

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Вплив відстані між рядами паль на перерозподіл зусиль у
дворядному стрічковому пальовому фундаменті

Виконала: студент 2-го курсу, групи Б-21м
за спеціальністю 192 – «Будівництво та
цивільна інженерія»

А. А. Возна
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доц.
(науковий ступінь, вчене звання)

І. В. Маєвська
(підпис) (ініціали та прізвище)

«19» 06 2023 р.
(підпис)

Опонент к.т.н., доц.
(науковий ступінь, вчене звання)

К. В. Анохіна
(підпис) (ініціали та прізвище)

«19» 06 2023 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри БМГА
В. В. Швець
(підпис) (ініціали та прізвище)
« 19 » 06 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 рік

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії

Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури

Ступінь вищої освіти магістр

Галузь знань 19 Архітектура та будівництво

(шифр і назва)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

Світлова програма Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМГА

Швець В.В.

" 15 " 03 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Возної Анни Андріївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вплив відстані між рядами паль на перерозподіл

зусиль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті

керівник роботи Маєвська І.В., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від " 20 " 03 2023 року № 68

2. Строк подання студентом роботи 20.05.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту проектування, результати інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається проектування житлового будинку безкаркасної конструкції з несучими стінами з цегли з зовнішнім утепленням. Перекриття збірні залізобетонні з монолітними ділянками. Покрівля скатна. 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, публікації)

Науково-дослідна частина (Огляд літературних джерел. Аналіз стану питання з визначення перерозподілу зусиль між елементами дворядних стрічкових пальових фундаментів. Планування чисельного експерименту з визначення впливу геометричних чинників та характеристик ґрунту основи на сумісну роботу паль і ростверку у складі дворядного стрічкового пальового фундаменту. Чисельне моделювання роботи дворядних стрічкових пальових фундаментів, а також окремих його елементів при варіюванні відстані між рядами паль, довжини паль, відстані між палями в ряду, характеристик ґрунту основи. Аналіз одержаних результатів, виявлення найбільш впливових чинників на перерозподіл зусиль між ростверком та палями у складі дворядного стрічкового пальового фундаменту. Практичні рекомендації із розрахунку дворядних пальових фундаментів.

Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту (розрахунок планувальних розміток генплану, специфікації на збірні залізобетонні конструкції, віконні та дверні відкриття, 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-дослідні розділи – 5-8 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)
2. Архітектурно-будівельні рішення – 2-3 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
1-4 розділи	Маєвська І.В., к.т.н., доц.	<i>МВ</i>	<i>МВ</i>
Розділ охорони праці	Кобилянська І.М., к.пед.н., доц.	<i>ІМ</i>	<i>ІМ</i>
Економ. розділ	Лялюк О.Г., к.т.н., доц.	<i>ЛЮ</i>	<i>ЛЮ</i>

7. Дата видачі завдання 15.03.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання вступу до МКР	01.02-06.02.23	
2	Науково-дослідна частина (три розділи)	07.02-12.03.23	
3	Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту	13.03-25.03.23	
4	Основи та фундаменти	27.03-03.04.23	
5	Подання роботи на перевірку на плагіат	04.04-08.04.23	
6	Охорона праці та цивільний захист	10.04-20.04.23	
7	Економічна частина	21.04-05.05.23	
8	Оформлення МКР	06.05-14.05.23	
9	Подання МКР на кафедру для перевірки	15.05-20.05.23	
10	Попередній захист	22.05-26.05.23	
11	Опонування	29.05-03.06.23	

Студент

МВ
(підпис)

Возна А. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

МВ
(підпис)

Маєвська І.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Возна А. А. Вплив відстані між рядами паль на перерозподіл зусиль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця: ВНТУ, 2023. 144 с.

Укр. мовою. Бібліогр.: 80 назв; рис.: 43; табл. 26, 17 аркушів граф. частини.

У даній магістерській кваліфікаційній роботі досліджена реалізація роботи ростверку і паль у складі дворядного стрічкового пальового фундаменту в залежності від відстані між рядами паль при варіювання кроку паль здовж ряду, довжини паль і виду ґрунтів. Встановлено, що ступінь реалізації несучої здатності палі і ростверку у складі пальового фундаменту залежить від всіх досліджуваних факторів.

Чим більша відстань між рядами паль, тим більша несуча здатність окремої палі у складі дворядного стрічкового пальового фундаменту. На ростверк при поздовжньому кроці 3d припадає менше навантаження, ніж при більших кроках. Також збільшується навантаження на ростверк і при збільшенні відстані між рядами паль, але вплив відстані між рядами паль меншій, ніж вплив кроку паль у поздовжньому напрямку.

В технічній частині роботи розроблена конструкторська документація на 9-ти поверховий житловий будинок в селі Чайка Києво-Святошинського району міста Київ безкаркасної конструкції з цегляними стінами та збірними залізобетонними перекриттями. Розглянуті питання архітектурно-планувальних рішень, виконано проєктування фундаментів, запропоновано рекомендації з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

В розділі економіки визначено, що використання результатів досліджень дозволяє оптимізувати проєктне рішення пальового фундаменту з одержанням економічного ефекту.

Ключові слова: дворядний стрічковий пальовий фундамент, ростверк, забивна паля, бурова паля, перерозподіл навантажень, несуча здатність.

ANNOTATION

UDC 624.15

Vozna A. A. Influence of the distance between rows of piles on the redistribution of forces in a two-row strip pile foundation. Master's qualification work on specialty 192 - "Construction and civil engineering", educational program - "Industrial and civil construction". Vinnytsia: VNTU, 2023. 144 p.

Bibliography in Ukraine language: 80 titles; fig.: 43; table 26, 17 sheets of graphic part.

In this master's qualification work, the realization of the work of the grid and piles as part of a two-row strip pile foundation is investigated, depending on the distance between the rows of piles when varying the pitch of the piles along the row, the length of the piles and the type of soil. It was established that the degree of implementation of the load-bearing capacity of the pile and grid as part of the pile foundation depends on all the investigated factors.

The greater the distance between rows of piles, the greater the bearing capacity of an individual pile as part of a two-row strip pile foundation. There is less load on the grid with a longitudinal step of $3d$ than with larger steps. The load on the grid also increases when the distance between the rows of piles increases, but the effect of the distance between the rows of piles is smaller than the effect of the pitch of the piles in the longitudinal direction.

In the technical part of the work, construction documentation was developed for a 9-story residential building in the village of Chaika, Kyiv-Sviatoshyn district of the city of Kyiv, of frameless construction with brick walls and prefabricated reinforced concrete floors. Issues of architectural and planning decisions were considered, foundations were designed, and recommendations for occupational health and safety in emergency situations were proposed.

In the economics section, it is determined that the use of research results allows to optimize the design solution of the pile foundation with an economic effect.

Key words: two-row strip pile foundation, grid, driving pile, drilling pile, load redistribution, bearing capacity.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ З ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДВОРЯДНИХ СТРІЧКОВИХ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ.....	7
1.1 Дослідження сумісної роботи паль та низького ростверку у складі пальового фундаменту.....	7
1.2 Чисельне моделювання системи «паля – ростверк - основа»	29
Висновки за розділом 1 та постановка задач дослідження	30
2 ПЛАНУВАННЯ І ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ДВОРЯДНОГО СТРІЧКОВОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ	32
2.1 Верифікація досліджень у програмному комплексі Plaxis 3D в випадку моделювання роботи паль.....	33
2.2 Планування експерименту з чисельного моделювання роботи систем стрічковий ростверк – палі – ґрунт з дворядним розміщенням паль	34
Висновки за розділом 2.....	41
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ «РОСТВЕРК – ПАЛІ – ОСНОВА» ДЛЯ ДВОРЯДНОГО СТРІЧКОВОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ	42
Висновки за розділом 3.....	53
4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	55
4.1 Архітектурно-будівельні рішення.....	55
4.2 Розрахунок та конструювання фундаментів	75
Висновки за розділом 4	92
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	93
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання.....	93
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	93
5.1.2 Електробезпека	96
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	98
5.2.1 Мікроклімат	98
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	98

5.2.3 Виробниче освітлення.....	99
5.2.4 Виробничий шум.....	99
5.2.5 Психофізіологічні фактори.....	100
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії загрозових чинників надзвичайних ситуацій	101
5.3.1 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань	102
5.3.2 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії електромагнітного імпульсу.....	104
5.3.3 Розробка заходів з безпеки роботи елементів внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії загрозових чинників надзвичайних ситуацій	106
Висновки за розділом 5	107
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	108
6.1 Розрахунок варіанту фундаментів з врахуванням результатів дослідження	108
6.1.1 Розрахунок фундаменту з забивних паль з врахуванням результатів досліджень.....	108
6.1.2 Конструювання фундаменту з забивних паль, розрахованого з врахуванням результатів досліджень	109
6.1.3 Розрахунок ростверку пального фундаменту з врахуванням сумісної роботи паль і ростверку за міцністю тіла	109
6.2 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів.....	117
Висновок за розділом 6.....	135
Загальні висновки.....	136
Список використаних джерел.....	137
Додаток А Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	145
Додаток Б Відомість графічної частини.....	146

ВСТУП

Актуальність. Аналіз попередніх досліджень перерозподілу зусиль між елементами пальових фундаментів з забивних паль з низьким ростверком показав, що:

- несуча здатність паль в групі може суттєво відрізнятись від несучої здатності одиночної палі;
- ростверк бере на себе частину навантаження, що передається на фундамент;
- наявність низького ростверку ускладнює врахування процесу взаємодії паль з ґрунтом, робить поняття "граничної несучої здатності" паль невизначеним. Несуча здатність палі у складі групи може бути не повністю реалізована внаслідок включення у роботу ґрунту під ростверком.

Більшість досліджень перерозподілу зусиль між елементами пальового фундаменту проводилась на прикладі стовпчастих пальових фундаментів. Незначна кількість досліджень присвячена роботі стрічкових пальових фундаментів, більшість з яких розглядають забивні палі.

Виконані при кафедрі БМГА ВНТУ дослідження перерозподілу зусиль між елементами стрічкових фундаментів поки ще не охопили все поле факторів, що чинять вплив на цей перерозподіл. Зокрема недостатньо вивченим є вплив відстані між рядами паль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті.

Оскільки проєктування фундаментів у вигляді груп паль здійснюється на підставі визначення граничного опору одиночної палі, то створення адекватних методів визначення граничного опору стрічкового пальового фундаменту з врахуванням взаємної роботи всіх елементів може підвищити ефективність і надійність проєктних рішень, тому тема дослідження є актуальною і має практичне значення.

У цій роботі поставлена задача дослідити напружено-деформований стан дворядного стрічкового пальового фундаменту шляхом математичного моделювання систем пальовий фундамент- основа за допомогою програмного комплексу Plaxis.

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». Назва етапу: «Сумісна робота паль і ростверку у складі стрічкового пальового фундаменту».

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є дослідження впливу відстані між рядами паль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті на реалізацію несучої здатності паль і ростверку.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- шляхом чисельного моделювання, в якому використовується пружно-пластична модель ґрунту, методом скінчених елементів (МСЕ) проаналізувати напружено-деформований стан систем «ростверк – палі – основа» для дворядних стрічкових пальових фундаментів;
- виявити вплив відстані між рядами паль на перерозподіл зусиль між елементами дворядних стрічкових пальових фундаментів;
- крім відстані між рядами паль передбачається варіювання таких параметрів: крок паль у поздовжньому напрямку, довжина паль, фізико-механічні характеристики основи;
- дослідити залежність ступіню реалізації окремих елементів пальового фундаменту від визначених вище параметрів.
- розробити рекомендації з визначення допустимого навантаження на пальовий фундамент із врахуванням сумісної роботи його елементів з основою.

Об'єкт дослідження – процес перерозподілу зусиль між елементами дворядного стрічкового пальового фундаменту.

Предмет дослідження – напружено-деформований стан системи «дворядний стрічковий пальовий фундамент – палі - ґрунтова основа» при зміні відстані між рядами паль.

Методи дослідження. Чисельний метод скінчених елементів у фізично й геометрично нелінійній постановці для моделювання напружено-деформованого стану ґрунтових основ.

Наукова новизна.

У роботі дістали подальшого розвитку дослідження напружено-деформованого стану дворядного стрічкового пальового фундаменту з низьким ростверком. Проаналізований вплив різних факторів на реалізацію роботи паль і ростверку в складі пальового фундаменту з акцентом на відстань між рядами паль.

Практична цінність одержаних результатів. Врахування реальної роботи паль і ростверку у складі стрічкового пальового фундаменту дозволяє при проектуванні підвищувати несучу здатність пальового фундаменту в цілому і відповідно економити матеріальні та трудові ресурси під час проведення будівельних робіт.

Достовірність отриманих результатів магістерської роботи підтверджується проведенням математичного моделювання у програмному комплексі, спеціалізованому на таких дослідженнях, чіткістю виконання поставлених завдань, коректністю введення початкових даних та точністю їх аналізу.

Особистий внесок здобувача полягає у моделюванні методом скінчених елементів сумісної роботи ростверку і паль у складі пальового фундаменту.

Представлені в магістерській кваліфікаційній роботі результати були одержані магістрантом самостійно.

У тезах, що опубліковані у співавторстві, магістранту належать такі результати:

- аналіз ступеню реалізації несучої здатності паль і ростверку у дворядному стрічковому пальовому фундаменті в залежності від відстані між рядами паль;
- моделювання у програмному комплексі Plaxis 3D сумісної роботи пальового фундаменту і ґрунтової основи.

Апробація результатів роботи. Результати роботи апробовано на ЛІІ Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2023), проведеної 17 травня 2023 р. у ВНТУ.

Публікації.

За результатами ЛІІ Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2023), проведеної 17 травня 2023 р. у

ВНТУ», опубліковані тези: «ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІДСТАНИ МІЖ РЯДАМИ ПАЛЬ НА ПЕРЕРОЗПОДІЛ ЗУСИЛЬ У ДВОРЯДНОМУ СТРІЧКОВОМУ ПАЛЬОВОМУ ФУНДАМЕНТІ У ПЩАНОМУ ГРУНТІ», м. Вінниця, ВНТУ, 2023 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу:

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17457>

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ З ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДВОРЯДНИХ СТРІЧКОВИХ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ

1.1 Дослідження сумісної роботи паль та низького ростверку у складі пальового фундаменту

Проектування фундаментів у вигляді груп паль в різних країнах здійснюється на підставі визначення граничного опору одиночної палі [1 – 3], але в нормативних документах відзначається як проблемне питання необхідність врахування взаємного впливу паль у групах та впливу ростверку. Значна кількість досліджень, які враховують взаємодію паль між собою та з низьким ростверком через ґрунт, вказує, що такий підхід потребує вдосконалення.

На поведінку пальового фундаменту впливає взаємодія між палями, ростверком і ґрунтом. Дослідниками відзначаються такі види взаємодії: паля–ґрунт–паля (в тому числі паля–паля через ґрунт) і паля–ґрунт–ростверк (в тому числі ростверк–ґрунт) [4, 5].

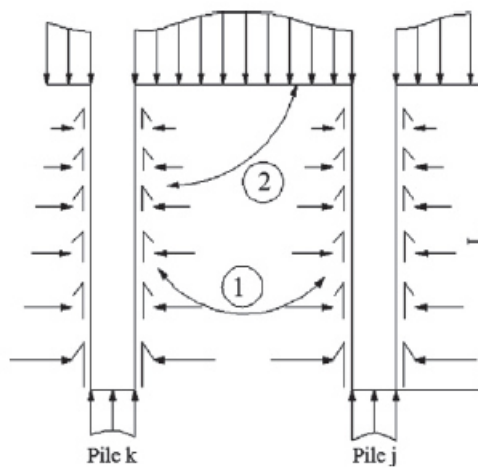


Рис. 1.1 - Взаємодії в системі палі-ґрунт-низький ростверк [4]:
1- взаємодія паля-ґрунт-паля; 2 - взаємодія паля-ґрунт-ростверк

Великою кількістю дослідів встановлено, що у складі пальового фундаменту з низьким ростверком частина навантаження передається на палі, а частина – на ростверк, навантаження між палями розподіляється нерівномірно. Виявлені суттєві відмінності роботи палі у групі у порівнянні з роботою одиночної палі як з

точки зору деформацій фундаменту, так і сукупного граничного опору фундаменту. Специфічна поведінка палі у складі групи, підтверджена багатьма авторами (Бартоломей А. О. [6], Дорошкевич Н. М. [7], Знаменський В. В. [7, 8], Девальтовський Є. Е. [9], Сернов В. О. [10], Кравченко П. О. [12], Алехин В. С. [11], Burland J. V. [13], Hanna T. H. [14], Whitaker T. [15], Katzenbach R. [16], Poulos H. G. [17], Randolph M. F. [18], свідчить про те, що призначення параметрів фундаменту з групи паль виходячи з параметрів одиночних паль без врахування взаємодії всіх елементів є некоректним.

Переважна кількість робіт присвячена роботі у групах забивних паль, а при розгляді пальових груп аналізується робота пальових кущів. Лише незначна частина досліджень розглядає окремі випадки роботи стрічкових пальових фундаментів, ще менше результатів досліджень груп з бурових паль. Робота бурових паль розглядається як правило у складі пальово-плитних фундаментів.

Дослідження пальових кущів з забивних паль у роботах Дорошкевич Н. М. [7] показали, що ростверк включається в роботу після певного обтиснення верхніх шарів ґрунту, через підшву ростверку основі передається 10-20% загального навантаження на фундамент; ґрунт у міжпальовому просторі переміщується разом з палями, тому опір тертю на бічній поверхні внутрішніх паль не значний.

Натурні випробування кущових пальових фундаментів у слабких глинистих ґрунтах були проведені Сальніковим Б. О. [26], Знаменським В. В. [8, 27], Сірожиддіновим З. [28] у 70 – 80-х р.р. минулого сторіччя. Було встановлено, що несучу здатність ростверку не можна визначати як різницю несучої здатності фундаментів з низьким і високим ростверком, оскільки ростверк не тільки сприймає частину навантаження, а і частково знижує сили тертя по бічній поверхні паль. Тому при невеликих відстанях між палями в куцах з забивних паль сукупний вплив низького ростверку на роботу фундаменту несуттєвий. Загалом на включення у роботу ростверку впливає відстань між палями та їх довжина.

Проведені пізніше дослідження пальових кущів з забивних паль Бартоломей А. О. [6], Васильченко А. В. [29], Бахолдіна Б. В. та Разводовського Д. Є. [30],

Рузаєва А. М. [31] встановили закономірності впливу низького ростверку на несучу здатність фундаменту в залежності від основних факторів (відносна відстань між палями та відносна довжина паль) та жорсткості ростверка, виду і щільності ґрунтів під ростверком та під нижніми кінцями паль, кількості паль у групі.

Проведенням досліджень палювих кущів займались ряд зарубіжних вчених. Зокрема, у роботі Nguyen, D. D. C., Jo S. B., Kim D. S. [4] проведене випробування моделей пального фундаменту з 16 та 9 паль різної довжини, закладених в однорідний кварцевий пісок, на центрифугі (рис. 1.2). Випробувались також групи паль без ростверку і ростверк без паль. Розглядалось два варіанти ґрунтової основи: щільний пісок та пухкий пісок.

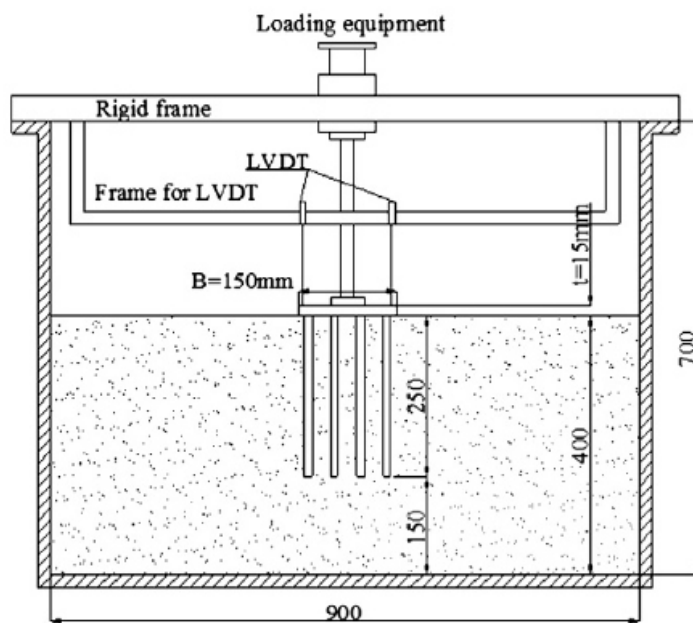


Рис. 1.2 – Схема випробувань у центрифугі [4]

Результати випробувань проаналізовані за допомогою двох розрахункових алгоритмів: моделювання пружної основи за допомогою комерційної програми SAP 2000 structural com- (рис. 1.3), а також програмного комплексу Плаксис 3D.

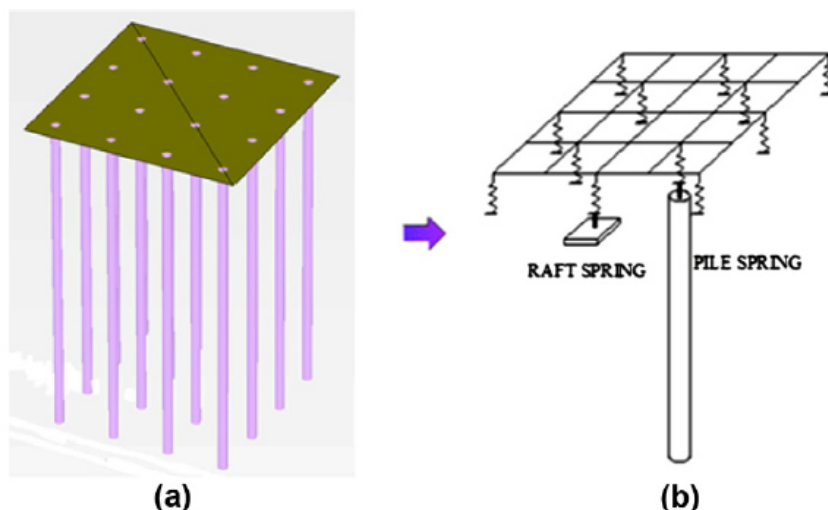


Рис. 1.3 – Модель фундаменту і розрахункова схема для запропонованого методу розрахунку за допомогою пружної основи [4]

На рис. 1.4 наведено порівняння результатів моделювання в центрифугі за обробки цих результатів за допомогою двох розрахункових методів. За рисунком видно, що запропонований метод пружної основи дає дещо кращі результати. Загалом, поведінка пального плоту є складною та заснованою на багатьох факторах, таких як довжина палі, кількість палей, розташування палей і стан ґрунту, але загальна тенденція полягає в тому, що перший етап поведінки пального фундаменту контролюється палями, а на другому етапі в роботу вступає ростверк.

Dauids [19] показав, що доля палей в навантаженні наплитно-пальовий фундамент складає 50–80%. Abdel-Fattah and Nemada [20] довели, що частина надземного навантаження, що передається на ґрунт через контактний тиск ростверка, коливається в межах 30–60 % від загального навантаження в залежності від стану ґрунту основи. Цей відсоток збільшується із зменшенням довжини палей і збільшенням кроку палей. Хемсли [21] дослідив, що ростверк може нести до 50% будівельного навантаження. Люнг та ін. [22] визначили, що відсоток навантаження ростверка в пально-ростверковій системі варіюється від 25% до 51% прикладеного навантаження з середнім значенням 36%.

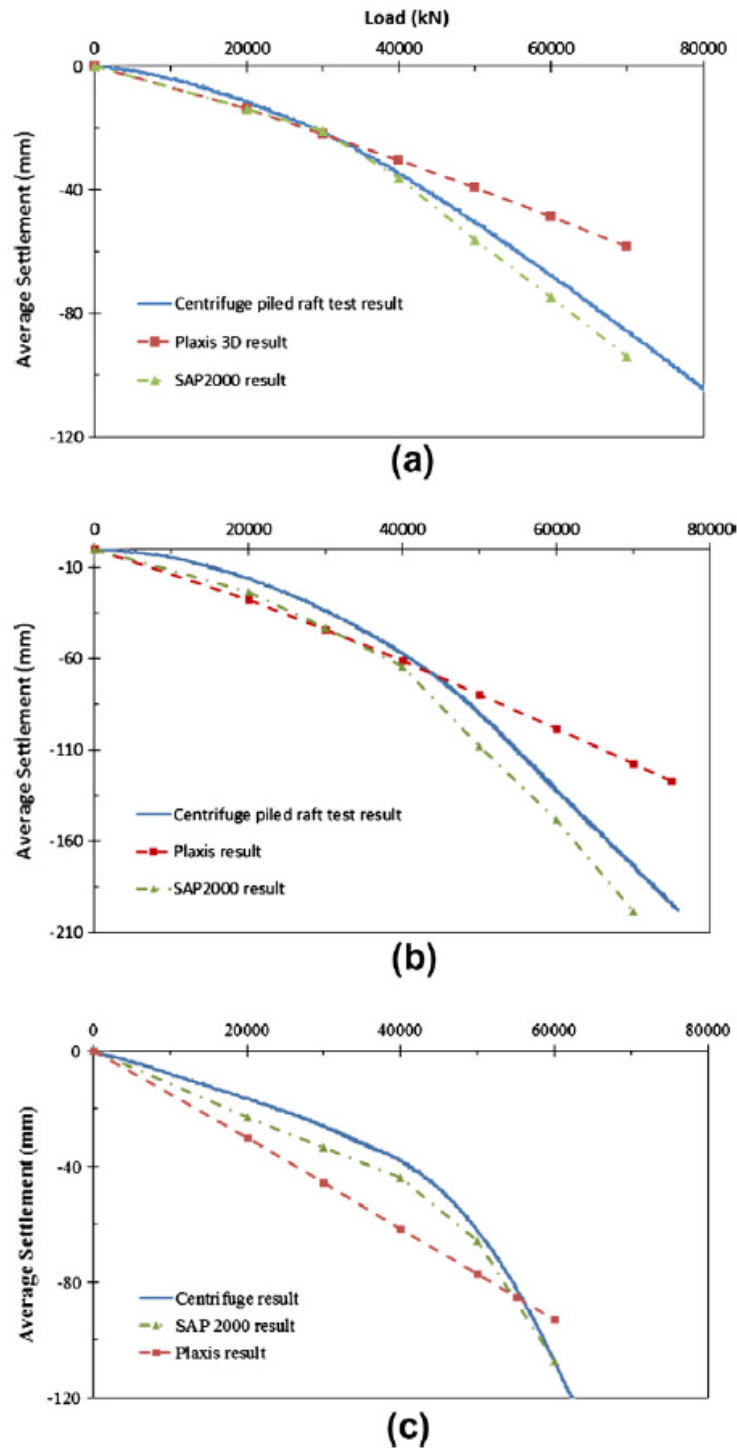


Рис. 1.4 – Порівняння поведінки пального фундаменту за випробуваннями в центрифугі, за запропонованим методом аналізу через SAP 2000 та аналізу основи Plaxis 3D: (a) паливий фундамент з 16 палів ($D = 0,6$ м; $L = 15$ м) у щільному піску; (b) паливий фундамент з 16 палів ($D = 0,6$ м; $L = 15$ м) в пухкому піску; (c) паливий фундамент з 9 палів ($D = 0,6$ м; $L = 9$ м) в щільному піску [4]

Для вивчення поведінки пальового ростверка в піску Elwakil A. Z., Azzam W. R. [23] було проведено двадцять три лабораторних випробування на маломасштабних моделях фундаментної системи. Ростверк моделювався квадратною сталлюю пластиною з розмірами сторін 150 мм і товщиною 15 мм. Пластина мала 16 отворів діаметром 12 мм, розташованих з кроком 37,5 мм. Ці отвори використовувались для кріплення різних груп круглих паль діаметром 12 мм з голівками шурупів. Були виготовлені групи з 16 свай діаметром 12 мм різної довжини 400 мм, 200 мм і 100 мм.

Було проведено 3 групи дослідів. У першій групі, G1, ростверк мав 16 однакових паль діаметром 12 мм і довжиною 400 мм, 200 мм і 100 мм відповідно. Палі були прикріплені до нижньої сторони ростверку, щоб утворити квадратний візерунок 4×4 . Для кожної групи паль певної довжини було проведено два випробування на навантаження: перше, плита контактує з поверхнею піску, друге - плита знаходиться над поверхнею піску на 50 мм. Друга група, G2, палі прикріплені до ростверку в шаховому порядку, в цілому вісім паль однакової довжини. Також повторюються варіанти низького і високого ростверка. Третя група, G3, 12 зовнішніх паль, мають однакову довжину, а 4 внутрішні палі іншу. Четверта група, G4, 4 палі розміщені у внутрішній зоні. Випробувався також ростверк без паль.

Для розрахунку граничного навантаження на паловий фундамент Паулос [24] запропонував спрощений метод додавання граничного опору паль і граничного опору ростверку без паль. Щоб перевірити попередні припущення, в роботі [23] навантаження на ростверк R вимірюється при різних значеннях співвідношення осідання S/B (B – ширина ростверку), а навантаження на палі P вимірюється при однакових співвідношеннях S/B і порівнюється з навантаженням, досягнутим фундаментом в цілому, PR , при однакових значеннях розрахункового співвідношення S/B . Ефективність роботи палового фундаменту оцінюється фактором β ($PR/(P+R)$).

Система палових фундаментів є ефективною, оскільки β більше 1. Коефіцієнт осідання 0,7 % рекомендовано на основі лабораторної

експериментальної програми, виконаної в цьому дослідженні. Можна зробити висновок, що проявляється позитивний ефект пальового фундаменту, відзначений у [16]. Позитивний ефект є результатом збільшення тертя палі, спричинене збільшенням напруги в ґрунті тиском ростверку.

Можна спостерігати, що зі збільшенням S/B коефіцієнт β зменшується з високою швидкістю, яка стає меншою, поки не досягне постійного значення для S/B, більшого за одиницю (рис. 1.5).

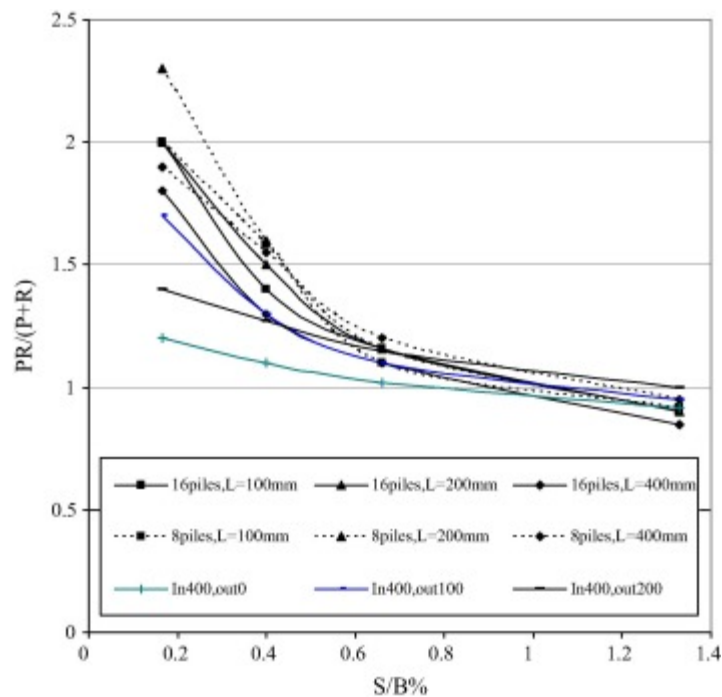


Рис. 1.5 - Залежність β від S/B [23]

Для перевірки результатів випробувань лабораторної моделі та аналіза параметрів, які не можуть бути досліджені лабораторною моделлю, в роботі [23] виконане моделювання пальово-плитної основи як моделі плоскої деформації в PLAXIS 2D версії 8.2. Фундамент пальової плити був проаналізований за допомогою моделей кінцевих елементів лінійної пружності та нелінійної плоскої деформації, які передбачали аналіз тривимірної пальової плити як двовимірної смугової плити (рис. 1.6).

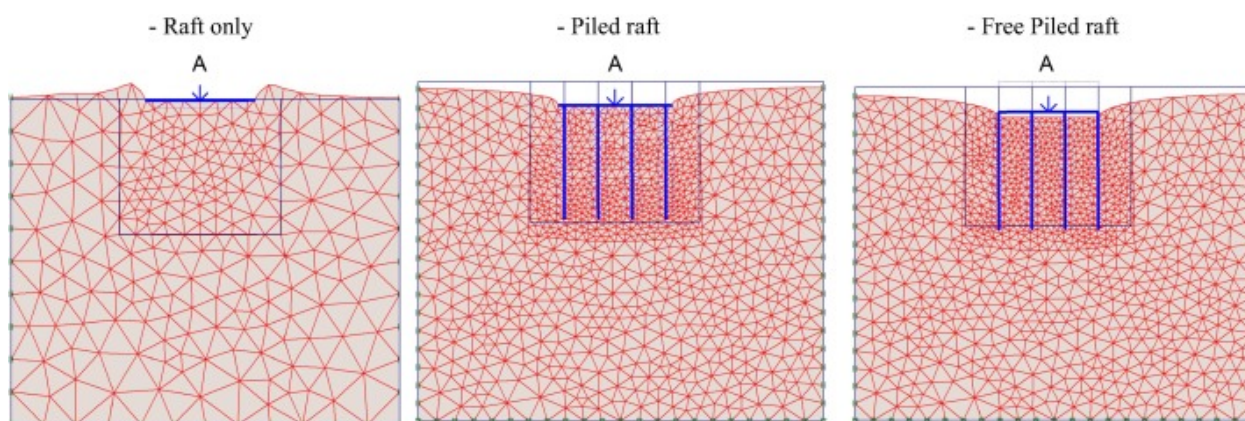


Рис. 1.6 - Деформована кінцево-елементна сітка ($D_r = 65\%$, $L = 400$ мм) [23]

За результатами дослідження зроблені наступні висновки:

- відсоток навантаження, яке несе ростверк в пальово-плитному фундаменті, що спирається на пісок, складає близько 39%. Відсоток навантаження, яке несе ростверк, збільшується по мірі зменшення довжини і кількості паль;
- по мірі зменшення довжини паль процент навантаження, що сприймається ростверком, збільшується до 38%;
- по мірі зменшення кількості паль процент навантаження, що сприймається ростверком, збільшується до 55%;
- для коефіцієнта осідання S/B , меншого або рівного 0,7%, навантаження, що сприймається ростверком, вище, ніж сума навантаження, що сприймається окремо ростверком і окремо палями;
- паловий фундамент є ефективною системою, що зменшує осідання.
- граничне навантаження, що досягається для палового фундаменту з 16 паль на 30% вище у порівнянні з паловим фундаментом з 4 паль.

