне, безпечне користування будівлею всіма категоріями населення. Дана офісна будівля є прикладом архітектури, яка поєднує естетику, функціональність та соціальну відповідальність, спрямовану на створення безпечного, зручного та доступного середовища для всіх користувачів без винятку.



### **1.3.2 Аналіз та обґрунтування прийнятих планувально-просторових рішень**

Прийняте об'ємно-планувальне та конструктивне рішення для офісної будівлі ґрунтується на результатах містобудівного аналізу ділянки забудови, функціональних потреб замовника, технічних вимог до адміністративних приміщень, а також принципів раціонального використання площі в умовах обмеженого міського простору.

Однією з ключових передумов формування просторової концепції стала конфігурація земельної ділянки, яка зумовила компактну форму забудови із чітким зонуванням внутрішнього простору. П'ятиповерхова структура будівлі дозволяє розмістити весь необхідний функціональний набір приміщень без зайвого розширення в плані, що особливо важливо в умовах щільної міської забудови.

Вибір двох сходових клітин обумовлений вимогами пожежної безпеки та евакуації, а також необхідністю забезпечити зручну комунікацію між поверхами. Планувальна структура передбачає ефективне використання кожного поверху — із розміщенням приміщень уздовж фасадів для природного освітлення та центральним проходом, що полегшує орієнтацію всередині будівлі.

Особливу увагу при проектуванні приділено енергозбереженню: орієнтація вікон, конструкція огорожувальних елементів, використання теплоізоляційних матеріалів та ефективних інженерних рішень спрямовані на зменшення енергоспоживання. Завдяки зонуванню внутрішніх просторів забезпечено можливість локального опалення, вентиляції та освітлення, що дозволяє регулювати витрати ресурсів залежно від потреб.

Рішення щодо наявності відкритого балкону на поверхах стало не лише архітектурним елементом, що урізноманітнює фасадну композицію, але й важливою складовою створення комфортного середовища праці. Балкон виконує функцію зони короткочасного відпочинку, виходу на свіже повітря, а також аварійного виходу за потреби.

Об'єкт повністю відповідає вимогам інклюзивності, що реалізовано не тільки у вигляді доступних входів і санвузлів, а й шляхом універсального дизайну простору, який є зручним для людей з різним рівнем мобільності, зокрема: мінімум порогів, достатня ширина дверей, візуальні орієнтири, контрастні позначення, протиковзкі покриття.

Вибір саме такого планувального та функціонального рішення продиктований прагненням створити енергозберігаючу, зручну, безпечну та інклюзивну офісну будівлю, яка відповідатиме сучасним критеріям якості у сфері цивільного будівництва.

#### **1.4 Комплекс оздоблювальних рішень та будівельних матеріалів**

Оздоблення будівлі є завершальним етапом будівельних робіт, який забезпечує не лише естетичний вигляд споруди, але й підвищує її експлуатаційні характеристики, захист від зовнішніх впливів, енергоефективність та довговічність. Враховуючи призначення об'єкта як офісної п'ятиповерхової будівлі в місті Тернопіль, опоряджувальні рішення були розроблені з урахуванням сучасних технологій, функціональності, енергозбереження та архітектурного стилю оточення.

Фасад будівлі вирізняється великою площею засклення, що досягається завдяки використанню панорамних алюмінієвих вікон, які простягаються від рівня першого поверху до останнього. Для скління застосовано багатофункціональне енергозберігаюче скло типу KN 166, яке забезпечує високий рівень теплоізоляції, ефективний захист від ультрафіолетового випромінювання, а також знижує витрати на кондиціонування у літній період. Каркасна система будівлі виконана із залізобетонних колон та заповнена газоблоками з високими теплоізоляційними властивостями, що дозволяє досягти оптимального поєднання міцності конструкцій та енергоефективності.

Облицювання фасаду здійснюється із застосуванням високоякісного натурального термодерев'яного матеріалу Thermory Exterior Cladding. Цей

матеріал пройшов термічну обробку при високих температурах, що забезпечує його стійкість до атмосферних впливів, біостійкість та привабливий зовнішній вигляд. Дошки Thermogly мають стабільну геометрію, не деформуються з часом та не потребують частого обслуговування, що робить їх ідеальним вибором для сучасної адміністративної забудови. Поєднання натурального дерева з панорамним склом створює ефект сучасної, відкритої та презентабельної архітектури, що підходить для офісної будівлі класу В+.

Вікна та зовнішні двері виготовлені з алюмінієвих профілів, які мають високий показник міцності, стійкість до корозії та довговічність. Центральні вхідні двері облаштовані автоматизованою системою відкривання з обертальним механізмом, що забезпечує зручний прохід великого потоку людей, зокрема у години пік. Такий тип входу часто використовується в громадських і офісних спорудах для створення презентабельного входу та збереження мікроклімату всередині будівлі.

У внутрішньому оздобленні будівлі особливу увагу приділено функціональному зонуванню та ергономіці. Внутрішні приміщення розподілено відповідно до потреб сучасного офісу: передбачені робочі зони, переговорні кімнати, зони відпочинку, технічні приміщення та санвузли на кожному поверсі. Залежно від призначення приміщень застосовуються різні види опорядження. Стіни у більшості робочих приміщень обшиваються гіпсокартонними плитами на металевому каркасі, що дає змогу приховати комунікації та досягти гладкої поверхні. Поверхня гіпсокартону шпаклюється та фарбується екологічною водоемульсійною фарбою у світлих відтінках, що створює візуально просторе, добре освітлене середовище.

У зонах із підвищеною вологістю, зокрема в санвузлах, передбачено оздоблення стін керамічною плиткою, що володіє високими санітарно-гігієнічними показниками, легко миється та не піддається впливу вологи. Підлоги в загальних просторах та коридорах оздоблюються зносостійким керамогранітом, який витримує значне навантаження від великої кількості людей. У робочих

кабінетах укладається комерційний ламінат з підвищеним класом зносостійкості, що забезпечує комфорт та естетику робочого простору.

Стелі у всіх приміщеннях, за винятком технічних, виконані у вигляді гіпсокартонних систем із вбудованим освітленням. Поверхня стелі шпаклюється та фарбується водоемульсійною фарбою після виконання всіх комунікацій та їх приховання. В технічних приміщеннях допускається використання відкритих інженерних систем з частковим декоративним оздобленням. Оздоблювальні роботи виконуються лише після завершення монтажу покрівлі, встановлення віконних і дверних блоків, а також після прокладання всіх інженерних мереж, що дозволяє уникнути пошкодження поверхонь та забезпечити високий рівень якості виконання.

Вибір оздоблювальних матеріалів продиктований вимогами до експлуатаційних характеристик — пожежної безпеки, волого- та зносостійкості, екологічності, простоти догляду, естетики та довговічності. Усі матеріали відповідають державним будівельним нормам України, а також критеріям енергоефективності, які є особливо актуальними в умовах сучасного будівництва. Таким чином, передбачене опорядження сприяє формуванню комфортного, функціонального та привабливого середовища як для працівників, так і для відвідувачів будівлі.

## **1.5 Енергоефективність будівлі: принципи реалізації**

### **1.5.1 Інженерно-технічні рішення для забезпечення енергоощадності**

Енергоефективність є ключовим критерієм сучасного будівництва, особливо при зведенні адміністративних споруд, які характеризуються значними витратами енергоресурсів на опалення, охолодження, освітлення та вентиляцію.

З метою забезпечення надійності енергопостачання у проєкті передбачено можливість підключення резервного джерела електроенергії — дизельного або газового генератора. Це рішення дозволяє підтримувати роботу основних

інженерних систем (освітлення, ліфти, охоронна сигналізація, серверна кімната, насосні установки, вузли обліку, вентиляція тощо) у разі перебоїв з централізованим живленням. Генератор передбачається в окремому технічному приміщенні з шумоізоляцією та системою вентиляції, а автоматичне перемикання забезпечується щитом резервного живлення з релейною логікою.

Для підвищення енергоефективності в будівлі передбачено встановлення автоматизованої системи управління енергоспоживанням, що інтегрує опалення, вентиляцію, освітлення та водопостачання в єдину керовану інфраструктуру. Така система дозволяє оптимізувати енерговитрати залежно від зовнішніх умов, інтенсивності експлуатації приміщень і часу доби. Наприклад, у періоди зниження присутності персоналу (вночі, у вихідні дні) температура в окремих зонах автоматично знижується до енергозберігаючого рівня.

Для вентиляції приміщень передбачено встановлення рекупераційної системи з поверненням тепла витяжного повітря, що дозволяє суттєво знизити витрати на підігрів свіжого повітря у холодний період року. Система забезпечує баланс між якісною фільтрацією, достатнім повітрообміном і мінімальними тепловтратами.

У системі освітлення реалізовано LED-технології з локальним та автоматичним керуванням. У зонах спільного користування (коридори, вестибюлі, санвузли) використовуються датчики руху та присутності, які активують освітлення тільки при необхідності. У робочих приміщеннях система освітлення реагує на рівень природного світла і регулює яскравість штучного освітлення відповідно до встановлених параметрів.

Також у будівлі реалізовано зональне теплове регулювання. Це дає змогу гнучко налаштовувати мікроклімат відповідно до призначення приміщень, кількості користувачів та графіку їх використання. Встановлення сучасних циркуляційних насосів із частотним регулюванням дозволяє уникнути зайвих витрат електроенергії на подачу теплоносія.

Додатковим елементом енергоощадності є високоефективне кліматичне обладнання — мультиспліт-системи з інверторною технологією, які адаптують

споживання електроенергії залежно від навантаження. Це дозволяє зменшити пікове навантаження на мережу та підвищити тривалість безперервної роботи в разі живлення від резервного джерела.

У конструкції покрівлі передбачено технічну можливість для встановлення сонячних панелей або теплових колекторів з метою часткової автономізації систем гарячого водопостачання чи освітлення місць загального користування. Це дозволить у перспективі зменшити залежність від зовнішніх джерел енергії та покращити екологічні характеристики об'єкта.

Завдяки сукупності вищезазначених заходів, п'ятиповерхова офісна будівля відповідає сучасним нормам енергоефективності [5], демонструє раціональний підхід до ресурсозбереження та є прикладом адаптованої до сучасних умов інфраструктурної стійкості. Такий підхід забезпечує як економічну доцільність експлуатації, так і комфортні умови перебування для користувачів у будь-який час доби.

### **1.5.2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій**

Місце будівництва - м.Тернопіль, відноситься до першої температурної зони. Конструкція зовнішньої стіни – кладка із газоблоку з утеплювачем із зовнішньої сторони стіни. Товщину кладки несучої стіни приймаємо 200 мм конструктивно, за вимогами міцності.

Вологісний режим приміщення - нормальний: температура  $t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Теплотехнічний розрахунок виконується згідно [5, 7].

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків обов'язкове виконання умови:

$$R_{\text{заг}} > R_{q.\text{min}} \quad (1.2)$$

де  $R_{\text{заг}}$  - приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$R_{q.min}$  - мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$$R_{q.min} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} - \text{ для температурної зони I [5]}$$

Загальний опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції визначається за формулою:

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i p}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \quad (1.3)$$

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

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

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

$\delta_i$  - товщина  $i$ -го шару огороження,  $\text{м}$ ;

$\lambda_{i p}$  - коефіцієнт теплопровідності  $i$ -го шару конструкції, приймаємо залежно від виду матеріалу та умов його експлуатації (згідно з додатком Л),

$\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$ .

Записуємо формулу опору теплопередачі для цієї чотирьохшарової конструкції:

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1 p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2 p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3 p}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4 p}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}, \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.4)$$

Приймаючи  $R_{\text{заг}}=R_{q.min}$ , знаходимо товщину утеплювача:

$$\delta_3 = \left( R_{\text{заг}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_{1\text{п}}} - \frac{\delta_2}{\lambda_{2\text{п}}} - \frac{\delta_3}{\lambda_{3\text{п}}} - \frac{\delta_4}{\lambda_{4\text{п}}} - \frac{1}{\alpha_3} \right) \times \lambda_{3\text{п}}, \quad (1.5)$$

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.

