

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Особливості роботи пальових кущів з коротких паль

Виконав: студент 2 курсу, групи Б-20м
Спеціальності 192 Будівництво та
цивільна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Кремінська Ю.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доц. кафедри БМГА

(вчений ступінь посада)

Маєвська І.В.

(прізвище та ініціали)

« » 20 р.

Опонент к.т.н., доц. кафедри ІСБ

(вчений ступінь посада)

Анохіна К.В.

(прізвище та ініціали)

« » 20 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

В.В. Швець

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« » 20 року

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, теплоенергетики та газопостачання

Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури

Ступінь вищої освіти магістр

Галузь знань 19 Архітектура та будівництво

(шифр і назва)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

Освітня програма Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМГА

Швець В.В.

“ 05 ” 10 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Кремінській Юлії Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Особливості роботи пальових куців з коротких паль
керівник проекту (роботи) Маєвська І.В., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 24 ” 09 2021 року № 277

2. Строк подання студентом роботи 27.11.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту проектування, результати інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається проектування центру універсального призначення, трьохповерхового, каркасної конструкції з монолітного залізобетону. Переkritтя монолітні залізобетонні. Покрівля плоска суміщена з рулонних матеріалів. Передбачене автономне опалення.

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

1. Науково-дослідна частина (огляд літературних джерел, аналіз досвіду використання коротких паль. Проведення маломасштабного фізичного моделювання стовпчастого фундаменту з короткими та довгими палями. Опанування програмного комплексу Plaxis 3D, який базується на використанні чисельного методу скінчених елементів. Порівняння несучої здатності забивної палі, визначеної у програмному комплексі Plaxis, з результатами натурного експерименту. Планування чисельного експерименту з визначення впливу розміщення та кроку коротких і довгих паль на сумісну роботу паль і ростверку у складі стовпчастого фундаменту. Планування чисельного експерименту визначення впливу виду ґрунту на сумісну роботу паль і ростверку у складі стовпчастого фундаменту. Чисельне моделювання роботи стовпчастих пальових фундаментів, а також окремих їх елементів при варіюванні довжини паль, відстані між палями, характеру їх розміщення та характеристик ґрунту основи. Аналіз одержаних результатів, виявлення найбільш впливових чинників на перерозподіл зусиль між ростверком та палями у складі стовпчастого фундаменту. Порівняння роботи коротких і довгих паль.

2. Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту (розрахунок планувальних відміток генплану, специфікації на збірні залізобетонні конструкції, віконні та дверні заповнення, експлікація підлоги, теплотехнічний розрахунок).

3. Основи та фундаменти (розробка конструктивного рішення фундаменту за методикою норм та у варіанті з використанням результатів досліджень)

4. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.

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

Висновки

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

1. Науково-дослідний розділ – 5-8 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)

2. Архітектурно-будівельні рішення – 2 арк. (фасад, генеральний план, плани, план покрівлі, розріз, вузли)

3. Основи та фундаменти – 1-2 арк. (план фундаментів для двох варіантів, робочі креслення фундаментів, специфікації)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв

7. Дата видачі завдання 05.10.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	11.10-16.10.21	
2	Науково-дослідна частина	02.09-16.10.21	
3	Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту	18.10-26.10.21	
4	Будівельні конструкції	27.10-05.11.21	
5	Охорона праці та цивільний захист	06.11-10.11.21	
6	Економічна частина	11.11-18.11.21	
7	Оформлення МКР	19.11-24.11.21	
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	25.11-27.11.21	
9	Попередній захист	29.11-03.12.21	
10	Рецензування	06.12-10.12.21	

Студент _____ Кремінська Ю.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Масвська І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Кремінська Ю. О. Особливості роботи пальових кущів з коротких паль. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – промислове та цивільне будівництво. Вінниця: ВНТУ, 2021. 156 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 57 назв; рис.: 60; табл. 24.

В магістерській кваліфікаційній роботі на підставі фізичного моделювання на маломасштабних моделях досліджена та проаналізована сумісна робота паль при зміні їх кількості та низькому ростверку в пальовому фундаменті. Розглянуто характер змін частки ростверку та реалізації паль із зміною кількості паль та їх довжини у групі.

Проведені комплексні числові дослідження розрахункової моделі стовпчастого пальового фундаменту за допомогою програмного комплексу Plaxis в залежності від геометричних параметрів (довжини та кількості паль). Оцінено ефективність застосування коротких паль порівняно із довгими палями.

В технічній частині роботи розроблена конструкторська документація на громадську будівлю каркасної конструкції з цегляними стінами та монолітним залізобетонними перекриттями. Розглянуті питання архітектурно-планувальних рішень, виконано проектування фундаментів та розділ охорони праці.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 6 аркушів графічної частини.

Ключові слова: забивні короткі палі, забивні довгі палі, ростверк, моделювання, експеримент, ступінь реалізації.

ABSTRACT

Kreminska Y. O. Features of work of pile bushes from short piles. Bachelor's thesis in specialty 192 - construction and civil engineering. Vinnitsa: VNTU, 2021. 156 p. In Ukrainian language. Bibliographer: 57 titles; fig.: 60; tabl. 24

In the master's qualification work on the basis of physical modeling on small-scale models the joint work of piles at change of their quantity and low grid in the pile base is investigated and analyzed. The nature of changes in the share of grilles and piles sales with changes in the number of piles and their length in the group is considered.

Complex numerical studies of the calculated model of the columnar pile foundation with the help of Plaxis software package depending on the geometric parameters (length and number of piles) were carried out. The efficiency of using short piles in comparison with long piles is estimated.

In the technical part of the work the design documentation for the public building of frame construction with brick walls and monolithic reinforced concrete floors has been developed. The issues of architectural and planning decisions are considered, the design of foundations and the section of labor protection are performed.

Master's thesis contains 6 sheets of graphics.

Keywords: driving short piles, driving long piles, grid, modeling, experiment, degree of implementation.

Відомість аркушів графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітки
1	Мета дослідження. Задачі дослідження.	Плакат
2	Програма фізичного моделювання.	Плакат
3	Лоток з ґрунтовою основою розміром 1800x1200x1000мм. Модель ростверку 200x200мм. Наголовники із тензOMETричними датчиками. Пристрій для тарування датчиків.	Плакат
4	Важільна система. Модель пальового фундаменту перед випробуванням. Розміщення тензOMETричних датчиків у ростверку.	Плакат
5	Модель випробування плити ростверку. Модель випробування плити ростверку у варіанті умовного фундаменту. Модель випробування одиночної палі в лотку.	Плакат
6	Графіки залежності навантаження – осідання для куща паль довжиною 200 та 400 мм.	Плакат
7	Графіки залежності навантаження – осідання для паль довжиною 200 та 400 мм. Графіки залежності навантаження – осідання для плити ростверку розмірами 200x200мм як штампу без паль.	Плакат
8	Графік залежності частки ростверку у навантаженні на пальовий фундамент від довжини та кількості паль. Залежність ступеня реалізації несучої здатності палі у складі фундаменту від кількості та довжини паль. Графік залежності ступеня реалізації ростверку від довжини та кількості паль.	Плакат
9	Програма математичного моделювання роботи пальового фундаменту	Плакат
10	Розрахункова модель пальового фундаменту при кроці паль 3d (l=3м) та розташування моделі під дією вертикального навантаження в масиві ґрунту.	Плакат
11	Мозаїка вертикальних деформацій піщаного ґрунту при навантаженні пальового фундаменту з розмірами ростверку 2,4 м x 2,4 м; довжина паль 3 м та 10 м; кількість паль: а) 4 шт; б) 5 шт; в) 8 шт; г) 9 шт	Плакат
12	Мозаїка вертикальних деформацій піщаного ґрунту при навантаженні умовного фундаменту при довжині паль 3 м та 10 м.	Плакат
13	Графіки залежності навантаження – осідання для паль довжиною 3 та 10 м (ґрунт пісок)	Плакат

Аркуш	Найменування	Примітки
14	Графік залежності осідання – навантаження для одиночних паль різної довжини в піщаному ґрунті. Графік залежності осідання – навантаження для ростверку в піщаному ґрунті. Залежність ступеня реалізації несучої здатності паль у складі пальового фундаменту від кількості і довжини паль. Залежність ступеня реалізації тиску під подошвою ростверку у складі стовпчастого пальового фундаменту від кількості і довжини паль.	Плакат
15	Графік залежності частки ростверку у навантаженні на пальовий фундамент від довжини та кількості паль.	Плакат
16	Мозаїка вертикальних деформацій глинистого ґрунту при навантаженні пальового фундаменту з розмірами ростверку 2,4 м х 2,4 м; довжина паль 3 м та 10 м; кількість паль: а) 4 шт; б) 5 шт; в) 8 шт; г) 9 шт	Плакат
17	Мозаїка вертикальних деформацій глинистого ґрунту при навантаженні умовного фундаменту при довжині паль 3 м та 10 м.	Плакат
18	Графіки залежності навантаження – осідання для паль довжиною 3 та 10 м (ґрунт суглинок).	Плакат
19	Графік залежності осідання – навантаження для одиночних паль різної довжини в глинистому ґрунті. Графік залежності осідання – навантаження для ростверку в глинистому ґрунті. Залежність ступеня реалізації несучої здатності паль у складі пальового фундаменту від кількості і довжини паль. Залежність ступеня реалізації тиску під подошвою ростверку у складі стовпчастого пальового фундаменту від кількості і довжини паль.	Плакат
20	Графік залежності частки ростверку у навантаженні на пальовий фундамент від довжини та кількості паль.	Плакат
21	Висновки за результатами наукового дослідження	Плакат
22	Фрагмент генерального плану (М1:500). Фасади А-Ж, Ж-Б. Таблиця кольорів опорядження фасадів. Експлікація будівель та споруд. Розріз по тротуару. Розріз по тротуару з плитки. Розріз по дорозі.	
23	План 1-го поверху. Розріз 1-1.	
24	План 2-го поверху. Розріз 2-2.	
25	План покрівлі. План підвального поверху.	

Аркуш	Найменування	Примітки
26	План фундаментів на підставі результатів наукової розробки. Розріз 1-1. Геологічний розріз з варіантами фундаментів. Умовні позначення. Відомість витрат сталі.	
27	План фундаментів у типовому варіанті (I). Типове конструктивне рішення (I), (II). Конструктивне рішення на підставі результатів наукової розробки. Відомість деталей. Сітки С-1, С-2, С-3. Специфікація на арматурні сітки. Специфікація.	

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1	
АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ	10
1.1 Робота коротких та довгих паль.....	10
1.2 Робота паль у кущі, об'єднаних ростверком з певною жорсткістю.....	12
1.3 Лабораторні модельні експерименти.....	13
1.4 Експериментальні дослідження розподілення зусиль між палями моделей кущів пальових фундаментів.....	16
1.5 Експериментальне дослідження роботи пальово-плитної конструкції.....	17
1.6 Визначення несучої здатності паль за результатами математичного моделювання.....	18
Висновки за розділом 1.....	19
РОЗДІЛ 2	
ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАЛЬОВИХ КУЩІВ З КОРОТКИМИ ТА ДОВГИМИ ПАЛЯМИ	21
2.1 Планування фізичного моделювання роботи стовпчастого пальового фундаменту.....	21
2.2 Результати фізичного моделювання роботи стовпчастого пальового фундаменту.....	28
Висновки за розділом 2.....	35
РОЗДІЛ 3	
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАЛЬОВИХ КУЩІВ З КОРОТКИМИ ТА ДОГИМИ ПАЛЯМИ	37
3.1 Планування математичного моделювання роботи стовпчастого пальового фундаменту.....	37
3.2 Результати математичного моделювання роботи стовпчастого пальового фундаменту в піщаному ґрунті.....	41

3.3 Результати математичного моделювання роботи стовпчастого пального фундаменту в глинистому ґрунті.....	50
Висновки за розділом 3.....	59
РОЗДІЛ 4	
ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	61
4.1 Архітектурно-будівельні рішення.....	61
4.1.1 Район будівництва.....	61
4.1.2 Генеральний план.....	61
4.1.3 Опис генерального плану.....	61
4.1.4 Об'ємно-планувальні рішення.....	63
4.1.5 Техніко-економічні показники будівлі.....	65
4.1.6 Конструктивні рішення.....	65
4.1.7 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	66
4.1.8 Специфікація металопластикових та столярних виробів.....	68
4.1.9 Експлікація підлог.....	71
4.1.10 Зовнішнє та внутрішнє опорядження стін будівлі.....	72
4.1.11 Інженерне обладнання.....	72
4.1.12 Протипожежна безпека.....	74
4.1.13 Заходи з охорони навколишнього середовища.....	74
4.2 Основи та фундаменти.....	75
4.2.1 Оцінка умов будівництва.....	75
4.2.2 Збір навантажень на фундамент.....	77
4.2.3 Обґрунтування вибору варіанту пального фундаменту із довгих паль і їх глибини закладання.....	79
4.2.4 Розрахунок фундаменту з забивних довгих паль.....	79
4.2.5 Обґрунтування вибору варіанту пального фундаменту із коротких паль і їх глибини закладання.....	83
4.2.6 Розрахунок фундаменту з забивних коротких паль.....	84
4.2.7 Визначення несучої здатності пального фундаменту з урахуванням ступенів реалізації.....	87

4.2.8 Конструювання традиційного варіанту фундаменту з забивних довгих пальь.....	89
4.2.9 Розрахунок міцності ростверка пальового фундаменту.....	90
4.2.10 Конструювання традиційного варіанту фундаменту з забивних коротких пальь.....	94
4.2.11 Розрахунок міцності ростверка пальового фундаменту.....	95
4.2.12 Конструювання варіанту фундаменту з забивних пальь за результатом наукового дослідження.....	99
4.2.13 Розрахунок міцності ростверка пальового фундаменту за результатом наукового дослідження.....	100
Висновки за розділом 4.....	104
РОЗДІЛ 5	
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	106
5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....	108
5.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць.....	108
5.1.2 Електробезпека.....	110
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	112
5.2.1 Мікроклімат.....	112
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	112
5.2.3 Виробниче освітлення.....	113
5.2.4 Виробничий шум.....	116
5.2.5 Виробничі випромінювання.....	116
5.2.6 Психофізіологічні фактори.....	116
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Розрахунок сейсмічного впливу на пальовий фундамент.....	118
Висновки за розділом 5.....	122
РОЗДІЛ 6	
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	123
6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів.....	123

6.2 Порівняльні кошторисні розрахунки вартості та трудомісткості фундаментів.....	125
Висновки за розділом 6.....	125
ВИСНОВКИ.....	127
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	128
ДОДАТКИ.....	135

ВСТУП

Актуальність теми. При проектуванні нового пальового фундаменту є багато суперечливих питань. Одне із них це різниця в роботі груп з коротких паль та груп з довгих паль. Дослідами встановлено, що навантаження, яке сприймає пальовий фундамент, частково передається на ростверк, а частково - на палі і не завжди несуча здатність паль у складі пальового фундаменту відповідає несучій здатності одиночної палі. Характер цього перерозподілу суттєво залежить від довжини палі, особливо це стосується роботи груп з коротких паль. Чинні норми України не дозволяють врахувати такі особливості.

На сьогоднішній день питання створення достовірної розрахункової моделі ґрунтової основи, що забезпечує достатню відповідність між результатами розрахунку і роботою натурних паль – все ще одна із найважливіших проблем фундаментобудування.

Використання ресурсів несучої здатності паль є одним із передових способів досягнення економії при влаштуванні пальових фундаментів. Попередні дослідження показали, що при роботі куща з короткими палями група працює як суцільний ґрунто-пальовий масив. При підтвердженні цієї гіпотези можна було б зменшувати кількість паль в межах габаритів ростверку без суттєвої втрати несучої здатності куща.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана в рамках науково-дослідної теми кафедри БМГА №6ОК1 «Інноваційні технології визначення напружено-деформованого стану системи будівля-фундамент-основа та окремих її елементів».

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської кваліфікаційної роботи є визначення різниці напружено-деформованого стану (НДС) пальового фундаменту з коротких та довгих забивних паль для нового будівництва.

В даній роботі необхідно розв'язати наступні задачі дослідження:

- аналіз сучасного стану питання щодо особливості роботи пальових кущів з коротких паль;

- на підставі фізичного моделювання на маломасштабних моделях дослідити сумісну роботу паль при зміні їх кількості та низького ростверку в пальовому фундаменті; випробувати несучу здатність коротких паль і плити ростверку у варіанті умовного фундаменту;

- виконати аналіз та порівняння отриманих результатів фізичного моделювання пальового фундаменту, дослідити характер змін частки ростверку та реалізації паль із зміною кількості паль та їх довжини у групі;

- створити розрахункову модель стовпчастого пальового фундаменту у програмному комплексі Plaxis;

- провести комплексні числові дослідження за допомогою програмного комплексу Plaxis роботи пальових фундаментів в залежності від геометричних параметрів (довжини та кількості паль);

- оцінити ефективність застосування коротких паль порівняно із довгими палями.

Об'єкт дослідження – робота забивних коротких паль і ростверку у складі стовпчастого пальового фундаменту для нового будівництва.

Предмет дослідження – напружено-деформований стан системи «пальовий стовпчастий фундамент – короткі палі – ґрунтовий масив».

Методи дослідження. Тарування тензометричних наголовників за допомогою спеціального навантажувального пристрою і контрольного динамометра. Фізичне моделювання на маломасштабних моделях роботи пальових фундаментів під дією статичного навантаження. Визначення щільності ґрунту методом ріжучого кільця. Моделювання роботи пальового фундаменту та напружено-деформованого стану ґрунтових основ з врахуванням нелінійної роботи за допомогою ліцензованого програмного продукту Plaxis 3D Foundation.

Новизна одержаних результатів. У роботі зазнало подальшого розвитку дослідження несучої здатності коротких паль в складі пальового фундаменту і характер впливу різних факторів на роботу фундаменту. Досліджено роботу низького ростверку з ґрунтовим середовищем, вплив виду ґрунту на реалізацію роботи елементів стовпчастого пальового фундаменту.

Особистий внесок магістранта полягає у розробці методики і виконанні фізичних досліджень на маломасштабних моделях та математичному моделюванні у програмному комплексі, завдяки яким можна більш точно оцінити несучу здатність стовпчастого пальового фундаменту загалом і при зменшенні кількості паль отримати економічний ефект.

Апробація результатів магістерської роботи. Результати роботи апробовано на:

- XLVIII науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, проведеної 13-15 березня 2019 р. у ВНТУ;
- міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві-2020», проведеної 10 - 12 листопада 2020 р. у ВНТУ;
- L науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, проведеної 10-12 березня 2021р. у ВНТУ;
- міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2021», проведеної 23 – 25 листопада 2021р. у ВНТУ.

Публікації.

1. Маєвська І.В., Забаштанська Л.А., Кремінська Ю.О. Вплив відносної довжини паль на напружено-деформований стан пальового фундаменту. *XLVIII науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання*: зб. доп., м. Вінниця, 13-15 берез. 2019р. Вінниця, 2019. С. 200–206. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/index/pages/view/zbirn2019>
2. Кремінська Ю.О., Маєвська І.В. Планування експерименту дослідження нового пальового фундаменту з коротких паль. *Інноваційні технології в будівництві-2020*: міжнар. наук.-техн. конф., м. Вінниця, 10-12 листоп. 2020р. Вінниця, 2020. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/view/10884>
3. Кремінська Ю.О., Маєвська І.В. Різниця в роботі коротких і довгих паль у складі стовпчастого пальового фундаменту. *L науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання*: зб. доп., м.

Вінниця, 10-12 берез. 2021р. Вінниця, 2021. С. 1912-1921. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-frtzp/index/pages/view/zbirn2021>

4. Кремінська Ю.О., Маєвська І.В. Фізичне моделювання пального куші з короткими та довгими палями. *Енергоефективність в галузях економіки України-2021*: міжнар. наук.-техн. конф., м. Вінниця, 23-25 листоп. 2021р. Вінниця, 2021. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/view/13939>

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ

При зведенні нових будівель і реконструкції старих в плані статичної роботи основи найбільш безпечними як для існуючих, так і для проєктованих будівель виявляються пальові фундаменти, що прорізають товщу слабких ґрунтів і спираються на відносно надійні відкладення.

1.1 Робота коротких та довгих паль

У Вінницькому національному технічному університеті було проведено фізичне моделювання сумісної роботи елементів стовпчастого пального фундаменту з забивних паль з основою [1, 2]. Моделювались куці з моделей паль довжиною 20, 30 та 40 см при розмірах ростверків 20x20 см, 29x29 см та 41x41 см. Отже, оскільки розміри в цих дослідах сумірні з розмірами ростверків, то такі палі можуть бути віднесені до категорії коротких.

Встановлено, що перерозподіл навантаження між палями фундаменту залежить від етапу навантаження і жорсткості ростверку. По мірі зростання навантаження на куц осереднене навантаження на палю у складі фундаменту зростає і для палових фундаментів у піщаних ґрунтах перевищує несучу здатність одиночної палі. На початкових етапах завантаження при жорстких ростверках найбільше зусилля сприймають кутові палі, найменше – центральні, при наступному збільшенні навантаження і наближенні його до граничного значення виникає перерозподіл зусиль з кутових і крайніх паль до центральної у наслідок вичерпання несучої здатності кутових паль. Для гнучких ростверків навантаження між палями групи спочатку розподіляється рівномірно, а по мірі зростання навантаження і наближенні його до граничного значення найбільше зусилля сприймає центральна паля.

Ступінь реалізації несучої здатності палі у складі пального фундаменту залежить від відносної довжини і кроку паль. Реалізація несучої здатності паль у складі фундаменту підвищується із збільшенням кроку паль та із збільшенням їх відносної довжини. При відносній довжині паль (l/d) менше 15 їх розміри сумірні з

розмірами ростверків в плані і такі пальові фундаменти краще розглядати як єдиний ґрунто-пальовий масив. При збільшенні відстані між палями частка навантаження, яку бере на себе ростверк, збільшується, оскільки збільшується площа контакту плити ростверку з ґрунтовим масивом; при збільшенні значення приведеної довжини паль навантаження, яке сприймає ростверк, зменшується, а палі беруть на себе більшу частку навантаження [3, 4].

Використання отриманих залежностей дозволить забезпечити при проектуванні економію матеріалів паль на величину до 40%.

При виборі типу фундаменту необхідно враховувати багато факторів, серед яких: спосіб заглиблення в ґрунти, принцип роботи, умови взаємодії з ними, інші конструктивні особливості. Ефективність будівництва вимірюється співставленням отриманого у його процесі результату і витрат на його досягнення. Проведення досліджень спрямованні на вивчення впливу економічності різних технологій влаштування паль.

За положеннями існуючих нормативних документів [5,6] проектування пальового фундаменту передбачає визначення допустимого навантаження на палю і визначення кількості паль з умови не перевищення цього допустимого навантаження на палю. При цьому потрібно задовольнити умову не перевищувати граничні значення осідань при використанні моделі лінійно-деформованого середовища з обмеженням тиску в рівні нижніх кінців паль величиною розрахункового опору ґрунту R , яке для пальово-плитного фундаменту практично завжди виконується.

У зв'язку з цим при нормативному підході до проектування пальових фундаментів для виконання умови не перевищення допустимого навантаження на палю збільшують їх кількість, що призводить до «перенасичення» палями умовного фундаменту при незмінному осіданні будівлі і, як наслідок, високі капітальні вкладення у роботи нульового циклу. Підтверджено численними експериментальними дослідженнями, ствердження про незмінне осідання при збільшенні кількості паль при інших рівних умовах [7].

При розгляді роботи пальово-плитних фундаментів запропонований принцип поділу фундаментів висотних будинків на пальову основу та пальовий фундамент [8], які визначаються габаритами паль і ростверку, що обумовлює характер деформацій основи. Так, у випадку пальової основи (довжина паль менша за габарити плити ростверку) через палі передається близько 55 % зовнішнього навантаження, а у випадку пальового фундаменту (довжина паль перевищує габарити плити ростверку) – близько 85 %. Осідання фундаментної плити в пальовому фундаменті менше на 30 %. Така різниця НДС фундаментних конструкцій зобов'язує до окремого підходу проектування наведених типів фундаментів.

З'являються нові методики для оптимізації проектних рішень пальово-плитних фундаментів, які пропонують враховувати роботу з ґрунтом плити ростверку [8, 9] або розглядати умовний фундамент як єдиний пальово-плитний масив [7, 10].

1.2 Робота паль у кущі, об'єднаних ростверком з певною жорсткістю

Робота одиночної палі в ґрунті є порівняно вивченим питанням [11]. В залежності від властивостей ґрунтів під нижнім кінцем, палі поділяють на палі-стояки та висячі, що передають навантаження на ґрунтову основу відповідно або нижнім кінцем палі, або нижнім кінцем і через силу тертя по бічній поверхні [5,6]. Однак варто зазначити, що при вивченні роботи одиночної палі питання роботи і взаємодії групи паль, у тому числі і в кущі, є проблемним. Це пояснюється тим, що взаємодія палі з навколишнім ґрунтовим масивом має складний не лінійно-просторовий характер, а при зведенні групи паль виникають додаткові фактори впливу, наприклад: співвідношення поперечного перерізу палі й відстані між ними, відстані між палями і довжиною паль, ширини ростверку і довжини паль, жорсткості ростверку тощо [12].

До прийняття нормативного документа [5, 6] у 2011 р. в Україні, відповідно до діючих тоді норм [13], осідання пальових фундаментів розраховували за схемою умовного фундаменту. Така розрахункова схема мала багато недоліків, до яких

належать припущення, що при відстані між палями, меншій ніж b_d , зміщення палі та ґрунту в між пальовому просторі проходить одночасно, при цьому пальовий фундамент і ґрунт зміщується як єдиний масив [14]. Це твердження є хибним, про що свідчить ряд робіт [2, 15]. Згідно з новим нормативним документом [6] осідання групи паль розраховують за методикою, що враховує взаємний вплив паль у фундаменті. Однак відомо, що суттєве значення в роботі пальового фундаменту має також і низький ростверк [16], але в нормативному документі [6] це питання ніяк не висвітлено і при розрахунках не враховується.

Вплив ростверку на характер передачі навантаження на ґрунтову основу пальового фундаменту й відповідно його осідань залежить не тільки від його розмірів, але й від жорсткості. Проведення експериментальних натурних досліджень такого впливу є складним і дорогавартісним. Альтернативою до розв'язання цієї проблеми є застосування комп'ютерного моделювання, що базується в програмах, які описують нелінійну поведінку ґрунту [12].

Робота [12] показала, що низький ростверк має значний вплив на характер роботи пальового фундаменту і деформації основи, при чому цей вплив залежить від жорсткості самого ростверку.

Комп'ютерне моделювання [12] показало, що найбільш ефективним є жорсткий ростверк, який рівномірно передає навантаження не тільки на палі, але й певну його частку на верхні шари ґрунтової основи, що в цілому приводить до зменшення осідання пальового фундаменту (до 28 %), тоді як при влаштуванні гнучкого ростверку не забезпечується необхідна передача навантажень на палі, внаслідок чого під ростверком у проміжках між палями виникає перевантаження верхніх шарів ґрунту і з'являються прогини.

1.3 Лабораторні модельні експерименти

Наявні методи лабораторних досліджень, які допомагають аналізувати деформації ґрунтової основи при контакті з моделями штампів і фундаментів, які навантажені. Такі методи дають можливість спостерігати за зміною ґрунту і явно вивчати деформації [17, 18], за рахунок застосування різних способів: закладення в

грунт фіксаторів деформації, глибинних марок та влаштування екранів, рентгенографія, фотограмметрія. Для одержання більш повної картини процесів деформації ґрунтової основи існують методи спостереження і обчислення напружень у ґрунті: фотопружність, тензометрія, дослідження з використанням еквівалентних матеріалів тощо. Відомо, що використання наведених методів для лабораторних досліджень описаний в роботах таких дослідників: А. А. Бартоломея, Б. В. Бахолдіна, В. П. Диби, М. В. Малишева, С. А. Єлізаров та інших [14, 19, 20].

І. П. Бойком був сконструюваний і виготовлений спеціальний лоток із органічного прозорого скла для спостереження за поведінкою зануреної палі і розкриття її наконечника [21]. Для визначення глибини забивання на стінку було нанесено сітку з кроком 100×100 мм. Дослідження проводили у піску середньозернистому із вологістю 1%.

Ю. В. Россіхін використовував циліндричний ґрунтовий лоток для спостереження за поведінкою паль. Лоток був заповнений піщаним ґрунтом з пофарбованими прошарками, а в нижній частині лотка знаходився гравій із дробленим парафіном. За допомогою механічних особливостей лотку, ґрунт нагрівали до 70°C протягом 2-3 год., що спричиняло ущільнення нижнього шару ґрунту. Ґрунт, який деформувався закріплювали плавленою сумішшю парафіну. Після охолодження закріплений моноліт розрізався з фіксацією положення пофарбованих прошарків по характерним напрямкам.

Практично всі дослідження із застосуванням методів фотограмметрії та фотофіксації проводились із піщаним ґрунтом та з використанням фотоапаратів (кадри до деформування ґрунту і після поєднувалися).

Проведення експериментів є ефективним методом для розрахункових і теоретичних задач. Проведення натурного або повномасштабного експерименту не завжди можливо виконати, оскільки вони відзначаються своєю високою вартістю, тому лабораторні дослідження, а саме фізичне моделювання, актуально і сьогодні.

Фізичне моделювання включає в себе такі операції: побудова моделі, точне вивчення усіх характеристик цієї моделі при даних умовах або впливах і реалізація

отриманих результатів на об'єкт.

На практиці більше використовується математична та фізична подібність. Математична подібність може існувати між явищами різної фізичної природи, але описуватися тотожним виразом. Фізична подібність в свою чергу потребує часткового або повного показу фізичних процесів, які відбуваються у реальному об'єкті. При цьому натура та модель є однаковою за фізичною природою, так відповідні величини моделі і натури відрізняються лише кількісно, але не якісно [22].

Задача фізичного моделювання полягає у визначенні основних характеристик моделі. Відомо, що фізичне моделювання дозволяє провести розробку нових конструктивних рішень [22]. Властивістю такого моделювання є те, що для визначення характеристик не потрібно математичного опису процесів [23], достатньо лише мати уяву про механізм (фізичну природу) явищ, щоб правильно розрахувати параметри [22].

Фізичне моделювання має два етапи: перший - полягає у тому, щоб теоретично відтворити на моделі досліджуване фізичне явище або технічний пристрій (включаючи конструкції) подібний до натурального зразка; другий – безпосереднє виготовлення моделей і виконання необхідних спостережень і вимірювань. Але, відповідно, всі процеси та моделі фрагментів дослідного об'єкту необхідно відтворювати згідно теорії подібності [22].

Прикладом фізичного моделювання є експеримент, який проведений під керівництвом І. В. Маєвської зі спостереження за поведінкою підсиленого забивними палями стрічкового фундаменту мілкого закладання у лотку розмірами 1800×1200×1000 мм [24, 25]. В якості ґрунту використовувався пісок середньої крупності. Моделі паль були виготовлені з дерева квадратного перерізу 20×20 мм, довжиною 200, 300 та 400 мм, а моделі існуючого фундаменту – з металу.

Для досліджень було виготовлено дві металеві моделі існуючого стрічкового фундаменту мілкого закладання. Модель №1 відображає роботу фундаменту при підсиленні палями (з кроком 3d та 6d) крізь його тіло, а модель №2 – при влаштуванні виносних паль (вона складається з основної частини, що моделює

роботу існуючого фундаменту до підсилення, та елементів ростверку для моделювання роботи після підсилення палями).

В процесі досліджень фіксувалися деформації і навантаження на кожен палю. На модель фундаменту прикладалося навантаження, величина якого вимірювалась динамометром. Рух палей визначався за допомогою прогиномірів, а для визначення навантаження, що прикладалося на кожен палю, виготовлено спеціальні наголовники з тензодатчиками.

1.4 Експериментальні дослідження розподілення зусиль між палями моделей кущів палевих фундаментів

В роботі А. А. Бартоломея [14] описано результати випробування куща з 15 палей в слабких глинистих ґрунтах. Найбільше навантаження сприймають кутові палі та палі розташовані в крайніх рядах, найменше – палі в середині куща. Дослідженню та використанню «кущового ефекту» в практиці розрахунків присвячені роботи А. А. Луга, А. А. Ободовського, А. Ю. Василенка, В. І. Бермана. Всі вони проводилися з використанням даних про «кущовий ефект» та відомостей про те, що центральні палі в кущі менше навантажені. Звідси виходила пропозиція використовувати меншу кількість палей в центрі куща або робити їх коротшими.

Проведені експерименти показали зниження несучої здатності палей в кущі з палей однієї довжини, влаштованих за існуючою технологією при відстанях між палями $3d$, порівняно з несучою здатністю окремо стоячої палі.

Основна частина експериментальних робіт Бермана В. І. [26] присвячена порівнянню еталонних (з палей однакової довжини) та дослідних (з палей різної довжини) груп палей. Кожен кущ складався з 9 палей, об'єднаних жорстким ростверком, при постійній відстані між палями $3d$.

Послідовність забиття палей в еталонних кущах виконувалася за традиційною технологією – «змійкою», а в дослідних в першу чергу забивали кутові палі, потім проміжні і в останню чергу – центральні.

Дослідження показали, що при однаковій несучій здатності кущі із палей різної довжини мають меншу матеріалоемність (на 10-12 %) і енергоемність

занурення (на 18-20 %) в порівнянні з кущами паль однакової довжини. При цьому несуча здатність коротких паль в кущі була не нижча несучої здатності паль максимальної довжини. В цьому випадку, на думку автора, проявляється ефект направленого ущільнення, оскільки в центрі куща ґрунт був настільки ущільненим, що довжина центральної палі могла бути меншою ніж прийняли, із збереженням середньої для всіх паль несучої спроможності [27].

В результаті досліджень розподілення зусиль між палями в кущі, влаштованому на основі з піску встановлено:

- навантаження на палі передаються рівномірно, а найбільшу частку сприймає центральна паля;
- взаємодія з ґрунтом різних паль куща суттєво відрізняється і залежить від параметрів паль та місця розташування палі в кущі;
- використання в кущі паль більш коротких не змінює несучої спроможності куща, незалежно від розташування їх в центрі чи по кутах куща;
- система забиття паль впливає на несучу здатність куща із паль. При цьому для паль однакової довжини найбільш оптимальною є традиційна технологія «змійка»;
- розподілення зусиль в кущі проявляється в процесі підвищення навантажень при будівництві, коли навантаження ще не досягають своїх граничних значень, а в подальшому навантаження рівномірно розподіляються між палями фундаменту.

1.5 Експериментальне дослідження роботи пальово-плитної конструкції

Для вивчення питання застосування пальово-плитних конструкцій в лабораторії пальових фундаментів НИИОСИП був проведений великий об'єм дослідів під керівництвом проф. Б. В. Бахолдіна. У експерименті також брали участь другі співробітники лабораторії Д. Є. Розводовський, В. І. Берман, В. А. Кондрашов [28].

Уявлення про якісну картину деформації ґрунтів основи паль у разі передачі на них навантаження через ростверк, що спирається на ґрунт, можна отримати по

результатам виконаних випробувань моделі пального куща з натурних паль довжиною 4 м поперечним перерізом 30 см, занурених у глинистий ґрунт (рис. 1.1).

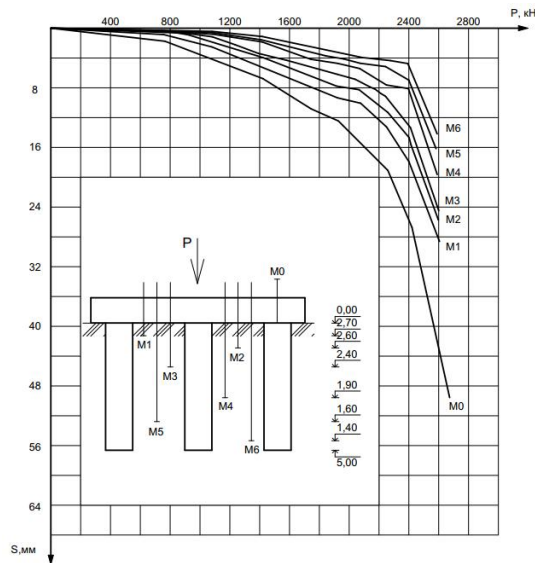


Рисунок 1.1 – Залежність переміщення S навантаження P глибинних марок, встановлених в основі куща натурних паль [29]

З рис. 1.1 видно, що при передачі навантаження через ростверк ґрунт, який знаходиться під подошвою, зміщується більше, ніж в рівні нижніх кінців палі (в кінці досліду 50 мм порівняно з 15 мм). Отже в такому випадку спостерігаємо проковзування бокової поверхні паль відносно ґрунту.

Отримані дослідні дані показують, що в якості простої моделі для розрахунку пально-плитних фундаментів можна використовувати схему умовного фундаменту, обмеженого площиною, що проходить у рівні нижніх кінців паль, а передачу навантаження нижче цієї площини вважати, що відбувається як через деформований між паловий ґрунт і палі. При цьому можна отримати наближене замкнене рішення і не вдаватися надалі до численних методів теорії пластичності, яка також має певні допущення, не повністю відповідні пластичності ґрунтів.

1.6 Визначення несучої здатності паль за результатами математичного моделювання

На сьогодні всі аналітичні рішення, що використовуються для визначення

напружень і переміщень в ґрунтовій товщі, будуються на теоріях лінійно деформованого стану. У зв'язку з великими математичними труднощами, область застосування аналітичних методів досить сильно обмежена. При моделюванні фактичних характеристик ґрунтів і граничних умов, наприклад в неоднорідних основах, які найбільш часто зустрічаються при вирішенні більшості задач будівництва фундаментів, отримання аналітичних рішень стає важкою задачею. У зв'язку з цим на тлі рішення основних задач теорії пружності та пластичності, а також їх вирішення чисельними методами, перспективність вирішення таких завдань при дослідженні напружено-деформованого стану основ і фундаментів значно збільшилася.

Одним з найпоширеніших і найбільш ефективних можна відзначити метод кінцевих елементів (МКЕ). Серед усіх його переваг можна виділити наступні: гнучкість і різноманітність сіток, простота обліку граничних умов, можливість застосування стандартних прийомів побудови дискретних задач для довільних областей, і т.д. Крім цього, математичний аналіз МКЕ досить простий, а його методи можна використовувати в більш широкій області вихідних задач, і оцінка похибок одержуваних рішень виконується при менш жорстких обмеженнях. Таким чином, МКЕ на сьогодні є одним з найефективніших методів вивчення НДС при вирішенні різних завдань механіки ґрунтів.

МКЕ знайшов застосування в різних дослідженнях, де він удосконалювався і освоювалися нові галузі застосування. Так розвитку МКЕ стосовно до прикладних задач геомеханіки присвячені роботи наступних авторів: Л. А. Бартоломея [14], А. К. Бугрова [30], Ю. Л. Віннікова [31], С. С. В'ялова [32], А. Л. Гольдина, А. Л. Готман [33] М. М. Дубини [34], Ю. К. Зарецького [35], О. Зенкевича [36, 37], А. В. Пілягіна [38].

Висновки за розділом 1

1. Встановлено, що перерозподіл навантаження між палями фундаменту залежить від етапу навантаження і жорсткості ростверку. На початкових етапах завантаження при жорстких ростверках найбільше зусилля сприймають кутові

палі, найменше – центральні, при наступному збільшенні навантаження і наближенні його до граничного значення виникає перерозподіл зусиль з кутових і крайніх паль до центральної у наслідок вичерпання несучої здатності кутових паль. Для гнучких ростверків навантаження між палями групи спочатку розподіляється рівномірно, а по мірі зростання навантаження і наближенні його до граничного значення найбільше зусилля сприймає центральна паля.

2. Ступінь реалізації несучої здатності палі у складі пального фундаменту залежить від відносної довжини і кроку паль. Реалізація несучої здатності паль у складі фундаменту підвищується із збільшенням кроку паль та із збільшенням їх відносної довжини.

3. Зазначено, що при вивченні роботи одиночної палі питання роботи і взаємодії групи паль, у тому числі і в куці, є проблемним. Це пояснюється тим, що взаємодія палі з навколишнім ґрунтовим масивом має складний не лінійно-просторовий характер, а при зведенні групи паль виникають додаткові фактори впливу, такі як: співвідношення поперечного перерізу палі й відстані між ними, відстані між палями і довжиною паль, ширини ростверку і довжини паль, жорсткості ростверку.

4. Комп'ютерне моделювання показало, що найбільш ефективним є жорсткий ростверк, який рівномірно передає навантаження не тільки на палі, але й певну його частку на верхні шари ґрунтової основи, що в цілому призводить до зменшення осідання пального фундаменту.

5. Для моделювання роботи паль використовують розширенні подібності, які полягають в тому, що коефіцієнти подібності для напружень та модулі пружності різні, причому, в останньому випадку, можуть бути різними і пружними постійні матеріали моделі і натури. Тому при цьому бажано, щоб коефіцієнти Пуассона були однаковими.

6. Зусилля розподіляються в куці в процесі підвищення навантажень при будівництві, коли навантаження ще не досягають своїх граничних значень, а в подальшому навантаження рівномірно розподіляються між палями фундаменту.

РОЗДІЛ 2

ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАЛЬОВИХ КУЩІВ З КОРОТКИМИ ТА ДОВГИМИ ПАЛЯМИ

2.1 Планування фізичного моделювання роботи стовпчастого пальового фундаменту

Для того, щоб побачити якісну картину сумісної роботи забивних паль і ростверку в складі нового пальового фундаменту було проведено фізичне маломасштабне моделювання в лабораторних умовах.

Для моделювання натурних коротких і довгих паль довжиною 3 м та 6 м, поперечним перерізом 300х300 мм, виготовлено дерев'яні моделі довжиною 200 мм і 400 мм з поперечним перерізом 20х20 мм (масштаб моделювання 1:15). Товщина моделі плити ростверку прийнята 50 мм, розміри в плані 200×200 мм (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Модель ростверку 200×200 мм

При випробуванні пальового фундаменту використовувався лабораторний лоток розміром 1800×1200×1000 мм (рис. 2.2). В якості ґрунту використовувався пісок середньої крупності із заданою щільністю та вологістю. Врахувавши геометричні розміри лотка з піском та обмежені можливості упорної системи прийнято масштаб фізичного моделювання 1:15.

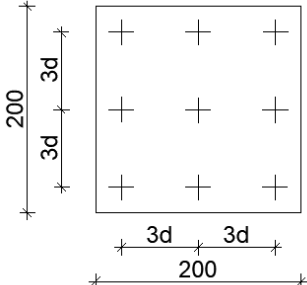
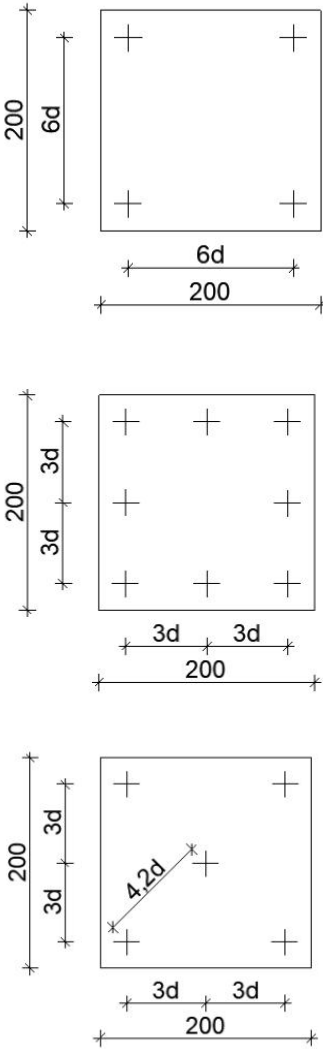


Рисунок 2.2 – Лоток з ґрунтовою основою під фундамент

Для аналізу відмінностей поведінки пального фундаменту виконувались три види дослідів. Два види дослідів з найбільшою можливою кількістю паль (типове рішення) та зменшеною кількістю паль в межах однакового зовнішнього контуру, які проводяться двічі при довжині паль у ростверку 200 мм та 400 мм, а також дослід для плити ростверку без паль з різною глибиною закладання. В табл. 2.1 наведено програму модельних випробувань. Варіант розміщення плити ростверку без паль на глибині 200 мм моделював умовний фундамент мілкового закладання для пального фундаменту з довжиною паль 200 мм.

При проведенні досліджень передбачалось визначення зусиль у палях куща за допомогою тензометричних датчиків, закріплених на наголовниках паль, виконаних з відрізків квадратної труби (рис. 2.3). Для визначення зусилля в кожній палі пального фундаменту був застосований прилад ИДЦ-1 (вимірювач деформацій числовий).

Таблиця 2.1 – Програма фізичного моделювання

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль	Крок і кількість паль
1	$L = 0,2 \text{ м}, d = 0,02 \text{ м}$	
2	$L = 0,4 \text{ м}, d = 0,02 \text{ м}$	
3	Плита ростверку без паль з розмірами у плані 200x200 мм, висотою 50мм, глибина закладання 0 та 200 мм	—

Перед встановленням тензометричних наголовників у модель пальового фундаменту було здійснено їх тарування за допомогою спеціального навантажувального пристрою і контрольного динамометра (рис. 2.4).

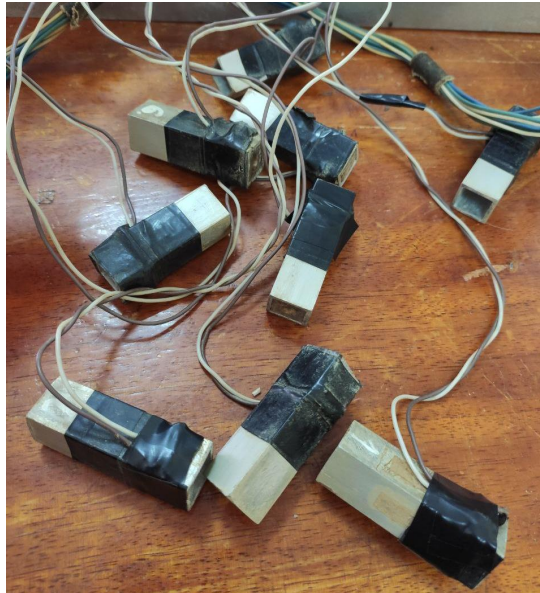


Рисунок 2.3 – Наголовники із тензометричними датчиками



Рисунок 2.4 – Пристрій для тарування датчиків

Палі, які відображені на рис. 2.5, в ґрунтову основу вдавлювались за допомогою важільної системи.



Рисунок 2.5 – Важільна система

На вдавлені палі у ростверк ставились наголовники із тензOMETричними датчиками, які фіксувались металевою пластиною. Розміщення наголовників у різних варіантах показано на рис. 2.6.

На ростверк навантаження передавалось за допомогою домкрату, а для виміру зусилля використовувався динамометр. Навантаження, на яке розрахований домкрат і динамометр становить до 5 т.

Для виміру осідання пального фундаменту використовувались два прогиноміри, встановлені на незалежній упорній системі, по праву і ліву сторони основної упорної системи. Система в зборі наведена на рис. 2.7.

Заплановане також проведення випробувань одиночних паль довжиною 200 мм та 400 мм та плити ростверку без паль на поверхні ґрунтового масиву (рис. 2.8) і у варіанті умовного фундаменту (рис. 2.9). Навантаження одиночних паль здійснювалось за допомогою спеціального важеля, що шарнірно кріпиться до стінки лотка. В залежності від місця розміщення палі в лотку співвідношення плечей важеля становить: для палі довжиною 200 мм - $150/33=4,54$; для палі довжиною 400 мм – $150/35=4,28$. Модель випробування одиночної палі зображена на рис. 2.10.

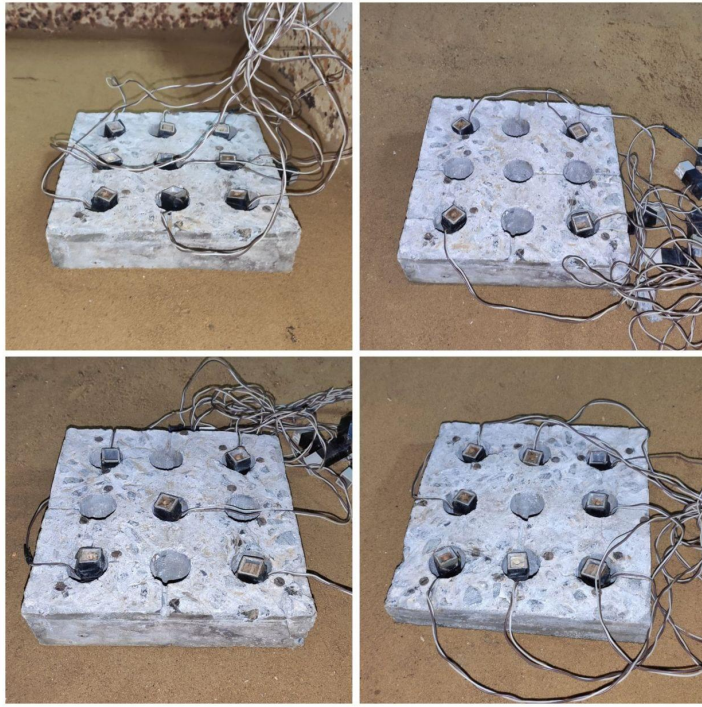


Рисунок 2.6 – Розміщення тензOMETричних датчиків у ростверку



Рисунок 2.7 – Модель пального фундаменту перед випробуванням



Рисунок 2.8 – Модель випробування плити ростверку



Рисунок 2.9 – Модель випробування плити ростверку у варіанті умовного фундаменту



Рисунок 2.10 – Модель випробування одиночної палі в лотку

2.2 Результати фізичного моделювання роботи стовпчастого пальового фундаменту

В результаті проведення експерименту за розробленою програмою дослідження були одержані графіки залежності осідання – навантаження куца в цілому та графіки залежності сумарної несучої здатності паль від його осідання. Також були одержані графіки осідання – навантаження за результатами випробування одиночних паль різної довжини, графік осідання – навантаження при випробуванні плити ростверку розміром 200x200 мм як штампа без паль та графік осідання – навантаження при випробуванні плити ростверку у варіанті умовного фундаменту.

На рис. 2.11, 2.12 наведені графіки осідання – навантаження для куців з короткими (200 мм) та довгими (400 мм) палями. На графіку рис. 2.11 наведена також така залежність для фундаменту мілкого закладання глибиною 200 мм, що моделює умовний фундамент мілкого закладання.

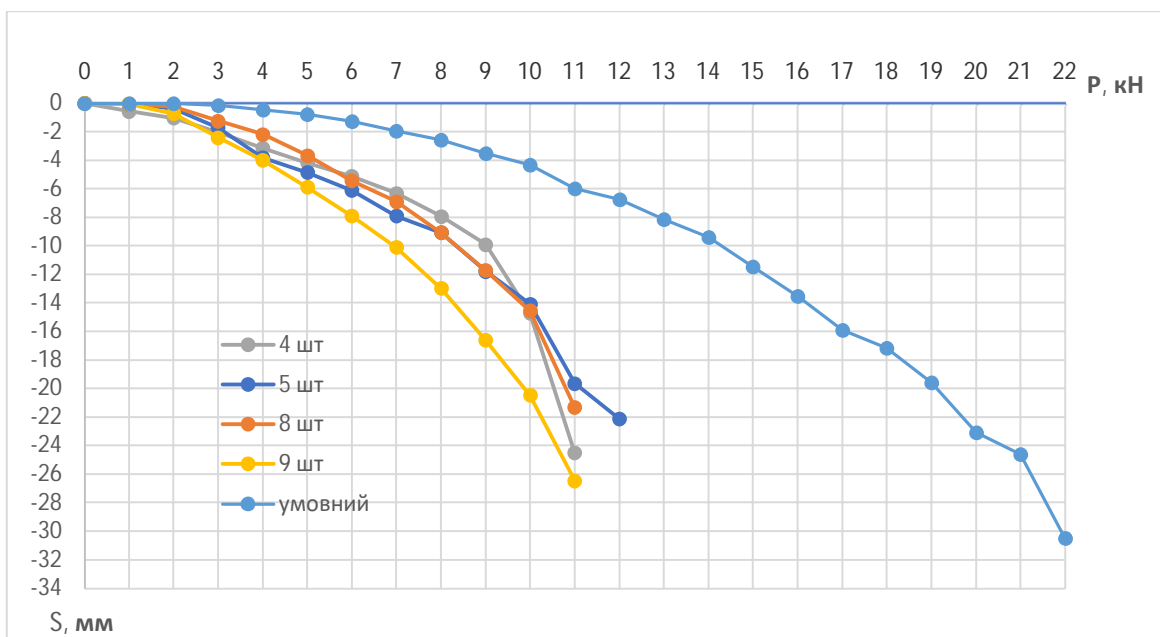


Рисунок 2.11 – Графіки залежності навантаження – осідання для куца паль довжиною 200 мм

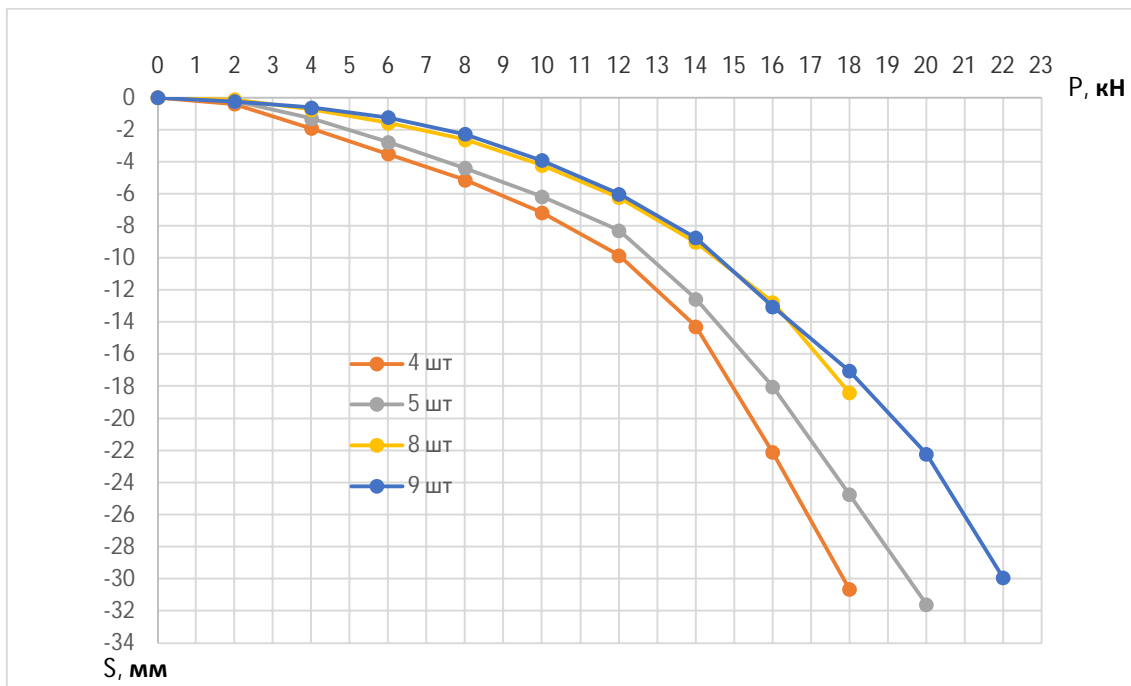


Рисунок 2.12 – Графіки залежності навантаження – осідання для куща паль довжиною 400 мм

Бачимо, що зменшення кількості паль в межах єдиного зовнішнього контуру призводить до несуттєвого зменшення несучої здатності куща. Для паль довжиною 200 мм (співвідношення довжини до поперечного перерізу 10) зменшення несучої здатності не спостерігається (спостерігається навіть збільшення), а для паль довжиною 400 мм (співвідношення довжини до поперечного перерізу 20) зменшення несучої здатності при осіданні 10 мм сягає від 0 до 40% для різної кількості паль.

Отже, при відносній довжині паль (l/d) 15 і менше можна зменшувати кількість паль при сталих габаритах ростверку без втрати несучої здатності.

Порівняння пального фундаменту з умовним фундаментом мілкового закладання показало, що така заміна не дає адекватних результатів ні за деформаціями, ні за несучою здатністю.

На рис. 2.13 наведені такі графіки для одиночних паль, на рис. 2.14 – для плити ростверку розмірами 200x200 мм як штамп без паль.

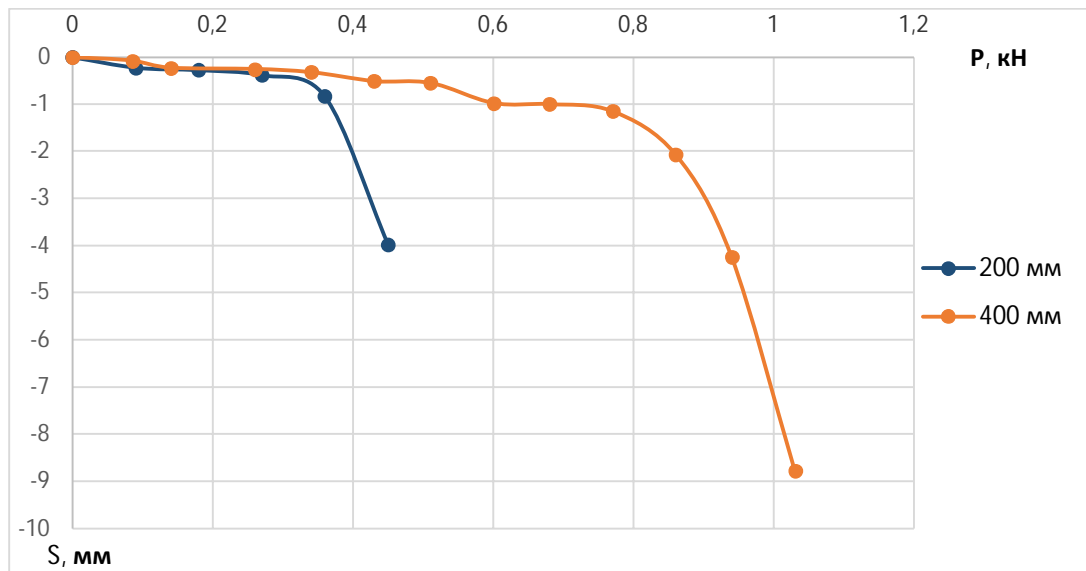


Рисунок 2.13 – Графіки залежності навантаження – осідання для паль довжиною 200 мм та 400 мм

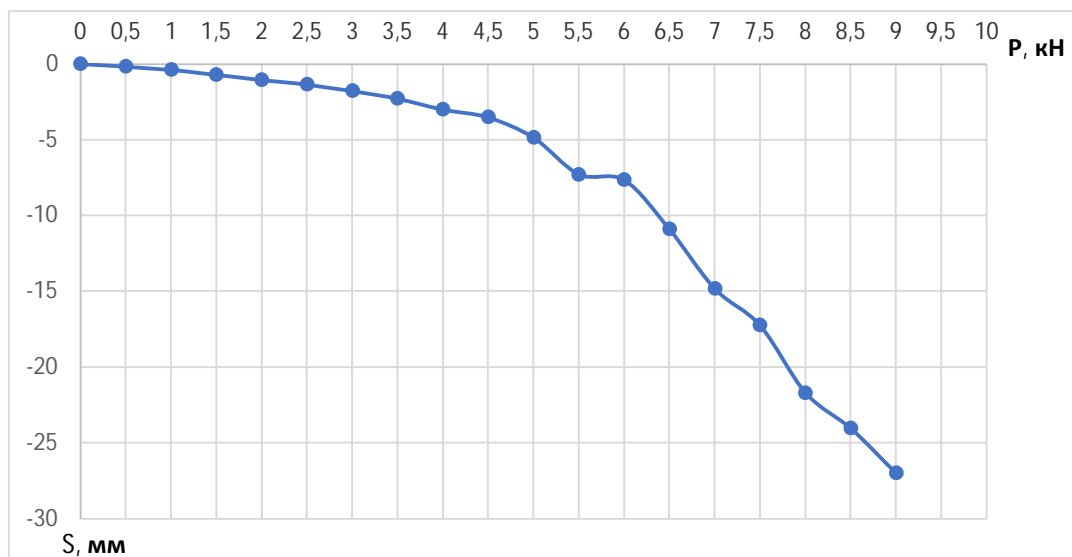


Рисунок 2.14 – Графік залежності навантаження – осідання для плити ростверку розмірами 200x200 мм як штампу без паль

Частка навантаження, яке сприймають палі куща, визначалась як сума зусиль в палях, заміряних тензометричними датчиками, частка навантаження, яку сприймає ростверк, визначалась як різниця між навантаженням, переданим на кущ, та сумою зусиль в палях.

В табл. 2.2 наведені результати випробувань при осіданні пального фундаменту $s = 10,0$ мм.

Таблиця 2.2 – Порівняння роботи пальового фундаменту з плитою ростверку 200x200 мм з роботою його окремих елементів при осіданні куща $s = 10,0$ мм

Довжина палі, мм	Кількість палі в кущі, шт	При роботі у складі фундаменту					При роботі кожного з елементів як окремого			
		Осереднене навантаження на палю фундаменту, кН	Сума зусиль в палях куща, кН	Навантаження, що сприймається ростверком, кН	Навантаження на кущ, кН	Частка ростверку, %	Несуча здатність одиночної палі, кН	Сума зусиль в одиночних палях, кН	Навантаження, що сприймається плитою ростверку без палі, кН	Навантаження на кущ, як сума окремих елементів кН
200	4	0,5	1,95	7,07	9,02	78	0,4	1,6	6,36	8,0
	5	0,51	2,55	5,8	8,35	70		2,0		8,36
	8	0,51	4,07	4,28	8,35	51		3,2		9,56
	9	0,3	2,58	4,37	6,95	63		3,6		10
400	4	1,15	4,58	7,42	12,0	62	0,86	3,44	6,36	9,8
	5	1,5	7,48	5,42	12,9	42		4,3		10,66
	8	1,21	9,66	4,84	14,5	33		6,88		13,24
	9	1,14	10,24	4,26	14,5	29		7,74		14,1

В табл. 2.2 проаналізована можлива несуча здатність куща за двома теоретичними гіпотезами: як сума несучих здатностей одиночних палі без урахування плити ростверку (гіпотеза норм [5]) та як сума несучих здатностей одиночних палі та несучої здатності плити ростверку як фундаменту мілкового закладання без палі.

Бачимо, що обидві ці гіпотези не працюють. Неврахування роботи ростверку у складі фундаменту дає занижені значення навантажень на кущ, а врахування роботи ростверку без коригування на перерозподіл зусиль між елементами куща при кучному розміщенні палі призводить до завищення несучої здатності куща.

Таким чином, при оцінці несучої здатності куща через несучі здатності його окремих елементів потрібно виходити із ступеня реалізації цих несучих здатностей у складі куща.

На рис. 2.15 та 2.16 наведений характер зміни навантажень, що сприймають палі і ростверк у складі куща при зміні кількості паль.

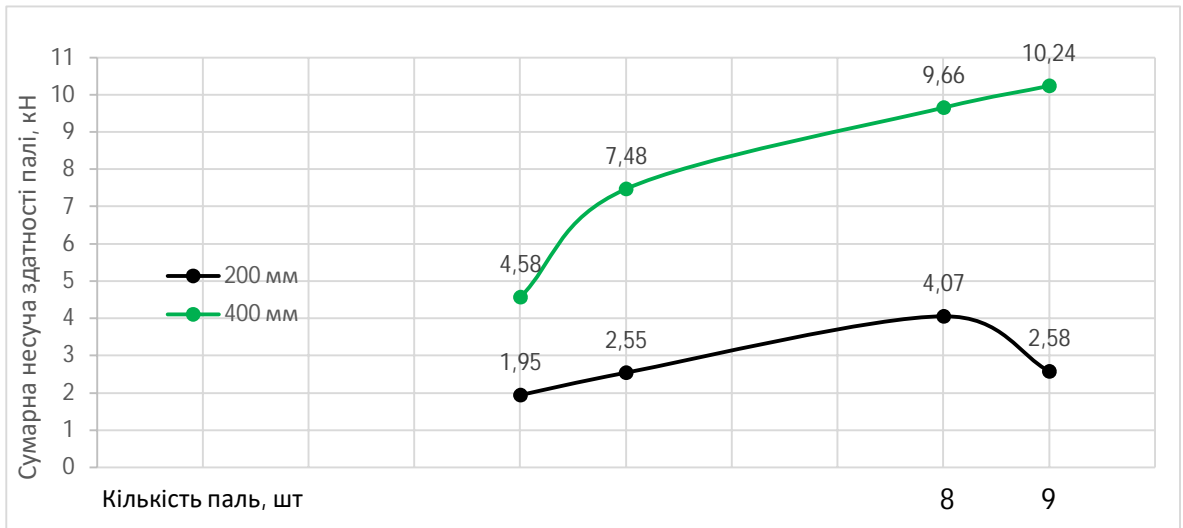


Рисунок 2.15 – Графік залежності сумарної несучої здатності паль у складі фундаменту від кількості і довжини паль

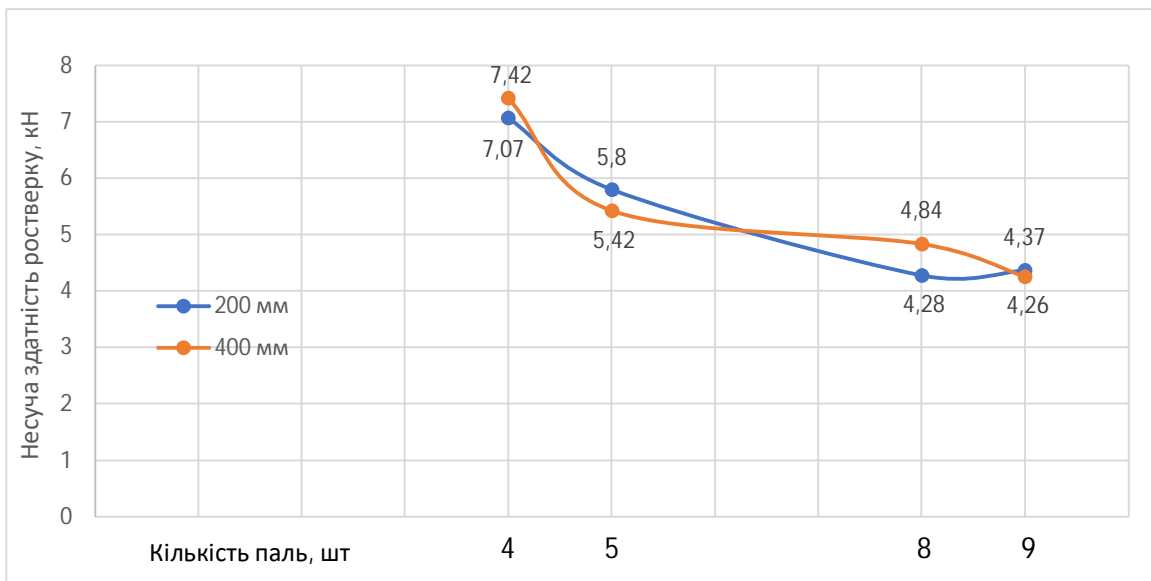


Рисунок 2.16 – Графік залежності несучої здатності ростверку від кількості та довжини паль

Бачимо, що сумарна несуча здатність паль у складі групи зростає при збільшенні кількості паль, але не пропорційно збільшенню кількості, а несуча здатність ростверку зменшується.