Останнім часом з'явилися роботи, в яких розглядається позитивний вплив тиску під ростверком на несучу здатність палі у групі. Крім вже відзначеної роботи [23], можна згадати дисертації Кравченко П. А. [12] проведені маломасштабні модельні дослідження одиночної палі і палі у складі куща з 4 паль. Для палового фундаменту відношення долі навантаження, що сприймається палями, до повного навантаження 21-24%. Експериментально встановлений ефект збільшення несучої здатності палі у складі фундаментів (рис.

1.7). Несуча здатність паль по мірі навантаження фундаменту збільшується у порівнянні з несучою здатністю, визначеною для одиночної палі.

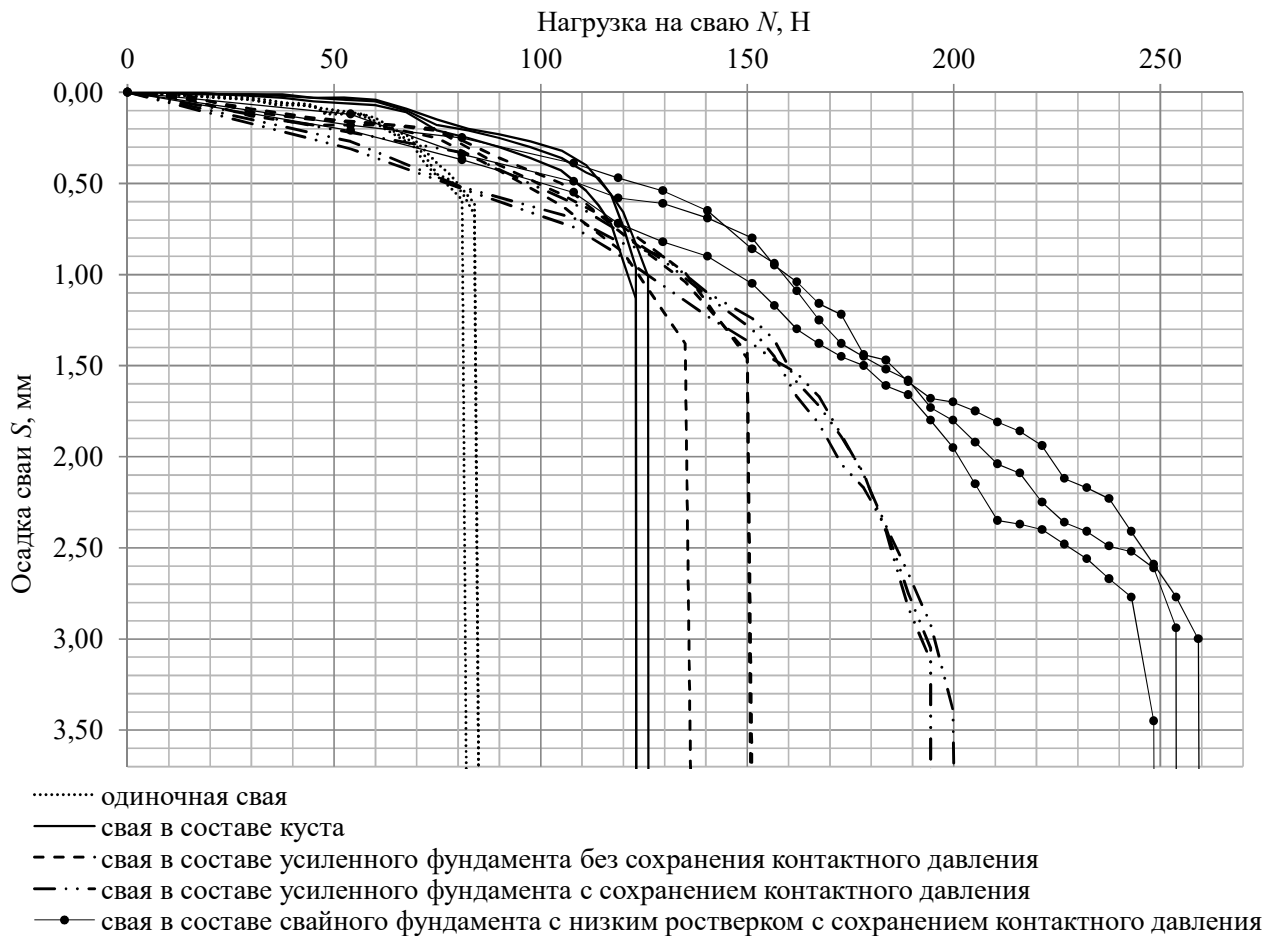


Рис. 1.7 - Співставлення результатів випробування паль в різних умовах роботи

[12]

Експериментальні дослідження показали, що суттєве зростання несучої здатності паль у кущі у порівнянні з несучою здатністю одиночної палі спостерігається в умовах навантаженого фундаменту. Тиск по подошві ростверка спричинює розвиток додаткових напружень в масиві ґрунту, що зумовлюють збільшення розрахункового опору ґрунту на боковій поверхні і під нижнім кінцем паль. Урахування цього фактору в інженерних розрахунках дозволить більш адекватно визначати несучу здатність палових груп.

Алехин В. С. [11] виконав оцінку несучої здатності паль у складі фундаментів. У цій роботі виконується з припущення, що за рахунок додаткових напружень по бічній поверхні і в рівні нижнього кінця паль, спричинених навантаженням від

ростверку і взаємним впливом паль, створюється ефект «обтиснення» ствола палі, що збільшує тертя по бічній поверхні і опір під нижнім кінцем палі. Таким чином не тільки ґрунт під ростверком додає опору вертикальним навантаженням, а і палі у складі фундаменту краще себе реалізують.

Для порівняння характеру роботи одиночної палі і палі у складі пального поля виконані чисельні дослідження методом скінчених елементів з використанням програми Plaxis 2D (вісесиметрична задача). В якості ґрунта прийнятий пісок з характеристиками: $c = 0$, $\varphi = 30^\circ$, $E = 30$ МПа. Модель ґрунту, прийнята для розрахунку – Mohr-Coulomb. Розглянута бурова паля діаметром $d = 600$ мм довжиною 15 м. Розрахунки виконувались для одиночної палі і палі у складі суцільного пального поля з кроками паль $3d$, $4,5d$ та $6d$, Результати розрахунків наведені на рис. 1.8.

Результати показують, що осідання паль у складі групи більше, ніж осідання одиночних паль і збільшуються із зменшенням кроку паль. Опір паль у складі групи більший, ніж у одиночної палі. При дослідженні не врахований вплив ростверку.

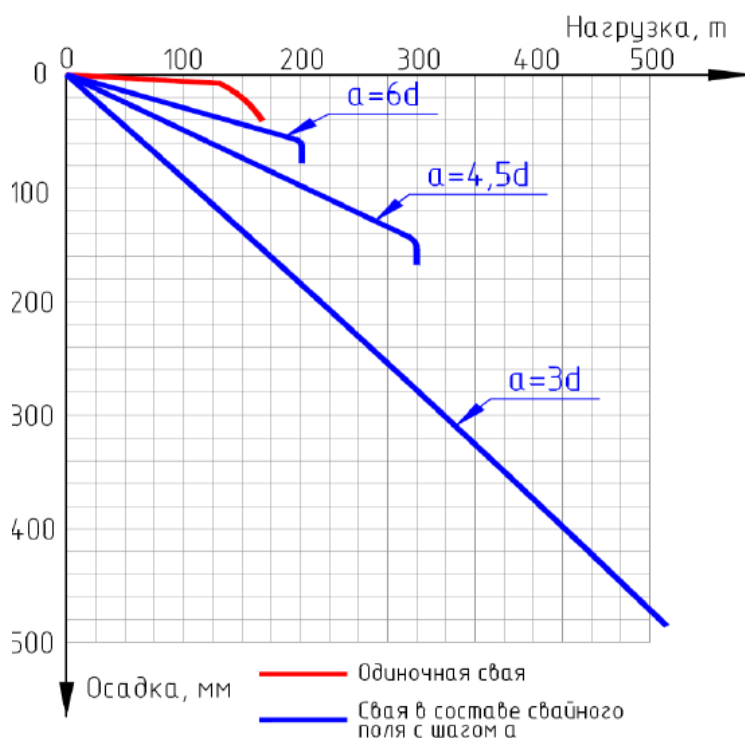


Рис. 1.8 – Залежності осідання-навантаження для одиночної палі та паль у складі пального фундаменту [11]

Кількість робіт, присвячена вивченню роботи паль і ростверку у складі стрічкового пальового фундаменту, незначна.

Авторами [6] проведені численні натурні польові та модельні дослідження одиночних забивних паль та палювих груп з забивних паль (пальові куші та стрічкові пальові фундаменти) в різних ґрунтових умовах.

На дослідному майданчику №1 випробовувались однорядні та дворядні пальові фундаменти з низькими і високими ростверками. Були застосовані забивні палі довжиною 5 м з поперечним перерізом 250x250 мм. Відстань між палями приймалась $3d$ і $6d$ в глинистих ґрунтах м'якопластичної консистенції.

На рис. 1.10 наведені схеми досліджених фундаментів і геологічні умови майданчику. На рис. 1.9 наведені графіки осідання-навантаження для цих фундаментів.

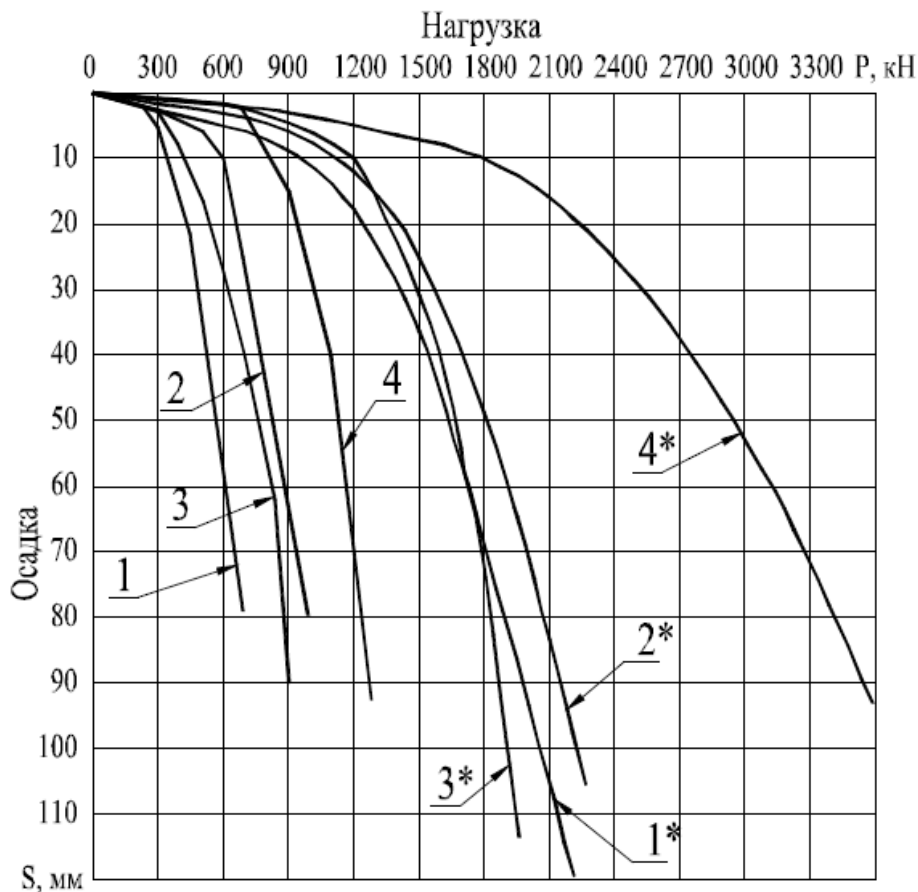


Рис. 1.9 – Результати випробувань фундаментів по [6]: 1, 2 – однорядний з високим і низьким ростверком при $a = 3d$; 3, 4 - те ж при $a = 6d$; 1*, 2* - дворядний з високим і низьким ростверком при $a = 3d$; 3*, 4* - те ж при $a = 6d$

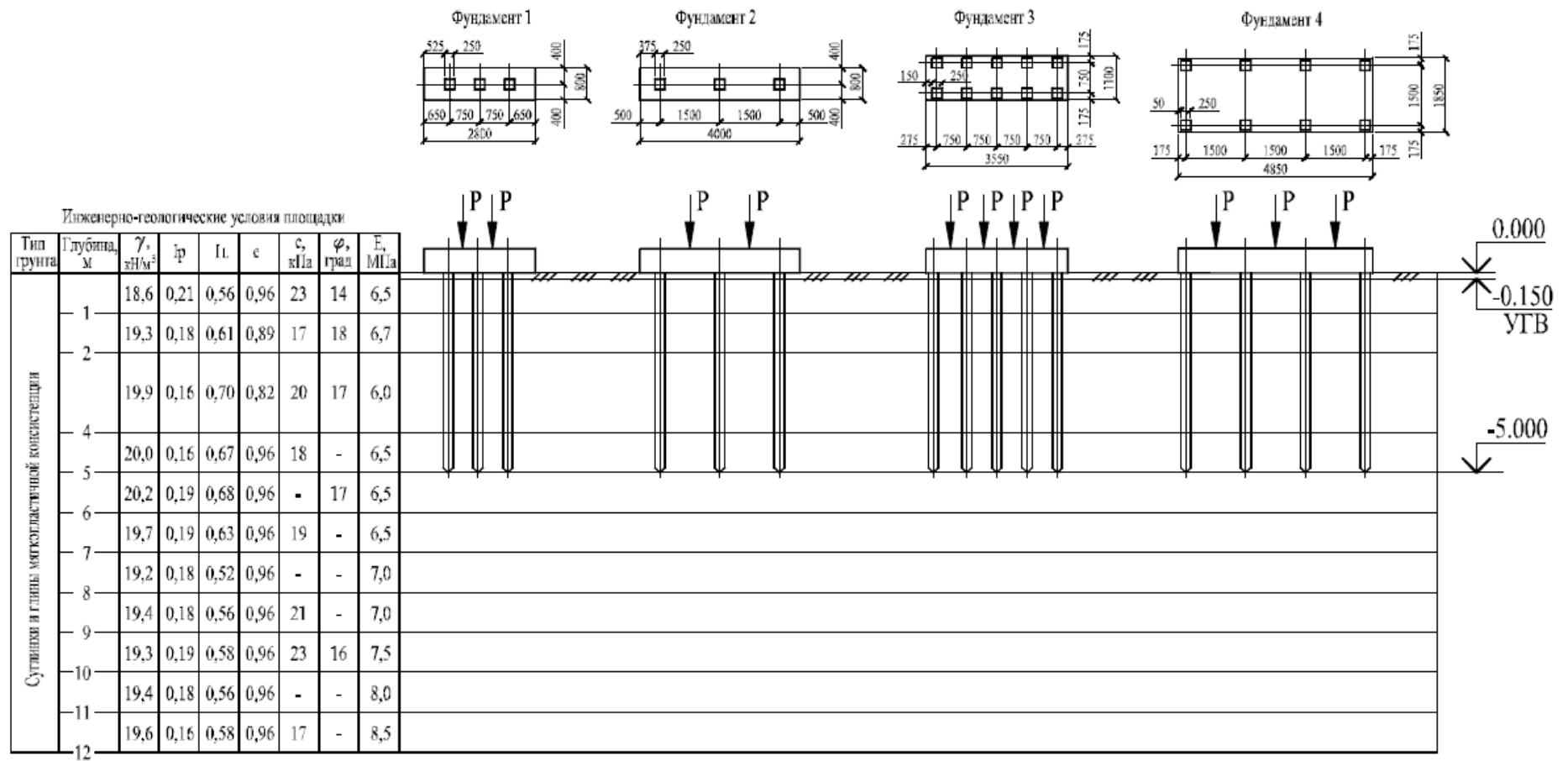


Рис. 1.10 – Схемы фундаментів № 1-4. Геологічні умови майданчику [10]

Досліджувались різні аспекти поведінки паль і пальових фундаментів (процеси в ґрунті підчас забивання і після забивання паль, процеси «засмоктування» паль у водонасичених глинистих ґрунтах, закономірності розвитку осідань пальових фундаментів, розподіл навантажень між палями фундаменту, розподіл навантажень між бічною поверхнею і вістрям палі, розподіл сил тертя по бічній поверхні паль при роботі у складі фундаменту, напруження під ростверком, в міжпальовому просторі і в активній зоні фундаменту, зони деформацій ґрунту). Крок паль варіювався в межах 3d – 6d.

Акцентуємо увагу на результатах досліджень авторами [6] стрічкових пальових фундаментів. На рис. 1.11 наведені результати дослідження несучих здатностей і осідань одиночних паль (криві 5 та 6) і однорядних та дворядних стрічкових пальових фундаментів з кроком паль 3d, з довжиною паль 6 м (криві 1, 2) та 12 м (криві 3, 4). Досліди проводились як при відсутності контакту ростверку з ґрунтом (криві 1, 3), так і з низьким ростверком (криві 2, 4). Майданчик складений м'яко- та тугопластичними суглинками.

Було встановлено, що в межах лінійної залежності осідання-навантаження одиночної палі осідання однорядних стрічкових фундаментів у 3,9 раза більше, а дворядних у 5-6 раз більше ніж осідання одиночної палі. Але осідання фундаменту зростає плавно і при осіданнях 4-6 см криві осідання-навантаження стрічкових пальових фундаментів перетинають криві осідання-навантаження одиночної палі, а граничний опір пальових фундаментів не був досягнутий. Отже при значних осіданнях несуча здатність паль у складі фундаменту більша за несучу здатність одиночної палі.

Дослідження показали, що ростверки включаються у роботу при осіданнях 2-3 мм для однорядних фундаментів і 3-4 мм для дворядних. При осіданнях 15-20 мм та 15-25 мм відповідно напруження під ростверками досягають максимального значення і далі залишаються постійними. При більшій довжині паль тиск під ростверком менший. Частка ростверку при осіданнях 40 мм складає 6-10% для однорядних фундаментів і 8-17% для дворядних (для більших паль – менша).

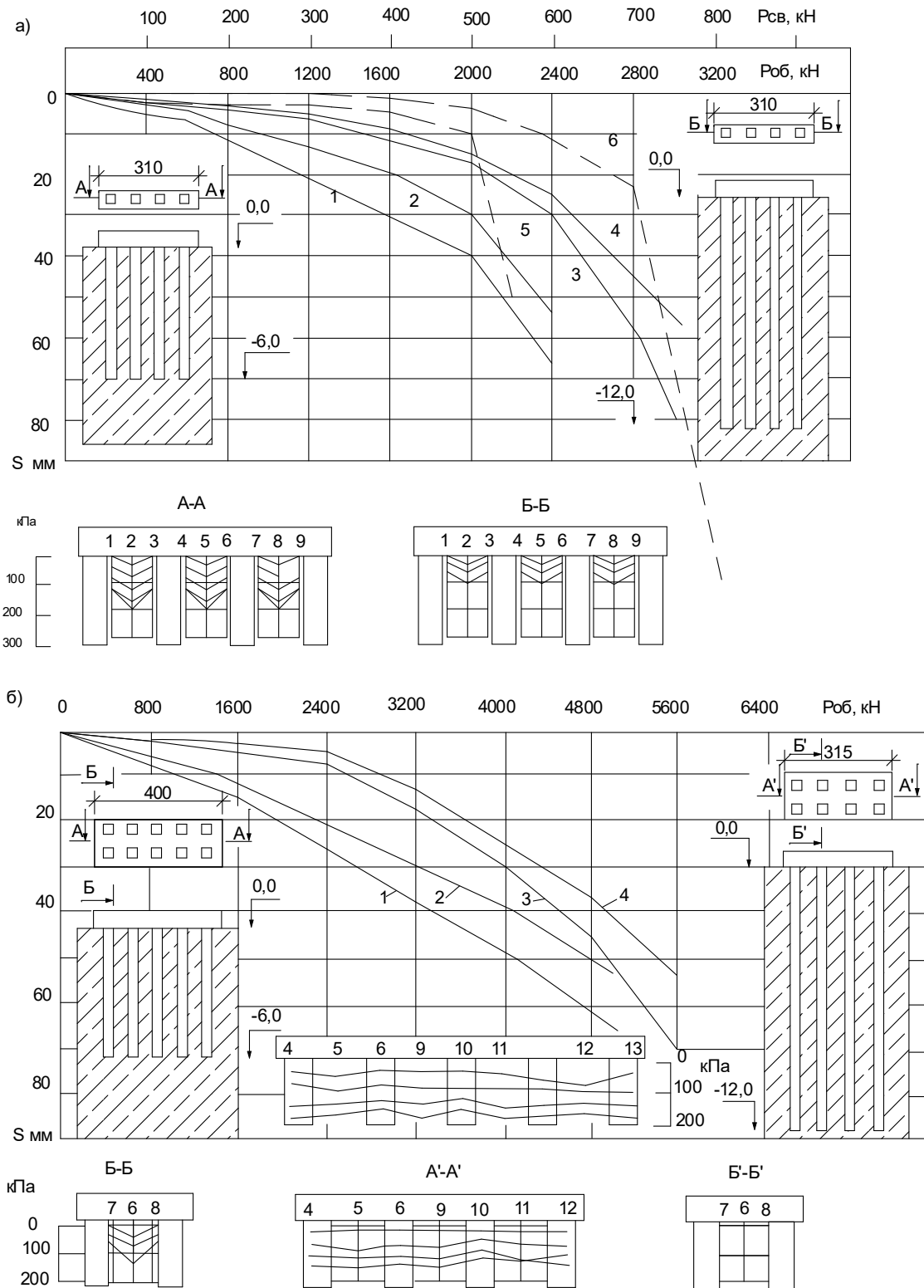


Рисунок 1.11 – Результати дослідження осідань та несучої здатності однорядних (а) і дворядних (б) паливових фундаментів на майданчику , складеному м'яко- та тугопластичними суглинками [6]:

1 і 2 – для фундаментів з палей довжиною 6 м при високих і низьких ростверках;
 3 і 4 – те ж, для палей довжиною 12 м; 5 і 6 – для одиночних палей довжиною 6 і 12 м

Також авторами були проведені дослідження роботи однорядних і двохранних пальових фундаментів у піщаних ґрунтах (рис. 1.12).

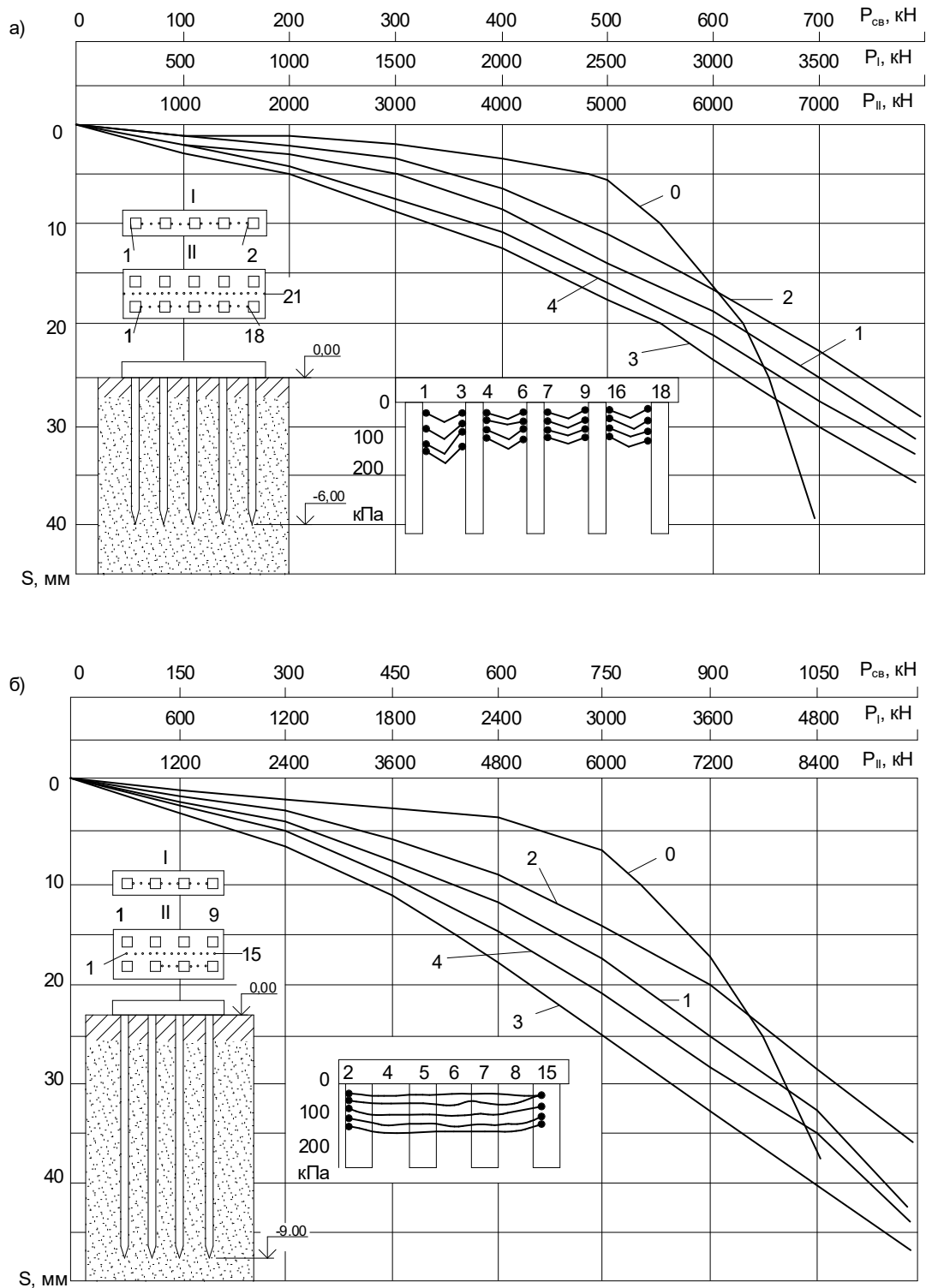


Рисунок 1.12 – Результати дослідження осідань та несучої здатності однорядних і двохранних пальових фундаментів з палів довжиною 6 м (а) і 9 м (б)

з кроком $3d$ в піщаних ґрунтах [6]:

1 і 2 – для однорядних пальових фундаментів при високому і низькому ростверку; 3 і 4 – для двохранних пальових фундаментів при високому і низькому ростверку; 0 – для одиночних палів довжиною 6 і 9 м

Для піщаного ґрунту в межах лінійної залежності осідання-навантаження одиночної палі осідання однорядних стрічкових фундаментів у 3-4 рази більше, а дворядних у 4,5-7 раз більше ніж осідання одиночної палі. Також, як і у глинистих ґрунтах, при значних осіданнях несуча здатність паль у складі фундаменту більша за несучу здатність одиночної палі.

Ростверки включаються в роботу при осіданні 1,5-2,5 мм. По мірі зростання осідання напруження у ґрунті під ростверком збільшуються і досягають максимальних значень при осіданні 10-20 мм. Середні напруження під ростверками склали 180-220 кПа. При осіданні 20 мм частка ростверку в несучій здатності пальових фундаментів склала 8-10%.

Чим менша довжина паль, тим більше роль ростверку в несучій здатності пальового фундаменту. Зі зменшенням кроку паля роль ростверку зменшується. В одно- дворядних пальових фундаментах з кроком паль $6d$ ростверк сприймає 40-55% навантаження при приведеній довжині паль $l/d = 10$; 30-42% - при приведеній довжині паль 20 і 25-35% - при приведеній довжині паль 30. В дво- і трирядних пальових фундаментах з кроком паль $3d$ ростверк сприймає 15-24% навантаження при приведеній довжині паль 10; 10-17% - при приведеній довжині паль 20 і 7-13% - при приведеній довжині паль 30.

При відстані між палями $3d$ і приведеній довжині паль більше 20 роль ростверка в несучій здатності стрічкових пальових фундаментів складає в середньому приблизно 10%.

Експерименти, проведені Яблочковим В. Д. [25] для стрічкових пальових фундаментів, показали, що навантаження, яке сприймає стрічковий пальовий фундамент, передається на ґрунтову основу безпосередньо через підшву ростверку. Автором встановлено, що роль ростверка залежить від його розмірів, довжини паль, характеристик ґрунтів під підшвою ростверка та під нижніми кінцями паль.

В роботі [32] Бартоломей А. О. та Пономарев А. Б. наводять результати модельних і натурних досліджень конічних та призматичних забивних паль і пальових фундаментів. Досліджувались одиночні палі і палі у складі

стовпчастих та стрічкових пальових фундаментів з міжпальовим кроком 2...6d. Натурні палі мали довжину 3, 4 та 8 м на майданчиках, складених м'яко- та тугопластичними водонасиченими суглинками.

Загальне осідання одиночних призматичних паль менше осідання паль у стрічковому фундаменті у середньому у 3,8-4,4 рази, осідання одиночних пірамідальних паль – у 3 рази. Для конічних паль осідання однорядних стрічкових фундаментів більше у 1,8--2,2 раза у порівнянні з одиночною палею при кроці паль 6d, у 2.5-3,2 раза – при кроці 3d I у 4,0-4.5 раза – при кроці 2d (рис. 1.13). Самі осідання незначні і не перевищують 1- 1,5 см.

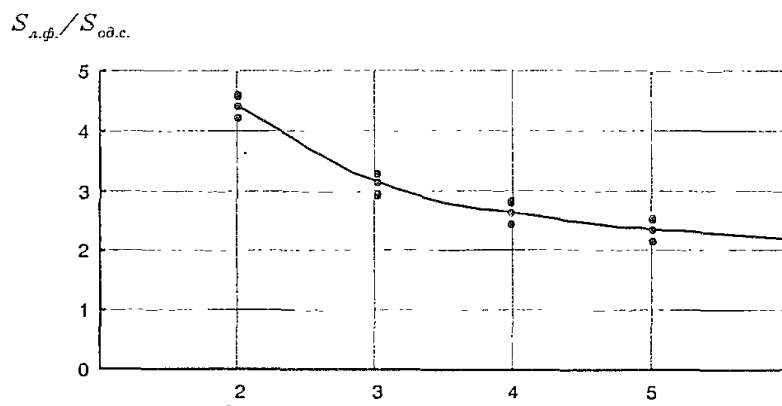


Рис. 1.13 – Відношення осідань однорядних стрічкових пальових фундаментів з конічних забивних паль до осідання одиночної палі в залежності від кроку паль [32]

На рис. 1.14 наведена залежність осідань від навантаження для одиночних паль і однорядних стрічкових фундаментів. При роботі паль у фундаментах не спостерігається різкої втрати несучої здатності, осідання фундаментів зростають повільно і не можна чітко визначити граничне навантаження. Це свідчить про спільну роботу паль з ґрунтовим масивом.

У статі Vorel S., Combarieu O. [33] запропоновано метод проектування пальових фундаментів під опору моста з стрічковим розміщенням паль (рис. 1.15). Міст побудований поблизу Руана (Франція). Перша опора була спроектована зі звичайним припущенням, що палі несуть усі прикладені навантаження; другий причал проектувався з урахуванням роботи ростверка,

що дало можливість використання більш коротких палів. За опорами після будівництва велось спостереження (рис. 1.16).