Тоді підставивши значення отримаємо:

$$\delta_3 = \left( 3,3 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,93} - \frac{0,2}{0,23} - \frac{0,02}{0,81} - \frac{1}{23} \right) \times 0,039 = 0,0868 \text{ м.}$$

Так як такої товщини мінеральної вати в продажі немає, то ми підбираємо найближчу більшу товщину і – це буде 10 см.

Опір теплопередачі з урахуванням запропонованої товщини утеплювача становить:

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,2}{0,23} + \frac{0,1}{0,039} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{0,81} = 4,829 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}.$$

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

Отже, товщина утеплювача прийнята правильно.

## 1.6 Рішення щодо основних несучих елементів конструкції

Будівля має просторову монолітно-каркасну конструктивну схему, яка вважається однією з найбільш доцільних для споруд громадського призначення. Такий тип конструкції забезпечує високу надійність, стійкість до деформацій, достатній ступінь свободи у внутрішньому плануванні, а також сприяє ефективному розподілу вертикальних і горизонтальних навантажень. Каркасна система дозволяє зменшити товщину зовнішніх стін, що, в свою чергу, позитивно впливає на енергоефективність і загальну площу внутрішніх приміщень.

Основними вертикальними несучими елементами є залізобетонні монолітні колони з перерізом 400×400 мм. Такий розмір вибрано не лише з урахуванням



розрахункового навантаження, але й для зручності опалубних робіт, армування, а також оптимального співвідношення між несучою здатністю і масивністю конструкції. Колони розташовані в шаховому порядку з оптимальним кроком у плані, що забезпечує раціональний розподіл навантажень на фундаменти. Вони сприймають вертикальні навантаження від міжповерхових перекриттів, покрівлі та власної маси, а також частково — горизонтальні навантаження, передані через диски перекриттів.

Горизонтальними несучими елементами виступають монолітні залізобетонні перекриття по безбалковій схемі, товщиною 200 мм. Такий тип перекриття дозволяє досягти спрощення у конструкції, забезпечити рівну поверхню стелі, полегшити монтаж інженерних мереж, покращити акустичні характеристики приміщень та створити більш гнучкий простір без виступаючих елементів. Жорсткість плит перекриття дозволяє передавати горизонтальні зусилля до вертикальних діафрагм жорсткості, забезпечуючи необхідну просторову стабільність.

Жорсткість та стійкість всієї будівлі в горизонтальній площині досягається за рахунок діафрагм жорсткості, які влаштовані у вигляді сходових клітин та шахт ліфтів. Ці елементи також виконані з монолітного залізобетону, що підвищує їхню несучу здатність і ефективно протидіє діям вітрового чи сейсмічного навантаження. Крім того, вони виконують важливу роль у забезпеченні безпечної евакуації персоналу в разі надзвичайних ситуацій.

Зовнішні стіни запроектовані як ненесучі та виконані з газобетонних блоків товщиною 200 мм, що відповідає вимогам міцності при цьому не створюючи надмірного навантаження на фундамент. Із зовнішнього боку блоки додатково утеплюються мінераловатним утеплювачем товщиною 100 мм та облицьовуються з термодерева Thermogry. Така структура зовнішньої огорожувальної конструкції дозволяє досягти необхідного опору теплопередачі згідно з чинними ДБН, зберігаючи естетичну привабливість та довговічність фасадного оздоблення.

Всі несучі елементи проєктуються з урахуванням дії тимчасових і постійних навантажень згідно [20], а також з урахуванням умов пожежної безпеки та

тривалості експлуатації споруди. Армування конструкцій виконується відповідно до [6].

У підсумку, обрана конструктивна схема є оптимальною для багатоповерхової офісної будівлі з точки зору функціональності, технологічності, економічної ефективності та відповідності сучасним будівельним стандартам. Вона забезпечує міцність, надійність та комфортну експлуатацію об'єкта впродовж усього його життєвого циклу.

### **1.7 Система інженерного забезпечення будівлі: мережі та технічне обладнання**

Інженерні мережі є невід'ємною частиною проектування та експлуатації сучасної багатоповерхової офісної будівлі. Вони забезпечують необхідні умови для комфортної, безпечної та енергоефективної роботи користувачів приміщень.

Для господарсько-питного та технічного водопостачання передбачено підключення до міських мереж. У будівлі передбачено внутрішню систему холодного та гарячого водопостачання з поліпропіленових труб, розведення яких здійснюється в міжповерхових перекриттях. Гаряча вода постачається від центрального тепlopостачання з можливістю додаткового локального нагріву бойлерами у кожному санвузлі. Система водовідведення виконана у вигляді роздільної мережі каналізації: побутова каналізація, дощова з даху та аварійне дренажування. Труби каналізації прокладено з нахилом, згідно нормативів, з шумопоглинаючого ПВХ. У нижньому рівні будівлі розташовано каналізаційний колектор з виходом до міських мереж.

Проектом передбачено центральне водяне опалення від місцевої котельні. Усі приміщення обладнуються панельними радіаторами з термостатичними регуляторами. У серверній кімнаті, архіві та технічних приміщеннях передбачено електричне обігрівання або локальні конвектори. Розводка труб виконана в підлозі (двотрубна система), із використанням сучасної теплоізоляції та запірної арматури.

Вентиляційна система проєктована за змішаною схемою: природне провітрювання через фрамуги вікон та організовану припливно-витяжну вентиляцію з рекуперацією тепла в зонах з великою кількістю людей (open-space офіси, конференц-зала, санвузли). У серверних та кімнатах технічного обладнання запроектовано примусову витяжну вентиляцію з окремим каналом. У найбільш сонячних приміщеннях встановлюються спліт-системи кондиціонування з зовнішніми блоками, розташованими на покрівлі або у вентиляційних нішах.

Електропостачання здійснюється від двох незалежних вводів через ТП, що гарантує безперебійне живлення. Передбачено автоматичний ввід резерву. У розподільчих щитах встановлюються УЗО, автоматичні вимикачі, лічильники. Електропроводка виконується приховано, з використанням мідних кабелів у гофротрубах. Освітлення — енергоощадне (LED), з поділом на функціональні зони. У коридорах, санвузлах та допоміжних приміщеннях встановлюються світильники з датчиками руху для зниження споживання енергії.

Зважаючи на актуальні виклики стабільності енергосистеми, будівля додатково оснащується дизельним генератором потужністю 30 кВт, який автоматично запускається у разі зникнення основного живлення. Це забезпечує безперебійну роботу аварійного освітлення, електронних систем безпеки, ІТ-обладнання та циркуляційних насосів систем опалення.

Будівля обладнана сучасною системою відеоспостереження, що охоплює всі входи, коридори, сходові клітини, паркінг і технічні приміщення. Передбачена охоронна та пожежна сигналізація з автоматичною передачею сигналу на центральний пульт. Також інтегровано систему контролю доступу з електронними перепустками.

До слабкострумівих систем також належать:

- система диспетчеризації та моніторингу роботи інженерного обладнання;
- телебачення;
- резервна ІТ-мережа для серверної;
- система «розумна будівля» (освітлення, вентиляція, клімат-контроль, за потреби — інтеграція з мобільним керуванням).

Основні інженерні мережі запроєктованої будівлі зазначаються у табл. 1.1

Таблиця 1.1 – Основні інженерні мережі будівлі

№ з/п	Назва мережі	Джерело живлення / підключення	Призначення / особливості
1	Водопостачання	Центральна міська мережа	Холодна та гаряча вода, бойлери у санвузлах
2	Каналізація	Міська каналізаційна система	Побутова та дощова каналізація
3	Опалення	Міська котельня	Тепла підлога
4	Вентиляція	Природна + механічна	З рекуперацією в окремих зонах
5	Кондиціонування	Локальні спліт-системи	Встановлення у перегрітих зонах
6	Електропостачання	Два незалежні вводи + генератор	Безперебійна робота критичних систем
7	Резервне електроживлення	Дизель-генератор 30 кВт	Аварійне освітлення, серверна, насоси
8	Система безпеки	Відеонагляд, охоронна, пожежна сигналізація	Повне покриття критичних зон
9	Зв'язок та слабокострумові системи	Інтернет, телефонія, Wi-Fi	Інфраструктура для офісного користування

## 1.8 Висновки до розділу 1

Було сформовано концепцію п'ятиповерхової офісної будівлі, яка гармонійно поєднує сучасні архітектурні підходи, конструктивну надійність та високий рівень енергоефективності. Запропоноване розташування об'єкта є вдалим з точки зору функціонального зонування міста, транспортної доступності та подальшої експлуатаційної зручності.

Планувальні рішення будівлі орієнтовані на створення комфортного та раціонально організованого середовища для роботи. Враховано зручність пересування користувачів, ефективне використання внутрішніх площ, а також забезпечено природне освітлення та вентиляцію приміщень. У композиції фасадів

і внутрішніх просторів використано сучасні оздоблювальні матеріали, що забезпечують привабливий вигляд, довговічність і простоту обслуговування.

Особлива увага приділена конструктивним елементам будівлі. Обрано надійну та економічно доцільну конструктивну систему з монолітними залізобетонними колонами, яка гарантує міцність, стійкість та довготривалий ресурс експлуатації. Завдяки використанню сучасних теплоізоляційних матеріалів у зовнішніх огорожувальних конструкціях, будівля відповідає чинним вимогам з теплозахисту, що сприяє зниженню енерговитрат на опалення.

Також реалізовано комплексне інженерне забезпечення: система опалення, електропостачання, вентиляції, водопостачання та каналізації. Запропоновані рішення враховують актуальні технічні стандарти, передбачають енергоощадні технології та резервні джерела живлення для безперебійної роботи систем.

Усі прийняті проектні рішення свідчать про продуманий підхід до створення функціонального, безпечного та сучасного об'єкта, що відповідає актуальним вимогам у галузі будівництва та забезпечує високий рівень експлуатаційного комфорту.

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ

#### 2.1 Ґрунтові умов у проєктуванні фундаменту

##### 2.1.1 Моделювання фундаментної системи з огляду на властивості ґрунтів

Проєктування фундаментної системи будівлі є одним з найвідповідальніших етапів усього будівельного процесу, оскільки саме вона забезпечує передавання навантаження від надземних конструкцій на ґрунтову основу. При цьому ключовим чинником у виборі типу та параметрів фундаменту виступають інженерно-геологічні характеристики майданчика, що включають фізико-механічні властивості ґрунтів, рівень залягання ґрунтових вод, глибину промерзання, а також прогнозовані зміни ґрунтового середовища в процесі експлуатації споруди. За табл. 2.1 визначаються ґрунтові шари і їх характеристика.