Для кількісної оцінки характеру перерозподілу зусиль між елементами пального фундаменту при обробці результатів досліджень аналізувались такі параметри:

- частка ростверку у навантаженні на пальовий фундамент;
- ступінь реалізації несучої здатності палів при роботі у групі;
- ступінь реалізації тиску під ростверком.

Ступінь реалізації несучої здатності палів визначався як відношення несучої здатності палів у групі до несучої здатності одиночної палі. Ступінь реалізації тиску під ростверком - як відношення частка навантаження, яку сприймає ростверк у складі фундаменту, до навантаження, яке сприймає плита ростверку, працюючи без палів.

У табл. 2.3 та на рис. 2.17-2.19 наведені результати обробки параметрів фізичного експерименту.

Таблиця 2.3 – Ступінь реалізації несучої здатності палів та тиску під ростверком пального фундаменту у піщаному ґрунті

Довжина палів, мм	Кількість палів в куці, шт.	Ступінь реалізації несучої здатності палів	Ступінь реалізації ростверку
200	4	1,22	1,11
	5	1,28	0,91
	8	1,27	0,67
	9	0,72	0,7
400	4	1,33	1,17
	5	1,74	0,85
	8	1,4	0,76
	9	1,32	0,67

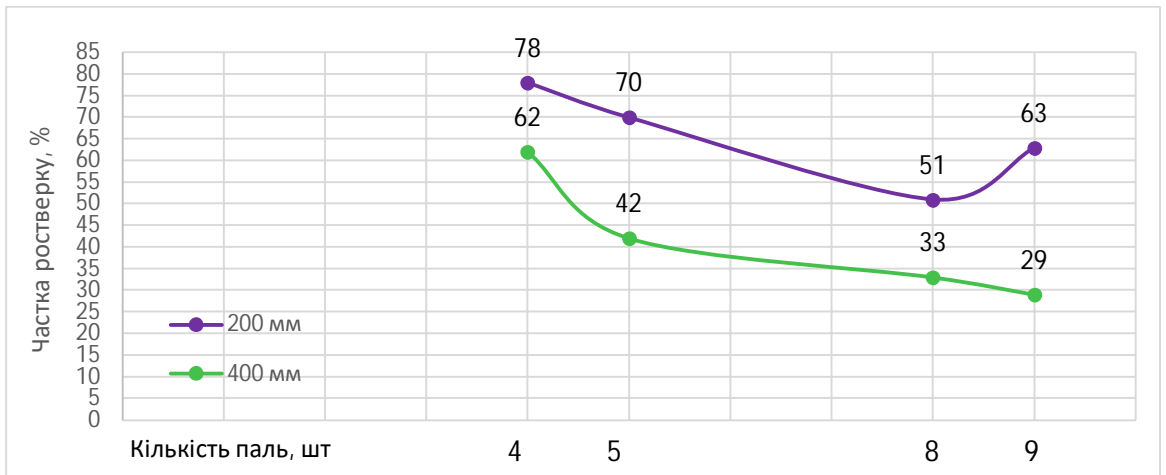


Рисунок 2.17 – Графік залежності частки ростверку у навантаженні на пальовий фундамент від довжини та кількості паль

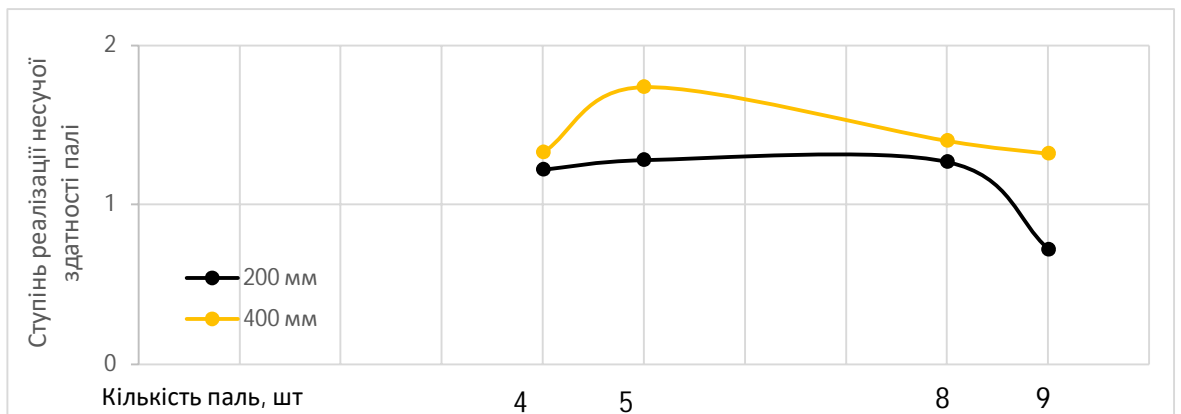


Рисунок 2.18 – Залежність ступеня реалізації несучої здатності палі у складі фундаменту від кількості і довжини паль

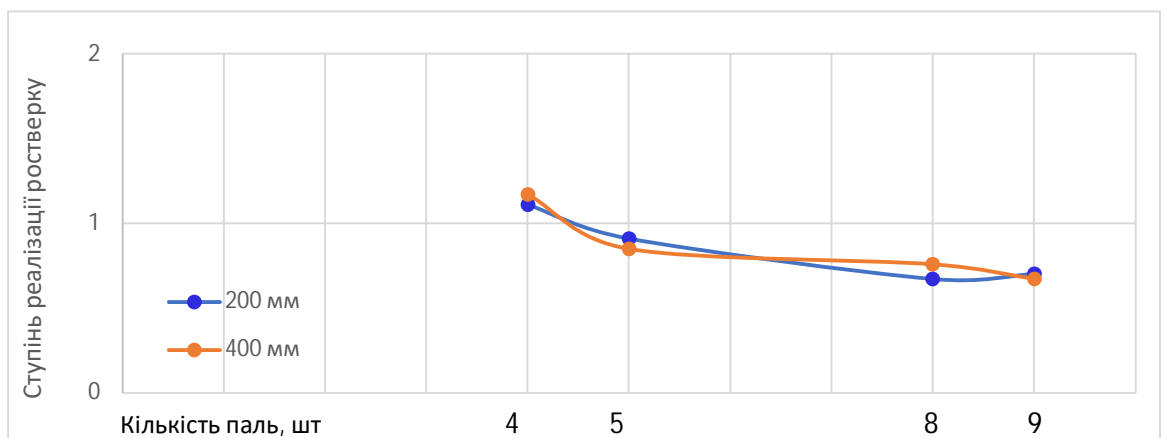


Рисунок 2.19 – Графік залежності ступеня реалізації ростверку від довжини та кількості паль

Бачимо, що ступінь реалізації несучої здатності паль складає не менше 1,2 (виключенням є палі довжиною 200 мм при кількості 9 штук у кущі), а реалізація несучої здатності ростверка змінюється від 1,1 при малій кількості паль до 0,7 при найбільшій кількості паль незалежно від їх довжини.

Оскільки обидва варіанти довжини паль, що були прийняті в експериментах, можна відносити до категорії коротких (співвідношення довжини до поперечного перерізу 10 та 20), то можна зробити висновок, що при використанні коротких паль реалізація їх несучої здатності в групі перевищує одиницю (тобто вони працюють краще у кущі, ніж як одиночні), а потенційна можливість ростверку сприймати навантаження не використовується в повній мірі, але збільшується при зменшенні кількості паль.

Висновки за розділом 2

1. Зменшення кількості паль в межах єдиного зовнішнього контуру призводить до несуттєвого зменшення несучої здатності куща. Для паль довжиною 200 мм (співвідношення довжини до поперечного перерізу 10) зменшення несучої здатності не спостерігається (спостерігається навіть збільшення), а для паль довжиною 400 мм (співвідношення довжини до поперечного перерізу 20) зменшення несучої здатності при осіданні 10 мм сягає від 0 до 40% для різної кількості паль.

Отже, при відносній довжині паль (l/d) 15 і менше можна зменшувати кількість паль при сталих габаритах ростверку без втрати несучої здатності.

2. Неврахування роботи ростверку у складі фундаменту дає занижені значення навантажень на кущ, а врахування роботи ростверку без коригування на перерозподіл зусиль між елементами куща при кучному розміщенні паль призводить до завищення несучої здатності куща.

Таким чином, при оцінці несучої здатності куща через несучі здатності його окремих елементів потрібно виходити із ступеня реалізації цих несучих здатностей у складі куща.

3. Заміна пальового фундаменту на умовний фундамент мілкового закладання не дає адекватних результатів ні за деформаціями, ні за несучою здатністю.

4. Частка ростверку у навантаженні на пальовий фундамент зменшується із збільшенням кількості паль і збільшенням їх довжини.

5. При використанні коротких паль реалізація їх несучої здатності в групі перевищує одиницю (тобто вони працюють краще у кущі, ніж як одиночні).

6. При використанні коротких паль потенційна можливість ростверку сприймати навантаження не використовується в повній мірі, але збільшується при зменшенні кількості паль.

РОЗДІЛ 3

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАЛЬОВИХ КУЩІВ З КОРОТКИМИ ТА ДОВГИМИ ПАЛЯМИ

3.1 Планування математичного моделювання роботи стовпчастого пальового фундаменту

Планується дослідити реалізацію роботи пальового фундаменту з ґрунтовою основою в залежності від довжини, кількості, розміщення паль та ґрунтових умов. Дослідженнями розглядається однорідний піщаний та глинистий ґрунт основи.

Експериментальними дослідженнями різних авторів були встановлені такі фактори, які впливають на розподіл навантаження між елементами пальового фундаменту, а саме:

- довжина паль (l_i), м;
- розмір поперечного перерізу палі (d), м;
- відстань між палями (a_i, b_i), м;
- кількість паль у кущі (n);
- фізико-механічні характеристики ґрунту [1-6].

Програма визначення навантаження, яке сприймається окремими елементами у складі стовпчастого пальового фундаменту передбачає:

- створення розрахункової схеми пальового фундаменту під колону з коригуванням довжини і кроку паль;
- прикладання навантаження до розрахункової схеми пальового фундаменту;
- побудова графіків для визначення навантаження, яке сприймає плита ростверку.

При математичному моделюванні за початкову експериментальну модель нового пальового фундаменту були прийняті такі параметри:

- модель ґрунту – пружно-пластична модель Кулона-Мора;
- модель пальового фундаменту під колону – ростверк розміром в плані 2,4x2,4 м, товщиною 0,9 м і палі поперечного перерізу 0,3 x 0,3 м;

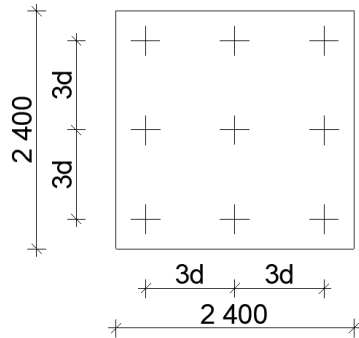
- палі довжиною 3,0 м з кроком $3d$, $4,2d$ і $6d$;
- палі довжиною 10,0 м з кроком $3d$, $4,2d$ і $6d$;
- величина навантаження, яка сприймається плитою ростверку, розраховується як добуток реактивного опору ґрунту, який знаходиться під подошвою ростверку, на площу ростверку (без врахування площі паль);
- величина навантаження, яка сприймається палями, розраховується як різниця загального навантаження на стовпчастий пальовий фундамент і величини навантаження, яка сприймається плитою ростверку.

Моделювання сумісної роботи ростверку і паль планується на однорідній піщаній та глинистій основі. Характеристики піщаного ґрунту: пісок дрібний, $\gamma = 18,6$ кН/м³, $e = 0,67$, $c = 2$ кПа, $\varphi = 32^\circ$, $E = 28$ МПа. Характеристики глинистого ґрунту: суглинок, $\gamma = 18,5$ кН/м³, $e = 0,75$, $c = 23$ кПа, $\varphi = 21^\circ$, $E = 14$ МПа.

Варіювання кількістю паль здійснюється в межах сталих габаритів ростверка.

Програму моделювання наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Програма математичного моделювання роботи пального фундаменту

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль	Крок і кількість паль
1	$L = 3$ м, $d = 0,3$ м	
	$L = 10$ м, $d = 0,3$ м	
2	$L = 3$ м, $d = 0,3$ м	

	$L = 10 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	
3	$L = 3 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	
	$L = 10 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	
4	$L = 3 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	
	$L = 10 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	

Додатково до програми моделювання включені такі дослідження:

- моделювання роботи одиночних паль довжиною 3 та 10 м;
- моделювання роботи ростверку розмірами 2,4x2,4 м як фундаменту мілкового закладання;
- моделювання роботи умовного фундаменту мілкового закладання при довжині паль 3 та 10 м. При моделюванні умовного фундаменту він представляється як суцільний фундамент призматичної форми з розмірами в плані і по глибині, що відповідають розмірам умовного фундаменту, визначеними за рекомендаціями норм [7] для розрахунку осідання пального фундаменту.

При вирішенні поставленої задачі були використані результати математичного моделювання пального фундаменту із забивних паль за допомогою програмного комплексу Plaxis 3D Foundation, який достатньо коректно показує дійсну роботу паль в ґрунті. Розглянуті варіанти куців паль різної довжини

і кількості у групі.

Для проведення моделювання були прийняті забивні палі із бетону C20/25 (B25), довжиною 3 м та 10 м, поперечним перерізом 0,3x0,3 м.

Розміри змодельованого ґрунтового масиву для максимального зменшення впливу крайових ефектів на осідання палі прийнята в плані 20x20 м, та завтовшки 20 м. Одна з побудованих моделей ґрунтового масиву та розрахункова модель стовпчастого пальового фундаменту зображені на рис. 3.1 та 3.2.

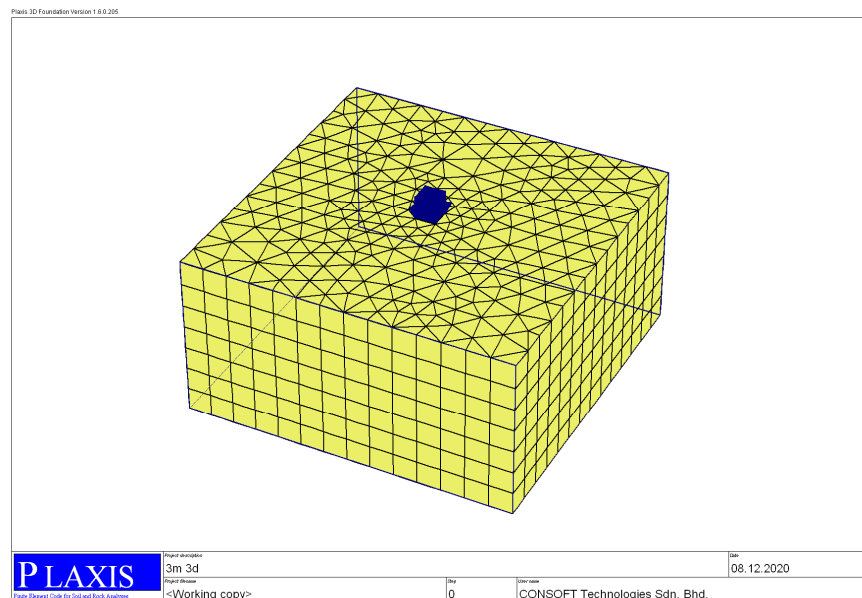


Рисунок 3.1 – Розрахункова модель ґрунтового масиву

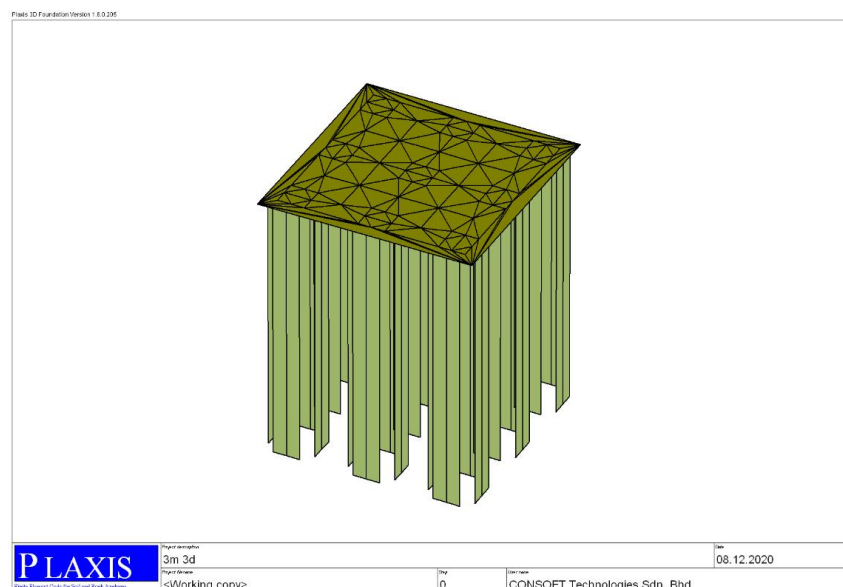


Рисунок 3.2 – Розрахункові моделі стовпчастого пальового фундаменту, палі довжиною 3 м при кроці 3d

При моделюванні роботи пальового фундаменту були враховані наступні фази роботи:

- робота ґрунтової товщі без фундаментів (початкова фаза);
- влаштування стовпчастого пальового фундаменту (перша фаза);
- робота стовпчастого пальового фундаменту під дією вертикального навантаження (друга фаза).

Величина навантаження на моделі збільшувалась до тих пір, поки величина осідання не становила 100 мм.

3.2 Результати математичного моделювання роботи стовпчастого пальового фундаменту в піщаному ґрунті

На рис. 3.3 та 3.4 зображені мозаїки вертикальних деформацій ґрунту при навантаженні пальового фундаменту розмірами 2,4 м x 2,4 м.

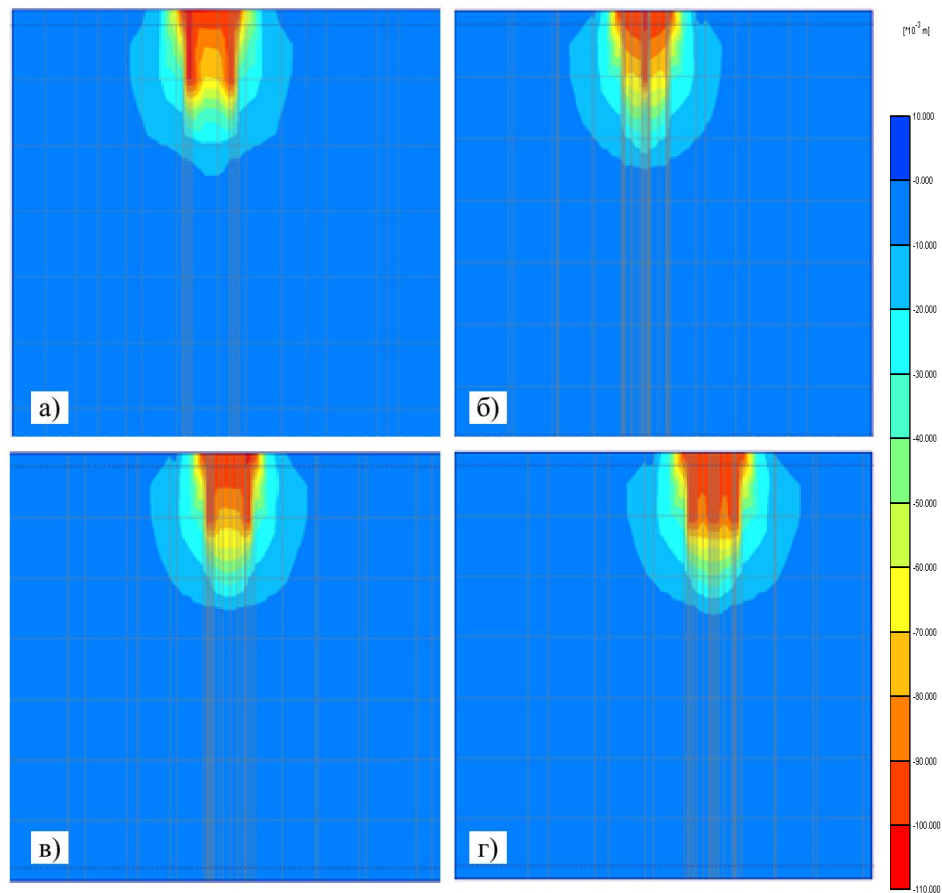


Рисунок 3.3 – Мозаїка вертикальних деформацій піщаного ґрунту при навантаженні пальового фундаменту з розмірами ростверку 2,4 м x 2,4 м; довжина паль 3 м; кількість паль: а) 4 шт; б) 5 шт; в) 8 шт; г) 9 шт.

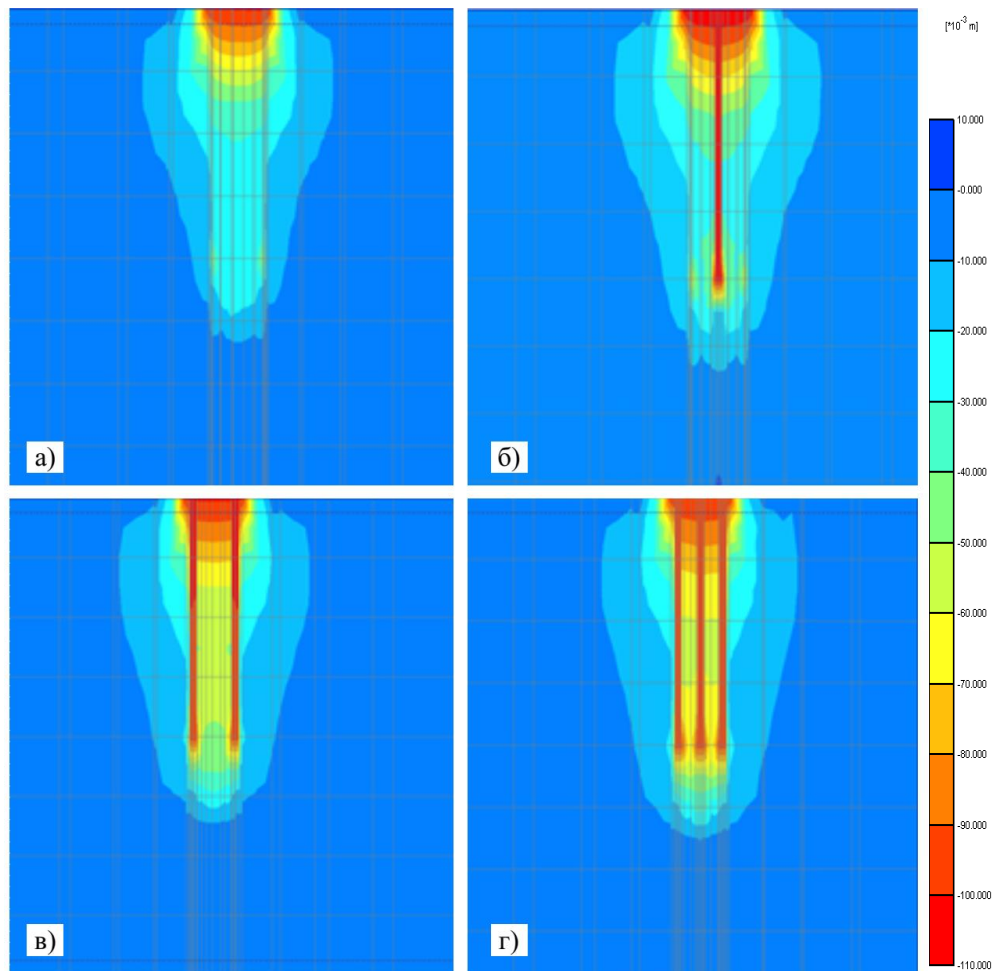


Рисунок 3.4 – Мозаїка вертикальних деформацій піщаного ґрунту при навантаженні пального фундаменту з розмірами ростверку 2,4 м x 2,4 м; довжина палів 10 м; кількість палів: а) 4 шт; б) 5 шт; в) 8 шт; г) 9 шт.

При кроці палів 3d напруження розподіляється по всій довжині палів, включаючи в роботу міжпальовий простір, але при довгих палях навантаження передається на глибоко розташовані шари ґрунту.

На рис. 3.5 та 3.6 представлені результати мозаїки вертикальних деформацій ґрунту при навантаженні умовного фундаменту, довжина палів 3 м та 10 м відповідно.

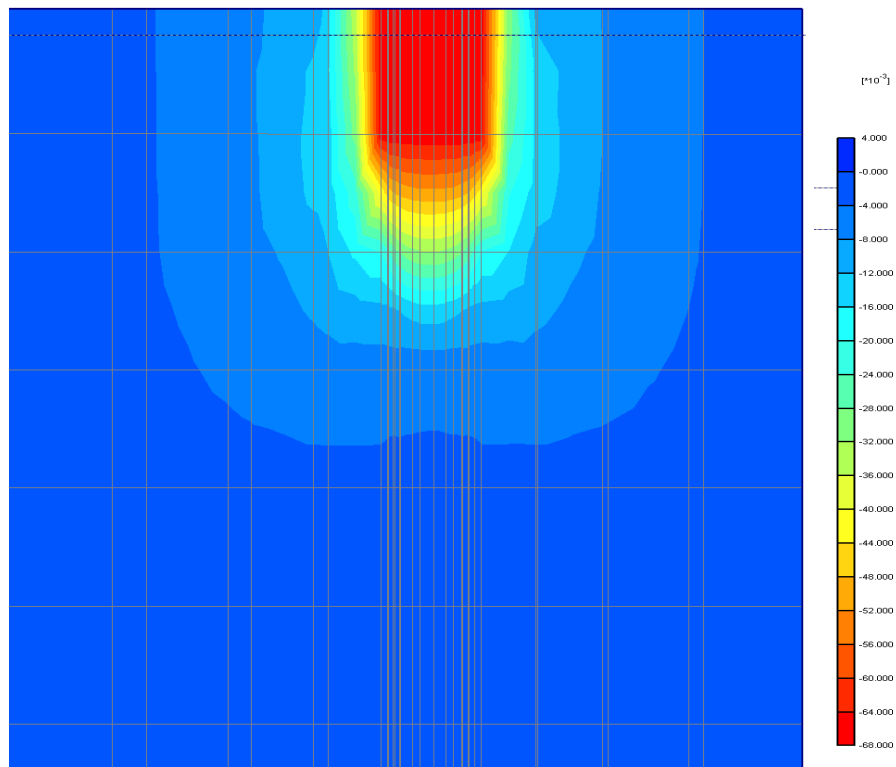


Рисунок 3.5 – Мозаїка вертикальних деформацій піщаного ґрунту при навантаженні умовного фундаменту при довжині паль 3 м;

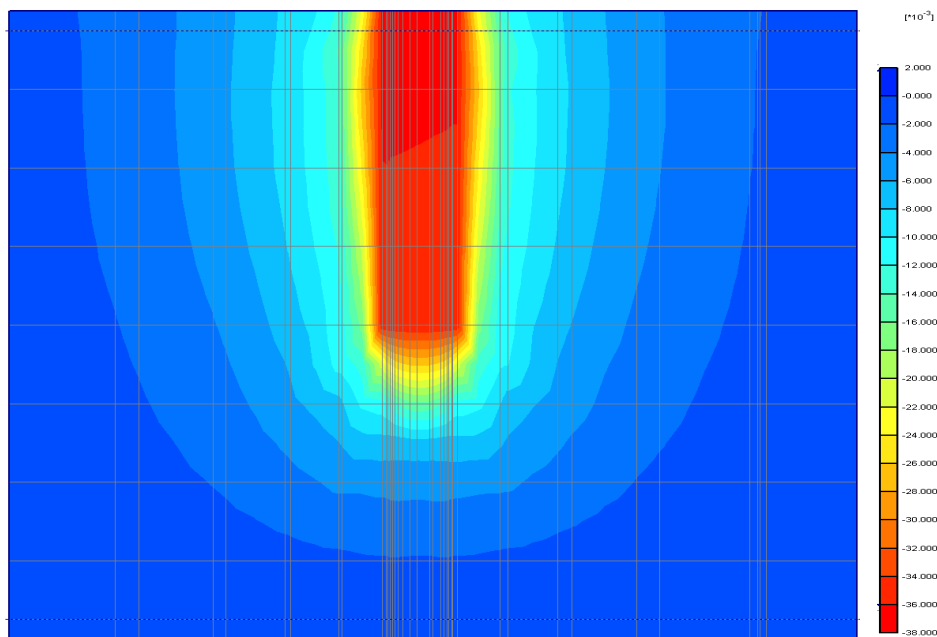


Рисунок 3.6 – Мозаїка вертикальних деформацій піщаного ґрунту при навантаженні умовного фундаменту при довжині паль 10 м;

При моделюванні умовного фундаменту зона підвищених деформацій розповсюджується на більшу глибину, ніж при моделюванні пального фундаменту.

На рис. 3.7 та 3.8 представлені результати графіків залежності осідання-навантаження, визначених математичним моделюванням для дослідних паливних фундаментів. Також на графіках наведена крива, що відображає умовний фундамент.

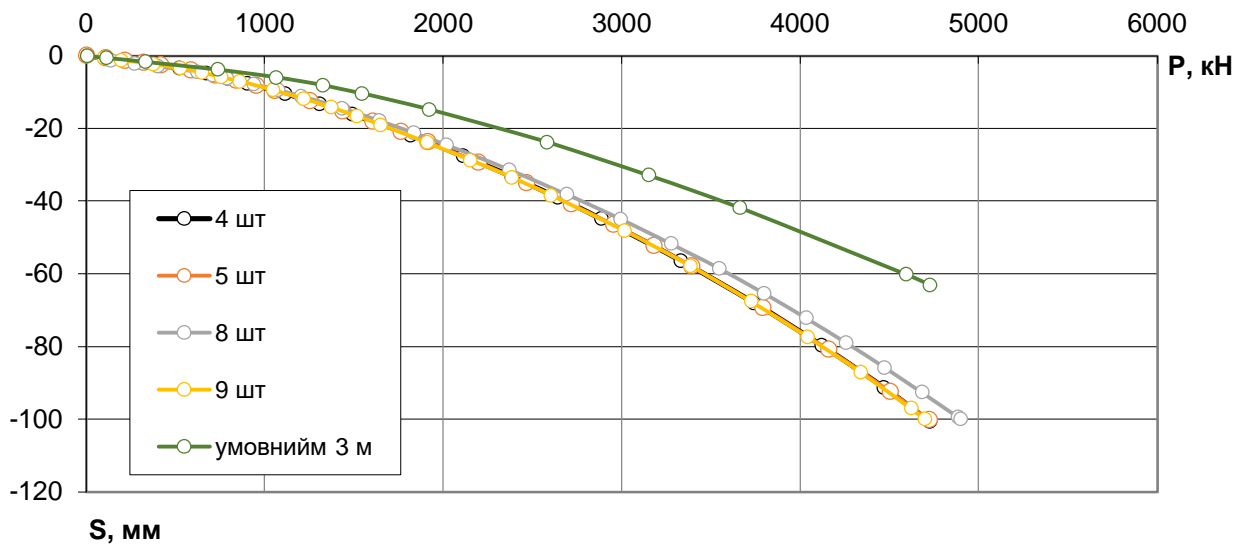


Рисунок 3.7 – Графіки залежності навантаження – осідання для палів довжиною 3 м (ґрунт пісок)

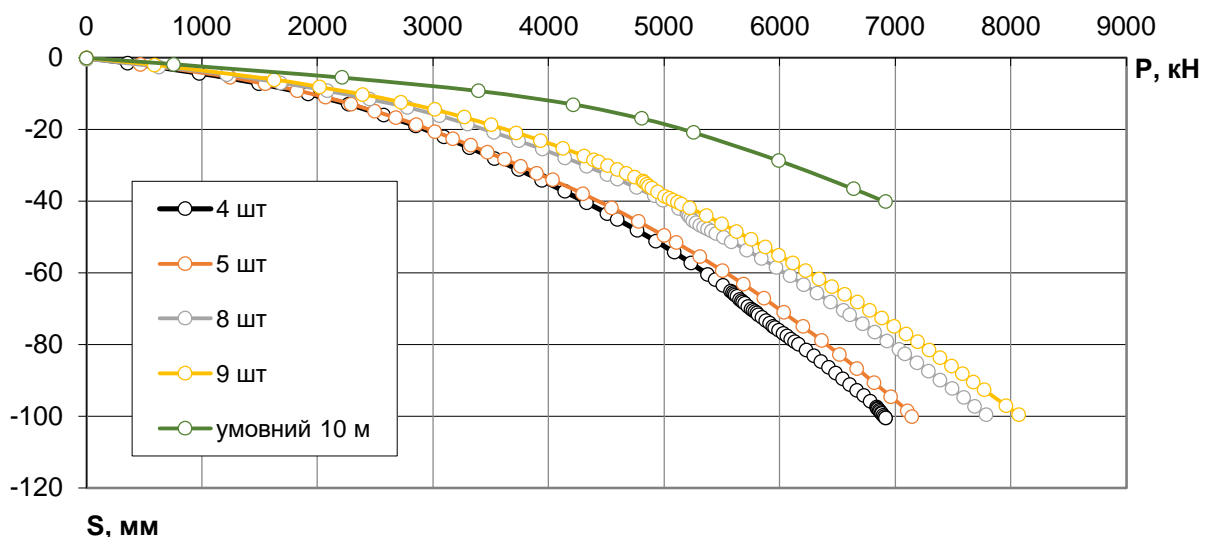


Рисунок 3.8 – Графіки залежності навантаження – осідання для палів довжиною 10 м (ґрунт пісок)

З рисунків видно, що для коротких палів зменшення кількості палів в групі не призводить до суттєвої втрати несучої здатності, тоді як для довгих палів такі втрати є значними. Заміна куца з коротких палів умовним ґрунто-паливим масивом

призвела до незначного збільшення несучої здатності групи, для довгих паль поведінка умовного фундаменту суттєво відрізняється від поведінки пального фундаменту, оскільки в роботу втягується ґрунтовий масив нижче нижніх кінців паль.

На рис. 3.9 представлені графіки залежності осідання-навантаження для одиночних паль довжиною 3 м та 10 м в піщаних ґрунтових умовах.

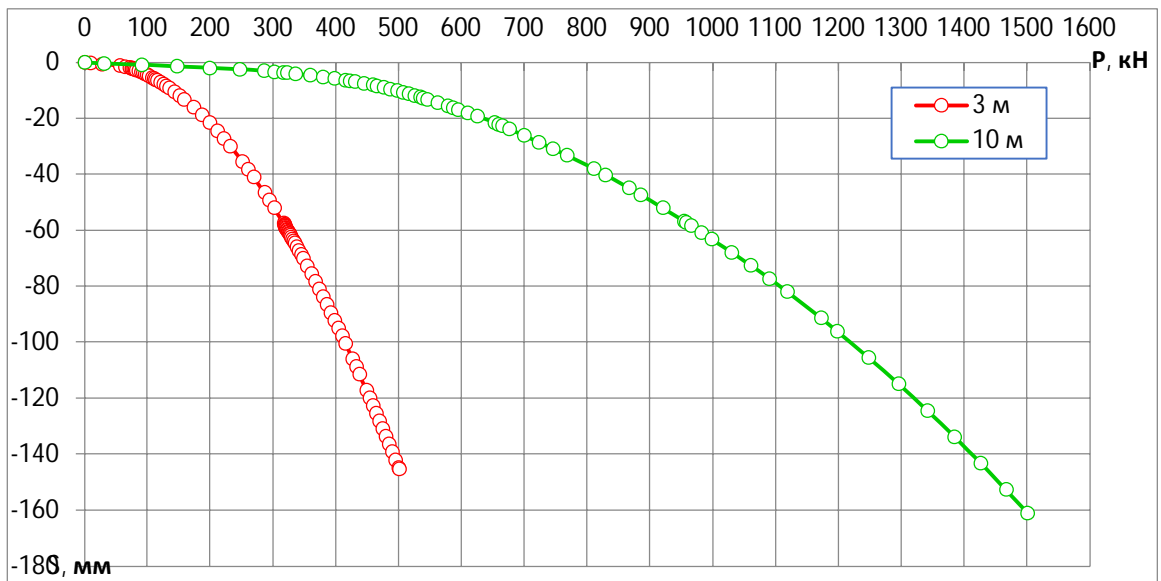


Рисунок 3.9 – Графік залежності осідання – навантаження для одиночних паль різної довжини в піщаному ґрунті

На рис. 3.10 представлений графік залежності осідання-навантаження для ростверку, як фундаменту мілкового закладання в піщаному ґрунті.

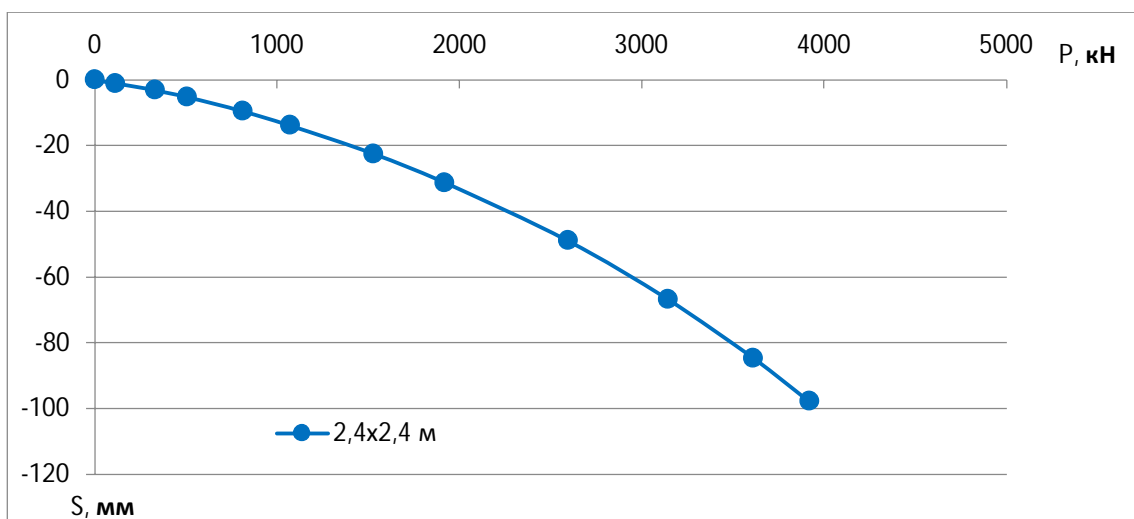


Рисунок 3.10 – Графік залежності осідання – навантаження для ростверку в піщаному ґрунті

Для більш детального аналізу була визначена несуча здатність груп паль за результатами моделювання в Plaxis при осіданні 100 мм. Також було визначено навантаження, що сприймається ростверком у складі пального фундаменту. Для порівняння наведені значення сумарної несучої здатності паль як одиночних, несучої здатності ростверку як фундаменту мілкого закладання розмірами 2,4x2,4 м при такому ж осіданні. Результати моделювання наведено в табл. 3.2. В останньому стовпчику несуча здатність куща представлена як сума несучих здатностей окремих його елементів.

Таблиця 3.2 – Порівняння роботи пального фундаменту з плитою ростверку 2.4x2.4 м з роботою його окремих елементів при осіданні куща $s = 100,0$ мм

Довжина паль, мм	Кількість паль в кущі, шт	При роботі у складі фундаменту					При роботі кожного з елементів як окремого			
		Осереднене навантаження на палю фундаменту, кН	Сума зусиль в палях куща, кН	Навантаження, що сприймається ростверком, кН	Навантаження на кущ, кН	Частка ростверку, %	Несуча здатність одиночної палі, кН	Сума зусиль в палях, кН	Навантаження, що сприймається плитою ростверку без паль, кН	Навантаження на кущ, як сума окремих елементів кН
3 м	4	744,75	2979	1744	4723	37	415	1660	4000	5660
	5	589,4	2947	1776	4723	38		2075		6070
	8	508,75	4070	826	4896	17		3320		7320
	9	447,22	4025	669	4694	14		3735		7735
10 м	4	978,0	3912	3000	6912	43	1220	4880	4000	8880
	5	875,8	4379	2763	7142	39		6100		10100
	8	704,75	5638	2224	7862	28		9760		13760
	9	683,33	6150	1914	8064	24		10980		14980

Аналіз результатів показує, що в випадку застосування коротких паль можна з метою економії матеріалів зменшити кількість паль в групі при збереженні розмірів ростверку з незначною втратою несучої здатності. Але перетворення пального фундаменту на умовний з метою визначення несучої здатності доречно лише при кроці паль 3d, тобто при доволі частому їх розташуванні. Для довгих паль навіть при частому кроці паль умовний фундамент працює краще, ніж паливий.

На рис. 3.11 та 3.12 наведені графіки залежності несучої здатності паль та ростверку від кількості паль в групі.

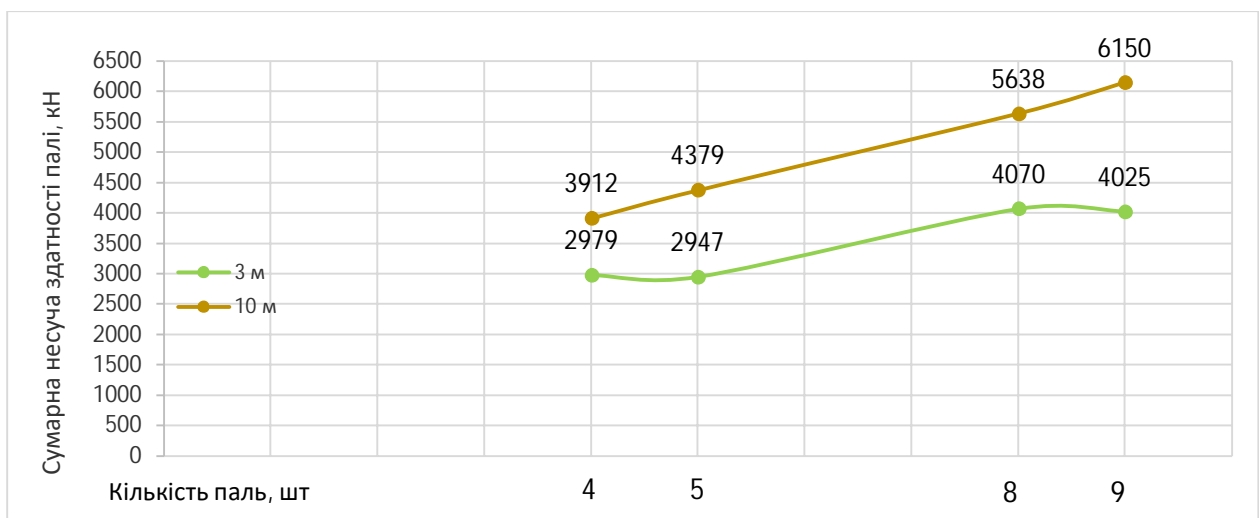


Рисунок 3.11 – Графік залежності сумарної несучої здатності паль у складі фундаменту від кількості і довжини паль для піщаного ґрунту

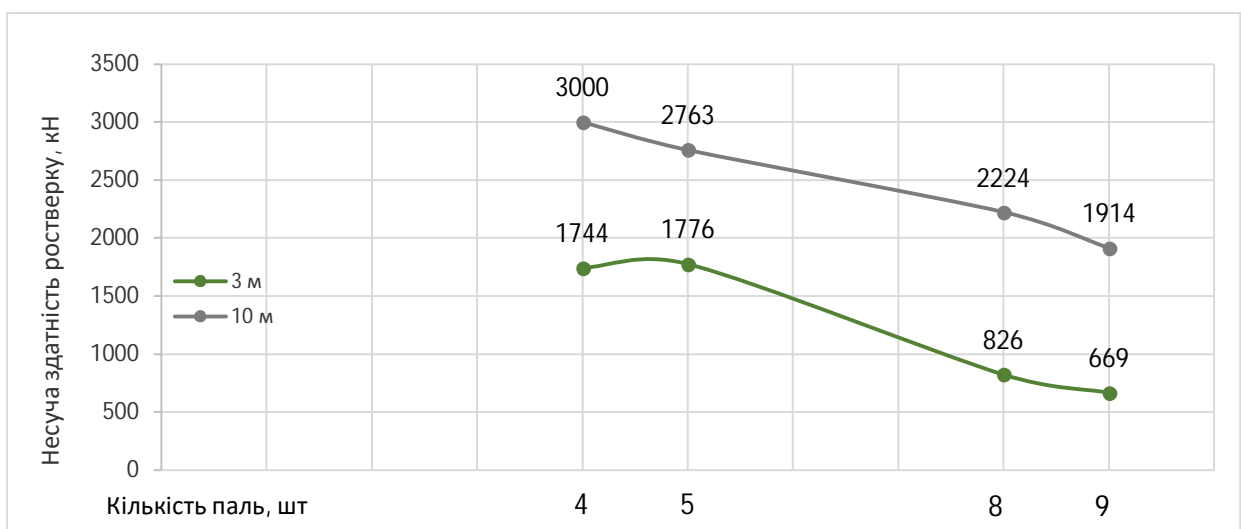


Рисунок 3.12 – Графік залежності несучої здатності ростверку від кількості та довжини паль для піщаного ґрунту

З графіків 3.11 та 3.12 спостерігаємо, що сумарна несуча здатність паль у складі групи зростає при збільшенні кількості паль, але непропорційно збільшенню кількості, а несуча здатність ростверку, навпаки, зменшується.

У табл. 3.3 та на рис. 3.13-3.15 наведені результати обробки параметрів математичного моделювання в піщаному ґрунті.

Таблиця 3.3 – Ступінь реалізації несучої здатності паль та тиску під ростверком пальового фундаменту у піщаному ґрунті

Кількість паль	L = 3 м		L = 10 м	
	для палі	для ростверку	для палі	для ростверку
4	1,8	0,43	0,8	0,75
5	1,4	0,44	0,7	0,7
8	1,2	0,21	0,6	0,56
9	1,1	0,17	0,56	0,48

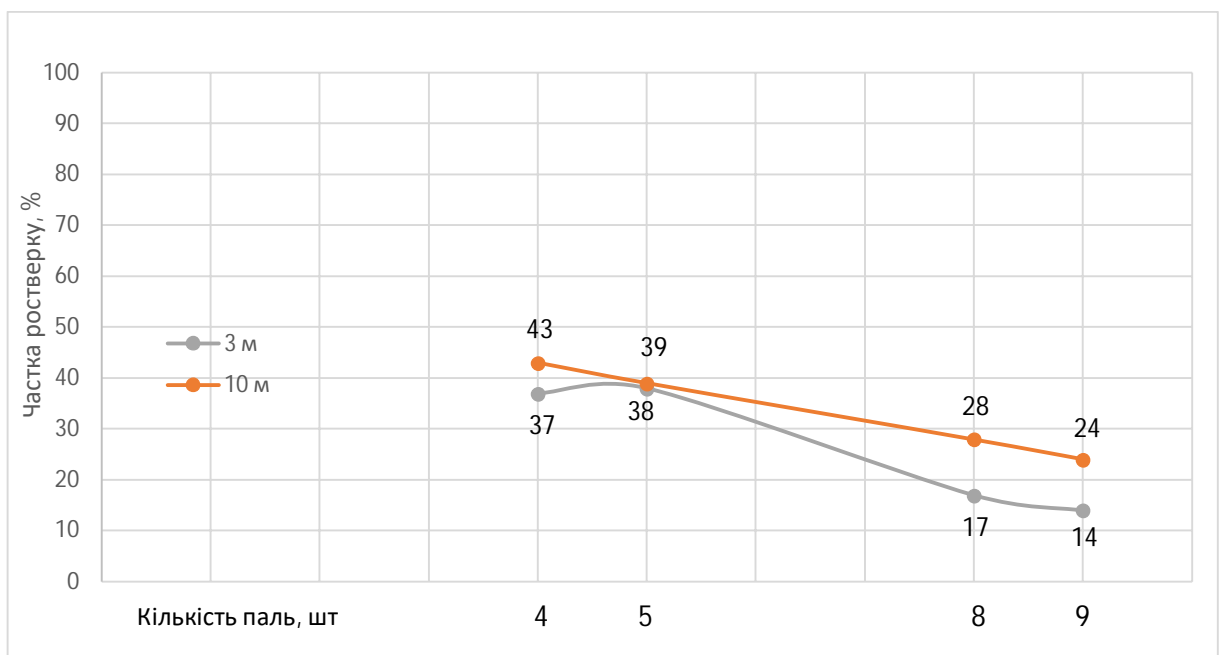


Рисунок 3.13 – Графік залежності частки ростверку у навантаженні на пальовий фундамент від довжини та кількості паль для піщаного ґрунту

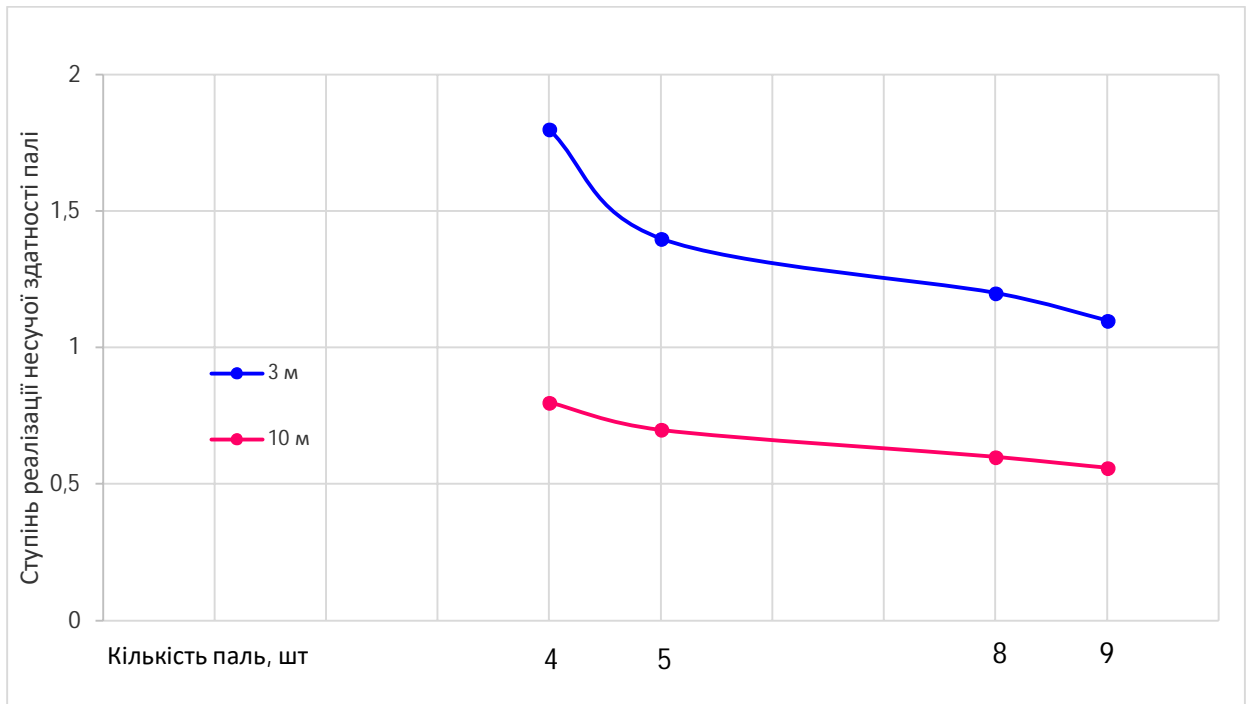


Рисунок 3.14 - Залежність ступеня реалізації несучої здатності палей у складі пального фундаменту від кількості і довжини палей для піщаного ґрунту

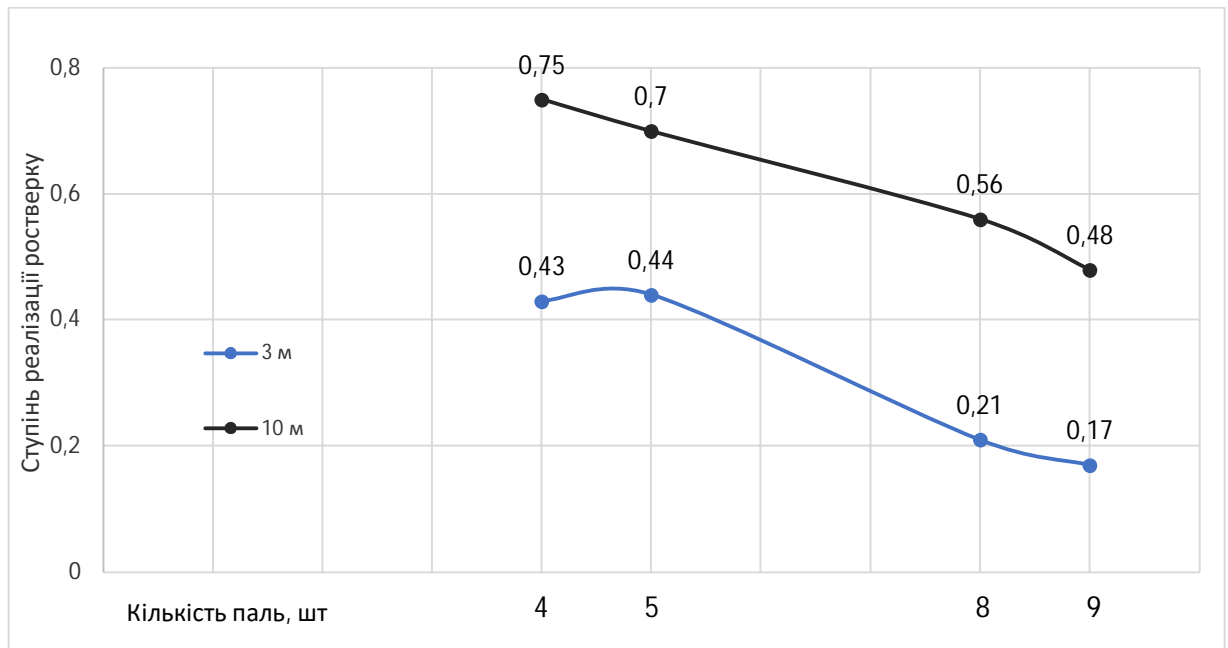


Рисунок 3.15 – Залежність ступеня реалізації тиску під подошвою ростверку у складі стовпчастого пального фундаменту від кількості і довжини палей для піщаного ґрунту

Як бачимо частка ростверку у несучій здатності фундаменту зменшується із збільшенням кількості паль. Довжина паль впливає на частку ростверку несуттєво. При малій кількості паль частка ростверку практично не залежить від їх довжини.

Маючи тиск під подошвою ростверку в групі і несучу здатність ростверку як фундаменту мілкового закладання, а також несучу здатність одиночної палі і середнє навантаження на палю в групі, можна проаналізувати ступінь реалізації несучої здатності окремих елементів пального фундаменту.

З табл. 3.3 та з рис. 3.14 та 3.15 бачимо залежність ступеня реалізації несучої здатності ростверку і паль у складі пального фундаменту.

Із зменшенням кількості паль у групі краще реалізують себе як палі, так і ростверк. Ступінь реалізації тиску під ростверком знаходиться в межах 0,2-0,8, а от ступінь реалізації несучої здатності паль суттєво відрізняється для коротких і довгих паль. Довгі палі у складі куща або реалізуються не повністю при кількості паль 9 шт. (крок 3d), або їх несуча здатність в групі наближається до несучої здатності одиночної палі. Для коротких паль ступінь реалізації несучої здатності палі перевищує одиницю. Отже, короткі палі працюють у кущі краще, ніж одиночні і тим краще, чим менше їхня кількість (і відповідно більша відстань між ними).

3.3 Результати математичного моделювання роботи стовпчастого пального фундаменту в глинистому ґрунті

На рис. 3.16 та 3.17 зображені мозаїки вертикальних деформацій ґрунту при навантаженні пального фундаменту розмірами 2,4 м x 2,4 м у глинистому ґрунті.

З рис. 3.16 та 3.17 спостерігаємо, що напруження при кроці паль 3d розподіляється по всій довжині паль, включаючи в роботу між пальною простір, але при довгих палях навантаження передається на глибоко розташовані шари ґрунту.

На рис. 3.18 та 3.19 представлені мозаїки вертикальних деформацій ґрунту при навантаженні умовного фундаменту, довжина паль 3 м та 10 м відповідно.

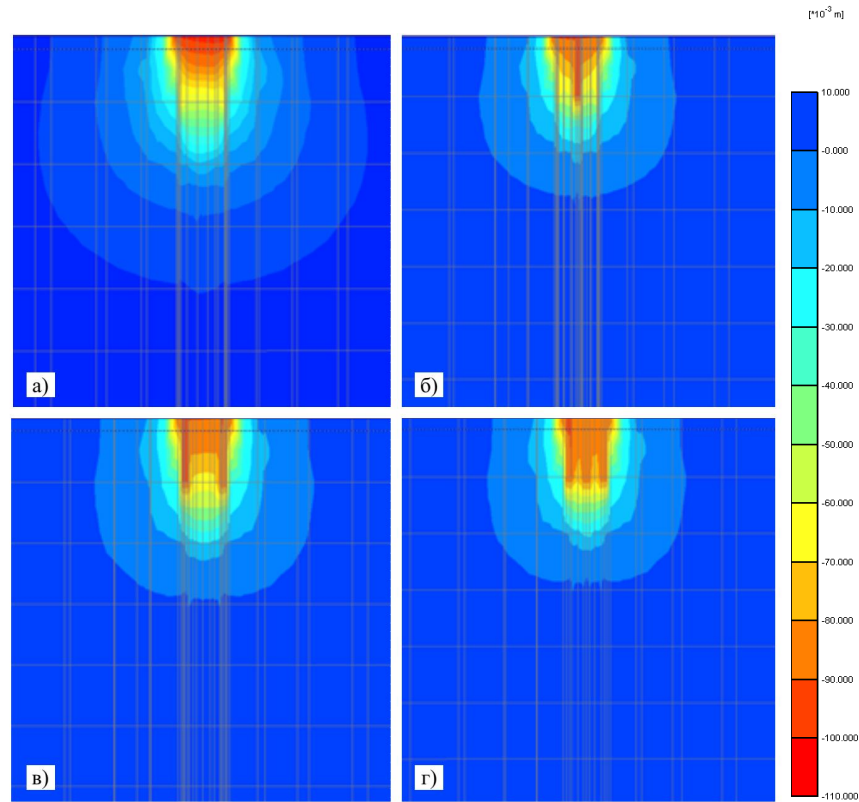


Рисунок 3.16 – Мозаїка вертикальних деформацій глинистого ґрунту при навантаженні пальового фундаменту з розмірами ростверку 2,4 м x 2,4 м; довжина паль 3 м; кількість паль: а) 4 шт; б) 5 шт; в) 8 шт; г) 9 шт.

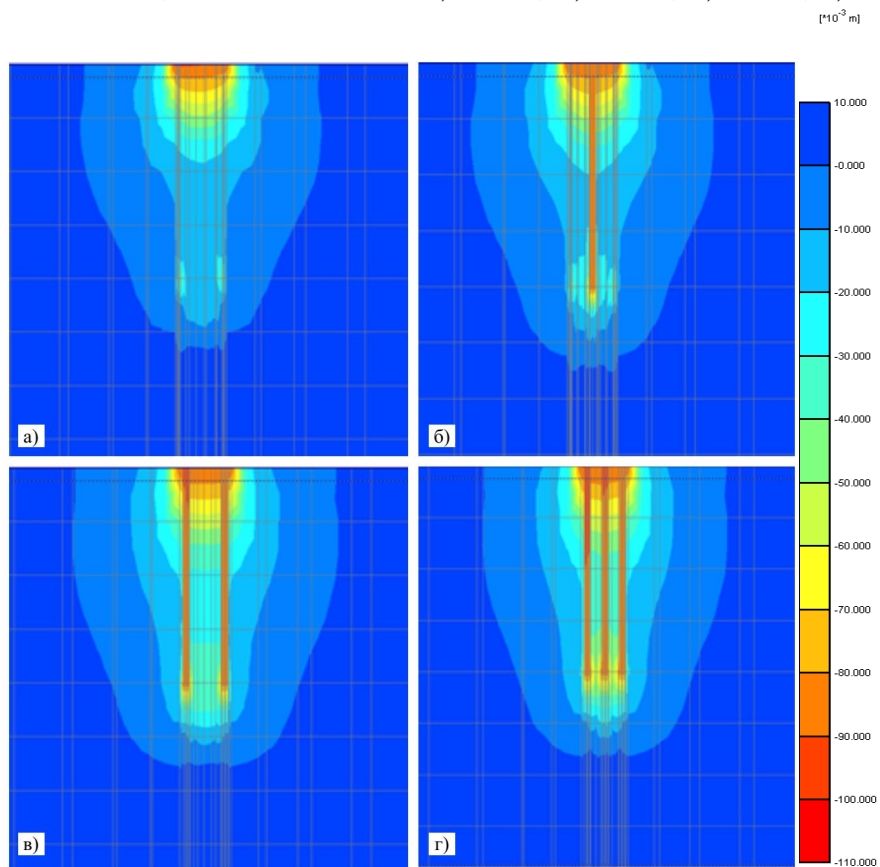


Рисунок 3.17 – Мозаїка вертикальних деформацій глинистого ґрунту при навантаженні пальового фундаменту з розмірами ростверку 2,4 м x 2,4 м; довжина паль 10 м; кількість паль: а) 4 шт; б) 5 шт; в) 8 шт; г) 9 шт.

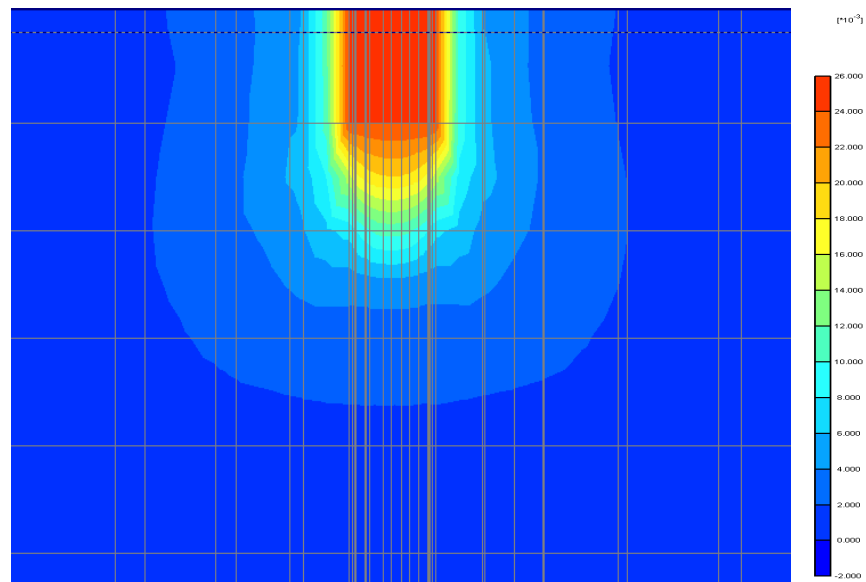


Рисунок 3.18 – Мозаїка вертикальних деформацій глинистого ґрунту при навантаженні умовного фундаменту при довжині паль 3 м;

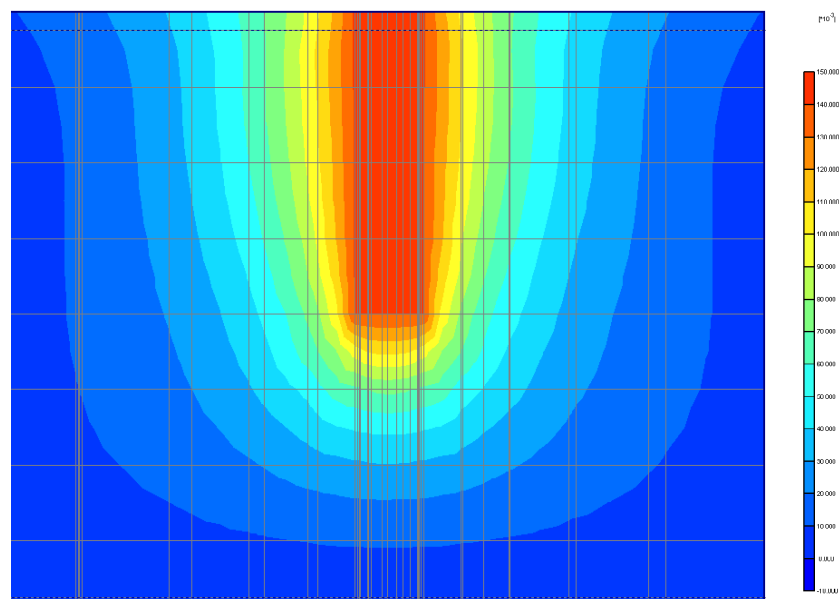


Рисунок 3.19 – Мозаїка вертикальних деформацій глинистого ґрунту при навантаженні умовного фундаменту при довжині паль 10 м;

При моделюванні умовного фундаменту зона підвищених деформацій розповсюджується на більшу глибину, ніж при моделюванні пального фундаменту.