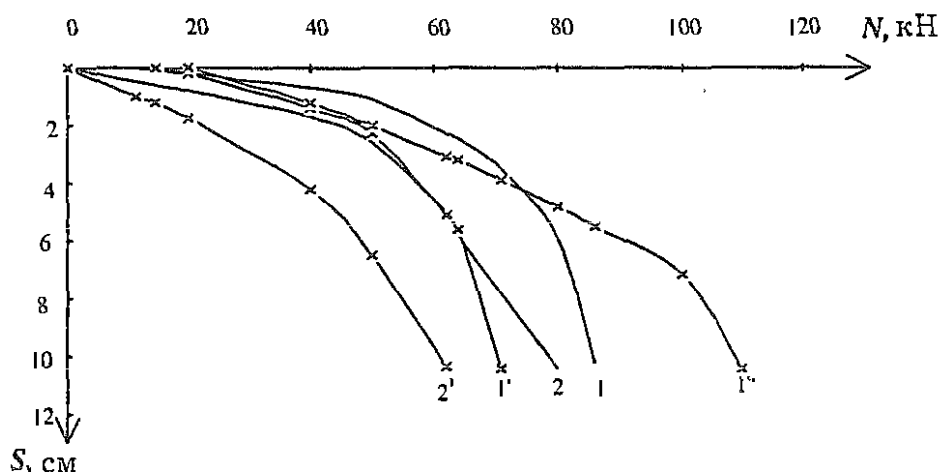


Рис. 1.14 – Результати статичних випробувань на вертикальне навантаження: 1 – конічні палі; 2 – призматичні палі; 1', 2' - фундаменти з високим ростверком; 1'' - з низьким ростверком [32]

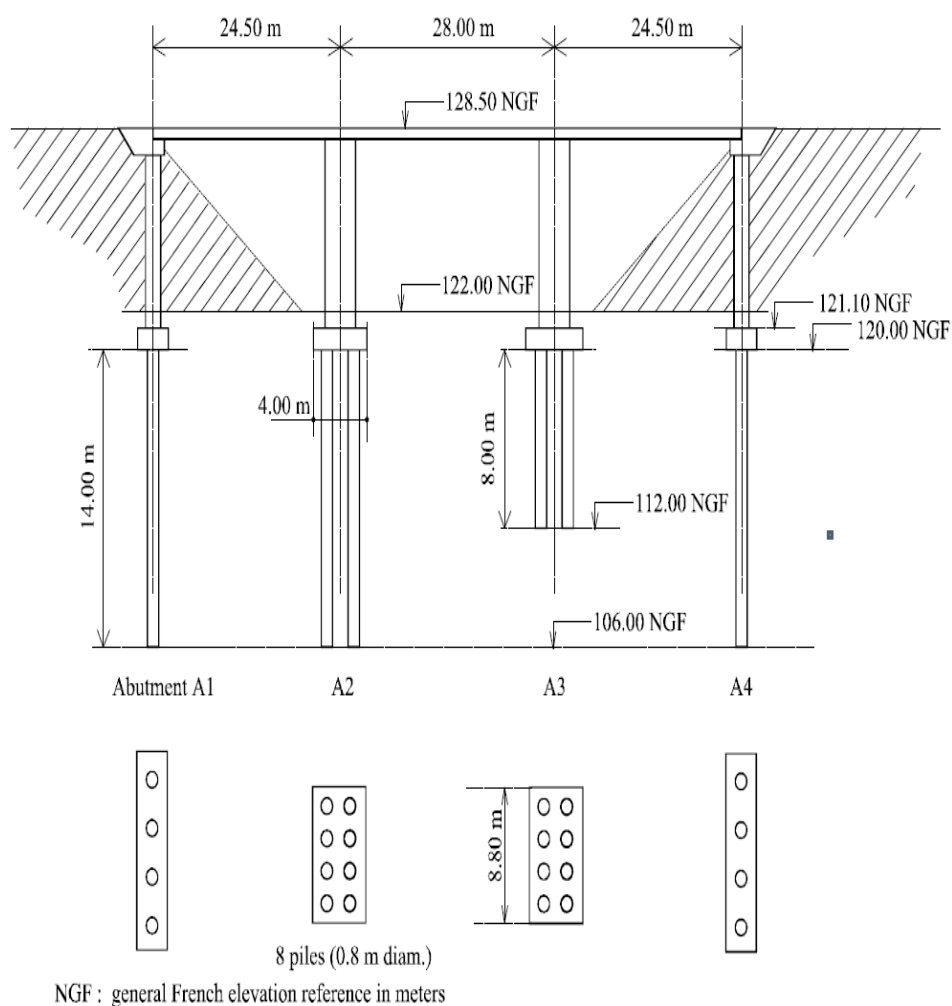


Рис. 1.15 – Схема розміщення опор моста [33]

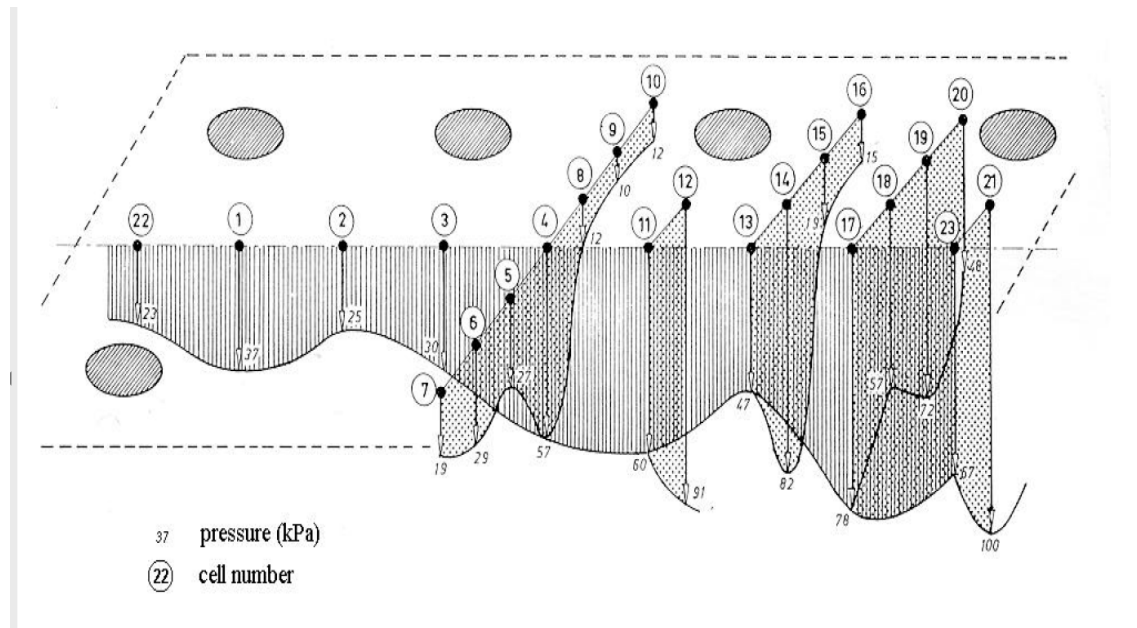


Рис. 1.16 - Епюри замірених напружень під підшоною ростверка опори А2 [33]

В статі пропонується граничну несучу здатність фундаменту визначати за формулою

$$Q_{u,pf} = Q_{u,f} + n\mu Q_{u,ps} + nQ_{u,pp}, \quad (1.1)$$

$Q_{u,f}$ - гранична несуча здатність фундаменту, розрахована зз площею фундаменту, що дорівнює загальній площі фундаменту, зменшеної на переріз пальь;

$Q_{u,ps}$ - несуча здатність пальь;

$Q_{u,pp}$ - опір під підшоною ростверка.

Коефіцієнт μ враховує зниження опору пальь у зоні під підшоною ростверка. Пропонується цю зону приймати рівною половині ширини ростверка.

В роботі [34] виконані дослідження роботи стрічкових пальових фундаментів як з забивних, так і бурових пальь. Для оцінки впливу способу влаштування пальь на частку навантаження, що сприймає ростверк стрічкового пальового фундаменту було виконано серію моделювань для пальь, що влаштовуються без виймання та з вийманням ґрунту.

На рис. 1.17 наведено залежність частки навантаження, що сприймається ростверком, від кроку для бурових та забивних пальь різної довжини.

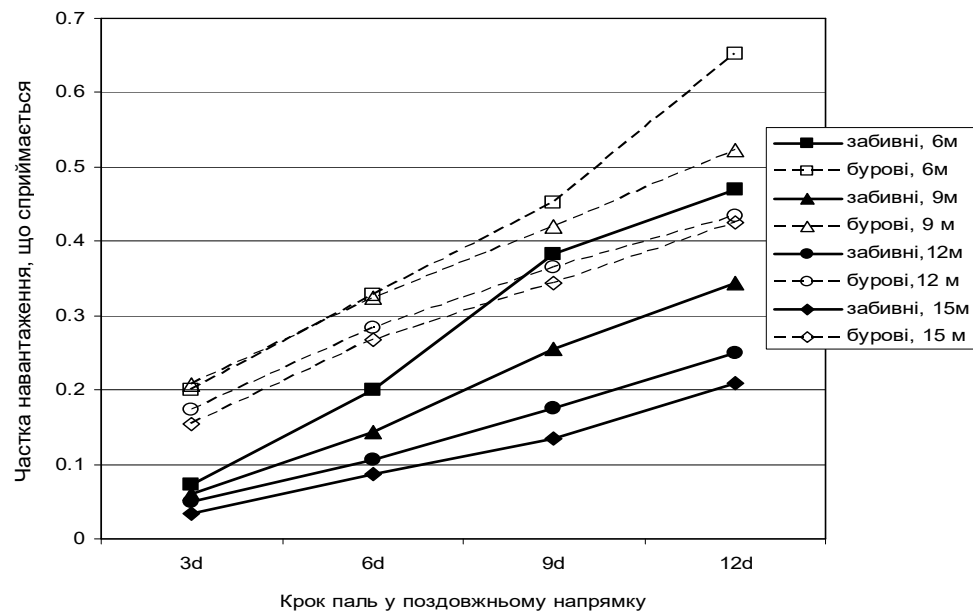


Рис. 1.17 – Залежність частки навантаження, що сприймає ростверк, від кроку в поздовжньому напрямку для забивних і бурових палей різної довжини [34]

З рис. 1.17 видно, що частка навантаження, що сприймає ростверк, при влаштуванні бурових палей більша. Залежність частки навантаження, що сприймається ростверком, від способу влаштування палей має закономірний характер.

Є окремі роботи, де досліджувалась робота бурових палей у складі палевих фундаментів реальних об'єктів.

Робота [35] присвячена дослідженню несучої здатності буроін'єкційних палей за даними статичних випробувань і спостережень за осіданнями будівель зі стрічковими ростверками таких палей в процесі будівництва. Спостереженнями встановлено, що осідання палей у стрічковому ростверку більше, ніж одиночної.

Статичні випробування і вимірювання осідань палей проводились в період будівництва і експлуатації багатоповерхового житлового будинку в м. Полтава. Грунтова товща складена лесовими суглинками, обводненими з глибини 5 м. Буроін'єкційні палі $\varnothing 360$ мм довжиною 8 м.

На рис. 1.18 наведена залежність осідання від навантаження палі у складі дворядного стрічкового ростверку у процесі будівництва (навантаження ще не досягли проектного значення) та результати випробування відповідної однічної палі. Після заселення будівлі загальне осідання склало 3 – 4 см.

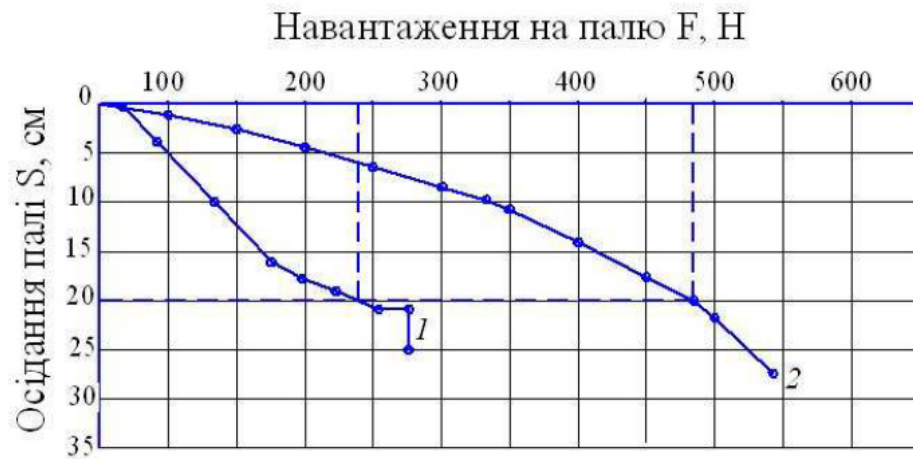


Рис. 1.18 – Залежність осідання палі від навантаження: 1 – у складі дворядного стрічкового ростверку; 2 – однічної палі [35]

Як видно з графіків, при однаковому значенні вертикального навантаження осідання палі у складі ростверку з дворядним розміщенням палі у шаховому порядку осідання палі у складі ростверку значно більше, ніж у однічної палі, що свідчить про взаємний вплив палі.

Самородов О. В. у дисертації [36] наводить результати спостережень за осіданнями 16-поверхового житлового будинку на стрічковому палітовому фундаменті в м. Харків. Палі буронабивні $\varnothing 600$ мм довжиною 12 м. На рис. 1.19 представлений план палітового поля, на рис. 1.20 розташування палі на геологічному розрізі.

На рис. 1.21 наведені графіки розвитку фактичних і теоретичних осідань палі будинку, які показують, що осідання палі у складі стрічкового фундаменту у трічі перевищують осідання однічних палі.

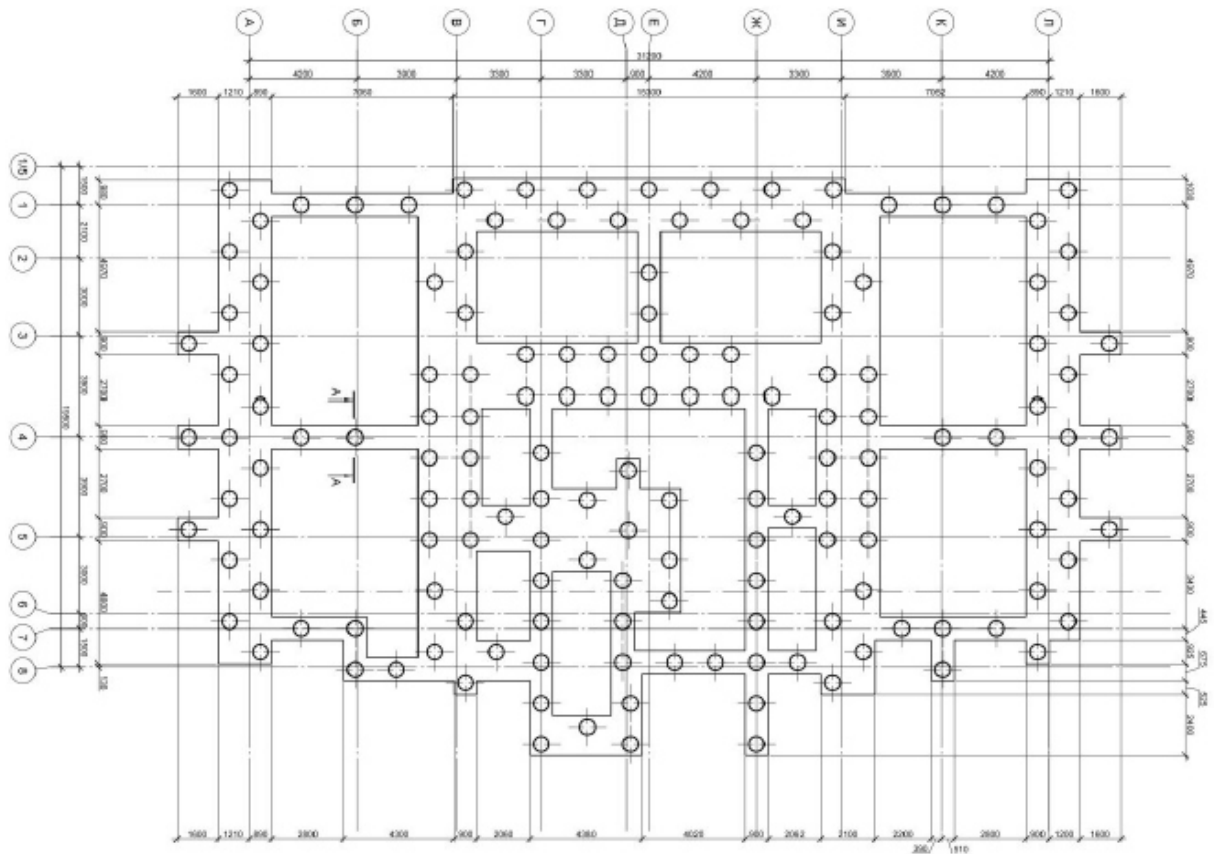


Рис. 1.19 – План пального поля і ростверку [36]

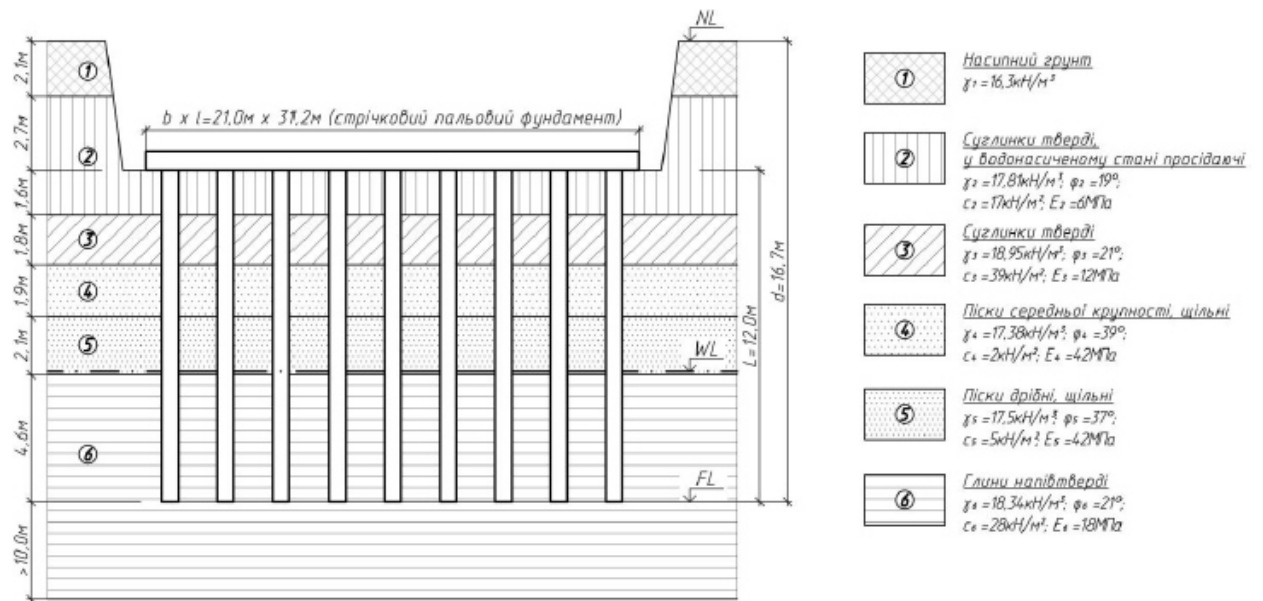


Рис. 1.20 – Розташування палів на геологічному розрізі [40]

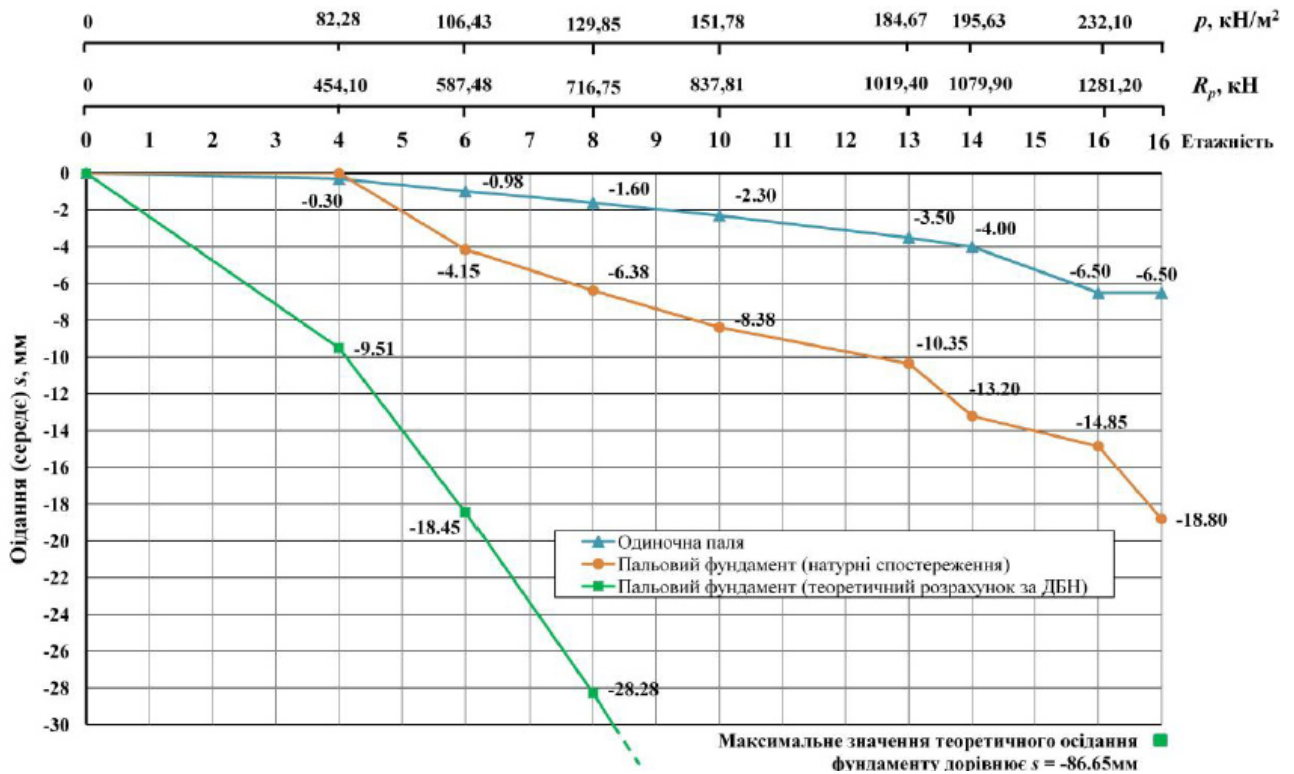


Рис. 1.21 – Графіки залежності осідань від навантаження: p – тиск під подошвою умовного фундаменту; R_p – реакції в палях [36]

1.2 Чисельне моделювання системи «паля – ростверк - основа»

Для аналізу пальових фундаментів з низькими ростверками використовуються різноманітні розрахункові методи, які можна поділити на такі групи [5]:

- спрощені методи (Davis and Poulos [17], Randolph [18], Van Impe & Clerk [37], Burland [38], Sheil, McCabe [39]);
- комп'ютерні наближені методи (Poulos [40], Clancy & Randolph [41]);
- більш точні комп'ютерні методи, що включають спрощений аналіз методом скінчених елементів [Hooper [42], Hewitt P, Gue SS [43], Nguyen, D. D. C., Jo S. B., Kim D. S. [44]), тривимірний аналіз скінчених елементів або скінчених різниць, що використовується у комерційному програмному забезпеченні, такому як PLAXIS 3D [44, 45, 23, 46], FLAC 3D [43], ABAQUS [47, 48], MIDAS GTS [49, 5];

- методи граничних елементів (Butterfield and Banerji [50], Sinha J., Poulos H G [51]);

- комбіновані методи (Hain and Lee [52], Ta and Small [53], Franke et al.[54]).

Тривимірні методи скінчених елементів є одними з найбільш надійних методів розрахунку пальових фундаментів з низьким ростверком, які можуть враховувати взаємодію між елементами цих систем [5, 55].

При моделюванні ґрунтового середовища виникають складноці, пов'язані з неоднорідністю та нелінійною поведінкою ґрунтів під навантаженням. Це призводить до певних відхилень одержаного при розрахунку напружено-деформованого стану від реального.

Але проведені дослідження роботи палей та пальових фундаментів шляхом математичного моделювання доводять, що результати таких досліджень краще наближаються до реальної роботи, ніж результати розрахунків за наближеними теоретичними методиками, а в деяких випадках вони на теперішній час є єдиною можливим варіантом здійснення розрахунків.

Висновки за розділом 1 та постановка задач дослідження

1. Аналіз попередніх досліджень перерозподілу зусиль між елементами пальових фундаментів з забивних палей з низьким ростверком показав, що:

- ростверк бере на себе частину навантаження, що передається на фундамент, ця частина залежить від кількості, кроку і довжини палей;

- несуча здатність палей у складі групи може бути не повністю реалізована внаслідок включення у роботу ґрунту під ростверком, а може і перевищувати несучу здатність одиночної палей;

2. Лише незначна кількість досліджень присвячена роботі стрічкових пальових фундаментів, більшість з яких розглядають забивні палі.

3. У дослідженнях стрічкових пальових фундаментів аналізується крок палей в поздовжньому напрямку та їх довжина. Роботи з аналізу впливу відстані між рядами палей відсутні.

Отже, виходячи з вимог практики проектування необхідне дослідження сумісної роботи елементів стрічкового пальового фундаменту в залежності від повного комплексу факторів.. Для подальшого вдосконалення методик розрахунку стрічкових пальових фундаментів, в роботі поставлені такі задачі:

- шляхом чисельного моделювання проаналізувати напружено-деформований стан систем «ростверк – палі – основа» для дворядних стрічкових пальових фундаментів;

- виявити вплив відстані між рядами паль на перерозподіл зусиль між елементами дворядних стрічкових пальових фундаментів;

- крім відстані між рядами паль передбачається варіювання таких параметрів: крок паль у поздовжньому напрямку, довжина паль, фізико-механічні характеристики основи;

- дослідити залежність ступіню реалізації окремих елементів пальового фундаменту від визначених вище параметрів.

- розробити рекомендації з визначення допустимого навантаження на пальовий фундамент із врахуванням сумісної роботи його елементів з основою.

2 ПЛАНУВАННЯ І ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ДВОРЯДНОГО СТРІЧКОВОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ

На теперішній час відсутні методи визначення граничного опору стрічкових пальових фундаментів, які враховують взаємодію паль між собою та з низьким ростверком через ґрунт, за умови впливу повного комплексу факторів: відстань між палями у поздовжньому та поперечному напрямках, довжина паль, вид ґрунту.

У роботі шляхом чисельного моделювання запланований такий комплексний аналіз НДС системи «стрічковий ростверк – палі – основа».

Для математичного моделювання роботи пальового фундаменту передбачається використання програмного продукту Plaxis 3D, який базується на використанні чисельного методу скінчених елементів.

Для моделювання механічної поведінки ґрунтів в даному програмному комплексі пропонуються різні моделі ґрунту: модель Кулона-Мора (Mohr – Coulomb); модель ґрунту, що ущільнюється; модель повзучості слабкого ґрунту (реологічна модель). Найбільш популярною є модель Кулона-Мора, яка є найбільш простою в використанні і не потребує значної кількості специфічних вхідних параметрів.

Пружно-пластична модель Кулона-Мора потребує 5 вхідних параметрів, які можна поділити на типові, що визначається завжди при інженерно-геологічних вишукуваннях: характеристики міцності ґрунту, ϕ і c , характеристики деформативності ґрунту, E і ν . Нестандартним параметром є кут дилатанції, ψ , що може бути призначений у програмному комплексі автоматично, виходячи з виду ґрунту і значення кута внутрішнього тертя ϕ . Важливим при користуванні моделлю Кулона-Мора є штучне обмеження потужності стисливої товщі для визначення осідань. Від заданої потужності стисливої товщі залежить результат розрахунку.

Пластичність в даній моделі враховується через виникнення незворотних деформацій. Функція текучості задається у двох варіантах: у вигляді напружень і деформацій, або як поверхня в просторі головних напружень.

Основний принцип пружнопластичності полягає в тому, що деформації і їх швидкості поділяються на пружні та пластичні складові.

2.1 Верифікація досліджень у програмному комплексі Plaxis 3D в випадку моделювання роботи палі

Для обґрунтування коректності досліджень за допомогою програмного комплексу Plaxis 3D було виконано моделювання роботи одиначної забивної палі та порівняння отриманих результатів із натурними випробуваннями.

Полюві статичні випробування забивної палі $d=273$ мм з трубобетону, $l=4$ м (будівельний майданчик – м. Житомир, вул. Ватутіна, 55а). Грунтова товща представлена слабким глинистим ґрунтом з підвищеним показником текучості. На рис. 2.1 наведено графіки залежності осідання-навантаження для палі за результатами статичного випробування та моделювання в Plaxis.

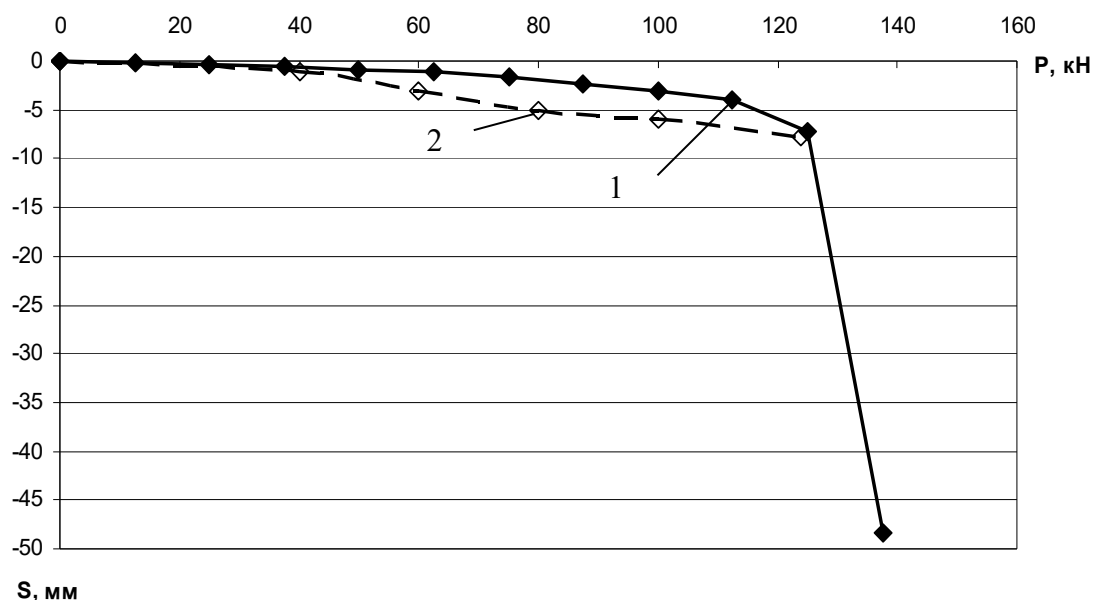


Рис. 2.1 – Графіки залежності осідання-навантаження для забивної палі:

1 – статичне випробування, 2 – моделювання в Plaxis

Як бачимо при моделюванні в Plaxis графіки залежності осідання-навантаження достатньо близькі при натурних випробуваннях і при моделюванні.

2.2 Планування експерименту з чисельного моделювання роботи систем стрічковий ростверк – палі – ґрунт з дворядним розміщенням паль

Для вирішення поставлених задач було виконане математичне моделювання роботи під навантаженням дворядних стрічкових пальових фундаментів з забивних паль в програмному комплексі «Plaxis 3D Foundation».

Програма вивчення частки роботи ростверку і паль у складі дворядного стрічкового пальового фундаменту передбачала наступні етапи:

- створення розрахункової моделі стрічкового пальового фундаменту;
- моделювання роботи одиночних паль під навантаженням;
- моделювання роботи ростверків різної ширини як фундаментів мілкового закладання без паль;
- побудова графіків залежності «осідання-навантаження як для пальових фундаментів, так і для окремих їх елементів;
- дослідження залежності ступеня реалізації паль і ростверку у складі дворядного стрічкового пальового фундаменту в залежності від довжини паль, відстані між рядами паль, кроку в поздовжньому напрямку та характеристик ґрунту.

При моделюванні були прийняті такі ж передумови і параметри:

- модель ґрунту основи – пружно-пластична модель Кулона-Мора;
- модель стрічкового фундаменту з співвідношенням сторін $L/B > 10$;
- палі – призматичні з поперечним розміром $d=30$ см, довжиною 9 м;
- розташування паль у два ряди;
- відстань між рядами паль 3d, 5d, 7d, 9d;
- крок паль у поздовжньому напрямку 3d, 6d, 9d та 12d;

- розміри розрахункової області в плані 40х60 м, по глибині розмір змінний в залежності від довжини паль;

- за навантаження, що сприймається стрічковим фундаментом мілкового закладання, приймається значення зовнішнього навантаження з урахуванням ваги ростверку при деформаціях, що не перевищують допустимого значення 100 мм;

- навантаження, що сприймається палями, визначається як різниця прикладеного зовнішнього навантаження і навантаження, що сприймається ростверком, яке визначається як добуток реактивного опору основи на площу ростверку без врахування площі паль.

Модельні експерименти розділено на такі підгрупи:

I - моделювання роботи стрічкового пальового фундаменту на однорідній піщаній основі при різній відстані між рядами паль, що влаштовані без виймання ґрунту, довжиною 9 м, програму моделювання наведено в табл. 2.1. Характеристики піщаного ґрунту: $\gamma = 18,7$ кН/м³, $c = 1$ кПа, $\varphi = 36^\circ$, $E = 32$ МПа;

II – моделювання роботи стрічкового пальового фундаменту на однорідній глинистій основі при різній відстані між рядами паль, що влаштовані без виймання ґрунту, довжиною 9 м, програму моделювання наведено в табл. 2.1. Характеристики глинистого ґрунту: $\gamma = 18,7$ кН/м³, $c = 23$ кПа, $\varphi = 21^\circ$, $E = 21$ МПа;

III - моделювання роботи одиночних паль (забивних) довжиною 9 м та стрічкового фундаменту мілкового закладання розмірами 1,4×22,1; 2,0×22,1 м, 2,6×22,1 м; 3,2×22,1 м у піщаному та глинистому ґрунті.

Модель стрічкового пальового фундаменту в програмі Plaxis 3D при поздовжньому кроці 3d приведена на рис. 2.1.

При моделюванні роботи стрічкового пальового фундаменту були враховані наступні фази роботи:

Таблиця 2.1 - Програма моделювання роботи стрічкового пальового фундаменту

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль, ростверку	Крок і кількість паль	Відстань між рядами паль
1	L=9 м, d=0,3 м, розміри ростверку 1,4×22,1 м	3d, 50 шт	3d
		6d, 26 шт	
		9d, 18 шт	
		12d, 14 шт	
2	L=9 м, d=0,3 м, розміри ростверку 2,0×22,1 м	3d, 50 шт	5d
		6d, 26 шт	
		9d, 18 шт	
		12d, 14 шт	
3	L=9 м, d=0,3 м, розміри ростверку 2,6×22,1 м	3d, 50 шт	7d
		6d, 26 шт	
		9d, 18 шт	
		12d, 14 шт	
4	L=9 м, d=0,3 м, розміри ростверку 3,2×22,1 м	3d, 50 шт	9d
		6d, 26 шт	
		9d, 18 шт	
		12d, 14 шт	

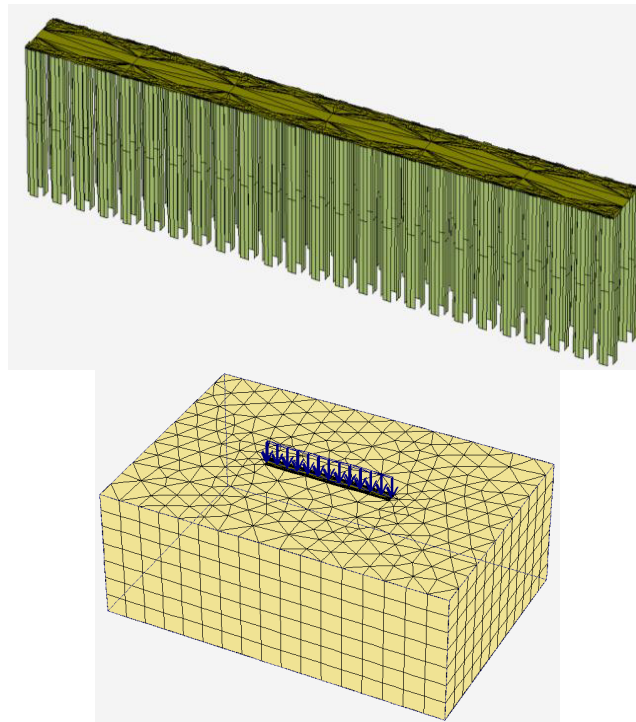


Рис. 2.1 – Розрахункова модель стрічкового пальового фундаменту при кроці паль 3d та розташування моделі під дією вертикального навантаження в масиві ґрунту

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

Результатом моделювання роботи пальових фундаментів є визначення напружень і переміщень у ґрунтовому масиві та побудова графіку осідання – навантаження. При малому кроці паль фундамент працює з основою як єдиний масив, при збільшенні відстані між палями ґрунт під подошвою ростверку в міжпальовому просторі краще реалізує свою несучу здатність.

Мозаїки деформацій для стрічкового пальового фундаменту, при довжині паль 9 м, зі змінним кроком паль у поздовжньому напрямку, представлено на рисунку 2.2.