Таблиця 2.1 – Ґрунтові шари і їх характеристика

Назва ґрунту	По т. шару, м	$\gamma_n$ , кН/м <sup>3</sup>	$\gamma_2$ , кН/м <sup>3</sup>	Вологість			Характер. міцності		Коеф. Пуансона	Дані випроб. ґрунту	
				W	$W_L$	$W_P$	$\varphi_n$ , град	$C_n$ , кПа		p, кПа	S, м
Рос. шар	0,8-0,6	15,0	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-
Пісок дрібнозернистий	5,5-5,9	19,2	26,5	0,20	-	-	-	-	0,29	-	-
Мулистий ґрунт	2,5-2,0	16,2	27,0	0,20	0,24	0,14	17	4	0,42	100	0,0066
										200	0,0132
										300	0,0193
										400	0,0310
Глина третинна	10,3-9,7	20,0	27,6	0,25	0,46	0,16	-	-	0,41	-	-

Рівень ґрунтових вод – 4,0 м

Найвища точка ділянки будівництва на рис. 2.1 – 404 м;

Мінімум горизонталей – 4 лінії;

Різниця висот для сусідніх горизонталей – 0,5 м;

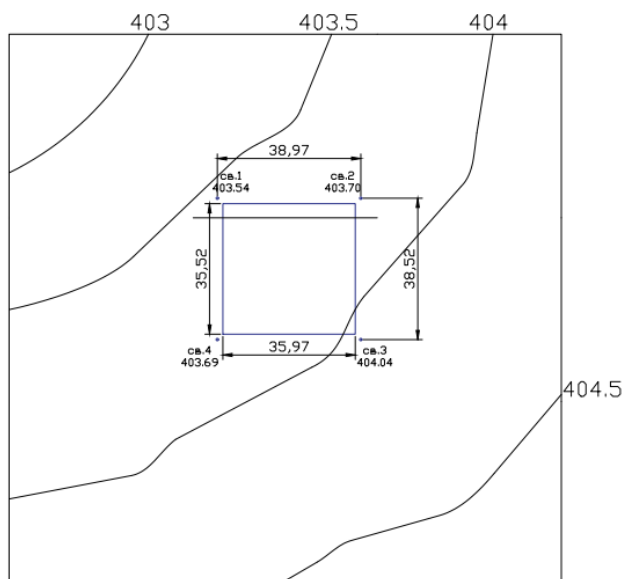


Рисунок 2.1 – Топографічна карта будівельної площадки

### 2.1.2 Ґрунтове середовище будівельної ділянки

З метою візуального відображення інженерно-геологічних умов будівництва виконано геологічний розріз ділянки на рисунку 2.2, що ілюструє послідовність залягання ґрунтів, їхню потужність, фізико-механічні характеристики та глибину залягання ґрунтових вод.

На розрізі наведено умовні позначення шарів, включаючи природні ґрунти (супіски, суглинки, піски, глини тощо), техногенні нашарування, а також рівень ґрунтових вод станом на момент проведення інженерно-геологічних вишукувань.

Цей розріз дозволяє наочно оцінити склад та структуру ґрунтового масиву, що є важливим фактором при виборі типу фундаменту та прогнозуванні його взаємодії з основою.

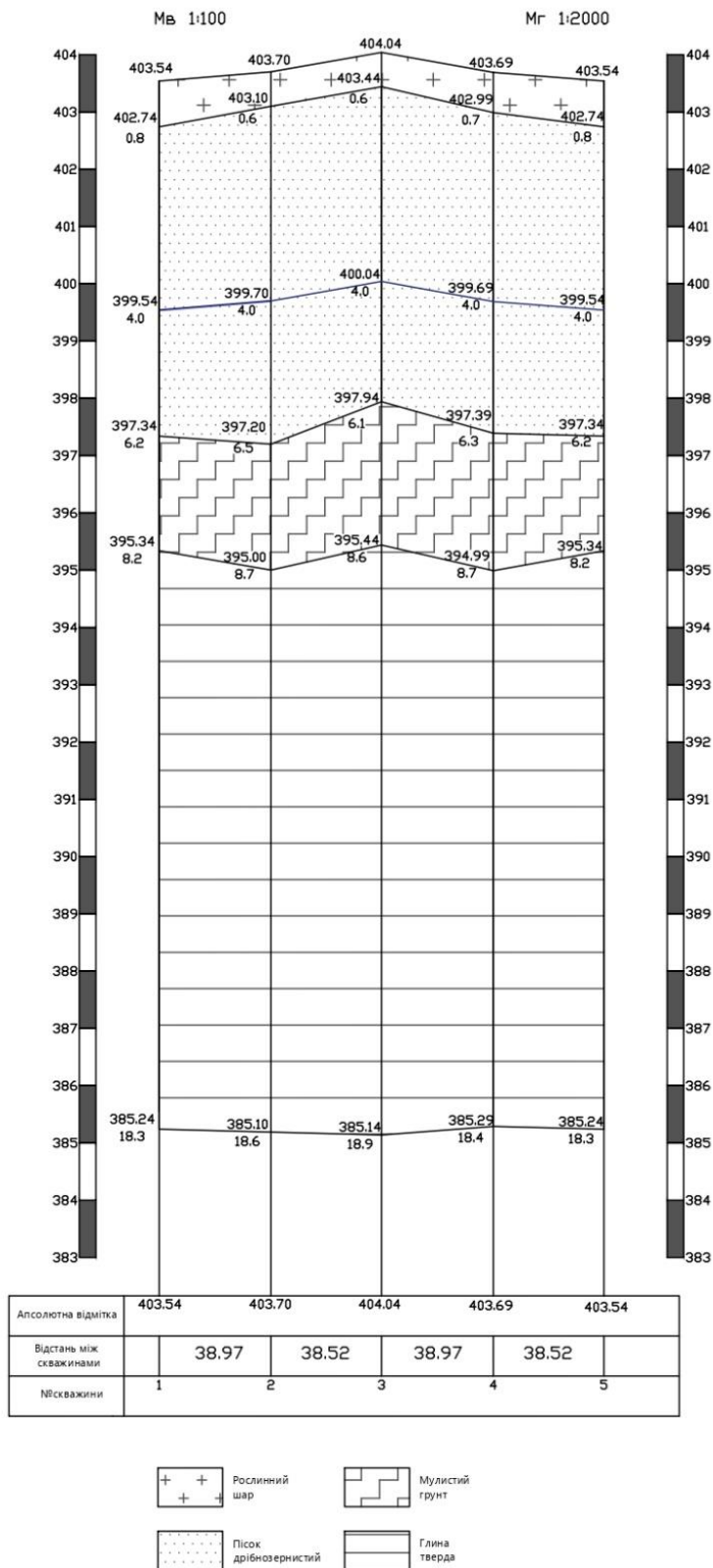


Рисунок 2.2 – Геологічний розріз

1-рослинний шар; 2-пісок дрібнозернистий;  
3-мулистий ґрунт; 4-глина.



Потужність рослинного шару- 0,8-0,6м; піску дрібнозернистого- 5,5-5,9м; мулистого ґрунту- 2,5-2,0м; глини- 2,5-2,0м.

Фізичні характеристики ґрунтів визначалися згідно [19]. Механічні характеристики ґрунтів вибиралися відповідно до варіанту та таблиць. Результати зведено у таблицю 2.2

Таблиця 2.2 – Фізичні та механічні властивості ґрунтів основи.

№ інженерно- геологічного елемента	ІГЕ1	ІГЕ2	ІГЕ3
Назва елемента	Рослинний шар й ґрунт	Пісок дрібнозернис	Мулистий ґрунт
Потужність шару ґрунту, м	0,8-0,6	5,5-5,9	2,5-2,0
Питома вага ґрунту, $\gamma_n$ кН/м <sup>3</sup>	15	19.2	16.2
Питома вага частинок, $\gamma_s$ кН/м <sup>3</sup>	0	26.5	27
Питома вага сухого ґрунту, $\gamma_d$ кН/м <sup>2</sup>	13.1578947	16	13.5
Природна вологість, w	0.14	0.2	0.2
Вологість на границі пластичності, w <sub>p</sub> ,	-	-	0.14
Вологість на границі текучості, w <sub>l</sub> ,	-	-	0.24
Число пластичності, I <sub>p</sub>	-	-	0.1
Показник текучості I <sub>L</sub>	-	-	0.6
Коефіцієнт пористості, e	0	0.65625	1
Ступінь вологості, S <sub>r</sub>	-	0.593	0.328
Питома вага ґрунту насиченого водою, $\gamma_{sat}$	-	19.89	18.41
Кут внутрішнього тертя, $\phi_n$ , градуси	-	17	
Питомезчеплення, C <sub>n</sub> к	-	4	
Модуль деформації в природному стані E, па	-	27.4	24.7
умовний розрахунковий опір, R <sub>0</sub> кПа	-	200	
Модуль деформації, МПа			262.89

## 2.2 Розрахунок сумарного навантаження на фундаментну систему

Визначаємо навантаження на фундамент від п'ятиповерхової офісної будівлі. Стіни будинку із газоблоку та укріплені залізобетонними колонами. Товщина зовнішніх стін- 200 мм, внутрішніх- 200 мм. Висота першого поверху 3,7 м, а наступних 3,4 м. Міжповерхові перекриття монолітні. Район будівництва – м. Тернопіль.

### 2.2.1 Розрахунок зусиль, що діють на зовнішню колону

Для забезпечення надійної та довговічної експлуатації будівлі важливо точно визначити величини навантажень, що діють на колони, з урахуванням особливостей об'ємно-планувального рішення, кількості поверхів, типу перекриттів та покриття.

Визначаємо вантажну площу для зовнішньої колони:

$$A_{кр} = \frac{1}{2} \cdot L_1 \cdot L_2 \quad (2.1)$$

де  $A_{кр}$  — площа навантаження на колону;

$L_1$  — відстань між колонами по одній осі;

$L_2$  — відстань між колонами по перпендикулярній осі.

$$A_{кр} = \frac{6,845}{2} \cdot 7,5 = 25,669 \text{ м}^2$$

Проведено збір навантажень, що діють на зовнішню колону: дах- 191,57 кН; плити- 167,36 кН; міжповерхове перекриття- 645,89 кН; перегородки- 128,36 кН; стіни 1 поверх і нижче- 3022,2 кН ; стіни 2 поверх і вище- 103,83 кН.

Загальне постійне навантаження становить 1266,66 кН згідно вказаної площі на рис. 2.3

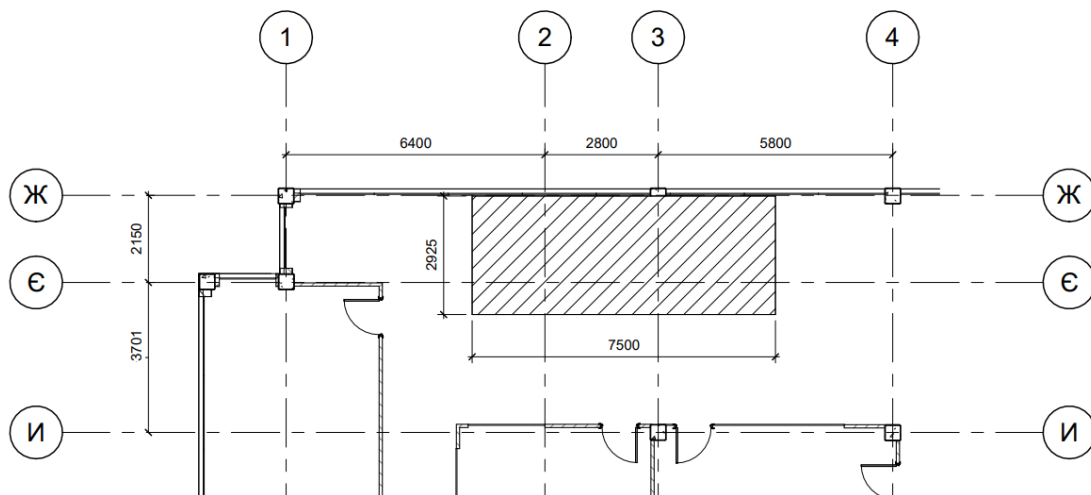


Рисунок 2.3 – Вантажна площа для зовнішньої колони

Тимчасові навантаження на зовнішню колону:

- снігу  $1,39 \cdot 25,669 = 35,68$  кН
- міжповерхового перекриття  $2,2 \cdot 25,669 \cdot 5 \cdot \varphi = 189,18$  кН

$$\text{де } \varphi = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{5}} = 0,67.$$

Загальне тимчасове навантаження становить 224.86 кН

Загальні розрахункові навантаження на зовнішню колону:

$$N_{\text{зовн}}^{\text{загал}} = N_{\text{зовн}}^{\text{пост}} + N_{\text{зовн}}^{\text{тим}} = 1\,266,66 + 224,86 = 1\,491,52 \text{ кН}$$

## 2.2.2 Розрахунок зусиль, що діють на внутрішню колону

Визначаємо вантажну площу для зовнішньої колони за рис. 2.4:

$$A_{\text{сер}} = 6,845 \cdot 7,5 = 51,338 \text{ м}^2$$

Загальне постійне навантаження становить 2528,55 кН згідно вказаної площі на рис. 2.4

Загальне тимчасове навантаження становить 449,72 кН.