На рис. 3.20 та 3.21 представлені результати графіків залежності осідання-навантаження, визначених математичним моделюванням для дослідних паливих

фундаментів. Також на графіках наведена крива, що відображає умовний фундамент.

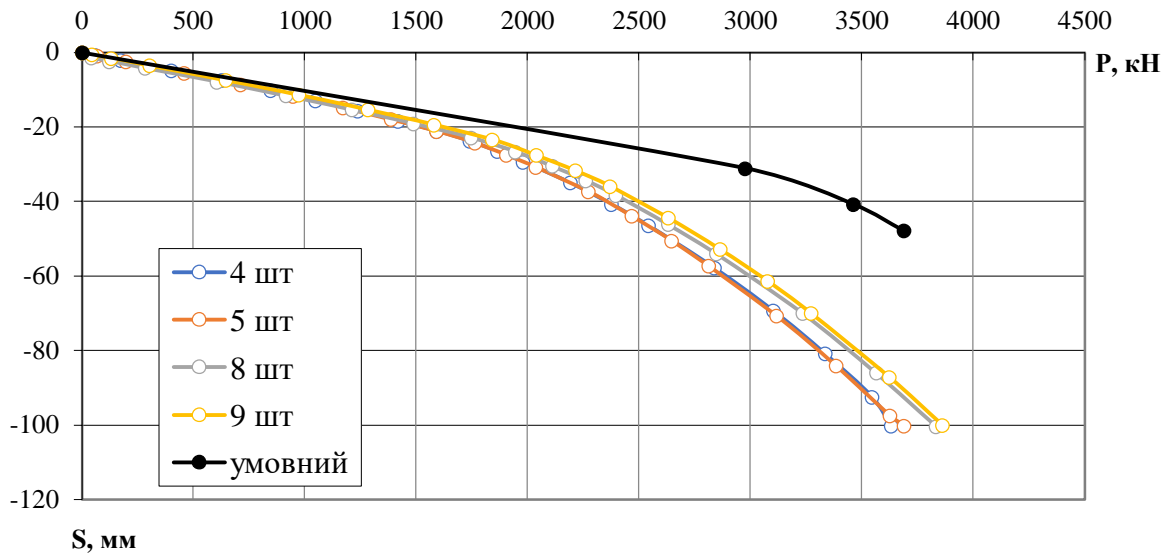


Рисунок 3.20 – Графіки залежності навантаження – осідання для паль довжиною 3 м (грунт суглинок)

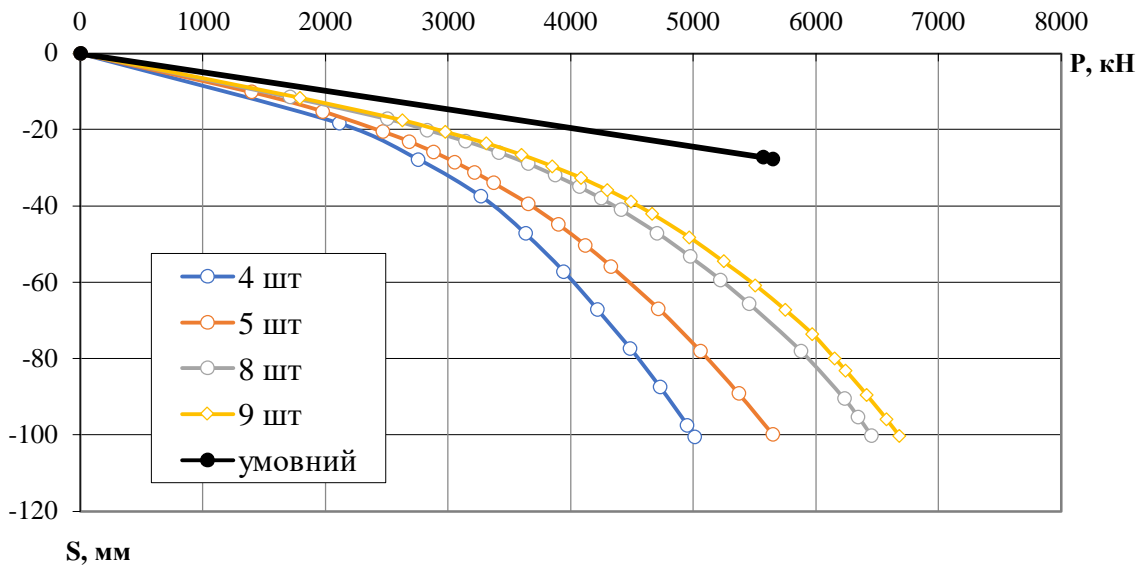


Рисунок 3.21 – Графіки залежності навантаження – осідання для паль довжиною 10 м (грунт суглинок)

З рисунків видно, що для коротких паль зменшення кількості паль в групі не призводить до суттєвої втрати несучої здатності, тоді як для довгих паль такі втрати є значними. Схожа залежність спостерігалась у варіанті з піщаним ґрунтовим масивом.

На рис. 3.22 представлені графіки залежності осідання-навантаження для одиночних паль довжиною 3 м та 10 м в глинистих ґрунтових умовах.

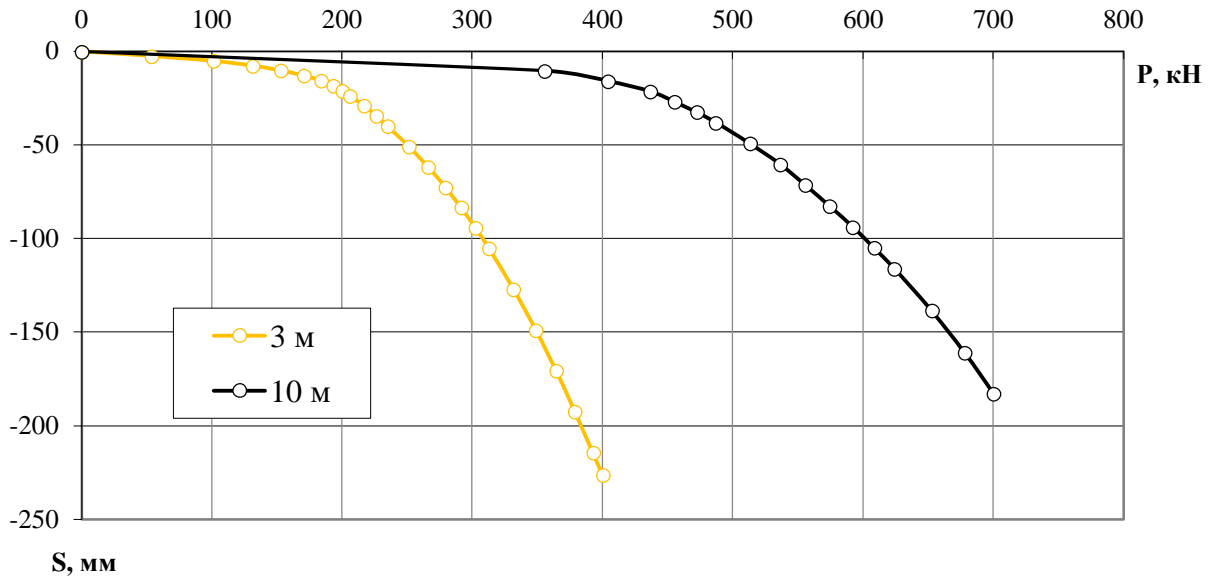


Рисунок 3.22 – Графік залежності осідання – навантаження для одиночних паль різної довжини в глинистому ґрунті

На рис. 3.23 представлений графік залежності осідання-навантаження для ростверку, як фундаменту мілкого закладання в глинистому ґрунті.

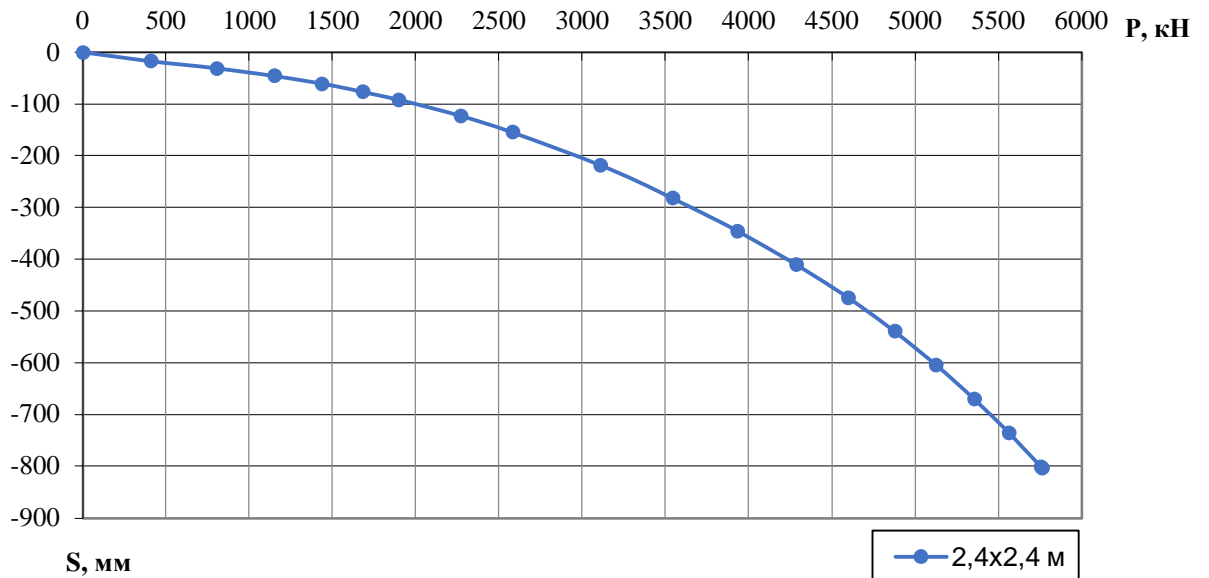


Рисунок 3.23 – Графік залежності осідання – навантаження для ростверку в глинистому ґрунті

Для більш детального аналізу була визначена несуча здатність груп паль за результатами моделювання в Plaxis при осіданні 100 мм. Також було визначено навантаження, що сприймається ростверком у складі пального фундаменту. Для порівняння наведені значення сумарної несучої здатності паль як одиночних, несучої здатності ростверку як фундаменту мілкого закладання розмірами 2,4x2,4 м при такому ж осіданні. Результати моделювання наведено в табл. 3.4. В останньому стовпчику несуча здатність куща представлена як сума несучих здатностей окремих його елементів.

Таблиця 3.4 – Порівняння роботи пального фундаменту з плитою ростверку 2.4x2.4 м з роботою його окремих елементів при осіданні куща $s = 100,0$ мм

Довжина паль, мм	Кількість паль в кущі, шт	При роботі у складі фундаменту					При роботі кожного з елементів як окремого			
		Осереднене навантаження на палю фундаменту, кН	Сума зусиль в палях куща, кН	Навантаження, що сприймається ростверком, кН	Навантаження на кущ, кН	Частка ростверку, %	Несуча здатність одиночної палі, кН	Сума зусиль в палях, кН	Навантаження, що сприймається плитою ростверку без паль, кН	Навантаження на кущ, як сума окремих елементів кН
3 м	4	665,5	2662	967	3629	27	310	1240	2000	3240
	5	511,0	2555	1131	3686	31		1550		3550
	8	418,8	3351	479	3830	13		2480		4480
	9	392,7	3534	325	3859	8		2790		4790
10 м	4	826,25	3305	1706	5011	34	600	2400	2000	4400
	5	791,6	3958	1687	5645	30		3000		5000
	8	624,6	4997	1454	6451	23		4800		6800
	9	595,2	5357	1325	6682	20		5400		7400

На рис. 3.24 та 3.25 наведені графіки залежності несучої здатності паль та ростверку від кількості паль в групі.

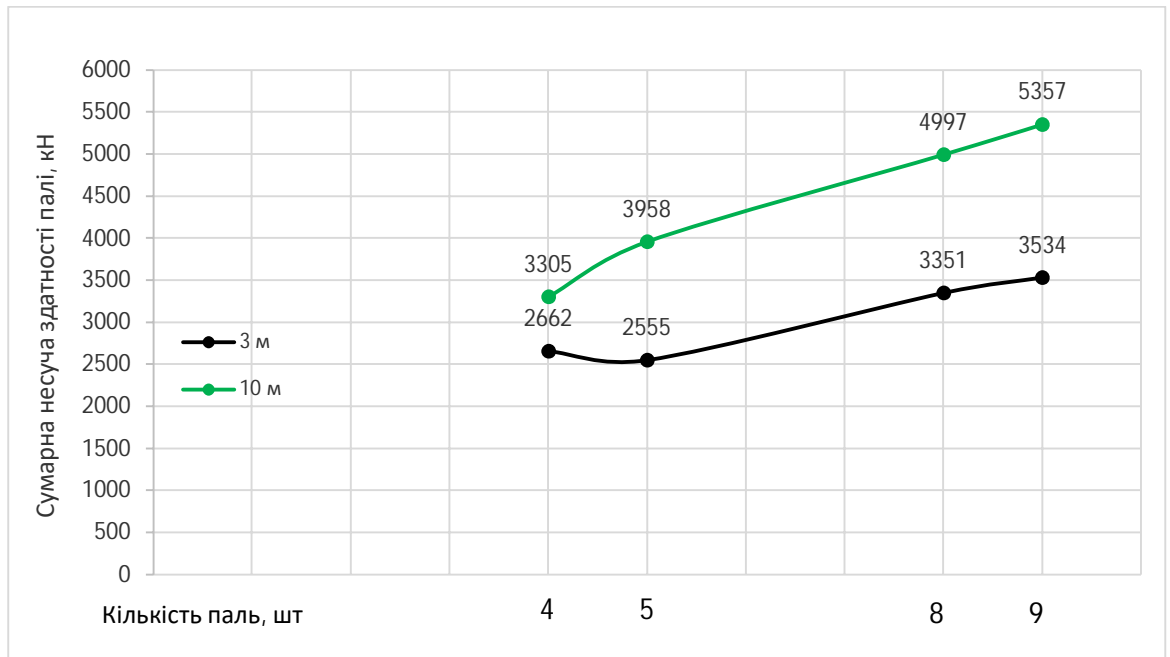


Рисунок 3.24 – Графік залежності сумарної несучої здатності паль у складі фундаменту від кількості і довжини паль для глинистого ґрунту

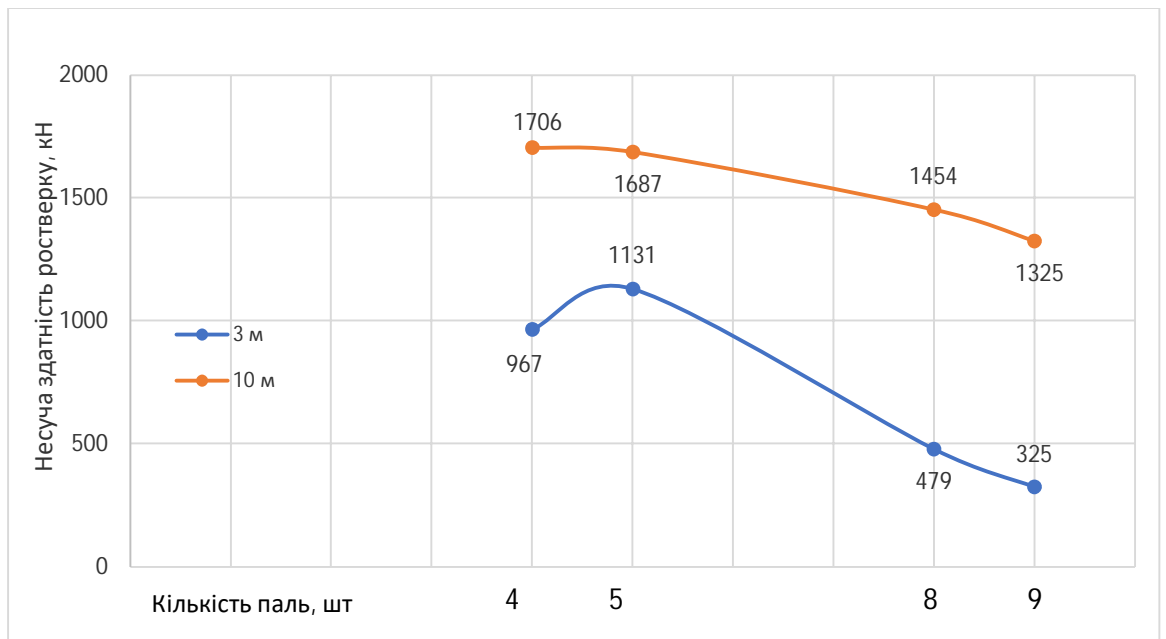


Рисунок 3.25 – Графік залежності несучої здатності ростверку від кількості та довжини паль для глинистого ґрунту

З графіків 3.24 та 3.25 спостерігаємо, що сумарна несуча здатність паль у складі групи зростає при збільшенні кількості паль, але непропорційно збільшенню кількості. Несуча здатність ростверку зменшується.

У табл. 3.5 та на рис. 3.26-3.28 наведені результати обробки параметрів математичного моделювання в глинистому ґрунті.

Таблиця 3.5 – Ступінь реалізації несучої здатності паль та тиску під ростверком пального фундаменту у глинистому ґрунті

Кількість паль	L = 3 м		L = 10 м	
	для палі	для ростверку	для палі	для ростверку
4	2,15	0,48	1,38	0,85
5	1,65	0,57	1,32	0,84
8	1,35	0,24	1,04	0,73
9	1,27	0,16	1,0	0,66

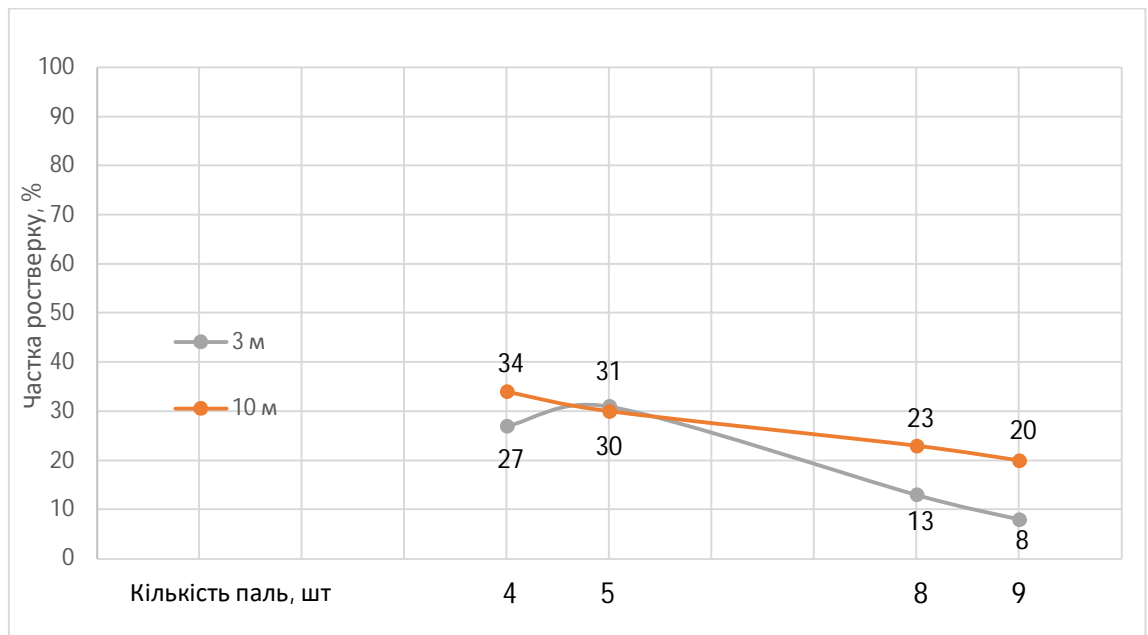


Рисунок 3.26 – Графік залежності частки ростверку у навантаженні на паливий фундамент від довжини та кількості паль для глинистого ґрунту

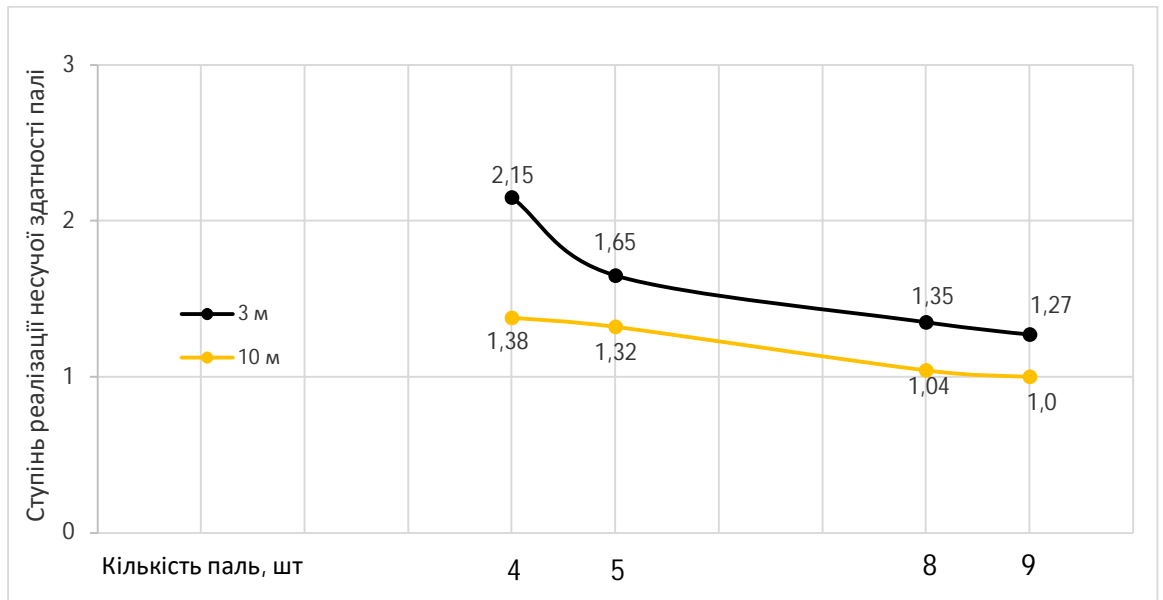


Рисунок 3.27 - Залежність ступеня реалізації несучої здатності паль у складі пального фундаменту від кількості і довжини паль для глинистого ґрунту

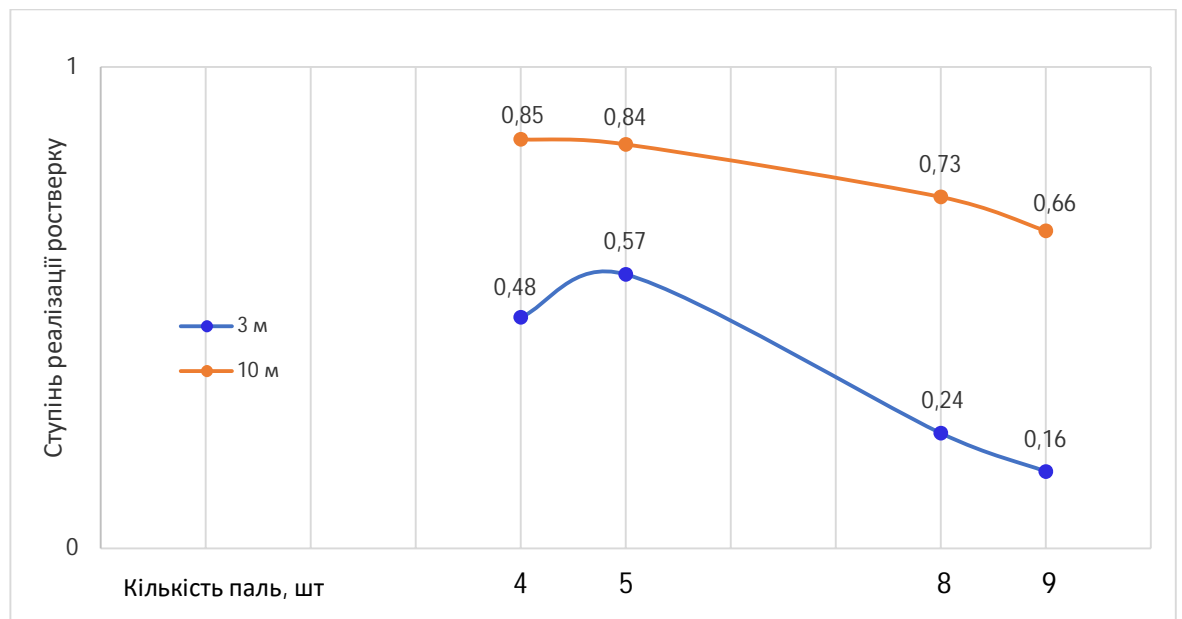


Рисунок 3.28 – Залежність ступеня реалізації тиску під подошвою ростверку у складі стовпчастого пального фундаменту від кількості і довжини паль для глинистого ґрунту

Як бачимо частка ростверку у несучій здатності фундаменту зменшується із збільшенням кількості паль. Довжина паль впливає на частку ростверку несуттєво. При малій кількості паль частка ростверку практично не залежить від їх довжини.

Маючи тиск під подошвою ростверку в групі і несучу здатність ростверку як фундаменту мілкового закладання, а також несучу здатність одиночної палі і середнє навантаження на палю в групі, можна проаналізувати ступінь реалізації несучої здатності окремих елементів пального фундаменту.

З табл. 3.5 та з рис. 3.27 та 3.28 бачимо залежність ступеня реалізації несучої здатності ростверку і палі у складі пального фундаменту.

Із зменшенням кількості палі у групі краще реалізують себе як палі, так і ростверк. Ступінь реалізації тиску під ростверком знаходиться в межах 0,2-0,9, а от ступінь реалізації несучої здатності палі суттєво відрізняється для коротких і довгих палі. Довгі палі у складі куща або реалізуються не повністю при кількості палі 9 шт. (крок 3d), або їх несуча здатність в групі наближається до несучої здатності одиночної палі. Для коротких палі ступінь реалізації несучої здатності палі перевищує одиницю. Короткі палі із кроком бd мають ступінь реалізації 2,15. Отже, короткі палі працюють у кущі краще, ніж одиночні і тим краще, чим менше їхня кількість (і відповідно більша відстань між ними).

З побудованих графіків 3.7, 3.8 (піщаний ґрунт) та 3.20, 3.21 (глинистий ґрунт) спостерігаємо, що втрати несучої здатності для коротких палі не значні, тоді як для довгих палі втрати є значними, у піщаному більш чим у глинистому ґрунті.

Із рис. 3.13 та 3.26 бачимо, що частка ростверку у навантаженні на паливий фундамент, що залежить від довжини та кількості палі для піщаного і глинистого ґрунту відповідно зберегла деяку залежність. Вона зменшується зі збільшенням кількості палі. Довжина палі на частку ростверку впливає не суттєво. Також помітно, що частка ростверку у піщаному ґрунті дещо більша чим у глинистому.

Палі у групі та ростверк в глинистому ґрунті реалізували себе краще чим у піщаному це видно із рис. 3.14, 3.15 (піщаний ґрунт) та 3.27, 3.28 (глинистий ґрунт).

Висновки за розділом 3

1. Короткі та довгі палі у складі куща в глинистому ґрунті працюють більш ефективно, ніж в піщаному.

2. Короткі палі у складі куща в глинистому ґрунті працюють більш ефективно, ніж довгі. Для коротких паль ступінь реалізації несучої здатності перевищує одиницю і знаходиться в межах 1,27-2,15, для довгих паль відповідний показник 1,0-1,38, збільшуючись по мірі зменшення кількості паль у групі.

3. У випадку застосування коротких паль можна з метою економії матеріалів зменшити кількість паль в групі при збереженні розмірів ростверку з незначною втратою несучої здатності. Але перетворення пальового фундаменту на умовний з метою визначення несучої здатності коректно лише при кроці паль 3d, тобто при доволі частому їх розташуванні. Для довгих паль навіть при частому кроці паль умовний фундамент працює краще, ніж пальовий.

4. Частка роботи ростверку у складі пальового фундаменту збільшується із зменшенням кількості паль і відповідно зі збільшенням відстані між ними, ця частка суттєво не залежить від довжини паль.

5. Із зменшенням кількості паль у групі краще реалізують себе як палі, так і ростверк. Ступінь реалізації тиску під ростверком знаходиться в межах 0,2-0,5, а ступінь реалізації несучої здатності паль суттєво відрізняється для коротких і довгих паль. Довгі палі у складі куща або реалізуються не повністю при кількості паль 8-9 шт. (крок 3d), або їх несуча здатність в групі наближається до несучої здатності одиночної палі.

6. Визначати несучу здатність пальового фундаменту як суму несучих здатностей паль та плити некоректно, це призводить до завищення несучої здатності групи.

7. Результати визначення несучої здатності паль у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation доцільно використовувати у проектній практиці для корегування значень, визначених теоретичним шляхом за рекомендаціями норм [6].

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Район будівництва

Даний центр універсального призначення проектується у місті Умань по вулиці Паризької комуни. Місто знаходиться у першій температурній зоні. Клімат помірно-континентальний. Середня температура січня $-6...-7$ °С, липня $+18,0...+20,1$ °С. Опадів 550—570 мм, переважно в теплий період року. Глибина сезонного промерзання ґрунтів досягає 1,0 м.

4.1.2 Генеральний план

Генеральний план - частина проекту з комплексним вирішенням питань планування та благоустрою об'єкта будівництва, розміщення будівель, споруд, транспортних комунікацій, інженерних мереж, організацій і систем господарського та побутового обслуговування [39].

4.1.3 Опис генерального плану

Рельєф місцевості рівнинний, крок горизонталей становить 0,5 м в межах від 222,00 до 223,50 м. Виконана широтна орієнтація відносно сторін горизонту. Також розташування будівлі на ділянці зумовлено урахуванням рози вітрів та світло-добових чинників. При розміщенні проектованого будинку протипожежні та санітарно-гігієнічні розриви витримано згідно з нормами, що відповідає протипожежним і санітарним нормам.

4.1.3.1 Вертикальна прив'язка будівлі

Величину вертикальної прив'язки було пораховано проектною організацією та надано разом із завданням.

Величина чорних відміток дорівнює:

$$N_{\text{чор. 1}}=223.24 \text{ м};$$

$$H_{\text{чор.1}} = 223.11 \text{ м};$$

$$H_{\text{чор.2}} = 222.63 \text{ м};$$

$$H_{\text{чор.3}} = 222.60 \text{ м};$$

Величина червоних відміток:

$$H_{\text{чер}} = H_{\text{чор1}} - i \cdot L \quad (4.1)$$

де $H_{\text{чер}}$ – червона позначка попередньої точки, м;

i – 1% – похил;

L – відстань між точками, м.

$$H_{\text{чер.1}} = 223.11 + 0,5 = 223,61 \text{ (м)}.$$

$$H_{\text{чер.2}} = 223.61 - 0,019 \cdot 51,4 = 222,63 \text{ (м)}.$$

$$H_{\text{чер.3}} = 223.61 - 0,024 \cdot 41,8 = 222,61 \text{ (м)}.$$

Відмітку рівня підлоги першого поверху – $H_{\pm 0.000}$ прийнято:

$$H_{\pm 0.000} = H_{\text{чер.max}} + 0,75 \quad (4.2)$$

$$H_{\pm 0.000} = 223,61 + 0,75 = 224,36 \text{ (м)}.$$

Визначаємо висоту цоколя:

$$H_{\text{ц}} = H_{\pm 0.000} - H_{\text{чер}}. \quad (4.3)$$

$$H_{\text{ц.1}} = 224,36 - 223,61 = 0,75 \text{ (м)}.$$

$$H_{\text{ц.2}} = 224,36 - 222,63 = 1,73 \text{ (м)}.$$

$$H_{\text{ц.3}} = 224,36 - 222,61 = 1,75 \text{ (м)}.$$

4.1.3.2 Підрахунок техніко-економічних показників

1) Площа ділянки $P_{\text{д}} = 1840 \text{ м}^2$.

2) Площа забудови $P_{\text{заб}} = 1050 \text{ м}^2$.

3) Процент забудови $P_{\text{заб}}/P_{\text{д}} \times 100\% = 57\%$.

4) Площа зайнята проїздами $P_{\text{пр}} = 323 \text{ м}^2$.

5) Площа тротуарів та пішохідних доріжок $P_{\text{р}} = 308 \text{ м}^2$.

6) Процент твердого покриття $P_{\text{пок}} = 16,7\%$.

7) Площа озеленення $P_{\text{оз}} = 467 \text{ м}^2$.

8) Процент озеленення $P_{\text{оз}}/P_{\text{д}} \times 100 = 25\%$.

4.1.4 Об'ємно-планувальні рішення

Будівля має складну форму в плані.

Проектом передбачено:

- висота поверху — 4,20 м;
- висота усієї будівлі — 21,14 м;
- розміри в осях — 33,3м (А-Ж) і 35,5 м (1-8).

Центр призначений для тимчасового перебування людей. На підвальному поверсі розміщено паркінг. На першому поверсі розміщено торговий зал, конторську, гардеробна, умивальні та інші; на другому та третьому поверхах розміщено ігрові зони. Кожен поверх обладнаний окремими гардеробними та санвузлами. Зв'язок між приміщеннями здійснюється через коридори. Вентиляція приміщень природна, здійснюється за допомогою вікон та вентиляційних каналів. Вікна забезпечують необхідну освітленість приміщень у світлий час доби.

Площі всіх приміщень приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Експлікація приміщень

№	Назва приміщень	Площа, м ²
Приміщення підвального поверху		
1	Паркінг	708.77
2	Рампа	82.16
3	Тепловий пункт	11,49
4	Насосна	11,33
Приміщення першого поверху		
1	Тамбур 1	59.0
2	Приміщення охорони	7,28
3	Торговий зал	482,71
4	Складське приміщ.1	51,71
5	Конторська	9,15
6	Приймальня товару	23,03
7	Тамбур - шлюз	6,08
8	Тари	7,37

Продовження таблиці 4.1

9	Складське приміщення 2	32,44
10	Тамбур 2	2,82
11	Інвентарна	1,34
12	Прим. для прийому їжі	9,62
13	Гардеробна	0,76
14	Вбиральня	0,94
15	Умивальня	1,46
16	Душова	3,27
17	Електрощитова	10,08
18	Сміттезбірник	9,06
19	Приміщення охорони	4,53
20	Коридор	3,23
	Приміщення другого поверху	
1	Зона відпочинку	59,68
2	Коридор	23,15
3	Боулінг	223,9
4	Каса	6,67
5	Більярдна зала	411,00
6	Лоджія1	5,05
7	Лоджія2	4,37
8	Технічне приміщення	19,70
9	Коридор	24,33
10	Складське приміщення	3,6
11	Вбиральня 3 шт	0,94
12	Умивальня	2,24
13	Гардеробна	2,85
14	Душова	1,51
15	Прим. для прийому їжі	8,23
16	Приймальня	4,91
17	Кабінет директора магазину	18,3
	Приміщення третього поверху	

Продовження таблиці 4.1

1	Прийом речей	5.50
2	Адміністратор	14.68
3	Зала ігрманії	489,48
4	Складське приміщення	7,87
5	Приміщення персоналу	18,54
6	Офіс	8.91
7	Коридор	22,55
8	Бухгалтер магазину	32,93
9	Вбиральня для інвалідів	7,11
10	Вбиральня чоловіча	3.24
11	Вбиральня жіноча	3,24

4.1.5 Техніко-економічні показники будівлі

- 1) Робоча площа: $P_p = 900,13 \text{ (м}^2\text{)}$.
- 2) Корисна площа: $P_k = 827,11 \text{ (м}^2\text{)}$.
- 3) Ступінь економічності: $K_1 = P_p / P_k = 900,13 / 827,11 = 1,88$.
- 4) Будівельний об'єм: $V = 12,8 * 1050 = 13440 \text{ (м}^3\text{)}$.
- 5) Об'ємний коефіцієнт: $K_2 = V / P_p = 13440 / 900,1 = 14,93$.

4.1.6 Конструктивні рішення

Підземна частина будівлі запроектована з підвалом. Фундаменти – стовпчастого типу та стрічкові, запроектовані із моноліту. Цоколь оздоблений природним каменем. По всьому периметру будівлі виконується вимощення.

Зовнішні стіни будинку виконані з цегли та газоблоків. Товщина зовнішніх несучих стін складає 380 мм та 300 мм. Для забезпечення паркування автомобілів в приміщенні підвального поверху внутрішні стіни замінені залізобетонними монолітними колонами. Внутрішні несучі стіни першого поверху спираються на монолітні залізобетонні ригелі, влаштовані по колонах. Цегляні перегородки мають товщину 120 мм. Ззовні стіни утеплюються мінераловатними плитами та оздоблюються декоративною штукатуркою товщиною 10 мм. Конструкція

зовнішніх стін задовольняє всі необхідні теплотехнічні вимоги.

Перекриття будівлі запроектоване з монолітних залізобетонних ребристих плит. Перекриття забезпечують звуко- та теплоізоляцію, вони також відповідають вимогам жорсткості і міцності на згин. Перекриття передає навантаження на несучі стіни і колони, надає будинку стійкості та жорсткості.

Розміри вікон забезпечують достатню освітленість і провітрювання приміщення. Віконні коробки виконані з металопластику. Двері служать для зв'язку між ізольованими приміщеннями і для входу в центр. Двері в будівлі запроектовані дерев'яні (внутрішні), металеві та металопластикові (зовнішні).

Підлога в будівлі проектується: з керамічної плитки та мозаїчного бетону.

Конструкція покриття суміщена. По периметру даху зроблено парапет. Атмосферні опади відводяться через воронки внутрішнього водостоку. Кількість воронок прийнята із розрахунку одна воронка на – 300 м² площі покрівлі.

Сходи призначені для сполучення між приміщеннями, розташованими на різних поверхах. Сходи розташовані в сходовій клітині і запроектовані монолітними. Сходи мають перила висотою 900 мм. Ширина сходинок рівна 300 мм, висота 150 мм.

4.1.7 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Згідно карти температурних зон України м. Умань відноситься до І температурної зони [40]. Нормоване значення опору теплопередачі для даної зони, визначається становить $R^H=3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Загальний термічний опір теплопередачі зовнішньої стіни сходової клітини визначають за формулою :

$$R^{\text{заг}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + \dots + R_4 + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (4.4)$$

де $\alpha_{\text{зовн}}$ – коефіцієнт теплосасвоєння, що визначає зміну температури матеріалу при його розташуванні в конструкції, при гармонійній зміні температури зовнішнього середовища з періодом 24 год і дорівнює $\alpha_{\text{зовн}} = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$ [40];

$\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі, що визначає кількість теплоти, яка приймається чи віддається одиницею площі конструкції за одиницю часу при різниці температури середовища і температури поверхні конструкції в 1°C ,
 $\alpha_{\text{вн}} = 8,7 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{К}$ [40];

R_1, R_2, R_3, R_4 – термічний опір кожного шару огорожувальної конструкції.

У таблиці 4.2 наведено необхідні дані для розрахунку товщини утеплювача. Визначаємо значення термічного опору для утеплювача:

$$R_{\text{ут}} = R_{\text{н}} - \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}}, \quad (4.5)$$

де $\delta_1, \delta_2, \delta_4$ – товщини шарів конструкції, м;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_4$ – теплопровідність шарів конструкції, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ [41].

$$R_{\text{ут}} = 3,3 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,01}{0,1} - \frac{0,38}{0,81} - \frac{0,01}{0,93} - \frac{1}{23} = 2,68 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Таблиця 4.2 – Конструкція зовнішньої стіни

Найменування конструктивного шару	Товщина, м	Коефіцієнт теплопровідності, $\lambda_p, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ [41]
Декоративна штукатурка	0,01	1,0
Мінеральна вата	X	0,053
Цегляна кладка	0,38	0,81
Штукатурка	0,01	0,93

Визначаємо товщину утеплювача:

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} \times \lambda_{\text{ут}} = 2,68 \times 0,053 = 0,14 \text{ (м)}$$

Тобто за розрахунком визначено, що необхідно прийняти 150 мм утеплювача.

Отже товщину утеплювача приймаємо 150 мм і товщина стіни відповідно складатиме 550 мм.

Знаходимо фактичний опір теплопередачі стіни.

$$R_{\text{н}} = 3,3 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}} \quad \text{і} \quad R_{\text{ф}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,1} + \frac{0,15}{0,053} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,6 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

- умова виконується.

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі для даної конструкції стіни:

$$k = 1/R_{\text{ф}} , \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К}) \quad (4.6)$$

$$k = 1/3,6 = 0,28 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К}).$$

4.1.8 Специфікація металопластикових та столярних виробів

Специфікація металопластикових та столярних виробів наведена у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Специфікація металопластикових та столярних виробів

№ з\п	Назва виробів	Марка по проекту	Марка по ГОСТ, серія	Кількість виробів	Розміри, (мм)		Площа одного виробу (м ²)	Загальна площа (м ²)
					Ширина	Висота		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 поверх								
1	Віконні заповнення	ВК-1	ОС 20.15	5	1964	1473	2.89	14,45
		ВК-2	ОС 6.26	3	564	2573	1.45	4,35
		ВК-8	ОС 8.32.5	17	764	3223	2.46	41.82
		ВК-9	ОС 5,5.21	5	424	2073	0,87	4,35
		ВК10	ОС19,5.20	1	1824	1973	3,59	3,59
		ВК11	ОС 8.30	4	764	2973	2,27	9,08
		ВК12	ОС14.5.10. 5	1	1324	1033	1,36	1,36

Продовження таблиці 4.3

		ВК13	ОС19,5.11	1	1934	1073	2,07	2,07
		ВК14	ОС 15.21	2	1464	2073	3,03	6,06
		ВК15	ОС 6.37,5	2	564	3733	2,11	4,22
		ВК16	ОС 6.15	8	564	1473	0,83	6,64
			Всього:					97,99
2 поверх								
2	Віконні заповнення	ВК-1	ОС 20.15	5	1964	1473	2.89	14,45
		ВК-2	ОС 6.26	3	564	2573	1.45	4,35
		ВК-3	ОС 8.42	28	764	4173	3,18 8	87,3
		ВК-6	ОС 8.39	8	764	3873	2,95	23,6
		ВК-7	ОС 6.45	1	564	4473	2,52	2,52
		ВК15	ОС 6.37,5	3	564	3733	2,10	6,3
		ВК16	ОС 6.15	9	564	1473	0,83	7,47
			Всього:					145,99
3 поверх								
3	Віконні заповнення	ВК-2	ОС 6.26	3	564	2573	1.45	4,35
		ВК-3	ОС 8.42	28	764	4173	3,18 8	87,3
		ВК-4	ОС 7,5.22	18	724	2173	1,57	28,26
		ВК-5	ОС 8.42	8	764	4173	3,18	25,44
		ВК-6	ОС 8.39	8	764	3873	2,95	23,6
			Всього:					168,95
Підвальний поверх								
4	Дверні заповнення	Д-7	ДУ 13,5.20	2	1320	1971	2,6	5,2

Продовження таблиці 4.3

		Д-10	ДУ 9,1.21,1	1	880	2081	1,83	1,83
		Д-11	Д 9,1.21,1	2	880	2081	1,83	3,66
			Всього:					10,69
Перший поверх								
	Дверні заповнення	Д-1	Д 18.24	2	1770	2371	4,2	8,4
		Д-2	Д 18,1.24,1	2	1780	2481	4,41	8,82
		Д-3	ДГ 17,1.24	4	1680	2371	3,98	15,92
		Д-4	ДГ 17,1.24	1	1680	2371	3,98	3,98
		Д-5	ДУ 17,1.24	4	1680	2371	3,98	15,92
		Д-6	ДУ 18,1.25	1	1770	2471	4,37	4,37
		Д-8	ДУ 13,5.21,1	1	1320	2081	2,74	2,74
		Д-9	ДГ 9.1.21.1	3	880	2081	1,83	5,49
		Д-10	ДУ 9,1.21,1	5	880	2081	1,83	9,15
		Д-11	Д 9,1.21,1	1	880	2081	1,83	1,83
		Д-12	ДГ 8,1.21,1	1	780	2081	1,62	1,62
		Д-13	ДГ8,1.21,1	6	780	2081	1,62	9,72
		Д-17	ДГ 9,1.23,1	1	880	2381	2,09	2,09
			Всього:					90,05
Другий поверх								
	Дверні заповнення	Д-1	Д 18.24	2	1770	2371	4,2	8,4
		Д-3	ДГ 17,1.24	3	1680	2371	3,98	11,94
		Д-9	ДГ 9.1.21.1	3	880	2081	1,83	5,49
		Д-10	ДУ 9,1.21,1	5	880	2081	1,83	9,15
		Д-12	ДГ 8,1.21,1	1	780	2081	1,62	1,62
		Д-13	ДГ8,1.21,1	7	780	2081	1,62	11,34

Продовження таблиці 4.3

		Д-15	ДГ 8,1.21,1	2	780	2081	1,62	3,24
			Всього:					51,18
	Дверні заповнення	Д-1	Д 18.24	3	1770	2371	4,2	12,6
		Д-3	ДГ 17,1.24	3	1680	2371	3,98	11,94
		Д-9	ДГ9.1.21.1	5	880	2081	1,83	9,15
		Д-10	ДУ9,1.21,1	2	880	2081	1,83	3,66
		Д-12	ДГ8,1.21,1	2	780	2081	1,62	3,24
		Д-13	ДГ8,1.21,1	5	780	2081	1,62	8,1
		Д-14	ДГ 10,1.20	2	980	1971	1,93	3,86
		Д-16	ДГ 9,1.21	5	880	2071	1,82	9,1
			Всього:					61,65

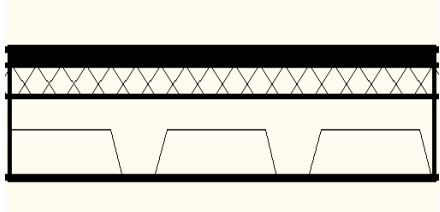

4.1.9 Експлікація підлог

Експлікація підлог наведена у таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – Експлікація підлог

Найменування приміщень	Схема підлоги	Елементи підлоги	Площа (м ²)
1	2	3	4
Кімната боулінгу		<p>Ламінат – 5 Підкладка - 2 Цем. стяжка – 30 Гідроізоляційна плівка Теплоізоляція - 100 Пароізоляційна плівка Цем. стяжка – 15 З/б плита - 50</p>	223,9

Продовження таблиці 4.4

Звичайні приміщення		Керам. плитка на клею – 10 Цем. стяжка – 20 Гідроізоляційна плівка Теплоізоляція - 100 Пароізоляційна плівка Цем. стяжка – 15 З/Б плити - 50	827,11
Паркінг		Бетонна підготовка - 200 Піщана підготовка 50 Ущільнений ґрунт	800

Конструкція підлоги прийнята в приміщеннях – керамічна плитка, в санвузлах і ваннах також, в окремих приміщеннях – ламінат. На сходовій клітці і парокінку – мозаїчний бетон.

4.1.10 Зовнішнє та внутрішнє опорядження стін будівлі

Опорядження зовнішньої поверхні стіни – акрилова декоративна фасадна штукатурка . Огорожа балконів – бетонна. Опорядження цоколя – облицювання декоративним каменем.

На всю висоту внутрішніх стін виконано штукатурення та пофарбування водоемульсійними фарбами світлих тонів стійких до зносу. Внутрішня поверхня стін – опоряджена штукатуркою, в санвузлах, та допоміжних приміщеннях виконано облицювання стін плиткою на висоту приміщення.

4.1.11 Інженерне обладнання

Електропостачання здійснюється від загальної електромережі. Прокладання електропроводки в запроектованій будівлі здійснюється перед оштукатурюванням внутрішніх стін та перегородок і кріпиться за допомогою спеціальних кріпильних

елементів до конструкцій будівлі. При необхідності проводиться свердління отворів під електропровід в стінах та перекриттях.

Проектом передбачено силове електропостачання, електроосвітлення, сигналізація загазованості, врахування витрат тепла, заземлення металевих корпусів електроустаткування, протипожежні заходи пов'язані з електротехнічною частиною.

Проектом передбачені необхідні види освітлення – робоче, аварійне, аварійно – евакуаційне, чергове, місцеве (220В) та ремонтне (36В) в електрощитовому та водомірному вузлі.

Системою освітлення передбачено:

- використання системи освітлення, яка найбільш відповідає наявним умовам
- зорової роботи;
- вибір оптимальних за нормативами освітлювальних приладів;
- рівномірне розподілення навантаження між фазами. Вентиляція будівлі

запроектвана припливно-витяжною з природним збудженням. В приміщеннях санвузлів витяжка здійснюється через електричні вентилятори. Приплив в приміщення свіжого повітря неорганізований, через відкриті сусідні приміщення і фрамуги вікон, що відкриваються.

Приплив повітря в приміщення відбувається природнім шляхом, через канали в стінах та інфільтрацію через зовнішні огорожуючі конструкції. Витяжка з приміщень природна через стінні канали, та штучна, через вентиляційні канали.

Опалення

Джерелом тепlopостачання є проєктовані теплові мережі від тепlopункту. Система опалення приміщень – водяна двотрубна з горизонтальним розведенням на кожному поверсі. Для горизонтального розведення прийняті поліетиленові труби – “PE-RT/AI/PE-HD”. Трубопроводи системи тепlopостачання калориферів і транзитні трубопроводи прийняті сталеві.

Опалювальні прилади приміщень – радіатори “Пресс-500” Н=500 мм.

Теплоносій для опалення – вода з параметрами 95–70°C.

Для автоматичного регулювання передбачені регулюючі клапани RTD–N з термостатичними елементами RTG 3640.

Внутрішня каналізація і водостік

Відвід води здійснюється системою із чавунних і пластмасових труб діаметром 50-100 мм., які відводяться в дворову каналізаційну мережу.

Відведення дощових вод з покрівлі будинку здійснюється системою внутрішніх водоводів із сталевих і пластмасових труб діаметром 100 мм., передбачено в зливну каналізацію.

4.1.12 Протипожежна безпека

Ступінь вогнестійкості будівлі, згідно ДБН В.1.1-7:2016 [42] – I.

Пожежна безпека будівлі здійснюється за допомогою застосування огорожувальних та несучих конструкції з визначеною границею поширення вогню по цим конструкціям, які відповідають першому ступеню вогнестійкості будівлі [42], ширина зовнішніх дверей сходових клітин прийнята не менше ширини маршу, захист електричних мереж від перевантажень автоматичними вимикачами та пристроєм захисного відключення (ПЗВ), застосування кабелів і проводів з ізоляцією, яка не розповсюджує горіння;

Внутрішнє пожежогасіння здійснюється за допомогою переносних вогнегасників та пожежних кранів. Застосування будівельних конструкцій та матеріалів при виконанні будівельно-монтажних робіт виконувати за умов наявності документального підтвердження параметрів їх вогнестійкості, горючості, розповсюдження вогню на поверхні.

4.1.13 Заходи з охорони навколишнього середовища

Проектом передбачені наступні заходи:

1. Форма та розміри ділянки, розпланування, забезпечують найкращі умови для праці та відпочинку населення, раціональне використання землі.;
2. При розробці ґрунту, верхній рослинний шар землі знімається на рекультивацію;
3. Для зниження запиленості повітря передбачене озеленення.

4.2 Основи та фундаменти

4.2.1 Оцінка умов будівництва

Ділянка, яка відведена під будівництво громадської будівлі, розташована в м. Умань, Черкаської області. Рельєф ділянки рівнинний.

Характеристичне снігове навантаження для 4 району 1,44 кПа [43].

Швидкісний напір вітру для 2 району 0,44 кПа [43].

Клас споруди за ступенем відповідальності – СС2 [43].

Глибина сезонного промерзання ґрунту [5, 44].

$$d_{fn} = d_0 \times \sqrt{M_t} = 0,23 \times \sqrt{4,8 + 3,7 + 2,5} = 0,76 \text{ (м)}.$$

Коротка технічна характеристика будівлі

Громадська будівля каркасного типу, розмірами в осях 35,5x33,3 м. Просторова жорсткість будівлі забезпечується завдяки жорсткому з'єднанню в вузлах приєднання плит перекриття до колон. Каркас будівлі монолітний залізобетонний. Переріз несучої колони 0,4x0,4 м.

Проектована будівля триповерхова, висота типового поверху 4,2 м, перекриття та покриття з монолітних плит. Покрівля плоска. Висота будівлі 13,4 м.

Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчику

За даними інженерно-геологічних вишукувань встановлюємо типи ґрунтів і визначаємо їх кількісні характеристики у відповідності до ДСТУ Б.В.2.1-2-96 [45] і ДБН В.2.1- 10-2009 [5].

Інженерно-геологічна будова майданчику показана на розрізі рис. 4.1 Ґрунтові води залягають на глибині 9,0 м. У таблиці 4.5 представлені фізико-механічні характеристики ґрунтів.

Таблиця 4.5 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів

№	Найменування ґрунтів	Потужність шару, м	Питома вага	Вологість	Питома вага частинок ґрунту	Коефіцієнт пористості	Ступінь вологості	Вологість на межі текучості	Вологість на межі пластичності	Число пластичності	Показник текучості	Питоме зчеплення	Кут внутрішнього тертя	Модуль деформації	Коефіцієнт Пуассона	Розрахунковий опір ґрунту
			ρ кН/ м ³	w	ρ_s кН/м ³	e	S_r	w_L	w_P	I_P	I_L	c, кПа	j, град.	E, МПа	ν	R_0 , кПа
1	Рослинний шар	0,4-0,6	16,0	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Суглинок перевідкладений тугопластичний	4,8-4,2	17,5	0,2	26,9	0,84	0,64	0,29	0,16	0,13	0,31	18	19	11	0,37	256
3	Пісок серед. крупності, серед. щільності	3,6-4,0	17,2	0,07	26,6	0,65	0,29	-	-	-	-	1	35	30	0,3	400
4	Пісок середньої крупності, середньої щільності, насичений вологою	не обмеж.	19,4	0,2	26,5	0,64	0,82	-	-	-	-	1	35	30	0,29	400
Рівень ґрунтових вод – 9 м																

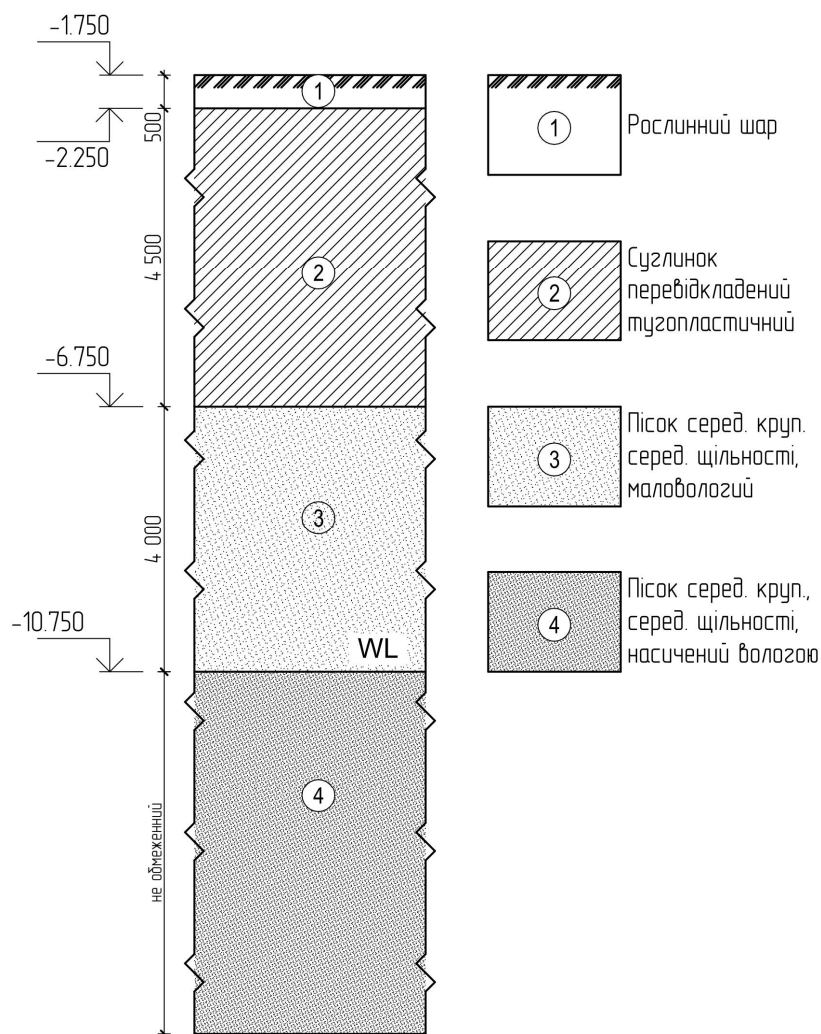


Рисунок 4.1 – Інженерно-геологічний розріз будівельного майданчику

4.2.2 Збір навантажень на фундамент

Збір навантажень виконуємо для фундаментів несучої стіни по осі Б з вантажною площею $A_{\text{вант.}} = 36 \text{ м}^2$. Навантаження збирались на рівні обрізу фундаментів.

Згідно з [43] характеристичне значення снігового навантаження для м. Умань складає 1440 Па.

Снігове навантаження, згідно з [43] на 1 м^2 покриття складає:

$$s_m = g_{fm} s_0 C, \quad (4.7)$$

де $C = m C_e C_{alt}$;

$C_e = 1$, оскільки покрівля утеплена, $C_{alt} = 1$, оскільки висота над рівнем моря $H < 0,5 \text{ км}$;

Коефіцієнт форми покрівлі μ приймаємо за схемою 1 [43, додаток Ж] як для будівель з плоскою покрівлею $\mu = 1$.

Найбільш несприятливим сполученням навантажень для фундаментів буде їх сума з урахуванням коефіцієнтів сполучень.

Результати розрахунків представлені у таблиці 4.6.

Враховуємо також коефіцієнт надійності за призначенням (γ_n).

$$N_e = (\alpha N_i^{\text{пост.}} + 0,9\alpha N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95\alpha N_i^{\text{тим.трив.}}) \times \gamma_n; \quad (4.8)$$

$$N_m = (\alpha N_i^{\text{пост.}} + 0,9\alpha N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95\alpha N_i^{\text{тим.трив.}}) \times \gamma_n. \quad (4.9)$$

Таблиця 4.6 - Навантаження на фундамент колони

Вид навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м	γ_e	Експлуатаційне навантаження, кН/м	γ_m	Граничне навантаження, кН/м
1. Вага колони 19,7·0,4·0,4·25	78,8	1	78,8	1,1	86,68
3. Вага перекриття 1,25·6·6·3	135	1	135	1,1	148,5
4. Вага підлоги 1,37·6·6·3	147,96	1	147,96	1,3	192,34
5. Вага покрівлі 0,95·6·6	34,2	1	34,2	1,3	44,46
6. Вага балки (0,4·0,6·6+0,2·0,4·6·4) ·25·4	336	1	336	1,1	369,6
Σ пост.			731,96		841,58
Змінні 1. Корисне 4·6·6·3	432	1	432	1,3	561,6

Вид навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м	g_e	Експлуатаційне навантаження, кН/м	g_m	Граничне навантаження, кН/м
2. Вага перегородок 1,62·6·6·3	174,96	1	174,96	1,2	209,95
3. Вага снігу 1,44·6·6	51,84	0,49	25,4	1,14	59,09
Σ змінне	658,8		632,36		830,64
Σ повне			1364,29		1672,77

$$N_e = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \sum N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95 \sum N_i^{\text{тим.трив.}}) \gamma_n =$$

$$= (731,96 + 0,9 \cdot 457,4 + 0,95 \cdot 174,96) \cdot 0,975 = 1277,08 \text{ (кН)};$$

$$N_m = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \sum N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95 \sum N_i^{\text{тим.трив.}}) \gamma_n =$$

$$= (841,58 + 0,9 \cdot 620,69 + 0,95 \cdot 209,95) \cdot 1,1 = 1759,86 \text{ (кН)}.$$

4.2.3 Обґрунтування вибору варіанту пальового фундаменту із довгих паль і їх глибини закладання

Оскільки навантаження на фундамент значні, а з поверхні залягає слабкий ґрунт, то обираємо фундамент з забивних призматичних паль з спіранням нижніх кінців на шар ґрунту ІГЕ №4, пісок середньої крупності, середньої щільності, насичений вологою. Глибину закладання ростверка приймаємо 1,3 м від підлоги цокольного поверху.

4.2.4 Розрахунок фундаменту з забивних довгих паль

Вибір марки паль

Виходячи з значної величини навантаження і можливості занурення нижніх кінців паль у щільний дрібний пісок приймаємо забивні палі С10-30. Положення паль у ґрунті показане на рис. 4.2.

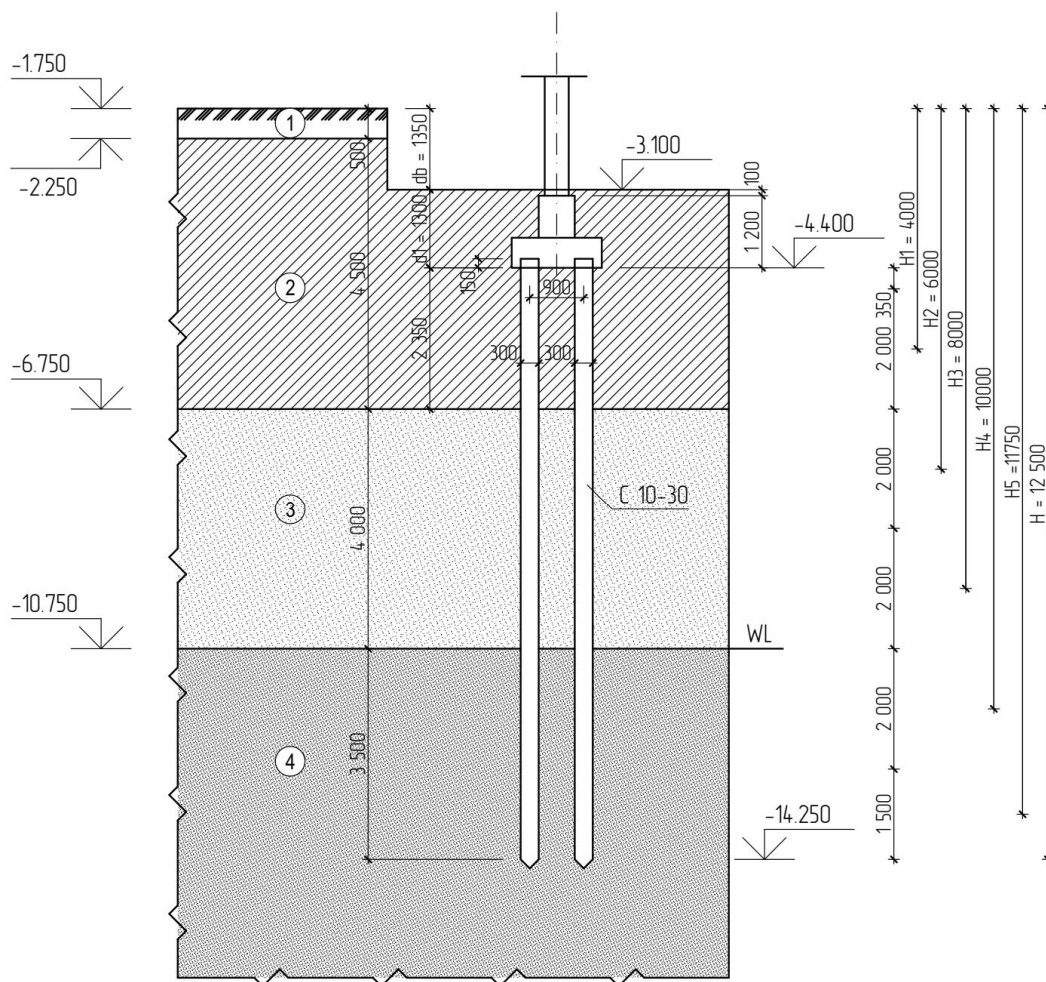


Рисунок 4.2 – Положення довгих забивних висячих паль у ґрунті

Визначення несучої здатності паль і розміщення їх у ростверка

Розрахункове навантаження на палю.

$$N \leq F_d / \gamma_k, \quad (4.10)$$

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cd} R \times A + U \sum \gamma_{cf} f_i h_i), \quad (4.11)$$

Ґрунтові умови майданчика забудови представлені такими нашаруваннями (рис. 4.1, 4.2):

рослинний шар, 0,5 (м), $\gamma_I = 16$ (кН/м³);

суглинок перевідкладений тугопластичний, 4,5 (м), $\gamma_I = 17,5$ (кН/м³); $c_I = 18/1,5 = 12$ (кПа), $\varphi_I = 19/1,15 = 16,5^\circ$;

пісок середньої крупності, середньої щільності, маловологий, 4,0 м, $\gamma_I = 17,2$ (кН/м³); $c_I = 1/1,5 = 0,7$ (кПа), $\varphi_I = 35/1,1 = 31,8^\circ$;

пісок середньої крупності, середньої щільності, насичений водою, $\gamma_I = 19,4$ (кН/м³); $c_I = 1/1,5 = 0,7$ (кПа), $\varphi_I = 35/1,1 = 31,8^\circ$;

рівень ґрунтових вод – 9 м.