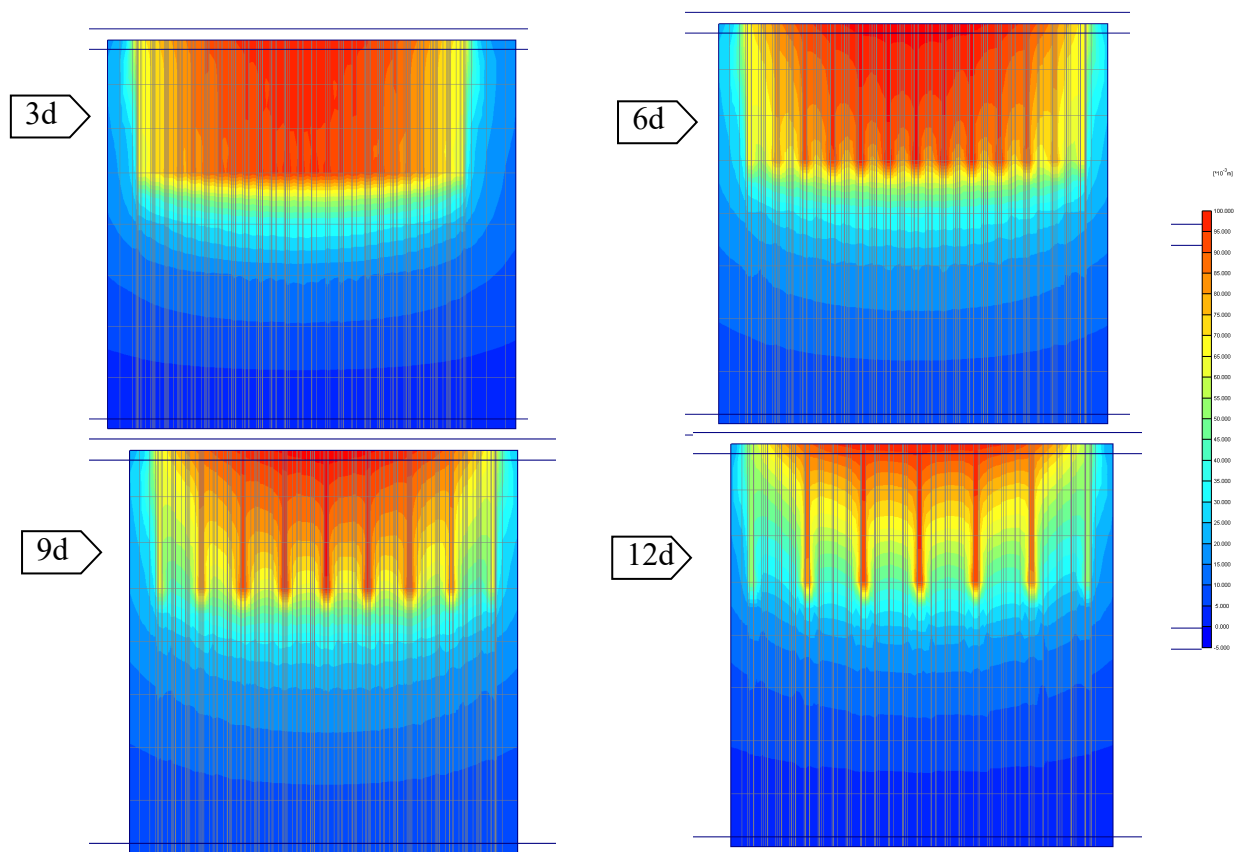


Рис. 2.2 – Мозаїки деформацій системи «паль – ростверк – основа» при різному кроці паль у повздовжньому напрямку, довжина паль 9 м

При малому кроці паль фундамент працює з основою як єдиний масив, при збільшенні відстані між палями ґрунт під подошвою ростверку в міжпальовому просторі краще реалізує свою несучу здатність.

На рис. 2.3 наведено мозаїки деформацій системи «паль – ростверк – основа» при різній відстані між рядами паль для паль довжиною 9 м. З мозаїк видно, чим більша відстань між рядами паль, тим краще включається в роботу ґрунт в міжпальовому просторі і тим краще реалізує свою несучу здатність по ґрунту паля.

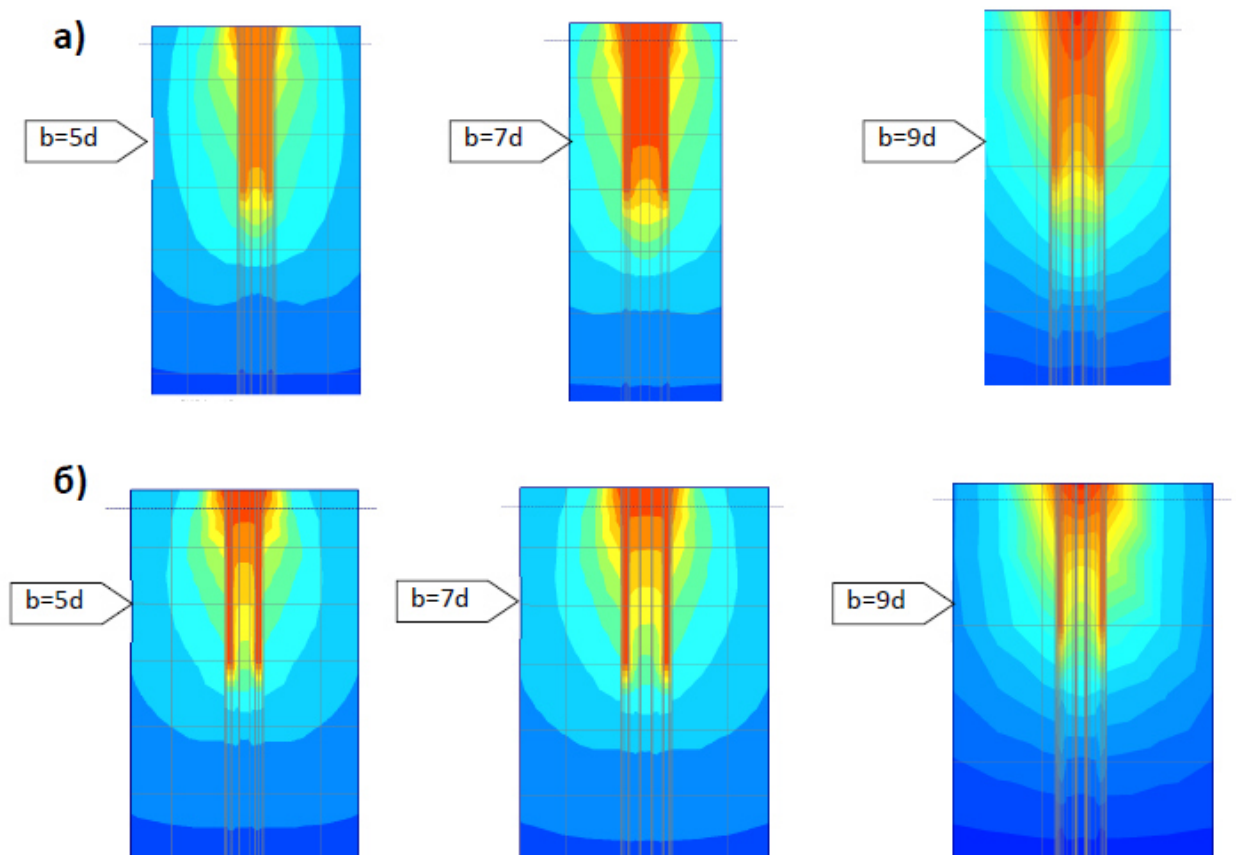


Рис. 2.3 – Мозаїки деформацій системи «паль-ростверк-основа» при різній відстані між рядами паль для паль довжиною 9 м: а) при кроці паль в поздовжньому напрямку $3d$; б) при кроці паль в поздовжньому напрямку $12d$

На рис. 2.4, 2.5 наведені графіки залежності осідання-навантаження для одиночних паль довжиною 9 м у піщаному та глинистому ґрунті. На рис. 2.6 - графіки залежності осідання-навантаження для ростверка на прикладі ростверка шириною 2,0 м.

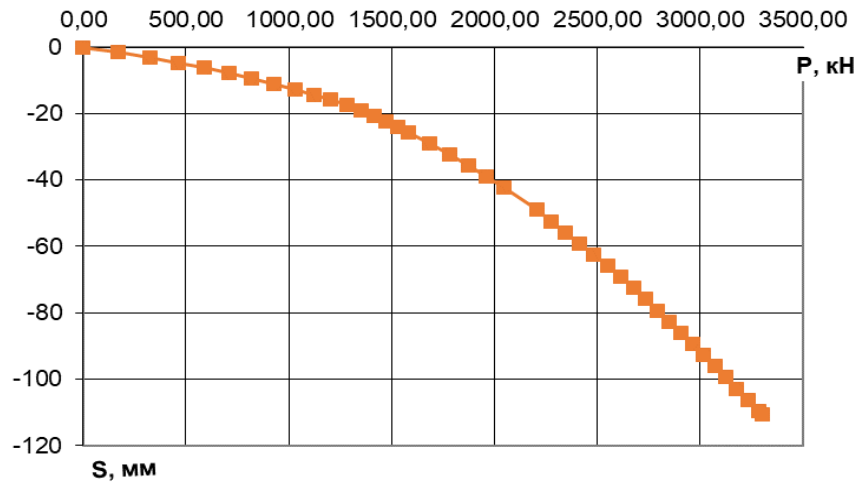


Рис. 2.4 – Залежність осідання від навантаження при моделюванні
одиначних забивних паль у піщаному ґрунті

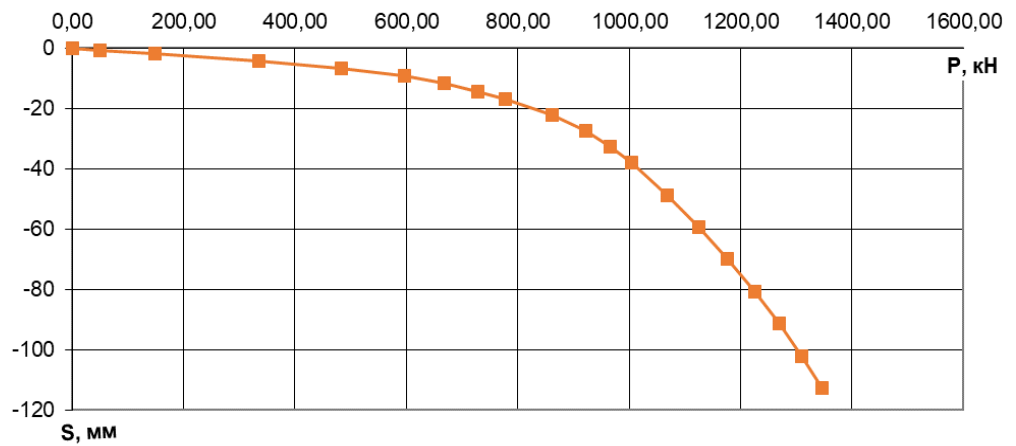


Рис. 2.5 – Залежність осідання від навантаження при моделюванні
одиначних забивних паль у глинистому ґрунті

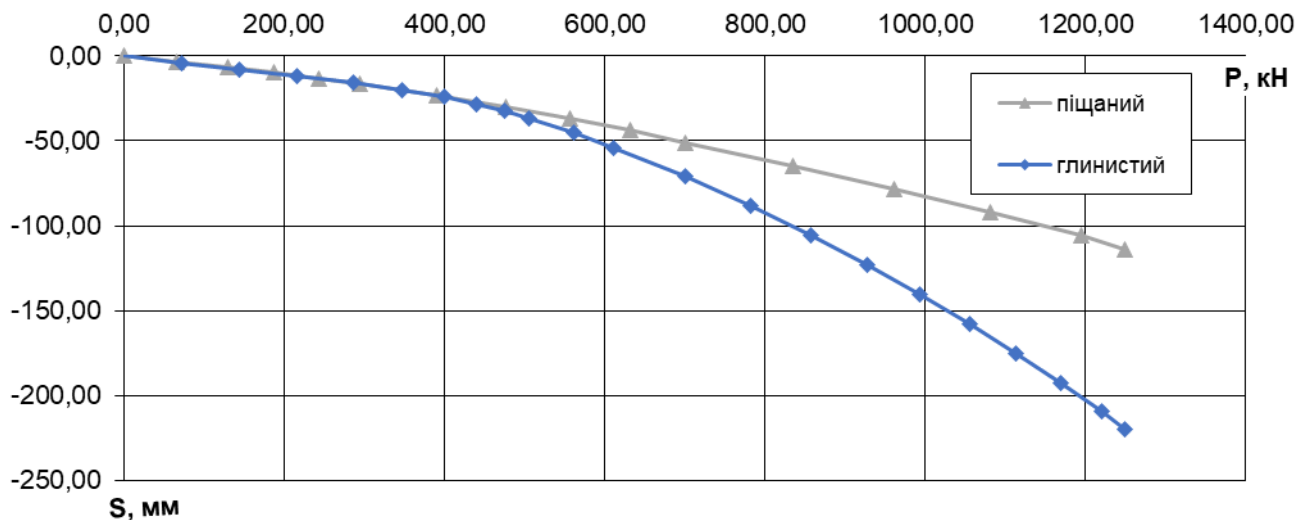


Рис. 2.6 – Залежність осідання- навантаження для ростверку шириною 2.0 м як
фундаменту мілкового закладання у піщаному та глинистому ґрунті

Аналогічні залежності одержані і для інших параметрів, передбачених програмою моделювання.

На рис. 2.7, 2.8 наведені приклади побудованих графіків осідання-навантаження для пальових фундаментів в цілому при різній відстані між рядами паль (і відповідно різній ширині ростверка)

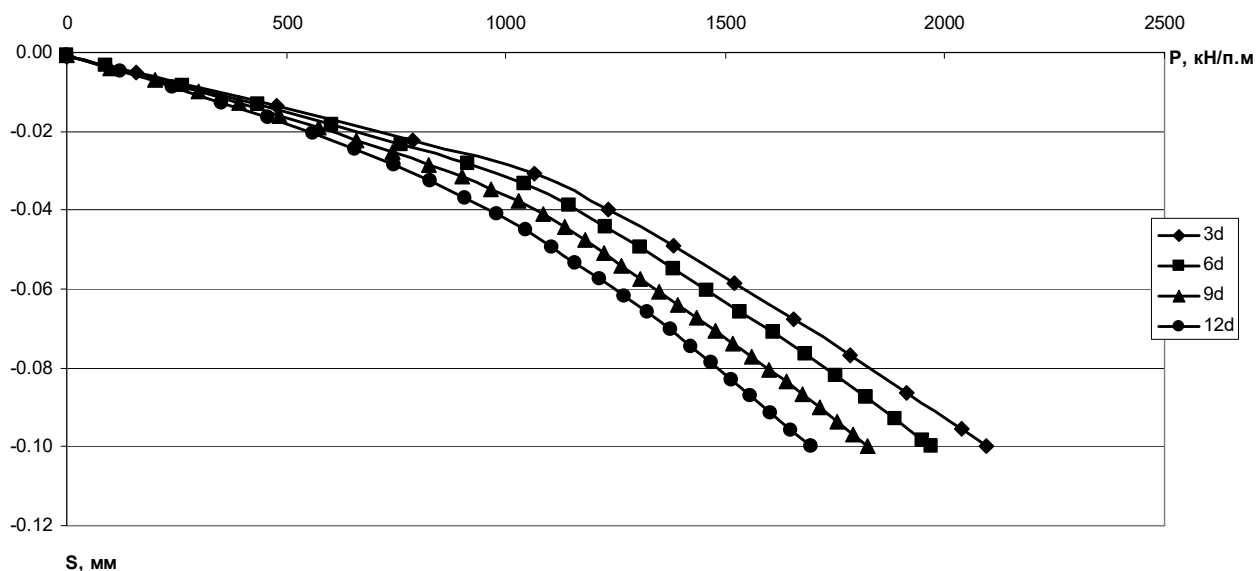


Рис. 2.7 – Графік залежності осідання – навантаження при довжині паль 9 м, відстані між рядами паль 5d (ширина ростверку 2,0 м) та різному кроці в поздовжньому напрямку (піщаний ґрунт, палі без виймання ґрунту)

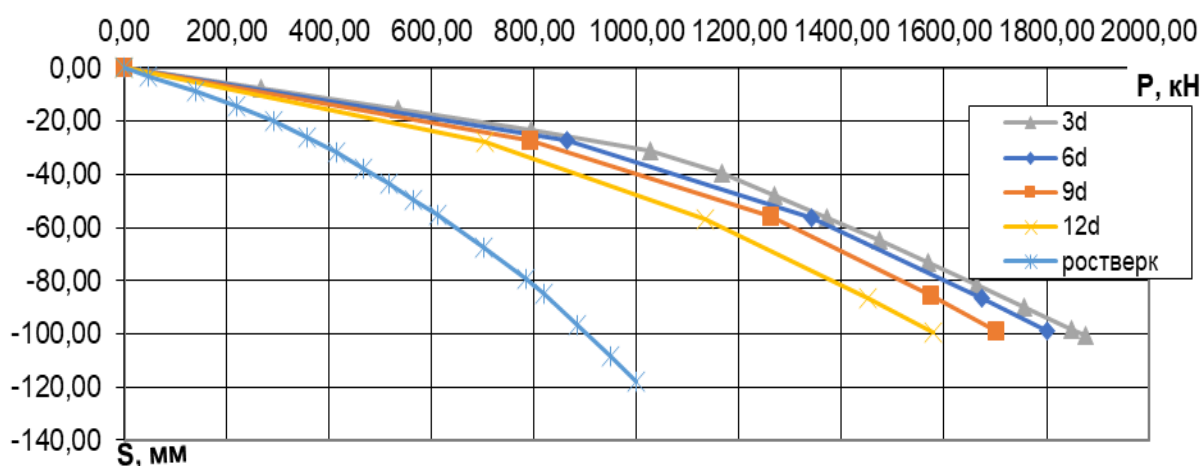


Рис. 2.8 – Графік залежності осідання – навантаження при довжині паль 9 м, відстані між рядами паль 3d (ширина ростверку 1,4 м) та різному кроці в поздовжньому напрямку (піщаний ґрунт, палі без виймання ґрунту)

Висновки за розділом 2

1. Для моделювання напружено-деформованого стану системи ростверк-палі-основа може з достатнім ступенем достовірності використовуватись програмний комплекс Plaxis 3D.

2. Розроблена програма моделювання роботи дворядного стрічкового пальового фундаменту з варіюванням кроку паль в поперечному і поздовжньому напрямках та виду ґрунту.

3. Одержані залежності осідання-навантаження та мозаїки деформацій системи «паля – ростверк – основа» при різному кроці паль в поздовжньому та поперечному напрямках для двох видів ґрунту.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ «РОСТВЕРК – ПАЛІ – ОСНОВА» ДЛЯ ДВОРЯДНОГО СТРІЧКОВОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ

I - моделювання роботи стрічкового пальового фундаменту на однорідній піщаній основі при різній відстані між рядами паль, що влаштовані без виймання ґрунту, довжиною 9 м, програму моделювання наведено в табл. 2.1. Характеристики піщаного ґрунту: $\gamma = 18,7$ кН/м³, $c = 1$ кПа, $\varphi = 36^\circ$, $E = 32$ МПа.

У таблиці 3.1 наведені результати моделювання НДС системи «ростверк – палі – основа» при різному кроці в поздовжньому напрямку і між рядами для паль довжиною 9 м (ґрунт – пісок, палі без виймання ґрунту).

При обробці результатів досліджень за несучу здатність фундаменту або ростверка приймалось величина навантаження, що відповідає граничному значенню осідання 100 мм.

За несучу здатність одиночної палі за рекомендаціями для статичного випробування натурних паль [69] приймалось навантаження, при якому осідання палі складало

$$s = \xi \cdot s_u = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ (мм)},$$

де ξ – коефіцієнт переходу від осідання пальового фундаменту до осідання одиночної палі, який одержують емпіричним шляхом. Допускається приймати $\xi = 0,2$.

Відповідно несуча здатність забивної палі довжиною 9 м у піщаному ґрунті складає $F_d = 1400$ кН (рис. 2.4), у глинистому ґрунті $F_d = 860$ кН (рис. 2.5).

Для аналізу навантаження, що сприймає окрема паля у складі стрічкового пальового фундаменту, використано співвідношення цього навантаження та несучої здатності одиночної палі (ступінь реалізації несучої здатності паль див. табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Результати моделювання НДС системи «ростверк – палі – основа» при різному кроці в поздовжньому напрямку і між рядами для палей довжиною 9 м (грунт – пісок, палі без виймання ґрунту)

Поздовжній крок палей, м	Відстань між рядами палей	Кількість палей	Площа ростверку без урахування палей, м ²	Несуча здатність фундаменту, кН/п.м.	Несуча здатність ростверку, кН/п.м.	Несуча здатність палі у складі фундаменту, кН	Ступінь реалізації несучої здатності палей	Частка навантаження, яку сприймає ростверк	Тиск під подошвою ростверку, кПа	Несуча здатність ростверку як фундаменту мілкого закладання, кН/п.м	Ступінь реалізації несучої здатності ростверка	Несуча здатність фундаменту як суми несучих здатностей палей, кН/п.м
0.9	3d	50	26,44	1860	217,2	720,1	0,514	0,117	181,6	900	0,241	3167
1.8	3d	26	28,60	1800	202,8	1357,6	0,970	0,113	156,7	900	0,225	1647
2.7	3d	18	29,32	1700	178,7	1867,8	1,334	0,15	134,7		0,199	1140
3.6	3d	14	29,68	1600	111,2	2508	1,791	0,07	82,8		0,124	887
0.9	5d	50	41,91	2102	128	873,0	0,624	0,061	67,5	1150	0,111	3167
1.8	5d	26	44,07	1978	284	1440,0	1,030	0,143	142,4	1150	0,247	1647
2.7	5d	18	44,79	1832	466	1677,1	1,200	0,255	229,9		0,405	1140
3.6	5d	14	45,15	1702	584	1764,8	1,260	0,343	285,9		0,508	887
0.9	7d	50	52,96	2266	142	938,8	0,670	0,063	59,3	1275	0,111	3167
1.8	7d	26	55,12	2096	336	1496,0	1,063	0,160	134,7	1275	0,264	1647
2.7	7d	18	55,84	1931	594	1641,5	1,173	0,308	235,1		0,466	1140
3.6	7d	14	56,20	1860	710	1815,4	1,297	0,382	279,2		0,557	887
0.9	9d	50	66,22	2625	286	1033,8	0,738	0,109	95,4	1282	0,223	3167
1.8	9d	26	68,38	2510	410	1785,0	1,275	0,163	131,9	1282	0,320	1647
2.7	9d	18	69,10	2374	575	2208,8	1,578	0,242	183,9		0,449	1140
3.6	9d	14	69,46	2279	625	2611,0	1,865	0,274	198,9		0,488	887

Для аналізу навантаження, що сприймає ростверк у складі стрічкового пальового фундаменту, використовувались такі показники як частка навантаження, яку сприймає ростверк від загального навантаження на фундамент, тиск під подошвою ростверка і ступінь реалізації несучої здатності ростверка, як співвідношення несучої здатності ростверка у складі фундаменту до несучої здатності ростверка як фундаменту мілкового закладання без паль.

Дослідження свідчать про те, що низький ростверк у складі стрічкового пальового фундаменту включється у роботу по мірі зростання навантаження, паралельно з палями. Мозаїки деформацій, які отримано під час моделювання роботи фундаменту, підтверджують, що ґрунт міжпальового простору, який контактує безпосередньо з подошвою низького ростверку, краще включиться в роботу зі збільшенням кроку паль. В свою чергу, паля також починає краще реалізувати свою несучу здатність.

На рис. 3.1 наведена залежність загальної несучої здатності стрічкового пальового фундаменту від відстані між рядами паль при різному їх поздовжньому кроці.

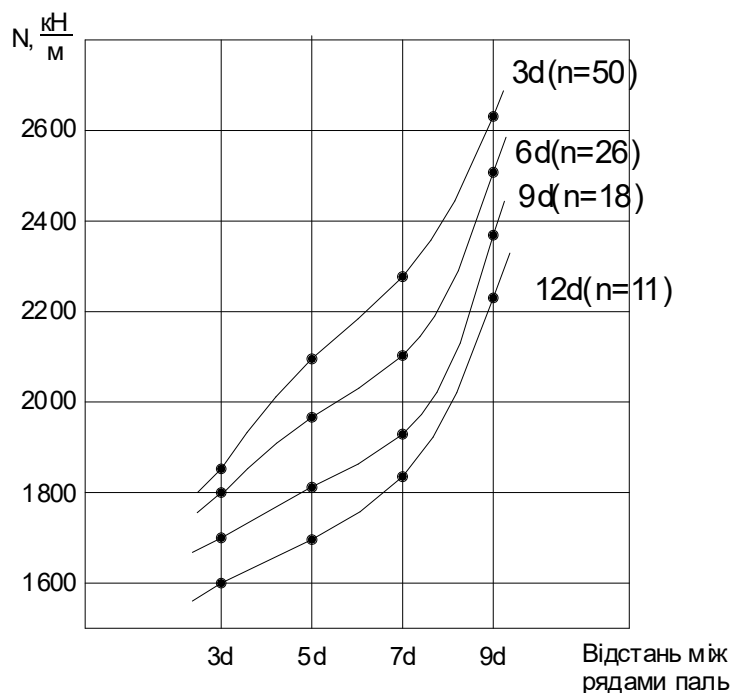


Рис. 3.1 – Залежність загальної несучої здатності стрічкового пальового фундаменту від відстані між рядами паль при різному їх поздовжньому кроці (ґрунт – пісок, палі без виймання ґрунту)

З рис. 3.1 видно, що із зменшенням кількості паль у фундаменті, що відбувається при збільшенні кроку паль, несуча здатність фундаменту зменшується не пропорційно зменшенню кількості паль, а саме при зменшенні кількості паль з 50 до 14 (більше ніж в 3 рази) зменшення несучої здатності відбувається на величину до 20%, що свідчить про значно більш ефективне використання паль при значному їх кроці.

В таблиці 3.1 наведено також значення несучої здатності фундаменту як суми несучих здатностей паль без рахування ростверка. Результати розрахунків свідчать про те, що найбільший вплив на спільну роботу ростверка і паль чинить поздовжній крок паль. При поздовжньому кроці паль 3d ростверк включається у роботу несуттєво, а ступінь реалізації несучої здатності палі складає лише 60-70%. Таким чином при проектуванні пальового фундаменту з частим кроком паль уздовж ряду несуча здатність фундаменту в цілому забезпечена лише за рахунок введення при проектуванні значного коефіцієнта запасу при визначенні допустимого навантаження на палю. Збільшення поздовжнього кроку до 5d і більше призводить до появи значного запасу несучої здатності фундаменту у порівнянні з визначеною за нормами.

На рис. 3.2 зображено залежність частки навантаження, що сприймає ростверк стрічкового пальового фундаменту від відстані між рядами паль довжиною 9 м.

Частка ростверку у несучій здатності фундаменту складає від 0,06 до 0,38. Особливо низьке значення навантаження ростверк бере на себе, як вже було відзначено, при поздовжньому кроці паль 3d. Збільшення кроку паль уздовж ряду до (5-6)d призводить до компенсації неповного включення паль у роботу втягуванням у роботу ростверка. Відстань між рядами паль чинить значно менший вплив на сумісну роботу елементів пальового фундаменту.

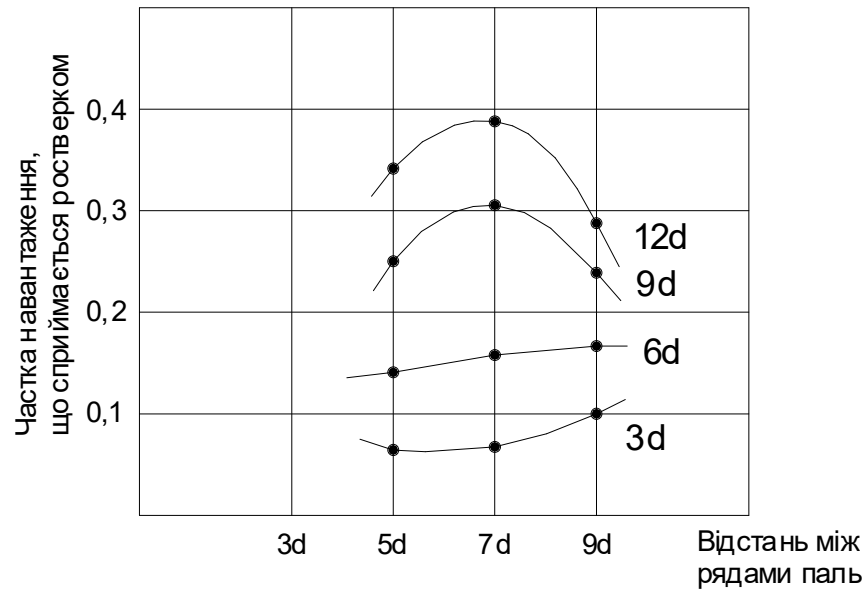


Рис. 3.2 - Залежність частки навантаження, що сприймається ростверком у складі стрічкового пальового фундаменту від відстані між рядами паль при різному поздовжньому кроці паль (грунт – пісок, палі без виймання ґрунту)

На рис. 3.3 та 3.4 наведені залежності тиску під подошвою ростверка та ступеня ралізації несучої здатності ростверка від відстані між рядами паль.

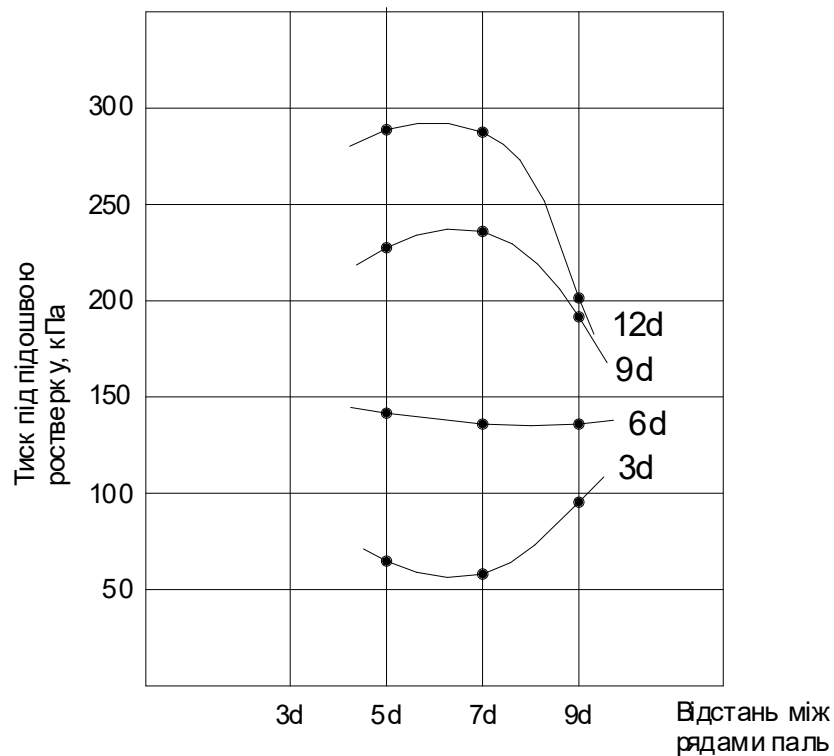


Рис. 3.3 – Залежність тиску під подошвою ростверка від відстані між рядами паль при різному поздовжньому кроці паль (грунт – пісок, палі без виймання ґрунту)

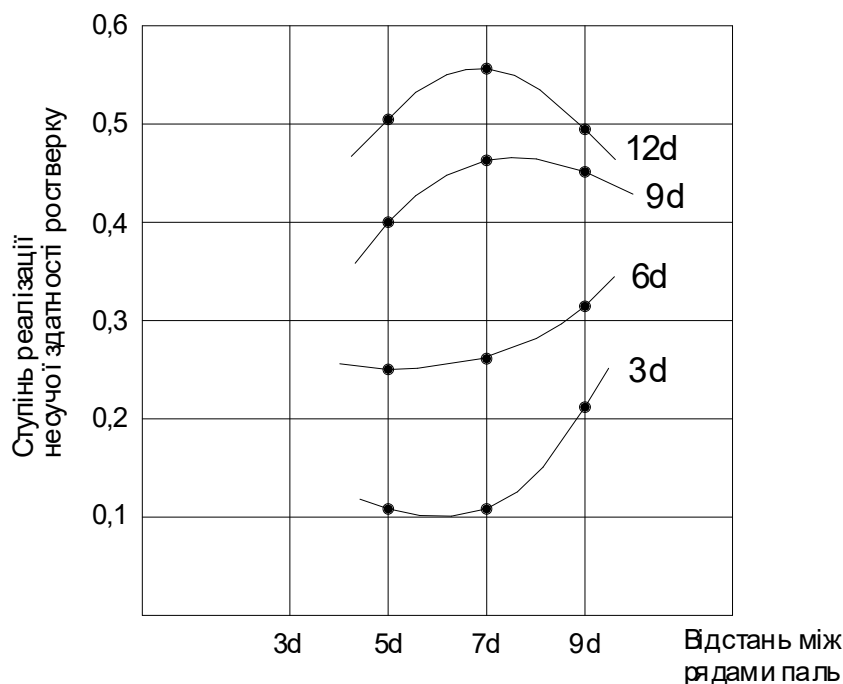


Рис. 3.4 – Залежність ступеня ралізації несучої здатності ростверка від відстані між рядами паль при різному поздовжньому кроці паль (грунт – пісок, палі без виймання ґрунту)

На ростверк при кроці 3d (рис. 3.3, 3.4) припадає менше навантаження, ніж при більших кроках. Але в будь-якому випадку несуча здатність ростверку у порівнянні з плитою без паль реалізується не повністю (ступінь реалізації несучої здатності ростверка змінюється від 0,1 до 0,55).

На рисунку 3.5 наведено графіки залежності ступіню реалізації несучої здатності паль від відстані між рядами паль.

Як бачимо з рис. 3.5 та з таблиці 3.1 несуча здатність забивних паль при малому кроці уздовж ряду реалізується не повністю, а при збільшенні кроку палі сприймають більше навантаження. Це пояснюється накладанням напружено-деформованих зон від сусідніх паль і ростверку, що покращує міцнісні характеристики ґрунтової основи з одного боку та проковзуванням ґрунту під ростверком по поверхні паль з іншого. Чим більша відстань між палями, тим більша несуча здатність окремої палі у складі дворядного стрічкового пального фундаменту. Лише при малому кроці несуча здатність у складі групи менша за несучу здатність одиночної палі.