Загальні розрахункові навантаження на внутрішню колону:

$$N_{\text{внутр}}^{\text{загал}} = N_{\text{внутр}}^{\text{пост}} + N_{\text{внутр}}^{\text{тим}} = 2\,078,83 + 449,72 = 2\,528,55 \text{ кН.}$$

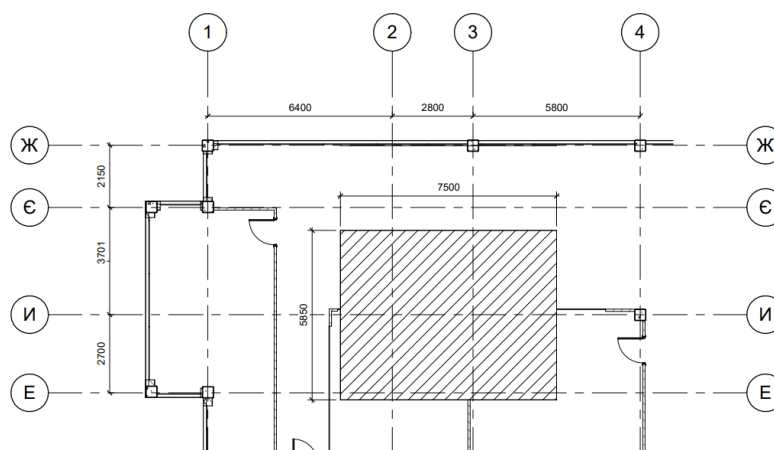


Рисунок 2.4 – Вантажна площа для внутрішньої колони

### 2.3 Визначення несучої здатності пальового фундаменту

У сучасному будівництві застосовується широкий спектр пальових конструкцій, кількість яких перевищує 150 різновидів. Ці палі класифікуються за кількома основними ознаками: матеріалом, з якого виготовляються, способом армування, технологією виробництва та методом занурення в ґрунт, а також за характером їх взаємодії з ґрунтовим середовищем. Кожен із типів палей має свої особливості і призначення, що визначаються інженерно-геологічними умовами ділянки будівництва і характером навантажень, що передаються від споруди на фундамент.

Найпоширенішими типами палей, які сьогодні широко застосовуються у практиці будівництва, є:

- забивні залізобетонні палі, які виготовляються у заводських умовах і занурюються у ґрунт за допомогою спеціалізованих механізмів — дизель-молотів або віброзанурювачів. Цей метод забезпечує високу швидкість монтажу та надійність палей у процесі експлуатації;

- залізобетонні пальові оболонки, які застосовуються як обшивка або оболонка для інших конструктивних елементів пальового фундаменту, підвищуючи їх міцність і довговічність;

- буронабивні палі, що формуються безпосередньо на будівельному майданчику шляхом буріння свердловини і її подальшого заповнення бетонною

сумішшю. Цей тип паль дозволяє уникнути вібраційних навантажень на навколишні конструкції, що є важливим у щільній міській забудові;

-набивні палі, які формуються методом ущільнення ґрунту безпосередньо в свердловині, що створює високонадійну несучу опору.

Вибір конкретного виду пального фундаменту залежить від низки факторів, серед яких провідне місце займають інженерно-геологічні характеристики будівельної ділянки, а також умови навантаження, що будівля передає на основу. Особливо доцільним є використання палих фундаментів у разі, коли товщина слабких ґрунтів надто велика — наприклад, у разі наявності текучих або текучо-пластичних глин, торф'яних відкладень чи насипних ґрунтів. Також палі конструкції рекомендують застосовувати за високого рівня ґрунтових вод або значної глибини промерзання ґрунту. Використання палих фундаментів в таких умовах дозволяє не лише підвищити надійність та довговічність будівлі, але й зменшити трудомісткість монтажних робіт, покращити рівень механізації процесів та досягти суттєвої економії ресурсів у ході нульового циклу будівництва.

У конкретних умовах цього проєкту передбачено використання пального фундаменту у вигляді окремих паль, які об'єднуються єдиним залізобетонним ростверком. Така конструктивна схема дозволяє рівномірно розподілити навантаження по всій основі фундаменту та забезпечує необхідну жорсткість системи. Кількість паль на кожен погонний метр ростверку визначається, виходячи з виду та величини розрахункових навантажень, а також несучої здатності окремої палі, визначеної за результатами геотехнічних досліджень. У даному випадку передбачається, що палі будуть з'єднані з ростверком вільно, без жорсткого кріплення, що дозволяє знизити внутрішні напруження та компенсувати можливі переміщення ґрунту.

Таким чином, застосування пального фундаменту в проєкті забезпечує оптимальне співвідношення між надійністю конструкції, технологічністю виконання робіт і економічною ефективністю, що є важливим чинником при

будівництві сучасних багатоповерхових споруд на складних інженерно-геологічних умовах.

### 2.3.1 Визначення мінімально необхідної довжини палі

Прорізаємо палею пісок і мулистий ґрунт і зупиняємось у глині, в якій високі фізико-механічні властивості.

Висота визначається на основі розрахунку на продавлювання за формулою:

$$h_p = -\frac{b}{2} + \frac{1}{2} * \sqrt{b^2 + \frac{N}{0.9 * R_{bt}}} \quad (2.2)$$

де  $h_p$  — висота призми продавлювання;

$b$  — характерний розмір перерізу конструкції;

$N$  — основне нормальне зусилля, яке діє на конструктивний елемент і сприяє продавлюванню.

$R_{bt}$  — розрахунковий опір бетону на розтягування або на продавлювання, що характеризує міцність бетону в умовах, що розглядаються.

Константа 0,9 — коефіцієнт безпеки або корекційний коефіцієнт, що враховує умови роботи конструкції:

$$h_p = -\frac{0.3}{2} + \frac{1}{2} * \sqrt{0,3^2 + \frac{88,46}{0,9 * 500}} = 0,12 = 12 \text{ см}$$

З конструктивних міркувань, висота ростверку приймається не менше 30 см, а також не менше ніж  $\alpha + 0,25 = 5 + 25 = 35$  см;

Отже, приймаємо висоту ростверку з конструктивних міркувань 35 см.

### 2.3.2 Визначення необхідної кількості паль

Необхідна кількість паль визначається за формулою:

$$n = N_t/F \quad (2.3)$$

де  $N_t$  – навантаження від стіни на фундамент;

$F$  – несуча здатність палі, визначається за формулою:

$$F = F_d/\gamma_k,$$

де  $\gamma_k$  – коефіцієнт надійності по ґрунту;

$F_d$  – розрахункова несуча здатність ґрунту основи для одиночної палі, визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_c(\gamma_{cr} \cdot R \cdot A \cdot U \cdot \gamma_{cf} \sum_i^n f_i \cdot h_i) \quad (2.4)$$

де  $\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи;  $\gamma_c = 1$ ;

$R$  – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі ( береться з таблиці);

$A$  – площа обпирання палі на ґрунт;

$U$  – зовнішній периметр палі;

$f_i$  – розрахунковий опір  $i$ -го шару ґрунту;

$h_i$  – товщина  $i$ -го шару ґрунту;

$\gamma_{cr}$ ,  $\gamma_{cf}$  – коефіцієнти умовної роботи ґрунту під нижнім кінцем і на боковій поверхні.

Переріз палі  $b \times b = 0,3 \times 0,3 \text{ м}^2$ ;

$A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ м}^2$ ;

$U = 4b = 4 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ м}$ ;

$\gamma_c = 1$ ;

$\gamma_{cf} = 1$ ;

$\gamma_{cr} = 1$ ;

Глибина занурення нижнього кінця палі становить 14 м. Отже розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі  $R = 3980 \text{ кПа}$ . Показники ґрунту по шарах уздовж глибини занурення палі зображено в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Показники ґрунту по шарах уздовж глибини занурення палі

№	z <sub>i</sub> . м	h <sub>i</sub> . м	f <sub>i</sub> . кПа
1	0,4	0,8	0
2	2,4	3,2	32,0
3	5,25	2,5	40,5
4	7,5	2	18,8
5	11,65	6,3	47,7

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 3980 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 1 \cdot (32 \cdot 3,2 + 40,5 \cdot 2,5 + 18,8 \cdot 2 + 47,7 \cdot 6,3)) = 1008,3 \text{ кН}$$

$$N = 1008,3 / 1,4 = 720,2 \text{ кН}$$

$$n = 2528,55 / 720,2 = 3,51$$

Отже, під внутрішню колону необхідно прийняти 4 палі. Приймаємо палю ПН 14-30 довжиною 14000 мм.

### 2.3.3 Визначення розмірів умовного фундаменту

Умовний фундамент застосовується на стадії попередніх розрахунків з метою спрощення аналізу взаємодії конструкції з ґрунтовою основою, дозволяючи в узагальненій формі оцінити розміри необхідної опорної площини, на яку передаються навантаження від надбудови.

На відміну від реального фундаменту, умовний фундамент розглядається як ідеалізована площина, що передає розрахункові навантаження без урахування конструктивних особливостей, таких як глибина закладання, армування або конкретна геометрична форма (стрічковий, плитний, стовпчастий тощо). Тим не менш, його розміри є ключовими для визначення тиску на ґрунт, розрахунку несучої здатності основи, а також подальшого уточнення геометричних параметрів реального фундаменту.



Розміри умовного фундаменту визначаються на основі повного розрахункового навантаження, яке передається на ґрунтову основу, а також допустимих значень питомого тиску на ґрунт відповідно до його фізико-механічних характеристик. У процесі розрахунку враховується як постійне, так і тимчасове навантаження, що забезпечує повноцінну модель експлуатаційного впливу на фундаментну частину споруди.

Визначення усередненого кута внутрішнього тертя ґрунтів по стовбуру палі:

$$\varphi_{mt} = \frac{17 * 3,2 + 17 * 2,5 + 17 * 2 + 16 * 6,3}{3,2 + 2,5 + 2 + 6,3} = 16,55^\circ$$

Тоді ширина умовного фундаменту:

$$B_{ум} = 2 \cdot L \cdot tg\left(\frac{\varphi_{mt}}{4}\right) + b + l \quad (2.5)$$

$B_{ум}$  – ширина умовного фундаменту;

$L$  – глибина залягання підосви фундаменту або відстань від поверхні ґрунту до підосви фундаменту;

$\varphi_{mt}$  – кут внутрішнього тертя ґрунту основи в умовах монтажу;

$tg\left(\frac{\varphi_{mt}}{4}\right)$  – тангенс чверті кута внутрішнього тертя, що враховується при розрахунку розширення зони впливу навантаження у ґрунті;

$b$  – ширина фундаменту або підосви фундаменту;

$l$  – додаткова ширина на розподіл навантаження.

$$B_{ум} = 2 \cdot 14 \cdot tg\left(\frac{16,55}{4}\right) + 0,3 + 1,5 = 3,83 \text{ м}$$

### 2.3.4 Визначення розрахункового опору ґрунту

Розрахунковий опір ґрунту основи умовного пальового фундаменту визначаємо за формулою:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{K} (M_q \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_1 + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma' + M_c + c_n) \quad (2.6)$$

де  $\gamma_{c1}$  і  $\gamma_{c2}$  – коефіцієнти умов роботи;

За даними отримаємо відповідно  $\gamma_{c1} = 1,2$ ;  $\gamma_{c2} = 1,1$ ;

Коефіцієнт  $k$  приймаємо рівним 1,1;

$k_z$  – коефіцієнт впливу площі фундаменту. Для фундаментів шириною  $b \leq 10$ ,  $k_z = 1$ ;

$\gamma'$  – усереднене значення питомої ваги ґрунту, розташованої вище підшоши умовного пальового фундаменту, де у формулі (2.18) є рівним:

$$\gamma'_{IV} = \frac{0,8 \cdot 15 + 5,4 \cdot 19,2 + 2 \cdot 16,2 + 4 \cdot 20}{0,8 + 5,4 + 2 + 4} = 18,7 \text{ кН/м}^3;$$

Коефіцієнти  $M_\gamma$ ,  $M_q$ ,  $M_c$  визначаємо в залежності від величини кута внутрішнього тертя шару ґрунту, розташованого безпосередньо під підшовою фундаменту. За табличними даними отримуємо значення:

$$M_\gamma = 0,36; M_q = 2,43; M_c = 4,99.$$

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,1}{1,1} \cdot (0,36 \cdot 1 \cdot 3,83 \cdot 17,4 + 2,43 \cdot 14,8 \cdot 18,7 + 4,99 \times \\ \times 53,5) = 1156,1 \text{ кПа}$$

### 2.3.5 Установлення величини середнього навантаження підшоши конструктивного елементу

Перевірка величин нормальних напружень під підшовою умовного фундаменту полягає у виконанні нерівності:

$$P \leq R \quad (2.7)$$

де  $P$  – середній тиск під підшовою умовного пальового фундаменту;

$R$  – розрахунковий опір ґрунту основи умовного пальового фундаменту.