Коефіцієнти умов роботи для забивних паль, згідно з [5].

$\gamma_c=1$, $\gamma_{CR}=1,1$; $\gamma_{Cf}=1$ (в межах щільного піску $\gamma_{Cf}=1,3$).

Розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі R знаходимо за табл. Н.2.1 [5].

$R=4340$ кПа.

Визначимо розрахунковий опір ґрунту по бічній поверхні палі, розділивши ґрунтову товщу на шари потужністю не більше 2 м. Розрахунок опору по бічній поверхні представлений у таблиці 4.7.

Розрахунковий опір і-го шару ґрунту основи по боковій поверхні палі, що визначається за формулою (4.12), для попередніх розрахунків допускається f_i приймати за табл. Н.2.2 [5], кПа;

$$f_i = \sigma_{zg,i} \frac{v_i}{1-v_i} \operatorname{tg} \varphi_{1,i} + c_{1,i}, \quad (4.12)$$

де $\sigma_{zg,i}$ - напруження від власної ваги ґрунту в середині і-го шару ґрунтової основи;

v_i - коефіцієнт Пуассона ґрунту в середині і-го шару ґрунтової основи.

Таблиця 4.7 - Розрахунок опору по бічній поверхні забивної палі

H_i , м	h_i , м	Показник текучості	γ_{Cf}	f_{1i} , кПа (за табл. Н.2.2)	$\gamma_{Cf} f_{1i} h_i$, кН/м	$\sigma_{zg,i}$, кПа	v_i	φ_i , °	c_i , кПа	f_{2i} , кПа за формулою (4.12)	$\gamma_{Cf} f_{2i} h_i$, кН/м
4,0	2,0	0,31	1	38	76	69,25	0,37	16,5	12	24,05	48,1
6,0	2,0	Пісок серед. крупності	1	58	116	102,75	0,3	31,8	0,7	28,0	56,0
8,0	2,0	Пісок серед. крупності	1	62	124	134,75	0,3	31,8	0,7	36,51	73,02
10,0	2,0	Пісок серед. крупності	1	65	130	170,15	0,29	31,8	0,7	43,8	87,6
11,75	1,5	Пісок серед. крупності	1	67,5	101,25	204,1	0,29	31,8	0,7	52,4	78,6

$\Sigma=547,25$

$\Sigma=343,32$

$$F_{d1} = 1(1,1 \times 4340 \times 0,3^2 + 1,2 \times 547,25) = 1086,36 \text{ (кН)}.$$

$$F_{d2} = 1(1,1 \times 4340 \times 0,3^2 + 1,2 \times 343,32) = 841,64 \text{ (кН)}.$$

Розрахункове навантаження на палю за формулою (4.10).

$$N_1 = 1086,36 / 1,4 = 776 \text{ (кН)}.$$

$$N_2 = 841,64 / 1,4 = 601,17 \text{ (кН)}.$$

Допустиме навантаження на палю 601,17 кН.

Потрібна кількість палей

$$n = 1759,86 \times 1,1 / 601,17 = 3,2 \text{ (шт)}.$$

Приймаємо 3 палі у куці.

Перевірка навантаження на палі

Законструюємо ростверк і підраховуємо фактичне навантаження на палю з урахуванням ваги ростверка і ґрунту.

Потрібна відстань між палями $3d = 0,9$ м.

Ширина і довжина ростверка 1,5 м, виходячи з кратності 300 мм і забезпечення зв'язів не менше 100 мм. На рис. 4.3 показане розміщення палей у плані.

Виконуємо перевірку розрахункових навантажень на палі.

$$\text{Вага палі } G_{\text{палі}} = 0,3^2 \cdot 9,6 \cdot 25 \cdot 1,1 = 23,8 \text{ (кН)}.$$

$$\text{Вага ростверка } G_p = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 20 \cdot 1,1 = 74,25 \text{ (кН)}.$$

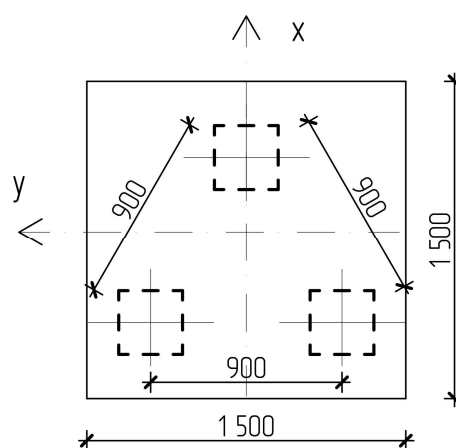


Рисунок 4.3 - Розміщення палей С10-30 в плані

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю, за формулою:

$$N = \frac{N_d + G_p + G_{\text{паль}}}{n} = \frac{1759,86 + 74,25 + 23,8 \times 3}{3} = 635,17 (\text{кН}) > N = 601,17 (\text{кН}).$$

Несуча здатність паль при обраному їх розташуванні не забезпечена.

Приймаємо 4 палі у куці.

Перевірка навантаження на палі

З попередніх міркувань законструюємо ростверк і підрахуємо фактичне навантаження на палю з урахуванням ваги ростверка і ґрунту. На рис. 4.4 показане розміщення паль у плані.

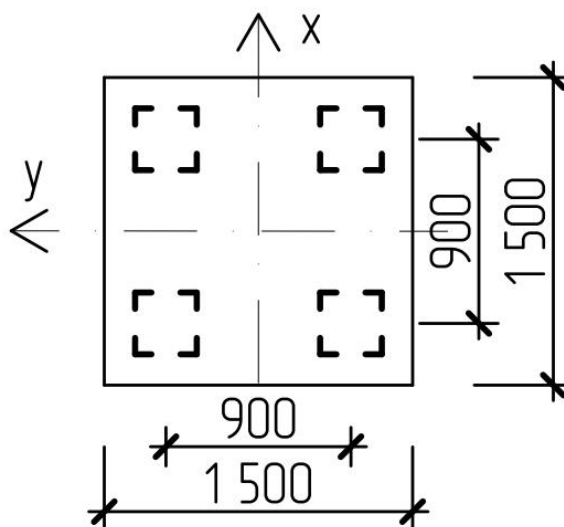


Рисунок 4.4 - Розміщення паль С10-30 в плані

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю, за формулою:

$$N = \frac{N_d + G_p + G_{\text{паль}}}{n} = \frac{1759,86 + 74,25 + 23,8 \times 4}{4} = 482,33 (\text{кН}) < N = 601,17 (\text{кН}).$$

Несуча здатність паль при обраному їх розташуванні забезпечена.

4.2.5 Обґрунтування вибору варіанту пального фундаменту із коротких паль і їх глибини закладання

Для порівняння обираємо фундамент з коротких забивних призматичних паль з спиранням нижніх кінців на шар ґрунту ІГЕ №3, пісок пухкий, маловологий. Глибину закладання ростверка приймаємо 1,3 м від підлоги цокольного поверху.

4.2.6 Розрахунок фундаменту з забивних коротких палей

Вибір марки палей

Занурюємо забивні палі у ІГЕ №3. Виходячи із можливості занурення нижніх кінців палей у пісок середньої крупності, середньої щільності приймаємо забивні палі С3,5-30. Положення палей у ґрунті показано на рис. 4.5.

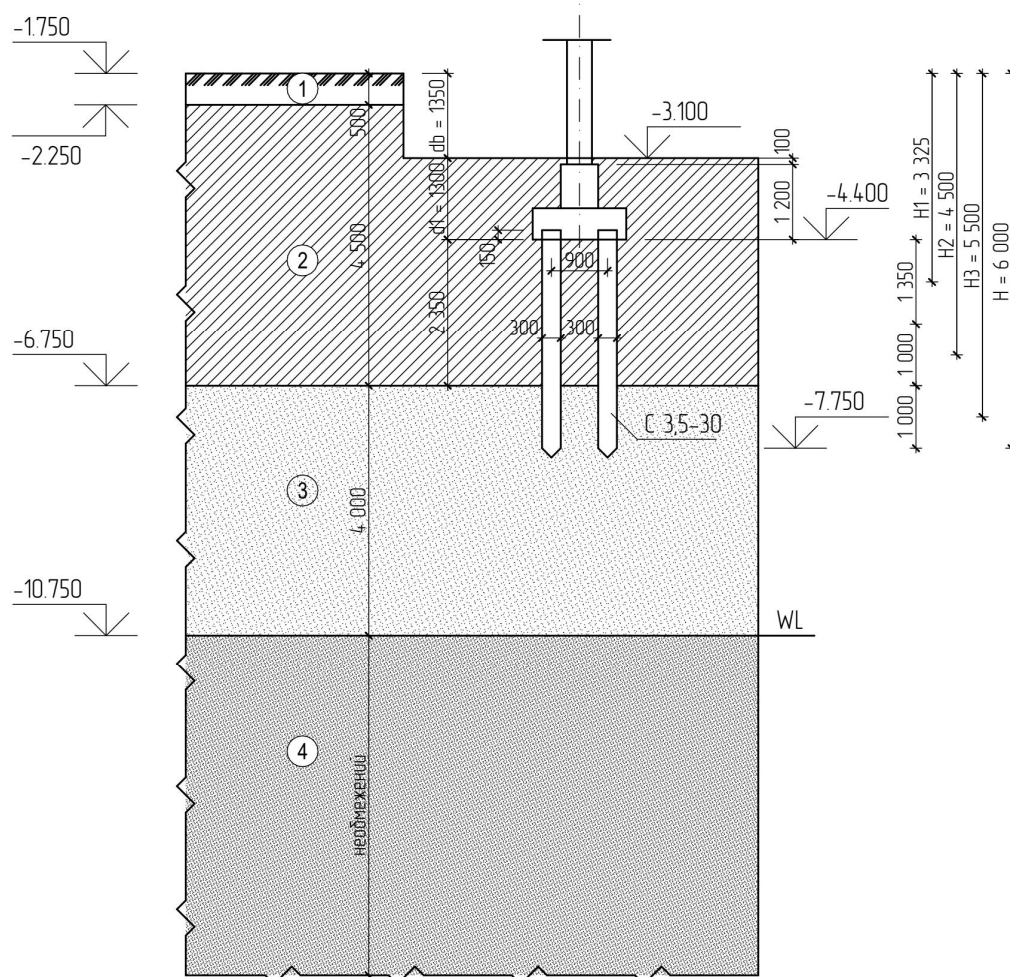


Рисунок 4.5 – Положення коротких забивних висячих палей у ґрунті

Визначення несучої здатності палей і розміщення їх у ростверка

Розрахункове навантаження на палю обчислюємо за формулами (4.10) та (4.11).

Ґрунтові умови майданчика забудови представлені такими нашаруваннями (рис. 4.1, 4.4):

рослинний шар, 0,5 (м), $\gamma_I = 16$ (кН/м³);

суглинок перевідкладений тугопластичний, 4,5 (м), $\gamma_I = 17,5$ (кН/м³); $c_I = 18/1,5 = 12$ (кПа), $\varphi_I = 19/1,15 = 16,5^\circ$;

пісок середньої крупності, середньої щільності, маловологий, 4,0 м, $\gamma_I = 17,2$ (кН/м³); $c_I = 1/1,5 = 0,7$ (кПа), $\varphi_I = 35/1,1 = 31,8^\circ$;

рівень ґрунтових вод – 9 м.

Коефіцієнти умов роботи для забивних паль, згідно з [5].

$\gamma_c = 1$, $\gamma_{CR} = 1,1$; $\gamma_{CF} = 1$ (в межах щільного піску $\gamma_{CF} = 1,3$).

Розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі R знаходимо за табл. Н.2.1 [5].

$R = 3775$ кПа.

Визначимо розрахунковий опір ґрунту по бічній поверхні палі, розділивши ґрунтову товщу на шари потужністю не більше 2 м. Розрахунок опору по бічній поверхні представлений у таблиці 4.8.

Розрахунковий опір і-го шару ґрунту основи по боковій поверхні палі, що визначається за формулою (4.12), для попередніх розрахунків допускається f_i приймати за табл. Н.2.2 [5], кПа;

Таблиця 4.8 - Розрахунок опору по бічній поверхні забивної палі

H_i , м	h_i , м	Показник текучості	γ_{CF}	f_{1i} , кПа (за табл. Н.2.2)	$\gamma_{CF} f_{1i} h_i$, кН/м	$\sigma_{zg,i}$, кПа	ν_i	φ_i , °	c_i , кПа	f_{2i} , кПа за формулою (4.12)	$\gamma_{CF} f_{2i} h_i$, кН/м
3,325	1,35	0,31	1	36	48,6	57,44	0,37	16,5	12	22,12	29,86
4,5	1,0	0,31	1	39	39,0	78,00	0,37	16,5	12	25,74	25,74
5,5	1,0	Пісок середньої крупності	1	57	57,0	95,35	0,3	31,8	0,7	26,04	26,04
$\Sigma = 144,6$											$\Sigma = 81,64$

$$F_{d1} = 1(1,1 \times 3775 \times 0,3^2 + 1,2 \times 144,6) = 547,25 \text{ (кН)}.$$

$$F_{d2} = 1(1,1 \times 3775 \times 0,3^2 + 1,2 \times 81,64) = 471,7 \text{ (кН)}.$$

Розрахункове навантаження на палю за формулою (4.10).

$$N_1 = 547,25 / 1,4 = 390,89 \text{ (кН)}.$$

$$N_2 = 471,7 / 1,4 = 336,93 \text{ (кН)}.$$

Допустиме навантаження на палю 336,93 кН.

Потрібна кількість палей

$$n = 1759,86 \div 336,93 = 5,7 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 6 палей у куці.

Перевірка навантаження на палі

Законструюємо ростверк і підрахуємо фактичне навантаження на палю з урахуванням ваги ростверка і ґрунту.

Потрібна відстань між палями $3d = 0,9$ м.

Ширина ростверка 1,5 м, довжина ростверка 2,4 м, виходячи з кратності 300 мм і забезпечення зв'язів не менше 100 мм. На рис. 4.6 показане розміщення палей у плані.

Виконуємо перевірку розрахункових навантажень на палі.

Вага палі $G_{\text{паль}} = 0,3^2 \cdot 3,5 \cdot 25 \cdot 1,1 = 8,66$ (кН).

Вага ростверка $G_p = 1,5 \cdot 2,4 \cdot 1,5 \cdot 20 \cdot 1,1 = 118,8$ (кН).

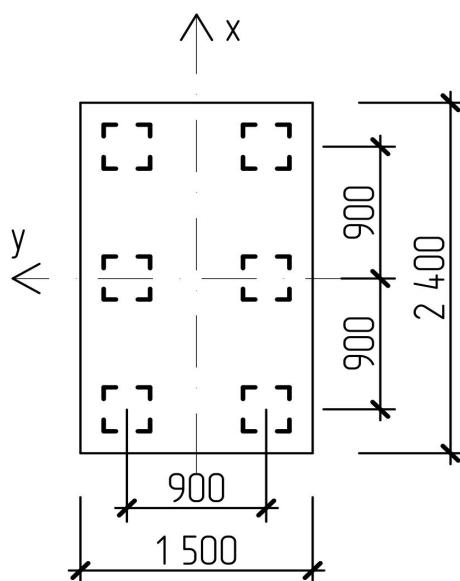


Рисунок 4.6 - Розміщення палей С3,5-30 в плані

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю, за формулою:

$$N = \frac{N_d + G_p + G_{\text{паль}}}{n} = \frac{1759,86 + 118,8 + 8,66 \times 6}{6} = 321,77 \text{ (кН)} < N = 336,93 \text{ (кН)}.$$

Несуча здатність палей при обраному їх розташуванні забезпечена.

4.2.7 Визначення несучої здатності пального фундаменту з урахуванням ступенів реалізації

Для оцінки роботи паливих фундаментів із коротких палів і для подальшого розрахунку економічної ефективності, визначимо несучу здатність фундаменту з врахуванням ступенів реалізації несучої здатності палів та тиску під ростверком пального куца за формулою (4.13).

$$F_{\text{фунд}} = N_2 \times n \times c_{\text{паль}} + R \times (S_p - S_{\text{паль}} \times n) \times c_p, \quad (4.13)$$

де $F_{\text{фунд}}$ - несуча здатність пального фундаменту, кН;

N_2 – розрахункове навантаження, що допускається на палю при визначенні їх кількості в пальному фундаменті, кН;

n – кількість палів у пальному фундаменті, шт;

$c_{\text{паль}}$ – ступінь реалізації несучої здатності палів;

R – розрахунковий опір ґрунту основи, кПа;

S_p – площа ростверка, м²;

$S_{\text{паль}}$ – площа палі, м²;

c_p – ступінь реалізації тиску під подошвою ростверка.

Розрахунковий опір ґрунту основи визначаємо за формулою (4.14) [5].

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left(M_\gamma \times k_z b \gamma_{11} + M_q d_1 \gamma_{11} + (M_q - 1) d_b \gamma_{11} + M_c c_{11} \right), \quad (4.14)$$

де γ_{c1} і γ_{c2} - коефіцієнти умов роботи, що приймають за таблицею Е.7 [5];

k – коефіцієнт, що приймають $k = 1$, якщо міцнісні характеристики ґрунту (φ і c) визначені безпосередніми випробуваннями, і $k = 1,1$, якщо вони прийняті за таблицями В.1-В.2 [5];

M_γ , M_q , M_c - коефіцієнти, що приймають за таблицею Е.8 [5];

k_z – коефіцієнт, що приймають при $b < 10$ м - $k_z = 1$, при $b \geq 10$ м - $k_z = z_0/b + 0,2$ (тут $z_0 = 8$ м);

b – ширина подошви фундаменту, м;

γ_{11} – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче подошви фундаменту (за наявності підземних вод визначають з урахуванням зважувальної дії води), кН/м³;

γ'_{11} – те саме, що залягають вище підшви;

c_{11} – розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під подошвою фундаменту, кПа;

d_1 – глибина закладання фундаментів без підвальних споруд від рівня планування, м;

d_b – глибина підвалу - відстань від рівня планування до підлоги підвалу, м (для споруд з підвалом глибиною понад 2 м приймають $d_b = 2$ м).

$$R = \frac{1,2 \times 1,1}{1,1} [0,47 \times 1,5 \times 7,5 + 2,89 \times 1,3 \times 7,22 + (2,89 - 1) \times 1,35 \times 7,22 + 5,48 \times 8] = 263,5 (\text{кПа}).$$

За формулою (4.13) визначаємо несучу здатність пальового фундаменту для варіанту із прийнятими забивними палями С10-30. Ширина і довжина ростверка 1,5 м, розміщення паль в плані показано на рис. 4.4.

Ступінь реалізації несучої здатності паль, приймаємо із табл. 3.3, так як переважна частина паль розташована у піщаному ґрунті з мінімальним кроком 3d. Ступінь реалізації тиску під подошвою ростверка, приймаємо із табл. 3.5, виходячи із міркувань, що під подошвою ростверка лежить глинистий ґрунт.

$$F_{\text{фунд}} = 601,17 \times 4 \times 0,56 + 263,5 \times (1,5^2 - 0,3^2 \times 4) \times 0,66 = 1675,31 (\text{кН}).$$

За аналогічним принципом визначаємо несучу здатність пальового фундаменту для варіанту із забивними палями С3,5-30. Ширина ростверка 1,5 м, довжина 2,4 м, розміщення паль у плані зображено на рис. 4.6.

Ступінь реалізації несучої здатності паль та ступінь реалізації тиску під подошвою ростверка, приймаємо із табл. 3.5 (глинистий ґрунт).

$$F_{\text{фунд}} = 336,93 \times 6 \times 1,27 + 263,5 \times (1,5 \times 2,4 - 0,3^2 \times 6) \times 0,16 = 2700,0 (\text{кН}).$$

Із розрахунків спостерігаємо, що наукове дослідження підтверджує розрахункову несучу здатність палі довжиною 10 м. Покращити економічний ефект у даному випадку не можливо. У варіанті із забивними короткими палями довжиною 3,5 м можна зменшити кількість паль у пальовому фундаменті з 6 шт до

5 шт і порівняти вартість та несучу здатність фундаменту із довгими палями довжиною 10 м.

4.2.8 Конструювання традиційного варіанту фундаменту з забивних довгих палей

Ростверк складається з плитної частини і підколоника. Розміри підколоника на 50 мм в кожную сторону перевищують розміри поперечника колони. Для зв'язку колони з фундаментом улаштовуються випуски арматури.

Плитна частина може бути улаштована з одного уступу висотою 600 мм, що забезпечує нормальне співвідношення їх висоти і вильоту.

Конструктивне рішення ростверка показано на рис. 4.7.

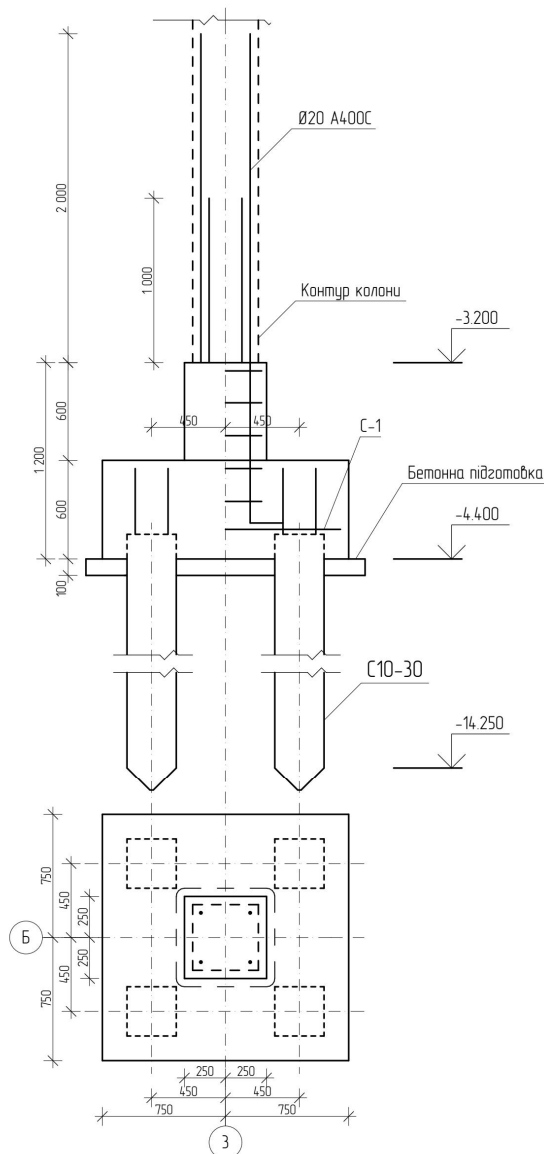


Рисунок 4.7 – Конструктивне рішення ростверка фундаменту з забивних палей

4.2.9 Розрахунок міцності ростверка пальового фундаменту

Перевірка міцності ростверка на продавлювання

В якості матеріалу фундаменту використовуємо бетон класу С20/25 та арматуру А400С.

Фізико-механічні характеристики матеріалів:

Розрахункове значення міцності арматури на границі текучості

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1,1} = 363 \text{ (МПа)},$$

Модуль пружності $E_s = 2,1 \cdot 10^5$ МПа.

Розрахункове значення міцності бетону на стиск.

$$f_{cd} = f_{cd}^0 \cdot \gamma_{c1} = 14,5 \cdot 0,9 = 13,05 \text{ (МПа)}.$$

де γ_{c1} – коефіцієнт умов роботи, $\gamma_{c1} = 0,9$ при тривалій дії навантаження;

f_{cd}^0 - табличне значення міцності бетону на стиск, $f_{cd}^0 = 14,5$ (МПа).

Розрахункове значення міцності бетону на розтяг

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_{ct} = 1 \cdot 14,5 / 1,5 = 9,67 \text{ (МПа)}.$$

де α_{ct} - коефіцієнт, що враховує вплив на міцність бетону при розтягу тривалої дії несприятливих впливів, що викликані способом прикладання навантаження.

Рекомендованим є значення $\alpha_{ct} = 1$;

$f_{ctk,0,05}$ - значення міцності бетону на осьовий розтяг;

γ_{ct} - коефіцієнт надійності для бетону, $\gamma_{ct} = 1,5$.

$f_{ck} = 18,5$ (МПа) - характеристичне значення міцності бетону на стиск.

Значення відносних граничних деформацій в бетоні

$$e_{cu3,cd} = 3,10\%, e_{e3,cd} = 0,63\%.$$

Під подошвою фундаменту передбачуємо бетонну підготовку, тому висоту захисного шару бетону можна прийняти рівною $a_s = 50$ (мм), тоді робоча висота перерізу

$$z_s = h - a_s = 600 - 50 = 550 \text{ (мм)}.$$

Граничне розрахункове значення навантаження на фундамент
 $N_m = 1759,86$ кН.

Розрахункова схема ростверка наведена на рис. 4.7.

Висота фундаменту $H_f = 1,2$ м;

розміри підшви ростверка $l \times b = 1,5 \times 1,5$ м;

розміри підколоники в плані $h_c \times b_c = 0,5 \times 0,5$ м;

висота плитної частини $h_1 = 600$ мм.

Розрахункове навантаження на палю без урахування ваги ростверка

$$N = \frac{N_m}{n} = \frac{1759,86}{4} = 440,0 \text{ (кН)}$$

Розрахункове значення продавлювальної сили

$$V_{Ed} = 2 \times \sum_{i=1}^n F_i \quad (4.15)$$

де $\sum_{i=1}^n F_i$ - сума реакцій всіх палей, розташованих з однієї сторони від осі колони в найбільш навантаженій частині ростверка (привантаженій згинальним моментом), при цьому не враховуються реакції палей, які знаходяться в межах зони піраміди продавлювання з цієї ж сторони від осі колони.

Продавлююча сила

$$V_{Ed} = 2 \times \sum_{i=1}^n F_i = 2 \times 2 \times F_1 = 2 \times 2 \times 440 = 1760 \text{ (кН)}.$$

Поряд із підколоникою опір зрізу при продавлюванні обмежується максимальним значенням

$$V_{Ed,\sigma} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d} \leq V_{Rd,max} \quad (4.16)$$

де $V_{Ed,\sigma}$ - максимальне напруження зрізу;

V_{Ed} - прикладена поперечна сила без урахування згинальних моментів;

d - робоча висота перерізу на периметрі площі завантаження;

u_0 - довжина контуру підколоники;

$V_{Rd,max}$ - максимальное допустимое значения опоры на зріз, що може витримати переріз.

$$V_{Rd,max} = 0,5v f_{cd}; \quad (4.17)$$

де v - коефіцієнт зниження міцності бетону із тріщиною при зсуві.

$$n = 0,6 \frac{\alpha}{\beta} - \frac{f_{ck}}{250} = 0,6 \left(1 - \frac{18,5}{250}\right) = 0,556,$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \times 0,556 \times 3050 = 3627,9 \text{ (кПа)};$$

Перевіряємо умову відсутності зрізу при продавлюванні поряд з підколонику (коефіцієнт β приймаємо рівним одиниці, оскільки дія згинального моменту врахована у величині продавлюючої сили безпосередньо)

$$V_{Ed,\sigma} = \frac{1760}{1,0 \times 2 \times 0,55} = 1600 \text{ (кПа)} \leq V_{Rd,max} = 3627,9 \text{ (кПа)},$$

Умова виконується.

Опір продавлюванню фундаменту підколонику повинен перевірятись на контрольному периметрі в межах $2d$ від контуру підколонику [п.4.8.4.2, 46], де d – робоча висота перерізу на периметрі площі завантаження.

Оскільки зріз при продавлюванні здійснюється по внутрішніх гранях паль, то перевіримо опір продавлюванню на контрольному периметрі на відстані $s=50$ мм від контуру підколонику (рис. 4.7).

Повинна виконуватись умова

$$V_{Ed,\sigma} = \frac{\beta V_{Ed,red}}{ud} \leq V_{Rd,c}, \quad (4.18)$$

Продавлююча сила

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} = 1760 \text{ (кН)}.$$

$$u = 2c_1 + 2c_2 + \pi 2R = 2 \times 0,5 + 2 \times 0,5 + \pi \times 2 \times 0,05 = 2,314 \text{ (м)}.$$

Розрахункова величина опоры на зріз при продавлюванні фундаментних плит без поперечного армування

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k (100 r_i f_{ck})^{1/3} \frac{2d}{a} \geq (V_{min} \frac{2d}{a}); \quad (4.19)$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,3} = 0,138;$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 1,603 < 2.$$

r_i - відсоток армування робочої арматури, який не перевищує 0,02

$$r_i = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{12,31}{150 \times 55} = 0,0015 < 0,02;$$

$$V_{min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} = 0,035 \times 1,603^{3/2} \times 18,5^{1/2} = 0,3 \text{ (МПа)}$$

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k (100 \rho_i f_{ck})^{1/3} \frac{2d}{a} = 0,138 \times 1,603 (100 \times 0,0015 \times 18,5)^{1/3} \times 5 = 1,55 \text{ (МПа)} \quad 0,3 \times 5 = 1,5 \text{ (МПа)}$$

Перевіряємо умову міцності на зріз при продавлюванні при відсутності поперечного армування

$$V_{Ed,\sigma} = \frac{\beta V_{Ed,red}}{u d} = \frac{1760}{2,314 \times 0,55} = 1382,8 \text{ (кПа)} < V_{Rd,c} = 1550 \text{ (кПа)}.$$

Отже, міцність на продавлювання забезпечена.

Розрахунок ростверка на згин

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю

$$F_1 = \frac{N_{bot}}{n} = \frac{1759,86}{4} = 439,965 \text{ (кН)}.$$

Згинальний момент від реакції палі біля грані підколоники

$$M = 2F_1 (0,45 - 0,5/2) - \frac{G_{p+гр.} (0,75 - 0,5/2)^2}{1,5 \times 2} = 2 \times 439,965 \times (0,45 - 0,5/2) - \frac{74,25 \times 0,25}{3} = 169,72 \text{ (кНм)}.$$

Знайдемо параметр λ

$$\lambda = \frac{\varepsilon_{cu3cd} - \varepsilon_{c3cd}}{\varepsilon_{cu3cd}} = \frac{3,1 - 0,63}{3,1} = 0,797.$$

Максимально можлива стиснута зона.

$$x_1 = x_{lu} = z_s \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{so}} = 0,55 \frac{3,1}{3,1 + 1,729} = 0,353 \text{ (м)};$$

$$\varepsilon_{so} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{363}{2,1 \times 10^5} = 0,001729.$$

Визначаємо розрахункове значення величини стиснутої зони x_1

$$x_1 = \frac{d \times q_c - \sqrt{d^2 \times q_c^2 - 4k_\lambda q_c M}}{2 \times q_c \times k_\lambda}, \quad (4.20)$$

$$k_\lambda = \frac{1 + (1 + \lambda)}{3(1 + \lambda)} = \frac{1 + 0,797(1 + 0,797)}{3(1 + 0,797)} = 0,451;$$

$$q_c = \frac{1}{2} f_{cd} \times \gamma_{cl} \times b(1 + \lambda) = \frac{1}{2} \times 3,05 \times 10^3 \times 1,5 \times (1 + 0,797) = 17,59 \times 10^3 \text{ (кН/м)};$$

$$x_1 = \frac{0,55 \times 17,59 \times 10^3 - \sqrt{0,55^2 \times (17,59 \times 10^3)^2 - 4 \times 0,451 \times 17,59 \times 10^3 \times 69,72}}{2 \times 17,59 \times 10^3 \times 0,451} = 0,0178 \text{ (м)}.$$

Перевіряємо умову

$$x_1 \leq x_{lu}; \quad (4.21)$$

$$x_1 = 0,0178 \text{ м} \leq x_{lu} = 0,353 \text{ м};$$

Умова виконана. Отже, робоче армування розміщене лише в нижній зоні.

Знаходимо площу армування.

$$A_s = \frac{f_{cd} \times b \times x_1 (1 + \lambda)}{2f_{yd}} = \frac{13,05 \times 10^3 \times 1,5 \times 0,0178 \times (1 + 0,797)}{2 \times 363 \times 10^3} = 0,000862 \text{ (м}^2\text{)} = 8,62 \text{ (см}^2\text{)}.$$

Приймаємо армування в обох напрямках 8A12A400C $A_s = 9,048 \text{ см}^2$.

4.2.10 Конструювання традиційного варіанту фундаменту з забивних коротких паль

Ростверк складається з плитної частини і підколоники. Розміри підколоники на 50 мм в кожену сторону перевищують розміри поперечника колони. Для зв'язку колони з фундаментом улаштовуються випуски арматури.

Плитна частина може бути улаштована з одного уступу висотою 600 мм, що забезпечує нормальне співвідношення їх висоти і вильоту.

Конструктивне рішення ростверка показано на рис. 4.8.

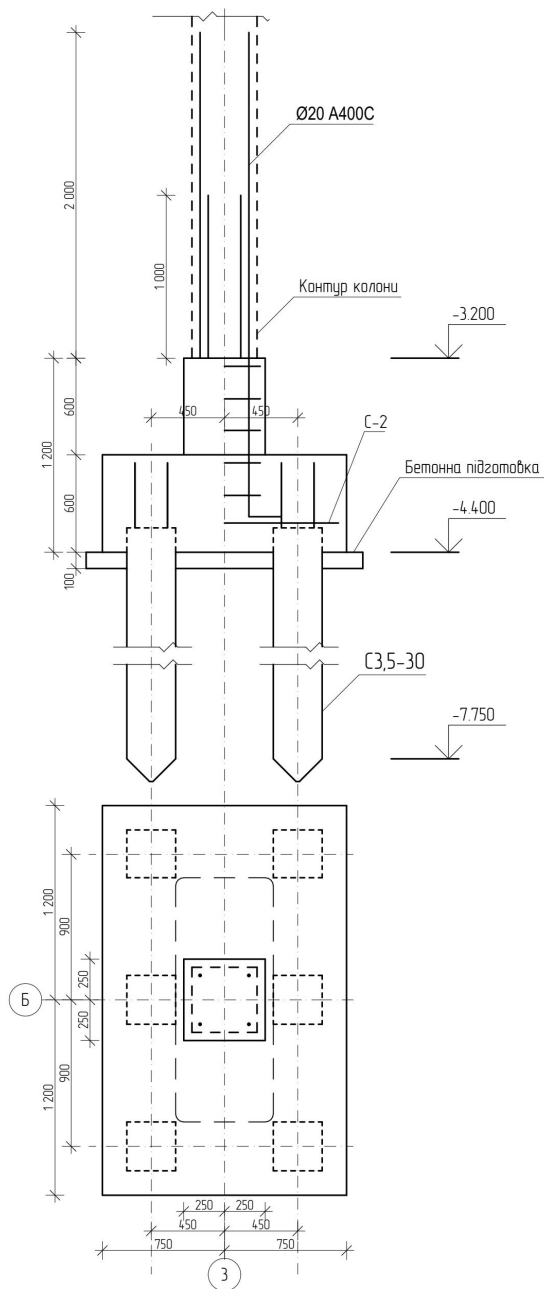


Рисунок 4.8 – Конструктивне рішення ростверка фундаменту з забивних палів

4.2.11 Розрахунок міцності ростверка пального фундаменту

Перевірка міцності ростверка на продавлювання

В якості матеріалу фундаменту використовуємо бетон класу C20/25 та арматуру A400C.

Фізико-механічні характеристики матеріалів наведені у п.4.2.9.

Під подошвою фундаменту передбачуємо бетонну підготовку, тому висоту захисного шару бетону можна прийняти рівною $a_s=50$ (мм), тоді робоча висота перерізу

$$z_s = h - a_s = 600 - 50 = 550 \text{ (мм)}.$$

Граничне розрахункове значення навантаження на фундамент $N_m = 1759,86$ кН.

Розрахункова схема ростверка наведена на рис. 4.8.

Висота фундаменту $H_f = 1,2$ м;

розміри подошви ростверка $l \times b = 2,4 \times 1,5$ м;

розміри підколоники в плані $h_c \times b_c = 0,5 \times 0,5$ м;

висота плитної частини $h_1 = 600$ мм.

Розрахункове навантаження на палю без урахування ваги ростверка

$$N = \frac{N_m}{n} = \frac{1759,86}{6} = 293,31 \text{ (кН)}$$

Розрахункове значення продавлювальної сили за формулою (4.15)

$$V_{Ed} = 2 \times \sum_{i=1}^n F_i = 2 \times 3 \times F_1 = 6 \times 293,31 = 1759,86 \text{ (кН)}.$$

$$n = 0,6 \frac{\alpha}{\beta} - \frac{f_{ck}}{250} \frac{\sigma}{\sigma} = 0,6 \left(1 - \frac{18,5}{250} \right) = 0,556,$$

Максимально допустиме значення опору на зріз, що може витримати переріз

$$V_{Rd,max} = 0,5 \times 0,556 \times 3050 = 3627,9 \text{ (кПа)};$$

Перевіряємо умову відсутності зрізу при продавлюванні поряд з підколоники (коефіцієнт β приймаємо рівним одиниці, оскільки дія згинального моменту врахована у величині продавлюючої сили безпосередньо) за формулою (4.16).

$$V_{Ed,\sigma} = \frac{1759,86}{1,0 \times 2 \times 0,55} = 1599,87 \text{ (кПа)} \leq V_{Rd,max} = 3627,9 \text{ (кПа)},$$

Умова виконується.

Опір продавлюванню фундаменту підколоники повинен перевірятись на

контрольному периметрі в межах $2d$ від контуру підколонику [п.4.8.4.2, 46], де d – робоча висота перерізу на периметрі площі завантаження.

Оскільки зріз при продавлюванні здійснюється по внутрішніх гранях паль, то перевіримо опір продавлюванню на контрольному периметрі на відстані $c=500$ мм від контуру підколонику (рис. 4.8).

Повинна виконуватись умова (4.18)

Продавлююча сила

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} = 1759,86 \text{ (кН)}.$$

$$u = 2c_1 + 2c_2 + \pi 2R = 2 \times 0,5 + 2 \times 0,5 + \rho \times 2 \times 0,5 = 5,14 \text{ (м)}.$$

Розрахункова величина опору на зріз при продавлюванні фундаментних плит без поперечного армування за формулою (4.19)

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,3} = 0,138;$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 1,603 < 2.$$

r_i - відсоток армування робочої арматури, який не перевищує 0,02

$$r_i = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{20,36}{150 \times 55} = 0,0025 < 0,02;$$

$$V_{min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} = 0,035 \times 1,603^{3/2} \times 18,5^{1/2} = 0,3 \text{ (МПа)}$$

$$\begin{aligned} V_{Rd,c} &= C_{Rd,c} \times k (100 \rho_i f_{ck})^{1/3} \frac{2d}{a} = 0,138 \times 1,603 (100 \times 0,0025 \times 18,5)^{1/3} \times \frac{2 \times 0,55}{0,5} = \\ &= 0,81 \text{ (МПа)} \times 0,3 \times \frac{2 \times 0,55}{0,5} = 0,66 \text{ (МПа)} \end{aligned}$$

Перевіряємо умову міцності на зріз при продавлюванні при відсутності поперечного армування

$$V_{Ed,\sigma} = \frac{\beta V_{Ed,red}}{ud} = \frac{1759,86}{5,14 \times 0,55} = 622,5 \text{ (кПа)} < V_{Rd,c} = 810 \text{ (кПа)}.$$

Отже, міцність на продавлювання забезпечена.

Розрахунок ростверка на згин в повздожньому напрямку

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю

$$F_1 = \frac{N_{\text{bot}}}{n} = \frac{1759,86}{6} = 293,31 (\text{кН}).$$

Згинальний момент від реакції палі біля грані підколоники

$$M = 2F_1 (0,9 - 0,5/2) - \frac{G_{\text{п+гр.}} (1,2 - 0,5/2)^2}{2,4 \times 2} = 2 \times 293,31 \times (0,9 - 0,5/2) - \frac{118,8 \times 0,9025}{4,8} = 358,96 (\text{кНм}).$$

Знайдемо параметр λ

$$\lambda = \frac{\varepsilon_{\text{cu3cd}} - \varepsilon_{\text{c3cd}}}{\varepsilon_{\text{cu3cd}}} = \frac{3,1 - 0,63}{3,1} = 0,797.$$

Максимально можлива стиснута зона.

$$x_1 = x_{\text{lu}} = z_s \frac{\varepsilon_{\text{cu3,cd}}}{\varepsilon_{\text{cu3,cd}} + \varepsilon_{\text{so}}} = 0,55 \frac{3,1}{3,1 + 1,729} = 0,353 (\text{м})$$

$$\varepsilon_{\text{so}} = \frac{f_{\text{yd}}}{E_s} = \frac{363}{2,1 \times 10^5} = 0,001729.$$

Визначаємо розрахункове значення величини стиснутої зони x_1 за формулою (4.20).

$$k_\lambda = \frac{1 + (1 + \lambda)}{3(1 + \lambda)} = \frac{1 + 0,797(1 + 0,797)}{3(1 + 0,797)} = 0,451;$$

$$q_c = \frac{1}{2} f_{\text{cd}} \times \gamma_{\text{cl}} \times b(1 + \lambda) = \frac{1}{2} \times 13,05 \times 10^3 \times 1,5 \times (1 + 0,797) = 17,59 \times 10^3 (\text{кН/м});$$

$$x_1 = \frac{0,55 \times 17,59 \times 10^3 - \sqrt{0,55^2 \times (17,59 \times 10^3)^2 - 4 \times 0,451 \times 17,59 \times 10^3 \times 358,96}}{2 \times 17,59 \times 10^3 \times 0,451} = 0,0382 (\text{м}).$$

Перевіряємо умову (4.21)

$$x_1 = 0,0382 \text{ м} \leq x_{\text{lu}} = 0,353 \text{ м};$$

Умова виконана. Отже, робоче армування розміщене лише в нижній зоні.

Знаходимо площу армування.

$$A_s = \frac{f_{\text{cd}} \times b \times x_1 (1 + \lambda)}{2f_{\text{yd}}} = \frac{13,05 \times 10^3 \times 1,5 \times 0,0382 \times (1 + 0,797)}{2 \times 363 \times 10^3} = 0,001851 (\text{м}^2) = 18,51 (\text{см}^2).$$

Приймаємо армування в поздовжньому напрямку 8A8A400C $A_s=20,36 \text{ см}^2$.

Розрахунок ростверка на згин в поперечному напрямку

Згинальний момент від реакції палі біля грані підколоники

$$M = 3F_1(0,45-0,5/2) - \frac{G_{\text{п+гр.}}(0,75-0,5/2)^2}{1,5 \times 2} = 3 \times 293,31 \times (0,45-0,5/2) - \frac{118,8 \times 0,25}{3} = 166,086 \text{ (кНм)}.$$

Визначаємо розрахункове значення величини стиснутої зони x_1 за формулою (4.20)

$$x_1 = \frac{0,55 \times 28,14 \times 10^3 - \sqrt{0,55^2 \times (28,14 \times 10^3)^2 - 4 \times 0,451 \times 28,14 \times 10^3 \times 166,086}}{2 \times 28,14 \times 10^3 \times 0,451} = 0,011 \text{ (м)}.$$

$$q_c = \frac{1}{2} f_{cd} \times \gamma_{cl} \times b(1+\lambda) = \frac{1}{2} \times 13,05 \times 10^3 \times 2,4 \times (1+0,797) = 28,14 \times 10^3 \text{ (кН/м)};$$

Перевіряємо умову (4.21)

$$x_1 = 0,011 \text{ м} \leq x_{lu} = 0,353 \text{ м};$$

Умова виконана. Отже, робоче армування розміщене лише в нижній зоні.

Знаходимо площу армування.

$$A_s = \frac{f_{cd} \times b \times x_1 (1+\lambda)}{2f_{yd}} = \frac{13,05 \times 10^3 \times 2,4 \times 0,011 \times (1+0,797)}{2 \times 363 \times 10^3} = 0,00085 \text{ (м}^2\text{)} = 8,5 \text{ (см}^2\text{)}.$$

Приймаємо армування в поперечному напрямку 12A10A400C $A_s=9,47 \text{ см}^2$.

4.2.12 Конструювання варіанту фундаменту з забивних паль за результатом наукового дослідження

Ростверк складається з плитної частини і підколоники. Розміри підколоники на 50 мм в кожную сторону перевищують розміри поперечника колони. Для зв'язку колони з фундаментом улаштовуються випуски арматури.

Плитна частина може бути улаштована з одного уступу висотою 600 мм, що забезпечує нормальне співвідношення їх висоти і вильоту.

Конструктивне рішення ростверка показане на рис. 4.9.

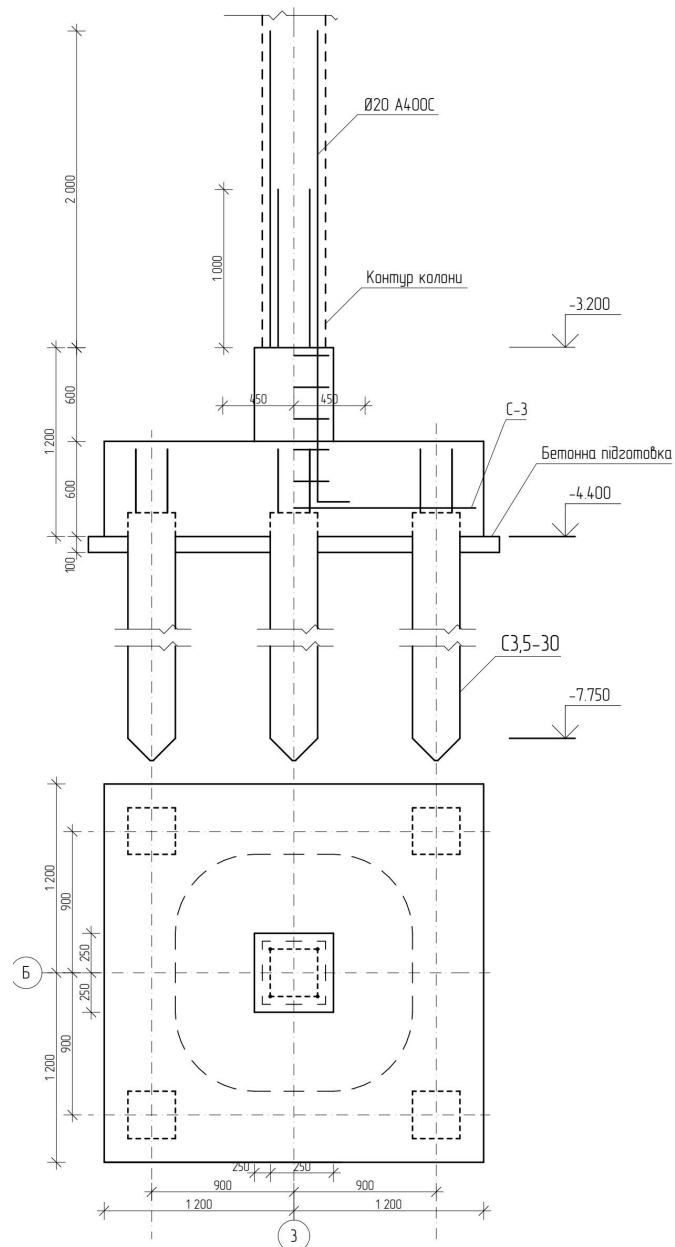


Рисунок 4.9 – Конструктивне рішення ростверка фундаменту з забивних палів

4.2.13 Розрахунок міцності ростверка пального фундаменту за результатом наукового дослідження

Перевірка міцності ростверка на продавлювання

В якості матеріалу фундаменту використовуємо бетон класу С20/25 та арматуру А400С.

Фізико-механічні характеристики матеріалів:

Розрахункове значення міцності арматури на границі текучості

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1,1} = 363 \text{ (МПа)},$$

Модуль пружності $E_s = 2,1 \cdot 10^5$ МПа.

Розрахункове значення міцності бетону на стиск.

$$f_{cd} = f_{cd}^0 \times \gamma_{c1} = 14,5 \times 0,9 = 13,05 \text{ (МПа)}.$$

де γ_{c1} – коефіцієнт умов роботи, $\gamma_{c1} = 0,9$ при тривалій дії навантаження;

f_{cd}^0 - табличне значення міцності бетону на стиск, $f_{cd}^0 = 14,5$ (МПа).

Розрахункове значення міцності бетону на розтяг

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} f_{ctk,0,05} / \gamma_{ct} = 1 \times 1,5 / 1,5 = 1,0 \text{ (МПа)}.$$

де α_{ct} - коефіцієнт, що враховує вплив на міцність бетону при розтягу тривалої дії несприятливих впливів, що викликані способом прикладання навантаження.

Рекомендованим є значення $\alpha_{ct} = 1$;

$f_{ctk,0,05}$ - значення міцності бетону на осьовий розтяг;

γ_{ct} - коефіцієнт надійності для бетону, $\gamma_{ct} = 1,5$.

$f_{ck} = 18,5$ (МПа) - характеристичне значення міцності бетону на стиск.

Значення відносних граничних деформацій в бетоні

$$e_{cu3,cd} = 3,10\%, e_{c3,cd} = 0,63\%.$$

Під подошвою фундаменту передбачуємо бетонну підготовку, тому висоту захисного шару бетону можна прийняти рівною $a_s = 50$ (мм), тоді робоча висота перерізу

$$z_s = h - a_s = 600 - 50 = 550 \text{ (мм)}.$$

Граничне розрахункове значення навантаження на фундамент $N_m = 1759,86$ кН.

Розрахункова схема ростверка наведена на рис. 4.9.

Висота фундаменту $H_f = 1,2$ м;

розміри подошви ростверка $l \times b = 2,4 \times 2,4$ м;

розміри підколонника в плані $h_c \times b_c = 0,5 \times 0,5$ м;

висота плитної частини $h_1 = 600$ мм.

Розрахункове навантаження на палю без урахування ваги ростверка

$$N = \frac{N_m}{n} = \frac{1759,86}{5} = 351,97 \text{ (кН)}$$

Розрахункове значення продавлювальної сили за формулою (4.15)

$$V_{Ed} = 2 \times \sum_{i=1}^n F_i = 2 \times 2 \times F_1 = 4 \times 351,97 = 1407,88 \text{ (кН)}.$$

$$n = 0,6 \frac{\alpha}{\beta} - \frac{f_{ck}}{250} \frac{\sigma}{\sigma} = 0,6 \left(1 - \frac{18,5}{250} \right) = 0,556,$$

Максимально допустиме значення опору на зріз, що може витримати переріз

$$V_{Rd,max} = 0,5 \times 0,556 \times 13050 = 3627,9 \text{ (кПа)};$$

Перевіряємо умову відсутності зрізу при продавлюванні поряд з підколониюком (коефіцієнт β приймаємо рівним одиниці, оскільки дія згинального моменту врахована у величині продавлюючої сили безпосередньо) за формулою (4.16).

$$V_{Ed,\sigma} = \frac{1407,88}{1,0 \times 2 \times 0,55} = 1280,0 \text{ (кПа)} \text{ } \text{ } V_{Rd,max} = 3627,9 \text{ (кПа)},$$

Умова виконується.

Опір продавлюванню фундаменту підколониюком повинен перевірятись на контрольному периметрі в межах $2d$ від контуру підколониюку [п.4.8.4.2, 46], де d – робоча висота перерізу на периметрі площі завантаження.

Оскільки зріз при продавлюванні здійснюється по внутрішніх гранях паль, то перевіримо опір продавлюванню на контрольному периметрі на відстані $c=500$ мм від контуру підколониюку (рис. 4.9).

Повинна виконуватись умова (4.18)

Продавлююча сила

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} = 1759,86 \text{ (кН)}.$$

$$u = 2c_1 + 2c_2 + \pi 2R = 2 \times 0,5 + 2 \times 0,5 + \rho \times 2 \times 0,5 = 5,14 \text{ (м)}.$$

Розрахункова величина опору на зріз при продавлюванні фундаментних плит без поперечного армування за формулою (4.19)

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,3} = 0,138;$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 1,603 < 2.$$

r_i - відсоток армування робочої арматури, який не перевищує 0,02

$$r_i = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{18,94}{240 \times 55} = 0,0014 < 0,02;$$

$$V_{\min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} = 0,035 \times 1,603^{3/2} \times 18,5^{1/2} = 0,3 (\text{МПа})$$

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k (100 \rho_i f_{ck})^{1/3} \frac{2d}{a} = 0,138 \times 1,603 (100 \times 0,0014 \times 18,5)^{1/3} \times \frac{2 \times 0,55}{0,5} =$$

$$= 0,67 (\text{МПа}) \approx 0,3 \times \frac{2 \times 0,55}{0,5} = 0,66 (\text{МПа})$$

Перевіряємо умову міцності на зріз при продавлюванні при відсутності поперечного армування

$$V_{Ed,\sigma} = \frac{\beta V_{Ed,red}}{u d} = \frac{1759,86}{5,14 \times 0,55} = 622,5 (\text{кПа}) < V_{Rd,c} = 670 (\text{кПа}).$$

Отже, міцність на продавлювання забезпечена.

Розрахунок розвертка на згин

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю

$$F_1 = \frac{N_{bot}}{n} = \frac{1759,86}{5} = 351,97 (\text{кН}).$$

Згинальний момент від реакції палі біля грані підколоники

$$M = 2F_1 (0,9 - 0,5/2) - \frac{G_{p+rp} \cdot (1,2 - 0,5/2)^2}{2,4 \times 2} = 2 \times 351,97 \times (0,9 - 0,5/2) -$$

$$- \frac{190,08 \times 0,9025}{4,8} = 191,04 (\text{кНм}).$$

Знайдемо параметр λ

$$\lambda = \frac{\varepsilon_{cu3cd} - \varepsilon_{c3cd}}{\varepsilon_{cu3cd}} = \frac{3,1 - 0,63}{3,1} = 0,797.$$

Максимально можлива стиснута зона.

$$x_1 = x_{lu} = z_s \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{so}} = 0,55 \frac{3,1}{3,1 + 1,729} = 0,353 (\text{м})$$

$$\varepsilon_{so} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{363}{2,1 \times 10^5} = 0,001729.$$

Визначаємо розрахункове значення величини стиснутої зони x_1 за формулою (4.20)

$$k_\lambda = \frac{1+(1+\lambda)}{3(1+\lambda)} = \frac{1+0,797(1+0,797)}{3(1+0,797)} = 0,451;$$

$$q_c = \frac{1}{2} f_{cd} \times \gamma_{cl} \times b(1+\lambda) = \frac{1}{2} \times 3,05 \times 10^3 \times 2,4 \times (1+0,797) = 28,14 \times 10^3 \text{ (кН/м)};$$

$$x_1 = \frac{0,55 \times 28,14 \times 10^3 - \sqrt{0,55^2 \times (28,14 \times 10^3)^2 - 4 \times 0,451 \times 28,14 \times 10^3 \times 91,04}}{2 \times 28,14 \times 10^3 \times 0,451} = 0,012 \text{ (м)}.$$

Перевіряємо умову (4.21)

$$x_1 = 0,012 \text{ м} \leq x_{1u} = 0,353 \text{ м};$$

Умова виконана. Отже, робоче армування розміщене лише в нижній зоні.

Знаходимо площу армування.

$$A_s = \frac{f_{cd} \times b \times x_1 (1+\lambda)}{2 f_{yd}} = \frac{13,05 \times 10^3 \times 2,4 \times 0,012 \times (1+0,797)}{2 \times 363 \times 10^3} = 0,00093 \text{ (м}^2\text{)} = 9,3 \text{ (см}^2\text{)}.$$

Приймаємо армування в обох напрямках 12A400C $A_s = 9,468 \text{ см}^2$.

Висновки за розділом 4

1. Обраний будівельний об'єкт проектується у м. Умань. Центр призначений для тимчасового перебування людей. Усі конструктивні рішення відповідають чиним нормам України.

2. Прийнято основні архітектурно-будівельні рішення, вибрано конструкцію стіни та обґрунтовано її за теплотехнічним розрахунком. Сплановано генеральний план території.

3. У частині основи та фундаменти оцінено інженерно-геологічні умови будівельного майданчика.

4. Виконано збір навантажень для фундаментів несучої стіни по осі Б з вантажною площею $A_{\text{вант.}} = 36 \text{ м}^2$. Навантаження збирались на рівні обрізу фундаментів.

5. Обґрунтовано та розраховано пальові фундаменти з забивних довгих та паль.

6. Розрахунок несучої здатності пальового фундаменту з урахуванням ступенів реалізації показав, що наукове дослідження підтверджує розрахункову несучу здатність палі довжиною 10 м. Покращити економічний ефект у даному випадку не можливо. У варіанті із забивними короткими палями довжиною 3,5 м можна зменшити кількість паль у пальовому фундаменті з 6 шт до 5 шт і порівняти вартість та несучу здатність фундаменту із довгими палями довжиною 10 м.

7. Виконано конструювання типового варіанту фундаменту з забивних коротких та довгих паль і конструювання варіанту фундаменту на підставі наукового дослідження. Перевірено міцність ростверка у трьох варіантах.

8. Підібрано армування пальового фундаменту у трьох варіантах.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У будівництві охорона праці спрямована на забезпечення здорових та безпечних умов праці. Завданням цього розділу є передбачення та зведення до мінімуму вірогідності травмувань та виникнення професійних захворювань робітників. Загрозою для безпечної праці є шкідливі виробничі фактори, порушення технологічного процесу, вимог безпеки при експлуатації транспортних засобів та устаткування, недоліки в організації робочих місць.

Для цього поліпшуються умови праці, працівники додатково забезпечуються засобами індивідуального захисту, проводяться планові і позапланові інструктажі з техніки безпеки

Далі розглянемо умови праці інженера в галузі цивільного будівництва, який здійснює проектування пального фундаменту в місті Умань, Черкаської області.

Аналіз умов праці проводимо на його робочому місці, де він здійснював чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування пального фундаменту в місті Умань, Черкаської області, яке обладнане комп'ютером із відповідним програмним забезпеченням. На інженера-проектувальника (цивільне будівництво), впливають відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 [48], такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1. Фізичні:

- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищений рівень інфразвукових коливань;
- підвищений рівень ультразвуку;
- підвищена та понижена вологість повітря;
- підвищена та понижена швидкість повітря;

- підвищена іонізація повітря;
- підвищене значення напруги в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
- нестача природнього світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла; знижена контрастність;
- підвищений рівень ультрафіолетової радіації.

2. Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються:

За характером впливу на організм людини:

- токсичні (озон, вуглекислий газ).

За шляхом проникнення в організм людини через:

- органи дихання.

3. Психофізіологічні поділяються на фізичні та нервово-психічні навантаження.

А) Фізичні: статичні;

Б) Нервово-психічні:

- розумові перевантаження;
- перенапруга аналізаторів;
- монотонність праці;
- статичне перевантаження.

Відповідно до визначених факторів формуємо рішення щодо безпечного виконання роботи.

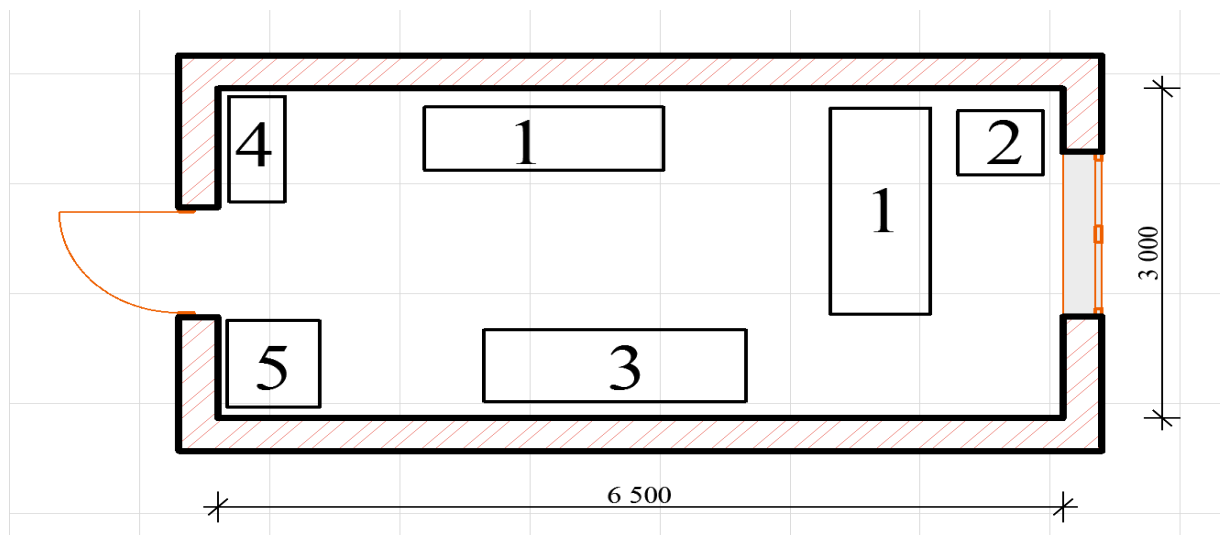
5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

5.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць

Для оцінки умов праці обираємо робоче місце інженера-проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування пальового фундаменту.

Приміщення, де відбувалось безпосередньо саме проектування та чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування пальового фундаменту (площа, об'єм) повинні в першу чергу відповідати кількості робітників і наявному комплекту технічних засобів. Площа на одного співробітника, який працює за ПК, повинна складати не менше $6,0 \text{ м}^2$, об'єм – не менше 20 м^3 . Площа приміщень з ПК повинна розраховуватися не більш як на 12 чоловік [49]. На робочому місці мають бути передбаченні заходи від можливих шкідливих та небезпечних чинників.

Перевіримо виконання даних вимог. Схема приміщення зображена на рис. 5.1.



1 – робочі місця обладнані ПК; 2 – тумба для принтера; 3, 4 – меблі для документації; 5 – шафа для одягу.

Рисунок 5.1 – Схема приміщення

Площа даного приміщення становить $19,5 \text{ м}^2$, об'єм – $58,5,0 \text{ м}^3$, кількість

працівників у приміщенні – 2 особи. З них комп'ютеризованих 2 місця. Відповідно на одного працівника припадає 9,75 м² площі і 29,25 м³ об'єму повітря. Отримані дані повністю відповідають вимогам ДСТУ 8604:2015 «Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги» [50].

Робоче місце інженера-проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування пального фундаменту та взаємне розташування всіх його елементів відповідає антропометричним, фізичним і психологічним вимогам [50]. Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця інженера-проектувальника дотримані наступні основні умови: оптимальне розміщення устаткування, що входить до складу робочого місця і достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення.

Раціональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок і сталість розміщення предметів, засобів праці і документації. Те, що потрібно для виконання робіт частіше, розташоване в зоні легкої досяжності робочого простору.

Основні вимоги щодо роботи на ПК:

- не залишати працюючі ПК і їхні пристрої без нагляду;
- підключати і відключати вилку кабелів пристроїв ПК з мережевого фільтру тільки при відключеній напрузі;
- подавати напругу на пристрої і окремі блоки ПК тільки після ретельної перевірки надійності та справності кабелів і роз'ємів мережі електроживлення;
- при виявленні запаху горілого в пристроях ПК необхідно вимкнути апаратуру, повторно не включати і звернутися до спеціаліста з технічного обслуговування ПК;
- для профілактики порушень і підтримання працездатності інженера-проектувальника паливих фундаментів повинні бути введені додаткові регламентовані перерви для відпочинку;
- у період роботи за дисплеєм необхідно передбачити три-п'ятихвилинні

перерви для відпочинку, через кожні 40 – 45 хвилин. Середня сумарна тривалість роботи за монітором за день не повинна перевищувати 4 год, а за тиждень 20 год.

5.1.2 Електробезпека

Приміщення із робочими місцями користувачів комп'ютерів для забезпечення електробезпеки обладнання, а також для захисту від ураження електричним струмом самих користувачів ПК повинні мати достатні технічні засоби захисту відповідно до ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [51].

Категорія приміщення з електробезпеки – без підвищеної небезпеки (відсутні фактори підвищеної небезпеки), згідно ПУЕ [52].

Лінія електромережі для живлення приладів, периферійних пристроїв ПК та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ПК виконана як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів.

ПК, периферійні пристрої ПК та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ПК, інше устаткування (апарати управління, контрольно-вимірювальні прилади, світильники тощо), електропроводи та кабелі за виконанням та ступенем захисту мають відповідати класу зони за ПУЕ, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

Під час монтажу та експлуатації ліній електромережі необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, перейти на негорючу ізоляцію.

Вимоги безпеки перед початком роботи:

- увімкнути систему кондиціонування в приміщенні;
- перевірити надійність встановлення апаратури на робочому столі. Повернути монітор так, щоб було зручно дивитися на екран – під прямим кутом (а не збоку) і

трохи зверху вниз, при цьому екран має бути трохи нахиленим, нижній його край ближче до оператора;

- перевірити загальний стан апаратури, перевірити справність електропроводки, з'єднувальних шнурів, штепсельних вилок, розеток, заземлення захисного екрана. При виявленні будь-яких несправностей ПК не вмикати і негайно повідомити керівника.;

- відрегулювати освітленість робочого місця;
- відрегулювати та зафіксувати висоту крісла, зручний для користувача нахил його спинки;

- приєднати до системного блоку необхідну апаратуру. Усі кабелі, що з'єднують системний блок з іншими пристроями, слід вставляти та виймати при вимкненому комп'ютері;

- ввімкнути апаратуру комп'ютера вимикачами на корпусах в послідовності: монітор, системний блок, принтер (якщо передбачається друкування);

- відрегулювати яскравість свічення монітора, мінімальний розмір світної точки, фокусування, контрастність. Не слід робити зображення надто яскравим, щоб не втомлювати очей.