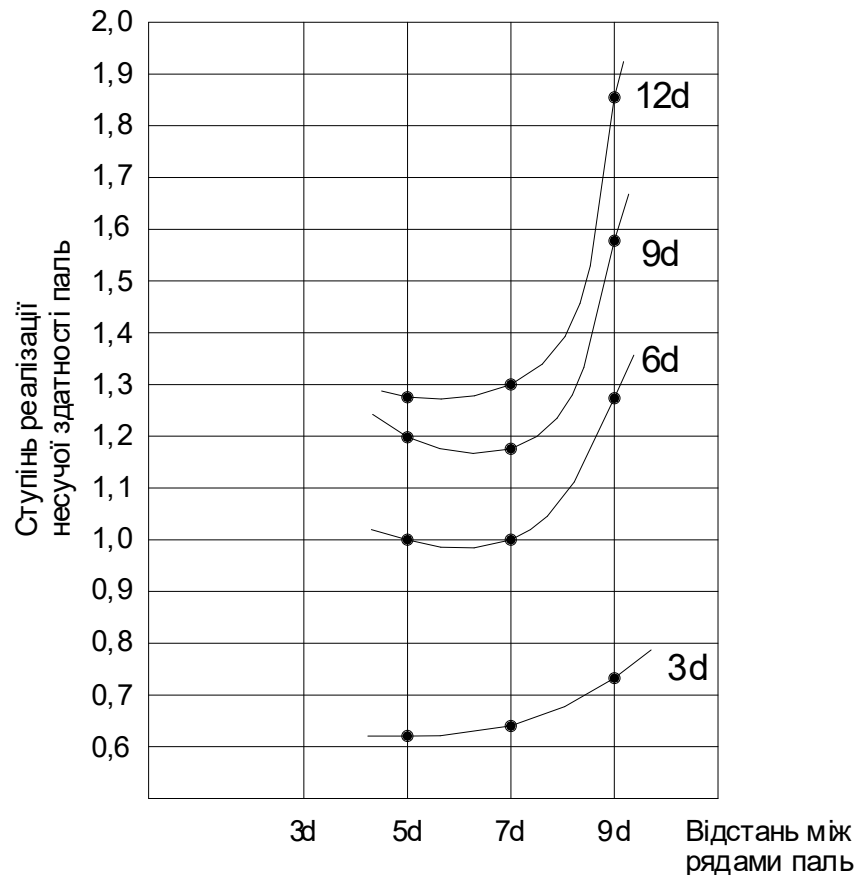


Рис. 3.5 - Залежність ступеню реалізації несучої здатності паль у дворядному стрічковому паловому фундаменті на піщаному ґрунті від відстані між рядами паль при різному поздовжньому кроці паль

Отже в цілому як палі, так і ростверк працюють в групі інакше, ніж як окремі елементи. Таким чином при врахуванні спільної роботи окремих елементів фундаменту з можна шляхом зменшення кількості паль одержати значно більш економічне рішення.

II – моделювання роботи стрічкового палового фундаменту на однорідній глинистій основі при різній відстані між рядами паль, що влаштовані без виймання ґрунту, довжиною 9 м, програму моделювання наведено в табл. 2.1. Характеристики глинистого ґрунту: $\gamma = 18,7 \text{ кН/м}^3$, $c = 23 \text{ кПа}$, $\varphi = 21^\circ$, $E = 21 \text{ МПа}$;

В таблиці 3.2 наведено результати моделювання роботи стрічкового палового фундаменту у глинистому ґрунті для паль довжиною 9 м при різному кроці в поздовжньому напрямку та між рядами паль.

Таблиця 3.2 – Результати моделювання НДС системи «ростверк – палі – основа» при різному кроці в поздовжньому напрямку і між рядами для палей довжиною 9 м (грунт – глинистий, палі без виймання ґрунту)

Поздовжній крок палей, м	Відстань між рядами палей	Кількість палей	Площа ростверку без урахування палей, м ²	Несуча здатність фундаменту, кН/п.м.	Несуча здатність ростверку, кН/п.м.	Несуча здатність палі у складі фундаменту, кН	Ступінь реалізації несучої здатності палей	Частка навантаження, яку сприймає ростверк	Тиск під подошвою ростверку, кПа	Несуча здатність ростверку як фундаменту мілкого закладання, кН/п.м	Ступінь реалізації несучої здатності ростверка	Несуча здатність фундаменту як суми несучих здатностей палей, кН/п.м
0.9	3d	50	26,44	1440	55,0	612,2	0,711	0,038	45,8	670	0,082	1946
1.8	3d	26	28,60	1335	161,1	997,8	1,160	0,121	124,5	670	0,240	1012
2.7	3d	18	29,32	1200	213,6	1211	1,408	0,178	161,0		0,319	701
3.6	3d	14	29,68	1065	266,1	1261	1,466	0,250	198,1		0,397	545
0.9	5d	50	41,91	1550	55,9	660,4	0,767	0,036	29,5	800	0,070	1946
1.8	5d	26	44,07	1423	199,4	1040,0	1,209	0,140	100,0	800	0,249	1012
2.7	5d	18	44,79	1290	258,5	1266,4	1,472	0,200	127,6		0,323	701
3.6	5d	14	45,15	880	251	993	1,154	0,285	122,5		0,314	545
0.9	7d	50	52,96	1650	69,1	698,7	0,813	0,042	28,8	900	0,077	1946
1.8	7d	26	55,12	1510	233,7	1084,9	1,261	0,155	93,7	900	0,260	1012
2.7	7d	18	55,84	1370	314,1	1296,4	1,507	0,229	124,3		0,349	701
3.6	7d	14	56,20	1250	372,2	1385,6	1,611	0,298	146,4		0,414	545
0.9	9d	50	66,22	1900	178,6	760,9	0,885	0,094	59,6	1080	0,165	1946
1.8	9d	26	68,38	1791	291,4	1274,7	1,482	0,163	94,2	1080	0,270	1012
2.7	9d	18	69,10	1660	366,3	1588,4	1,847	0,221	117,2		0,339	701
3.6	9d	14	69,46	1520	455,4	1680,5	1,954	0,300	144,9		0,422	545

На рис. 3.6 наведена залежність загальної несучої здатності стрічкового пального фундаменту від відстані між рядами паль при різному їх поздовжньому кроці для глинистого ґрунту.

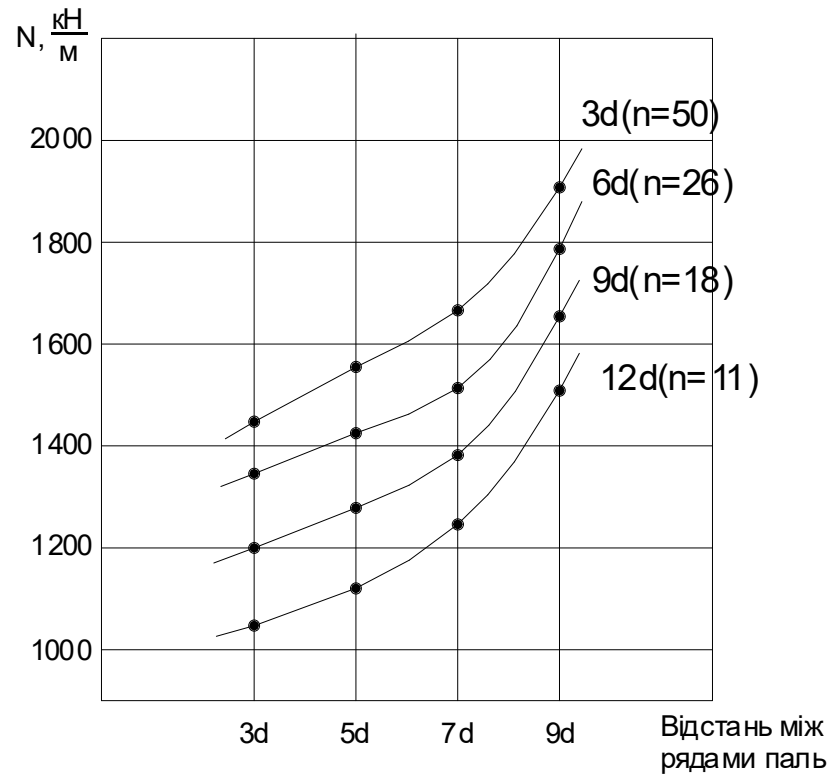


Рис. 3.6 – Залежність загальної несучої здатності стрічкового пального фундаменту від відстані між рядами паль при різному їх поздовжньому кроці (ґрунт – глинистий, палі без виймання ґрунту)

З рис. 3.6 видно, що також як і для піщаного ґрунту із зменшенням кількості паль у фундаменті, що відбувається при збільшенні кроку паль, несуча здатність фундаменту зменшується не пропорційно зменшенню кількості паль, а саме при зменшенні кількості паль з 50 до 14 (більше ніж в 3 рази) зменшення несучої здатності відбувається на величину до 25%. Таким чином якісний характер впливу кроку паль у поздовжньому та поперечном напрямках на сумісну роботу елементів фундаменту для піщаних та глинистих ґрунтів аналогічний.

При поздовжньому кроці паль 3d ростверк включається у роботу несуттєво, а ступінь реалізації несучої здатності палі складає 70-90%, що більше, ніж у піщаному ґрунті. Не дивлячись на дещо меншій ступінь реалізації ростверка у

глинистому ґрунті при проектуванні пальового фундаменту з частим кроком паль уздовж ряду у глинистому ґрунті несуча здатність фундаменту в цілому забезпечена краще, ніж у піщаному. Збільшення поздовжнього кроку до $5d$ і більше призводить до появи значного запасу несучої здатності фундаменту у порівнянні з визначеною за нормами.

На рис. 3.7 зображено залежність частки навантаження, що сприймає ростверк стрічкового пальового фундаменту у глинистому ґрунті від відстані між рядами паль довжиною 9 м .

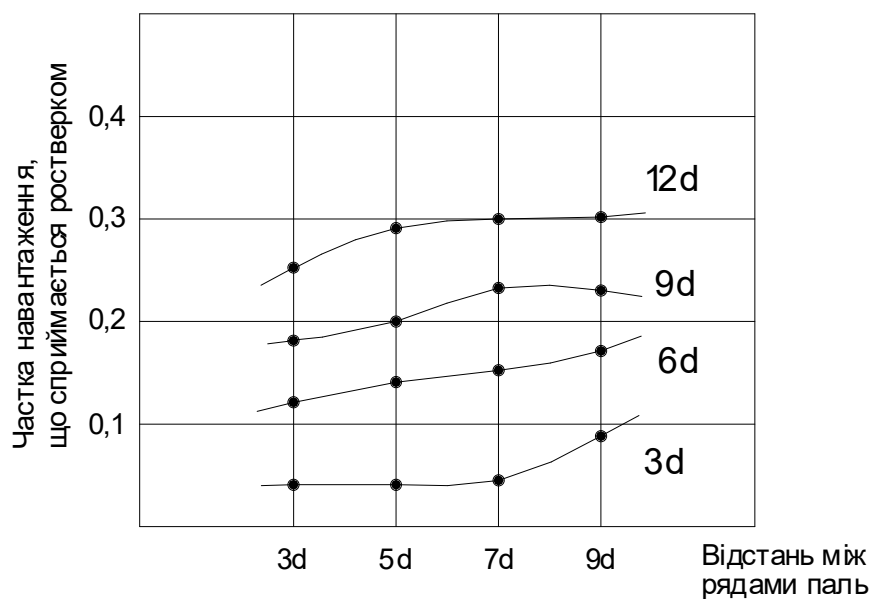


Рис. 3.7 - Залежність частки навантаження, що сприймається ростверком у складі стрічкового пальового фундаменту від відстані між рядами паль при різному поздовжньому кроці паль (ґрунт – глинистий, палі без виймання ґрунту)

Частка ростверку у несучій здатності фундаменту складає від $0,04$ до $0,30$, що дещо менше, ніж для піщаних ґрунтів. Особливо низьке значення навантаження ростверк бере на себе, як і для піщаних ґрунтів, при поздовжньому кроці паль $3d$. Відстань між рядами паль також як і для піщаного ґрунту чинить значно менший вплив на сумісну роботу елементів пальового фундаменту.

На рис. 3.8 та 3.9 наведені залежності тиску під подошвою ростверка та ступеня ралізації несучої здатності ростверка від відстані між рядами паль для глинистого ґрунту.

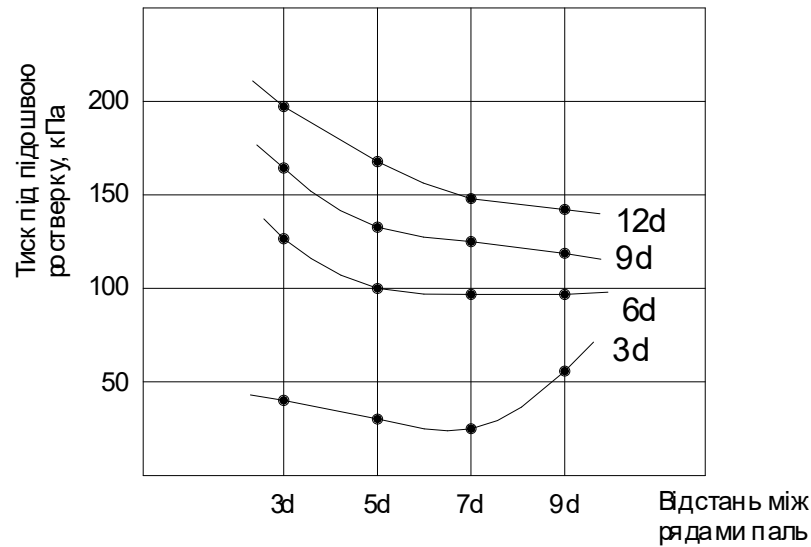


Рис. 3.8 – Залежність тиску під подошвою ростверка від відстані між рядами паль при різному поздовжньому кроці паль (грунт – глинистий, палі без виймання ґрунту)

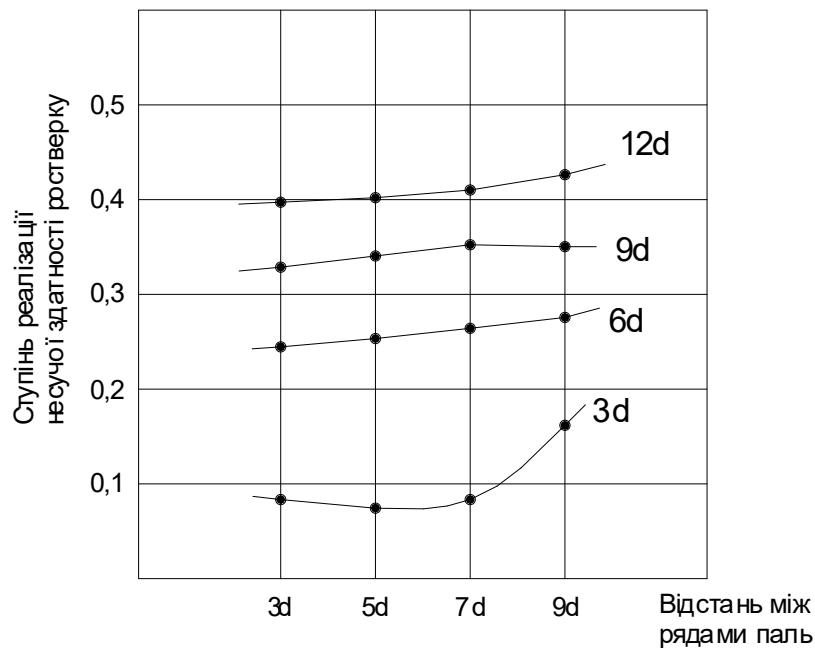


Рис. 3.9 – Залежність ступеня реалізації несучої здатності ростверка від відстані між рядами паль при різному поздовжньому кроці паль (грунт – глинистий, палі без виймання ґрунту)

Загальний характер відповідних залежностей для піщаного та глинистого ґрунтів однаковий. У порівнянні з плитою без паль робота ростверка реалізується не повністю (ступінь реалізації несучої здатності ростверка змінюється від 0,07 до 0,42).

На рисунку 3.10 наведено графіки залежності ступіню реалізації несучої здатності паль від відстані між рядами паль для глинистого ґрунту.

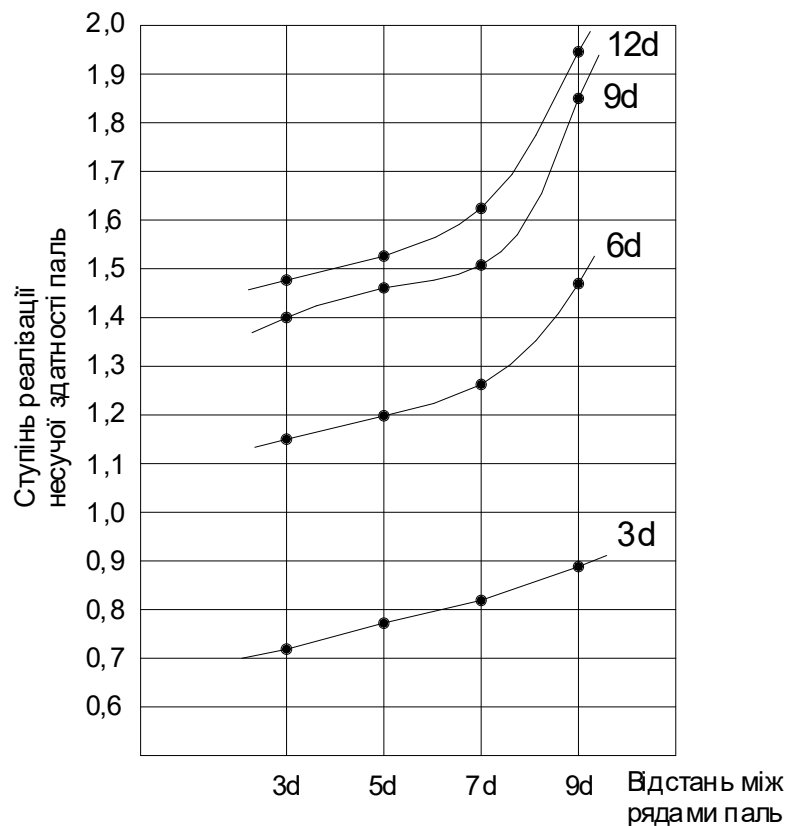


Рис. 3.10 - Залежність ступеню реалізації несучої здатності паль у дворядному стрічковому палевому фундаменті на глинистому ґрунті від відстані між рядами паль при різному поздовжньому кроці паль

Як бачимо з рис. 3.10 та з таблиці 3.2 несуча здатність забивних паль при малому кроці уздовж ряду реалізується не повністю, але краще, ніж для піщаного ґрунту. При збільшенні кроку палі сприймають більше навантаження.

Отже в цілому вид ґрунту незначно впливає на розподіл зусиль між елементами палевого фундаменту. Для глинистого ґрунту гірше включається у роботу ростверк, але краще включаються палі.

Висновки за розділом 3

1. Несуча здатність низького ростверку в системі палевого фундаменту збільшується при збільшенні кроку між палями уздовж ряду та при збільшенні відстані між рядами паль.

2. Робота палі в групі з низьким ростверком суттєво відрізняється від роботи одиночної палі. Для фундаментів з забивних паль при кроці уздовж ряду 3d палі у складі стрічки реалізують свою несучу здатність не повністю. При більших кроках палі в фундаменті працюють краще, ніж одиночні.

3. Чим більша відстань між рядами паль, тим більша несуча здатність окремої палі у складі дворядного стрічкового пальового фундаменту.

4. Вплив відстані між рядами паль меншій, ніж вплив кроку паль у поздовжньому напрямку.

5. Вид ґрунту незначно впливає на розподіл зусиль між елементами пальового фундаменту. Для глинистого ґрунту гірше включається у роботу ростверк, але краще включаються палі

6. Врахування реальної роботи паль і ростверку у складі пальового фундаменту за запропонованою методикою дозволяє підвищувати несучу здатність пальового фундаменту в цілому і відповідно економити матеріальні та трудові ресурси під час проведення будівельних робіт.

4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Загальні відомості про об'єкт будівництва

Запроектованою будівлею є 9-ти поверховий житловий будинок в селі Чайка Києво-Святошинського району міста Київ, на ділянці зі спокійним рельєфом.

Розробка проекту індивідуальна. Характер будівництва – нове, з прибудовою до існуючої будівлі.

Ділянка будівництва обмежена:

- з півночі – автостоянкою для тимчасового зберігання автомобілів;
- зі сходу – майданчиком для контейнерів для сміття;
- з півдня – автостоянкою для тимчасового зберігання автомобілів, майданчиком для сушіння білизни;
- з заходу – існуючою житловою забудовою.

Відмітки поверхні землі змінюються в межах 154,43 – 156,35 м.

Район будівництва характеризується такими природно-кліматичними умовами:

Глибина промерзання ґрунту – 0,8 м.

Нормативне снігове навантаження для 5 району – 1,55 кПа [58].

Швидкісний напір вітру для 1 району - 0,37 кПа [58].

Тривалість опалювального періоду 187 діб [59].

Клас будинку за ступенем відповідальності – СС2 [61].

Категорія за пожежною безпекою – II [62].

4.1.2 Опис генерального плану

Територія, що виділена під забудову даного житлового будинку, розташована в селі Чайка Києво-Святошинського району міста Київ. Будинок проектується у складі житлового комплексу, що містить усю необхідну інфраструктуру.

Розміри забудови – 45,33x29,89 м за першим поверхом. Споруда має неправильну форму в плані. З південного та західного боків розташовані два входи в під'їзди. На території комплексу розташовані дитячий ігровий майданчик, майданчик для відпочинку дорослих, спортивний майданчик, майданчик для вихулу собак, пункт охорони та майданчик для тенісу, насаджені дерева й оформлено газон.

На генплані проілюстровано розташування будівлі та основних зон ділянки. З заходу майбутня забудова примикає до існуючої будівлі.

Техніко-економічні показники по генплану наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Техніко-економічні показники по генплану

№, п/п	Назва показника	Величина
1	Площа ділянки, м ²	4745,97
2	Площа забудови, м ²	1136,63
3	Площа дорожнього покриття, м ²	2578,82
4	Відсоток забудови земельної ділянки, %	24
5	Відсоток площі з твердим покриттям, м ²	54
6	Площа озеленення, м ²	1030,52

Визначаємо чорні відмітки кутів будівлі згідно з формулою:

$$H_{ч} = H_{\text{мол гор}} + n \cdot h / m, \quad (4.1)$$

де $H_{\text{мол гор}}$ – відмітка молодшої горизонталі в метрах;

n – відстань від молодшої горизонталі до точки в м;

m – відстань між горизонталями в м;

$h = 0,5$ м – розтин горизонталей.

$$H_{\text{чор 1}} = 155,35 + 1 \cdot 6,38 / 7,88 = 154,81 \text{ м};$$

$$H_{\text{чор 2}} = 155,35 + 1 \cdot 2,41 / 24,1 = 155,10 \text{ м};$$

$$H_{\text{чор 3}} = 155,35 + 1 \cdot 5,32 / 7,09 = 153,75 \text{ м};$$

$$H_{\text{чор 4}} = 155,4 + 1 \cdot 7,96 / 8,94 = 154,89 \text{ м};$$

$$H_{\text{чор 5}} = 154,9 + 1 \cdot 5,68 / 13,2 = 154,43 \text{ м};$$

$$H_{\text{чор 6}} = 154,9 + 1 \cdot 6,4 / 9,41 = 153,68 \text{ м}.$$

Визначаємо червоні (проектні) відмітки: $H_{\text{чер}} = H_{\text{ч}\cdot\text{мах}} + 0,20$ м. Таким чином червоні відмітки дорівнюватимуть:

$$H_{\text{чер}1} = H_{\text{чор}2} = 155,1 \text{ м};$$

$$H_{\text{чер}3} = 155,1 + 0,02 \cdot 17,5 = 155,45 \text{ м};$$

$$H_{\text{чер}4} = 155,45 - 0,02 \cdot 27,5 = 154,9 \text{ м};$$

$$H_{\text{чер}5} = 154,9 - 0,02 \cdot 22,5 = 155,35 \text{ м};$$

$$H_{\text{чер}6} = 155,35 \text{ м}.$$

Територія комплексу облаштована проїздами для автомобільного транспорту, з півночі запроектованої будівлі розташована автостоянка для тимчасового зберігання автомобілів. На території комплексу розташовані дитячі та спортивні майданчики, зони відпочинку для дорослих та для вигулу собак, охоронний пункт.

Запроектований будинок та існуючі споруди оточені зеленими насадженнями, вимощені доріжки та існують проїзні ділянки з покриттям з асфальту. Заплановано та частково введено в експлуатацію освітлення території забудови для зручного і безпечного пересування.

4.1.3 Об'ємно – планувальне рішення будинку

На першому - сьомому поверхах знаходяться по дві однокімнатні, дві двокімнатні та одна трьохкімнатна квартири, в деяких квартирах розташований домашній тренажерний зал. Висота поверхів 3,3 м, що є допустимим за будівельними нормами. Дві сходові клітки знаходяться всередині будинку біля зовнішньої стіни. В будинку прийнята коридорна система планування, що дозволило встановити один ліфт.

За поверховістю будинок – багатоповерховий (9 поверхів, підвал та горище).

На рівні підлоги першого поверху прийнята відмітка +0,100 м.

Згідно з частиною 15 статті 20 Кодексу цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI (КЦЗ) суб'єкти господарювання зобов'язані забезпечувати дотримання вимог законодавства щодо створення, зберігання, утримання, використання та реконструкції захисних споруд цивільного захисту.

Приміщення підвалу може бути використане як найпростіше укриття (фортифікаційна споруда, цокольне або підвальне приміщення, що знижує комбіноване ураження людей). Обов'язковими вимогами до укриття є: примусова та природня вентиляція, система електропостачання (світильники аварійного живлення), санвузли, датчики загазованості, два аварійних входи, баки запасу води, улаштована система для генераторів. Приміщення підвалу не мають великих отворів у зовнішніх огорожувальних конструкціях, наявні отвори (крім дверних) забезпечують можливість їх закладки (мішками з піском або ґрунтом, бетонними блоками, цегляною кладкою тощо). Приміщення мають рівну підлогу, придатну для встановлення лав, нар, інших місць для сидіння та лежання. Висота приміщень, зокрема дверних отворів, становить не менше 2 м. Ширина дверних отворів становить не менше ніж 0,9 м. Отвори при входах (виходах) закриваються посиленими дверями із негорючих матеріалів (металевими або дерев'яними, оббитими залізом) [64, 65].

Місткість найпростіших укриттів вираховується з розрахунку: 0,6 м² площі основних приміщень (для розміщення населення, що підлягає укриттю), що з запасом забезпечене площею підвальних приміщень.

Висота будинку 35,14 м. Квартири восьмого та дев'ятого поверхів влаштовані в двох рівнях з внутрішніми сходами.

При проектуванні балконів та лоджій розглядались засклені та незасклені варіанти, згідно з [63]. Також, в більшості квартир лоджії за попередньою домовленістю облаштовані теплими підлогами.

Нумерація приміщень та кімнат та їх площі записані у експлікації приміщень окремо для першого, другого - шостого, сьомого, восьмого-дев'ятого поверхів (табл. 4.2 – 4.4).

Таблиця 4.2 – Експлікація приміщень першого поверху

Номер	Назва кімнати	Площа, м ²
1	Житлова кімната	25,66
2	Кухня	7,1
3	Коридор	18,78

Продовження таблиці 4.2

Номер	Назва кімнати	Площа, м ²
4	Санвузол	2,82
5	Хол зі сходовою кліткою	27,38
6	Коридор	68,36
7	Кухня	39,30
8	Житлова кімната	37,88
9	Житлова кімната	48,11
10	Житлова кімната	46,04
11	Балкон	8,97
12	Балкон	8,99
13	Балкон	8,82
14	Гардеробна	6,20
15	Житлова кімната	36,35
16	Тренажерний зал	17,24
17	Коридор	4,62
18	Санвузол	12,83
19	Санвузол	9,83
20	Підсобне приміщення	2,43
21	Санвузол	14,3
22	Роздягальня	8,61
23	Гардеробна	5,86
24	Коридор	35,07
25	Кухня	40,65
26	Балкон	8,96
27	Балкон	8,88
28	Хол та сходова клітка	57,66
29	Кухня	21,68
30	Балкон	4,88
31	Гардеробна	7,26
32	Житлова кімната	38,74
33	Коридор	16,62
34	Коридор	5,30
35	Сходова клітка	18,54
36	Побутове приміщення	11,39
37	Коридор	5,93
38	Санвузол	3,43
39	Коридор	2,72
40	Житлова кімната	26,52
41	Кухня	19,59
42	Санвузол	6,08
43	Побутове приміщення	2,61
44	Коридор	10,68

Продовження таблиці 4.2

Номер	Назва кімнати	Площа, м ²
45	Побутове приміщення	2,61
46	Кухня	16,26
47	Коридор	8,70
48	Санвузол	8,61
49	Коридор	9,63
50	Житлова кімната	21,37
51	Житлова кімната	40,97

Таблиця 4.3 – Експлікація приміщень другого-шостого поверху

Номер	Назва кімнати	Площа, м ²
1	Спальня	25,66
2	Санвузол	7,10
3	Коридор	18,28
4	Санвузол	2,94
5	Кухня-їдальня	40,04
6	Хол	36,61
7	Гардеробна	6,38
8	Спальня	36,35
9	Балкон	8,97
10	Балкон	8,99
11	Загальна	49,19
12	Санвузол	13,06
13	Коридор	4,82
14	Тренажерний зал	17,64
15	Гардеробна	3,55
16	Гардеробна	3,98
17	Санвузол	10,07
18	Побутове приміщення	2,52
19	Житлова кімната	14,92
20	Загальна	49,09
21	Балкон	8,82
22	Балкон	8,96
23	Кухня-їдальня	41,28
24	Коридор	35,38
25	Побутове приміщення	2,04
26	Гардеробна	3,82
27	Санвузол	8,76
28	Санвузол	2,83
29	Гардеробна	6,03
30	Балкон	8,4

Продовження таблиці 4.3

Номер	Назва кімнати	Площа, м ²
31	Спальня	58,12
32	Кухня	21,68
33	Загальна	39,49
34	Балкон	4,88
35	Гардеробна	7,26
36	Коридор	5,3
37	Хол	16,97
38	Побутове приміщення	5,93
39	Санвузол	11,39
40	Санвузол	3,43
41	Сходова клітка	18,54
42	Коридор	68,53
43	Балкон	8,97
44	Загальна	41,41
45	Спальня	21,64
46	Балкон	8,97
47	Санвузол	5,49
48	Санвузол	3,12
49	Житлова кімната	9,86
50	Кухня	16,26
51	Побутова кімната	2,61
52	Коридор	8,7
53	Побутова кімната	2,61
54	Хол	10,92
55	Санвузол	6,08
56	Кухня	19,80
57	Балкон	8,99
58	Загальна	42,43
59	Сходова клітка	17,38

Таблиця 4.4– Експлікація приміщень сьомого поверху

Номер	Назва кімнати	Площа, м ²
1	Спальня	26,25
2	Сходова клітка	17,38
3	Коридор	18,78
4	Санвузол	7,10
5	Санвузол	2,94
6	Коридор	18,78
7	Кухня-їдальня	40,95
8	Коридор та вітальня	36,61
9	Гардеробна	6,38

Продовження таблиці 4.4

Номер	Назва кімнати	Площа, м ²
10	Спальня	37,09
11	Балкон	8,97
12	Загальна	49,94
13	Загальна	49,94
14	Балкон	8,99
15	Балкон	8,82
16	Загальна	49,83
17	Тренажерний зал	17,64
18	Коридор	4,82
19	Санвузол	13,06
20	Санвузол	10,07
21	Побутове приміщення	3,98
22	Балкон	3,55
23	Житлова кімната	14,92
24	Балкон	8,96
25	Балкон	8,94
26	Кухня-їдальня	41,89
27	Хол та сходові клітка	58,86
28	Кухня	21,68
29	Балкон	4,88
30	Загальна кімната	39,49
31	Побутове приміщення	7,26
32	Коридор	5,30
33	Тамбур	16,97
34	Коридор	68,53
35	Роздягальня	6,03
36	Санвузол	11,59
37	Коридор	35,33
38	Гардеробна	3,82
39	Побутове приміщення	2,04
40	Побутове приміщення	2,52
41	Санвузол	10,07
42	Балкон	3,55
43	Хол	14,92
44	Побутове приміщення	3,98
45	Тренажерний зал	17,64
46	Коридор	4,82
47	Санвузол	1306
48	Загальна	43,17
49	Побутове приміщення	2,61
50	Коридор	10,92

Продовження таблиці 4.4

Номер	Назва кімнати	Площа, м ²
51	Санвузол	6,08
52	Кухня	20,54
53	Балкон	8,99
54	Кухня	16,64
55	Побутове приміщення	2,61
56	Побутове приміщення	3,70
57	Санвузол	8,61
58	Хол	18,56
59	Спальня	22,38
60	Балкон	8,97
61	Загальна	42,09
62	Сходова клітка	18,54
63	Санвузол	3,43
64	Побутове приміщення	5,93
65	Хол	11,39

Таблиця 4.5 – Експлікація приміщень восьмого-дев'ятого поверхів

Номер	Назва кімнати	Площа, м ²
1	Венткамера	57,77
2	Спальня	30,22
3	Хол та сходова клітка	12,50
4	Санвузол	6,08
5	Побутове приміщення	2,61
6	Кабінет	20,54
7	Вітальня	10,92
8	Побутове приміщення	2,61
9	Кабінет	16,64
10	Побутове приміщення	3,70
11	Санвузол	8,58
12	Вітальня	18,56
13	Спальня	31,64
14	Спальня	38,45
15	Сходова клітка	12,50
16	Тераса	30,28
17	Спальня	39,49
18	Сходова клітка	12,74
19	Кабінет	21,68
20	Спальня	68,06
21	Спальня	50,84
22	Коридор	16,97

Продовження таблиці 4.5

Номер	Назва кімнати	Площа, м ²
23	Комора	6,03
24	Санвузол	11,59
25	Гардеробна	3,82
26	Побутове приміщення	2,04
27	Коридор	35,38
28	Хол та сходові клітка	20,45
29	Санвузол	10,07
30	Побутове приміщення	2,52
31	Спальня	30,46
32	Спальня	30,53
33	Комора	10,26
34	Санвузол	9,3
35	Коридор	15,88
36	Хол та санвузол	21,87
37	Спальня	31,69
38	Тераса	40,37
39	Тераса	19,11
40	Спальня	40,77
41	Побутове приміщення	6,56
42	Спальня	2625
43	Сходові клітка	17,38
44	Загальна	30,22
45	Сходові клітка	12,50
46	Балкон	8,99
47	Кухня	20,54
48	Санвузол	6,08
49	Коридор	10,92
50	Побутове приміщення	2,61
51	Побутове приміщення	3,70
52	Побутове приміщення	2,61
53	Кухня	16,64
54	Санвузол	8,61
55	Вітальня	18,56
56	Спальня	22,38
57	Балкон	8,97
58	Балкон	8,97
59	Загальна	29,20
60	Сходові клітка	12,50
61	Хол та сходові клітка	18,54
62	Санвузол	3,43
63	Побутове приміщення	5,93

Продовження таблиці 4.5

Номер	Назва кімнати	Площа, м ²
64	Тамбур	11,39
65	Коридор	68,53
66	Житлова кімната	39,49
67	Сходова клітка	12,74
68	Балкон	4,88
69	Кухня	21,68
70	Спальня	58,86
71	Кухня-їдальня	42,10
72	Коридор	35,33
73	Побутове приміщення	2,04
74	Гардеробна	3,82
75	Санвузол	11,59
76	Роздягальня	6,03
77	Загальна	49,83
78	Загальна	49,44
79	Спальня	37,54
80	Балкон	8,97
81	Балкон	8,99
82	Балкон	8,82
83	Санвузол	10,07
84	Хол та сходова клітка	22,54
85	Побутове приміщення	2,52
86	Санвузол	13,06
87	Тренажерний зал	17,64
88	Коридор	4,82
89	Хол та сходова клітка	43,40
90	Побутова кімната	2,14
91	Кухня-їдальня	40,77
92	Коридор	18,78
93	Санвузол	7,10
94	Санвузол	2,94

Техніко-економічні показники будинку:

Площа забудови : Пз = 1232,28 м².