Фактичний тиск під підшовою:

$$P = \frac{N_f}{S_{\text{ум}}} = \frac{2\,528,55 + 71,9 + 4005,9}{3,83 \cdot 3,83} = 450,3 \text{ кПа} < R = 1\,156,1 \text{ кПа}$$

$$\text{де } G_f = V_f \cdot \gamma = (2,1 \cdot 2,1 \cdot 0,35 + 0,4 \cdot 0,4 \cdot 0,45 + 0,3 \cdot 0,3 \cdot 14) \cdot 25 = \\ = 71,9 \text{ кН}$$

$$G_{gr} = (V_{ABCD} - V_f) \cdot \gamma = (3,83 \cdot 3,83 \cdot 14,8 - 2,8755) \cdot 18,7 = 4005,9 \text{ кН}$$

Отже, фактичний тиск під подошвою менший від розрахункового опору ґрунту на рівні умовного фундаменту.

## 2.4 Встановлення осідань основи під дією навантажень на палі

Розрахунок осідання пального фундаменту виконуємо як для умовного фундаменту на природній основі.

Товщину елементарного шару визначаємо приймаємо 0,8 м, але не більше:

$$h_1 = 0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 3,83 = 1,532 \text{ м}$$

Визначення додаткового напруження на подошві і покрівлі елементарних шарів та осідання кожного елементарного шару приведені в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Напруження в основі

№	Глибина точки від подошви	Відносна глибина	$\alpha$	Напруж. від влас. ваги ґрунт	Додат. напруж.	
	Z, м	$\xi = 2 \cdot Z/b$		$\sigma_{zg}$ , кПа	$\sigma_{zp}$ , кПа	$\sigma_{zg} \cdot k$
0	0	0,0	1	285,98	164,32	57,20
1	0,8	0,4	0,960	300,98	157,75	60,20
2	1,6	0,8	0,800	317,98	131,46	63,60
3	2,4	1,3	0,567	333,98	93,17	66,80
4	3,2	1,7	0,421	349,98	69,18	70,00
5	4	2,1	0,316	364,98	51,93	73,00

Вага ґрунту під пальовим фундаментом відповідає вазі ґрунту під стовпчастим фундаментом, що було визначено в попередніх пунктах.

Напруження від власної ваги ґрунту на рівні умовного фундаменту становлять:

$$\sigma_{zg,ym} = \sigma_{zg,III} + \gamma_4 \cdot h_4' = 159.98 + 20 \cdot 6.3 = 285.98 \text{ кПа}$$

Визначення додаткового тиску на основу

$$P_0 = 450,3 - 285,98 = 164,32 \text{ кПа}$$

Нижня межа стиснутої товщі знаходиться на рівні, де виконується умова:

$$\sigma_{zp} \leq 0.2 * \sigma_{zg} \quad (2.8)$$

Припиняємо розрахунок на 4-му елементарному шарі, оскільки  $69,18 \leq 0,2 * 349,98 = 70,0$  кПа.

Отже, глибина стиснутої товщі становить 3,2 м.

Осідання елементарних шарів наведено в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 – Осідання елементарних шарів

№ елементарного шару	Додаткове напруження			Модуль деформації	Товщина шару	Осідання шару
	На покрівлі шару	На підшві шару	Середнє значення			
	$\sigma_{zp,B}$ , кПа	$\sigma_{zp,H}$ , кПа	$\sigma_{zp,i}$ , кПа			
1	164,32	157,75	161,03	19500	80	0,53
2	157,75	131,46	144,60	19500	80	0,47
3	131,46	93,17	112,31	19500	80	0,37
4	93,17	69,18	81,17	19500	80	0,27

1,64

Отже, отримане осідання становить  $S_{max} = 1,64$  см, що є меншим за допустиме  $S_u = 12$  см.

## 2.5 Перевірка результатів розрахунку з допомогою прикладних програм

Для перевірки результатів розрахунку використовуємо програмний комплекс ЛІРА-САПР. У даному комплексі реалізовано декілька методів розрахунку основ та фундаментів. Використаємо два методи, перший – швидкий розрахунок основи в діалоговому вікні «Розрахунок коефіцієнтів C1 та C2», другий – моделювання основи і фундаментів, з використанням модуля «ГРУНТ».

Для швидкого розрахунку, в діалоговому вікні «Розрахунок коефіцієнтів C1 та C2» на вкладці «Конструктивні рішення» (рис. 2.5) задаємо параметри фундаменту і вид розрахунку.

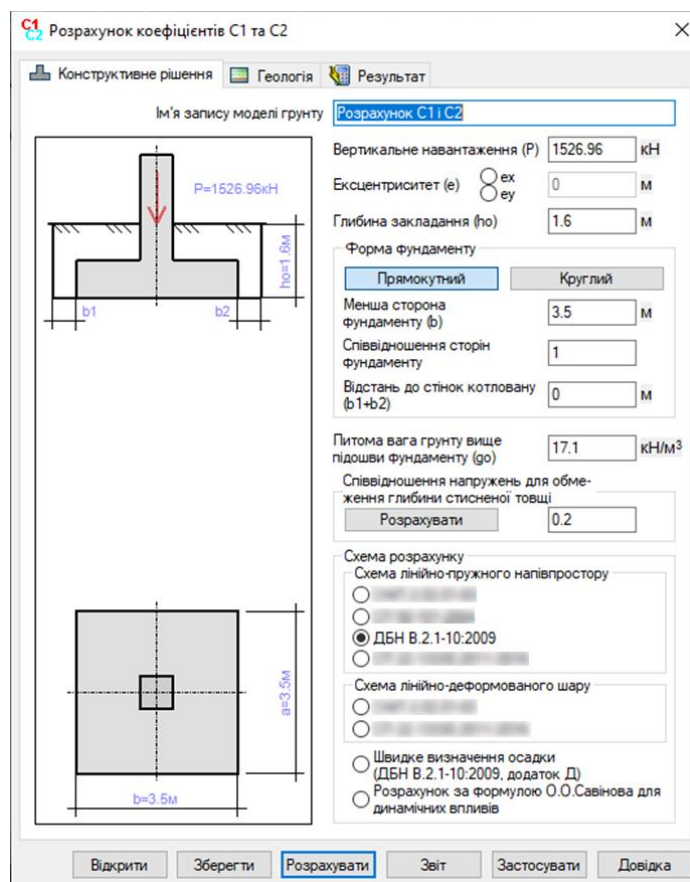


Рисунок 2.5 – Конструктивні рішення фундаменту

Задавши відповідні значення, переходимо на вкладку «Геологія» де задаються шари ґрунту під подошвою фундаменту (рис. 2.6).

The screenshot shows a software window titled "Розрахунок коефіцієнтів C1 та C2" with three tabs: "Конструктивне рішення", "Геологія", and "Результат". The "Геологія" tab is active, displaying a cross-section of four soil layers and a list of input parameters.

**Кількість шарів ґрунту (n):** 4

**Характеристики шару:**

- Номер поточного шару (i): 4
- Кольорове зображення шару: [Dark Blue]
- Модуль деформації шару (Ei): 19500 кН/м<sup>2</sup>
- Ее,і = kі \* Ei. Коефіцієнт (kі): 1
- Коефіцієнт Пуассона (mі): 0.3
- Товщина шару (hі): 10 м
- Питома вага ґрунту (gі): 20 кН/м<sup>3</sup>

**Ознака ґрунту:**

- піщаний
- пилувато-глинистий

**Шар ε:**

- Шар ε
- водонасиченим
- водотривким

**Коефіцієнт жорсткості для формули О.О.Савінова (Coi):** 0 кН/м<sup>3</sup>

**Layers and Heights:**

- Layer 1: h=2.4m
- Layer 2: h=2.5m
- Layer 3: h=2m
- Layer 4: h=10m

**Buttons:** Відкрити, Зберегти, Розрахувати, Звіт, Застосувати, Довідка

Рисунок 2.6 – Залягання ґрунтів під подошвою фундаменту

Після задання всіх параметрів отримуємо результат розрахунку основи (рис. 2.7).

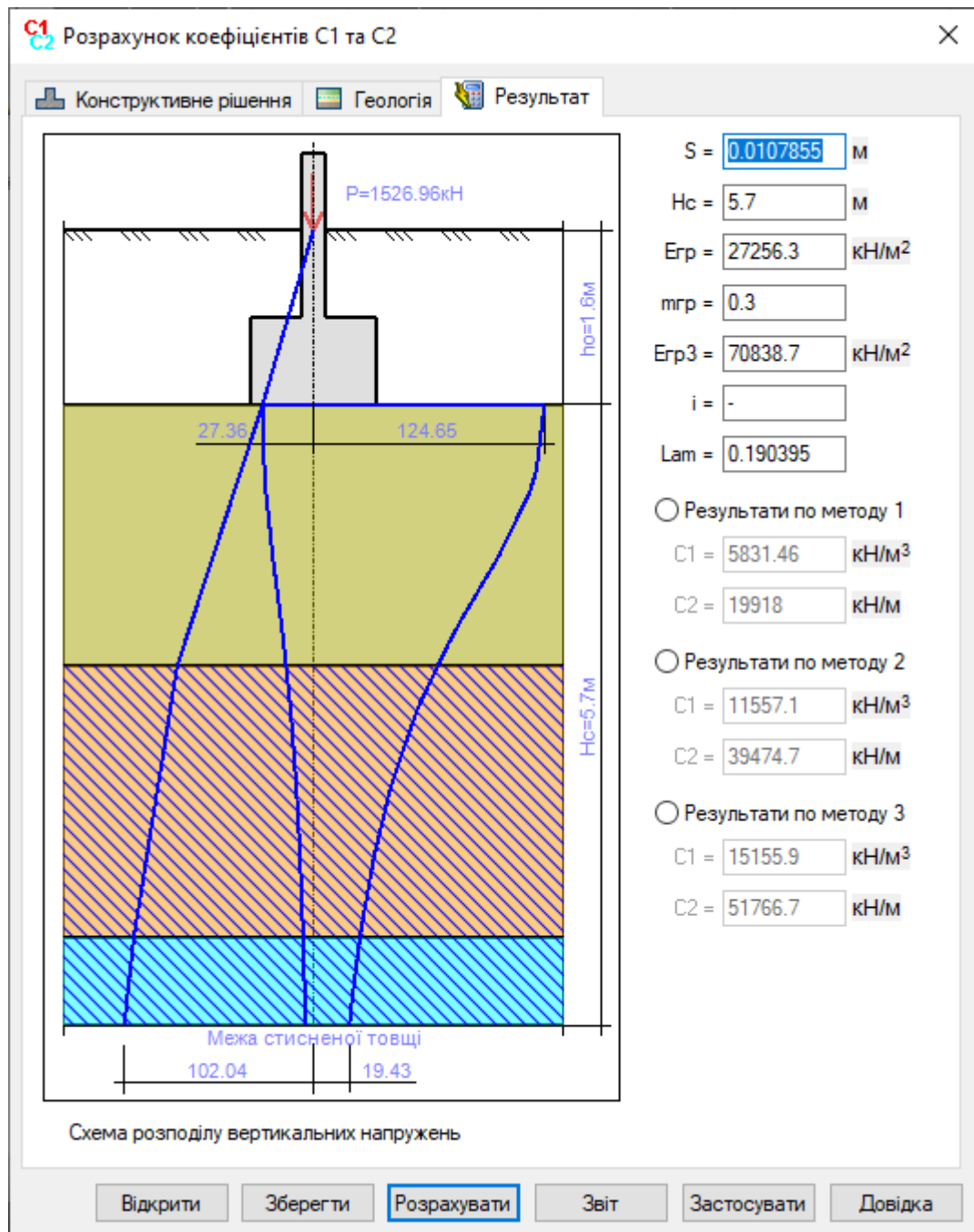


Рисунок 2.7 – Результат розрахунку основи під фундаментом

Отже, осідання даним методом становить 1,0785 см, а глибина стиснутої товщі – 5,7 м.