Вимоги безпеки під час виконання роботи:

- необхідно стійко розташовувати клавіатуру на робочому столі, не опускати її хитання. Під час роботи на клавіатурі сидіти прямо, не напружуватися;

- для уникнення несприятливого впливу на користувача пристроїв типу «миша» належить забезпечувати вільну велику поверхню столу для переміщення миші і зручного упору ліктьового суглоба;

- не дозволяються сторонні розмови, подразнюючі шуми;
- періодично при вимкненому комп'ютері прибирати ледь змоченою мильним розчином бавовняною ганчіркою порох з поверхонь апаратури;

- відрегулювати яскравість свічення монітора, мінімальний розмір світної точки, фокусування, контрастність. Не слід робити зображення надто яскравим, щоб не

втомлювати очей.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Нормування мікроклімату на робочому місці відбувається згідно ДСН 3.3.6.042-99 [53]. Проектування та чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування пального фундаменту проектувальником за енерговитратами відноситься до категорії I а (енерговитрати до 139Дж/с). Допустимі параметри мікроклімату для категорії I а наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22-28	55	0,1-0,2
Холодний	21-25	75	0,1

Для забезпечення допустимих за нормативами параметрів мікроклімату в приміщенні передбачено:

- У холодний період року для обігріву будівлі передбачається використання централізованої парової системи опалення.
- Забезпечення допустимих метеорологічних умов праці в приміщенні здійснюється за допомогою системи кондиціонування.
- Систематичне (раз за зміну) вологе прибирання.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

В приміщенні, де здійснюється проектування та чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування пального фундаменту можливими шкідливими речовинами у повітрі є пил, вуглекислий газ та озон.

Джерелом озону є офісна техніка (принтер). Пил потрапляє у приміщення ззовні, через вікна та дверей, заноситься працівниками. ГДК шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в табл. 5.2, а рівні позитивних і негативних іонів повітря приміщень із ПК повинні відповідати нормам приведеним в табл. 5.3.

Таблиця 5.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	1
Вуглекислий газ	3	1	4

Таблиця 5.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

Рівні	Кількість іонів на 1см ³	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально необхідні	50000	50000

Забезпечення складу повітря робочої зони здійснюється за допомогою системи кондиціонування та систематичного вологого прибирання. У разі необхідності здійснюється провітрювання приміщення через вікна та двері.

5.2.3 Виробниче освітлення

У приміщенні, де здійснюється проектування та чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування пального фундаменту використовується

штучне та природне освітлення. Робочі місця по відношенню до світлових прорізів повинні розташовуватися так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (згідно з вимогами ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [54].

Приведені значення для зручності представленні у табл. 5.4.

Таблиця 5.4 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Природне освітлення		Сумісне освітлення
						Освітленість, лк		КПО, D_H , %
						При системі комбінованого освітлення		середнє $E_{сер сум}$
						всього	У т.ч. від загального	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	г	великий	світлий	400	200	3,0

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення вікон та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. Штучне освітлення влаштоване в системі комбінованого освітлення та складається з загального на стелі та місцевого безпосередньо на робочому місці. У зв'язку з нестачею природного освітлення, використовується сумісне освітлення, за рахунок доповнення недостатнього природного штучним. Штучне освітлення створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG".

5.2.4 Виробничий шум

Встановлено, що шум погіршує умови праці, чинячи шкідливу дію на організм людини. При тривалій дії шуму на людину відбуваються небажані явища: знижується гострота зору, слуху, підвищується кров'яний тиск, знижується увага. Сильний тривалий шум може стати причиною функціональних змін серцево-судинної і нервової систем.

Для умов виконання роботи допустимі рівні звукового тиску повинні наведені в табл. 5.5 згідно ДСН 3.3.6.037-99 [55].

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного широкополосного шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньо геометричними частинами (Гц)								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38

Основними заходами боротьби з шумом є ліквідація або ослаблення джерела шуму шляхом застосування звукопоглинаючих матеріалів у приміщенні і раціональна планування виробничого приміщення.

5.2.5 Виробничі випромінювання

Під час виконання роботи із використанням ПК на працівника діє підвищений рівень електромагнітного поля. За рахунок роботи ПК та блоків живлення утворюється електромагнітне випромінювання.

Для забезпечення допустимих параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань використовувати тільки якісну техніку, яка має сертифікат.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Робота інженера є достатньо складною і потребує різних навичок та характеристик працюючого, тому і впливи від робіт різні і визначаються за

Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», НАКАЗ МОЗ № 248 від 08.04.2014 [56].

Важкість праці визначається з дод. 15 [56], звідки видно, що даний вид робіт за показниками важкості умов праці характеризується як допустимі умови праці.

- енергозатрати організму: при регіональному навантаженні (з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба) для жінок - до 7800;
- загальні енергозатрати організму, Вт - до 290;
- робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної);
- нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: 51-100;

Отже дана робота за важкістю відноситься до другого класу робіт – допустима (середньої важкості).

Напруженість праці визначається з дод. 16 [56], робота відноситься до інтелектуальної, і має наступні характеристики:

- зміст роботи: відсутня необхідність прийняття рішення;
- сенсорні навантаження : 51-75;
- розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни: 5,0-1,1 мм більше 50% часу;
- тривалість робочого дня, год. – 8 годин;
- змінність роботи - однозмінна робота (без нічної зміни).

Дані характеристики вказуються на те, що за напруженістю робота інженера-проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю відноситься до другого класу з допустимими умовами напруженості праці (напруженість праці середнього ступеня).

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Розрахунок сейсмічного впливу на пальовий фундамент

Характеристики ґрунтового масиву

На будівельному майданчику виділені такі інженерно-геологічні елементи (ІГЕ):

ІГЕ №1 – рослинний шар, потужністю 0,5 м.

ІГЕ №2 – суглинок перевідкладений тугопластичний, потужністю 4,50 м.

ІГЕ №3 – пісок пилюватий, маловологий, потужність 4 м.

ІГЕ №4 – пісок середньої крупності, середньої щільності, насичені вологою, потужність необмежена.

Сейсмічність району вишукувань 5 балів, для водонасичених пісків III категорії ґрунтів бальність підвищується на 1 бал. В цьому випадку для м. Умань сейсмічність території складає 6 балів.

Для аварійного сполучення навантажень

При визначенні вертикальної складової навантаження на палю додатково враховуються коефіцієнти g_{eq1} , g_{eq2} , g_{eq3} [5].

За табл. Н.7.1 [5] при сейсмічності території 6 балів коефіцієнти умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі для піщаних ґрунтів, середньої щільності, насичених водою $g_{eq1} = 0,8$, $g_{eq2} = 0,9$, $g_{eq3} = 0,9$.

Коефіцієнт деформації α_c при улаштуванні палі з бетону класу С20/25 знаходимо за формулою 5.1:

$$\alpha_c = \sqrt[5]{\frac{k b_p}{\gamma_c EI}}, \quad (5.1)$$

де k – коефіцієнт пропорційності [5, табл. Н.8.1];

EI – жорсткість матеріалу палі;

g_c – коефіцієнт умов роботи, для пружного середовища $g_c = 3$;

b_p – умовна ширина палі, м.

Умовна ширина палі:

$$b_p = 1,5d + 0,5 = 1,5 \cdot 0,3 + 0,5 = 0,95 \text{ (м)}$$

Моменти інерції перерізу палі:

$$I = d^4/12 = 0,3^4/12 = 0,000675 \text{ (м}^4\text{)}$$

$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{15000 \times 0,95}{3 \times 24,5 \times 10^6 \times 675 \times 10^{-6}}} = 0,78 \text{ (м}^{-1}\text{)}$$

Розрахункова довжина палі, на якій не враховується опір ґрунту по боковій поверхні при сейсмічних впливах, за формулою 5.2:

$$h_d = \frac{a_1(H + \alpha_\varepsilon a_3 M)}{b_p \frac{c_2}{c_1} \gamma_I \operatorname{tg} \varphi_I + c_1}, \quad (5.2)$$

Приймаємо в першому наближенні максимальне горизонтальне навантаження на одну палю (в напрямку осі у) $H = 3$ (кН).

Осереднені значення характеристик міцності ґрунтів ІГЕ №4:

$$j_{I, \text{сеп}} = 35^0; c_{I, \text{сеп}} = 1 \text{ (кПа)}.$$

$$j_I = 35^0 - 2 = 33^0 \quad (\text{за п. Н.7.2 [5]}, \text{ для низького ростверку})$$

$$a_1 = 1,2; a_2 = 1,2; a_3 = 0$$

$$h_d = \frac{1,2 \times 3}{0,95 \frac{1,2}{0,78} \times 9,4 \times \operatorname{tg} 33^0 + 1} = 0,2 \text{ (м)} < 3/\alpha_\varepsilon = 3/0,78 = 3,85 \text{ (м)}.$$

Приймаємо $h_d = 0,2$ м.

Опір по боковій поверхні палі визначаємо в табличній формі у табл. 5.6.

Таблиця 5.6 - Розрахунок опору по бічній поверхні палі при сейсмічних впливах

H_i , м	h_i , м	Показник текучості	γ_{cf}	$\rho_{\text{ср}2}$	f_{li} , кПа (табл. Н2.2)	$\gamma_{cf} \cdot \rho_{\text{ср}2} \cdot f_{li} \cdot h_i$, кН/м
4,0	2,0	0,31	1	0,85	0	0
6,0	2,0	Пісок пухкий	0,8	0,95	0	0

Продовження таблиці 5.6

8,0	2,0	Пісок пухкий	0,8	0,95	0	0
10,0	2,0	Пісок середн. щільності	1	0,9	65	117
11,75	1,5	Пісок середн. щільності	1	0,9	67,5	91,125

S=208,13

Тоді несуча здатність палі на вдавлюючі навантаження при сейсмічних впливах, за формулою 5.3:

$$F_{eq} = \gamma_c \gamma_{cr} R \times A \times \gamma_{eq1} \gamma_{eq3} + u \times a_{hd} \gamma_{eq2} \gamma_{cf} f_i h_{i \pm 0} \quad (5.3)$$

$$F_{eq} = 1 \times (1,1 \times 340 \times 0,3^2 \times 0,8 \times 0,9 \times 1,2 \times 208,13) = 559,11 \text{ (кН)}$$

Допустиме вертикальне навантаження на палю при аварійному сполученні:

$$N = F_d / \gamma_k = 559,11 / 1,4 = 399,36 \text{ (кН)}$$

Розміщення палі у ґрунті зображено на рис. 5.2.

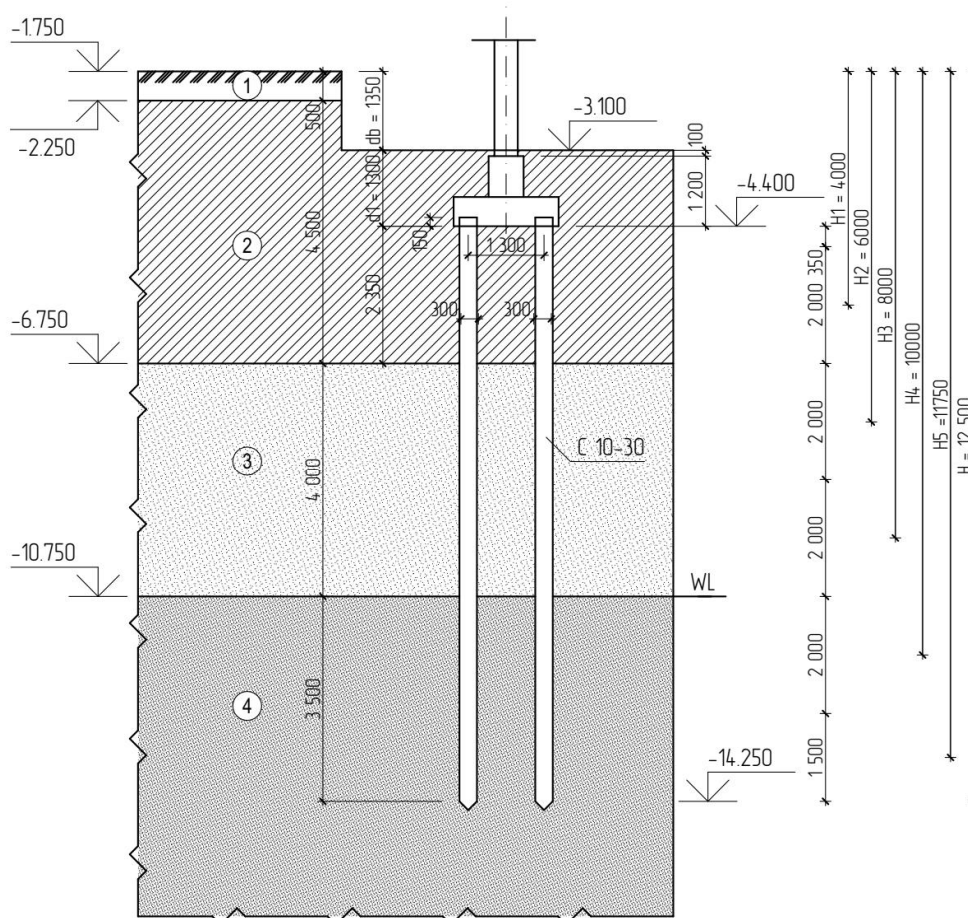


Рисунок 5.2 – Положення забивних висячих палі у ґрунті

Розміщення палів у ростверку і перевірка навантаження на палю

Потрібна кількість палів $n = 1463 \cdot 1,1 / 399,36 = 4,03$ (шт). Приймаємо 4 палі у куці.

Законструюємо ростверк і підраховуємо фактичне навантаження на палю з урахуванням ваги ростверку і ґрунту, а також моментного навантаження.

Потрібна відстань між палями $3d=0,9$ м.

Ширина і довжина ростверку 1,8 м, виходячи з кратності 300 мм і забезпечення зв'язів не менше 100 мм. На рис. 5.3 показане розміщення палів в плані.

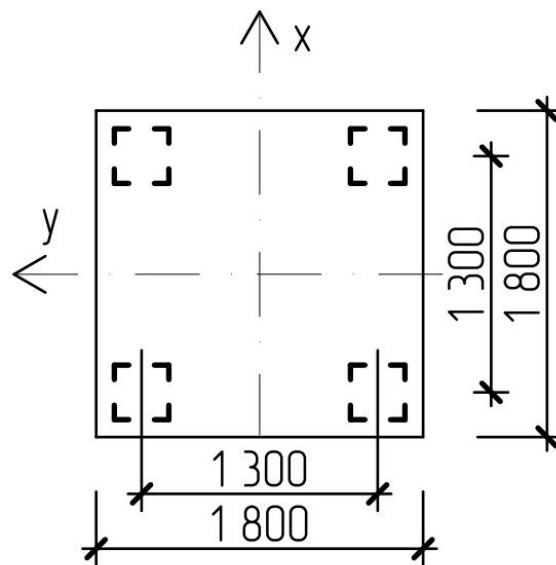


Рисунок 5.3 - Розміщення палів С10-30 в плані при аварійному сполученні навантажень

Виконуємо перевірку розрахункових навантажень на палі.

Вага палі $G_{\text{палі}} = 0,3^2 \cdot 9,6 \cdot 25 \cdot 1,1 = 23,8$ (кН).

Вага ростверку $G_p = 1,8 \cdot 1,8 \cdot 1,5 \cdot 20 \cdot 1,1 = 107,0$ (кН).

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю з урахуванням дії згинального моменту, за формулою:

$$N = \frac{N_d + G_p + G_{\text{паль}}}{n} \pm \frac{M_x y_{\text{max}}}{a y_i^2} \pm \frac{M_y x_{\text{max}}}{a x_i^2} =$$

$$= \frac{1463 + 107 + 23,8 \cdot 4}{4} \pm \frac{(12 \cdot 1,5 + 247,45) \cdot 1,3}{4 \cdot 1,3^2} = 467,35 \text{ (кН)} \gg 1,2 \cdot 399,36 = 479,23 \text{ (кН)}.$$

Несуча здатність палів при обраному їх розташуванні забезпечена.

Висновки за розділом 5

1. Здійснено оцінку умов праці для робочого місця інженера-проектувальника (цивільне будівництво), згідно ДК 003: 2010, професія – 2142.2, який здійснює чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування пального фундаменту. Проаналізувавши всі перераховані значення оптимальних умов праці, можна зробити висновок, що на робочому місці проектувальника фундаментів різних конструктивних варіантів влаштування пального фундаменту умови праці відносяться до 2-го класу умов праці (допустимі) і відповідають встановленим нормам з охорони праці.

2. Робоче місце інженера-проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування пального фундаменту та взаємне розташування всіх його елементів відповідає антропометричним, фізичним і психологічним вимогам.

3. Відповідно до вимог [56] перевірка сейсмічних впливів при аварійному сполученні навантажень несуча здатність пального фундаменту із забивних паль забезпечується.

РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

Виконані підрахунку обсягів робіт нульового циклу для трьох варіантів фундаментів у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Обсяги робіт з улаштування варіантів фундаментів

Найменування роботи	Одиниця вимір.	Формула підрахунку	Кількість
1	2	3	4
1. Варіант фундаменту із забивних паль (традиційний)			
1) Розробка ґрунту котловану екскаватором	1000 м ³	$V = 2,75 \cdot 36 = 99$	0,099
2) Занурення дизель-молотом призматичних залізобетонних паль С10-30, периметром 1200 мм	м ³	$V_{\text{палі}} = 0,3^2 \cdot 10 \cdot 4 = 3,6$	3,6
3) Кількість паль С10-30	м.п	$n = 10 \cdot 4 = 40$	40
4) Улаштування бетонної підготовки з бетону класу В7,5 товщиною 100 мм під ростверки	м ³	$V_{\text{б.п}} = (1,5+0,2) \times (1,5+0,2) \cdot 0,1 = 0,3$	0,3
5) Улаштування монолітного залізобетонного ростверку з бетону класу В25:	м ³	$V_p = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,5 + 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,7 = 1,38$	1,38
6) Арматура для ростверку Ø20 А400С Ø12 А400С Ø8 А240С	кг		54,88 20,74 4,0
7) Зворотна засипка котловану	1000 м ³	$V_{\text{з.засип.}} = 99 - 0,3 - 1,38 - 36 \cdot 1,35 = 48,7$	0,0487
8) Ущільнення ґрунту в пазухах котловану	100 м ³	$V_{\text{ущіл.}} = 48,7$	0,487
2. Варіант фундаменту із забивних паль (традиційний)			
1) Розробка ґрунту котловану екскаватором	1000 м ³	$V = 2,75 \cdot 36 = 99$	0,099
2) Занурення дизель-молотом призматичних залізобетонних паль С3,5-30, периметром 1200 мм	м ³	$V_{\text{палі}} = 0,3^2 \cdot 3,5 \cdot 6 = 1,89$	1,89

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
3) Кількість палей С3,5-30	м.п	$n = 3,5 \cdot 6 = 21$	21
4) Улаштування бетонної підготовки з бетону класу В7,5 товщиною 100 мм під ростверки	м ³	$V_{б.п} = (1,5+0,2) \times$ $\times (2,4+0,2) \cdot 0,1 = 0,44$	0,44
5) Улаштування монолітного залізобетонного ростверку з бетону класу В25:	м ³	$V_p = 1,5 \cdot 2,4 \cdot 0,5 +$ $+ 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,7 = 2,05$	2,05
6) Армування для ростверку Ø20 А400С Ø10 А400С Ø18 А400С Ø8 А240С	кг		54,88 10,8 37,16 4,0
7) Зворотна засипка котловану	1000 м ³	$V_{з.засип.} = 99 - 0,44 - 2,05 -$ $- 36 \cdot 1,35 = 49,3$	0,0493
8) Ущільнення ґрунту в пазухах котловану	100 м ³	$V_{ущіл.} = 49,3$	0,493
Варіант фундамент із забивних палей (за результатами наукових досліджень)			
1) Розробка ґрунту котловану екскаватором	1000 м ³	$V = 2,75 \cdot 36 = 99$	0,099
2) Занурення дизель-молотом призматичних залізобетонних палей С3,5-30, периметром 1200 мм	м ³	$V_{пали} = 0,3^2 \cdot 3,5 \cdot 5 = 1,575$	1,575
3) Кількість палей С3,5-30	м.п	$n = 3,5 \cdot 5 = 17,5$	17,5
4) Улаштування бетонної підготовки з бетону класу В7,5 товщиною 100 мм під ростверки	м ³	$V_{б.п} = (2,4+0,2) \times$ $\times (2,4+0,2) \cdot 0,1 = 0,676$	0,676
5) Улаштування монолітного залізобетонного ростверку з бетону класу В25:	м ³	$V_p = 2,4 \cdot 2,4 \cdot 0,5 +$ $+ 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,7 = 3,13$	3,13
6) Армування для ростверку Ø20 А400С Ø10 А400С Ø8 А240С	кг		54,88 35,0 4,0
7) Зворотна засипка котловану	1000 м ³	$V_{з.засип.} = 99 - 0,676 -$ $- 3,13 -$ $- 36 \cdot 1,35 = 46,6$	0,0466
8) Ущільнення ґрунту в пазухах котловану	100 м ³	$V_{ущіл.} = 46,6$	0,466

6.2 Порівняльні кошторисні розрахунки вартості та трудомісткості фундаментів

Кошторисний розрахунок підсилення фундаментів виконуємо за допомогою програмного комплексу АВК (Додаток Б).

Вони розроблялися на основі:

ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН, ДБН Д.2.2 - 99); збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка 3 [57].

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

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

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

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

Результати порівняння варіантів наведені в таблиці 6.2.

Всі вище наведені показники, окрім первісної вартості і-тої машини та нормативної тривалості роботи машини за рік, узяті з локальних кошторисів. При порівнянні варіантів приймається той варіант, який має мінімальне значення приведених витрат.

$$\Pi_i = C_i + E_n \cdot K_i \rightarrow \min, \quad (6.1)$$

Величина C і K порівнюються за допомогою нормативного коефіцієнта ефективності капітальних вкладень E_n , який є допустимим мінімумом зниження собівартості на одиницю додаткових капітальних вкладень, за якими вони визнаються ефективними.

Собівартість робіт визначається за формулою:

$$C = ПВ + ЗВВ, \quad (6.2)$$

де ПВ – прямі витрати, грн. Під прямими витратами розуміють витрати, пов'язані з виконанням будівельних робіт, які можна прямо та безпосередньо включити до собівартості конкретних будівельних робіт;

ЗВВ – кошторисна величина загальновиробничих витрат, грн.

ПВ та ЗВВ визначаємо із локального кошторису (Додаток Б).

Капітальні вкладення у виробничі фонди:

$$K = K_{ОВФ} + K_{обігові\ кошт}, \quad (6.3)$$

де $K_{ОВФ}$ – вартість основних виробничих фондів;

$$K_{обігові\ кошти} = C_{см.} / K_{обор.} - обігові\ кошти,$$

де $C_{см.}$ – кошторисна вартість (всього по кошторису), грн.;

$$K_{обор.} = 3-4.$$

Основні виробничі фонди визначаються за формулою:

$$K_{ОВФ} = \sum_{i=1}^n \frac{\Phi_i \cdot T_{i,об.}}{T_{i,річн.}}, \quad (6.4)$$

де Φ_i – первісна вартість i -тої машини, грн. (в даному випадку приймемо вартість експлуатації машин із кошторису);

T_i – тривалість роботи i -тої машини на об'єкті, год.;

$T_{i,річн.}$ – нормативна тривалість роботи за рік, год.

Економічний ефект

$$E = П1 - П2$$

Таблиця 6.2 - Порівняння варіантів фундаментів

Показники	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Прямі витрати, тис. грн.	6,688	6,258	6,888
Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	0,056	0,049	0,053
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	1,22	1,07	1,151
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	0,799	0,702	0,757
Усього за кошторисом, тис. грн.	7,49	6,96	7,65
Кошторисний прибуток, грн.			
Показники (обчислені)			
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.	0,799	0,702	0,757
Собівартість робіт (С), тис. грн.	7,49	6,96	7,65
Обігові кошти, тис. грн.	2,75	3,99	1,05
Основні виробничі фонди, тис. грн.	2,1	3,99	1,05
Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн.	4,85	7,98	2,10
Показник приведених витрат, тис. грн.	8,07	7,92	7,90
Економічний ефект, тис. грн.			0,17

Висновки за розділом 6

Порівнюючи кожний варіант фундаментів із таблиць 6.2 ми бачимо, що найбільш економічним є 3 варіант фундаменту із забивних паль (за результатами наукових досліджень). Кошторисна вартість становить – 7,65 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 0,053 тис. люд.-год., приведені витрати – 7,9 тис. грн. Економічний ефект – 0,17 тис. грн.

ВИСНОВКИ

1. Зменшення кількості паль в межах єдиного зовнішнього контуру призводить до несуттєвого зменшення несучої здатності куща.
2. Неврахування роботи ростверку у складі фундаменту дає занижені значення навантажень на кущ, а врахування роботи ростверку без коригування на перерозподіл зусиль між елементами куща при кучному розміщенні паль призводить до завищення несучої здатності куща. Таким чином, при оцінці несучої здатності куща через несучі здатності його окремих елементів потрібно виходити із ступеня реалізації цих несучих здатностей у складі куща.
3. Частка ростверку у навантаженні на пальовий фундамент зменшується із збільшенням кількості паль і з збільшенням їх довжини.
4. При використанні коротких паль реалізація їх несучої здатності в групі перевищує одиницю (тобто вони працюють краще у кущі, ніж як одиночні).
5. Короткі та довгі палі у складі куща в глинистому ґрунті працюють більш ефективно, ніж в піщаному.
6. Визначати несучу здатність пального фундаменту як суму несучих здатностей паль та плити некоректно, це призводить до завищення несучої здатності групи.
7. Результати визначення несучої здатності паль у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation доцільно використовувати у проектній практиці для корегування значень, визначених теоретичним шляхом за рекомендаціями норм.
8. Застосування коротких паль можна з метою економії матеріалів також можна зменшити кількість паль в групі при збереженні розмірів ростверку з незначною втратою несучої здатності. Але перетворення пального фундаменту на умовний з метою визначення несучої здатності коректно лише при кроці паль 3d, тобто при доволі частому їх розташуванні. Для довгих паль навіть при частому кроці паль умовний фундамент працює краще, ніж пальовий.
9. Порівнюючи кожний варіант фундаментів із локального кошторису видно, що найбільш економічним є варіант фундаменту із забивних паль за результатами наукових досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Блащук Н.В., Маєвська І.В., Попович М.М. Перерозподіл зусиль між елементами стовпчастого пальового фундаменту. Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві: зб. наук. пр. №1(24). Вінниця, 2018. С. 36-44.
2. Малишев О.М., Цимбал С.О., Маєвська І.В., Блащук Н.В. Сумісна робота паль і ростверку у стовпчастому пальовому фундаменті. Молодь в науці: тез. регіон. наук.-практ. інтернет-конф. студентів, аспірантів та молодих науковців ВНТУ, м. Вінниця, 2 січ. 2018. Вінниця, 2018. - URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2018/paper/viewFile/3694/31033103>.
3. Маєвська І.В., Забаштанська Л.А., Кремінська Ю.О. Вплив відносної довжини паль на напружено-деформований стан пальового фундаменту. *XLVIII науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання*: зб. доп., м. Вінниця, 13-15 берез. 2019р. Вінниця, 2019. С. 200–206. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/index/pages/view/zbirn2019>
4. Кремінська Ю.О., Маєвська І.В. Різниця в роботі коротких і довгих паль у складі стовпчастого пальового фундаменту. *L науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання*: зб. доп., м. Вінниця, 10-12 берез. 2021р. Вінниця, 2021. С. 1912-1921. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-frtzp/index/pages/view/zbirn2021>
5. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. [Чинний від 2012-07-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.161 с. (Державні будівельні норми України).
6. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення. [Чинний від 2019 – 01 - 01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон, 2019. 42 с. (Державні будівельні норми України).
7. Самородов А.В. Проектирование эффективных комбинированных свайных и плитных фундаментов многоэтажных зданий: монографія. Харків: ХНУБА, 2017. 204 с.

8. Бойко І. П., В.Л. Підлущкий. Дослідження влаштування паль у фундаменті різної довжини. Зб. наук. пр. (галузеве машинобудування, будівництво). Полтава. 2012. Вип.4 (34). С.42-48. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpgmb_2012_4%282%29__8

9. Підлущкий В.Л. Взаємодія фундаментної плити з палями різної довжини з ґрунтовою багатопшаровою основою. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02. Київ, 2013. 227с.

10. Маєвська І. В., Попов В. О. Використання пальово-плитного фундаменту з коротких паль. *Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ*: зб. доп., м. Вінниця, 14-23 берез. 2018р. Вінниця, 2018. С. 2460-2465. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/4946/4697>.

11. Далматов Б.И., Бронин В.Н. Проектирование фундаментов зданий и подземных сооружений : навч. посіб. 2-ге вид Москва: АСВ, 2001. 440 с.

12. М. О. Гембарська. Робота паль у кущі, об'єднаних ростверком з певною жорсткістю. Зб. наук. пр. Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка. 2013. Вип. 3(2). С. 58-63.

13. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты. Вид. офіц. Москва. 2006. 46с.

14. Бартоломей А. А., Омельчак И. М., Юшков Б.С. Прогноз осадок свайных фундаментов: монография. Москва: Стройиздат, 1994. 384 с.

15. Сернов В.А. Исследование напряженно-деформированного состояния грунта в межсвайном пространстве. *Международ. научно-технич. конф. геотехника Беларуси: наука и практика*: сб. статей, г. Минск, 20-22 мая. 2008г. Минск, 2008. С.239-246. URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/90211>

16. Сернов В.А., Голубкова О.А., Макаров К.Н. Опыт применения фундаментов из коротких конических свай с несущими ростверками. *Геотехника Беларуси: наука и практика. Международ. научно-технич. конф. геотехника Беларуси: наука и практика*: сб. статей, г. Минск, 20-22 октяб. 2008 г. Минск, 2008. С.247-253. URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/90213>

17. Крeмiнська Ю.О., Маєвська I.В. Планування експерименту дослідження нового пальового фундаменту з коротких паль. *Інноваційні технології в будівництві-2020*: міжнар. наук.-техн. конф., м. Вінниця, 10-12 листоп. 2020р. Вінниця, 2020.
URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/view/10884>
18. Крeмiнська Ю.О., Маєвська I.В. Фізичне моделювання пальових кушів з короткими та довгими палями. *Енергоефективність в галузях економіки України-2021*: міжнар. наук.-техн. конф., м. Вінниця, 23-25 листоп. 2021р. Вінниця, 2021.
URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/view/13939>
19. Дыба В.П., Галашев Ю.В., Осипова О.Н. Уточнение методов расчета осадок фундаментов по данным лотковых и натурных экспериментов. *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2011. № 3. С. 23-27.
URL: <https://ofmg.ru/index.php/ofmg/article/view/1072>
20. Елизаров С.А., Малышев М.В. Критерии несущей способности и различные фазы деформирования основания. *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 1993. № 4. С. 2-5.
21. Бойко И.П. Свайные фундаменты на нелинейно-деформируемом основании : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.02 / Бойко Игорь Петрович. Москва : НИИОСП, 1988. 45 с.
22. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И., Кулик И.А. Определение параметров машин для погружения свай и фундаментов-оболочек: монографія. Дніпропетровськ, 2005. 143 с.
23. Садыхова Л.Г., Назаренко Д.Б., Бабаев И.А. Определение минимального количества объектов, необходимого для проведения выборочного эксперимент. *Труды ИСА РАН*. Москва, 2012. Том 62. С. 23-27.
24. Маєвська I.В., Блащук Н.В. Оцінка спільної роботи існуючого фундаменту та паль при його підсиленні за результатами модельного випробування.

Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення. Київ, 2006. Вип. 73. С.38-43.

25. Маєвська І.В., Блащук Н.В. Результати модельних досліджень стрічкових фундаментів мілкового закладання, що підсилюються. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*: зб. наук. пр. №2. Вінниця, 2009. С. 64-69. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/4209>

26. Берман В. И. Возведение фундаментов из кустов забивных свай разной длины. *Промышленное строительство и инженерные сооружения*. 1983. № 3. С. 28-33.

27. М. М. Попович, І. І. Ваганов. Експериментальні дослідження розподілення зусиль між палями моделей куштів пальових фундаментів. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*: зб. наук. пр. №2. Вінниця, 2011. С. 45-49. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/4121?show=full>

28. Кондрашов В. А. Лабораторные исследования осадок и несущей способности грунта основания свай и свайных фундаментов с высоким и низким ростверками на моделях. *Основания, фундаменты и подземные сооружения* : труды пятой конф. молодых науч. сотрудников, г. Москва, 9-10 июня 1970 г. Москва, 1970. С. 247-251.

29. Кондрашов В. А. Исследование деформаций грунта оснований моделей свайных фундаментов методом фотофиксации траектории движения грунтовых частиц. *Основания, фундаменты и подземные сооружения* : труды пятой конф. молодых науч. сотрудников, г. Москва, 9-10 июня 1970 г. Москва, 1970. С. 239-246.

30. Бугров, А. К. О решении смешанной задачи теории упругости и пластичности грунта. *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 1974. № 6. С.20-23.

31. Винников, Ю. Л. Моделювання процесів ущільнення ґрунту при вісесиметричному напружено-деформованому стані основ: автореф. дис. ... докт. техн. наук.: 05.23.02. Київ, 2005. 38с. URL: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi->

- bin/irbis_nbu/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=ARD&P21DBN=ARD&Z21ID=&Image_file_name=DOC/2005/05vyldso.zip&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1
32. Вялов, С. С. Реологические основы механики грунтов. Москва. 1978. 349с. URL: http://www.zodchii.ws/downloads/zodchii/osnovaniya,_fundamenti,_podzemnie_sooruzheniya/vyalov_-_reologicheskie_osnovy_mehaniki_gruntov.zip
33. Готман, А. Л. Расчет свай переменного сечения на совместное действие вертикальной и горизонтальной нагрузок методом конечных элементов. *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2000. № 1. С.6-12. URL: <https://www.ofmg.ru/index.php/ofmg/article/view/1296>
34. Дубина, М. М., Тесленко Д.К., Целицо В.М. Метод конечных элементов для расчетов фундаментов на выштампованных котлованах и устойчивости откосов. Москва. 2001. 224с.
35. Зарецкий, Ю. К. Нелинейная механика грунтов и перспективы ее развития. *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 1982. № 5. С.28-31
36. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в теории сооружений и в механике сплошной среды. Москва, 1974. 240с. URL: <https://www.twirpx.com/file/261176/>
37. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике. Москва, 1975. 541с. URL: https://pnu.edu.ru/media/filer_public/2013/04/10/6-5_zenkevich_1975.pdf
38. Пилягин, А. В., Казанцев С.В. Смешанная упругопластическая задача расчета грунтового основания в пространственной постановке. *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 1989. № 4. С.24-26.
39. ДСТУ Б. А.2.4.-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів. [На заміну ДСТУ Б А.2.4-6-95; чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України. 2009. 34 с. (Національні стандарти України).
40. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2017 – 01 - 05]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон, 2017. 30 с. (Державні будівельні норми України).
41. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення. [Чинний від 2014 – 01 - 01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон, 2014. 55 с.

42. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [На заміну ДБН В.1.1-7-2002; чинний від 2017 – 06 - 01]. Вид. офіц. Київ. 2017. 35 с.

43. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна № 1. [На заміну СНиП 2.01.07-85; чинний від 2007 – 01 - 01]. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України. 2006. 75 с.

44. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с. (Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі).

45. ДСТУ Б.В.2.1-2-96. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація. [Чинний від 1997-04-01]. Вид. офіц. Київ. 1997. 51 с.

46. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чинний від 2011-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с.

47. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. URL: <http://vsegost.com/Catalog/41/41131.shtml>

48. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. URL: http://sop.zp.ua/norm_праор_0_00-7_15-18_01_ua.php

49. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=71028

50. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65395

51. Правила улаштування електроустановок. URL: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>

52. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

53. Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14._nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html

54. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

55. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

56. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах. [На заміну ДБН В.1.1-12:2006; чинний від 2014 – 10 - 01]. Вид. офіц. Київ. 2014. 110 с.

57. ДСТУ Б Д.1.1 – 1 – 2013. Правила визначення вартості будівництва. [На заміну ДБН Д.1.1-1-2000; чинний від 2014 – 01 - 01]. Вид. офіц. Київ. 2013. 97 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Особливості роботи пальових куштів з коротких паль

Тип роботи: кваліфікаційна робота / МКР

(кваліфікаційна робота, курсовий проект (робота), реферат, аналітичний огляд, інше
(вказати))

Підрозділ кафедра БМГА, ФБТЕГП, гр. Б-20мі

(кафедра, факультет (інститут), навчальна група)

Науковий керівник: Маєвська І.В., доцент

(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності

Plagiat.pl (StrikePlagiarism)		Unicheck	
КП1		Оригінальність	73,4%
КП2			
Тривога/Білі знаки	/	Схожість	26,6%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

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

Автор Кремінська Ю.О. Кремінська Ю.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Опис прийнятого рішення

допустити до захисту МКР
Допустити до захисту МКР

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

Експерт _____
(за потреби) (підпис) (прізвище, ініціали, посада)

Додаток Б

Локальний кошторис на будівельні роботи № 1
1 Варіант фундаменту із забивних паль (традиційний)

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 7,487 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 0,056 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 1,220 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на "24 жовтня" 2021 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-17-1	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами однокерованими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м ³ , група ґрунтів 1	1000м ³	0,099	<u>6217,86</u> 157,87	<u>6053,90</u> 1912,64	616	16	<u>599</u> 189	<u>9,38</u> 66,504	<u>0,93</u> 6,58
2	E5-3-5	Заглиблення дизель-молотом залізобетонних паль довжиною до 12 м	м ³	3,6	<u>1130,03</u> 69,94	<u>438,09</u> 54,96	4068	252	<u>1577</u> 198	<u>3,39</u> 2,6765	<u>12,2</u> 9,64
3	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м ³	0,003	<u>69945,46</u> 3294,47	<u>1898,95</u> 520,67	210	10	<u>6</u> 2	<u>195,75</u> 25,4989	<u>0,59</u> 0,08
4	ЕД6-50-15	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів опалубки площею до 1 м ² для улаштування ростверку	100м ³	0,0138	<u>15580,67</u> 8018,93	<u>420,30</u> 130,88	215	111	<u>6</u> 2	<u>417,87</u> 6,9921	<u>5,77</u> 0,1

11 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	ЕД6-62-4	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 12 до 18	m	0,05488	<u>13535,95</u> 398,16	<u>58,26</u> 11,90	743	22	<u>3</u> 1	<u>21</u> 0,6414	<u>1,15</u> 0,04
6	ЕД6-62-3	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 8 до 12	m	0,02074	<u>11553,50</u> 436,01	<u>100,74</u> 23,53	240	9	<u>2</u> -	<u>22,44</u> 1,4234	<u>0,47</u> 0,03
7	ЕД6-62-2	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 6 до 8	m	0,004	<u>11506,55</u> 624,84	<u>137,55</u> 31,74	46	2	<u>1</u> -	<u>31,75</u> 1,9722	<u>0,13</u> 0,01
8	ЕД6-66-2	Укладання бетонної суміші в конструкції ростверку бетононасосами.	100м3	0,003	<u>61814,36</u> 1004,88	<u>1946,55</u> 497,99	185	3	<u>6</u> 1	<u>53</u> 23,56	<u>0,16</u> 0,07
9	Е1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,0487	<u>1287,92</u> -	<u>1287,92</u> 279,89	63	-	<u>63</u> 14	<u>-</u> 15,1575	<u>-</u> 0,74
10	Е1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	0,487	<u>619,28</u> 339,29	<u>279,99</u> 83,44	302	165	<u>137</u> 41	<u>18,36</u> 5,1175	<u>8,94</u> 2,49
		Разом прямі витрати по кошторису					6688	590	<u>2400</u> 448		<u>30,34</u> 19,78
		Разом будівельні роботи, грн.					6688				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					3698				
		всього заробітна плата, грн.					1038				
		Загальновиробничі витрати, грн.					799				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					5,58				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					182				
		Всього будівельні роботи, грн.					7487				

11 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

		Всього по кошторису						7487				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.						56				
		Кошторисна заробітна плата, грн.						1220				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірів

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2
2 Варіант фундаменту із забивних паль (традиційний)

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 6,960 тис. грн.
 Кошторисна трудомісткість 0,049 тис.люд.-год.
 Кошторисна заробітна плата 1,071 тис. грн.
 Середній розряд робіт 3,3 розряд

Складений в поточних цінах станом на "24 жовтня" 2021 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
									на одиницю	всього	
1	E1-17-1	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м3, група ґрунтів 1	1000м3	0,099	<u>6217,86</u> 157,87	<u>6053,90</u> 1912,64	616	16	<u>599</u> 189	<u>9,38</u> 66,504	<u>0,93</u> 6,58
2	E5-3-5	Заглиблення дизель-молотом залізобетонних паль довжиною до 12 м	м3	1,89	<u>1130,03</u> 69,94	<u>438,09</u> 54,96	2136	132	<u>828</u> 104	<u>3,39</u> 2,6765	<u>6,41</u> 5,06
3	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,0044	<u>69945,46</u> 3294,47	<u>1898,95</u> 520,67	308	14	<u>8</u> 2	<u>195,75</u> 25,4989	<u>0,86</u> 0,11
4	ЕД6-50-15	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів опалубки площею до 1 м2 для улаштування ростверку	100м3	0,0205	<u>15580,67</u> 8018,93	<u>420,30</u> 130,88	319	164	<u>9</u> 3	<u>417,87</u> 6,9921	<u>8,57</u> 0,14

11 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	ЕД6-62-5	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 18 до 26	m	0,05488	<u>14529,06</u> 339,40	<u>51,19</u> 11,59	797	19	<u>3</u> 1	<u>18,14</u> 0,6232	<u>1</u> 0,03
6	ЕД6-62-4	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 12 до 18	m	0,02036	<u>13535,95</u> 398,16	<u>58,26</u> 11,90	276	8	<u>1</u> -	<u>21</u> 0,6414	<u>0,43</u> 0,01
7	ЕД6-62-3	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 8 до 12	m	0,0108	<u>11553,50</u> 436,01	<u>100,74</u> 23,53	125	5	<u>1</u> -	<u>22,44</u> 1,4234	<u>0,24</u> 0,02
8	ЕД6-62-2	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 6 до 8	m	0,004	<u>11506,55</u> 624,84	<u>137,55</u> 31,74	46	2	<u>1</u> -	<u>31,75</u> 1,9722	<u>0,13</u> 0,01
9	ЕД6-66-2	Укладання бетонної суміші в конструкції ростверку бетононасосами.	100м3	0,0205	<u>61814,36</u> 1004,88	<u>1946,55</u> 497,99	1267	21	<u>40</u> 10	<u>53</u> 23,56	<u>1,09</u> 0,48
10	Е1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,0493	<u>1287,92</u> -	<u>1287,92</u> 279,89	63	-	<u>63</u> 14	<u>-</u> 15,1575	<u>-</u> 0,75
11	Е1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	0,493	<u>619,28</u> 339,29	<u>279,99</u> 83,44	305	167	<u>138</u> 41	<u>18,36</u> 5,1175	<u>9,05</u> 2,52
		Разом прямі витрати по кошторису					6258	548	<u>1691</u> 364		<u>28,71</u> 15,71
		Разом будівельні роботи, грн.					6258				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					4019				
		всього заробітна плата, грн.					912				

11 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					702 4,9 159 6960				
		----- Всього по кошторису					6960				
		Кошторисна трудоємність, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					49 1071				

Склав

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

Перевірив

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

Локальний кошторис на будівельні роботи № 3
3 Варіант фундамент із забивних паль (за результатами наукових досліджень)

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 7,645 тис. грн.
 Кошторисна трудомісткість 0,053 тис.люд.-год.
 Кошторисна заробітна плата 1,151 тис. грн.
 Середній розряд робіт 3,2 розряд

Складений в поточних цінах станом на "24 жовтня" 2021 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-17-1	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м3, група ґрунтів 1	1000м3	0,099	<u>6217,86</u> 157,87	<u>6053,90</u> 1912,64	616	16	<u>599</u> 189	<u>9,38</u> 66,504	<u>0,93</u> 6,58
2	E5-3-5	Заглиблення дизель-молотом залізобетонних паль довжиною до 12 м	м3	1,575	<u>1130,03</u> 69,94	<u>438,09</u> 54,96	1780	110	<u>690</u> 87	<u>3,39</u> 2,6765	<u>5,34</u> 4,22
3	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,00676	<u>69945,46</u> 3294,47	<u>1898,95</u> 520,67	473	22	<u>13</u> 4	<u>195,75</u> 25,4989	<u>1,32</u> 0,17
4	ЕД6-50-15	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів опалубки площею до 1 м2 для улаштування ростверку	100м3	0,0313	<u>15580,67</u> 8018,93	<u>420,30</u> 130,88	488	251	<u>13</u> 4	<u>417,87</u> 6,9921	<u>13,08</u> 0,22

11 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	ЕД6-62-5	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 18 до 26	m	0,05488	<u>14529,06</u> 339,40	<u>51,19</u> 11,59	797	19	<u>3</u> 1	<u>18,14</u> 0,6232	<u>1</u> 0,03
6	ЕД6-62-3	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 8 до 12	m	0,035	<u>11553,50</u> 436,01	<u>100,74</u> 23,53	404	15	<u>4</u> 1	<u>22,44</u> 1,4234	<u>0,79</u> 0,05
7	ЕД6-62-2	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 6 до 8	m	0,004	<u>11506,55</u> 624,84	<u>137,55</u> 31,74	46	2	<u>1</u> -	<u>31,75</u> 1,9722	<u>0,13</u> 0,01
8	ЕД6-66-2	Укладання бетонної суміші в конструкції ростверку бетононасосами.	100м3	0,0313	<u>61814,36</u> 1004,88	<u>1946,55</u> 497,99	1935	31	<u>61</u> 16	<u>53</u> 23,56	<u>1,66</u> 0,74
9	Е1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,0466	<u>1287,92</u> -	<u>1287,92</u> 279,89	60	-	<u>60</u> 13	<u>-</u> 15,1575	<u>-</u> 0,71
10	Е1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	0,466	<u>619,28</u> 339,29	<u>279,99</u> 83,44	289	158	<u>131</u> 39	<u>18,36</u> 5,1175	<u>8,56</u> 2,38
		Разом прямі витрати по кошторису					6888	624	<u>1575</u> 354		<u>32,81</u> 15,11
		Разом будівельні роботи, грн.					6888				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					4689				
		всього заробітна плата, грн.					978				
		Загальновиробничі витрати, грн.					757				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					5,34				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					173				
		Всього будівельні роботи, грн.					7645				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

		Всього по кошторису						7645				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.						53				
		Кошторисна заробітна плата, грн.						1151				

Склав _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Магістерська кваліфікаційна робота Кремінської Ю.О. на тему:

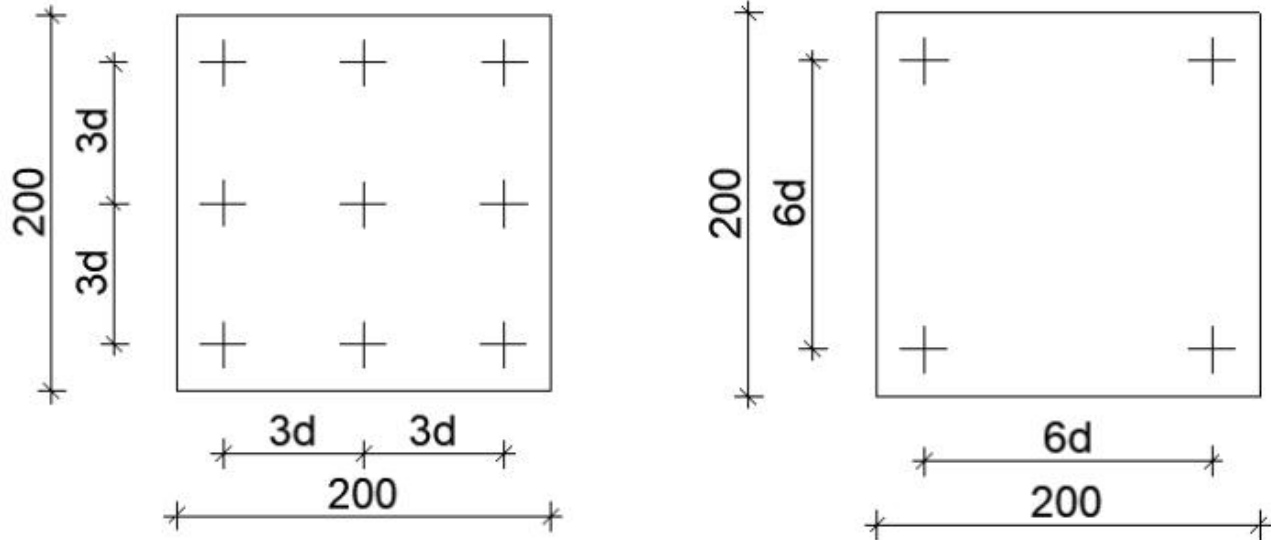
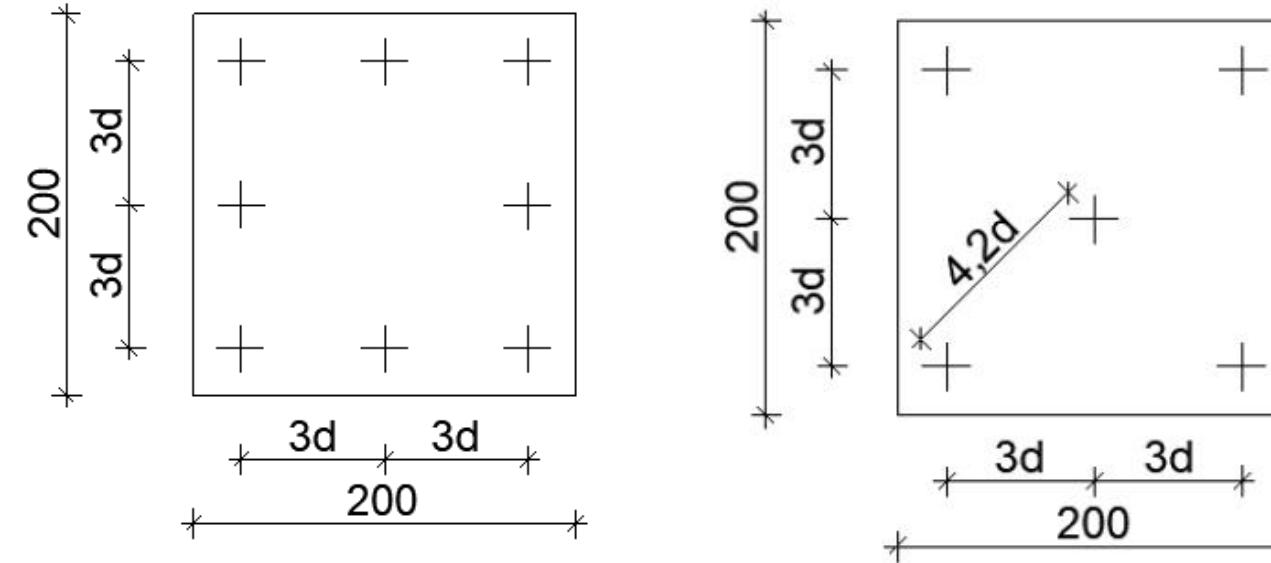
«Особливості роботи пальових кущів з коротких паль»

Мета дослідження. Метою магістерської кваліфікаційної роботи є визначення різниці напружено-деформованого стану (НДС) пальового фундаменту з коротких забивних паль для нового будівництва.

Задачі дослідження:

- аналіз сучасного стану питання щодо особливості роботи пальових кущів з коротких паль;
- на підставі фізичного моделювання на мало масштабних моделях дослідити сумісну роботу паль при зміні їх кількості та низького ростверку в пальовому фундаменті; випробувати несучу здатність коротких паль і плити ростверку у варіанті умовного фундаменту;
- виконати аналіз та порівняння отриманих результатів фізичного моделювання пальового фундаменту, дослідити характер змін частки ростверку та реалізації паль із зміною кількості паль у групі;
- створити розрахункову модель стовпчастого пальового фундаменту у програмному комплексі Plaxis;
- провести комплексні числові дослідження за допомогою програмного комплексу Plaxis, роботи пальових фундаментів в залежності від геометричних параметрів (довжини та кількості паль);
- оцінити ефективність застосування коротких паль порівняно із довгими палями.

Програма фізичного моделювання

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір палів	Крок і кількість палів
1	$L = 0,2 \text{ м}, d = 0,02 \text{ м}$	
2	$L = 0,4 \text{ м}, d = 0,02 \text{ м}$	
3	Плита ростверку без палів з розмірами у плані 200x200 мм, висотою 50мм, глибина закладання 0 та 200 мм	-

Лоток з ґрунтовою основою розміром 1800×1200×1000 мм



Модель ростверку 200x200мм



Наголовники із тензометричними датчиками



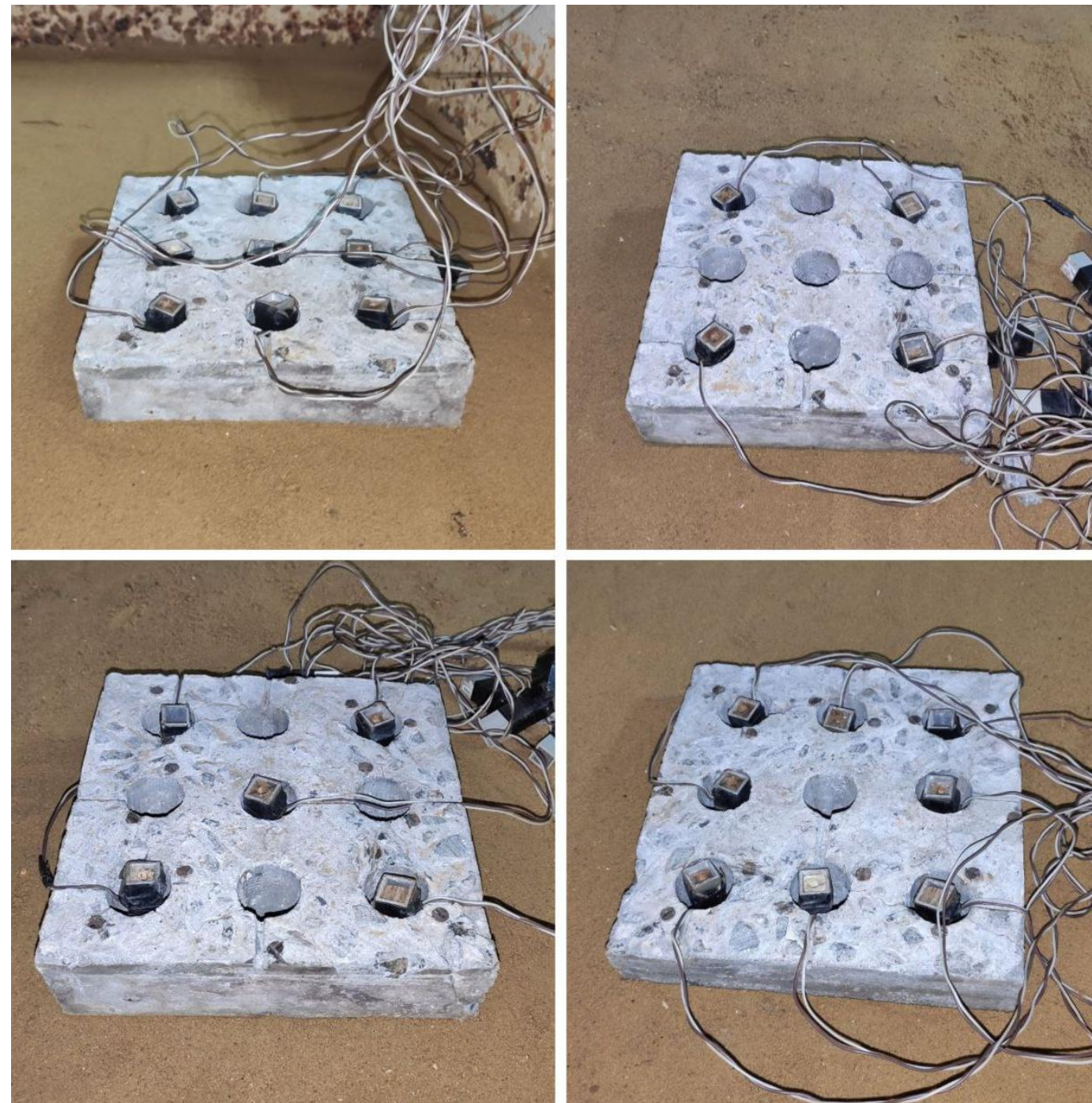
Пристрій для тарування датчиків



Важільна система



Розміщення тензометричних датчиків у ростверку



Модель пального фундаменту перед випробуванням



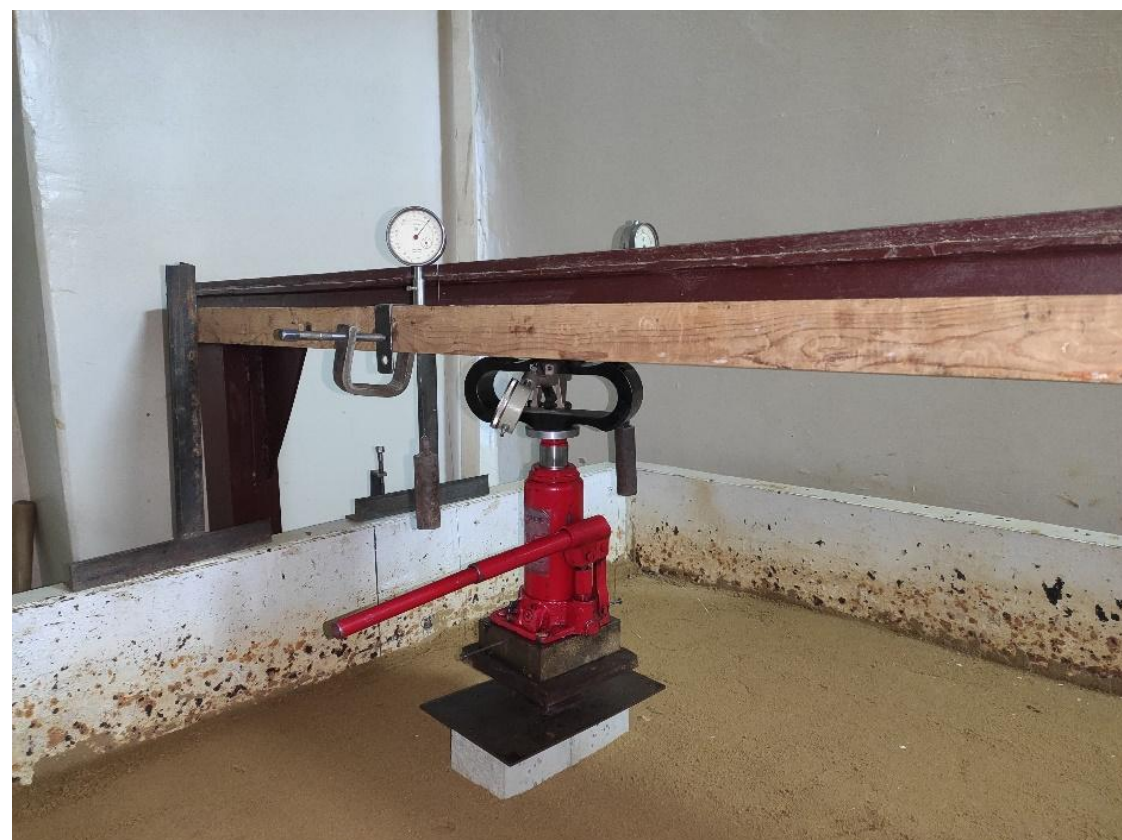
Модель випробування плити ростверку



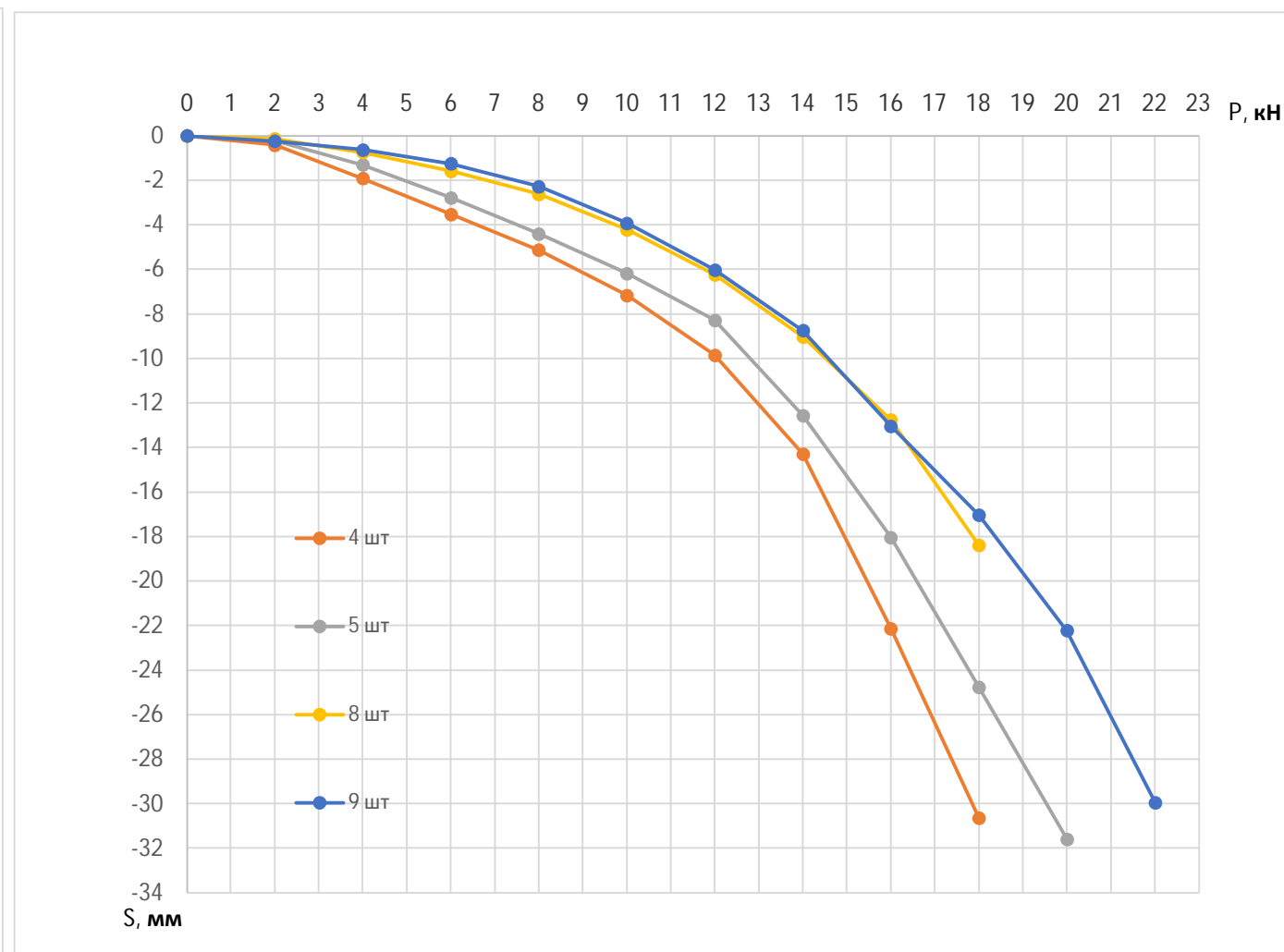
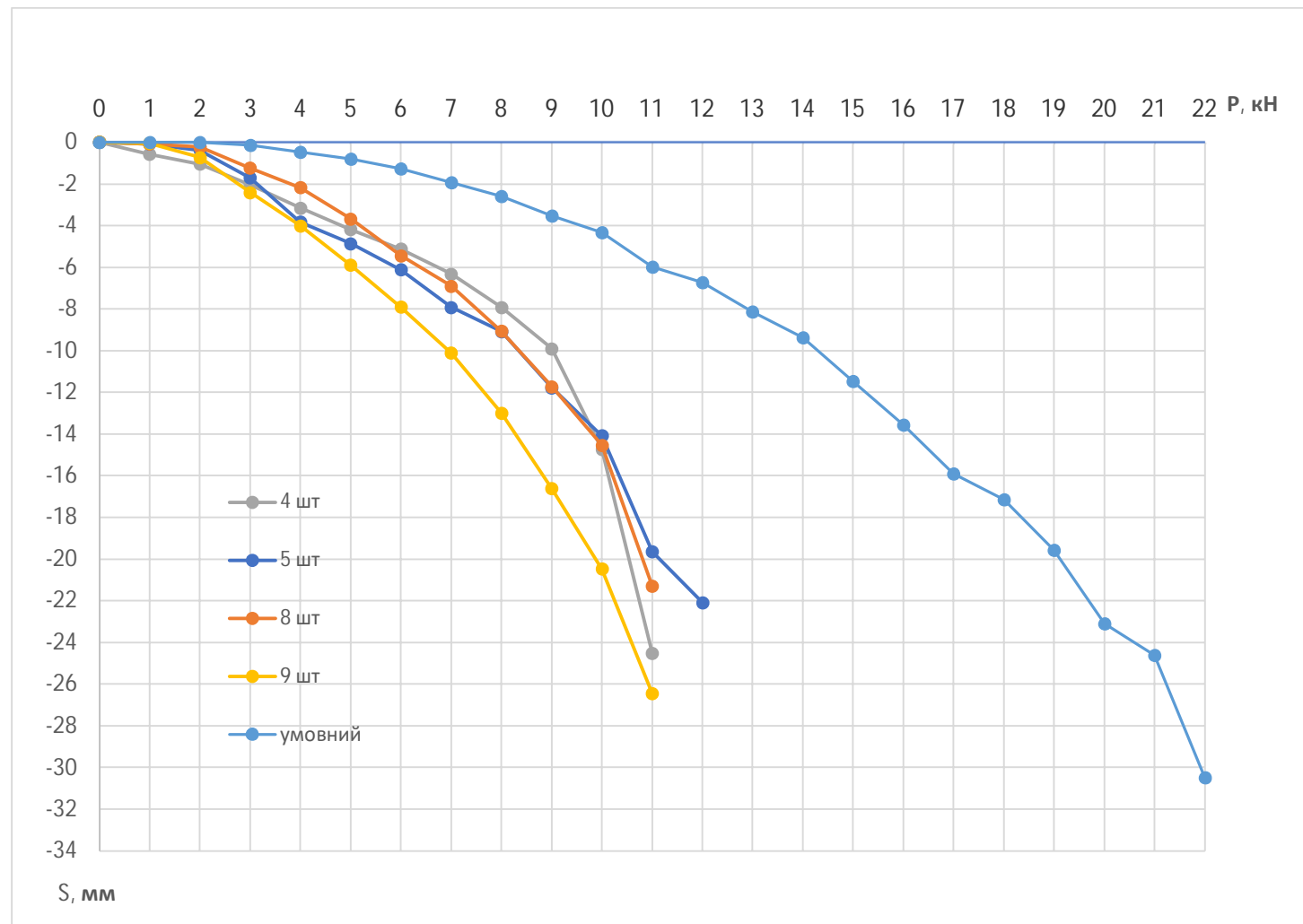
Модель випробування одиночної палі в лотку