Житлова площа: Пж = 3759,88 м².

Загальна площа квартир Пк = 8289,28 м².

Будівельний об'єм – 40665,24 м³,

в т.ч. підземної частини – 2920,5 м³.

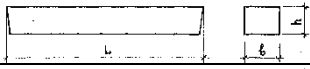
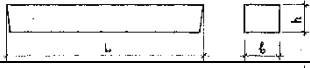
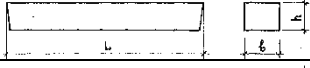
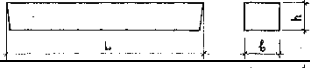

4.1.4 Конструктивне рішення

Зовнішні стіни будівлі виконують роль захисної та огорожувальної конструкції, яка слугує бар'єром від впливів навколишнього середовища, внутрішні стіни розділяють приміщення одне від одного.

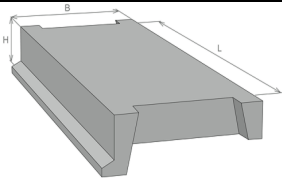
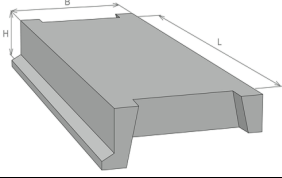
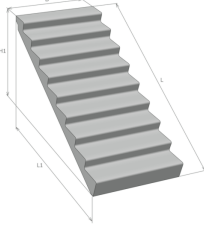
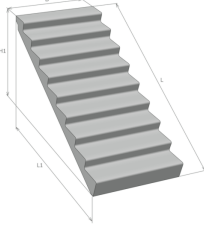
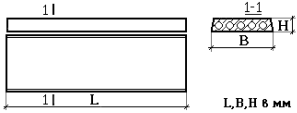
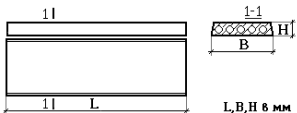
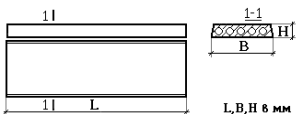
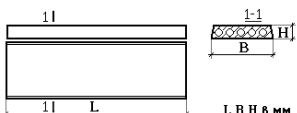
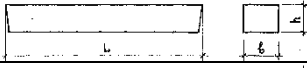
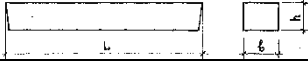
Запроєктовано виконання стін і перегородок з цегли звичайної, при будівництві використовується ручна кладка з горизонтальною і вертикальною перев'язкою швів. Зовнішні стіни утеплені мінераловатними плитами, товщиною 150 мм. Товщина кладки несучих стін 510 мм та 380 мм, а товщина перегородок – 120 мм.

Перекрыття – це конструкція, яка повинна бути жорсткою, довговічною, максимально міцною та вогнестійкою, у зв'язку з тим, що воно виконує функцію розділення приміщень у вертикальній площині. Перекрыття у запроєктованому будинку складається зі збірних багатопустотних плит, товщиною 220 мм з монолітними ділянками. Плити обпираються на несучі цегляні стіни на 120 мм, згідно з вказівками норм. Специфікація на плити перекрыття наведена у таблиці 4.6. Над вікнами та дверима даного комплексу розташовуються збірні залізобетонні перемички. Специфікація цих елементів наведена у таблиці 4.6. Також у табл. 4.6 наведена специфікація елементів збірних залізобетонних сходів.

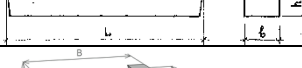
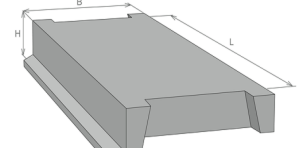
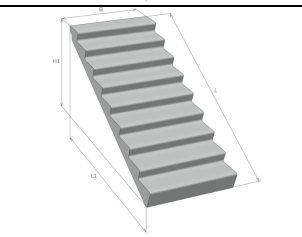



Таблиця 4.6 – Специфікація збірних залізобетонних виробів та монолітних ділянок

Найменування	LxVxH	Ескіз	Маса т	Витрати бетону, м ³	Кіл. шт.	Примітки
1	2	3	4	5	6	7
Типовий (1-7) поверх						
ЗПБ-13-37-П	1290x120x220		0,085	0,034	532	
ЗПБ-16-37-П	1550x120x220		0,102	0,0408	336	
ЗПБ-18-37-П	1810x120x220		0,119	0,0476	1022	
ЗПБ-20-37-П	2070x120x220		0,136	0,0544	56	
ЗПБ-26-37-П	2590x120x220		0,171	0,0684	168	

Продовження таблиці 4.6

1	2	3	4	5	6	7
ЛПФ 28-14	2800x1400x320		1,19	0,476	14	
2ЛП 22.11-4к	2200x1050x320		0,7	0,28	-	
ЛМ 33-14	3300x1370x1650		2,69	1,076	28	
ЛМ 25.11-4к	2520x1050x1650		1,57	0,628	-	
ПК 60-15-8	5980x1490x220		2,8	1,12	574	
ПК 60-12-8	5980x1190x220		2,15	0,86	91	
ПК 48-15-8	4780x1490x220		2,25	0,9	21	
ПК 48-12-8	4780x1190x220		1,75	0,7	7	
Монолітні ділянки	176,65x0.14x7		432,8	173,11		
8,9 поверх						
ЗПБ-13-37-П	1290x120x220		0,085	0,034	72	
ЗПБ-16-37-П	1550x120x220		0,102	0,0408	74	

Продовження таблиці 4.6

1	2	3	4	5	6	7
ЗПБ-18-37-П	1810x120x220		0,119	0,0476	276	
ЗПБ-20-37-П	2070x120x220		0,136	0,0544	24	
ЗПБ-26-37-П	2590x120x220		0,171	0,0684	-	
ЛПФ 28-14	2800x1400x320		1,19	0,476	2	
2ЛП 22.11-4к	2200x1050x320		0,7	0,28	10	
ЛМ 33-14	3300x1370x1650		2,69	1,076	4	
ЛМ 25.11-4к	2520x1050x1650		1,57	0,628	20	
ПК 60-15-8	5980x1490x220		2,8	1,12	146	
ПК 60-12-8	5980x1190x220		2,15	0,86	14	
ПК 48-15-8	4780x1490x220		2,25	0,9	6	
ПК 48-12-8	780x1190x220		1,75	0,7	2	
Монолітні ділянки	188,61x0.14x2		132	52,8		
Горищний поверх						
ЗПБ-18-37-П	1810x120x220		0,119	0,0476	28	

Покрівля скатна з металочерепиці по дерев'яних кроквах забезпечена водостоками та створені умови, що попереджують утворення бурульок. Структурними елементами покрівлі є лата, прижимна рейка, гідробар'єр, утеплювач Rockmin, паробар'єр та гіпсокартонні листи ГКЛЮ. Дах містить металеві огорожувальні конструкції висотою 600 мм. При проектуванні будинку було враховано місцеві кліматичні та інженерно-геологічні умови.

Вікна – елементи, що забезпечують потрапляння природного світла до приміщень, а також виконують вентиляційну функцію та частково функцію захисту від впливів навколишнього середовища.

Двері – конструкція, що виконує захисну функцію. Вхідні двері під'їзду, квартир та двері всередині квартир різняться за матеріалом та призначенням.

Дані про параметри вікон та дверей зведені до таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 Специфікація вікон та дверей

Умовне позначення	Ескізне зображення	Розмір, мм		Кількість елем.
		В	Н	
В-1	Індивідуальне замовлення	610	1600	8
В-2	Індивідуальне замовлення	660	1600	24
В-3	Індивідуальне замовлення	920	1600	40
В-4	Індивідуальне замовлення	1200	1500	62
В-5	Індивідуальне замовлення	1210	1500	20
В-6	Індивідуальне замовлення	1420	1800	48
В-7	Індивідуальне замовлення	1570	1800	24
В-8	Індивідуальне замовлення	1810	1800	4
В-9	Індивідуальне замовлення	2710	1800	8
Д-1	Індивідуальне замовлення	710	2100	2
Д-2	Індивідуальне замовлення	810	2100	4
Д-3	Індивідуальне замовлення	910	2100	84
Д-4	Індивідуальне замовлення	920	2100	46
Д-5	Індивідуальне замовлення	1010	2100	20
Д-6	Індивідуальне замовлення	1200	2100	24
Д-7	Індивідуальне замовлення	1310	2100	8
Д-8	Індивідуальне замовлення	2340	2100	16

Експлікація підлог наведена в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Експлікація підлог

Найменування приміщення	Тип підлоги	Схема підлоги	Дані елементів підлоги	Площа
Тераси, балкони	1		<ol style="list-style-type: none"> 1. Керамічна плитка 15 мм 2. Клей для плитки 10 мм 3. Бетонна стяжка 4. Геоволокно 5. Пінополістирол 6. Бітумна ізоляція 7. Вирівнююча стяжка 8. Керамзитбетон з ухилом 9. З/б перекриття круглопустотне 220 мм 	286,45
Житлові приміщення	2		<ol style="list-style-type: none"> 1. Паркетна дошка 15 мм 2. Цементна стяжка 50 мм 3. Звукоізоляція 4. Плита перекриття 220 мм 	6107,05
Побутові приміщення	3		<ol style="list-style-type: none"> 1. Керамічна плитка на цементно-піщаному розчині 15 мм 2. Підстилаючий шар з бетону 7,5-20 мм 3. Стяжка з бетону 12,5-40 мм 4. Гідроізоляція 5 мм 5. Утеплювач 150 мм 6. Збірне з/б перекриття 220 мм 	107,99
Санвузли	4		<ol style="list-style-type: none"> 1. Цементна плитка 15 мм 2. Стяжка цементна 3. Гідроізоляційна плівка 4. Звукоізоляція 5. Плита перекриття 220 мм 	254,71

4.1.5 Зовнішнє і внутрішнє оздоблення

Зовнішнє оздоблення виконане декоративною штукатуркою, стіни виконуються ложковою кладкою з перев'язкою на пів цеглини. Покрівля виконана металочерепицею. Вікна та балконні двері виконані ПВХ системою, що на сьогоднішній день є однією з найбільш різноманітних та технологічних.

Цоколь будинку штукатуриться декоративною штукатуркою з «короїдною» фактурою.

Дверні коробки і полотна дверей, металеві вироби і деталі – покриття емаллю за два рази.

Покрівля козирків верхнього поверху – металочерепицею "RANILLA".

Водозливи вікон, парапети козирків входів – оцинкована покрівельна сталь.

Внутрішнє оздоблення забезпечується оштукатуренням, шпаклюванням, фарбуванням, обкладанням плиткою та вистеленням паркетної дошки. В даному комплексі усі стіни та перегородки обробляються мокрою штукатуркою, а також важливим є клейове фарбування. У санвузлах та ванних кімнатах використовується керамічна плитка як і для підлог, так і для стін. Стеля, що являє собою залізобетонну плиту насамперед шпаклюється, а в подальшому білиться. В деяких житлових кімнатах за особистим побажанням власників та за окремою домовленістю, планується підвісна стеля. Для стін підвалу застосовується затирання, можлива штукатурка. Для стелі застосовують побілку вапном. Обов'язковим має бути подвійне покриття емаллю, при наявності, металевих вікон та дверей.

Поверхні стін сходових кліток штукатуряться з подальшим фарбуванням. Сходові площадки проектується з покриттям керамічною плиткою. Сходові марші – з гладкими бетонними поверхнями.

Оздоблення стін та влаштування чистих підлог буде виконуватись згідно побажання власника квартири за окремою домовленістю.

Стіни підвалу – затирання, місцями – штукатурка, побілка вапном.

Стелі сходових кліток, вентиляційної – затирання, фарбування клейовим розчином.

4.1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Метою теплотехнічного розрахунку є визначення енергоефективності огорожувальної конструкції – зовнішньої стіни.

Нормативний термічний опір зовнішньої стіни $R_0 = 4,0 \text{ м}^2 \text{ C/Вт}$ [59].

Будова зовнішніх стін:

1 шар – штукатурка (цементно-піщана): $\lambda_1 = 0,81 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$; $\delta_1 = 0,02 \text{ м}$;

2 шар - цегла глиняна звичайна на цементному розчині: $\lambda_2 = 0,76 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$;
 $\delta_2 = 0,51 \text{ м}$;

3 шар - утеплювач (плити мінераловатні): $\lambda_5 = 0,048 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$;

4 шар – розчин складний (пісок, вапно, цемент): $\lambda_6 = 0,87 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$; $\delta_6 = 0,02 \text{ м}$.

При цьому опір теплосприймання $R_e = 0.115 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{вт}}$.

Опір тепловіддачі $R_s = 0.043 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{вт}}$.

Повний фактичний термічний опір огорідження підраховується за формулою

$$R^{заг} = R_{зовн} + R_{констр} + R_{вн}, \quad (4.2)$$

Розраховуємо необхідний термічний опір утеплювача, щоб визначити товщину утеплювача

$$\delta_y = R_y * \lambda_y \quad (4.3)$$

$$R_y = R_0 - (R_B + R_1 + R_2 + R_4 + R_3), \quad (4.4)$$

$$R_y = 4,0 - (0,115 + 0,025 + 0,67 + \delta_1 / 0,048 + 0,023 + 0,043) \text{ м}^2 \cdot \text{°C/ Вт}$$

$\delta_{yt} = 0,15 \text{ м}$. Приймаємо $\delta_{yt} = 15 \text{ см}$. Виконуємо перевірку термічного опору зовнішньої стіни:

$$R_{\phi} = 0,115 + 0,025 + 0,67 + 3,125 + 0,023 + 0,043 = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; R_{\phi} = R_0.$$

4.1.7 Опалення і вентиляція

Вентиляція в будинку природня, також приміщення оснащено внутрішньою системою вентиляції. Крім того вентиляція відбувається за рахунок віконних прорізів та вентиляційними каналами. Повітропроводом слугує шахта з вогнестійкої цегли, яка проходить через всі поверхи.

В житловому будинку проєктом передбачене поквартирне опалення від двохконтурних газових котлів «IMMERGAS» моделі Eolo Mini 24 Kw з

герметичною камерою згорання в колективний керамічний канал, що встановлюється в приміщеннях кухонь. Системи опалення передбачені двохтрубні з нижнім розведенням магістралей із сталевих водогазопровідних труб Ø15-25 мм.

Нагрівальні прилади – чавунні радіатори МС – 140 М 1 по ГОСТ 8691 – 91. Регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів здійснюється радіаторними терморегуляторами з ручним регулюванням Р163 Ø15 мм.

Для пом'якшення підживлювальної води в системах опалення передбачається установка фільтруючих елементів з іонообмінним гранулатом «Diaion». Випуск води із систем – через трійники з гнучкими шлангами в каналізацію.

4.1.8 Водопостачання і каналізація

Будинок забезпечений системами холодного та гарячого водопостачання, каналізації, водостоками та внутрішнім протипожежним приводом.

Гаряче водопостачання здійснюється від газових 2-х контурних поквартирних котлів «IMMERGAS» моделі Eolo Mini 24 Kw (турбо), що встановлюються в приміщеннях кухонь. Розрахункова температура гарячої води - 55°C.

Внутрішні мережі холодного і гарячого водопостачання (вище відм. 0.000) прийняті із пластмасових труб Ø16 і Ø 32 мм фірми «Rehau» (Німеччина) з захованим прокладанням в будівельних конструкціях в ізоляції «Термофлекс» , $\delta=5\text{мм}$; (нижче відм. 0.000) – із сталевих водогазопровідних оцинкованих труб Ø15 - Ø80 мм по ГОСТ 3262 – 75 * в ізоляції «Термофлекс» , $\delta=0.7\text{мм}$.

Квартири забезпечені індивідуальними лічильниками споживання. В будинку спроектована централізована система каналізації із пластмасових труб. Стояки каналізаційної мережі виготовлені з поліпропіленових труб.

4.1.9 Електропостачання

Електропостачання забезпечується від загальної електромережі. В кожній квартирі запроєктовано встановлення квартирної щитка. Передбачені такі електричні мережі: групові мережі у квартирах, розподільчі мережі, освітлення першого поверху, машинного відділення ліфту, мережі евакуаційного освітлення. Забезпечено аварійне, експлуатаційне та ремонтне освітлення приміщень.

4.1.10 Протипожежні заходи

Запроєктована будівля за ступенем вогнестійкості відноситься до II ступеня. Для протипожежної безпеки використовуються негорючі матеріали, конструкції, які за характеристиками знаходяться в межі вогнестійкості. Будівля забезпечена запасними евакуаційними виходами. На території комплексу передбачено вільний доступ для проїзду пожежних машин до будинку. В самому ж будинку запроєктовано наскрізні проходи.

На перепадах покрівлі передбачено влаштування металевих драбин.

В усіх технічних приміщеннях (венткамерах, насосних, електрощитових, станції пожежогасіння), коморах і підсобних приміщеннях передбачені протипожежні двері типу II.

Протипожежні і протиударні двері передбачені і при входах в квартири. Кожна квартира забезпечується вогнегасником.

Конструктивні елементи будівель забезпечують необхідний термін вогнестійкості і розповсюдження вогню по них. Мінімальна границя вогнестійкості і максимальна границя поширення вогню по конструкціях приймаються за табл. 4 [62] і повинні відповідати для несучих стін і сходових клітин – REI 150 МО, зовнішніх ненесучих стін - E 30 МО, внутрішніх ненесучих стін (перегородок) - EI 30 МО, сходових площадок і маршів - R 60 МО, перекриттів міжповерхових (в т. числі горищних і над підвалом) - REI 60 МО; протипожежні двері з межею вогнестійкості 36 хвилин.

Для оздоблення приміщень горючі матеріали не застосовані. Утеплювач горища прийнятий з неспалимого матеріалу.

Для забезпечення пожежної безпеки проєктом передбачається:

- відкривання всіх дверей будинку назовні на шляху евакуації;
- із сходових кліток вихід на горище;
- ширина зовнішніх дверей сходових кліток не менше ширини маршу.

4.2 Розрахунок та конструювання фундаментів

4.2.1 Підготовка даних для проєктування

Земельна ділянка під будівництво житлової будівлі розташована у с. Чайка Києво-Святошинського району міста Київ. Рельєф ділянки спокійний.

Інженерно-геологічна будова майданчику показана на розрізі рисунку 4.1.

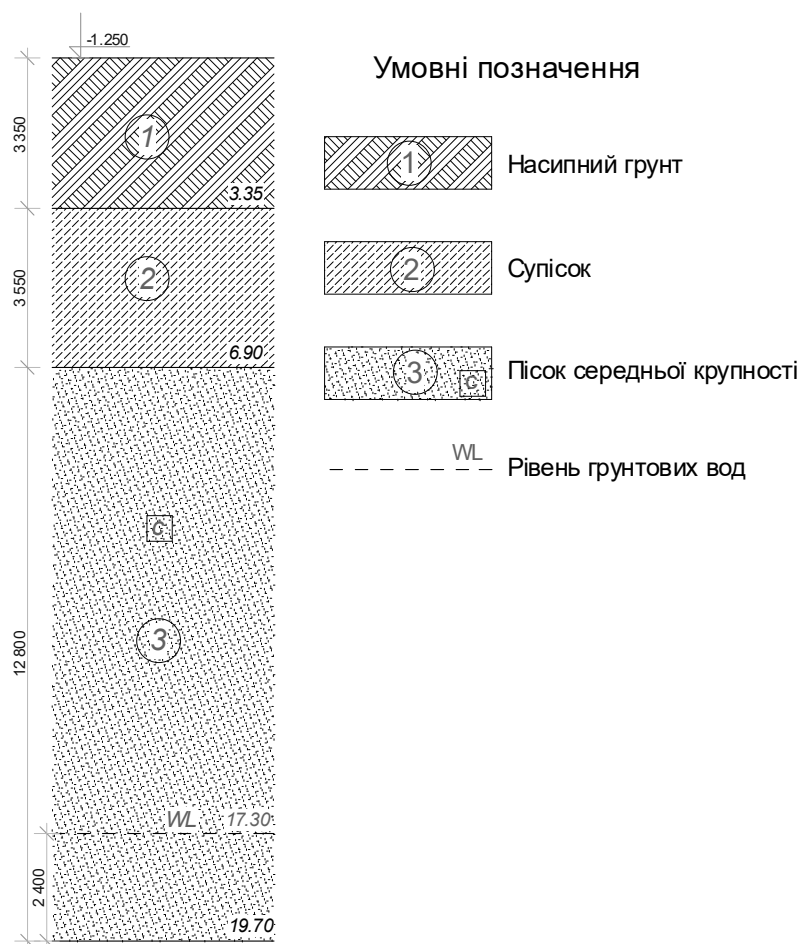


Рисунок 4.1 – Інженерно-геологічний розріз будівельного майданчику

Ґрунтові води залягають на глибині 17,30 м.

У таблиці 4.9 представлені фізико-механічні характеристики ґрунтів.

Таблиця 4.9 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Вид ґрунту	γ , кН/м ³	γ_s , кН/м ³	W	W _L	W _P	I _P	I _L	e	Sr	C, кПа	ϕ , °	E, МПа	R ₀ , кПа
1. Насипний ґрунт	17,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Супісок вологий, пластичний	18,7	27	0.21	0.23	0.18	0.05	0.6	0,75	0.76	$\frac{12}{8}$	$\frac{21}{18}$	10	190
3. Пісок середньої крупності, середньої щільності, маловологий	17,6	26,5	0,018	-	-	-	-	0,577	0,22	$\frac{1}{0}$	$\frac{37}{34}$	35	450
Рівень ґрунтових вод – 17,9 м.													

4.2.2 Визначення навантажень на фундамент під середню поперечну стіну

Розрахунок виконуємо для фундаменту під середню стіну по осі Е. Навантаження збираємо в рівні його обрізу (в рівні підлоги підвалу). Визначення навантаження виконане в табличній формі (табл. 4.10)

Таблиця 4.10 – Визначення навантажень на фундамент середньої поперечної стіни

Вид навантаження	Величина характеристичного навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності за навантаженням		Величини розрахункових навантажень, кН/м ²	
		γ_{fe}	γ_{fm}	Експлуатаційних	Граничних
1	2	3	4	5	6
1. Постійні навантаження					
Вага покриття					
Металочерепиця «Арсенал»	0,05	1,0	1,05	0,05	0,0525
Лати 50x50, $\rho_d = 5 \text{кН} / \text{м}^3$	0,15	1,0	1,1	0,15	0,165
Прижимна рейка 30x30	0,045	1,0	1,1	0,045	0,0495
Поліетиленова плівка	0,05	1,0	1,3	0,05	0,065
Кроква	0,36	1,0	1,1	0,36	0,396
Утелювач «Rockmin», 120 мм $\rho_{ym} = 0,38 \text{кН} / \text{м}^3$	0,00456	1,0	1,3	0,00456	0,00593
Поліетиленова плівка (гідробар'єр), 5 мм	0,05	1,0	1,3	0,05	0,065
Розріджена підшивка з дошок, 25 мм	0,125	1,0	1,1	0,125	0,1375
Гіпсокартонні листи ГКПО, 12,5 мм	0,10	1	1,3	0,10	0,13
Всього				0,935	1,066
Всього з $A_{\text{вант.}} = 6,0 \text{ м}^2$, кН/м				5,607	6,843
Вага перекриття					
Паркет	0,12	1,0	1,3	0,12	0,156
Цементно-піщана стяжка, 50 мм	0,90	1,0	1,3	0,90	1,17
Шар пергаміну	0,05	1,0	1,3	0,05	0,065

Продовження таблиці 4.10

1	2	3	4	5	6
Звукоізоляція, мінвата	0,02	1,0	1,3	0,02	0,026
Збірне з/б перекриття з багатопустотних плит, 220мм	3	1,0	1,1	3	3,3
Всього				4,09	4,717
Всього з $A_{\text{вант.}} = 6,0 \text{ м}^2$ на 10 перекриттів, кН/м				245,40	283,02
Вага стін					
Стіна: $(0,51 \times 18 \times 3,3) \times 6_{\text{пов.}}$	181,764	1,0	1,1	181,764	199,94
Стіна: $(0,38 \times 18 \times 3,3) \times 3_{\text{пов.}}$	67,716	1,0	1,1	67,716	74,488
Фундаментні блоки: $(0,5 \times 24 \times 2,7)$	37,5	1,0	1,1	37,5	41,25
Всього, кН/м				286,98	315,678
Всього по постійних навантаженнях				537,99	605,54
2. Тимчасові навантаження					
Навантаження від перегородок					
Перегородки	2,0	1,0	1,1	2,0	2,2
Всього з $A_{\text{вант.}} = 6,0 \text{ м}^2$ на 9 поверхів, кН/м				106,0	118,6
Корисне навантаження на перекриття					
Корисне	1,5	1,0	1,3	1,5	1,95
Всього з $A_{\text{вант.}} = 6,0 \text{ м}^2$ на 9 поверхів, кН/м				81,00	105,3
Снігове навантаження					
Сніг	1,55	0,49	1,14	0,76	1,77
Всього з $A_{\text{вант.}} = 6,0 \text{ м}^2$				4,56	10,62
Всього по тимчасових навантаженнях				191,56	234,52

Найбільш несприятливим сполученням навантажень для фундаменту внутрішньої стіни буде їх сума з урахуванням коефіцієнтів сполучень.

Враховуючи також коефіцієнт надійності за призначенням (γ_n) [61]:

$$N_e = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \sum N_i^{\text{зм.корот.}} + 0,95 \sum N_i^{\text{зм.трив.}}) \gamma_n = (537,99 + 0,95 \times 191,56) \times 0,95 = 684,0 \text{ (кН)};$$

$$N_m = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \sum N_i^{\text{зм.корот.}} + 0,95 \sum N_i^{\text{зм.трив.}}) \gamma_n = (605,54 + 0,95 \times 234,52) \times 1,1 = 911,2 \text{ (кН)}.$$

Вітрове навантаження

Згідно з [58] висоту будівлі розбиваємо на ділянки. У межах кожної вважаємо вітрове навантаження рівномірно розподіленим по площі. Результируюча зосереджена сила для кожної ділянки:

$$Q_{B1} = \omega_o \cdot k_1 \cdot c \cdot A_{B1}, \text{кН};$$

$$Q_{B2} = \omega_o \cdot k_2 \cdot c \cdot A_{B2}, \text{кН};$$

$$Q_{B3} = \omega_o \cdot k_3 \cdot c \cdot A_{B3}, \text{кН};$$

$$Q_{B4} = \omega_o \cdot k_4 \cdot c \cdot A_{B4}, \text{кН}.$$

де, ω_o – нормативне значення тиску вітру, яке приймається для заданого району відповідно до [58].

Для м. Київ – $\omega_o = 0.37 \text{кН} / \text{м}^2$.

k_1, k_2, k_3, k_4 – коефіцієнти, які враховують зміну тиску вітру в залежності від висоти над поверхнею землі і типу місцевості, [58]:

$$k_1 = 0,2; k_2 = 0,3; k_3 = 0,52; k_4 = 0,71.$$

c – аеродинамічний коефіцієнт, який приймається відповідно до [58];

$A_{B1}, A_{B2}, A_{B3}, A_{B4}$ – вертикальні вантажні площі, м^2 :

$$A_{B1} = A_{B2} = 5 \text{м}^2;$$

$$A_{B3} = 10 \text{м}^2;$$

$$A_{B4} = 7,4 \text{м}^2;$$

$$Q_{B1} = 1,4 \cdot 0,37 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 5 = 0,52 \text{ (кН)};$$

$$Q_{B2} = 1,4 \cdot 0,37 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 5 = 0,78 \text{ (кН)};$$

$$Q_{B3} = 1,4 \cdot 0,37 \cdot 1 \cdot 0,52 \cdot 10 = 2,69 \text{ (кН)};$$

$$Q_{B4} = 1,4 \cdot 0,37 \cdot 1 \cdot 0,71 \cdot 7,4 = 3,82 \text{ (кН)}.$$

Визначаємо моменти від кожної складової навантаження відносно центра ваги підосви фундаменту (у припущенні, що стіна – консольна балка, яка жорстоко защемлена у ґрунті):

$$M_{Bi} = Q_{Bi} \cdot h_i, [\text{кН}\cdot\text{м}].$$

де h_1, h_2, h_3, h_4 – плечі сил $Q_{B1}, Q_{B2}, Q_{B3}, Q_{B4}$ відносно підшви фундаменту:

$$h_1 = 2.0 + 5/2 = 4,5 \text{ (м)};$$

$$h_2 = 2.0 + 7.5 = 9,5 \text{ (м)};$$

$$h_3 = 2.0 + 15 = 17,0 \text{ (м)};$$

$$h_4 = 2.0 + 20 + 10.4/2 = 27,2 \text{ (м)};$$

$$M_{B1} = 0,52 \cdot 4,5 = 2,34 \text{ (кН}\cdot\text{м)};$$

$$M_{B2} = 0,78 \cdot 9,5 = 7,41 \text{ (кН}\cdot\text{м)};$$

$$M_{B3} = 2,69 \cdot 17,0 = 45,73 \text{ (кН}\cdot\text{м)};$$

$$M_{B4} = 3,82 \cdot 27,2 = 103,90 \text{ (кН}\cdot\text{м)}.$$

Визначаємо сумарний момент від вітрового навантаження:

$$M_B = M_{B1} + M_{B2} + M_{B3} + M_{B4} = 2,34 + 7,41 + 45,73 + 103,90 = 159,4 \text{ (кН}\cdot\text{м)}.$$

Знаходимо момент M_x на внутрішню несучу стіну по осі E:

$$M_x = \frac{M_B}{n} = 159,4/8 = 19,9 \text{ (кНм)},$$

де n – кількість несучих стін в напрямку дії навантаження від вітру.

4.2.3 Розрахунок фундаменту у варіанті з забивних призматичних паль

Приймаємо забивні призматичні палі С12-30 із спіранням на ІГЕ №3 – пісок середньої крупності. Положення паль у ґрунті показане на рисунку 4.2.

Несучу здатність палі визначаємо за формулою [1]:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i), \quad (4.5)$$

де $\gamma_c = 1$, $\gamma_{cR} = 1$, $\gamma_{cf} = 1$, [1, табл. Н.2.3];

$R = 4300$ кПа, [1, табл. Н.2.1];

$A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09$ м²;

$u = 4 \cdot 0,3 = 1,2$ м.

Для визначення розрахункового опору ґрунту по боковій поверхні палі розділимо ґрунтову товщу на шари товщиною не більше 2 м (рисунок 4.2). Обчислення виконуємо в таблиці 4.11.

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

насипний ґрунт, товщиною 3,3 м, $\gamma_I = 17,7 \text{ кН/м}^3$;

супісок, товщиною 3,55 м, $\gamma_I = 18,7 \text{ кН/м}^3$; $c_I = 8 \text{ (кПа)}$; $\varphi_I = 18^\circ$; $I_L = 0,6$;

пісок середньої крупності, середньої щільності $\gamma_I = 17,6 \text{ кН/м}^3$; $c_I = 0 \text{ (кПа)}$; $\varphi_I = 34^\circ$.