Результати розрахунку є майже ідентичними, тому можна вважати розрахунок фундаменту мілкого закладання правильним.

Для визначення несучої здатності палі в ЛІРА-САПР потрібно виконати моделювання ґрунтової основи в підсистемі «ГРУНТ».

Характеристики ґрунтів

№ ґґґ	Умовне позначення	Найменування ґрунту	Колір	Модуль деформації, кН/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт Пуассона	Питома вага ґрунту, кН/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт переходу до 2-го модуля деформації	Природна вологість, частки	Показник текучості IL	Вода Лес Насип Органо	Коефіцієнт пористості e	Віст рослинних залишків, q	Питоме зчеплення R <sub>c</sub> , кН/м <sup>2</sup>	Кут внутрішнього розтягнення F <sub>φ</sub> , °	Граничне напруження розтягнення R <sub>s</sub> , кН/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт Савнова Со	Коефіцієнт пропорційності K <sub>t</sub> /с <sub>u</sub> ***4	І код ґрунту	
1		Рослинний шар		9806.65	0.3	15	1	0.14			0.7	0	4	16	1	1	235	CF	Глина текучопластична IL=0.75.
2		Пісок дрібнозернистий		27400	0.3	19.2	1	0.2			0.656	0	4	17	1	1	525.333	S1	Пісок дрібний e=0.6...0.75, K=60
3		Пісок дрібнозернистий		27400	0.3	19.2	1	0.2		W	0.656	0	4	17	1	1	525.333	S1	Пісок дрібний e=0.6...0.75, K=60
4		Мулистий ґрунт		24700	0.3	16.2	1	0.2	0.1	W	1	0	4	17	1	1	378	Sp	Супісок пластичний IL=0...0.75, I
5		Глина		19500	0.3	20	1	0.25	0.3		0.725	0	53.5	16	1	1	480	Cs	Глина тугопластична або напівте

Примітки: значення R<sub>c</sub>, F<sub>φ</sub>, R<sub>s</sub> в розрахунок коефіцієнтів постелі не використовуються, але задаються для наступного експорту в жорсткості ЛІРА-САПР. Значення IL та K використовуються для розрахунку жорсткості палів (KE 57)

Рисунок 2.8 – Характеристики шарів основи

Задаємо параметри свердловини.

Свердловини

Свердловина 1 ( м ) ?

Координати

X

Y

Абс.відм

Глибина

Таблиця

Іґґ

Задаю глибину залягання

N	Найменування	Абс.відм. підшви	Потужність шару	Глибина залягання
1	Рослинний...	99.20	0.80	0.80
2	Пісок...	96.00	3.20	4.00
3	Пісок...	93.50	2.50	6.50
4	Мулистий...	91.50	2.00	8.50
5	Глина...	89.00	2.50	11.00

Рисунок 2.9 – Параметри свердловини



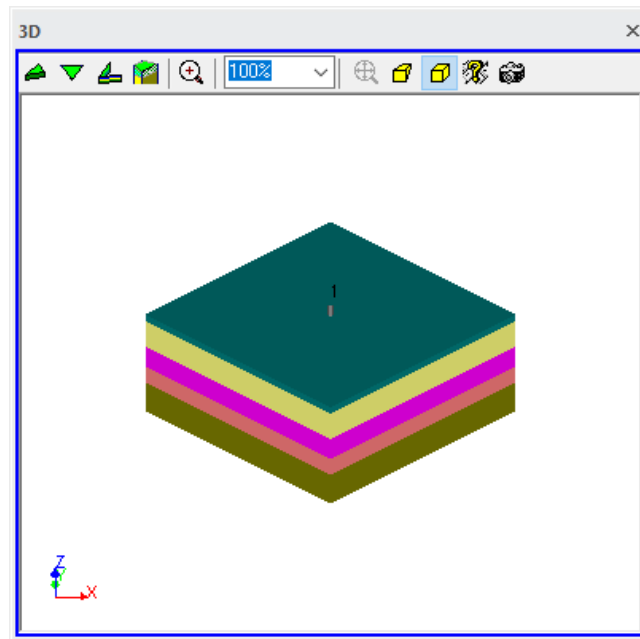


Рисунок 2.10 – Модель ґрунтової основи

Для моделювання палі приймаємо прямокутну забивну палю розміром 0,3х0,3 м довжиною 14 м, для занурення в ІГЕ-4. Геометричні і розрахункові параметри палі наведені на рисунках 2.11 та 2.12.