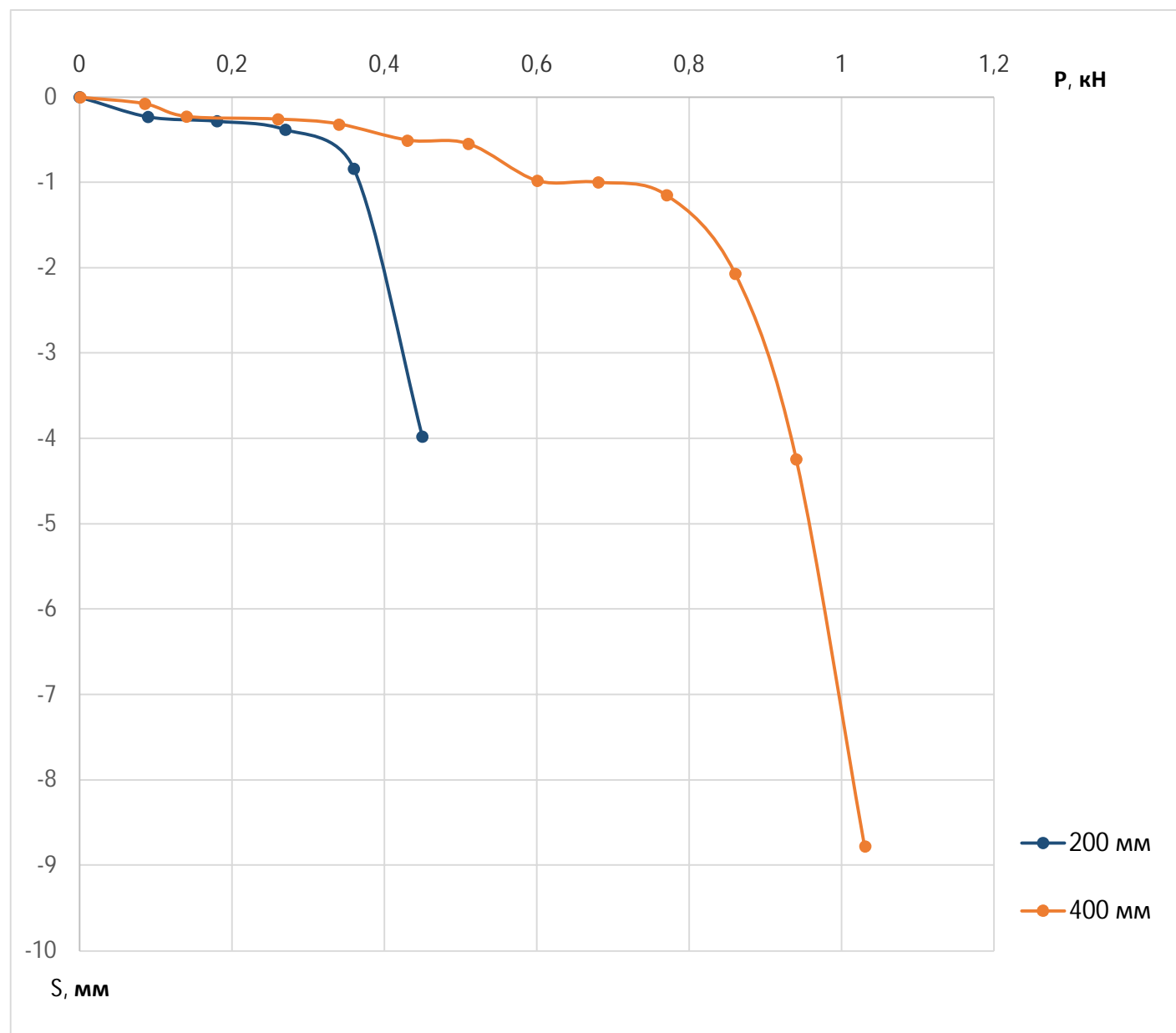
Модель випробування плити ростверку у варіанті умовного фундаменту



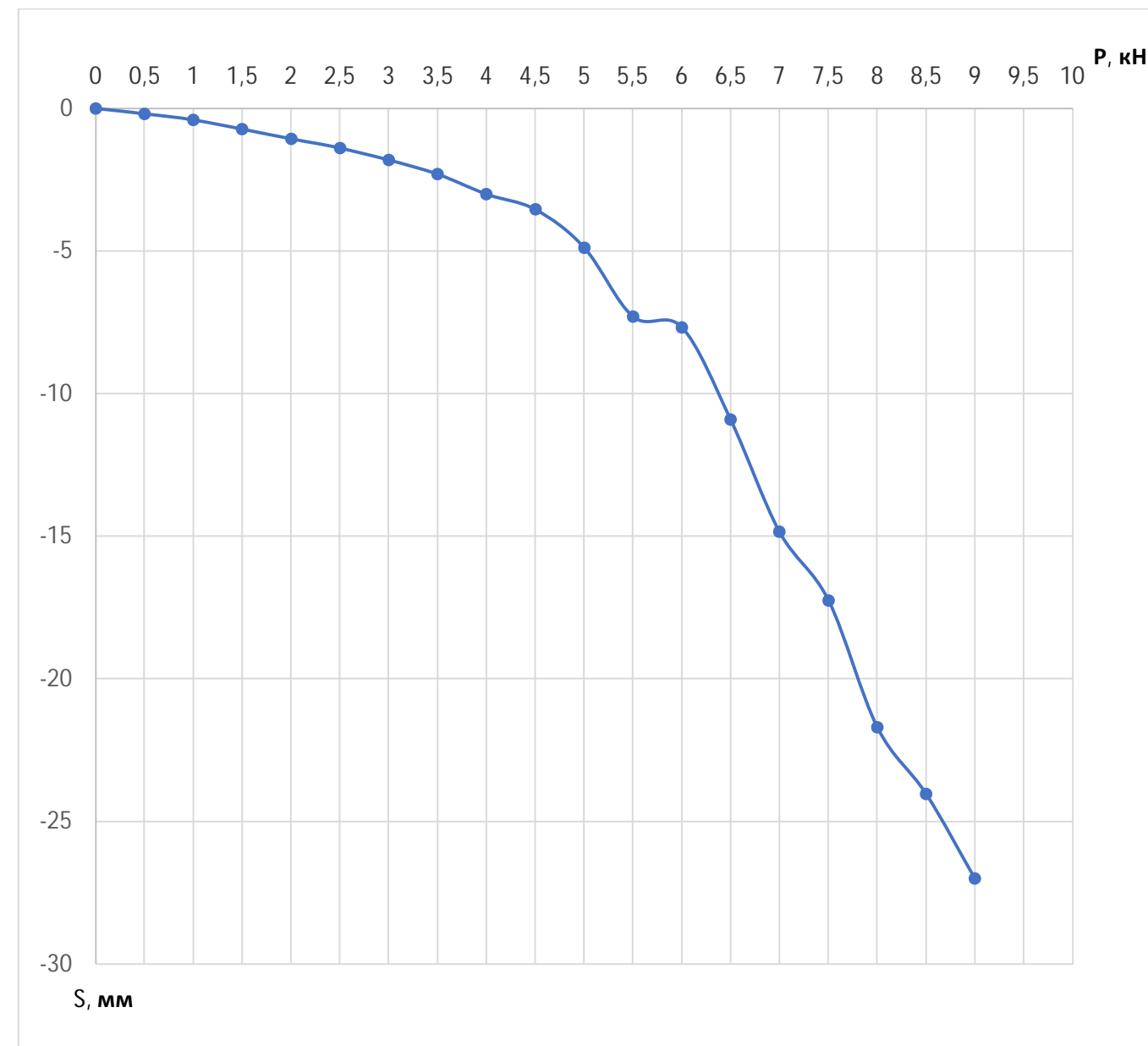
Графіки залежності навантаження – осідання для куща паль довжиною 200 та 400 мм



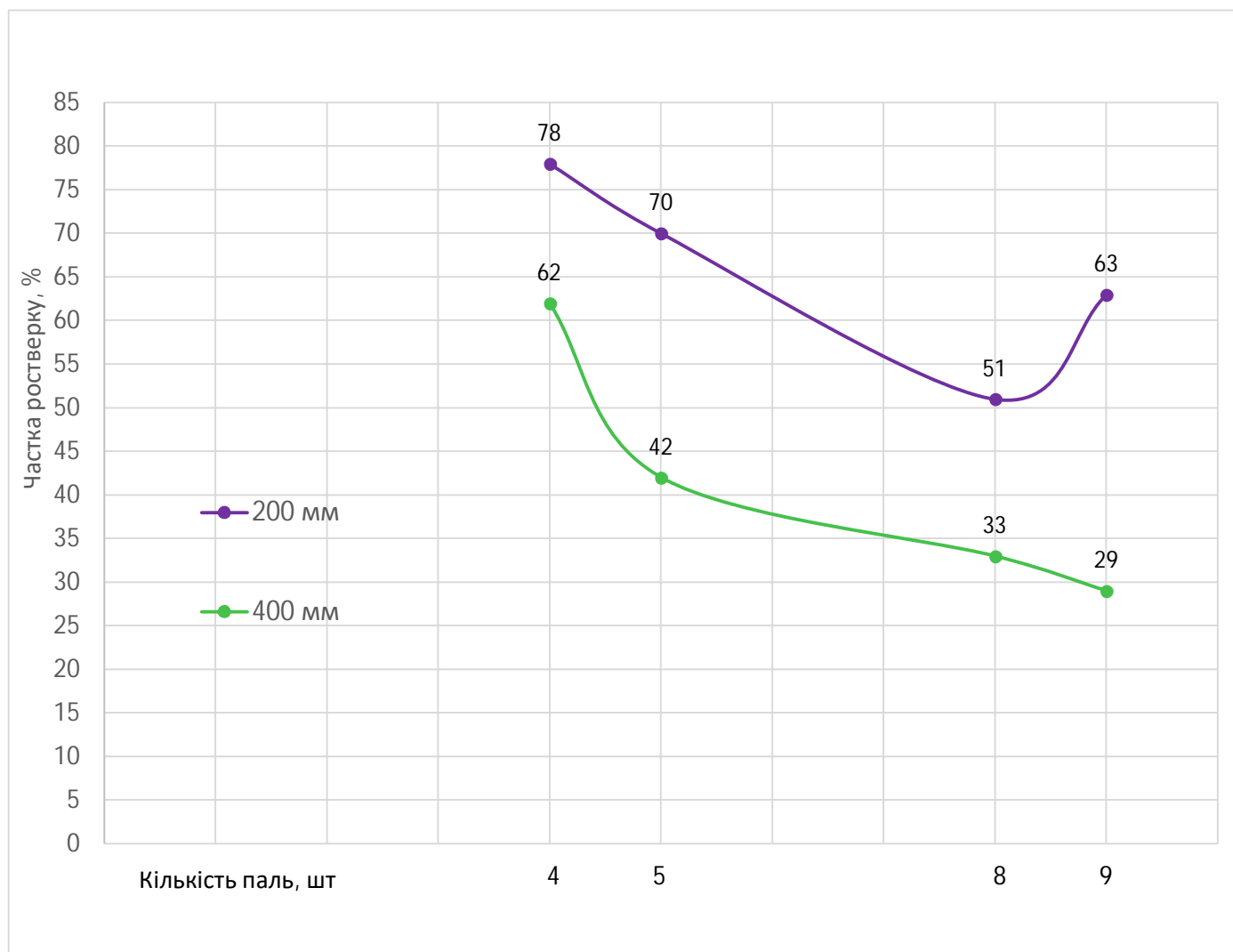
Графіки залежності навантаження – осідання для паль
довжиною 200 мм та 400 мм



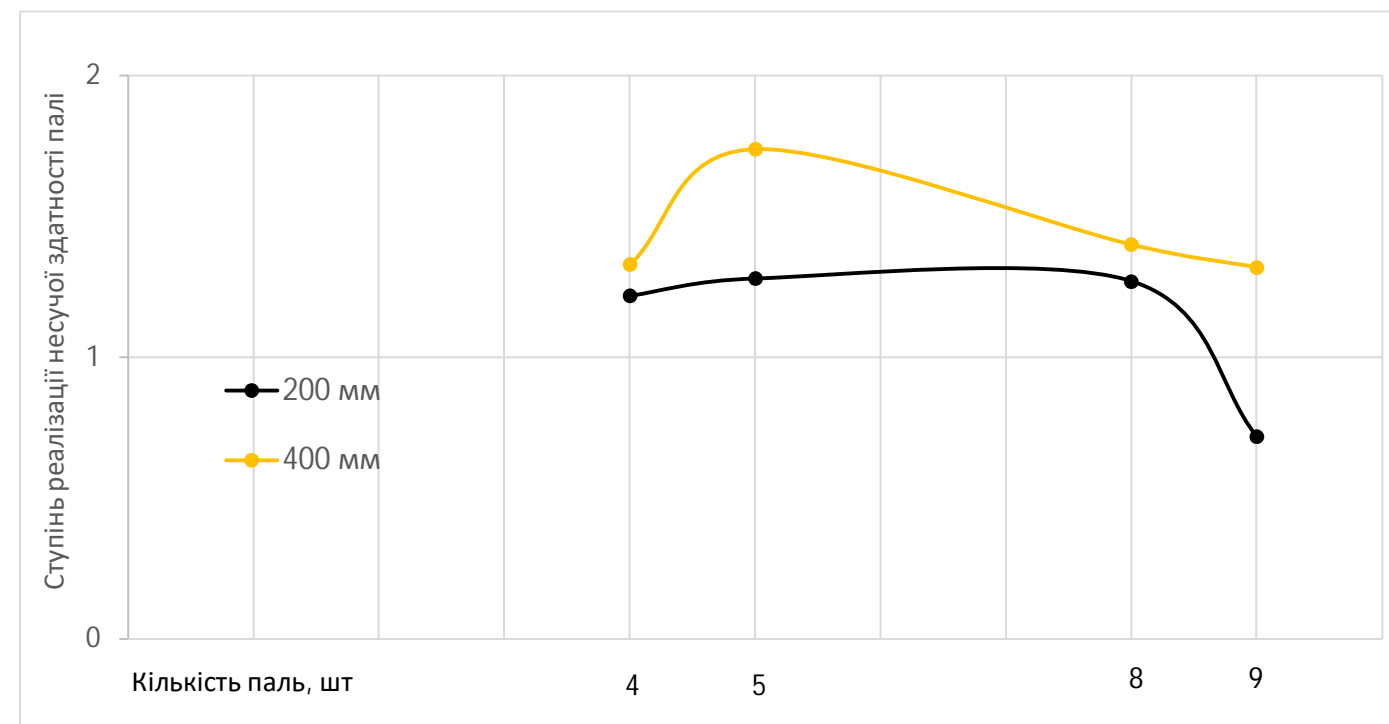
Графік залежності навантаження – осідання для плити ростверку розмірами
200x200 мм як штампу без паль



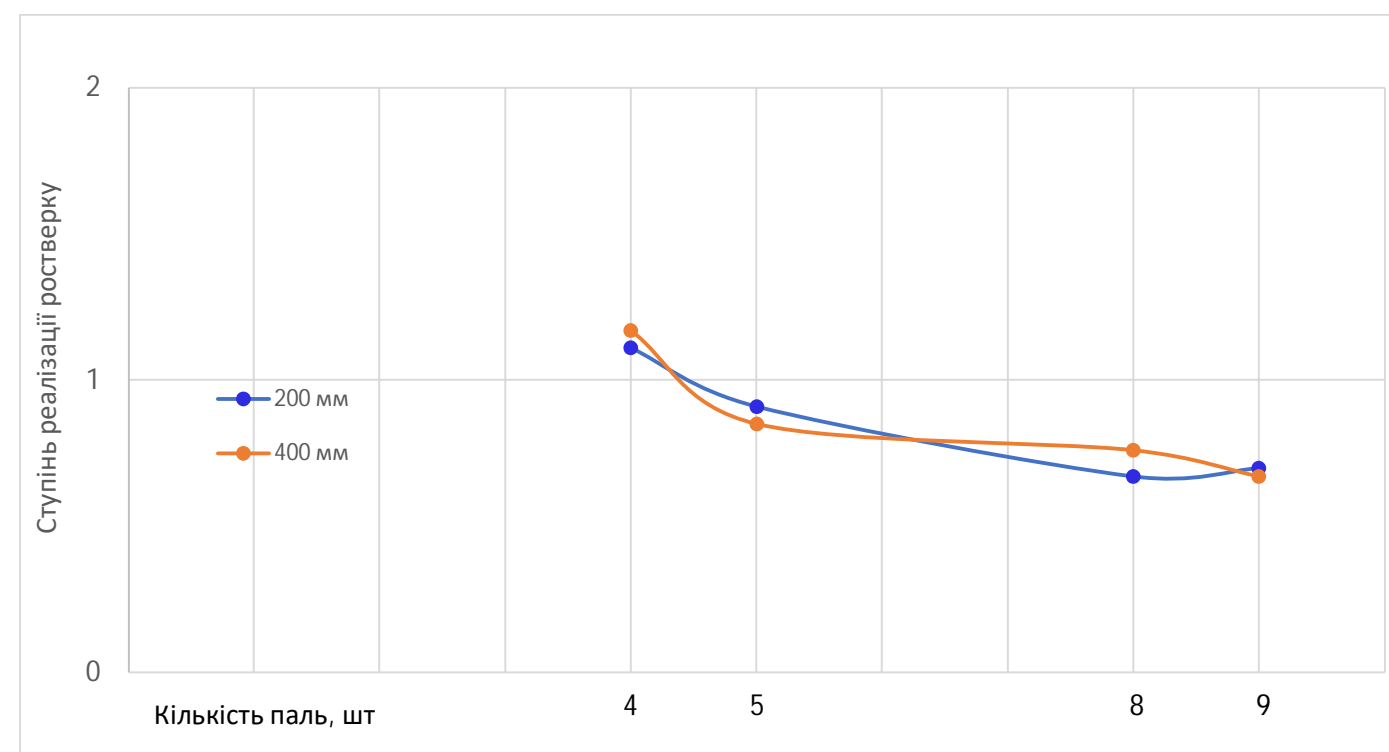
Графік залежності частки ростверку у навантаженні на пальовий фундамент від довжини та кількості палів



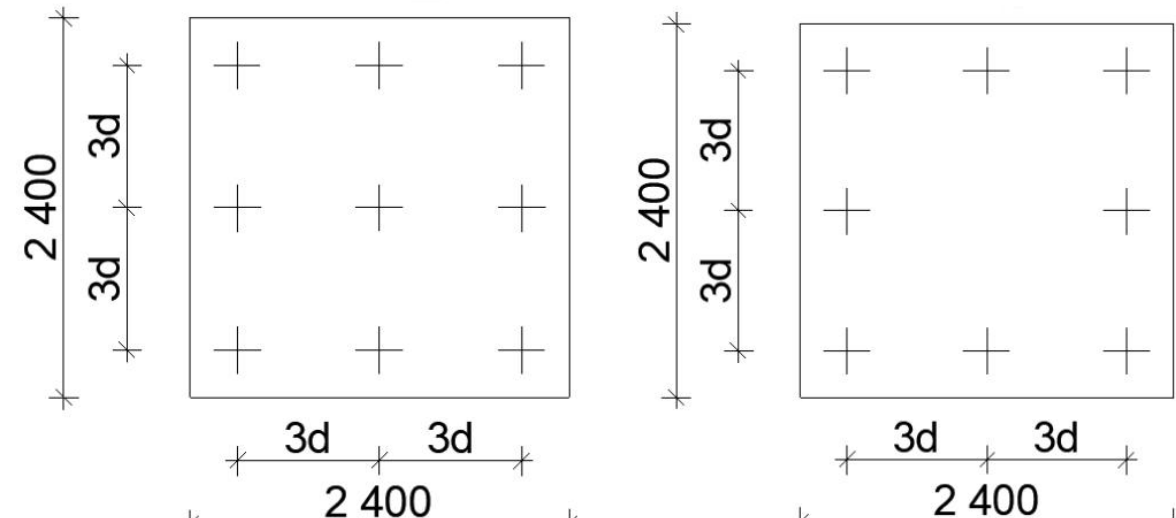
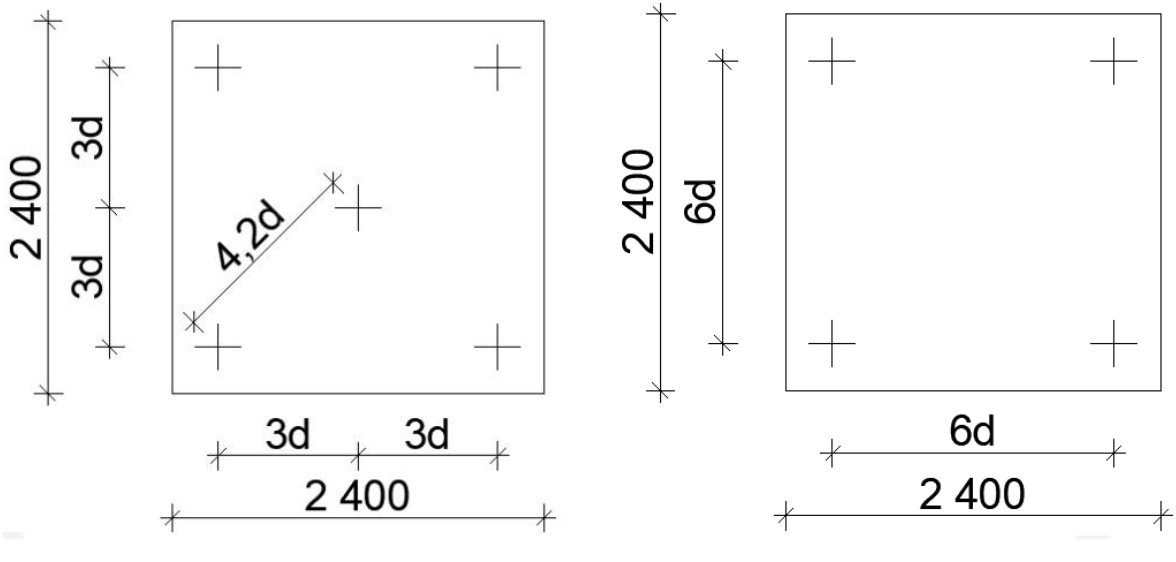
Залежність ступеня реалізації несучої здатності палі у складі фундаменту від кількості і довжини палів



Графік залежності ступеня реалізації ростверку від довжини та кількості палів



Програма математичного моделювання роботи пальового фундаменту

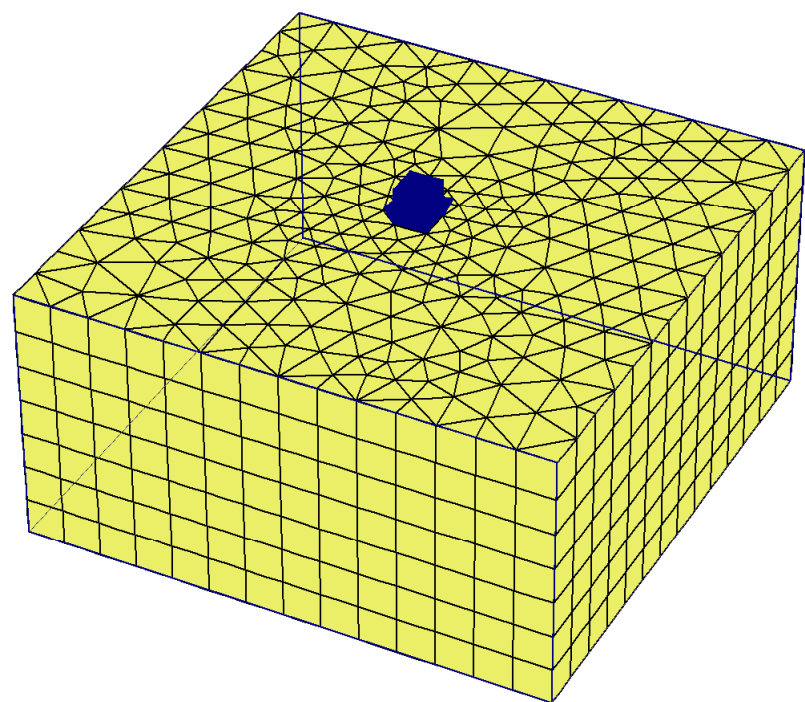
Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль	Крок і кількість паль
1	L = 3 м, d = 0,3 м	
	L = 10 м, d = 0,3 м	
2	L = 3 м, d = 0,3 м	
	L = 10 м, d = 0,3 м	
3	L = 3 м, d = 0,3 м	
	L = 10 м, d = 0,3 м	
4	L = 3 м, d = 0,3 м	
	L = 10 м, d = 0,3 м	

Додатково до програми моделювання включені такі дослідження:

- моделювання роботи одиночних паль довжиною 3 та 10 м;
- моделювання роботи ростверку розмірами 2,4x2,4 м як фундаменту мілкового закладання;
- моделювання роботи умовного фундаменту мілкового закладання при довжині паль 3 та 10 м.

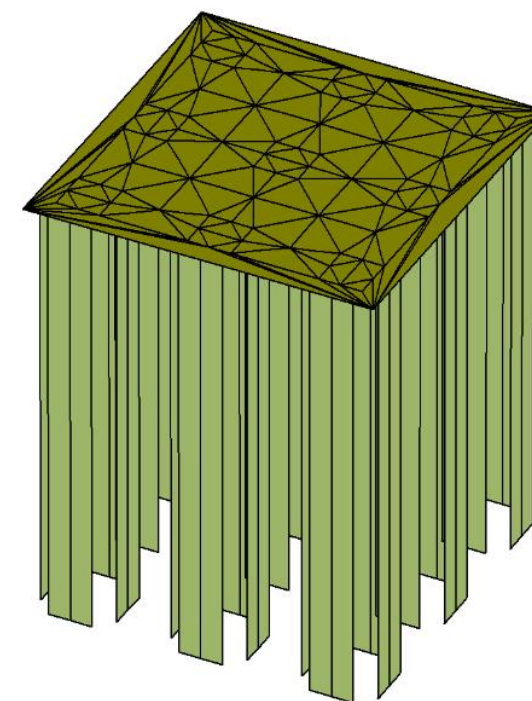
Розрахункова модель пального фундаменту при кроці палів 3d (l=3 м) та розташування моделі
під дією вертикального навантаження в масиві ґрунту

Plaxis 3D Foundation Version 1.6.0.205



PLAXIS Finite Element Code for Soil and Rock Analyses	Project description	Date
	3m 3d	08.12.2020
Project filename	Step	User name
<Working copy>	0	CONSOFT Technologies Sdn. Bhd.

Plaxis 3D Foundation Version 1.6.0.205

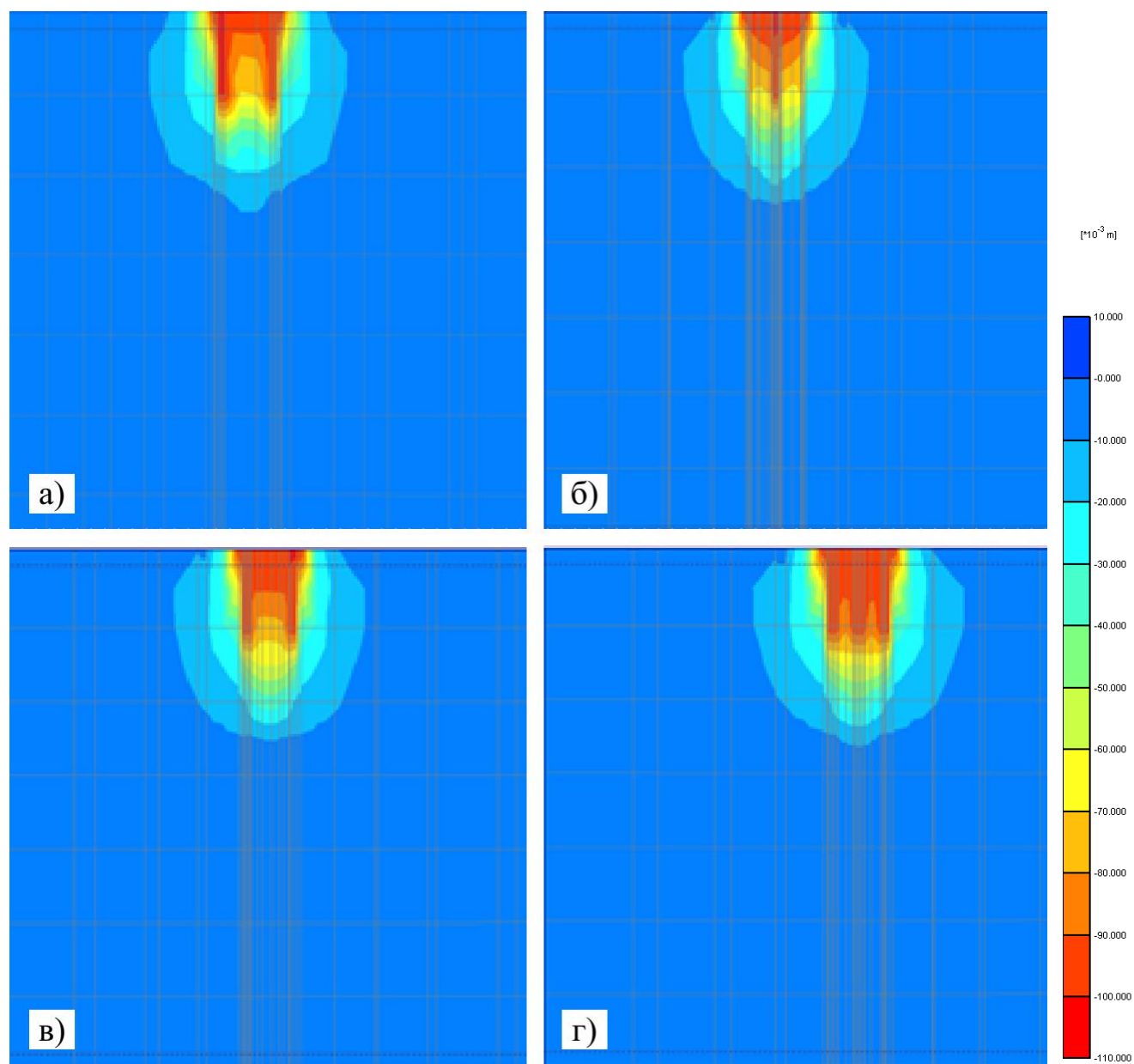


PLAXIS Finite Element Code for Soil and Rock Analyses	Project description	Date
	3m 3d	08.12.2020
Project filename	Step	User name
<Working copy>	0	CONSOFT Technologies Sdn. Bhd.

Мозаїка вертикальних деформацій піщаного ґрунту при навантаженні пальового фундаменту з розмірами ростверку 2,4 м x 2,4 м; довжина паль 3 м; кількість паль:

3 м; кількість паль:

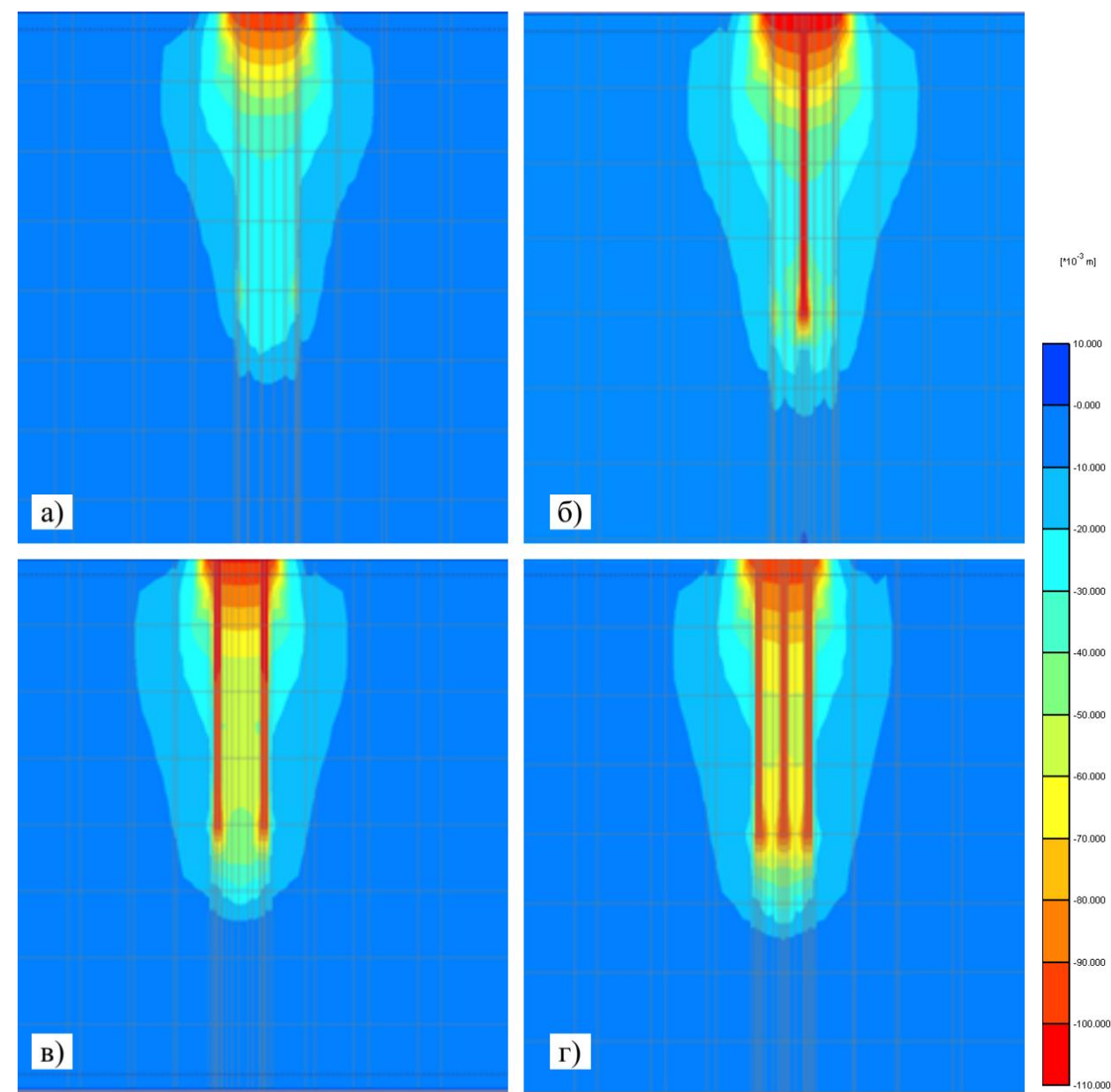
а) 4 шт; б) 5 шт; в) 8 шт; г) 9 шт



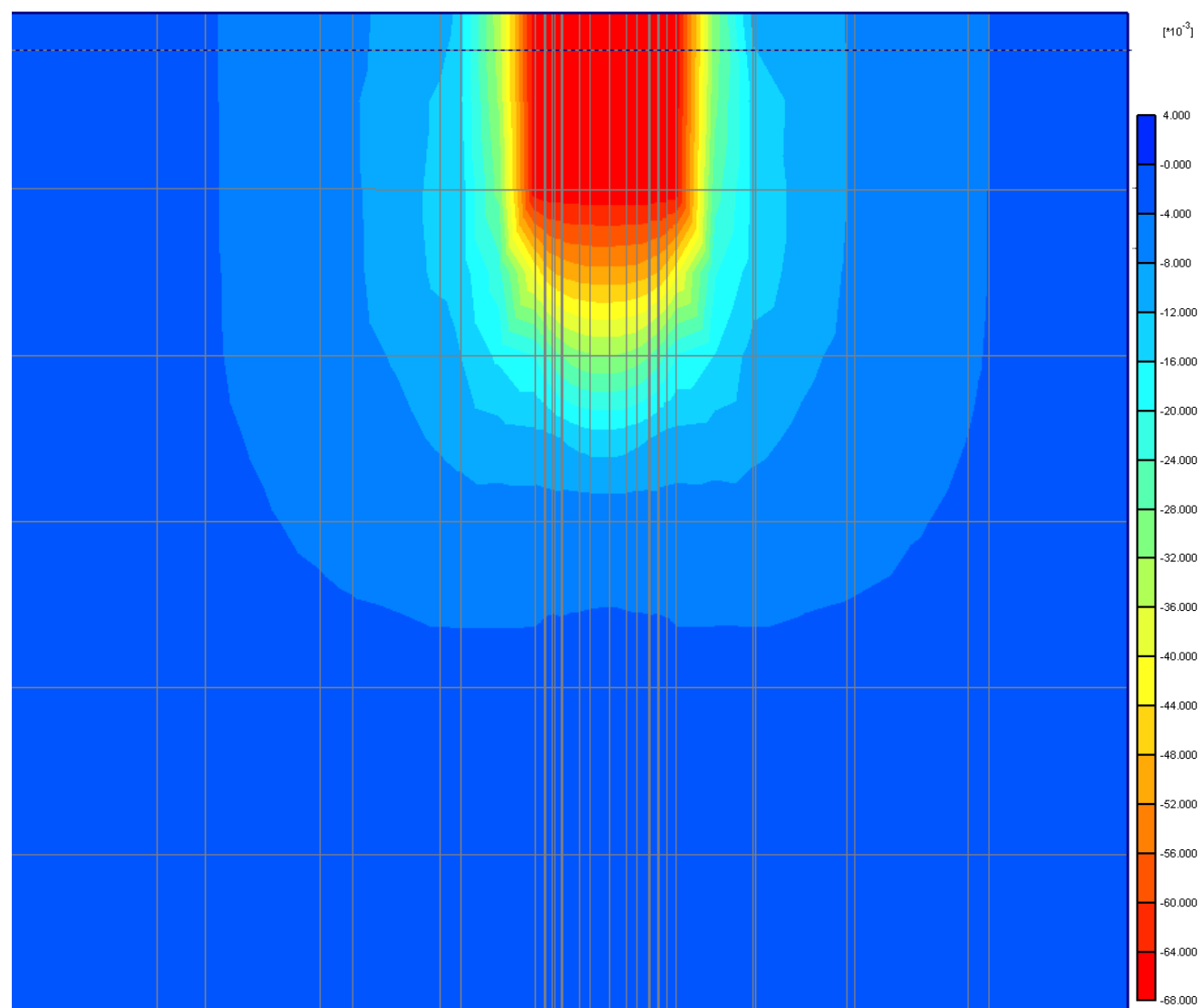
Мозаїка вертикальних деформацій піщаного ґрунту при навантаженні пальового фундаменту з розмірами ростверку 2,4 м x 2,4 м; довжина паль 10 м; кількість паль:

10 м; кількість паль:

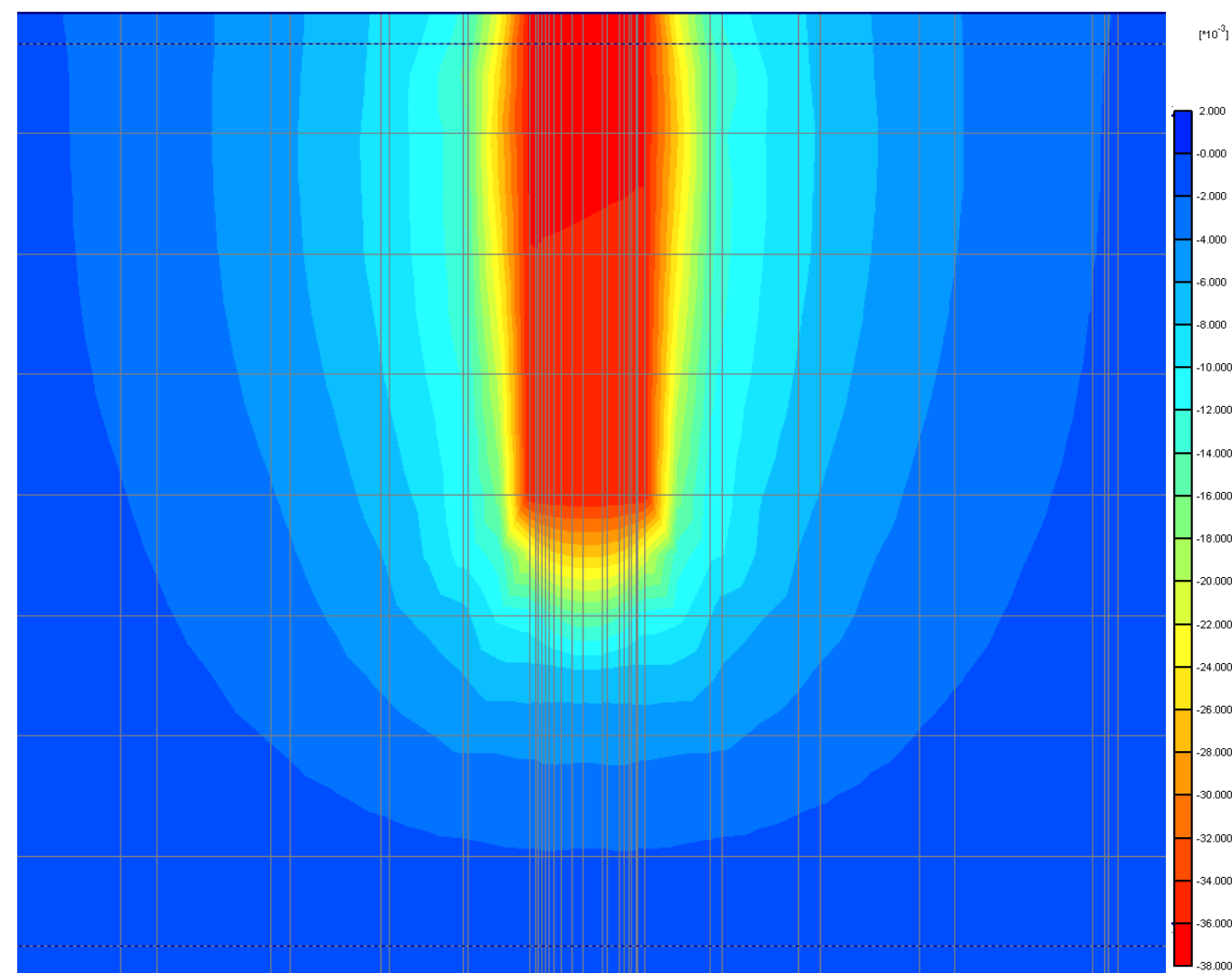
а) 4 шт; б) 5 шт; в) 8 шт; г) 9 шт



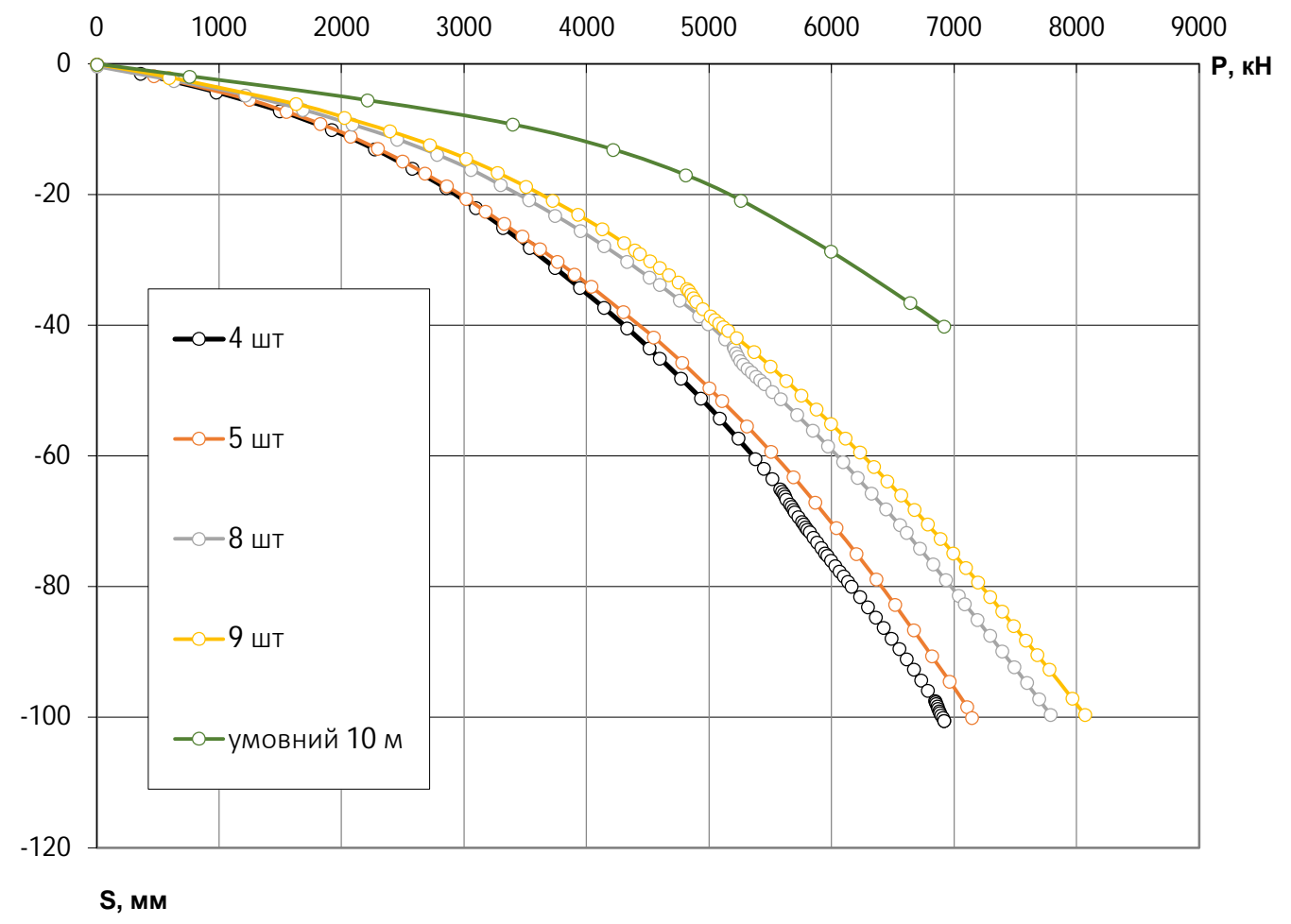
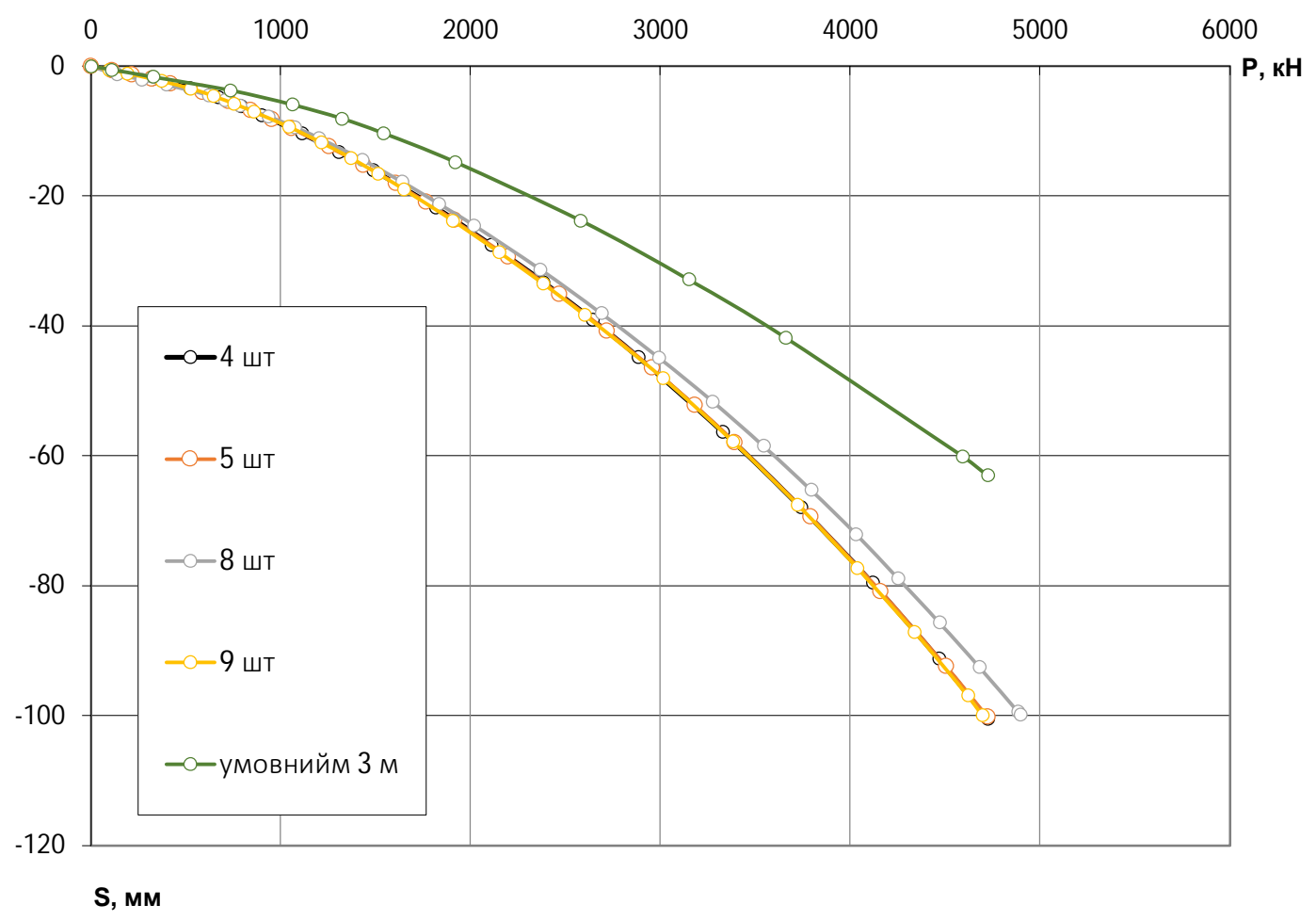
Мозаїка вертикальних деформацій піщаного ґрунту при навантаженні
умовного фундаменту при довжині паль 3 м



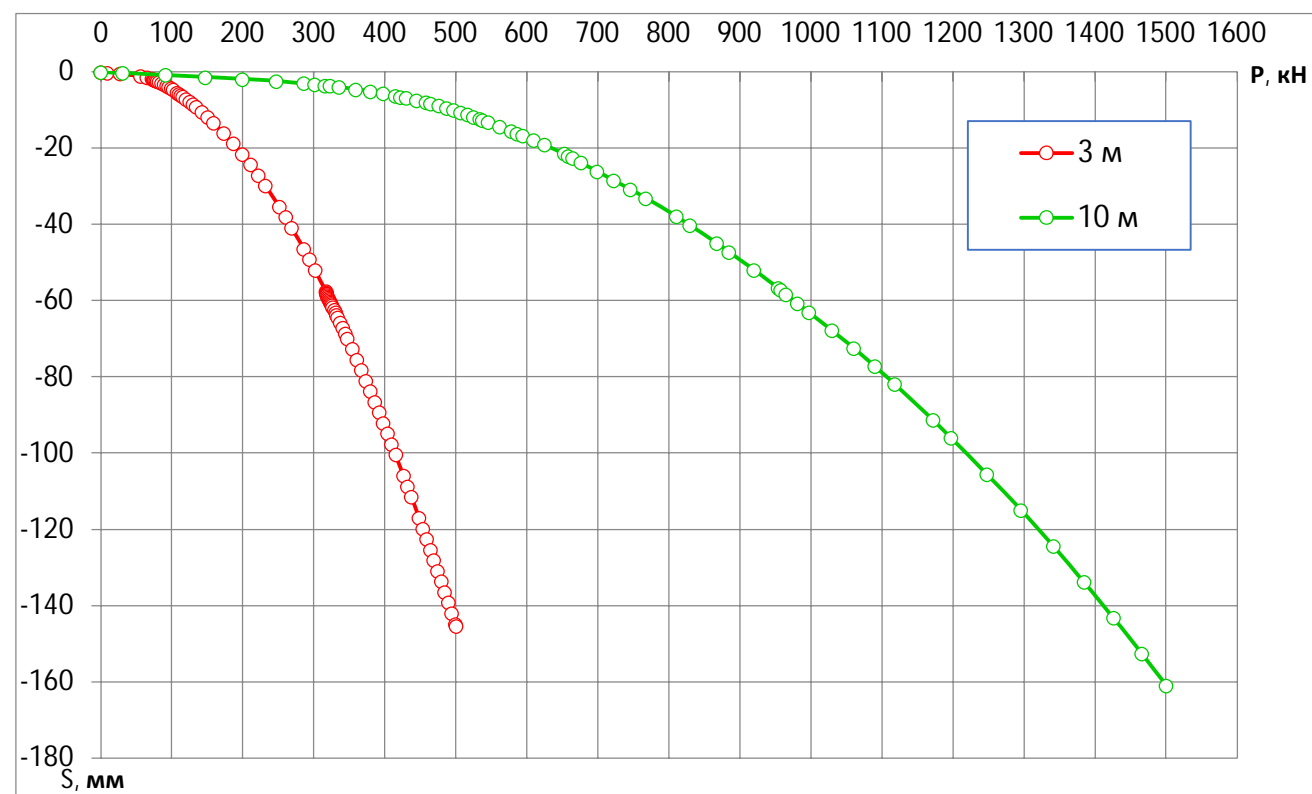
Мозаїка вертикальних деформацій піщаного ґрунту при навантаженні
умовного фундаменту при довжині паль 10 м



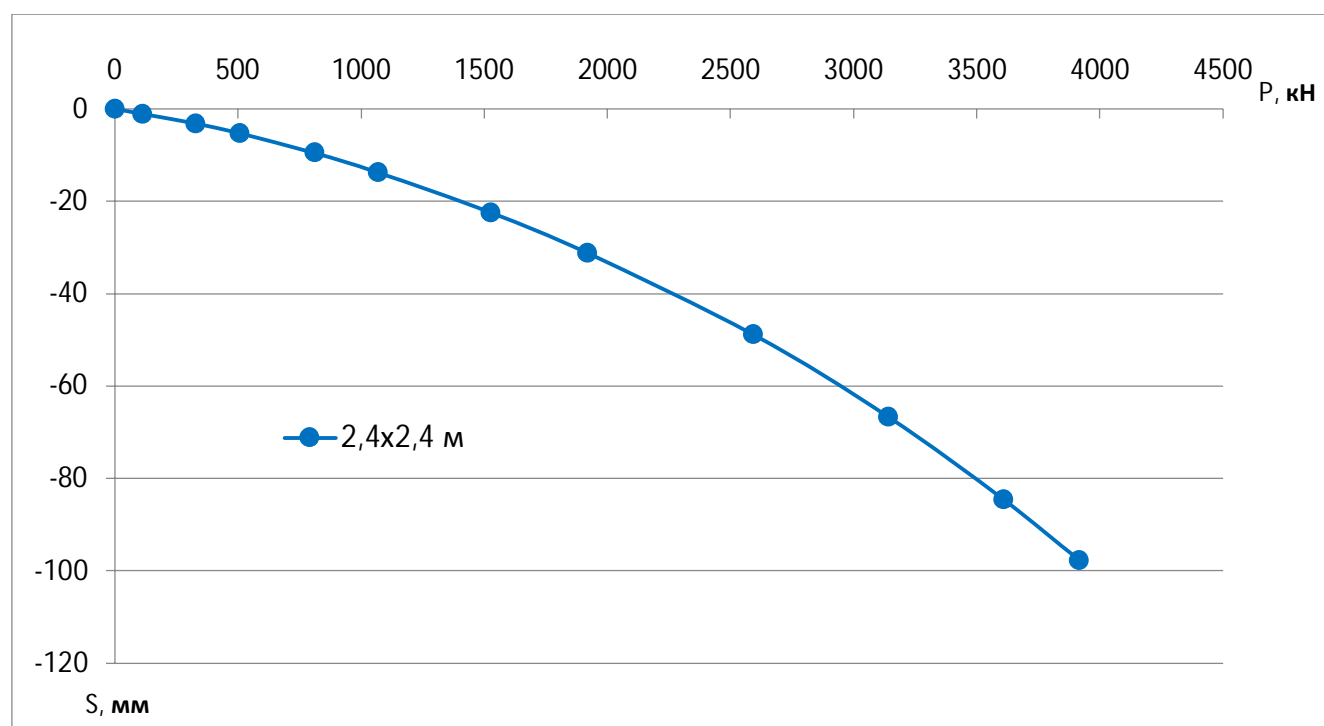
Графіки залежності навантаження – осідання для паль довжиною 3 та 10 м (грунт пісок)



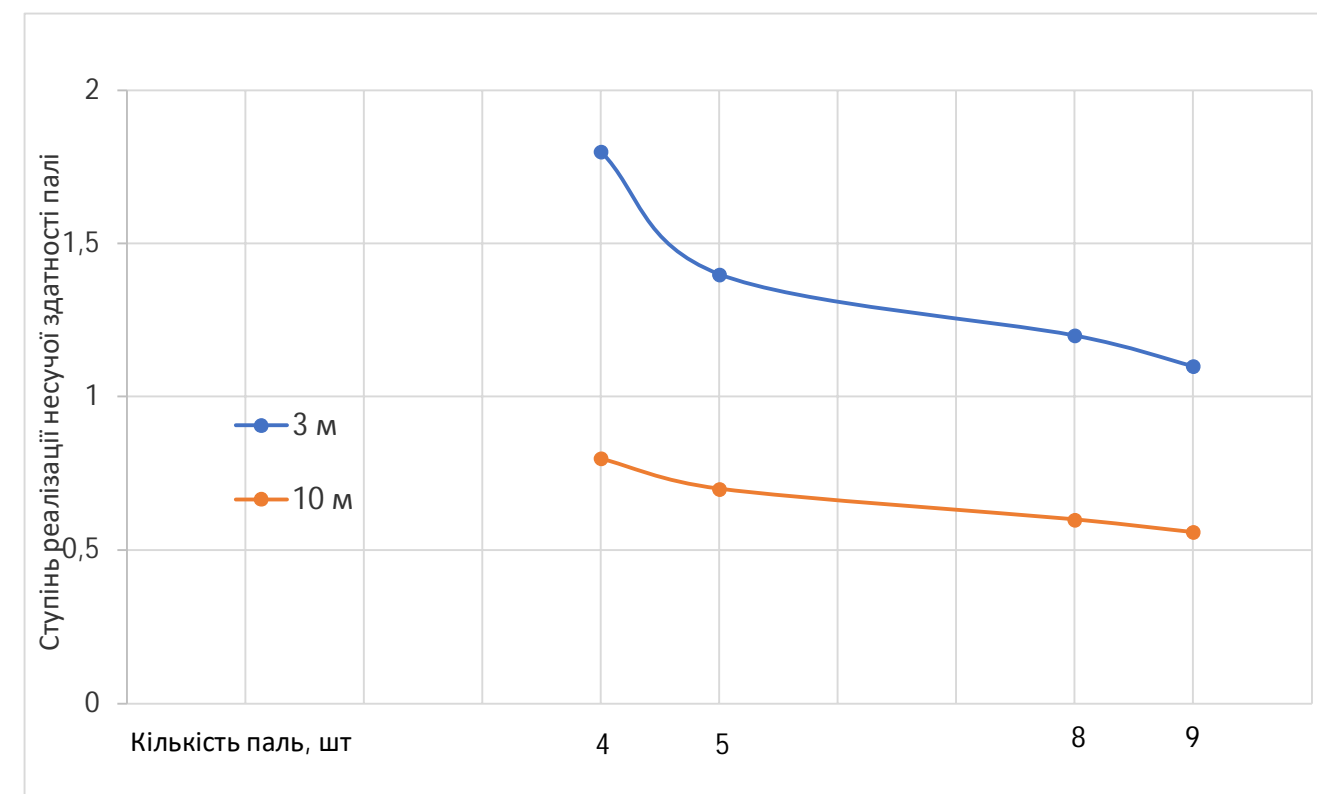
Графік залежності осідання – навантаження для одиночних паль різної довжини в піщаному ґрунті



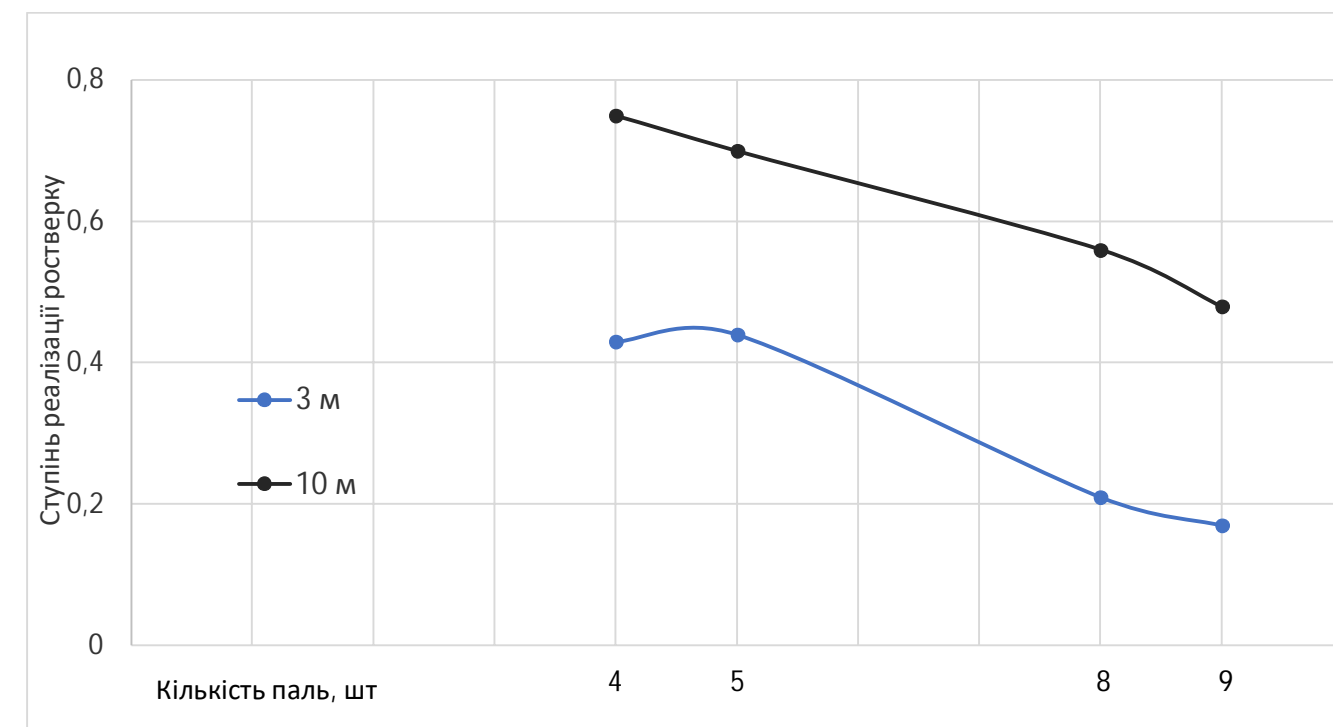
Графік залежності осідання – навантаження для ростверку в піщаному ґрунті