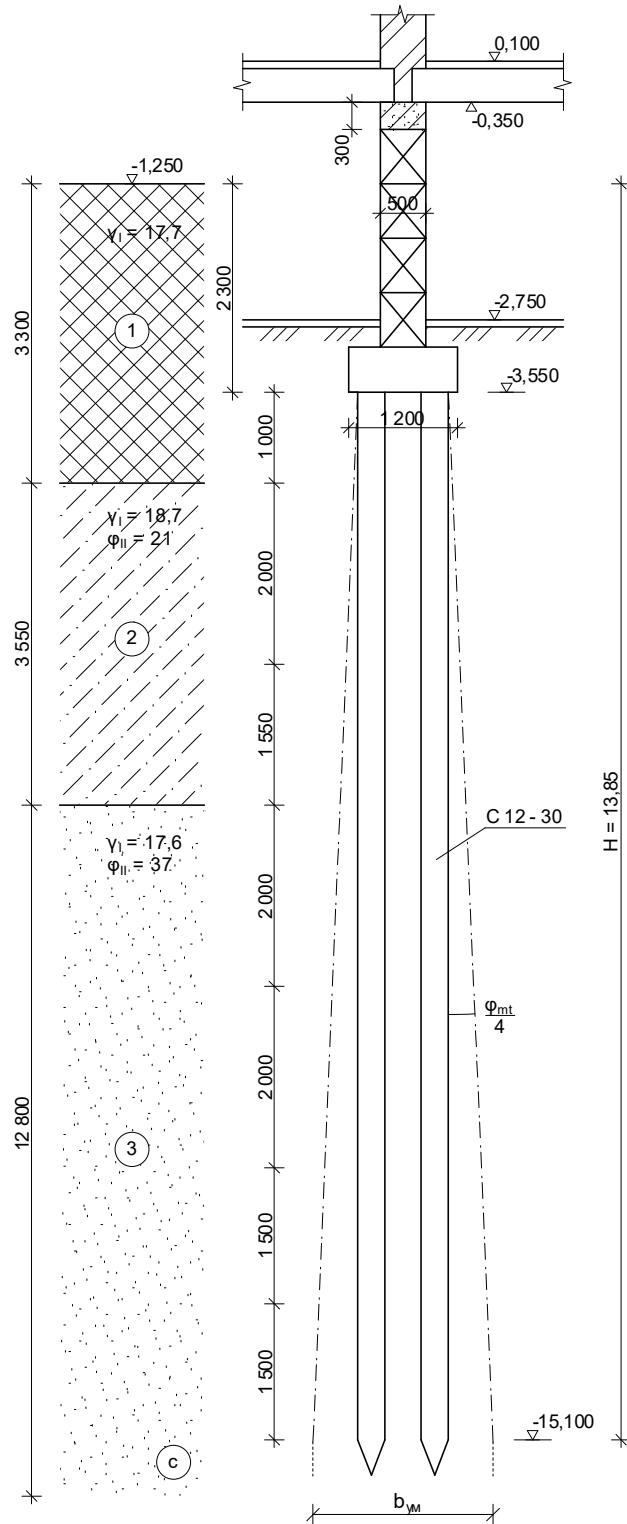


Рисунок 4.2 – Положення забивних висячих паль у ґрунті

Несуча здатність висячої забивної призматичної палі

$$F_{d1} = 1(1 \cdot 4300 \cdot 0,30^2 + 1,2 \cdot 515,9) = 1006,1 \text{ (кН)}.$$

$$F_{d2} = 1(1 \cdot 4300 \cdot 0,30^2 + 1,2 \cdot 451,0) = 928,2 \text{ (кН)}.$$

Таблиця 4.11 – Визначення несучої здатності палі по боковій поверхні

H_i , м	h_i , м	Показник текучості	f_{li} , кПа (за табл. Н.2.2)	$\gamma_{cf} \cdot f_{li} \cdot h_i$, кН/м	$\sigma_{zg,i}$, кПа	v_i	φ_l , °	c_i , кПа	f_{2i} , кПа (за формулою (Н.2.2))	$\gamma \cdot \gamma_{cf} \cdot f_{2i} \cdot h_i$, кН/м
4,3	2,0	0,6	16	32	77,11	0,3	18	8	18,74	37,5
6,075	1,55	0,6	18	27,9	110,3	0,3	18	8	23,4	36,3
7,85	2,0	Пісок середньої крупності	61	122	142,4	0,3	34	0	41,2	82,4
9,85	2,0	Пісок середньої крупності	65	130	177,6	0,3	34	0	51,3	102,6
11,6	1,5	Пісок сер. крупності	66	99,0	208,4	0,3	34	0	60,2	90,3
13,1	1,5	Пісок сер. крупності	70	105	234,8	0,3	34	0	67,9	101,85

$$\Sigma = 515,9$$

$$\Sigma = 451,0$$

Розрахункове навантаження на палю

$$N = 928,2 / 1,4 = 663,0 \text{ (кН)}.$$

Потрібна кількість палей на 1 п.м

$$n = N_m / N = 911,2 \cdot 1,1 / 663,0 = 1,51 \text{ (шт.)}$$

Оскільки у нас стрічковий фундамент, то перейдемо до відстані між палями:

$$l = 1 / n = 1 / 1,51 = 0,66 \text{ (м)}.$$

Приймаємо крок палей 0,6 м. Розташовуємо палі в два ряди в шахматному порядку. Ширина розвертки 1,2 м з урахуванням звисів по 0,1 м.

Розміщення палей у плані показане на рисунку 4.3.

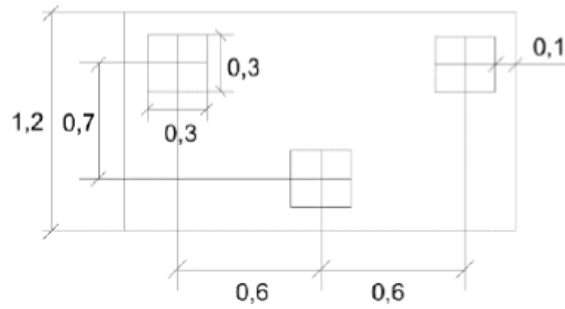


Рисунок 4.3 – Розміщення паль в плані у ростверку

Виконаємо перевірку навантаження на палю з урахуванням фактичної ваги ростверку і паль на довжині 1,2 м.

$$\text{Вага палі } G_{\text{паль}} = 0,3^2 \cdot 11,5 \cdot 25,0 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 31,3 (\text{кН}).$$

Вага ростверку з ґрунтом на його уступах

$$G_p = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 33,5 (\text{кН}).$$

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю

$$N = \frac{N^d + G_p + G_{\text{паль}}}{n} + \frac{M_{xy}}{\sum y_i^2} = \frac{911,2 \cdot 1,2 + 33,5 + 31,3 \cdot 2}{2} + \frac{19,9 \cdot 1,2 \cdot 0,35}{2 \cdot 0,35^2} = 594,8 + 34,1 = 628,9 (\text{кН}) < 663,0 \text{ кН}.$$

Отже, несуча здатність паль при обраному їх розташуванні забезпечена.

Зупиняємось на варіанті дворядного розміщення паль з відстанню між палями уздовж ряду (С12-30) $l = 0,6 \text{ м}$.

Розрахунок осідання пального фундаменту

Для розрахунку осідання використовуємо розрахункове експлуатаційне навантаження. Згідно з п. 4.22 $N_e = 684,0 \text{ кН/м}$.

Розрахунок осідання виконуємо як для умовного фундаменту мілкого закладання, розміри якого показані на рисунку 4.2.

Визначимо розміри умовного фундаменту

$$\varphi_{\text{мт}} = \frac{21 \cdot 4,55 + 37 \cdot 7,0}{4,55 + 7,0} = 30^\circ;$$

$$b_{\text{ум.}} = 1,0 + 11,55 \cdot 2 \cdot \text{tg}(30/4)^\circ = 4,0 (\text{м}).$$

Об'єми, необхідні для розрахунку осідання

$$V_{\text{ум.}} = l_{\text{ум.}} \cdot b_{\text{ум.}} \cdot d_{\text{ум.}} = 1,0 \cdot 4,0 \cdot 12,35 = 49,4 \text{ (м}^3\text{)}.$$

$$V_{\text{р}} + V_{\text{гр.}} = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,96 \text{ (м}^3\text{)};$$

$$V_{\text{паль}} = 0,3^2 \cdot 11,55 \cdot 1,0 / 0,6 = 1,73 \text{ (м}^3\text{)}.$$

$$V_{\text{гр.}} = 49,4 - 0,96 - 1,73 = 46,7 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Вага ростверку і паль

$$G_{\text{р}} + G_{\text{гр.}} = 0,96 \cdot 24 = 23,0 \text{ (кН)}; \quad G_{\text{паль}} = 1,73 \cdot 25 = 43,3 \text{ (кН)}.$$

Осереднене значення питомої ваги ґрунту в об'ємі умовного фундаменту

$$\gamma_{\text{м}} = \frac{1,8 \cdot 17,7 + 3,55 \cdot 18,7 + 7,0 \cdot 17,6}{12,35} = 17,9 \text{ (кН / м}^3\text{)}.$$

Вага ґрунту в об'ємі умовного фундаменту

$$G_{\text{гр.}} = 46,7 \cdot 17,9 = 837,4 \text{ (кН)}.$$

Тиск по підшві умовного фундаменту

$$p = \frac{N + G_{\text{р+рп}} + G_{\text{гр.}} + G_{\text{паль}}}{A_{\text{ум.}}} = \frac{684,0 + 23,0 + 837,4 + 43,3}{1,0 \cdot 4,0} = 396,9 \text{ (кПа)}.$$

Розрахунковий опір ґрунту основи умовного фундаменту

$$R = \frac{1,4 \cdot 1,4}{1,1} (1,95 \cdot 1,0 \cdot 4,0 \cdot 17,6 + 8,81 \cdot 12,35 \cdot 17,9 + (8,81 - 1) \cdot 1,5 \cdot 17,9 + 10,37 \cdot 1) = 4107 \text{ (кПа)}.$$

$$p = 396,9 \text{ кПа} < R = 4107 \text{ кПа}.$$

Осідання умовного фундаменту знаходимо методом пошарового підсумовування.

Розбиваємо ґрунтову товщу на шари $0,2b_{\text{ум.}} = 0,8 \text{ м}$. Фундамент стрічковий з співвідношенням сторін підшви $\eta \geq 10$.

Вихідні дані для побудови епюр

$$\sigma_{\text{zg},0} = 18,0 \cdot 0,8 = 14,4 \text{ (кПа)}.$$

$$\sigma_{\text{zg},0'} = 17,7 \cdot 2,3 = 40,7 \text{ (кПа)}.$$

При $b_{\text{ум.}} = 4,0 \text{ м} < 5 \text{ м}$, нижня межа стисливої товщі знаходиться при

$$\sigma_{\text{zp},i} < 0,2\sigma_{\text{zg},i}.$$

Оскільки глибина котловану $d_{\text{ум.}} = 2,3 \text{ м} < 5 \text{ м}$, то

$$s = \beta \sum \frac{(\sigma_{\text{zp},i} - \sigma_{\text{zy},i})h_i}{E_i}. \quad (4.6)$$

Осідання умовного фундаменту $S = 4,55 \text{ см} < s_{\text{u}} = 12 \text{ см}$.

Таблиця 4.12 – Розрахунок осідання пального фундаменту

b = 4,00		l = 40 (для ленточного ввєсти 10*b)						S = 0,04550					
bk = 30		lk = 48 (для ленточного ввєсти 10*b)											
		p = 396,9		σ _γ = 40,70		σ _z 0 = 14,40							
Z	γ	2Z/by	α	σ _{zp}	σ _{zg}	2Z/bk	α _k	σ _γ	σ _{zp} (cp)	σ _γ (cp)	E	h	S
0		0	1	396,9	14,4	0	1	40,7					
0,8	17,7	0,4	0,9773	387,88382	28,56	0,0533	0,999927	40,697	392,39	40,699	35000	0,8	0,006431
1,60	17,7	0,8	0,881	349,65662	42,72	0,1067	0,999419	40,676	368,77	40,687	35000	0,8	0,005999
2,40	17,7	1,2	0,7553	299,77697	56,88	0,16	0,998069	40,621	324,72	40,649	35000	0,8	0,005194
3,20	17,7	1,6	0,6416	254,63134	71,04	0,2133	0,995521	40,518	277,2	40,57	35000	0,8	0,004327
4	17,7	2	0,5495	218,08046	85,2	0,2667	0,991486	40,353	236,36	40,436	35000	0,8	0,003583
4,80	17,7	2,4	0,4768	189,2232	99,36	0,32	0,985759	40,12	203,65	40,237	35000	0,8	0,002988
5,6	17,7	2,8	0,4191	166,34116	113,52	0,3733	0,978215	39,813	177,78	39,967	35000	0,8	0,00252
6,40	17,7	3,2	0,3727	147,94205	127,68	0,4267	0,96881	39,431	157,14	39,622	35000	0,8	0,002149
7,20	17,7	3,6	0,3349	132,90323	141,84	0,48	0,957571	38,973	140,42	39,202	35000	0,8	0,001851
8,00	17,7	4	0,3034	120,41088	156	0,5333	0,944585	38,445	126,66	38,709	35000	0,8	0,001608
8,80	17,7	4,4	0,2768	109,87729	170,16	0,5867	0,929984	37,85	115,14	38,147	35000	0,8	0,001408
9,60	17,7	4,8	0,2542	100,87448	184,32	0,64	0,913932	37,197	105,38	37,524	35000	0,8	0,001241
10,40	17,7	5,2	0,2345	93,086805	198,48	0,6933	0,896612	36,492	96,981	36,845	35000	0,8	0,0011
11,2	17,7	5,6	0,2174	86,278138	212,64	0,7467	0,878217	35,743	89,682	36,118	35000	0,8	0,000979
12,00	17,7	6	0,2022	80,269336	226,8	0,8	0,858941	34,959	83,274	35,351	35000	0,8	0,000876
12,80	17,7	6,4	0,1888	74,922609	240,96	0,8533	0,83897	34,146	77,596	34,552	35000	0,8	0,000787
13,60	17,7	6,8	0,1767	70,130581	255,12	0,9067	0,81848	33,312	72,527	33,729	35000	0,8	0,000709
14,40	17,7	7,2	0,1658	65,808525	269,28	0,96	0,797635	32,464	67,97	32,888	35000	0,8	0,000641
15,2	17,7	7,6	0,1559	61,88878	283,44	1,0133	0,77658	31,607	63,849	32,035	35000	0,8	0,000582
16	17,7	8	0,1469	58,316699	297,6	1,0667	0,755447	30,747	60,103	31,177	35000	0,8	0,000529

4.2.4 Розрахунок міцності тіла стрічкового ростверку фундаменту з забивних паль

Виконаємо розрахунок ростверку шириною 1200 мм, де палі розташовані у два ряди з кроком уздовж стіни 600 мм (див. рис. 4.3). Висота ростверку 0,5 м. Навантаження по обрізу ростверку 911,2 кН/п.м.

Визначення внутрішніх зусиль.

Стрічковий ростверк розглядається як балка на пружній основі (стіні), що знаходиться під дією зосереджених сил (реакцій паль). При багаторядному розташуванні паль ростверк у поперечному напрямку розраховується як балка на окремих опорах, що відповідають рядам паль.

Характеристики матеріалів [66, 67]:

Бетон класу C16/20: $\gamma_{cl} = 0,9$; $f_{cd} = 11,5$ МПа; $f_{ctd} = 0,867$ МПа; $f_{ck} = 15$ МПа; $\epsilon_{cu3,cd} = 0,58$ ‰; $\epsilon_{cu3,cd} = 3,23$ ‰; $E_{cm} = 27 \cdot 10^3$ МПа.

Арматура класу A400C: $f_{yd} = 363$ МПа; $f_{ywd} = 285$ МПа; $E_s = 210 \cdot 10^3$ МПа; $\epsilon_{ud} = 0,025$.

Арматура класу A240C: $f_{yd} = 228$ МПа; $f_{ywd} = 170$ МПа; $E_s = 210 \cdot 10^3$ МПа; $\epsilon_{ud} = 0,025$.

Кладка з бетонних блоків стін підвалу класу C12/15 на розчині марки 25: $R = 2,6$ МПа; $\alpha = 1500$.

Модуль пружності кладки з бетонних блоків $E_{bric} = 0,5 E_0 = 0,5 \cdot 7800 = 3900$ МПа ($E_0 = 2 \cdot \alpha \cdot R = 2 \cdot 1500 \cdot 2,6 = 7800$ МПа).

Розрахункові прольоти ростверку

$$l_p = 1,05(l-d) = 1,05(0,6-0,3) = 0,315 \text{ (м)}; \quad b_p = 1,05(0,7 - 0,3) = 0,42 \text{ (м)}.$$

1. Зусилля у ростверку у період будівництва (від свіжо укладених блоків висотою 0,6 м)

$$q_{bric} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 24 \cdot 1,1 = 7,92 \text{ (кН/п.м)};$$

$$M_{оп} = - 7,92 \cdot 0,315^2 / 12 = - 0,065 \text{ (кНм)};$$

$$M_{пр.} = 7,92 \cdot 0,315^2 / 24 = 0,0327 \text{ (кНм)}; \quad Q = 7,92 \cdot 0,315 / 2 = 1,25 \text{ (кН)}.$$

Зусилля у ростверку у поперечному напрямку

$$M_{пр.} = 7,92 \cdot 0,42^2 / 8 = 0,175 \text{ (кНм)}; \quad Q = 7,92 \cdot 0,42 / 2 = 1,66 \text{ (кН)}.$$

2. Зусилля у ростверку від навантажень при експлуатації

Навантаження на рівні низу ростверку

$$p = 911,2 + 1,2 \cdot 0,8 \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 939,1 \text{ (кН/п.м).}$$

Момент інерції поперечного перерізу ростверку

$$I_p = bh^3/12 = 1,2 \cdot 0,5^3/12 = 0,0125 \text{ (м}^4\text{).}$$

Довжина півоснови епюри навантаження [68]

$$a = 3,14 \sqrt[3]{\frac{E_p I_p}{E_{bric} b_{dric}}} = 3,14 \sqrt[3]{\frac{27 \cdot 10^3 \cdot 0,0125}{3900 \cdot 0,5}} = 1,75 \text{ (м).}$$

Оскільки $a = 1,5 \text{ м} > (l-d) = 0,3 \text{ м}$, то внутрішні зусилля знаходимо за формулами [68]

$$M_{оп} = -939,1 \cdot 0,315^2/12 = -7,76 \text{ (кНм);}$$

$$M_{пр.} = 939,1 \cdot 0,315^2/24 = 3,88 \text{ (кНм);} \quad Q = 939,1 \cdot 0,315/2 = 147,9 \text{ (кН).}$$

Зусилля в ростверку у поперечному напрямку

$$M_{пр.} = 939,1 \cdot 0,42^2/8 = 20,7 \text{ (кНм);}$$

$$Q = 939,1 \cdot 0,42/2 = 197,2 \text{ (кН).}$$

1. Розрахунок міцності перерізів ростверку, нормальних до поздовжньої осі.

Для розрахунку обираємо більші внутрішні зусилля (від експлуатаційних навантажень).

Для розтягнутої арматури в верхній частині ростверку (на опорі) визначимо потрібну площу перерізу арматури на 1 м довжини фундаменту як для елемента, що згинається, з поодинокую арматурою.

Знайдемо параметр λ

$$\lambda = \frac{\varepsilon_{cu3,cd} - \varepsilon_{s3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd}} = (3,23 - 0,58)/3,23 = 0,82.$$

Максимально можлива стиснута зона.

$$x_1 = x_{lu} = z_s \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{so}} = 0,45 \frac{3,23}{3,23 + 1,729} = 0,293 \text{ (м);}$$

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

Визначаємо розрахункове значення величини стиснутої зони x_1

$$x_1 = \frac{z_s A_2 - \sqrt{z_s^2 A_2^2 - 4A_1 A_2 M}}{2A_1 A_2} \quad (4.7)$$

де

$$A_1 = \frac{1 + \lambda(1 + \lambda)}{3(1 + \lambda)} = \frac{1 + 0,82(1 + 0,82)}{3(1 + 0,82)} = 0,456;$$

$$A_2 = \frac{1}{2} f_{cd} \cdot b(1 + \lambda) = \frac{1}{2} 11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \cdot 1,0(1 + 0,82) = 12,6 \cdot 10^3 \text{ (кН / м)};$$

$$x_1 = \frac{0,45 \cdot 12,6 \cdot 10^3 - \sqrt{0,45^2 (12,6 \cdot 10^3)^2 - 4 \cdot 0,456 \cdot 12,6 \cdot 10^3 \cdot 7,76}}{2 \cdot 0,456 \cdot 12,6 \cdot 10^3} =$$

$$= 0,00137 \text{ (м)}.$$

Перевіряємо умову $x_1 \leq x_{lu}$ $x_1 = 0,00137 \text{ м} \leq x_{lu} = 0,293 \text{ м}$.

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

Знаходимо площу армування

$$A_s = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot x_1 (1 + \lambda)}{2f_{yd}} = \frac{11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,00137 \cdot (1 + 0,82)}{2 \cdot 363 \cdot 10^3} = 0,0000474 \text{ (м}^2\text{)} =$$

$$= 0,474 \text{ (см}^2\text{)}.$$

З конструктивних вимог для балок [67]:

$$A_{s,\min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_t d = 0,26 \frac{25,0}{400000} \cdot 1,2 \cdot 0,45 = 0,0882 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$\text{або } 0,0013 A_c = 0,0013 \cdot 1,2 \cdot 0,45 = 7,02 \text{ (см}^2\text{)};$$

Приймаємо з конструктивних міркувань у верхній і нижній зоні по 5Ø14 А400С $A_s = 7,69 \text{ см}^2$ з кроком 300 мм (див. рис. 4.4).

2. Розрахунок міцності перерізів ростверку, нормальних до поперечної осі.

$$A_2 = \frac{1}{2} f_{cd} \cdot b(1 + \lambda) = \frac{1}{2} 11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 1,0(1 + 0,82) = 10,46 \cdot 10^3 \text{ (кН / м)};$$

$$x_1 = \frac{0,43 \cdot 10,46 \cdot 10^3 - \sqrt{0,43^2 (10,46 \cdot 10^3)^2 - 4 \cdot 0,456 \cdot 10,46 \cdot 10^3 \cdot 20,7}}{2 \cdot 0,456 \cdot 10,46 \cdot 10^3} =$$

$$= 0,00462 \text{ (м)}.$$

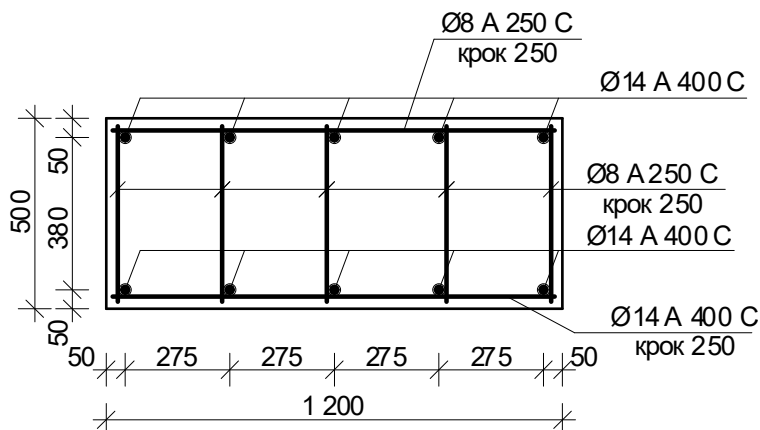


Рисунок 4.4 – Схема розміщення арматури у ростверку з забивних паль

Перевіряємо умову $x_1 \leq x_{lu}$ $x_1 = 0,00462 \text{ м} \leq x_{lu} = 0,293 \text{ м}$.

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

Знаходимо площу армування

$$A_s = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot x_1 (1 + \lambda)}{2 f_{yd}} = \frac{11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,00462 \cdot (1 + 0,82)}{2 \cdot 363 \cdot 10^3} = 0,000133 (\text{м}^2) = 1,33 (\text{см}^2).$$

З конструктивних вимог для балок [67]:

$$A_{s,\min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_t d = 0,26 \frac{25,0}{400000} \cdot 1,0 \cdot 0,43 = 0,07 (\text{см}^2)$$

$$\text{або } 0,0013 A_c = 0,0013 \cdot 1,0 \cdot 0,43 = 5,59 (\text{см}^2).$$

Приймаємо у нижній зоні Ø14 А400С з кроком 250 мм ($A_s = 6,16 \text{ см}^2/\text{п. м}$), у верхній зоні Ø8 А240С з кроком 250 мм.

Поперечний переріз ростверку з розташуванням арматури показаний на рисунку 4.4.

3. Розрахунок міцності перерізів, нахилених до поздовжньої осі ростверку

Перевірка умови достатності розмірів перерізу

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,\max} \quad (4.8)$$

де V_{Ed} - максимальна поперечна сила від зовнішнього навантаження;

$V_{Rd,max}$ - максимально допустиме значення поперечної сили, що може витримати переріз.

$$V_{Ed} = 147,9 \text{ (кН)}.$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}, \quad (4.9)$$

де b_w - мінімальна ширина перерізу балки $b_w = 1,2$ м,

d - робоча висота перерізу, $d = 0,43$ м,

v - коефіцієнт зниження міцності бетону із тріщиною при зсуві

$$v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,6 \left(1 - \frac{15}{250} \right) = 0,564,$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 1,2 \cdot 0,43 \cdot 0,564 \cdot 11500 \cdot 1,0 = 1673,4 \text{ (кН)}.$$

Перевіряємо умову (4.8)

$$V_{Ed} = 147,9 \text{ кН} < V_{Rd,max} = 1673,4 \text{ кН} - \text{розміри перерізу достатні.}$$

Умова необхідності розрахунку поперечних стержнів

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c}, \quad (4.10)$$

де $V_{Rd,c}$ - максимальна поперечна сила, яку може витримати переріз без поперечного армування

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k(100\rho_i f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d, \quad (4.11)$$

$$V_{Rd,c} = (V_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d, \quad (4.12)$$

$$\text{де } C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,3} = 0,138; \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{430}} = 1,682 < 2;$$

ρ_e - відсоток армування робочої арматури на приопорній ділянці, який не перевищує 0,02

$$\rho_e = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{7,69}{120 \cdot 43,0} = 0,00149 < 0,02;$$

A_{sl} - площа поздовжньої арматури; $k_1 = 0,15$;

$\sigma_{cp} = 0$ - середнє напруження стиску, викликане розрахунковою осьюовою силою

$$V_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,682^{3/2} 15^{1/2} = 0,296 \text{ (МПа)}.$$

Визначаємо максимальну поперечну силу, що може витримати переріз без поперечного армування.

$$V_{Rd,c} = [0,138 \cdot 1,682 \cdot (100 \cdot 0,00149 \cdot 15)^{1/3} + 0,15 \cdot 0] \cdot 1,2 \cdot 0,43 = 284,2 \text{ (кН)};$$

$$V_{Rd,\dot{n}} = (0,296 + 0,15 \cdot 0) \cdot 1,2 \cdot 0,43 = 152,7 \text{ (кН)}.$$

Приймаємо більше значення $V_{Rd,c} = 284,2$ кН.

$$V_{Ed} = 147,9 \text{ кН} < V_{Rd,\dot{n}} = 284,2 \text{ кН}$$

- умова (4.10) виконана, отже поперечне армування за розрахунком не потрібне.

4. Розрахунок міцності перерізів, нахилених до поперечної осі ростверку

$$V_{Ed} = 197,2 \text{ (кН)}.$$

$$V_{Rd,\max} = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 0,43 \cdot 0,564 \cdot 11500 \cdot 1,0 = 1394,5 \text{ (кН)}.$$

Перевіряємо умову (4.8)

$$V_{Ed} = 197,2 \text{ кН} < V_{Rd,\max} = 1394,5 \text{ кН} - \text{розміри перерізу достатні.}$$

Відсоток армування робочої арматури на приопорній ділянці, який не перевищує 0,02

$$\rho_e = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{6,16}{100 \cdot 43,0} = 0,00143 < 0,02;$$

$$V_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,682^{3/2} 15^{1/2} = 0,296 \text{ (МПа)}.$$

Визначаємо максимальну поперечну силу, що може витримати переріз без поперечного армування.

$$V_{Rd,c} = [0,138 \cdot 1,682 \cdot (100 \cdot 0,00143 \cdot 15)^{1/3} + 0,15 \cdot 0] \cdot 1,0 \cdot 0,43 = 128,7 \text{ (кН)};$$

$$V_{Rd,\dot{n}} = (0,296 + 0,15 \cdot 0) \cdot 1,0 \cdot 0,43 = 127,3 \text{ (кН)}.$$

Приймаємо більше значення $V_{Rd,c} = 128,7$ кН.

$$V_{Ed} = 197,2 \text{ кН} < V_{Rd,\dot{n}} = 127,3 \text{ кН}$$

- умова (4.10) не виконана, отже потрібне поперечне армування.

Згідно з фермовою моделлю визначається поперечна сила, яка рівна опору зсуву, і вона приймається як найменша із двох величин

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{S} z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta, \quad (4.13)$$

$$V_{Rd,s} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta), \quad (4.14)$$

де $z = 0,9d = 0,9 \cdot 0,43 = 0,387$ (м);

$v_1 = 0,6$ - коефіцієнт, який враховує клас бетону.

Зусилля, яке діє в поперечній тріщині (на відстані $z=0,9d$ від опори)

$$V_{Ed}' = V_{max} - qz = 197,2 - 939,1 \cdot 0,9 \cdot 0,43 = 0.$$

Мінімальний відсоток армування

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08 \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 \sqrt{15}}{400} = 0,77 \cdot 10^{-3} = 0,077\%.$$

Максимальний крок стержнів

$$S_{max} = 0,75d(1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 0,43 \cdot (1 + 0) = 0,32 \text{ (м)}.$$

Приймаємо крок стержнів $s = 275$ мм. Мінімальна площа армування

$$A_{sw} = \rho_{w,min} b_w s = 0,77 \cdot 10^{-3} \cdot 1,0 \cdot 0,275 = 1,35 \text{ (см}^2\text{)}.$$

Кількість каркасів $n=4$, площа арматури $\varnothing 8$ мм $A_s = 2,01 \text{ см}^2$.

Висновки за розділом 4

Під час розробки технічної частини магістерської кваліфікаційної роботи закріплені та розширені теоретичні знання, отримані практичні навички, використані сучасні обчислювальні машини та комп'ютерна техніка для рішення інженерних задач, поєднання основних принципів розрахунку та проектування інженерних споруд з комплексним рішенням розроблених архітектурно будівельних та техніко-економічних задач.

При проектуванні об'єкту використані прогресивні технології улаштування фундаментів та надземних конструкцій, енергозберігаючі проектні рішення, сучасні будівельні матеріали.

Найбільш детально розроблені заходи з улаштування фундаментів, на прикладі яких в економічній частині буде здійснене впровадження наробок науково-дослідної частини.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі випускної магістерської кваліфікаційної роботи запропоновані заходи та засоби з охорони праці під час виконання робіт, пов'язаних з розрахунками перерозподілу зусиль між елементами пальового фундаменту в залежності від відстані між рядами паль. В процесі виконання досліджень на інженерний проєктний персонал впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [70, 71]:

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); іонізація повітря.

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Конструкція робочого місця інженера-проєктувальника повинна відповідати сучасним вимогам ергономіки та Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року [70], характеру виконуваної роботи та забезпечити оптимальне розміщення на робочій поверхні документів, рухомого

пюпітра (тримача документів) та обладнання ПК (монітора, системного блоку, клавіатури, пристрою «миша», принтера та інших периферійних пристроїв з урахуванням їх кількості та конструктивних особливостей). Площа одного робочого місця інженера обладнаного ПК, повинна складати не менше 6 м², а об'єм – не менше 20 м³.

Живлення силового обладнання проєктної організації та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 x 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В). Категорія умов по небезпеці електротравматизму – без підвищеної небезпеки.

Розташування монітора ПК має забезпечувати: безпечність роботи в цілому; зручність та ефективність зорової роботи з екраном в вертикальній площині під кутом $\pm 30^{\circ}$ від лінії зору, площина екрана при цьому має бути перпендикулярною нормальній лінії зору користувача.

Нульовий захисний провід прокладається від стійки групового розподільчого щита, розподільчого пункту до розеток живлення. Не допускається підключення на щиті до одного контактного затискача нульового робочого та нульового захисного провідників. Площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідника в груповій трипровідній мережі повинна бути не менше площі перерізу фазового провідника. Усі провідники повинні відповідати номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу провідників, температурному режиму та типам апаратури захисту, вимогам ПВЕ. У приміщенні, де одночасно експлуатується або обслуговується більше п'яти персональних комп'ютерів, на помітному та доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення.

Комп'ютери та устаткування для їх обслуговування, ремонту та налагодження повинні підключатися до електромережі тільки з допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового

робочого провідників повинні мати спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Конструкція їх має бути такою, щоб приєднання нульового захисного провідника відбувалося раніше ніж приєднання фазового та нульового робочого провідників. Порядок роз'єднання при відключенні має бути зворотним. Необхідно унеможливити з'єднання контактів фазових провідників з контактами нульового захисного провідника.

Неприпустимим є підключення комп'ютерів та їх устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі – з використанням перехідних пристроїв. Індивідуальні та групові штепсельні з'єднання та електророзетки необхідно монтувати на негорючих або важкогорючих пластинах з урахуванням вимог ПВЕ та Правил пожежної безпеки в Україні. Електромережу штепсельних розеток для живлення комп'ютерів та їх устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження при розташуванні їх уздовж стін приміщення прокладають по підлозі поряд зі стінами приміщення, як правило, в металевих трубах і гнучких металевих рукавах з відводами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. При розташуванні в приміщенні за його периметром до 5 комп'ютерів, використанні трипровідникового захищеного проводу або кабелю в оболонці з негорючого або важкогорючого матеріалу дозволяється прокладання їх без металевих труб та гнучких металевих рукавів.

Під час монтажу та експлуатації 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. Під час ремонту ліній електромережі шляхом зварювання, паяння та з використанням відкритого вогню необхідно дотримуватися Правил пожежної безпеки в Україні. Лінія електромережі для живлення комп'ютерів, їх периферійних пристроїв та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження виконується як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового

робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Використання нульового робочого провідника як нульового захисного провідника забороняється.

Є неприпустимими: експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками; застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам до переносних електропроводок; застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання; користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання; підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами); використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів.

Металеві труби та гнучкі металеві рукави повинні бути заземлені. Заземлення повинно відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів". Для підключення переносної електроапаратури застосовують гнучкі проводи в надійній ізоляції. Тимчасова електропроводка від переносних приладів до джерел живлення виконується найкоротшим шляхом без заплутування проводів у конструкціях машин, приладів та меблях. Доточувати проводи можна тільки шляхом паяння з наступним старанним ізолюванням місць з'єднання.

5.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [73, 74]:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі. Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму КЗ залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000 В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками. Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В):

діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони [6]. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні для виконання проєктних робіт наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату для постійних робочих місць

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Ia	22-28	55 при 28°С	0,1-0,2
Холодний	Ia	21-25	75 при 25°С	Не більше 0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату [76] на робочому місці інженера передбачається: в холодну пору року використання калорифера; в літню пору застосування вентиляторів обдува; провітрювання приміщення.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м [75]. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони оператора лінії

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0.5	0.15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [76]: провітрювання приміщення; цілісність вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення під час роботи; встановлення пиловловлюючих засобів.

5.2.3 Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт – середньої точності [77]. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «в».

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	середній	середній	400	200	4	2,4

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості. При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

5.2.4 Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки» [78] (таблиця 5.4).

Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні

й організаційно-технічні.

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Творча діяльність, конструювання і проектування, програмування	86	71	61	54	49	45	42	40	38

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація». Для зниження шуму в приміщенні потрібно: безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі; для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

5.2.5 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» [70].