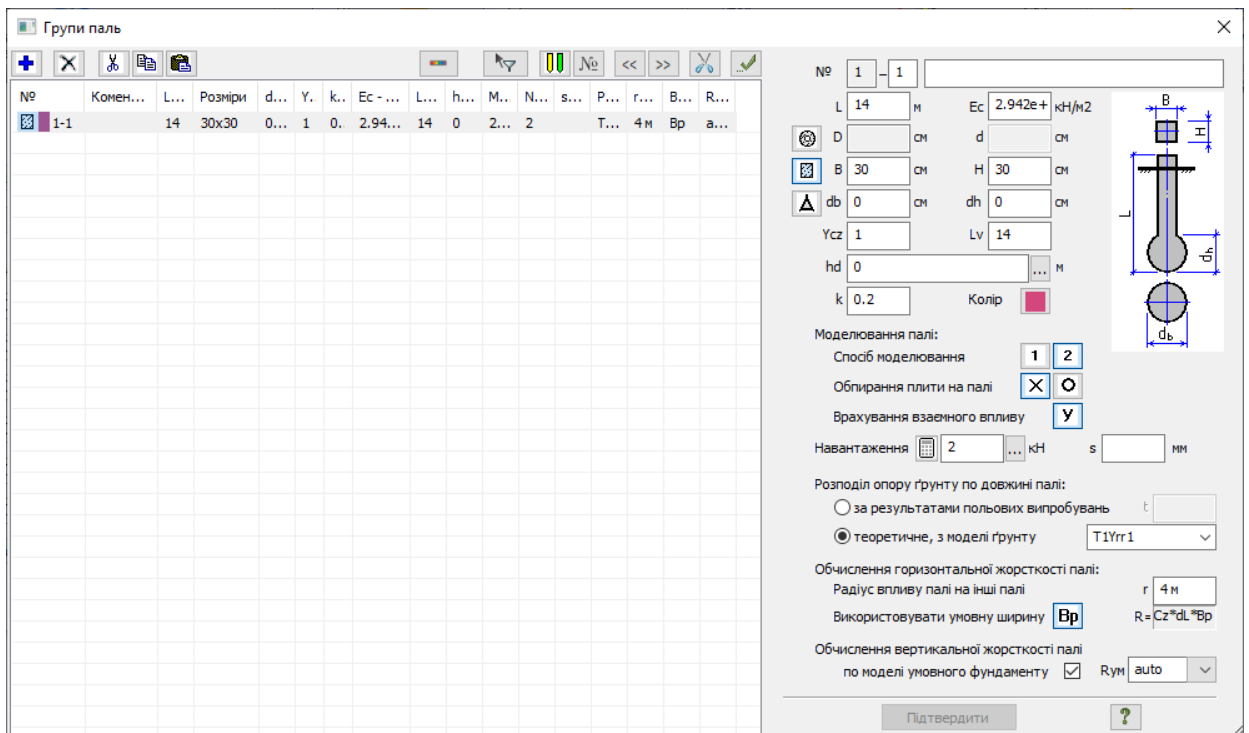


Рисунок 2.11 – Параметри забивної палі

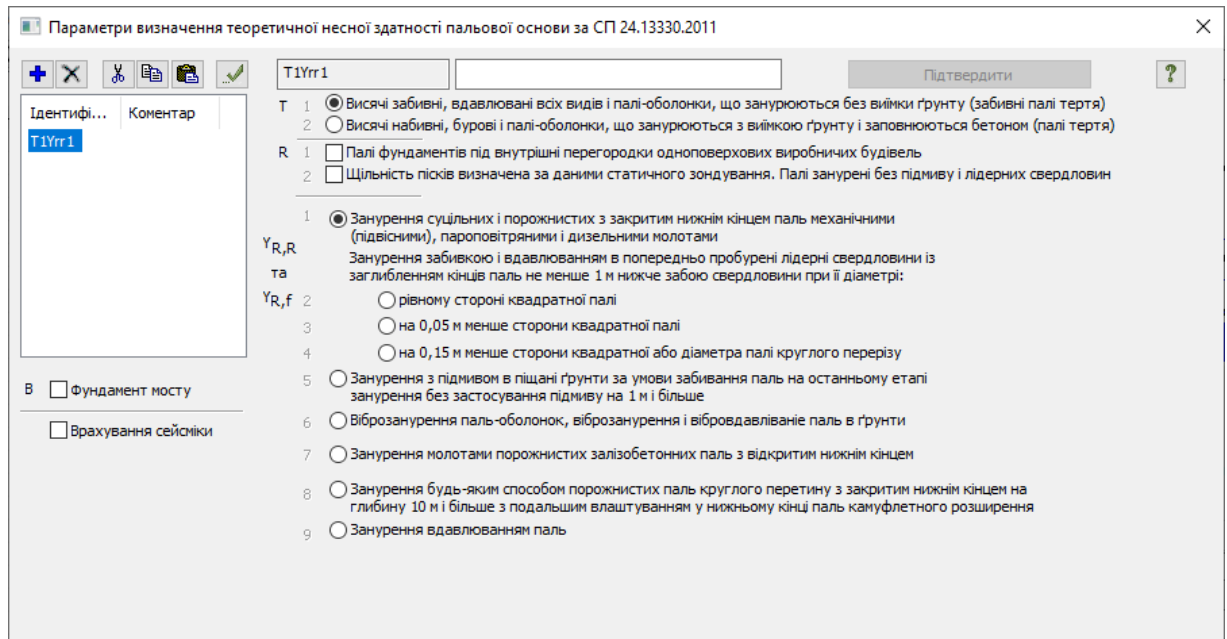


Рисунок 2.12 – Розрахункові параметри

Тоді виконуємо розрахунок і визначаємо несучу здатність палі

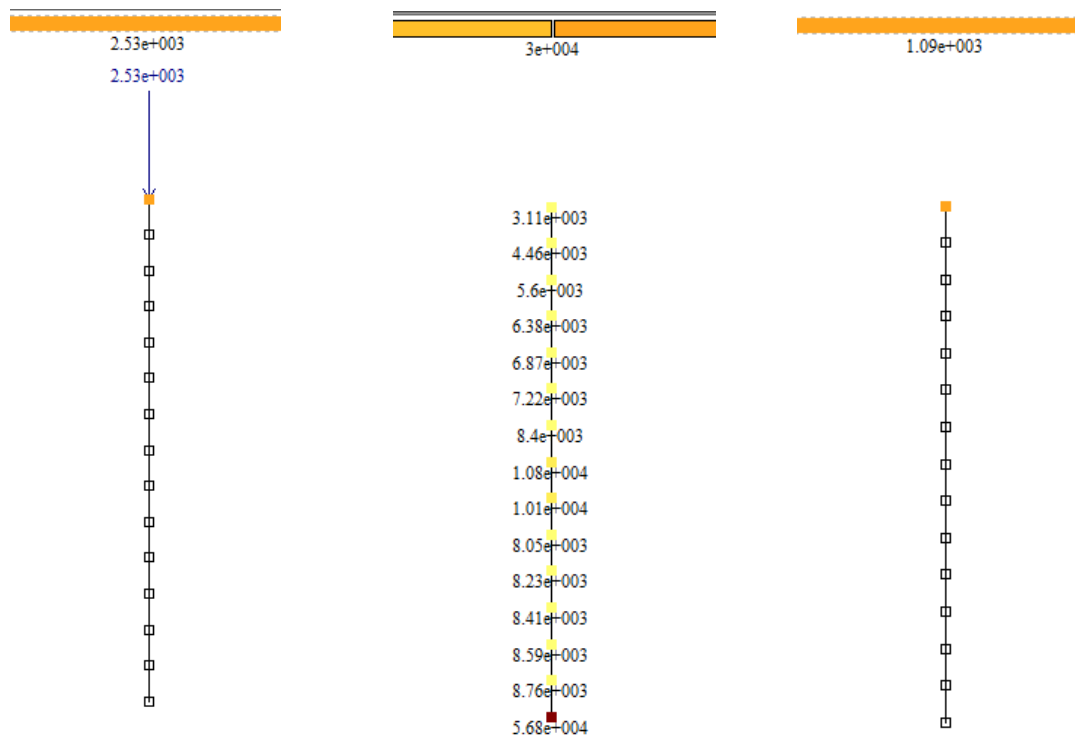


Рисунок 2.13 – Розрахунок одиничної палі, кН

- а) – навантаження на оголовок палі; б) – вертикальна жорсткість палі;  
 в) – несуча здатність палі.

Отже, несуча здатність палі 1 090 кН, тоді розрахункова несуча здатність палі з врахуванням коефіцієнту надійності по ґрунту:

$$N_d = \frac{F_d}{\gamma} \quad (2.8)$$

де  $N_d$ — розрахункове навантаження на фундамент;

$F_d$ — допустиме навантаження;

$\gamma$  — коефіцієнт запасу міцності.

$$N_d = \frac{1\,090}{1,4} = 778,57 \text{ кН}$$

Під внутрішній фундамент необхідно:

$$n = \frac{N_f}{N_d} \quad (2.9)$$

де  $n$  — коефіцієнт навантаження на фундамент;

$N_f$ — фактичне навантаження, що діє на фундамент;

$N_d$  — розрахункове навантаження, прийняте за межу міцності.

$$n = \frac{2528,55}{778,57} = 3,24 \text{ шт}$$

Тоді приймаємо 4 палі під внутрішній фундамент.

Для визначення осідань під фундаментом глибокого залягання, в ЛІРА-САПР моделюємо ростверк з чотирьох палей крок між ними 1,5 м, і задаємо на них відповідне навантаження, далі навантаження з них передаємо на основу в підсистему «ГРУНТ».

Виконавши розрахунок отримуємо результати осідання основи (рис. 2.14).

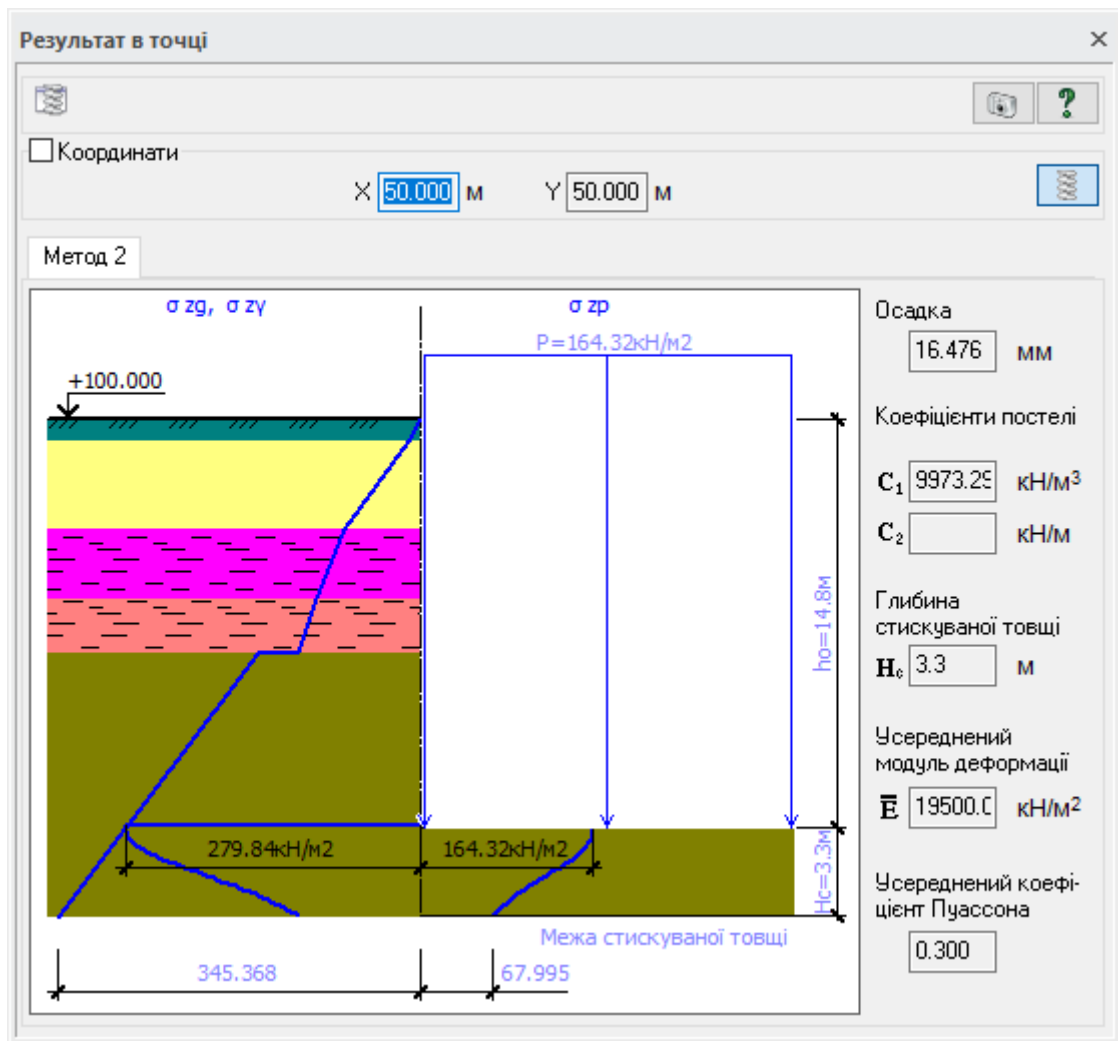


Рисунок 2.14 – Результати основи під внутрішнім палевим фундаментом

Отже, після розрахунку основи в ЛІРА-САПР під внутрішнім палевим фундаментом з використання підсистеми «ГРУНТ» отримані наступні результати:

- Осідання – 1,6476 см;
- Глибина стиснутої товщі – 3,3 м.

Результати обох розрахунків є приблизно однаковими. Результат розрахунку палевого фундаменту за допомогою програмного комплексу ЛІРА-САПР відповідає аналітичному розрахунку. Тому можемо зробити висновок, що розрахунок фундаменту виконаний вірно.

## 2.6 Висновки до розділу 2

У процесі виконання розрахунково-конструктивного розділу, присвяченого проектуванню фундаментів для багатопверхової офісної будівлі, було визначено оптимальні параметри основних конструктивних елементів. Зокрема, на основі аналізу інженерно-геологічних умов і навантажень було обґрунтовано вибір типу фундаменту, що забезпечує надійну передачу навантажень від будівлі на ґрунтову основу.

Розроблені конструктивні рішення щодо розмірів підшви та глибини закладання фундаменту відповідають нормативним вимогам та враховують особливості ґрунтових умов, що сприяє підвищенню довговічності та стійкості споруди. Використання пальового фундаменту із застосуванням ростверку забезпечує необхідну несучу здатність у складних ґрунтових умовах, зменшуючи ризики деформацій.

Практична значущість отриманих проектних рішень полягає у забезпеченні високої надійності фундаментної частини будівлі при одночасному раціональному використанні матеріалів і технологічних ресурсів, що сприяє оптимізації витрат під час будівництва та експлуатації об'єкта.

Отже, запропоновані розрахункові методики та конструктивні рішення можуть бути впроваджені у реальну практику будівництва з метою підвищення ефективності та безпеки будівельних робіт.

## РОЗДІЛ 3

### БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

#### 3.1 Охорона праці

##### 3.1.1 Організація безпечних умов праці на будівельному майданчику

Забезпечення безпечних умов праці на будівельному майданчику є одним із ключових завдань під час реалізації проєкту. Для цього необхідно дотримуватися низки заходів, що відповідають нормам законодавства України.

Основні законодавчі та нормативні акти:

- кодекс законів про працю України (КЗпП) – регламентує основні положення щодо організації праці та охорони праці;
- закон України "Про охорону праці" – встановлює правові основи реалізації права працівників на безпечні та здорові умови праці;
- ДСТУ EN ISO 45001:2019 – Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці;
- ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві" – основний документ, що регламентує вимоги до охорони праці на будівельних майданчиках;
- Правила безпеки праці у будівництві (НПАОП 45.2-7.02-12).

Відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 під час зведення будівельних об'єктів повинні бути вжиті заходи для запобігання впливу на працівників та населення, яке перебуває на прилеглий до будівельного об'єкта території, небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Згідно зі ст. 8 Закону «Про охорону праці» на роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням, несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безплатно (за кошти роботодавця) спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту відповідно до НПАОП 0.00-4.01, НПАОП 45.2-3.01.

У разі залучення до трудового процесу жінок необхідно дотримуватись граничних норм підіймання і переміщення важких речей жінками (наказ МОЗ 55

України від 10.12.1993 № 241) і Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок (наказ МОЗ України від 29.12.1993 № 256).

У разі залучення до трудового процесу підлітків необхідно дотримуватись граничних норм підймання і переміщення важких речей неповнолітніми (наказ МОЗ України від 22.03.1996 № 59) і вимог Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх (наказ МОЗ України від 31.03.1994 №46).

### **3.1.2 Перелік заходів і проєктних рішень щодо визначення технічних засобів і методів роботи, які забезпечують виконання нормативних вимог охорони праці**

Основними небезпечними виробничими факторами під час виконання робіт є: робота будівельних машин і механізмів, їхня спільна робота; робота на висоті; робота з електроінструментом і поблизу електричних мереж; роботи з транспортування та складування будівельних вантажів; небезпека виникнення пожежі; шкідливі санітарно-гігієнічні чинники (недостатня освітленість, хімічно активні або отруйні речовини).

Наказами по організації мають бути призначені особи, відповідальні за забезпечення охорони праці в межах доручених їм діляниць робіт, а також особа, відповідальна за безпечне виконання робіт краном.

В організації та на будівельному майданчику має бути організовано проведення перевірок, контролю та оцінки стану охорони та умов безпеки праці на різних рівнях. Територія будівельного майданчика огорожується постійною огорожею, а ділянки виконання робіт - тимчасовими огорожами.