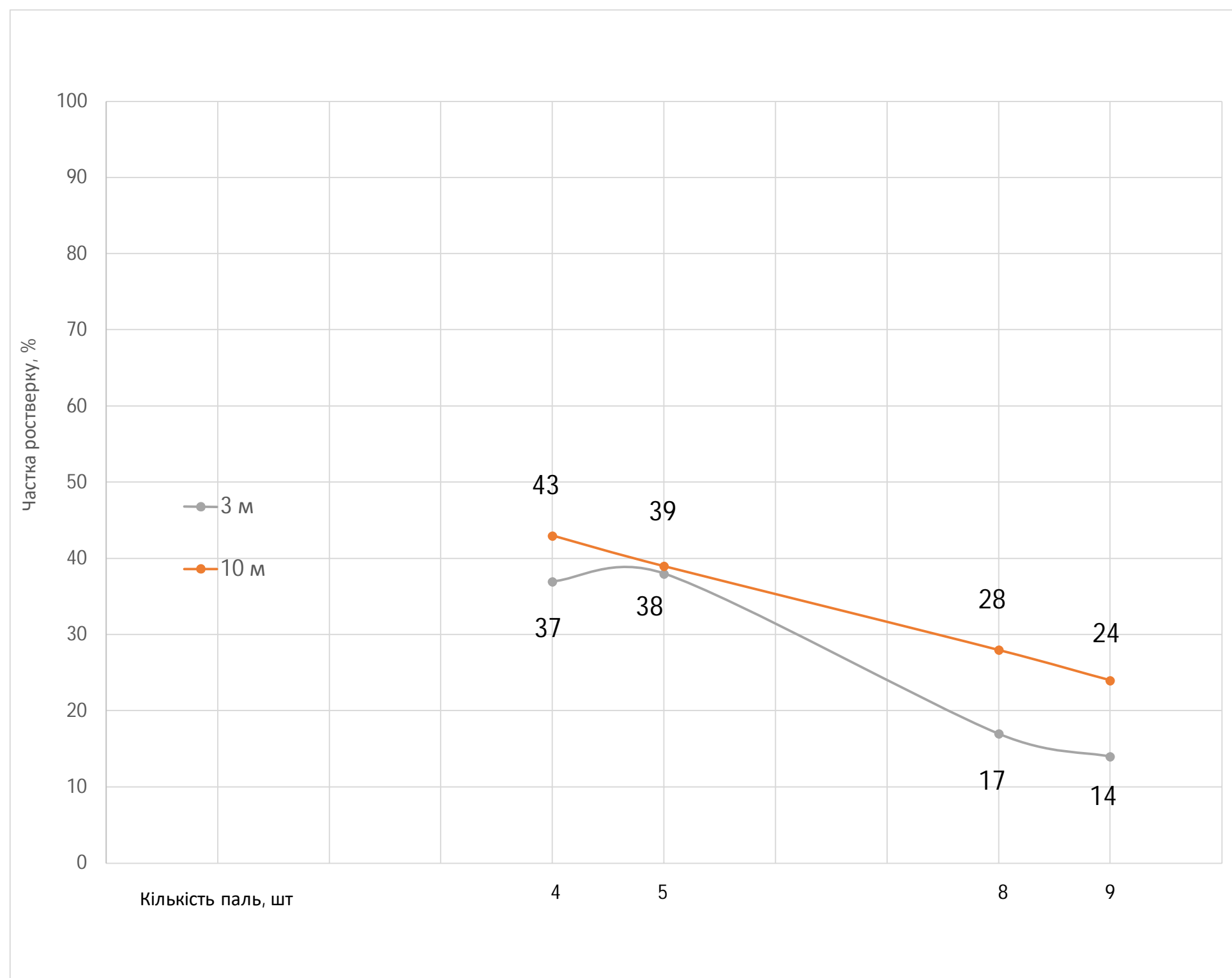
Залежність ступеня реалізації несучої здатності паль у складі пальового фундаменту від кількості і довжини паль



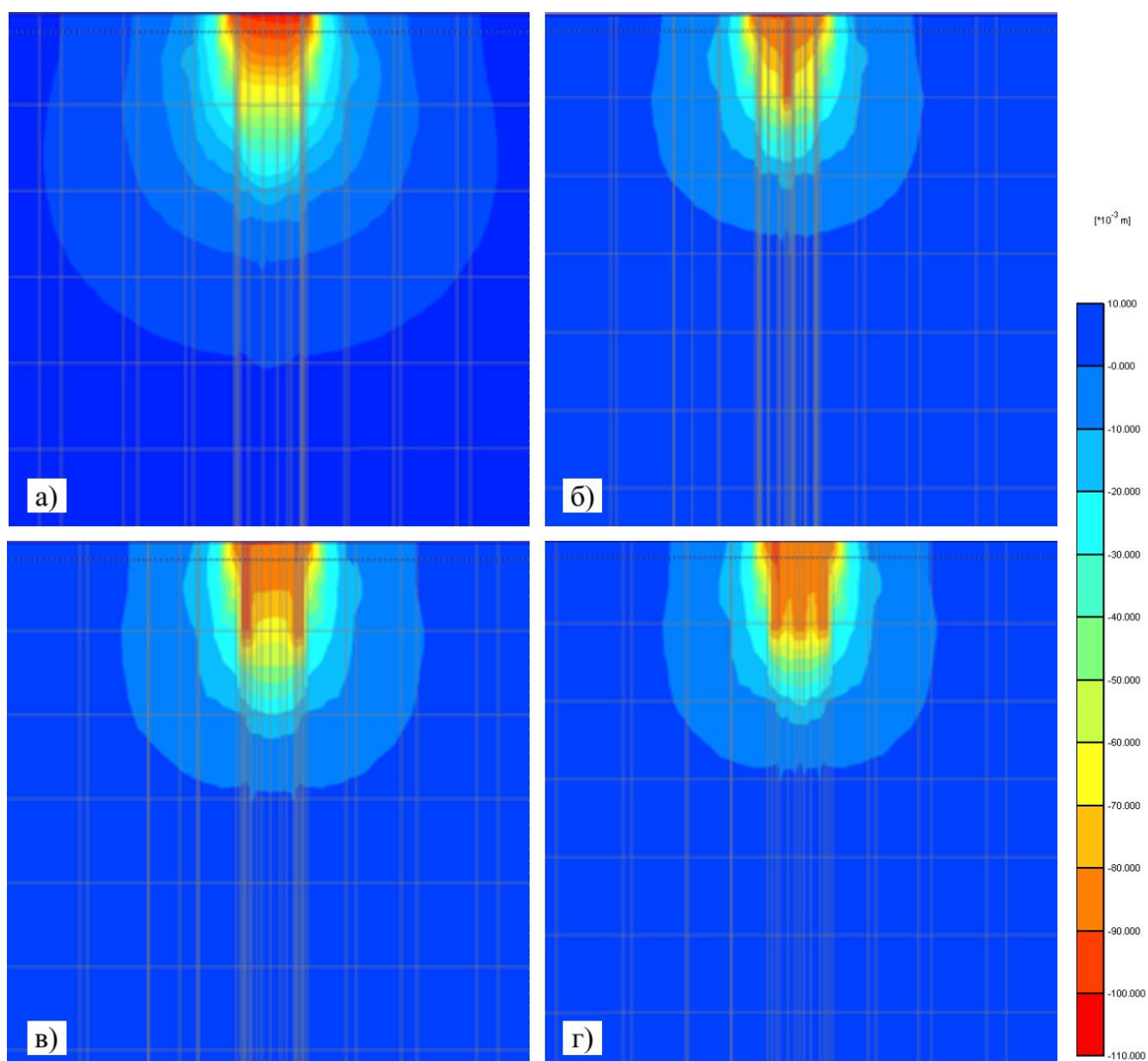
Залежність ступеня реалізації тиску під подошвою ростверку у складі стовпчастого пальового фундаменту від кількості і довжини паль



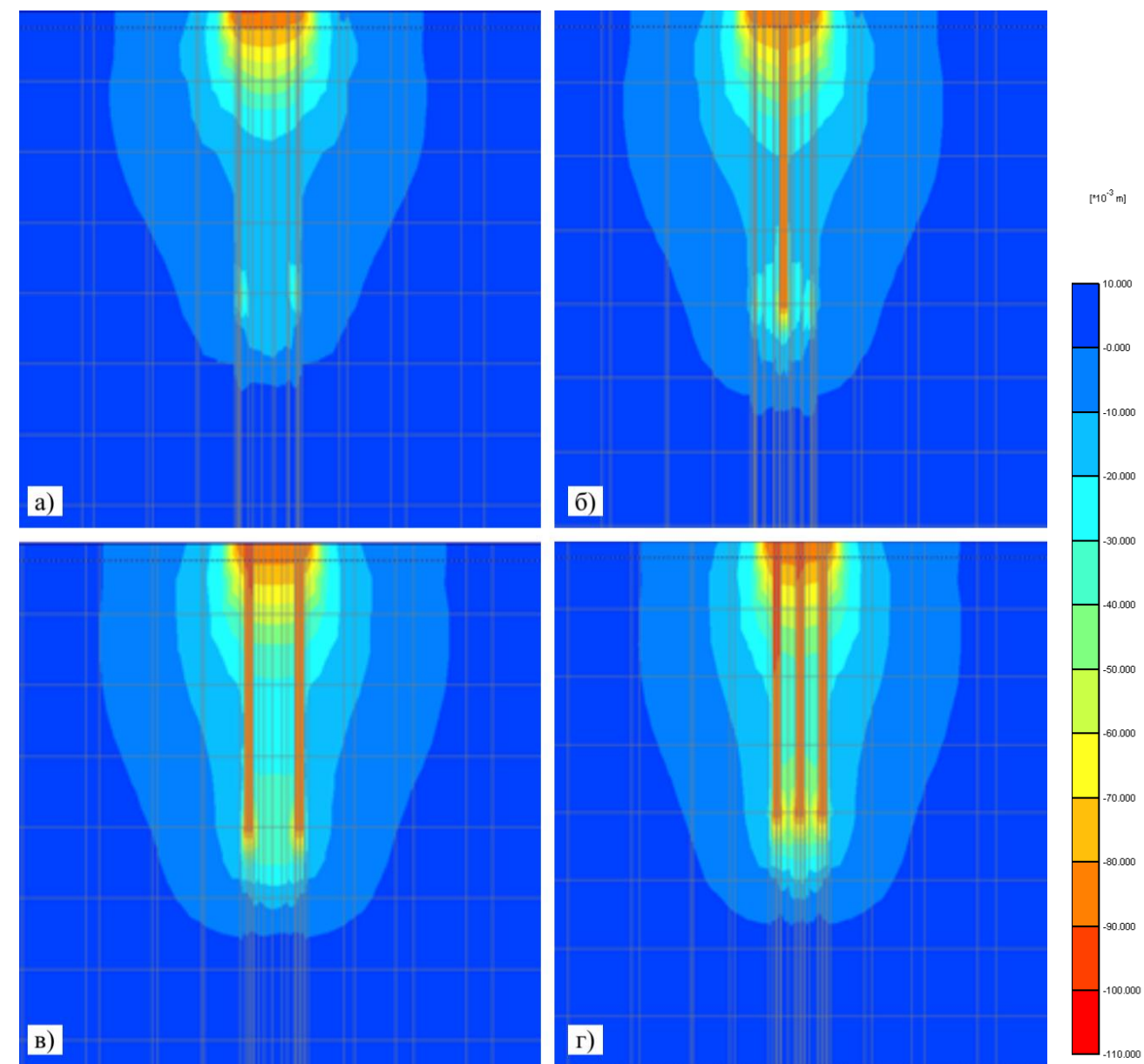
Графік залежності частки ростверку у навантаженні на пальовий фундамент від довжини та кількості паль



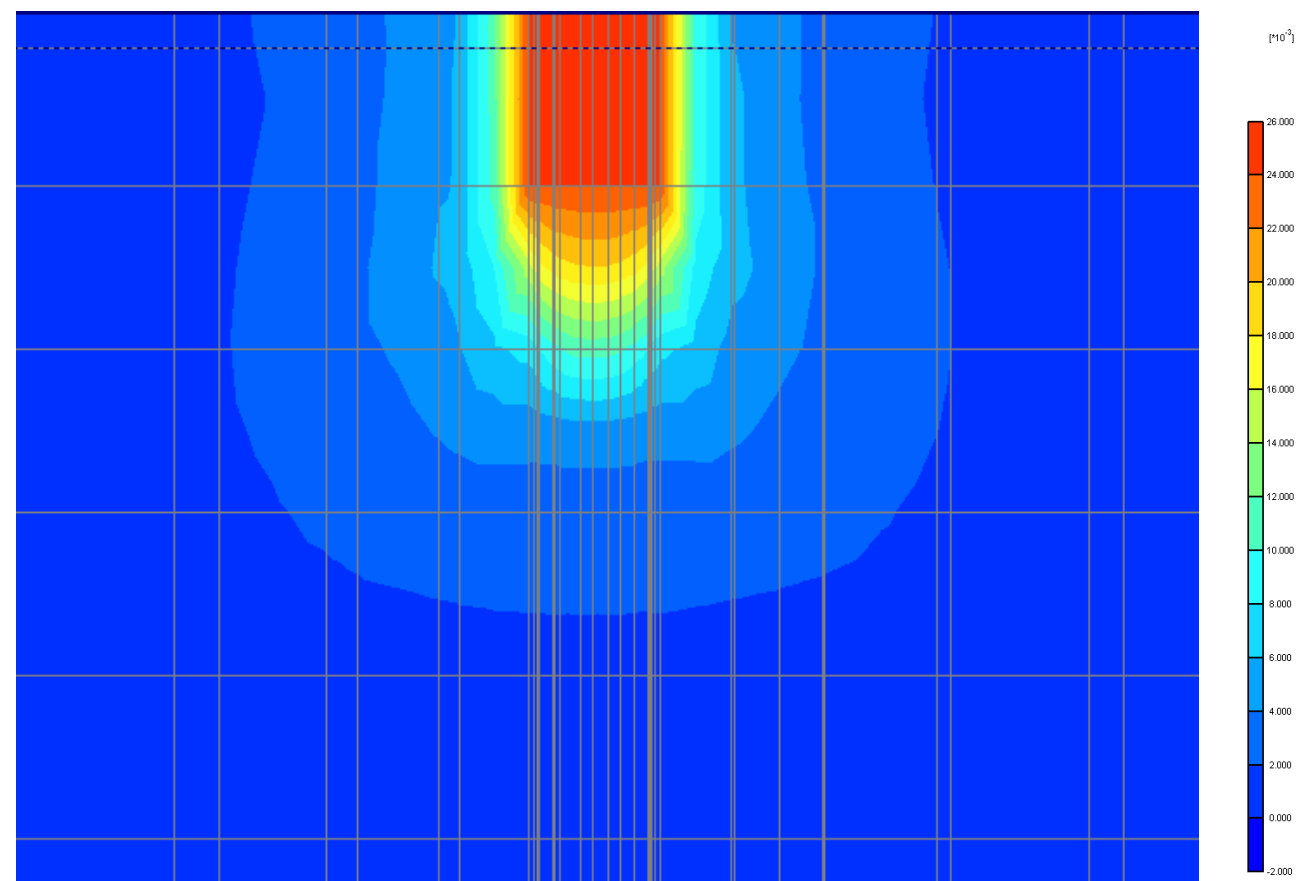
Мозаїка вертикальних деформацій глинистого ґрунту при навантаженні пальового фундаменту з розмірами ростверку 2,4 м х 2,4 м; довжина паль 3 м; кількість паль: а) 4 шт; б) 5 шт; в) 8 шт; г) 9 шт



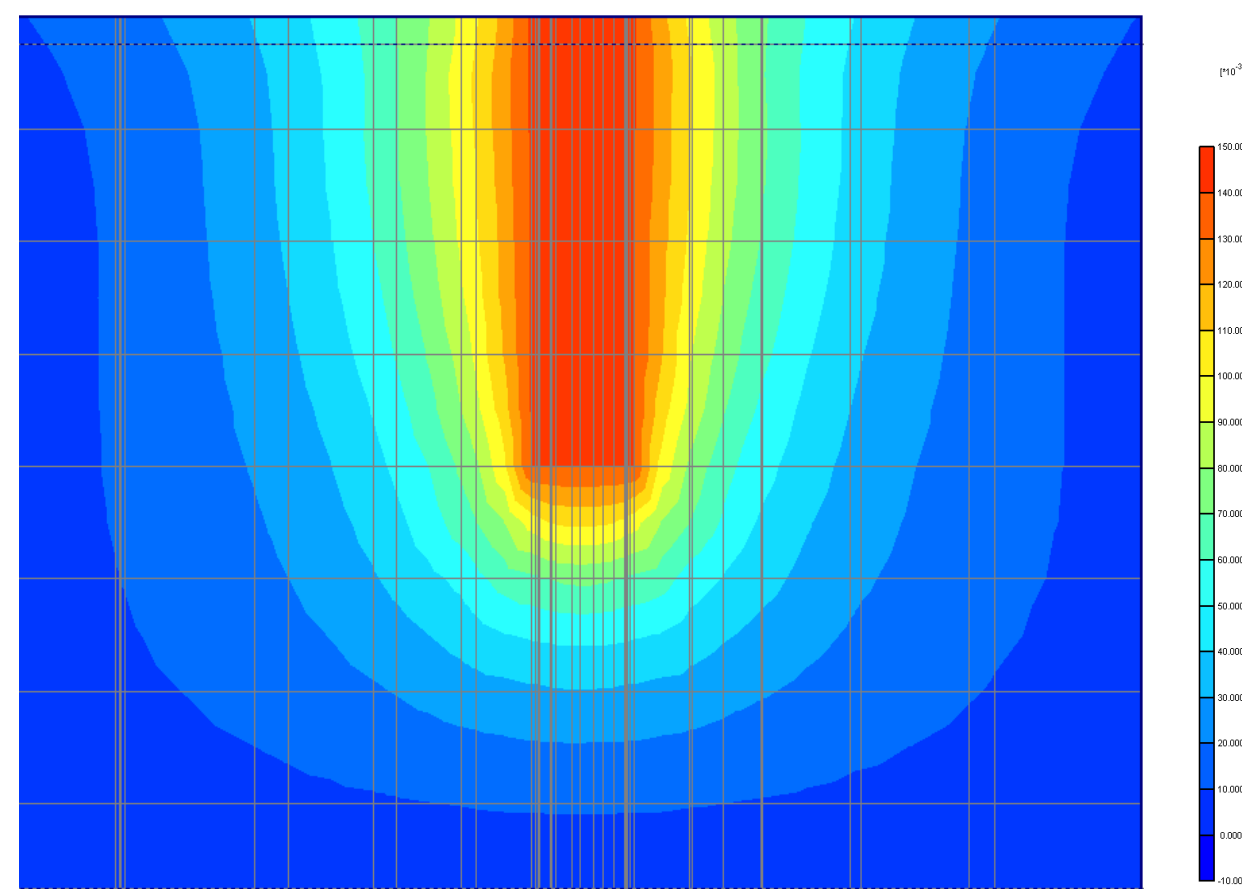
Мозаїка вертикальних деформацій глинистого ґрунту при навантаженні пальового фундаменту з розмірами ростверку 2,4 м х 2,4 м; довжина паль 10 м; кількість паль: а) 4 шт; б) 5 шт; в) 8 шт; г) 9 шт



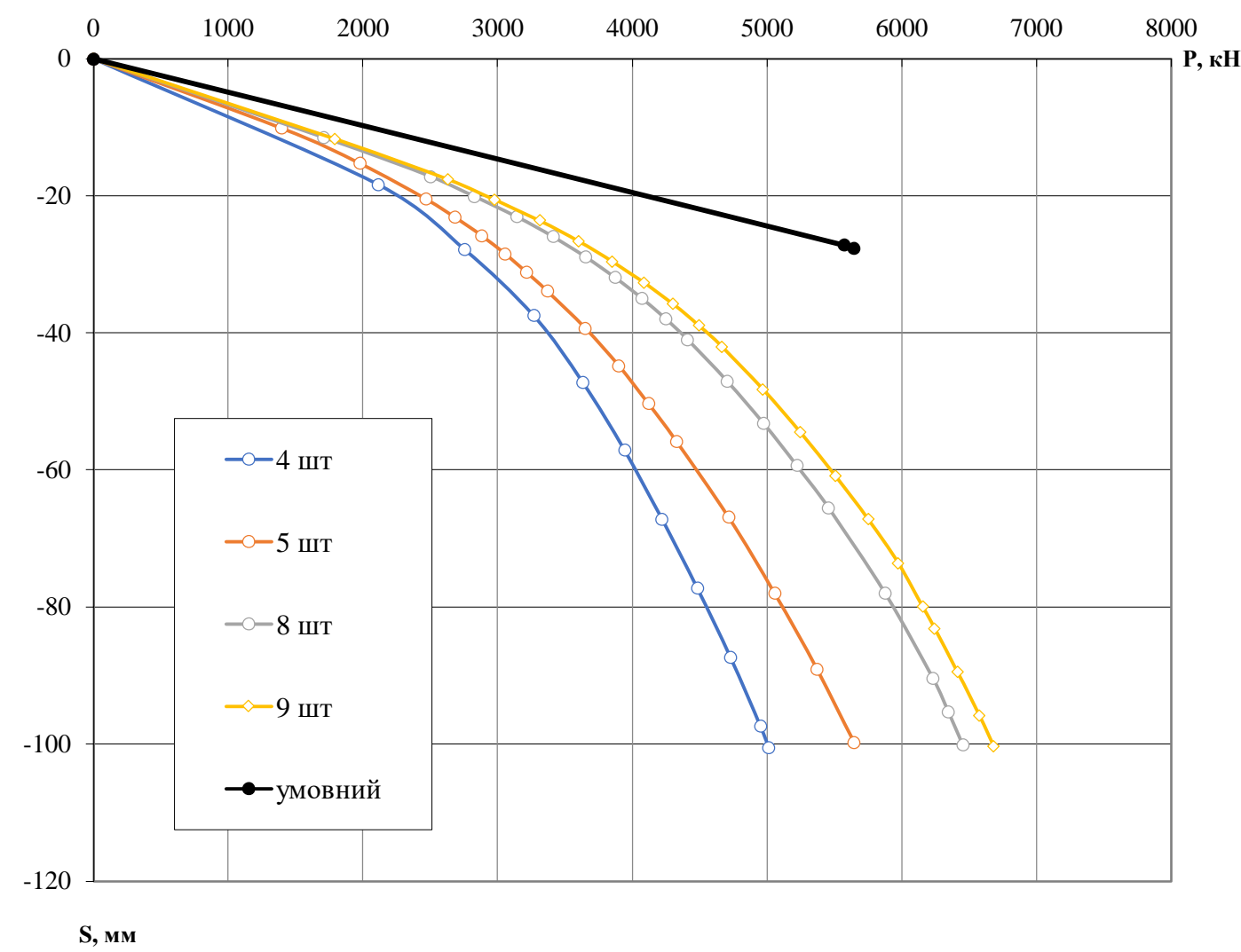
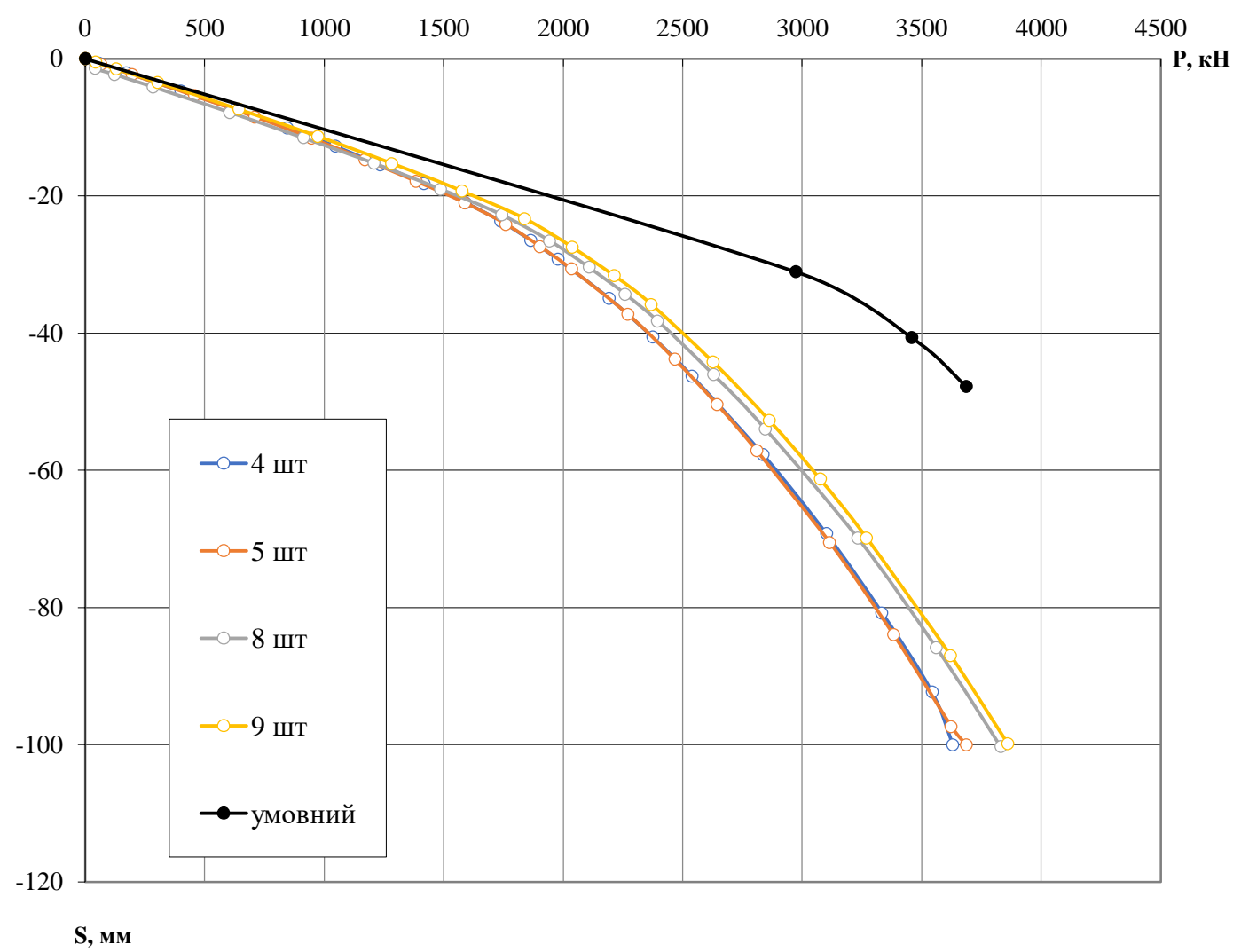
Мозаїка вертикальних деформацій глинистого ґрунту при навантаженні
умовного фундаменту при довжині паль 3 м



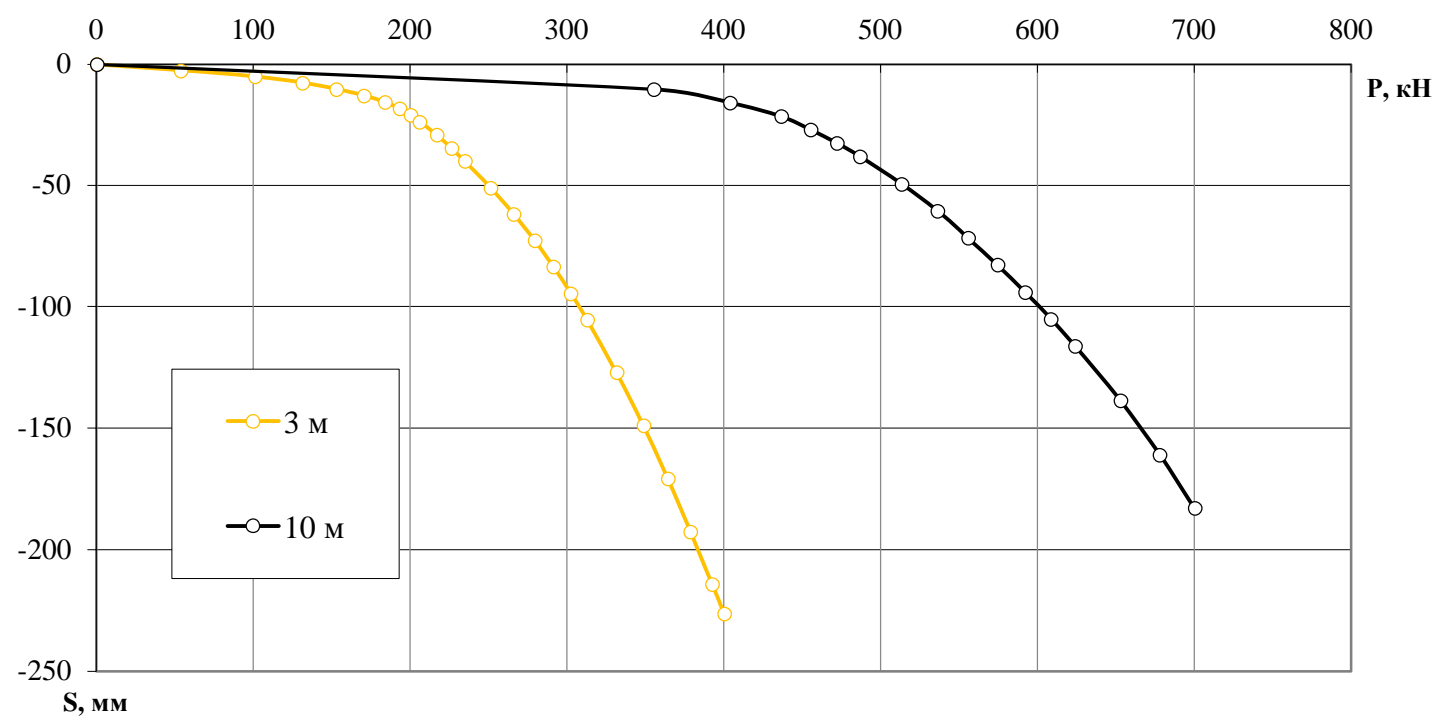
Мозаїка вертикальних деформацій глинистого ґрунту при навантаженні
умовного фундаменту при довжині паль 10 м



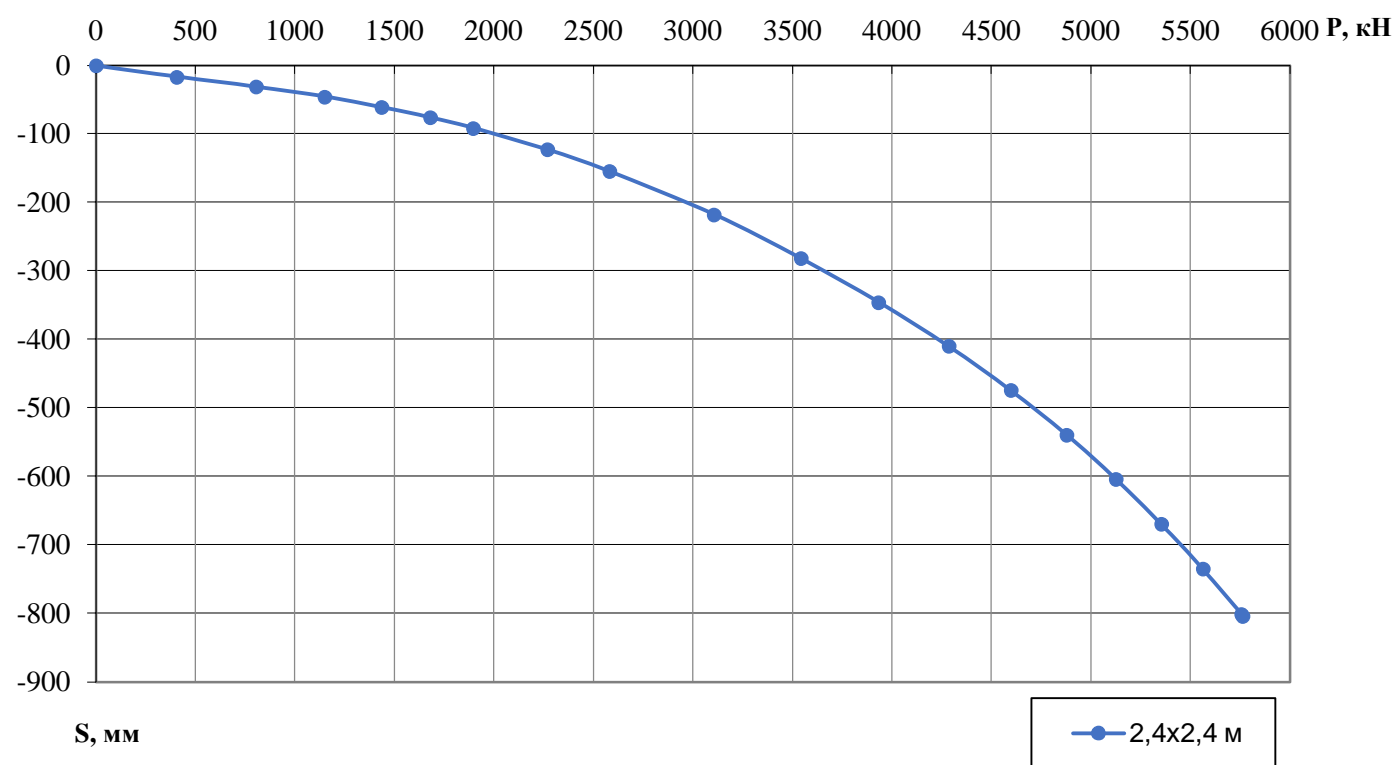
Графіки залежності навантаження – осідання для паль довжиною 3 та 10 м (грунт суглинок)



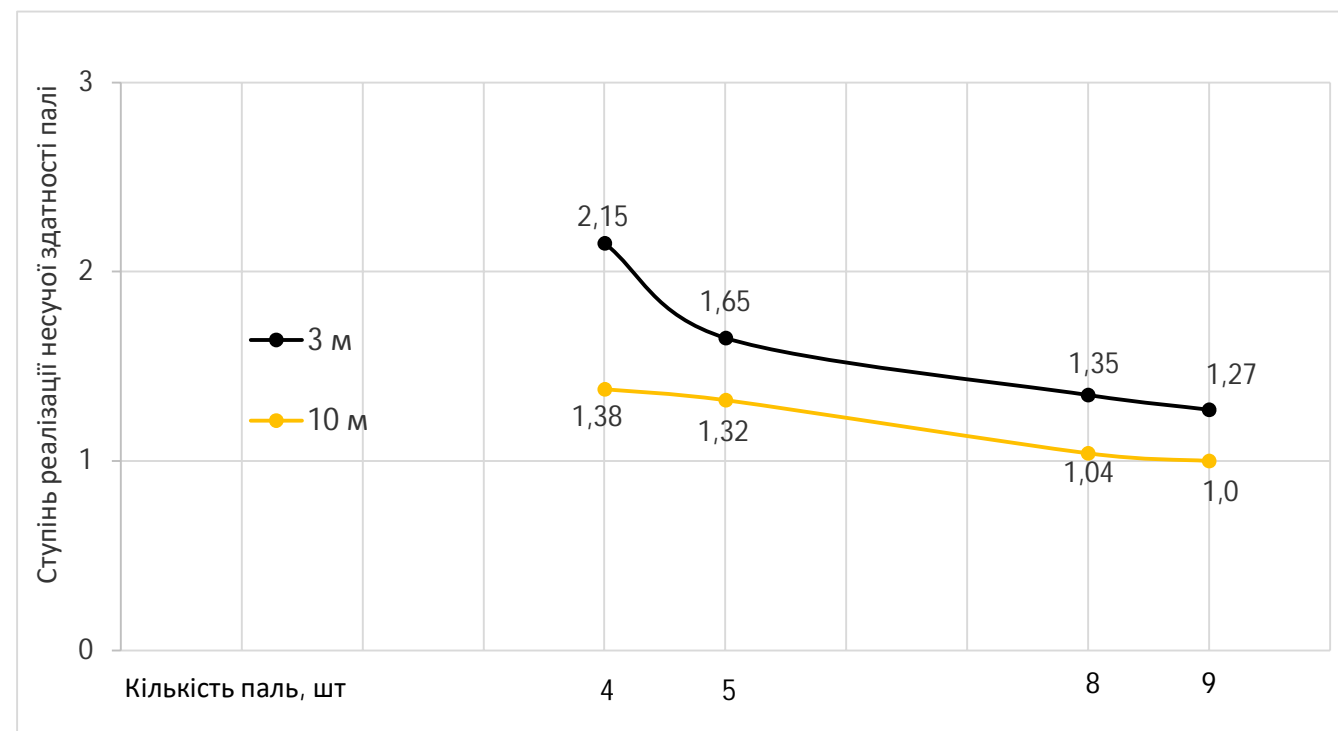
Графік залежності осідання – навантаження для одиночних паль різної довжини в глинистому ґрунті



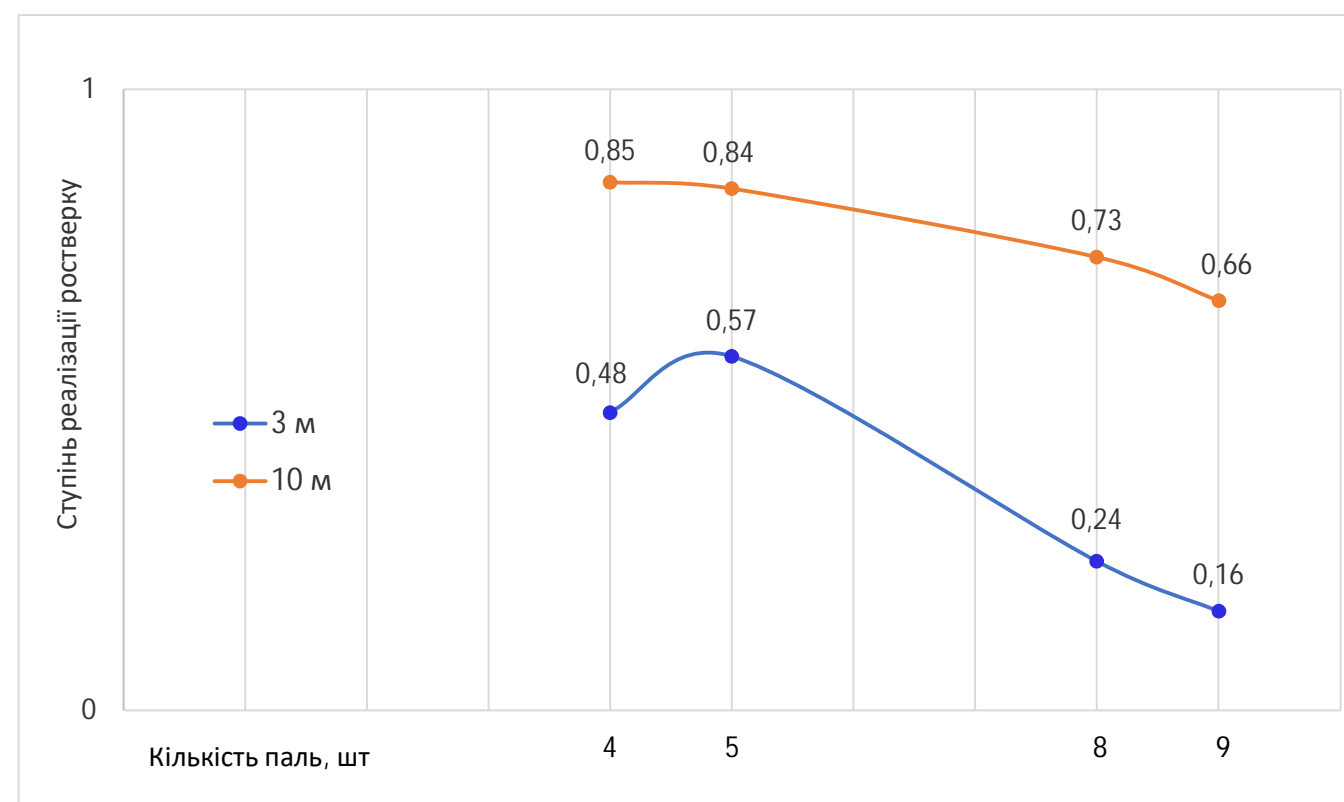
Графік залежності осідання – навантаження для ростверку в глинистому ґрунті



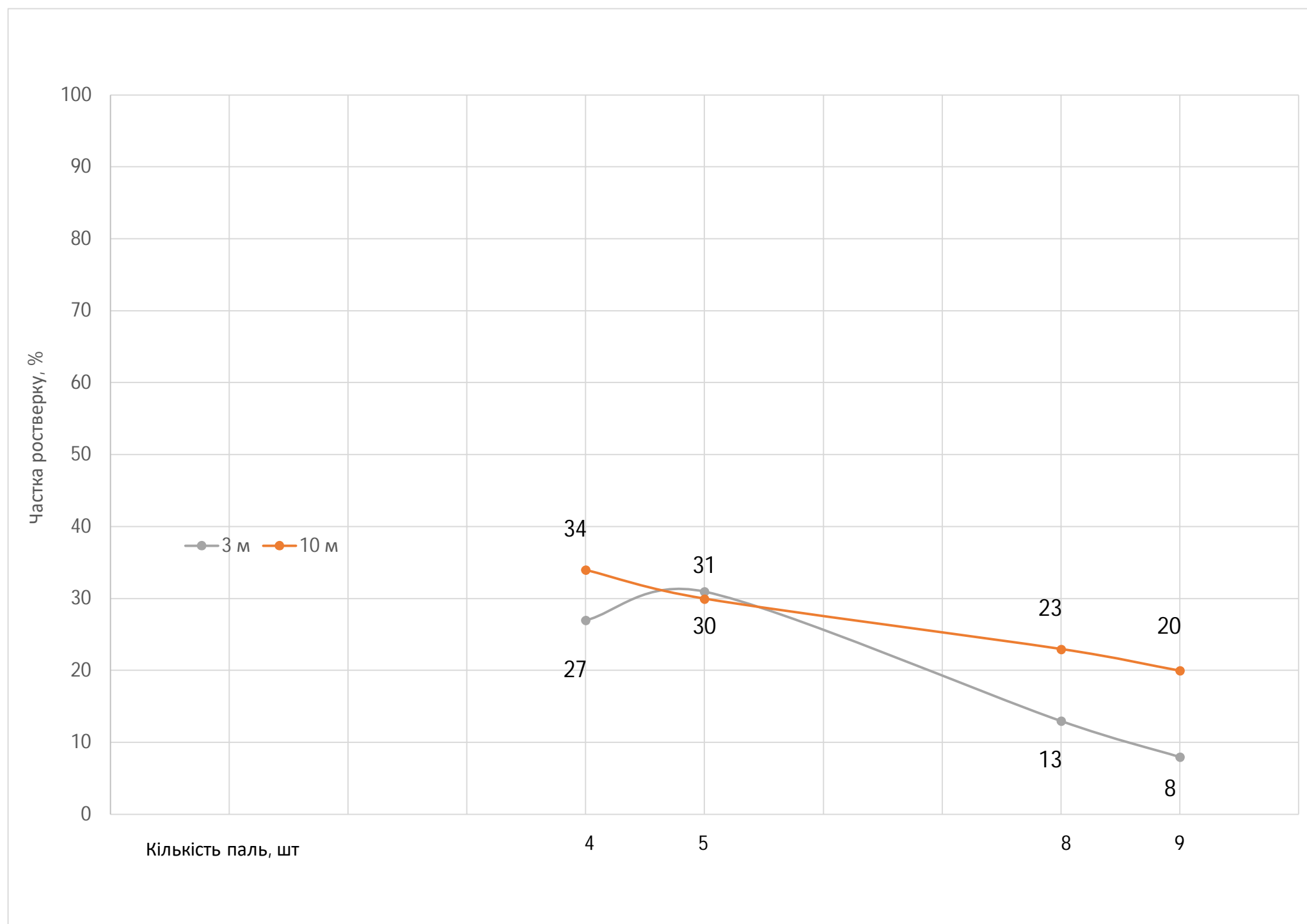
Залежність ступеня реалізації несучої здатності паль у складі пальового фундаменту від кількості і довжини паль



Залежність ступеня реалізації тиску під подошвою ростверку у складі стовпчастого пальового фундаменту від кількості і довжини паль



Графік залежності частки ростверку у навантаженні на пальовий фундамент від довжини та кількості паль



Висновки за результатами наукового дослідження

1. Зменшення кількості паль в межах єдиного зовнішнього контуру призводить до несуттєвого зменшення несучої здатності куща. Для паль довжиною 200 мм (співвідношення довжини до поперечного перерізу 10) зменшення несучої здатності не спостерігається (спостерігається навіть збільшення), а для паль довжиною 400 мм (співвідношення довжини до поперечного перерізу 20) зменшення несучої здатності при осіданні 10 мм сягає від 0 до 40% для різної кількості паль. Отже, при відносній довжині паль (l/d) 15 і менше можна зменшувати кількість паль при сталих габаритах ростверку без втрати несучої здатності.
2. Неврахування роботи ростверку у складі фундаменту дає занижені значення навантажень на кущ, а врахування роботи ростверку без коригування на перерозподіл зусиль між елементами куща при кучному розміщенні паль призводить до завищення несучої здатності куща.
3. Заміна пальового фундаменту на умовний фундамент мілкого закладання не дає адекватних результатів ні за деформаціями, ні за несучою здатністю.
4. Частка ростверку у навантаженні на пальовий фундамент зменшується із збільшенням кількості паль і з збільшенням їх довжини.
5. При використанні коротких паль реалізація їх несучої здатності в групі перевищує одиницю (тобто вони працюють краще у кущі, ніж як одиночні).
6. При використанні коротких паль потенційна можливість ростверку сприймати навантаження не використовується в повній мірі, але збільшується при зменшенні кількості паль.
7. Короткі та довгі палі у складі куща в глинистому ґрунті працюють більш ефективно, ніж в піщаному.
8. Короткі палі у складі куща в глинистому ґрунті працюють більш ефективно, ніж довгі. Для коротких паль ступінь реалізації несучої здатності перевищує одиницю і знаходиться в межах 1,27-2,15, для довгих паль відповідний показник 1,0-1,38, збільшуючись по мірі зменшення кількості паль у групі.
9. У випадку застосування коротких паль можна з метою економії матеріалів зменшити кількість паль в групі при збереженні розмірів ростверку з незначною втратою несучої здатності. Але перетворення пальового фундаменту на умовний з метою визначення несучої здатності коректно лише при кроці паль 3d, тобто при доволі частому їх розташуванні. Для довгих паль навіть при частому кроці паль умовний фундамент працює краще, ніж пальовий.
10. Частка роботи ростверку у складі пальового фундаменту збільшується із зменшенням кількості паль і відповідно зі збільшенням відстані між ними, ця частка суттєво не залежить від довжини паль.
11. Із зменшенням кількості паль у групі краще реалізують себе як палі, так і ростверк. Ступінь реалізації тиску під ростверком знаходиться в межах 0,2-0,5, а ступінь реалізації несучої здатності паль суттєво відрізняється для коротких і довгих паль. Довгі палі у складі куща або реалізуються не повністю при кількості паль 8-9 шт. (крок 3d), або їх несуча здатність в групі наближається до несучої здатності одиночної палі.
12. Визначати несучу здатність пальового фундаменту як суму несучих здатностей паль та плити некоректно, це призводить до завищення несучої здатності групи.
13. Результати визначення несучої здатності паль у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation доцільно використовувати у проектній практиці для корегування значень, визначених теоретичним шляхом за рекомендаціями норм.

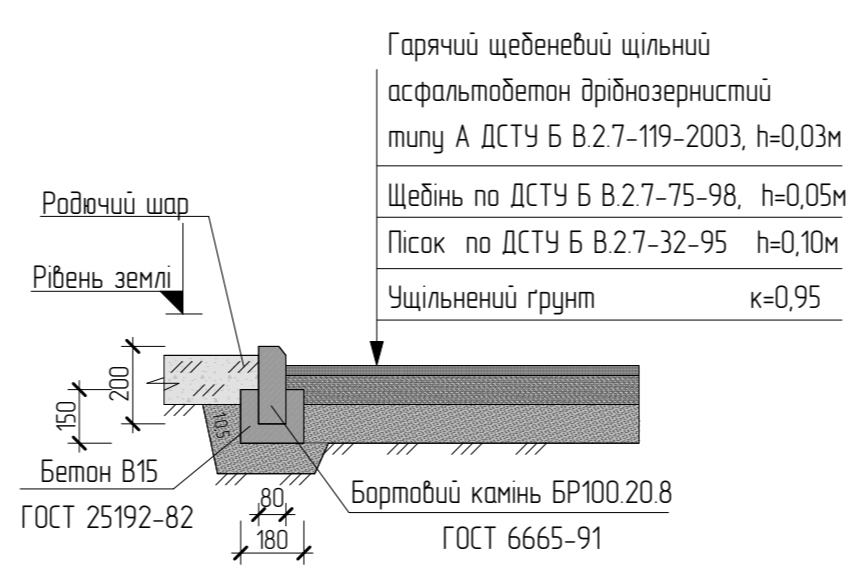


Фрагмент генерального плану (М1:500)

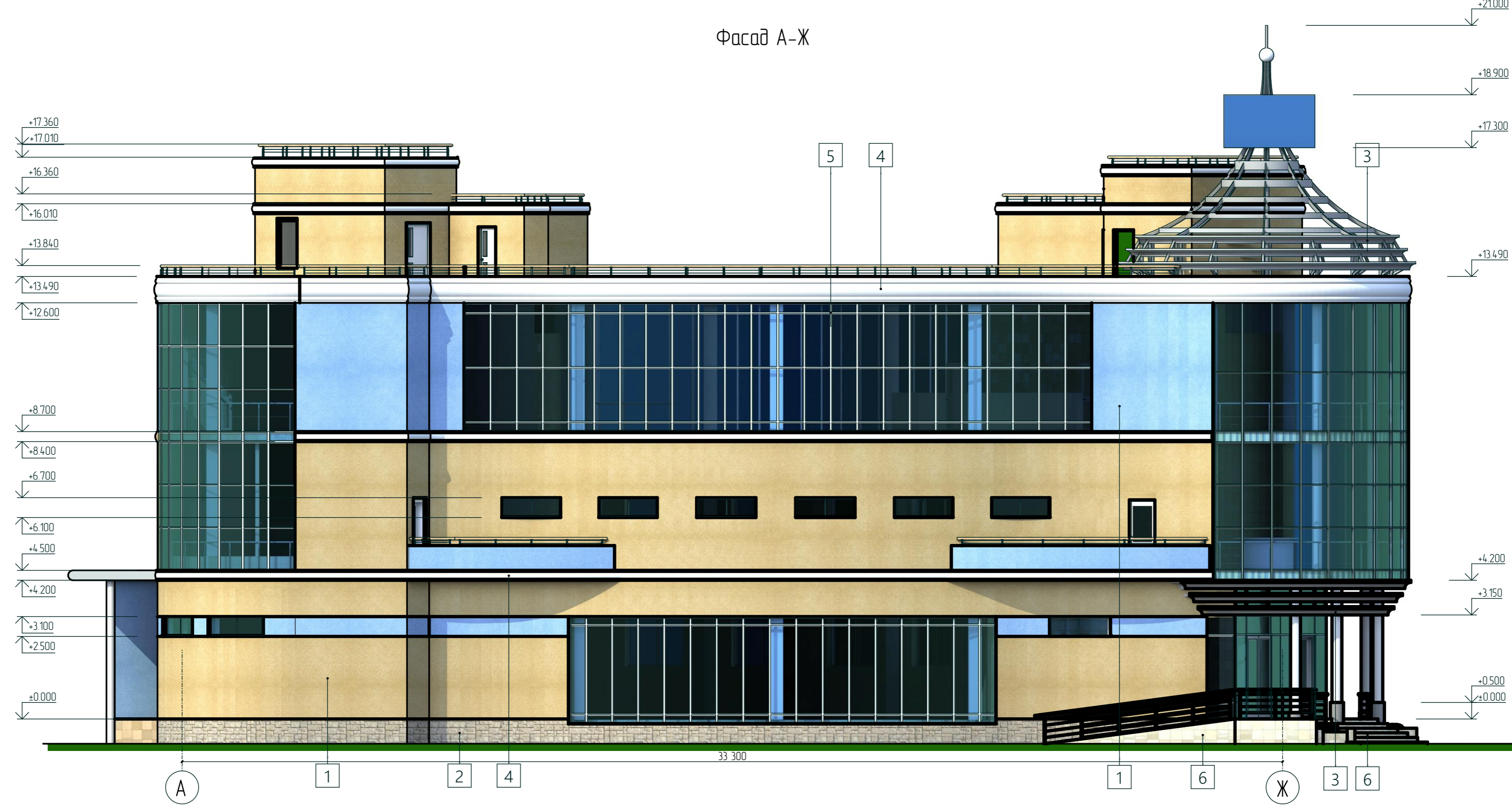
Умовні позначення

- Будівлі, які проектується
- Існуючі будівлі
- Проектовані дороги
- Існуючі дороги
- Проектовані тротуари
- Існуючі тротуари
- Покриття з тротуарної плитки
- Благоустріє
- Межа земельної ділянки
- Межа благоустрою за межею відведеної ділянки

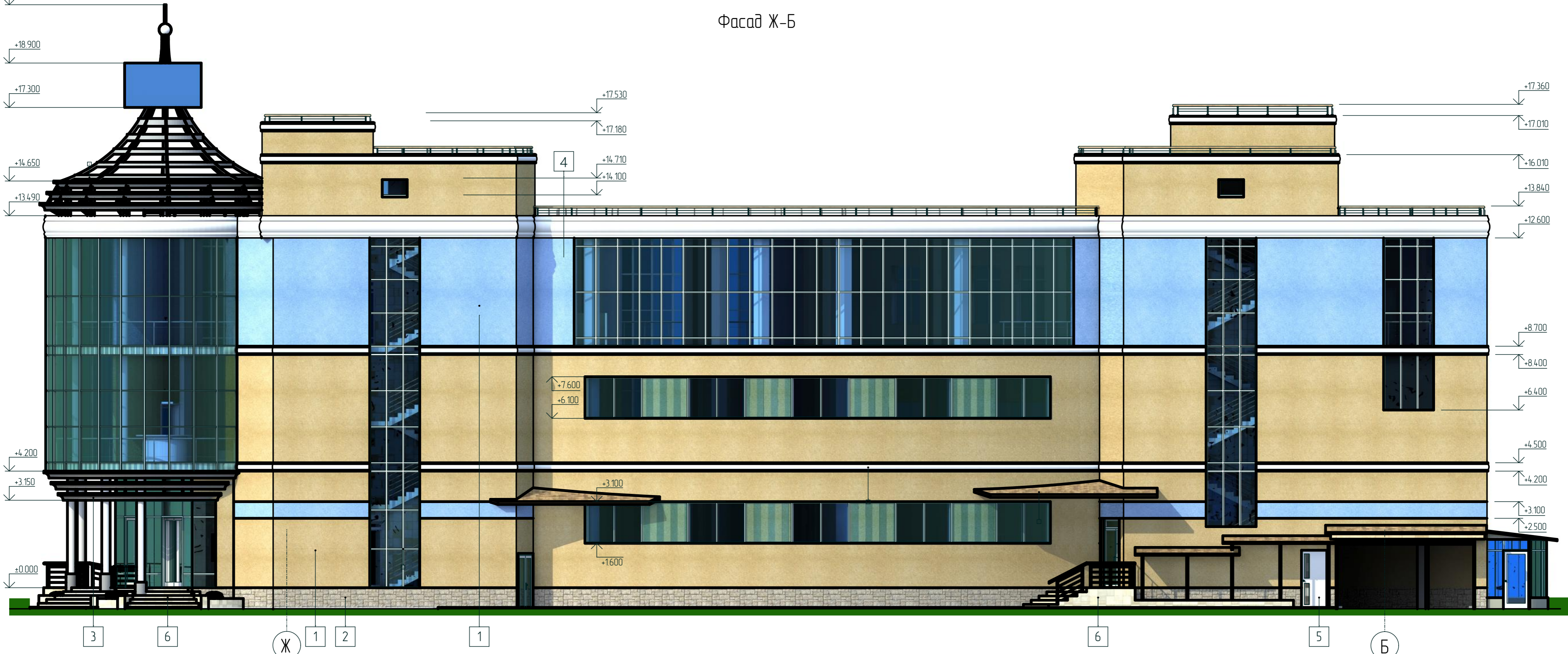
Розріз по тротуару



Фасад А-Ж



Фасад Ж-Б



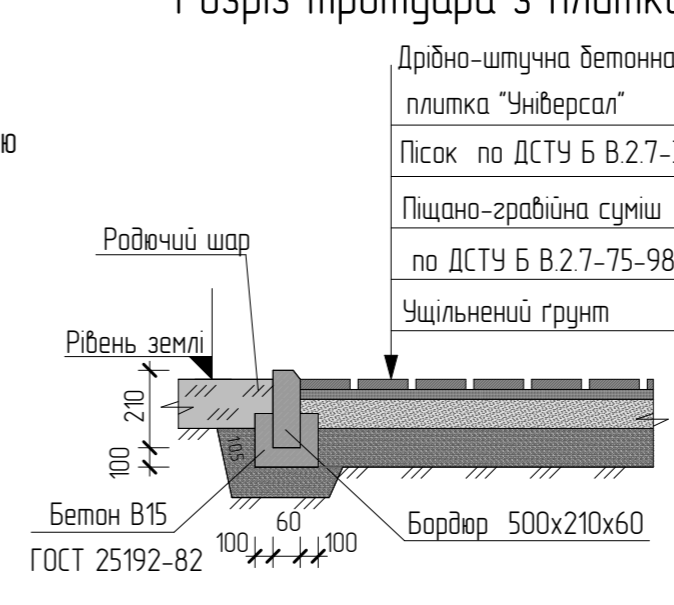
Таблиця кольорів опорядження фасадів

Поз. маркування	Елемент фасаду	Матеріал оздоблення	№, код або зразок кольору	Поз. маркування	Елемент фасаду	Матеріал оздоблення	№, код або зразок кольору
1	Основні поверхні стін	Штукатурка з пофарбуванням фасадною фарбою фірми "CAPAROL"	колір Mistral 14 / Marin 85 I 90-C15-H250	5	Каробки металопластикових вікон та дверей		
2	Цоколь	Штучний камінь		6	Ганак, вуличні сходи, пандус	Керамічна плитка	
3	Декоративні елементи фасаду	Фабіа по металу	колір металік RAL 9006	7	Казирки	Металочереція	
4	Карнизи	Пофарбування фасадною фарбою фірми "CAPAROL"		8	Колони	Пофарбування фасадною фарбою фірми "CAPAROL"	

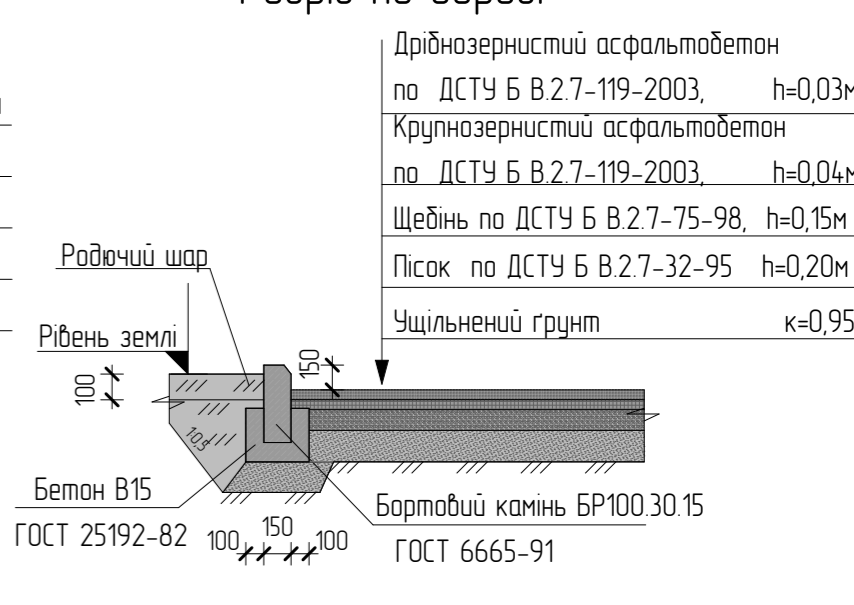
Експлікація будівель та споруд

Номер приміщення	Найменування	Площа	Примітки
1	Торгово-адміністративна будівля	3	Існуюча
2	Житловий будинок	5	Існуючий
3	Промислова будівля	1	Існуюча
4	Автомобільна зупинка	-	Існуюча
5	Автомобільна зупинка	-	Проектована
6	Автомобільна зупинка	-	Пропозиція

Розріз тротуара з плитки

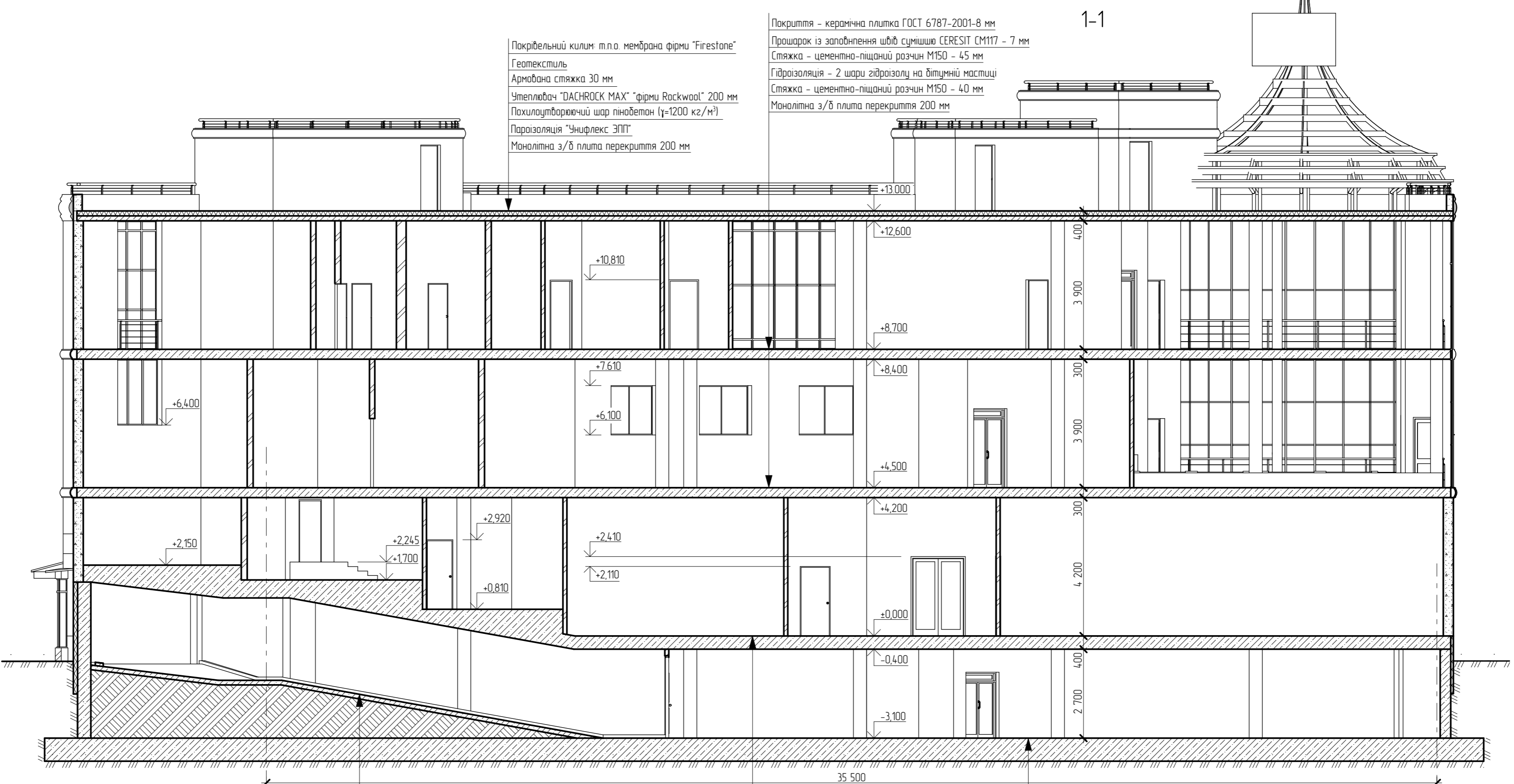
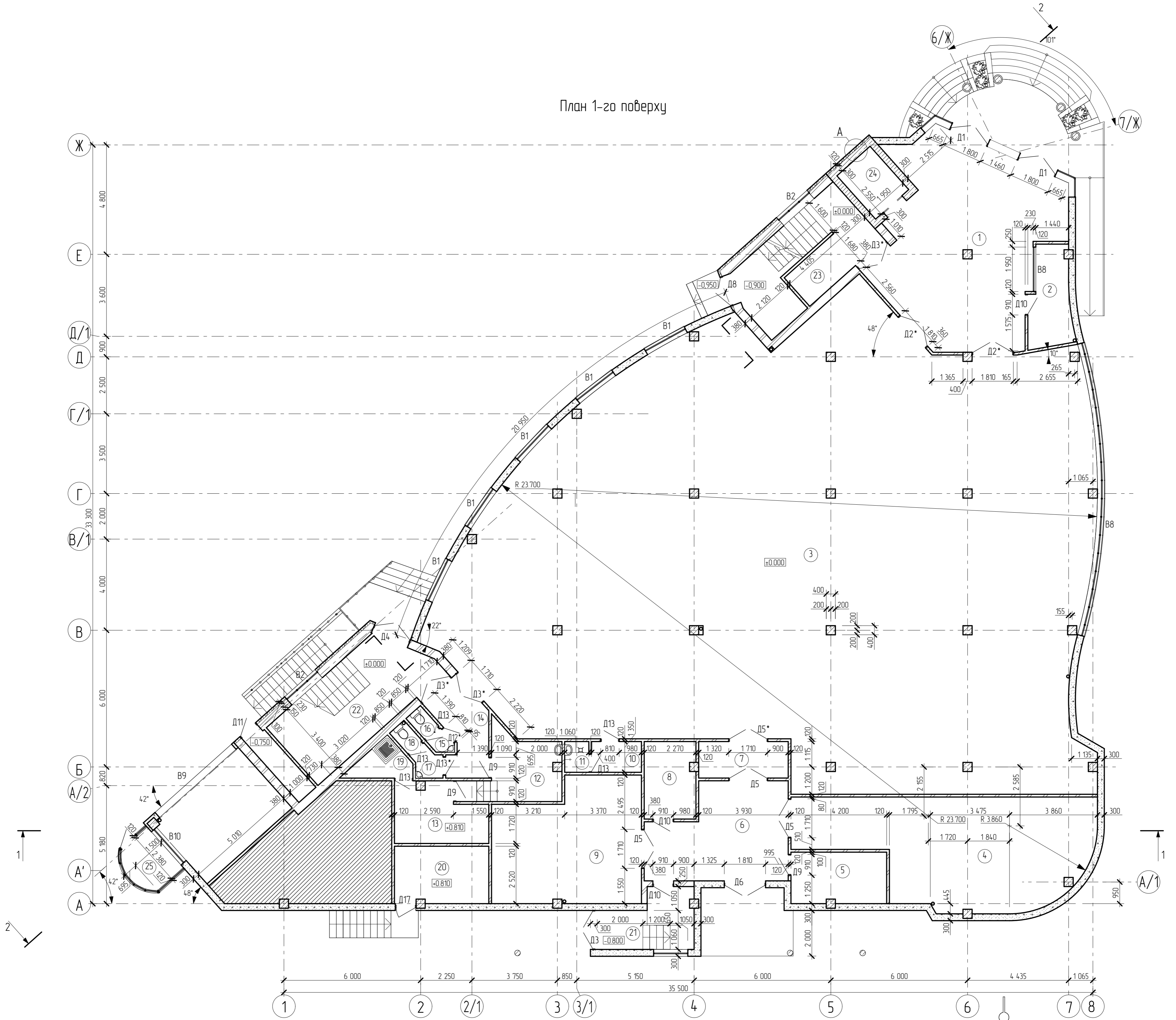


Розріз по дорозі



08-08 МКР.004 - АР				
Центр з обслуговування населення в м. Умань				
Зм	Кіл	Арк	№зак	Підпис
Розроб	Кремінська Ю.О.			
Перевір	Майдська І.В.			
Керівнік	Майдська І.В.			
Н.контр.	Майдська І.В.			
Опонец	Анохіна К.В.			
Запобіг	Швець В.В.			
Особливості роботи пальових кушів з коротких паль			Стандія	Аркш
			П	22
Фрагмент генерального плану М1:500 Фасади А-Ж, Ж-Б. Таблиця кольорів опорядження фасадів. Експлікація будівель та споруд. Розріз по тротуару. Розріз по дорозі.			ВНТЧ, зр. Б-20м	

План 1-го поверху

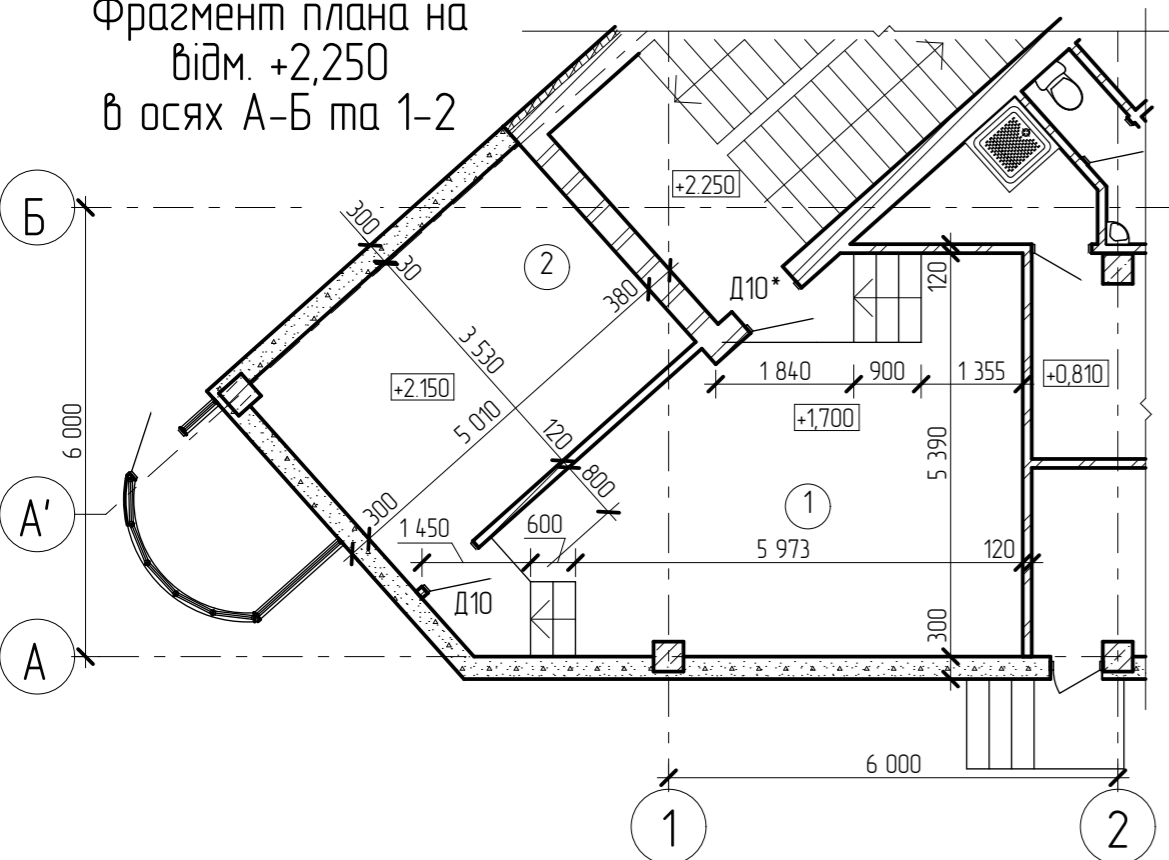


Покрівельний килим т.п. мембрана фірми "Figestone"
 Геотекстиль
 Армована стяжка 30 мм
 Утеплювач "DACHROCK MAX" фірми Rockwool - 200 мм
 Похилоутворюючий шар пінобетон (γ=1200 кг/м³)
 Парозахисна "Уніфлекс" ЗПП
 Монолітна з/в плита перекриття 200 мм

Покриття - керамична плитка ГОСТ 6787-2001-8 мм
 Праймер із заповнення щіли сучасною CERESIT CM117 - 7 мм
 Стяжка - цементно-піщаний розчин М150 - 45 мм
 Гідроізоляція - 2 шари гідроізоляції на бітумній мастичі
 Стяжка - цементно-піщаний розчин М150 - 40 мм
 Монолітна з/в плита перекриття 200 мм

1-1

Фрагмент плану на відм. +2,250 в осях А-Б та 1-2



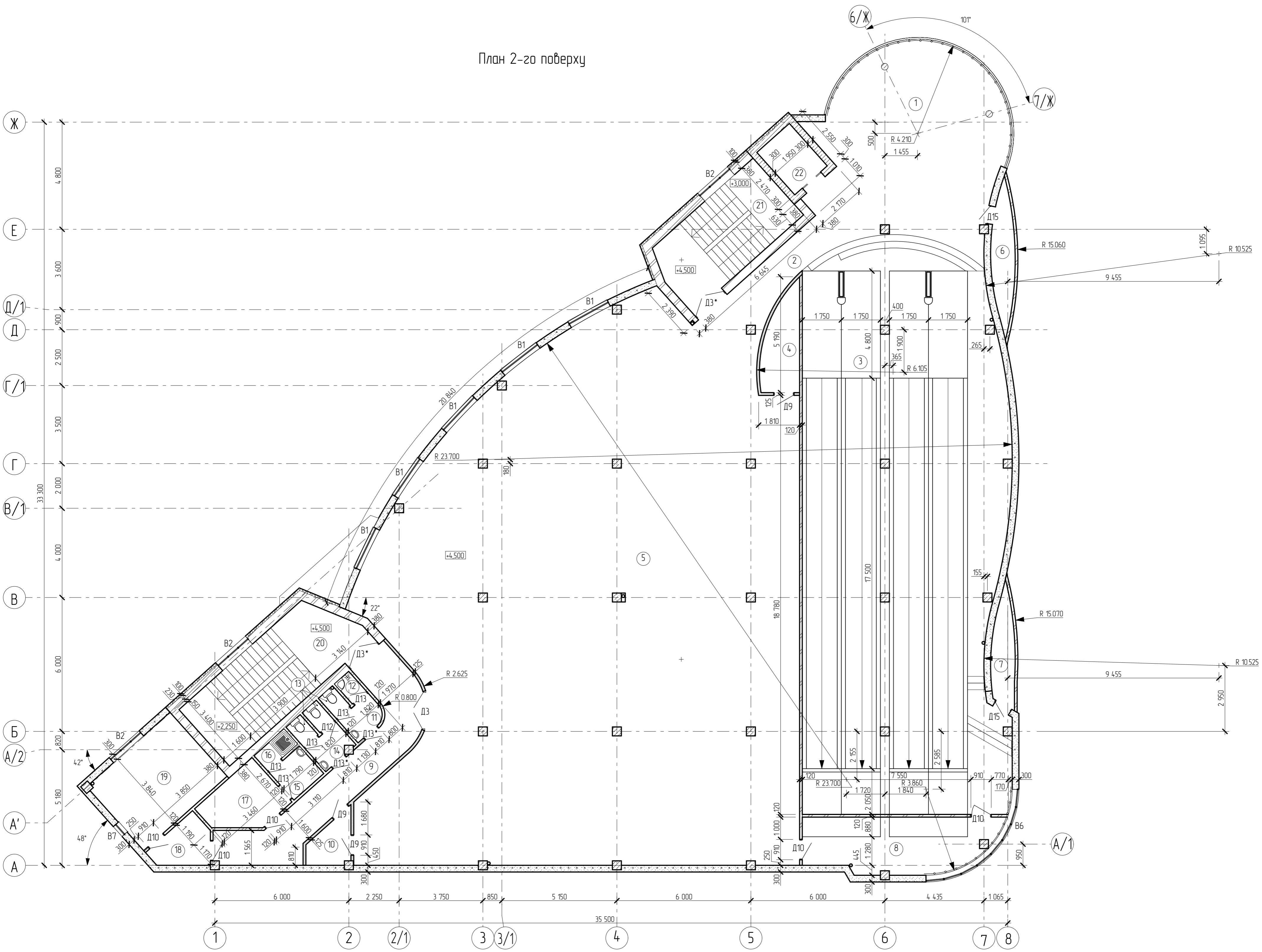
Мозаичний бетон В30 - 25 мм
 Стяжка - цементно-піщаний розчин М150 - 20 мм
 Електропідвірб
 Стяжка - цементно-піщаний розчин М150 - 20 мм
 Підстилавачий шар - бетон В7,5, 80 мм
 Засипка
 Монолітна з/в фундаментна плита - 700 мм

Покриття - керамична плитка ГОСТ 6787-2001-8 мм
 Праймер із заповнення щіли сучасною CERESIT CM117 - 7 мм
 Стяжка - цементно-піщаний розчин М150 - 20 мм
 Гідроізоляція
 Стяжка - цементно-піщаний розчин М150 - 20 мм
 Утеплювач "STORPROCK" фірми Rockwool - 100 мм
 Монолітна з/в фундаментна плита - 700 мм

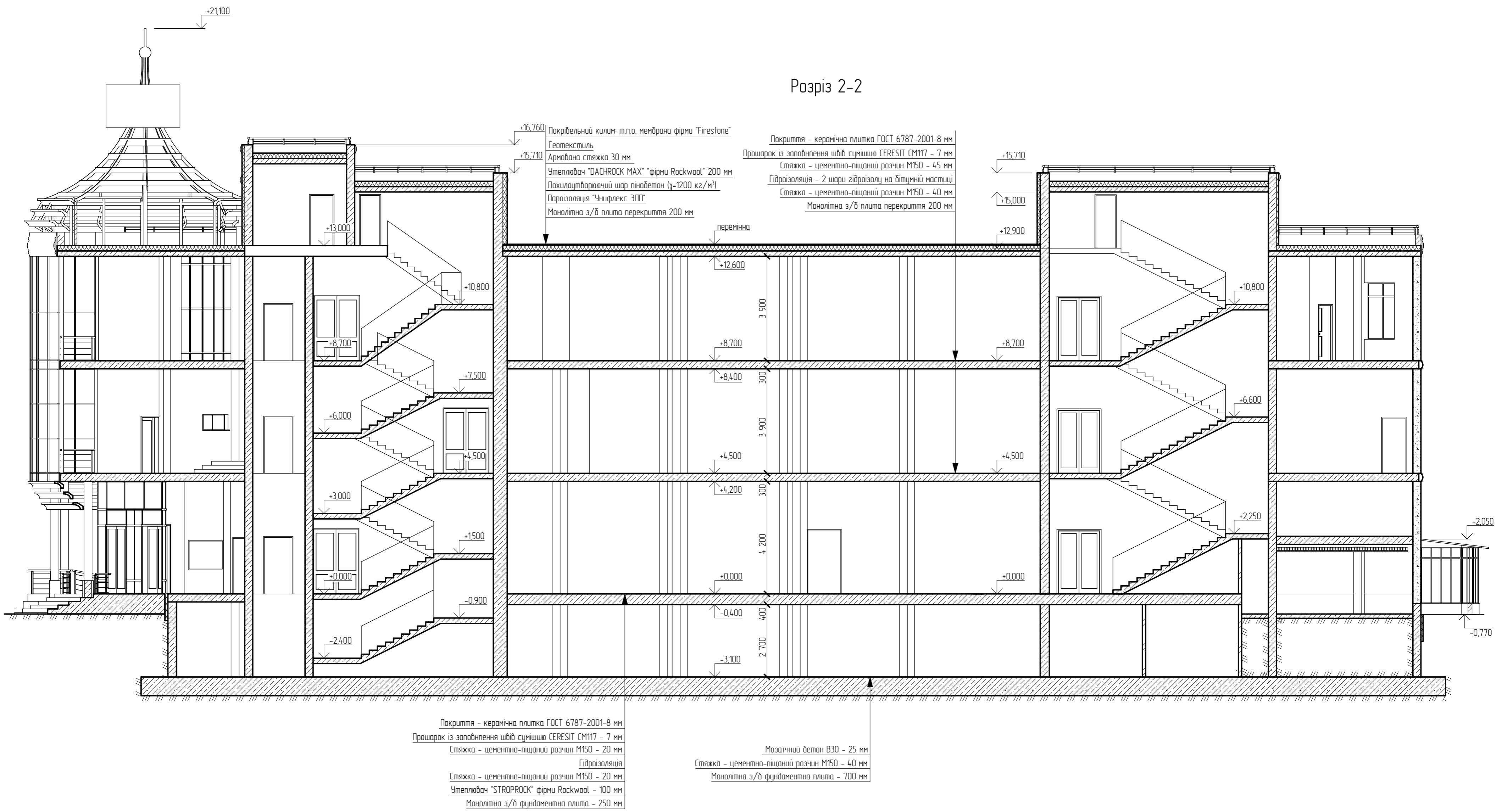
Мозаичний бетон В30 - 25 мм
 Стяжка - цементно-піщаний розчин М150 - 40 мм
 Монолітна з/в фундаментна плита - 700 мм

08-08 МКР 004 - АР				
Центр з обслуговування населення в м. Умань				
Зм	Кіл	Арх	№вкв	Підпис
Розроб	Кремінська Ю.О.			
Перевір	Маєвська І.В.			
Керівник	Маєвська І.В.			
Начальн	Маєвська І.В.			
Опачент	Анохіна К.В.			
Затвердів	Швець В.В.			
Особливості роботи пальових кущів з коротких паль				
Стадія	Аркш	Аркш		
П	23			
План 1-го поверху Розріз 1-1				
ВНТУ, гр Б-20м				

План 2-го поверху



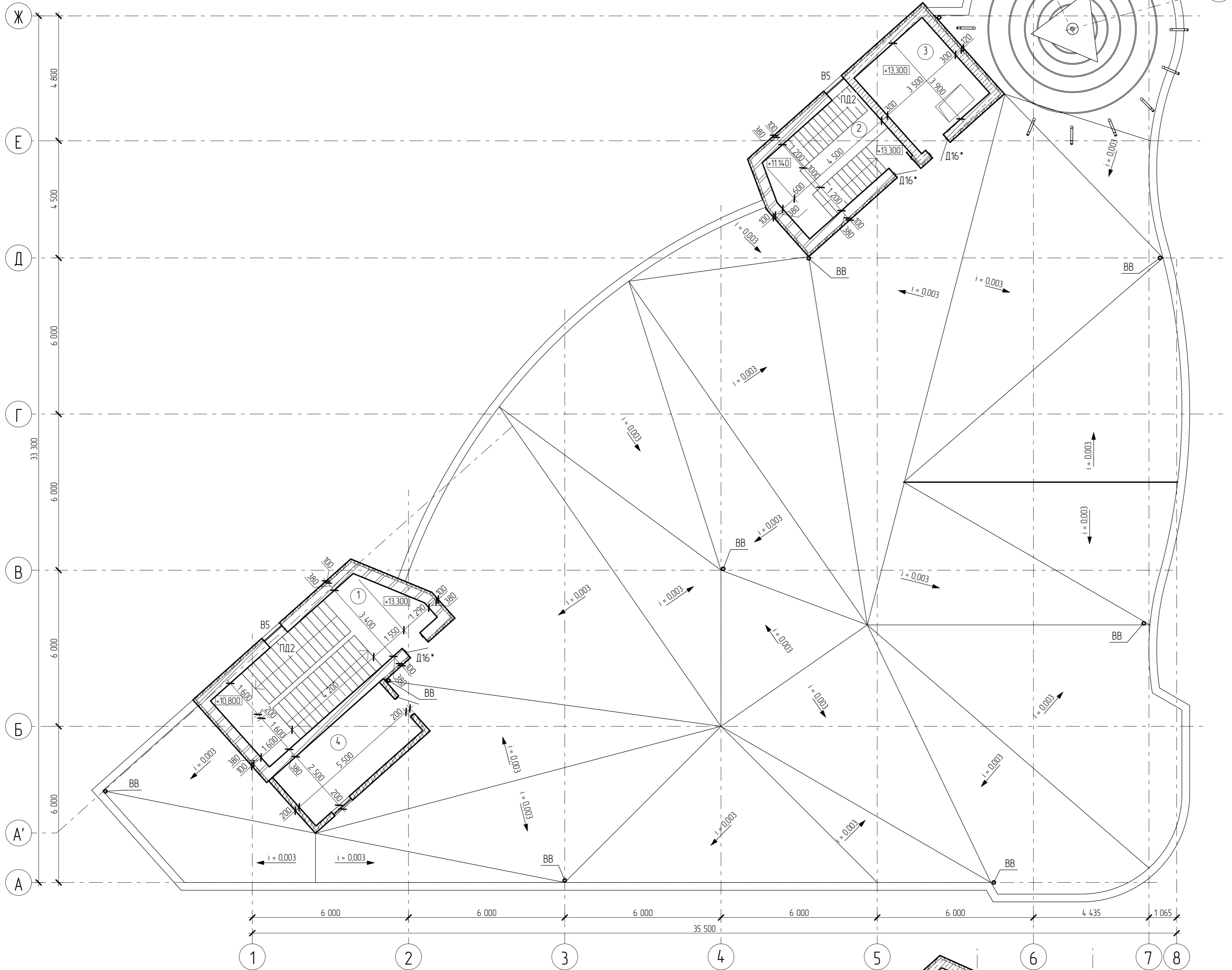
Розріз 2-2



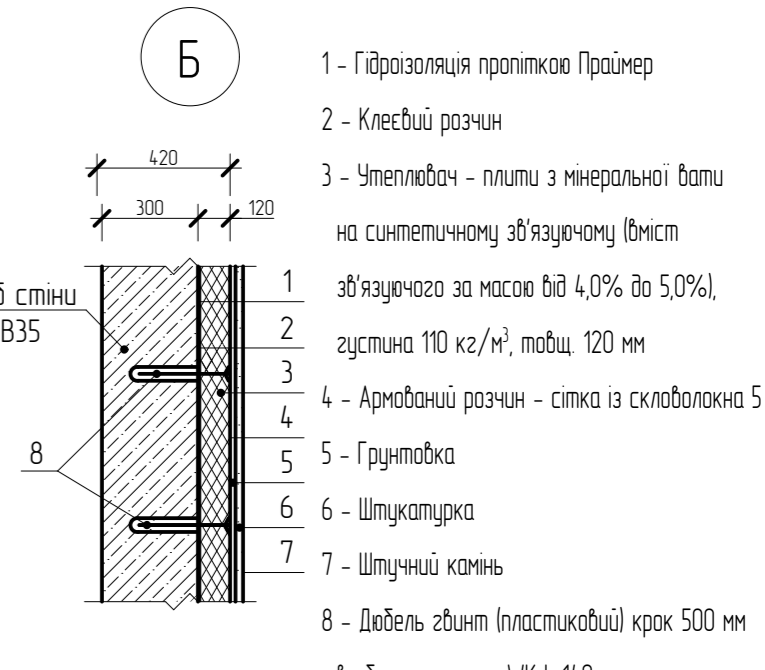
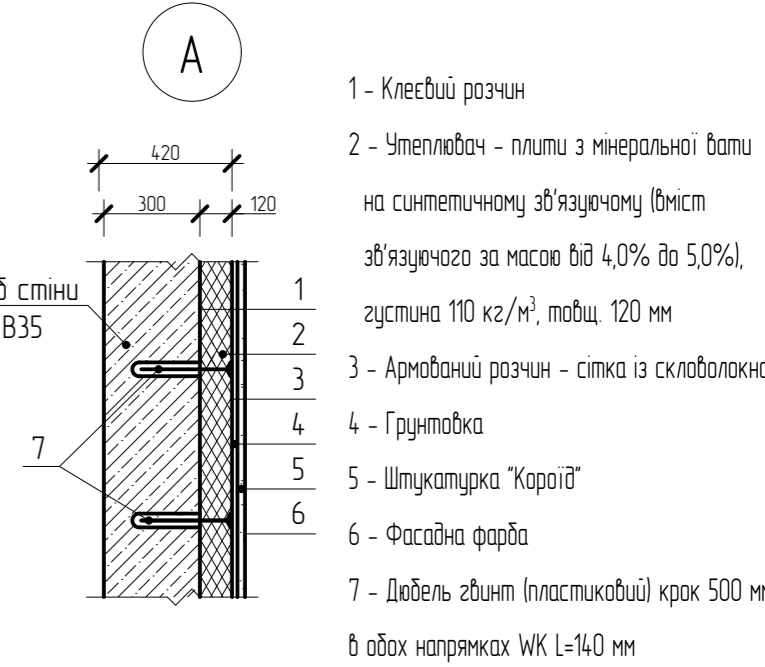
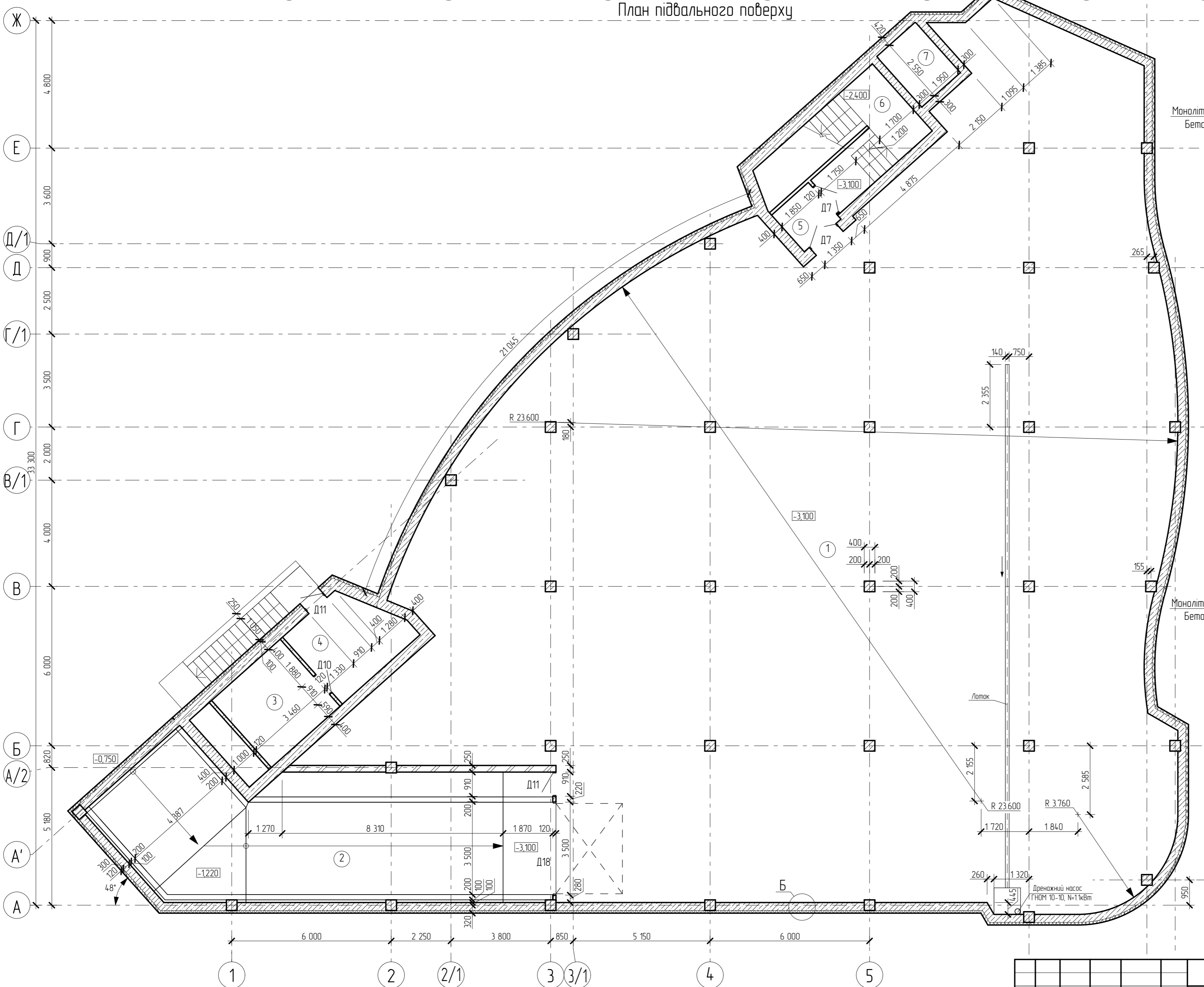
Зем. № 1/01/2017

08-08 МКР.004 - АР					
Центр з обслуговування населення в м. Умань					
Зм	Кіл	Арк	№ арк	Підпис	Дата
Розроб	Кремінська Ю.О.				
Перевір	Мієвська І.В.				
Керівник	Мієвська І.В.				
Н.контр.	Мієвська І.В.				
Опонець	Анохіна К.В.				
Затверд.	Швець В.В.				
Особливості роботи пальових кушів з коротких паль			Стандія	Аркш	Аркшів
План 2-го поверху Розріз 2-2			П	24	
			ВНТЧ, зр. Б-20м		

План покрівлі

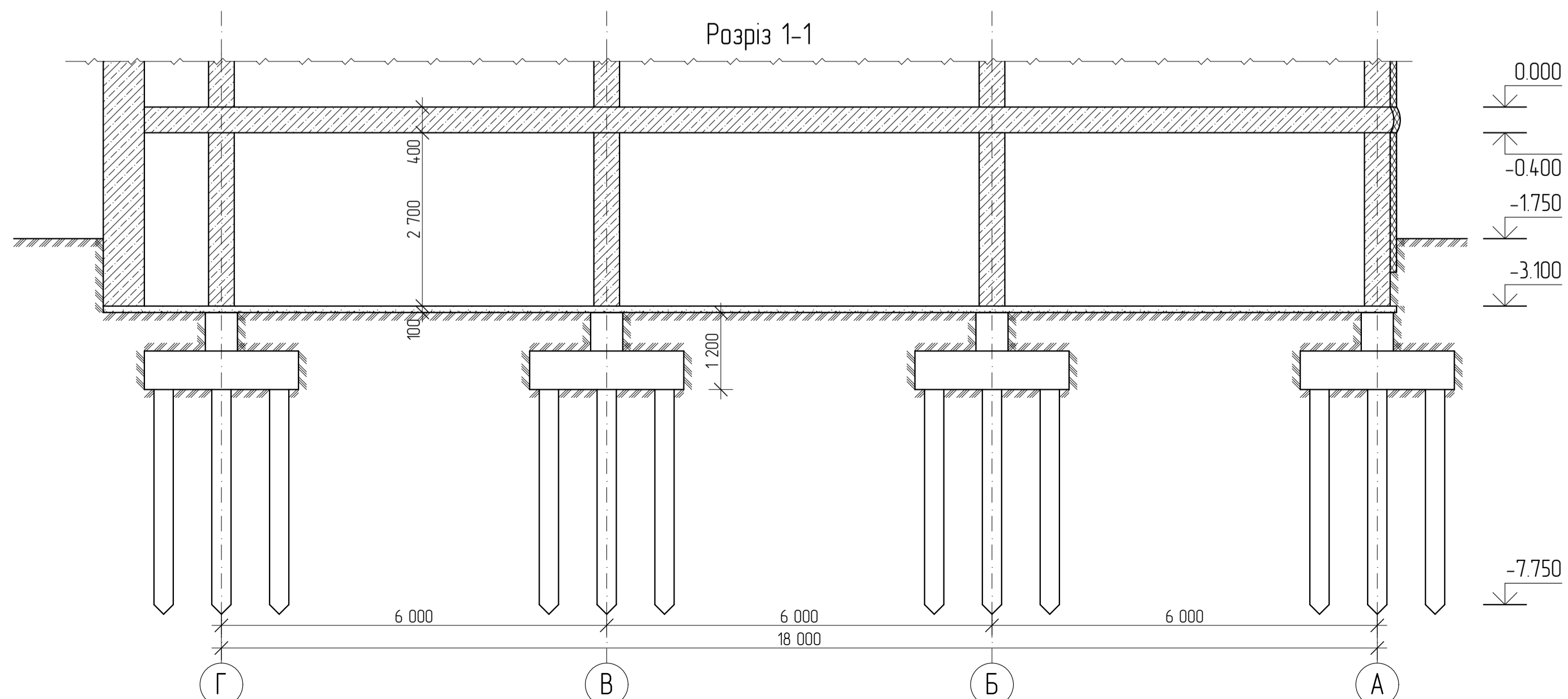
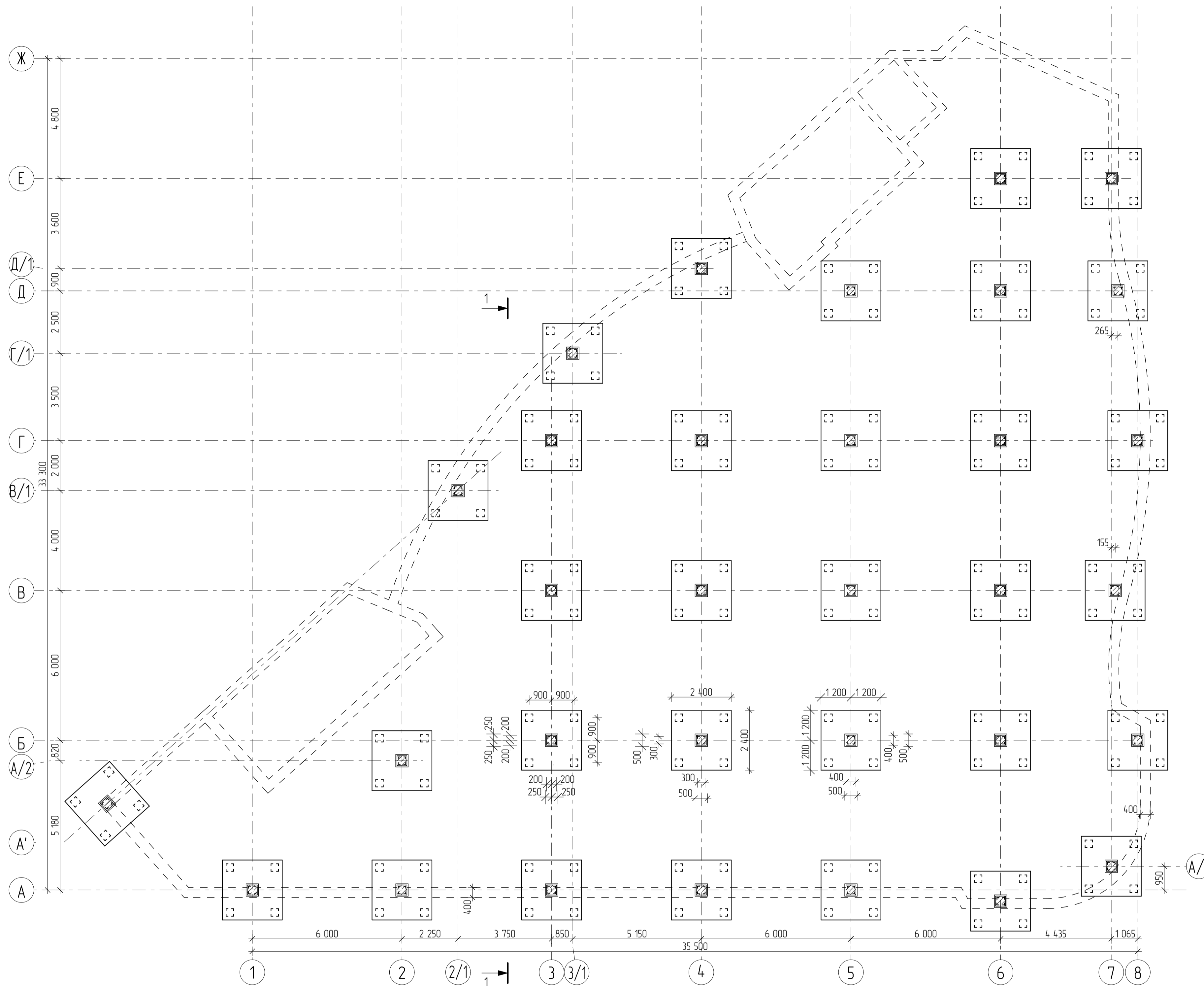


План підвального поверху

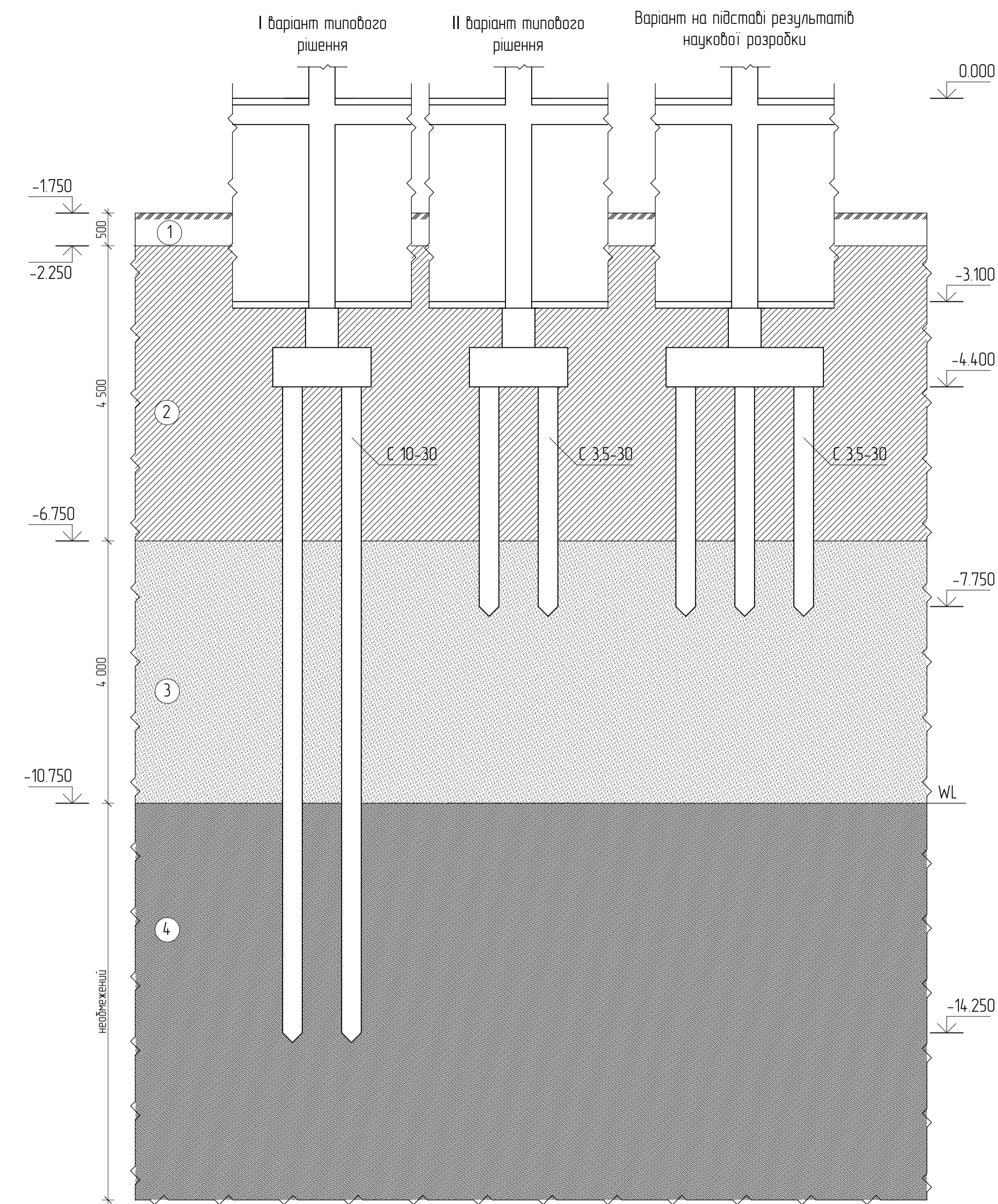


08-08 МКР.004 - АР					
Центр з обслуговування населення в м. Умань					
Зм	Кіл	Арк	№ арк	Підпис	Дата
Розроб	Крем'яська Ю.О.				
Перевір	Майдська І.В.				
Керівник	Майдська І.В.				
Н.контр.	Майдська І.В.				
Опонент	Анохіна К.В.				
Затвердив	Швець В.В.				
Особливості роботи пальових кушів з коротких палей			Стандія	Аркшві	Аркшві
			П	25	
План покрівлі План підвального поверху			ВНТЧ, зр. Б-20м		

План фундаментів на підставі результатів наукової розробки



Геологічний розріз з варіантами фундаментів



Відомість витрат сталі

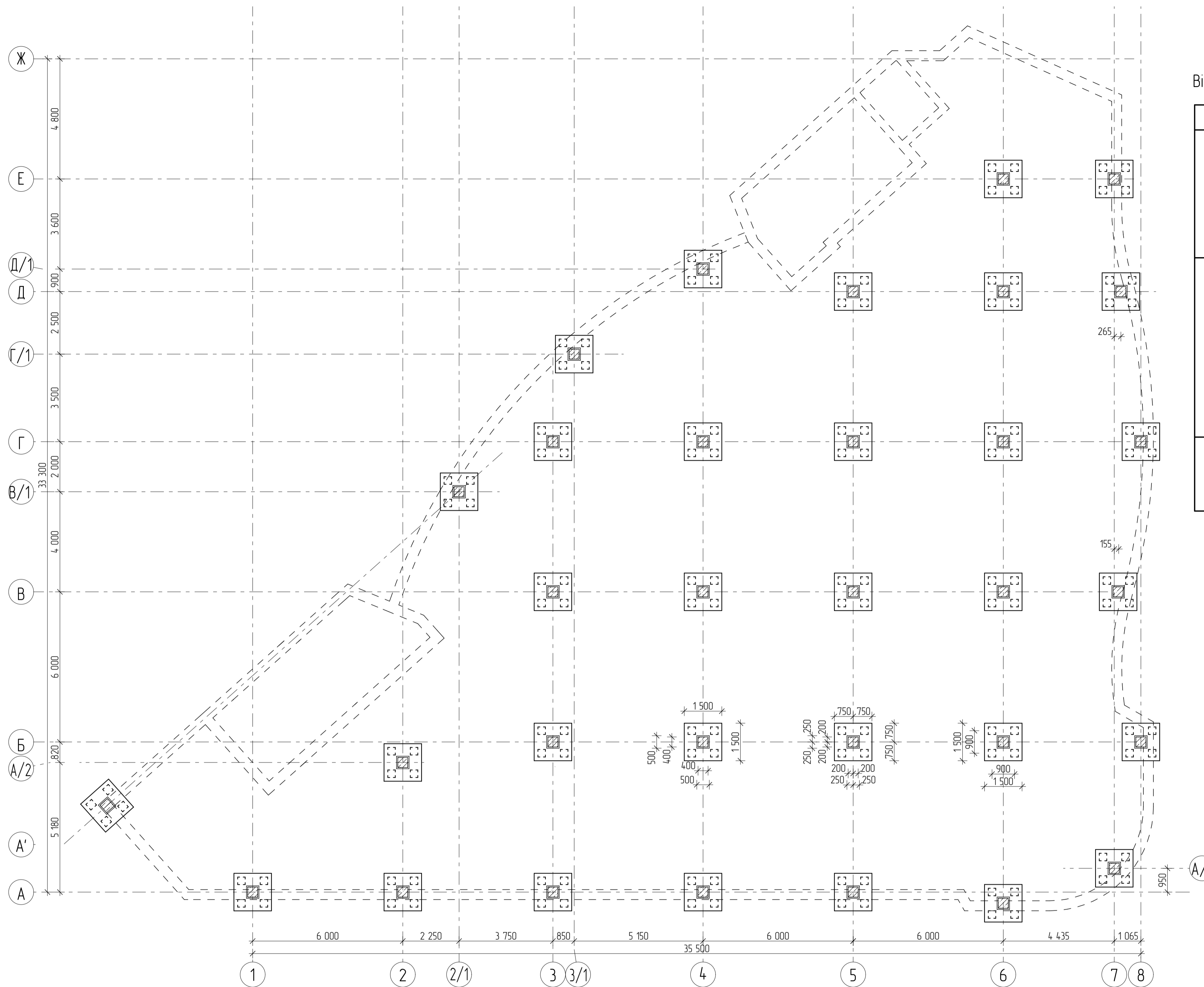
Марка елемента	Вироби арматурні						Всього	
	Арматура класу							
	ДСТУ 3760:2019							
	A 400 C			A 240 C				
Ø10	Ø12	Ø18	Ø20	Всього	Ø8	Всього		
Типове конструктивне рішення II	-	20,74	-	54,88	75,62	4,0	4,0	79,62
Типове конструктивне рішення III	10,8	-	37,16	54,88	102,84	4,0	4,0	106,84
Конструктивне рішення на підставі результатів наукової розробки	35,0	-	-	54,88	89,88	4,0	4,0	93,88

Умовні позначення

- 1 Рослинний шар
- 2 Суглинок перебіккладений тугопластичний
- 3 Пісок пилуватий, малооболужий
- 4 Пісок серед круп, серед щільності, насичений дологюм

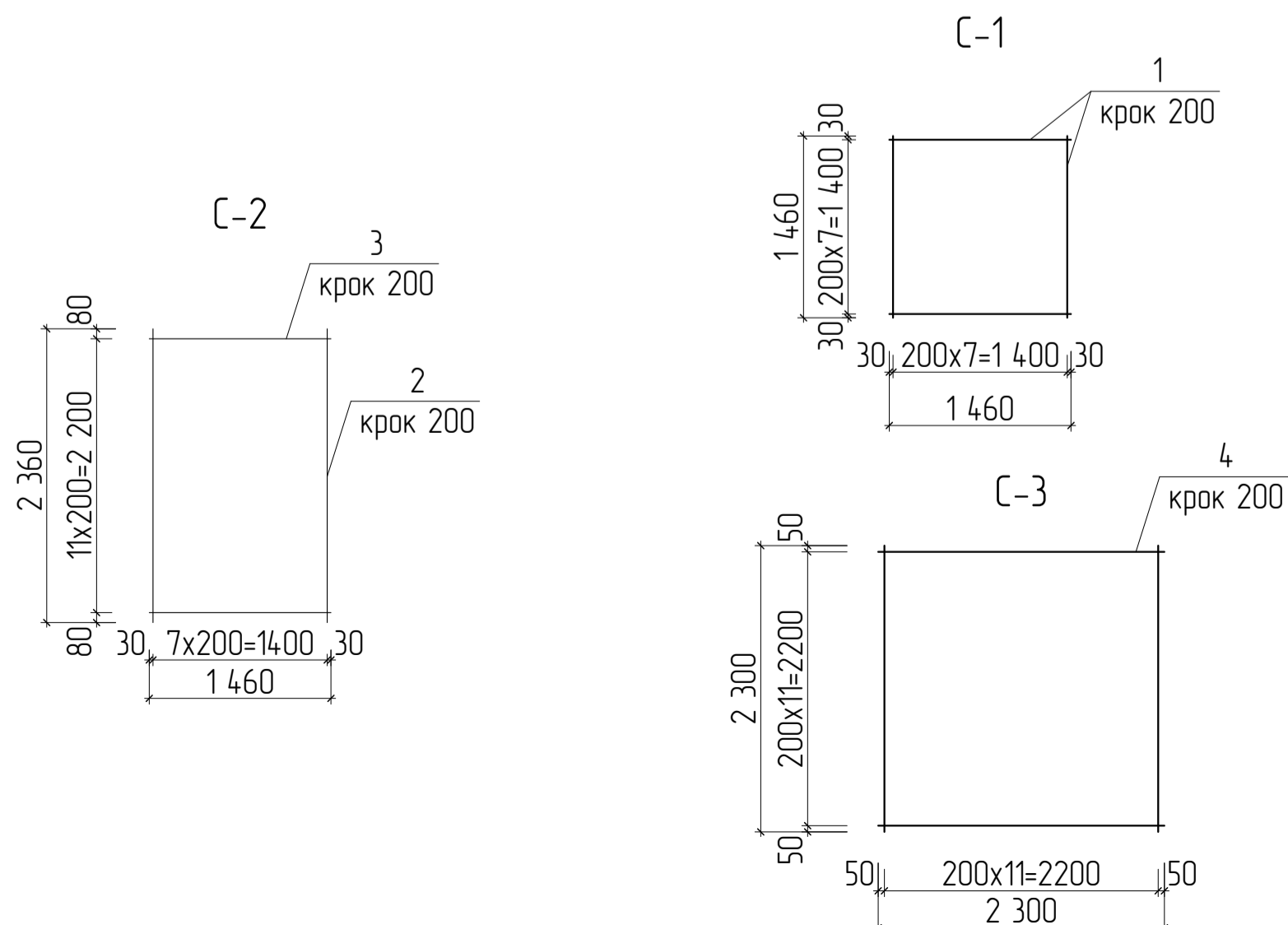
08-08МКР004 - КБ						
Центр з обслуговування населення в м. Умань						
Зм.	Кіл.	Арх.	№рек.	Підпис	Дата	
Розроб	Кремінська Ю.О.					
Перевір	Маєвська ІВ.					
Керівник	Маєвська ІВ.					
Н.контр.	Маєвська ІВ.					
Опонець	Анохіна К.В.					
Затвердив	Швець В.В.					
Особливості роботи пальових кущів з коротких палей				Старий	Архив	Архив
				п	25	
План фундаментів на підставі результатів наукової розробки. Розріз 1-1. Геологічний розріз з варіантами фундаментів. Умовні позначення. Відомість витрат сталі.				ВНТУ, гр. Б-20м		

План фундаментів у типовому варіанті (I)



Специфікація на арматурні сітки

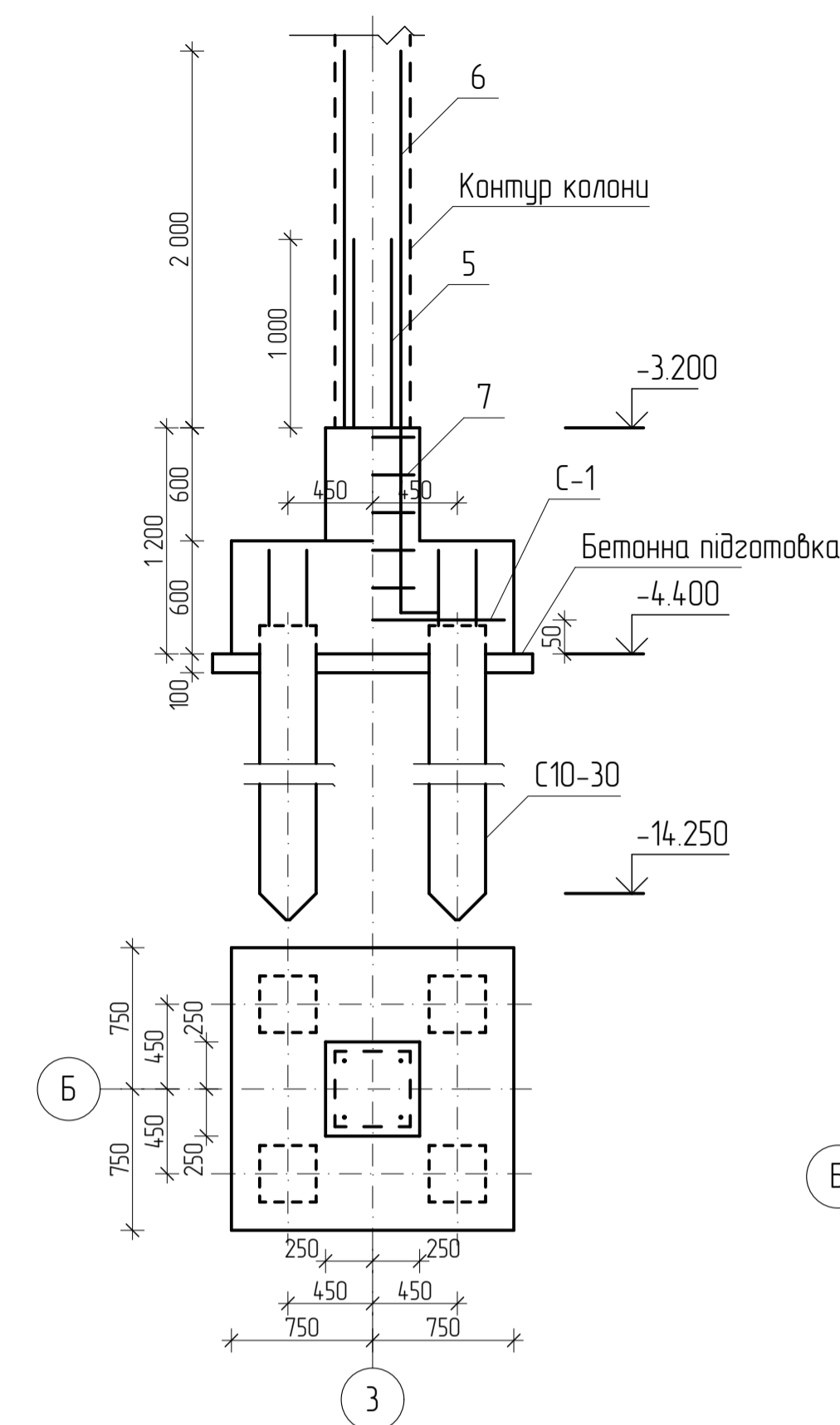
Марка елемента	Поз. дет.	Найменування	Кіл.	Маса од., кг	Маса виробу, кг
С-1	1	Ø12 А400С l=1 460	16	0,888	20,74
С-2	2	Ø18 А400С l=2 360	8	1,998	37,16
	3	Ø10 А400С l=1 460	12	0,617	10,8
С-3	4	Ø10 А400С l=2 300	24	0,617	35,0



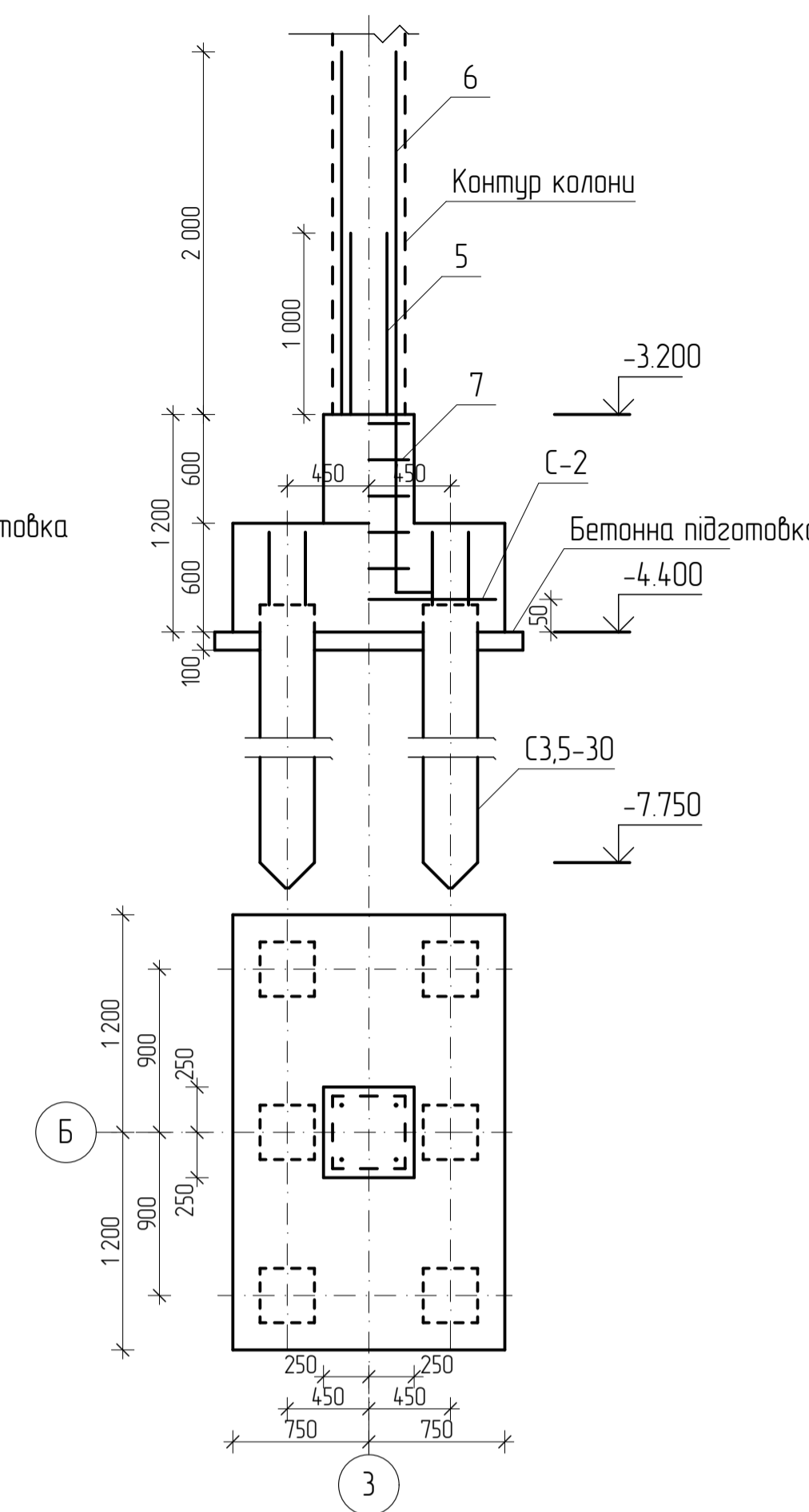
Відомість деталей

Поз.	Деталь
5	2 080 200
6	3 080 200
7	150 150

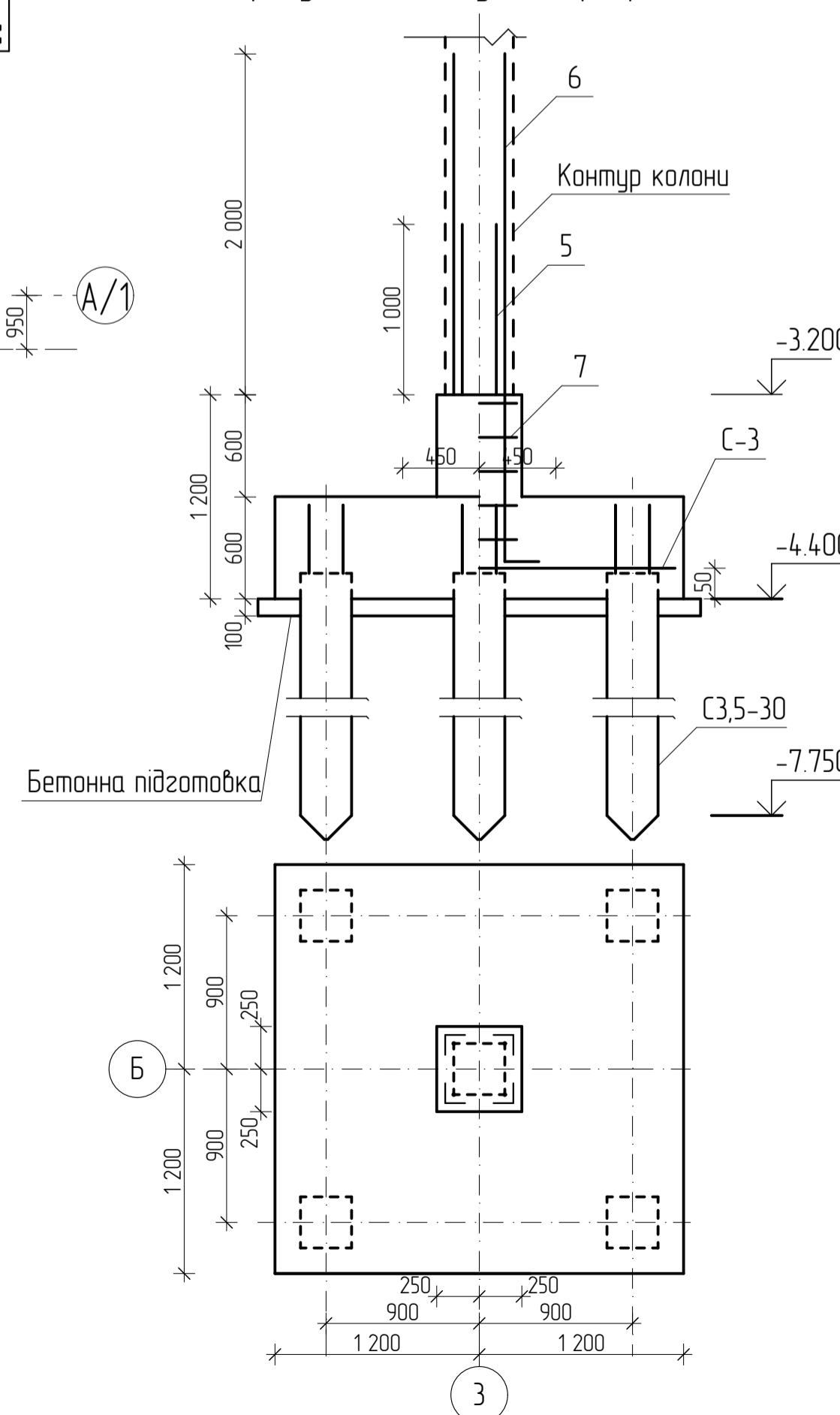
Типове конструктивне рішення I



Типове конструктивне рішення II



Конструктивне рішення на підставі результатів наукової розробки



Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од.кг	Примітки
Типове конструктивне рішення I					
Складальні одиниці					
С-1		Сітка С-1	1	20,74	20,74
Деталі					
5		Ø20 А400С l=2 280	4	5,63	22,52
6		Ø20 А400С l=3 280	4	8,09	32,36
7		Ø8 А240С l=2 020	5	0,8	4,0
Матеріали					
		Бетон С20/25			1,5 м ³
Типове конструктивне рішення II					
С-2		Сітка С-2	1	47,96	47,96
Деталі					
5		Ø20 А400С l=2 280	4	5,63	22,52
6		Ø20 А400С l=3 280	4	8,09	32,36
7		Ø8 А240С l=2 020	5	0,8	4,0
Матеріали					
		Бетон С20/25			2,31 м ³
Конструктивне рішення на підставі результатів наукової розробки					
С-3		Сітка С-3	1	35,0	35,0
Деталі					
5		Ø20 А400С l=2 280	4	5,63	22,52
6		Ø20 А400С l=3 280	4	8,09	32,36
7		Ø8 А240С l=2 020	5	0,8	4,0
Матеріали					
		Бетон С20/25			3,61 м ³

Зм.	Кіл.	Арх.	№рек.	Підпис.	Дата.	08-08 МКР 004 - КБ		
Центр з обслуговування населення в м. Умань						Старший	Арх.	Арх.
Розроб.	Кремінська Ю.О.					Особливості роботи пальових кущів з коротких паль		
Перевір.	Маєвська І.В.					п	26	
Керівник.	Маєвська І.В.					ВНТУ, гр. Б-20м		
Н.контр.	Маєвська І.В.					План фундаментів у типовому варіанті I. Типове конструктивне рішення I. II. Конструктивне рішення на підставі результатів наукової розробки. Відомість деталей Сітки С-1, С-2, С-3. Специфікація на арматурні сітки. Специфікація.		
Опонець.	Анохіна К.В.							
Затвердив.	Швець В.В.							

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента (ки) Кремінської Юлії Олександрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Особливості роботи пальових куштів з коротких паль

З нормативної літератури відомо, що короткі палі мають більшу несучу здатність на одиницю витраченого матеріалу, ніж довгі, і можуть бути рекомендовані для більш широкого кола ґрунтових умов. Деякі попередні дослідження показали, що робота паль у групі при їх малій відносній довжині відрізняється від роботи у групі довгих паль. Але детальних досліджень впливу відносної довжини паль на роботу пальового фундаменту до цього часу не виконувалось.

Оскільки пальові фундаменти є одним з найбільш застосованих типів фундаментів, то дослідження їх роботи і пошук оптимального конструктивного рішення з врахування фактору відносної довжини паль є актуальним питанням.

Робота відповідає виданому завданню і вимогах до магістерських кваліфікаційних робіт.

Робота є навчальною, але відповідає сучасним потребам проєктної практики.

Магістерська робота містить розділи, присвячені фізичному моделюванню на маломасштабних моделях роботи пальових куштів з різною кількістю та довжиною паль, та математичному моделюванню за допомогою програмного комплексу Plaxis. При математичному моделюванні крім кількості і довжини паль варіювались також ґрунтові умови. Попередньо був виконаний аналіз літературних джерел.

Студентка опанувала планування експериментальних досліджень відповідно до поставлених задач, а також процес роботи у сучасному програмному комплексі Plaxis, пристосованому до розв'язання геотехнічних задач.

При обробці результатів експериментів студентка показала високий рівень фахових знань, здатність до прийняття самостійних наукових та інженерних рішень, володіння сучасними програмними комплексами та інформаційними технологіями.

Робота над темою магістерської роботи була почата ще на 3 курсі. Студентка проявила інтерес до наукових досліджень, працювала у студентському науковому гуртку, протягом навчання опублікувала 10 тез за виступами на наукових конференціях, 4 з них присвячені темі магістерської роботи. За матеріалами досліджень у 2021 році нею була подана робота на Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт.

Студентка дотримувалась календарного плану, працювала наполегливо, виконала великий обсяг роботи, показала високий рівень підготовки.

По роботі слід відзначити такі недоліки та побажання:

1. Під час досліджень чітко не виявлена відносна довжина паль, при якій їх можна вважати короткими і починається відмінність в поведінці у порівнянні з довгими палями.
2. При математичному моделюванні не обґрунтований вибір характеристик глинистого і піщаного ґрунтів, що важливо при обмеженні розглянутих їх видів.
3. Рекомендується продовжити роботу в рамках підготовки кандидатської дисертації, оскільки тема досліджень відповідає потребам фундаментобудування.

Підготовка студентки Кремінської Ю. О. відповідає вимогам освітньої програми.

Магістерська кваліфікаційна робота заслуговує на оцінку «А» (відмінно), а студентка на присвоєння їй ступеня магістра та кваліфікації Магістр з будівництва та цивільної інженерії за освітньо-професійною програмою «Промислове та цивільне будівництво».

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

Доц. каф. БМГА, к.т.н.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

І. В. Маєвська

(ініціали, прізвище)

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу

студента (-ки) Кремінської Юлії Олександрівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему «Особливості роботи пальових кущів з коротких паль»

Тема кваліфікаційної роботи магістра є актуальною, оскільки на сьогоднішній день питання створення достовірної розрахункової моделі ґрунтової основи, що забезпечує достатню відповідність між результатами розрахунку і роботою натурних паль – все ще одна із найважливіших проблем фундаментобудування. Використання ресурсів несучої здатності паль є одним із передових способів досягнення економії при влаштуванні пальових фундаментів.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана згідно отриманим завданням. Матеріал роботи подано у розгорнутому та доступному для розуміння вигляді.

У першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи викладено розгорнутий та якісний огляд робіт інших авторів із близьким напрямком дослідження, що дає більше розуміння обраної теми дослідження. У другому розділі фізичного моделювання описано виконання та результати здобуті у експериментальній частині роботи, проектування у натурному вигляді, є великим внеском до науки у сфері нового будівництва пальового фундаменту. Третій розділ математичного моделювання виконувався за допомогою сучасних програм для виконання розрахунків, аналізуючи отримані результати, можна спостерігати, що студентка якісно опанувала новий програмний комплекс Plaxis 3D Foundation. У четвертій технічній частині диплому отримані результати були застосовані на реальному об'єкті, а саме при будівництві нової будівлі, що дає змогу більше ознайомитись із принципом роботи пальових кущів. Підібрані варіанти фундаментів для техніко-економічного порівняння. Усі розрахунки здійснено у відповідності до чинних норм проектування. У п'ятому розділі розроблено заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, підтвердженням можливості

застосування обраного рішення до об'єкту реконструкції є розрахунок стійкості пальового фундаменту на сейсмічні впливи. Усі результати роботи є підтвердженими у шостому розділі економічної частини, у якій здійснено порівнянні типових та новітніх рішень фундаментів у кошторисному розрахунку та розраховано економічний ефект від впровадження новітнього рішення.

Виконання текстової частини пояснювальної записки та графічних креслень виконано відповідно до стандартів та з дотриманням усіх вимог.

До недоліків роботи можна віднести:

- наявність не на усіх графікам фізичного та математичного моделювання числових значень.

Проте даний недолік не впливає на позитивне враження від роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота у цілому виконана на високому рівні і студентка заслуговує присвоєння кваліфікації магістр будівництва та на оцінку відмінно (А).

Опонент

К. Т. Н., доц. кафедри ІСБ
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

К.В.Анохіна
(ініціали, прізвище)