Під час виконання робіт на будівельному майданчику виключається присутність сторонніх осіб. Будівельний майданчик обладнується необхідними знаками безпеки та наочною агітацією. На огорожах у темний час доби мають бути виставлені світлові сигнали. До початку робіт виконроб повинен ознайомити

56 всіх робітників з найнебезпечнішими моментами робіт і зобов'язаний вжити всіх запобіжних заходів для запобігання нещасним випадкам.

Під час робіт на висоті забороняється виконання робіт за вітру силою 6 балів (швидкість 12 м/сек) і більше, а також під час дощу і грози.

Під час роботи крана необхідно дотримуватися вимог, що стосуються вимог до експлуатації кранів і безпеки виконання вантажно-розвантажувальних робіт. Щоб уникнути доступу сторонніх осіб, небезпечні зони роботи крана повинні бути огорожені сигнальною огорожею.

Будівельний майданчик має бути обладнаний комплексом первинних засобів пожежогасіння - пісок, лопати, багри, вогнегасники. Під час робіт наявна система трубопроводів пожежогасіння повинна бути в справному стані.

## **3.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

### **3.2.1 Законодавча база України**

Основа нормативно-правової бази в сфері цивільної оборони, захисту населення і території від наслідків надзвичайних ситуацій складають:

- Кодекс цивільного захисту України;
- закони «Про війська цивільної оборони», «Про аварійно-рятувальні служби»;
- укази Президента України «Про Концепції захисту населення і територій у випадку загрози і виникнення НС»;
- Положення «Про міністерство України з питань НС і в справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи»;
- постанови Кабінету Міністрів України про затвердження «Положення про цивільну оборону України», «Про єдину державну систему попередження і реагування на НС техногенного і природного характерів», «Положення про керування з питань НС і цивільного захисту населення обласних і міських державних адміністрацій» та інші нормативні акти.



### **3.2.2 Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на будівельному об'єкті**

Оцінка обстановки – порядок визначення ступеню ураженості об'єкта чи території, можливих об'ємів завданих збитків та вплив вторинних факторів на проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (РіНР) в осередку ураження від надзвичайних ситуацій (НС).

Вони залежать від конкретних умов виникнення або загрози виникнення надзвичайних ситуацій мирного чи воєнного часу.

По часу оцінка обстановки може бути - завчасна, планова, термінова.

В мирний час відповідно до Закону України «Про страховий фонд документації» на всій території України проведений моніторинг наявності потенційно небезпечних об'єктів чи явищ, що можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій. Оцінку обстановки можна попередньо проводити по карті місцевості району, де існує загроза або виникла надзвичайна ситуація. На підставі цих досліджень розроблені плани дій під час загрози або виникнення НС. В яких ґрунтовно описані можливі наслідки тої чи іншої надзвичайної ситуації та шляхи її подолання - зменшення жертв, пошкоджень, руйнувань та інше.

Оцінка обстановки визначає: характер і об'єм руйнувань і пошкоджень, нанесені збитки і втрати; види аварійно-рятувальних робіт та можливий їх об'єм; радіаційну, хімічну, інженерну, пожежну та інші обстановки та їх вплив на виконання завдань; найбільш доцільні напрямки висування в введення сил ЦО в вогнище чи на територію ураження; місце розташування, стан і забезпеченість сил ЦО та їх можливості по виконанню завдань; вплив вторинних факторів ураження, погоди, пори року і доби, характер місцевості.

За результатами аналізу оцінки обстановки приймається рішення про ведення РіНР в осередках ураження чи на територія, яка потерпіла від НС.

Рішення на виконання завдань по локалізації та ліквідації наслідків НС включає: на що направлення основні зусилля сил та засобів; порядок ведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередку ураження чи події; 58

організація зв'язку та управління підчас ведення РіНР; порядок взаємодії сил і засобів залучених на проведення робіт; час проведення РіНР.

Форми і методи оцінки обстановки при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій залежать в першу чергу від виду надзвичайної ситуації.

На місце загрози або виникнення НС терміново виїжджає мобільнооперативна група у складі: спеціалістів з різних галузей. Метою роботи цієї групи на місці НС є: обстеження місця виникнення НС, характеру, об'ємів та пошкоджень НС; надання при необхідності першої медичної допомоги потерпілим; визначення попередніх обсягів втрат (площі території, яка постраждала); готує пропозиції щодо першочергових заходів та обсягів робіт по локалізації та ліквідації (мінімізації) наслідків НС; координує дії служб на місці НС.

Під обстановкою розуміють сукупність наслідків НС, що впливають на нормальну життєдіяльність, виробництво продукції та дії сил при локалізації та ліквідації наслідків НС.

Аналіз пожежної небезпеки і захисту технологічних процесів виробництв здійснюється поетапно. Він містить у собі вивчення технологій виробництв, оцінку пожежонебезпечних властивостей речовин, виявлення можливих причин виникнення і запобіганню пожеж.

Під пожежною обстановкою розуміють сукупність наслідків впливу вражаючих факторів НС, у результаті яких виникають пожежі, які впливають на життєдіяльність людей.

Для оцінки пожежної обстановки необхідно провести такі заходи: визначити вид, масштаб і характер пожежі; провести аналіз впливу пожежі на стійкість окремих елементів і об'єкту в цілому, а також на життєдіяльність населення; вибрати найбільш доцільні дії пожежних підрозділів та формувань ЦО з локалізації і гасіння пожежі, евакуації при необхідності людей і матеріальних цінностей із зони пожежі. Основна причина виникнення пожеж – необережне поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки. Крім того, вони

можуть виникнути в наслідок природних явищ (грозові розряди, землетруси, виверження вулканів, самозаймання торфу, підпал, вибух).

Межа вогнестійкості, вимірювана в годинах, визначається здатністю несучих конструкцій протистояти вогню без обвалювань, прогинів, тріщин, і отворів, через які проникають продукти горіння.

Вона становить для будинків:

- I ступеня вогнестійкості – понад 2 годин;
- II ступеня до 2 годин;
- III ступеня - 1,5 години;
- IV ступеня - 1 година.

За категоріями вибухонебезпечності будинки поділяють на п'ять категорій: категорії А і Б – вибухопожежонебезпечні, В, Г, Д – пожежонебезпечні. Пожежа характеризується видом, масштабом або щільністю, розвитком і швидкістю поширення, тепловою радіацією, тривалістю горіння, температурою горіння, зоною задимлення. Види пожеж: окремі, масові, суцільні, вогневий шторм, лісові, степові, торф'яні, тління, горіння в завалах. Розвиток і швидкість поширення пожеж визначається ступенем вогнестійкості будинку, відстанню між ними, щільністю забудови, метеоумовами і порою року. Розвиток пожеж незалежно від їх розмірів і місця виникнення відбувається за однією загальною закономірністю і поділяється на три фази:

– I фаза – поширення полум'я від початкового горіння до охоплення великої частини горючих матеріалів. Ця фаза характеризується спочатку порівняно невеликою температурою і швидкістю поширення вогню, тому пожежа може бути ліквідована у перші 15-20 хвилин за короткий час обмеженими засобами. Тривалість фази до 2 годин в залежності від вогнестійкості будинків.;

– II фаза – стає горіння до моменту обвалення конструкцій, тривалість від 1 до 4 годин;

– III фаза – вигоряння матеріалів завалених конструкцій при невеликих швидкостях горіння і теплової радіації, тривалість від 2 до 5 годин.

Отже, оцінка обстановки при виникненні надзвичайних ситуацій потребує необхідних об'ємів знань умінь і навичок, досвіду проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках ураження.

### **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

У межах кваліфікаційної роботи було виконано комплекс інженерних, архітектурних та рішень, спрямованих на проектування багатоповерхової офісної будівлі з урахуванням нормативних вимог і особливостей конкретної забудови. Робота поєднує аналітичну, розрахункову та проектну складові, що дозволило забезпечити узгодженість між технічною обґрунтованістю, функціональністю та ефективністю прийнятих рішень.

Першочергово було досліджено просторові, кліматичні та містобудівні умови ділянки, що дало змогу правильно обрати архітектурно-планувальні параметри майбутнього об'єкта та закласти основу для подальшої інженерної стійкості. Детально опрацьовано функціональну структуру території

Архітектурні рішення об'єкта розроблені з урахуванням сучасних стандартів комфортності, просторової гнучкості та доступності. Обрані конструктивні та оздоблювальні матеріали відповідають критеріям довговічності, енергоефективності й естетичної цілісності, що забезпечує збалансованість між витратами на зведення та майбутніми експлуатаційними характеристиками.

Вагомим елементом роботи стала розрахунково-аналітична частина. На підставі геологічних даних моделювалося ґрунтове середовище та взаємодія фундаментної системи з основою. Проведено розрахунок навантаження від конструкцій на палі, визначено параметри фундаментів, виконано перевірку осідань та розрахунків у прикладному програмному середовищі. Це дозволило обґрунтувати прийняті технічні рішення й підтвердити їхню надійність.

Проведене дослідження має практичну цінність і може бути використане як основа для розробки робочої документації при реальному проектуванні об'єктів аналогічного типу.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. Сучасні типи паль, що виготовляються у ґрунті та області їх застосування  
ІМ Підгурський, ТМ Давидяк, ЮІ Дмитрів, РМ Стецик - ... науково-практичної конференції молодих учених та ..., 2022
3. Механіка ґрунтів. Основи і фундаменти: Підручник / В. Б. Швець, І.П. Бойко, Ю.Л. Винников та ін. – Дніпропетровськ: “Пороги”, 2014. – 231 с.
4. ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 112 с.
5. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Київ: Мінрегіон України, 2021. – 75 с.
6. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 68 с.
7. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 96 с.
8. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 90 с.
9. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 65 с.
10. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний від 01-01-2019]. – 40 с. – [Державні будівельні норми].

11. ДСТУ Б В.2.6-65:2008 Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні. Технічні [Чинний від 01-01-2010]. – 74 с. – [Державний Стандарт України].

12. ДСТУ Б В.2.6-108:2010 Конструкції будинків і споруд. Блоки бетонні для стін підвалів. Технічні умови [Чинний від 01-07-2011]. – 27 с. – [Державний Стандарт України].

13. ДСТУ Б В.2.6-109:2010 Конструкції будинків і споруд. Плити залізобетонні стрічкових фундаментів [Чинний від 01-07-2011]. – 52 с. – [Державний Стандарт України].

14. Дослідження впливу конструктивних рішень пальово-плитного фундаменту металевого силосу на особливості деформування фундаментної плити / Підгурський М. І., Підгурський І. М., Підвисоцький О. І., Биків Д. З. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2023. - Вип. 43. - С. 244-254.

15. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія – [Чинний від 01-11-2011]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 127 с. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти / [М.Л. Зоценко, В.І. Коваленко, А.В. Яковлев та ін.]. – Полтава: ПНТУ, 2004. –568 с.

16. ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2007. – 44 с.

17. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. — К.: Мінрегіон України, 2018. — 24 с.

18. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація. — К.: Держбуд України, 1996. — 20 с.

19. ДБН В.1.1-7:2016. Навантаження і впливи. — К.: Мінрегіон України, 2016. — 87 с.

20. Каспрук В Б. Методичні вказівки до написання розділу з Охорони праці в будівництві для спеціальності 192 " Будівництво та цивільна інженерія" - Тернопіль:ТНТУ ім.І.Пулюя,2024 -15с.

21. Дослідження осідань фундаментних плит металевих силосів при однорядному розташуванні та моделюванні варіантів їх завантаження / Підгурський М. І., Підгурський І. М., Сорочак А.П., Биків Д.З. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2023. – Вип. 44. - С. 239-251.

22. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. Методичні вказівки для виконання курсового проєкту студентів освітнього рівня “бакалавр” спеціальності 192 “Будівництво та цивільна інженерія” на тему: “Проєктування фундаментів мілкового закладання та пальових фундаментів” /М.І. Підгурський, І.М. Підгурський – Тернопіль: ТНТУ ім І. Пулюя, 2023. – 132 с