Важкість праці визначається за дод. 15 [70], 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;

Напруженість праці визначається за дод. 16 [70], 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 перерозподілу зусиль між елементами кущового пальового фундаменту в залежності від кількості палей відноситься до другого класу з допустимими умовами напруженості праці (напруженість праці середнього ступеня).

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатопверхових будинків в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Після зведення будинку на такому фундаменті, на нього можуть чинити вплив надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру, що призводить до загибелі багатьох людей і значних матеріальних збитків. Масштаби, характер руйнувань і кількість постраждалих людей залежать від типу, масштабу і місця аварії, катастрофи або стихійного лиха, від швидкості розвитку надзвичайної ситуації.

У внутрішньобудинковій мережі використовуються елементи, до складу

яких входять: метали, напівпровідники, діоди, резистори та ін. Серед цих матеріалів найбільш чутливі до радіації метали, бо їм властива велика концентрація вільних носіїв.

Внаслідок проходження гамма-випромінювання через елементи електронної апаратури, в останніх утворюється потік вільних зарядів. Внаслідок переміщення яких може виникнути імпульс який може призвести до хибного спрацювання пристроїв. Також наслідком такого опромінення є підвищення провідності матеріалів, збільшення протікання струму і зменшення опору, в газорозрядних приладах зменшується напруга запалення. Таким чином блоки внутрішньо будинкової електромережі багатоповерхових будинків можуть раптово втратити працездатність при певних рівнях радіації.

ЕМІ може поширюватись на десятки і сотні кілометрів в навколишньому середовищі і по різних комунікаціях, здійснюючи вплив на об'єкти там, де інші чинники втрачають свої значення як вражаючі фактори. Також ЕМІ може викликати в лініях зв'язку, енергопостачання, систем обчислювальних машин, напруги, що може призводити до пробоя ізоляції елементів апаратури і пристроїв, підключених до повітряних і підземних ліній. Ступінь пошкоджень залежить від наведеного імпульсу напруги чи струму і електричної міцності обладнання. Саме тому необхідно дослідити безпеку роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

5.3.1 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань

Визначаємо експозиційні дози при яких в елементах електромережі можуть виникнути зворотні зміни. Дані заносимо в таблицю 5.5.

По мінімальному значенні $D_{гр}$, визначаємо межу стійкості внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в цілому по системі електропостачання: $D_{гр}=10^5$ Р.

Визначаємо граничне значення рівня радіації, до якого можлива робота виробничого персоналу у звичайному режимі за час t_{\max} :

$$P_{ep} = \frac{D_{ep} \cdot K_{noc}}{2 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})} [P / \text{год}], \quad (5.1)$$

де K_{noc} – коефіцієнт послаблення

t_n – час початку опромінення - $t_n = 1$ год

$t_{p.\max}$ – максимальна тривалість роботи - $t_{p.\max} = 87600$ год (10 років)

$t_k = t_{p.\max} + t_n$,

$t_k = 87600 + 1 = 87601$ год.

$$P_{ep} = \frac{10^5 \cdot 1}{2 \cdot (\sqrt{87601} - \sqrt{1})} = 169,5 (P / \text{год}), \quad (5.2)$$

По мінімальному значенні $D_{гр}$, визначаємо межу стійкості внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в цілому по системі електропостачання: $D_{гр} = 10^5$ Р.

Таблиця 5.5 – Граничні значення експозиційних доз елементів електромережі

№	Елементи електромережі		$D_{гр}, P$	$D_{гр}, P$
1	Трансформатори	ТДЦ-125000/110	10^6	10^5
		ТДЦ-125000/220	10^6	
		АТДЦТН- 125000/220/110	10^6	
2	Розрядники	ОПН-1Ю-У1	10^5	
		ОПН-220-У1	10^5	
3	Струмopрoвід	ГРТЕ-10-8550-250	10^9	

Визначаємо допустимий час роботи блоків електромережі в заданих умовах:

$$t_{дон} = \left(\frac{D_{ep} \cdot K_{noc} + 2 \cdot P_{l\max} \sqrt{1}}{2 \cdot P_1} \right)^2 [\text{год}], \quad (5.3)$$

$$t_{дон} = \left(\frac{10^5 \cdot 1 + 2 \cdot 169,5}{2 \cdot 169,5} \right)^2 = 87582 (\text{год}).$$

Таким чином, електромережа буде безпечно працювати, якщо граничне значення рівня радіації не перевищуватиме значення 169,5 Р/год.

5.3.2 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатопверхових будинків в умовах дії електромагнітного імпульсу

При оцінці впливу ЕМІ на струмопровідні елементи необхідно врахувати те, що ЕМІ мають горизонтальну та вертикальну складові напруженості електричного поля і тому повинні визначатися значеннями напруги на вертикальних та горизонтальних ділянках лінії. Для оцінки безпеки роботи електромережі в умовах дії електромагнітного імпульсу, необхідно визначити значення вертикальної складової напруженості електромагнітного поля, при коефіцієнті безпеки рівному $K_B=40$ дБ.

На об'єкті ЕМ розподіляються на різні блоки:

- Трансформатори;
- Розрядники;
- Струмопроводи.

На кожній ділянці визначаємо максимальну довжину вертикальної та горизонтальної струмопровідної частини: $l_{B1}=3,5\text{м}$, $l_{B2}=2,3\text{м}$, $l_{B3}=2,35\text{м}$, $l_{r1}=2,4\text{м}$, $l_{r2}=2,1\text{м}$, $l_{r3}=3,2\text{м}$.

Напругу наводки вертикальної струмопровідної частини визначаємо з формули:

$$K_B = 20 \lg \frac{U_{\text{дон}}}{U_{B(r)}} \geq 40 \text{ [дБ]} , \quad (5.4)$$

Після всіх математичних перетворень, отримуємо наступні значення:

$$20 \lg U_{\text{с}} = 20 \lg U_{\text{дон}} - K_{\text{с}} , \quad (5.5)$$

$$U_{\text{с}} = 10^{\frac{20 \lg U_{\text{дон}}}{20} - \frac{K_{\text{с}}}{20}} \text{ [В]} , \quad (5.6)$$

$$U_{\text{с}} = \frac{U_{\text{дон}}}{10^{\frac{K_{\text{с}}}{20}}} \text{ [В]} ,$$

Визначаємо допустимі коливання напруги живлення:

$$U_{д} = U_{ж} + \frac{U_{ж}}{100} \cdot N [B], \quad (5.7)$$

де $U_{ж}$ – напруга живлення, В;

N – допустиме відхилення напруги, %.

При $U_{ж}=220$ (В), $U_{доп1}=242$ (В)

При $U_{ж}=110$ (В), $U_{доп1}=121$ (В)

При $U_{ж}=10$ (В), $U_{доп1}=11$ (В)

Визначаємо напругу наведену в вертикальних струмопровідних частинах.

Трансформатори:
$$U_{e1} = \frac{242}{\frac{40}{10^{20}}} = 2,42 (B),$$

Розрядники:
$$U_{e2} = \frac{121}{\frac{40}{10^{20}}} = 1,21 (B),$$

Струмопроводи:
$$U_{e3} = \frac{11}{\frac{40}{10^{20}}} = 0,11 (B).$$

Визначаємо горизонтальну складову напруженості електричного поля для кожного блока:

$$E_{Гi} = \frac{U_{Bi}}{L_{Bi}} [B/м], \quad (5.8)$$

$$E_{Г1} = \frac{2,42}{3,5} = 0,69 (B/м),$$

$$E_{Г2} = \frac{1,21}{2,3} = 0,53 (B/м),$$

$$E_{Г3} = \frac{0,11}{2,35} = 0,04 (B/м).$$

Визначаємо вертикальну складову напруженості електричного поля:

$$E_{В} = E_{Г} \cdot 10^3 [B/м], \quad (5.9)$$

$$E_{В1} = 0,69 \cdot 10^3 = 690 (B/м),$$

$$E_{В2} = 0,53 \cdot 10^3 = 530 (B/м),$$

$$E_{В3} = 0,04 \cdot 10^3 = 40 (B/м).$$

Отже елементи електромережі будуть безпечно працювати, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля не перевищуватиме значення:

- для трансформаторів 690 (В/м);
- для розрядників 530 (В/м);
- для струмопроводів 40 (В/м).

5.3.3 Розробка заходів з безпеки роботи елементів внутрішньобудинкової електромережі багатопверхових будинків в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Головними заходами щодо радіаційної безпеки є: застосування в апаратурі радіаційно-стійких елементів і матеріалів, спеціальних масивних екранів або активного захисту від впливу потоків заряджених частинок. При імпульсному впливі іонізуючих випромінювань, крім перерахованих способів використовують: застосування схем, мало критичних до змін електричних параметрів; зниження напруги живлення на аноді і збільшення від'ємної напруги зсуву сіток газорозрядних приладів; застосування пристроїв, які містять радіотехнічні схеми на період впливу радіації; збільшення відстані між елементами, які знаходяться під навантаженням та інші.

Також, у підрозділі з безпеки НС проведено дослідження безпеки роботи електромережі в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій та розроблено заходи по підвищенню безпеки її роботи. В умовах дії іонізуючих випромінювань електромережа буде безпечно працювати до рівня радіації 169,5 Р/год. При допустимому часі роботи обладнання протягом 87582 год.

Оцінюючи безпеку роботи електромережі в умовах дії електромагнітного імпульсу, доведено, що обладнання буде злагоджено працювати, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля не буде перевищувати: для трансформаторів – 690 (В/м), для розрядників 530 (В/м), для струмопроводів – 40 (В/м).

Висновки за розділом 5

1. Запропоновані заходи та засоби з охорони праці під час виконання робіт в процесі виконання досліджень.
2. Дослідження безпека роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Розрахунок варіанту фундаментів з врахуванням результатів дослідження

В підрозділі 4.2 виконаний розрахунок пального фундаменту з палів, розрахованих, згідно з вказівками норм [1].

6.1.1 Розрахунок фундаменту з забивних палів з врахуванням результатів досліджень

Виконаємо перерахунок несучої здатності прийнятих палів, враховуючи сумісну роботу палів і ростверку у складі пального фундаменту. Приймаємо відстань між рядами палів $5d$, як найбільш оптимальну, при цьому ширина ростверку 2,0 м.

Для забивних палів з відносною довжиною $l/d = 12/0,3 = 40$ при кроці в поздовжньому напрямку $6d$ реалізація несучої здатності палів може бути прийнята рівною 1,0, а реалізація тиску під подошвою ростверка складає 26%.

Розрахункове навантаження на палию (див. підрозділ 4.2.3)

$$N = 663 \text{ (кН)}.$$

Осереднене значення питомої ваги ґрунту вище і нижче подошви фундаменту:

$$\gamma_{II} = 17,7 \left(\frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \right).$$

Розрахунковий опір ґрунту під подошвою ростверку:

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,1}{1,0} (0,56 \cdot 1 \cdot 2,0 \cdot 17,7 + 3,24 \cdot 0,8 \cdot 17,7 + (3,24 - 1,0) \cdot 1,5 \cdot 17,7 + 5,84 \cdot 12) = 372,0 \text{ (кПа)}.$$

Навантаження, що може взяти на себе ростверк у перерахунку на 1 м довжини

$$N_{\text{роств}} = 372,0 \times 2,0 \times 0,26 \times 1,3 = 251,5 \text{ (кН)}.$$

Необхідна кількість палів:

$$n = N_d / N = (911,2 - 251,5) \cdot 1,1 / (663,0 \cdot 1,0) = 1,1 \text{ (шт./п.м)}$$

Приймаємо крок палів при дворядному розміщенні $l = 2 / n = 2 / 1,1 = 1,8 \text{ (м)}$.

Виконаємо перевірку навантаження на палю з урахуванням фактичної ваги ростверку і паль.

$$G_{\text{паль}} = 0,3^2 \cdot 11,5 \cdot 25,0 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 31,3 (\text{кН}).$$

Вага ростверку з ґрунтом на його уступах, що припадає на дві палі,

$$G_p = 2,0 \cdot 0,8 \cdot 1,8 \cdot 22 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 76,7 (\text{кН}).$$

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю

$$N = \frac{N_m + G_p + G_{\text{паль}}}{n} \pm \frac{M_{x,y_{\max}}}{\sum y_i^2} = \frac{(911,2 - 251,5) \cdot 1,8 + 76,7 + 2 \cdot 31,3}{2} = 663,3 (\text{кН}) \approx 663 (\text{кН}).$$

Умова міцності виконується, отже, для забивних паль врахування перерозподілу зусиль між палями і ростверком дозволяє збільшити крок паль.

6.1.2 Конструювання фундаменту з забивних паль, розрахованого з врахуванням результатів досліджень

Конструктивне рішення фундаменту показане на рисунку 6.1. Порівняємо даний варіант конструктивного рішення з традиційним, який одержаний за вимогами норм.

Для того, щоб з розглянутих вище варіантів фундаментів обрати найкращий, проведемо їх техніко-економічне порівняння з урахуванням витрат матеріалів і способу виконання робіт.

6.1.3 Розрахунок ростверку пального фундаменту з врахуванням сумісної роботи паль і ростверку за міцністю тіла

Виконаємо розрахунок ростверку шириною 2000 мм, де палі розташовані у два ряди з кроком уздовж стіни 1800 мм (див. рис. 6.1). Висота ростверку 0,5 м. Навантаження по обрізу ростверку 911,2 кН/п.м.

Визначення внутрішніх зусиль.

Стрічковий ростверк розглядається як балка на пружній основі (стіні), що знаходиться під дією зосереджених сил (реакцій паль). При багаторядному розташуванні паль ростверк у поперечному напрямку розраховується як балка на окремих опорах, що відповідають рядам паль.

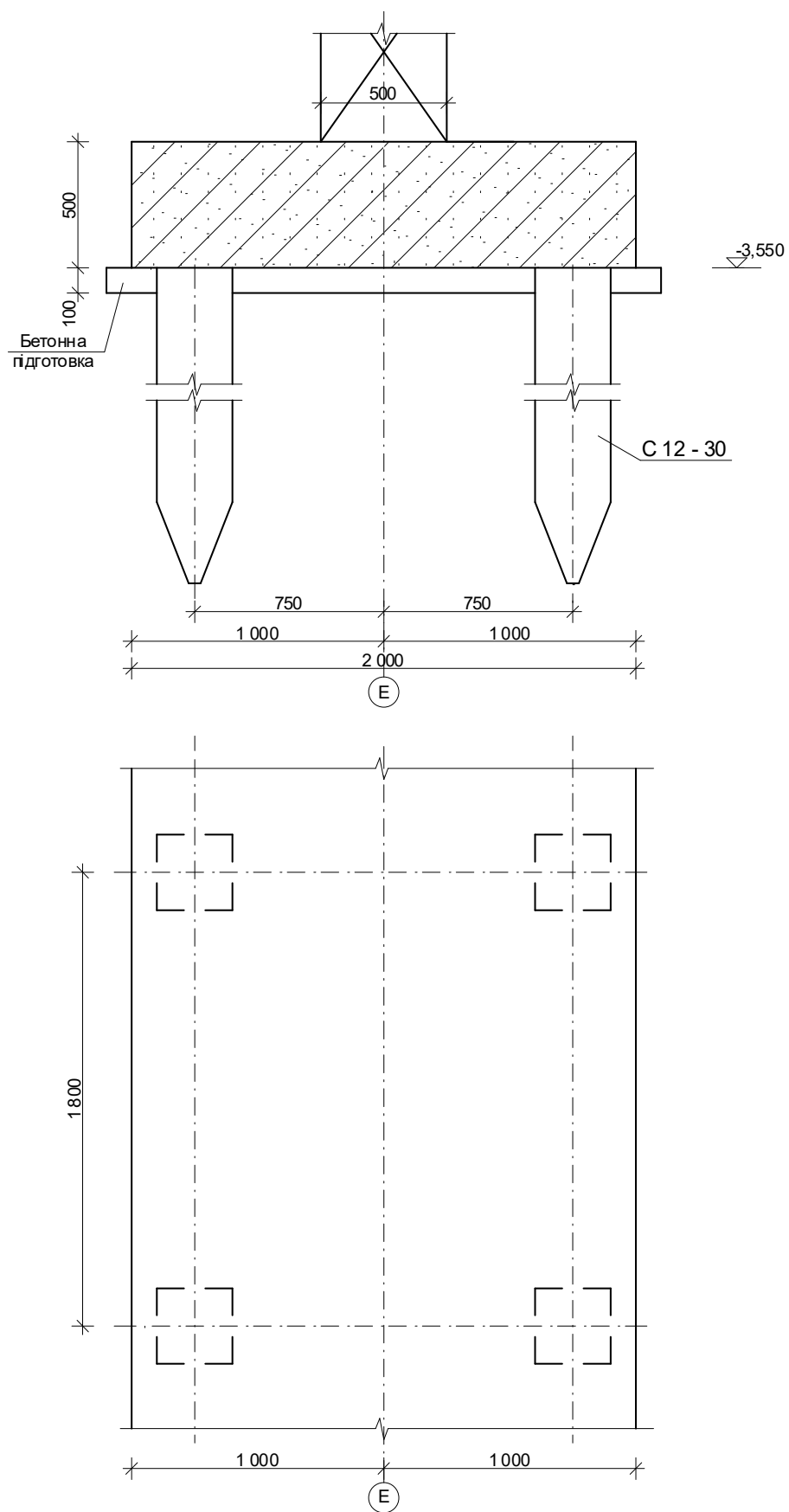


Рис. 6.1 - Конструктивне рішення фундаменту середньої поперечної стіни, розрахованого з врахуванням результатів досліджень

Характеристики матеріалів [66, 67]:

Бетон класу C16/20: $\gamma_{cl} = 0,9$; $f_{cd} = 11,5$ МПа; $f_{ctd} = 0,867$ МПа; $f_{ck} = 15$ МПа;
 $\epsilon_{cs,cd} = 0,58$ ‰; $\epsilon_{cu3,cd} = 3,23$ ‰; $E_{cm} = 27 \cdot 10^3$ МПа.

Арматура класу A400C: $f_{yd} = 363$ МПа; $f_{ywd} = 285$ МПа; $E_s = 210 \cdot 10^3$ МПа;
 $\epsilon_{ud} = 0,025$.

Арматура класу A240C: $f_{yd} = 228$ МПа; $f_{ywd} = 170$ МПа; $E_s = 210 \cdot 10^3$ МПа;
 $\epsilon_{ud} = 0,025$.

Кладка з бетонних блоків стін підвалу класу C12/15 на розчині марки 25: $R = 2,6$ МПа; $\alpha = 1500$.

Модуль пружності кладки з бетонних блоків $E_{bric} = 0,5 E_0 = 0,5 \cdot 7800 = 3900$ МПа ($E_0 = 2 \cdot \alpha \cdot R = 2 \cdot 1500 \cdot 2,6 = 7800$ МПа).

Розрахункові прольоти ростверку

$$l_p = 1,05(l-d) = 1,05(1,8-0,3) = 1,575 \text{ (м)}; \quad b_p = 1,05(1,5 - 0,3) = 1,26 \text{ (м)}.$$

1. Зусилля у ростверку у період будівництва (від свіжо укладених блоків висотою 0,6 м)

$$q_{bric} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 24 \cdot 1,1 = 7,92 \text{ (кН/п.м)};$$

$$M_{оп} = - 7,92 \cdot 1,575^2 / 12 = - 1,64 \text{ (кНм)};$$

$$M_{пр.} = 7,92 \cdot 1,575^2 / 24 = 0,82 \text{ (кНм)}; \quad Q = 7,92 \cdot 1,575 / 2 = 6,24 \text{ (кН)}.$$

Зусилля у ростверку у поперечному напрямку

$$M_{пр.} = 7,92 \cdot 1,26^2 / 8 = 1,57 \text{ (кНм)}; \quad Q = 7,92 \cdot 1,26 / 2 = 4,99 \text{ (кН)}.$$

2. Зусилля у ростверку від навантажень при експлуатації

Навантаження на рівні низу ростверку

$$p = 911,2 + 2,0 \cdot 0,8 \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 957,7 \text{ (кН/п.м)}.$$

Момент інерції поперечного перерізу ростверку

$$I_p = bh^3 / 12 = 2,0 \cdot 0,5^3 / 12 = 0,02083 \text{ (м}^4\text{)}.$$

Довжина півоснови епюри навантаження [68]

$$a = 3,14 \sqrt[3]{\frac{E_p I_p}{E_{bric} b_{dric}}} = 3,14 \sqrt[3]{\frac{27 \cdot 10^3 \cdot 0,02083}{3900 \cdot 0,5}} = 2,075 \text{ (м)}.$$

Оскільки $a = 2,075$ м $>$ $(l-d) = 1,5$ м, то внутрішні зусилля знаходимо за формулами [68]

$$M_{оп} = - 957,7 \cdot 1,575^2 / 12 = - 198,0 \text{ (кНм)};$$

$$M_{пр.} = 957,7 \cdot 1,575^2 / 24 = 99,0 \text{ (кНм)}; \quad Q = 957,7 \cdot 1,575 / 2 = 754,2 \text{ (кН)}.$$

Зусилля в ростверку у поперечному напрямку

$$M_{пр.} = 957,7 \cdot 1,26^2 / 8 = 190,1 \text{ (кНм)};$$

$$Q = 957,7 \cdot 1,26 / 2 = 603,4 \text{ (кН)}.$$

1. Розрахунок міцності перерізів ростверку, нормальних до поздовжньої осі.

Для розрахунку обираємо більші внутрішні зусилля (від експлуатаційних навантажень).

Для розтягнутої арматури в верхній частині ростверку (на опорі) визначимо потрібну площу перерізу арматури на 1 м довжини фундаменту як для елемента, що згинається, з поодинокую арматурою.

Знайдемо параметр λ

$$\lambda = \frac{\varepsilon_{cu3,cd} - \varepsilon_{cs,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd}} = (3,23 - 0,58) / 3,23 = 0,82.$$

Максимально можлива стиснута зона.

$$x_1 = x_{lu} = z_s \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{so}} = 0,45 \frac{3,23}{3,23 + 1,729} = 0,293 \text{ (м)};$$

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

Визначаємо розрахункове значення величини стиснутої зони x_1

$$A_1 = \frac{1 + \lambda(1 + \lambda)}{3(1 + \lambda)} = \frac{1 + 0,82(1 + 0,82)}{3(1 + 0,82)} = 0,456;$$

$$A_2 = \frac{1}{2} f_{cd} \cdot b(1 + \lambda) = \frac{1}{2} 11,5 \cdot 10^3 \cdot 2,0 \cdot 1,0(1 + 0,82) = 20,93 \cdot 10^3 \text{ (кН / м)};$$

$$x_1 = \frac{0,45 \cdot 20,93 \cdot 10^3 - \sqrt{0,45^2 (20,93 \cdot 10^3)^2 - 4 \cdot 0,456 \cdot 20,93 \cdot 10^3 \cdot 198,0}}{2 \cdot 0,456 \cdot 20,93 \cdot 10^3} = 0,0215 \text{ (м)}.$$

Перевіряємо умову $x_1 \leq x_{lu} \quad x_1 = 0,0215 \text{ м} \leq x_{lu} = 0,293 \text{ м}.$

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

Знаходимо площу армування

$$A_s = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot x_1 (1 + \lambda)}{2 f_{yd}} = \frac{11,5 \cdot 10^3 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,0215 \cdot (1 + 0,82)}{2 \cdot 363 \cdot 10^3} = 0,00124 (m^2) = 12,4 (cm^2).$$

З конструктивних вимог для балок [67]:

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_t d = 0,26 \frac{25,0}{400000} \cdot 2,0 \cdot 0,45 = 0,146 (cm^2)$$

або $0,0013 A_c = 0,0013 \cdot 2,0 \cdot 0,5 = 13,0 (cm^2)$;

Приймаємо з конструктивних міркувань у верхній і нижній зоні по 7Ø16 A400C $A_s = 14,07 cm^2$ з кроком 317 мм (див. рис. 6.2).

2. Розрахунок міцності перерізів ростверку, нормальних до поперечної осі.

$$A_2 = \frac{1}{2} f_{cd} \cdot b (1 + \lambda) = \frac{1}{2} 11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 (1 + 0,82) = 10,46 \cdot 10^3 (кН / м);$$

$$x_1 = \frac{0,43 \cdot 10,46 \cdot 10^3 - \sqrt{0,43^2 (10,46 \cdot 10^3)^2 - 4 \cdot 0,456 \cdot 10,46 \cdot 10^3 \cdot 190,1}}{2 \cdot 0,456 \cdot 10,46 \cdot 10^3} = 0,0444 (м).$$

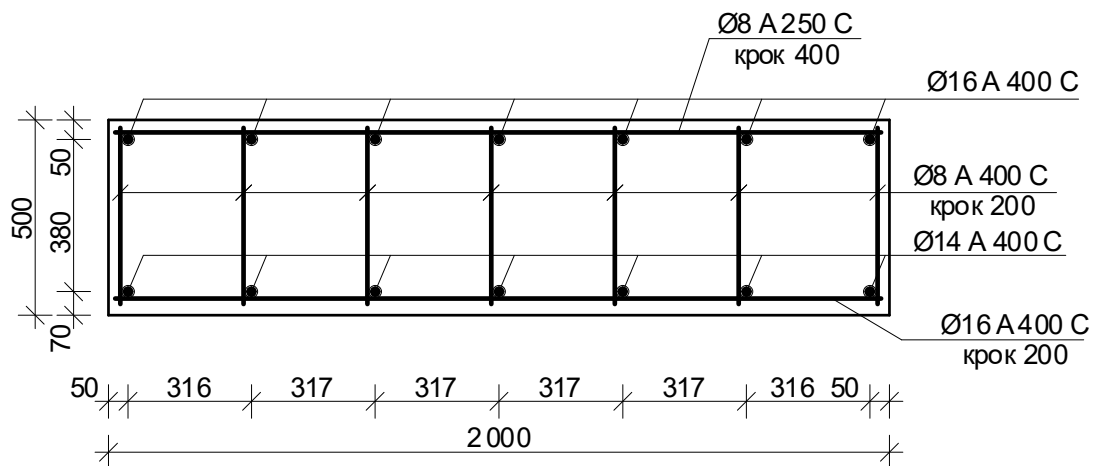


Рис. 6.2 – Схема розміщення арматури у ростверку з забивних палів, розрахованого з врахуванням результатів досліджень

Перевіряємо умову $x_1 \leq x_{lu}$ $x_1 = 0,0444 м \leq x_{lu} = 0,293 м$.

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

Знаходимо площу армування

$$A_s = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot x_1 (1 + \lambda)}{2 f_{yd}} = \frac{11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,0444 \cdot (1 + 0,82)}{2 \cdot 363 \cdot 10^3} = 0,000854 (m^2) =$$

$$= 8,54 (cm^2).$$

З конструктивних вимог для балок [67]:

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_t d = 0,26 \frac{25,0}{400000} \cdot 1,0 \cdot 0,43 = 0,07 (cm^2)$$

або $0,0013 A_c = 0,0013 \cdot 1,0 \cdot 0,43 = 5,59 (cm^2).$

Приймаємо у нижній зоні Ø16 A400C з кроком 200 мм ($A_s = 10,05 \text{ см}^2/\text{п.м}$), у верхній зоні Ø8 A240C з кроком 400 мм.

Поперечний переріз ростверку з розташуванням арматури показаний на рисунку 6.2.

3. Розрахунок міцності перерізів, нахилених до поздовжньої осі ростверку

Перевірка умови достатності розмірів перерізу за формулою (4.8).

Максимальна поперечна сила від зовнішнього навантаження;

$$V_{Ed} = 754,2 \text{ (кН)}.$$

Максимально допустиме значення поперечної сили, що може витримати переріз за формулою (4.9).

Мінімальна ширина перерізу балки (у поздовжньому напрямку) $b_w = 2,0 \text{ м}$,

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 2,0 \cdot 0,43 \cdot 0,564 \cdot 11500 \cdot 1,0 = 2789,0 \text{ (кН)}.$$

Перевіряємо умову (4.8)

$$V_{Ed} = 754,2 \text{ кН} < V_{Rd,max} = 2789,0 \text{ кН} - \text{розміри перерізу достатні.}$$

Перевіримо умову (4.10) необхідності розрахунку поперечних стержнів.

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{430}} = 1,682 < 2;$$

ρ_e - відсоток армування робочої арматури на приопорній ділянці, який не перевищує 0,02

$$\rho_e = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{14,07}{200 \cdot 43,0} = 0,00164 < 0,02;$$

A_{sl} - площа поздовжньої арматури; $k_1 = 0,15$;

$\sigma_{cp} = 0$ - середнє напруження стиску, викликане розрахункової осьюовою силою

$$V_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,682^{3/2} 15^{1/2} = 0,296 (\text{МПа}).$$

Визначаємо максимальну поперечну силу, що може витримати переріз без поперечного армування за формулами (4.11), (4.12).

$$V_{Rd,c} = [0,138 \cdot 1,682 \cdot (100 \cdot 0,00164 \cdot 15)^{1/3} + 0,15 \cdot 0] \cdot 2,0 \cdot 0,43 = 269,5 \text{ (кН)};$$

$$V_{Rd,\bar{n}} = (0,296 + 0,15 \cdot 0) \cdot 2,0 \cdot 0,43 = 255,0 \text{ (кН)}.$$

Приймаємо більше значення $V_{Rd,c} = 269,5$ кН.

$$V_{Ed} = 754,2 \text{ кН} > V_{Rd,\bar{n}} = 269,2 \text{ кН}$$

Умова (4.10) не виконана, отже поперечне армування за розрахунком потрібне.

Згідно з фермовою моделлю визначається поперечна сила, яка рівна опору зсуву, і вона приймається як найменша із двох величин

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{S} z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta, \quad (4.13)$$

$$V_{Rd,s} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta), \quad (4.14)$$

де $z = 0,9d = 0,9 \cdot 0,43 = 0,387$ (м);

$v_1 = 0,6$ - коефіцієнт, який враховує клас бетону.

Зусилля, яке діє в поперечній тріщині (на відстані $z=0,9d$ від опори)

$$V_{Ed}' = V_{\max} - qz = 754,2 - 957,7 \cdot 0,9 \cdot 0,43 = 383,6 \text{ (кН)}.$$

Мінімальний відсоток армування

$$\rho_{w,\min} = \frac{0,08 \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 \sqrt{15}}{400} = 0,77 \cdot 10^{-3} = 0,077\%.$$

Максимальний крок стержнів

$$S_{\max} = 0,75d(1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 0,43 \cdot (1 + 0) = 0,32 \text{ (м)}.$$

Приймаємо крок стержнів $s = 200$ мм.

Мінімальна площа армування

$$A_{sw} = \rho_{w,\min} b_w s = 0,77 \cdot 10^{-3} 1,0 \cdot 0,2 = 1,54 \text{ (см}^2\text{)}.$$

Кількість каркасів $n=7$, площа арматури $\varnothing 8$ мм А400С $A_s = 3,52 \text{ см}^2$.

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z \cdot f_{ywd} = \frac{3,52 \cdot 10^{-4}}{0,2} \cdot 0,45 \cdot 285000 = 225,7(\kappa H) > 383,6 - 269,2 = 114,4(\kappa H).$$

$$V_{Rd,s} = \alpha_{cw} b z \cdot v_1 f_{cd} = 1 \cdot 2,0 \cdot 0,45 \cdot 0,6 \cdot 25000 = 13800(\kappa H) > 383,6 \kappa H.$$

4. Розрахунок міцності перерізів, нахилених до поперечної осі ростверку

$$V_{Ed} = 603,4 (\kappa H).$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 0,43 \cdot 0,564 \cdot 11500 \cdot 1,0 = 1394,5 (\kappa H).$$

Перевіряємо умову (4.8)

$$V_{Ed} = 603,4 \kappa H < V_{Rd,max} = 1394,5 \kappa H - \text{розміри перерізу достатні.}$$

Відсоток армування робочої арматури на приопорній ділянці, який не перевищує 0,02

$$\rho_e = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{10,05}{100 \cdot 43,0} = 0,00234 < 0,02;$$

$$V_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,682^{3/2} 15^{1/2} = 0,296(\text{МПа}).$$

Визначаємо максимальну поперечну силу, що може витримати переріз без поперечного армування.

$$V_{Rd,c} = [0,138 \cdot 1,682 \cdot (100 \cdot 0,00234 \cdot 15)^{1/3} + 0,15 \cdot 0] \cdot 1,0 \cdot 0,43 = 151,7 (\kappa H);$$

$$V_{Rd,\bar{n}} = (0,296 + 0,15 \cdot 0) \cdot 1,0 \cdot 0,43 = 127,3 (\kappa H).$$

Приймаємо більше значення $V_{Rd,c} = 151,7 \kappa H$.

$$V_{Ed} = 603,4 \kappa H < V_{Rd,\bar{n}} = 151,7 \kappa H$$

- умова (4.10) не виконана, отже потрібне поперечне армування.

Зусилля, яке діє в поперечній тріщині (на відстані $z=0,9d$ від опори)

$$V_{Ed}' = V_{max} - qz = 603,4 - 957,7 \cdot 0,9 \cdot 0,43 = 232,8 (\kappa H).$$

Приймаємо крок стержнів $s = 317$ мм.

Мінімальна площа армування

$$A_{sw} = \rho_{w,min} b_w s = 0,77 \cdot 10^{-3} 1,0 \cdot 0,317 = 2,44 (\text{см}^2).$$

Кількість каркасів $n=5$, площа арматури $\text{Ø}8$ мм А400С $A_s = 2,51 \text{ см}^2$.

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z \cdot f_{ywd} = \frac{2,51 \cdot 10^{-4}}{0,317} \cdot 0,45 \cdot 285000 = 101,5(\kappa H) > 232,8 - 151,7 = 81,1(\kappa H).$$

$$V_{Rd,s} = \alpha_{cw} b z \cdot v_1 f_{cd} = 1 \cdot 1,0 \cdot 0,45 \cdot 0,6 \cdot 25000 = 6750(\kappa H) > 232,8 \kappa H.$$

6.2 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

При порівнянні варіантів фундаментів розглядаємо два варіанти конструктивного рішення фундаментів по осі 11: традиційне рішення дворядного розміщення забивних паль (рис. 4.3), та рішення з дворядним розміщенням паль (рис. 6.1), скореговане з врахуванням спільної роботи окремих елементів (варіант за результатами наукових досліджень).

У таблиці 6.1 підраховані обсяги основних робіт на улаштування варіантів стрічкових палевих фундаментів. Відкопування котловану здійснюється до рівня підшви бетонної підготовки під ростверк. Об'єм ґрунту визначений для середньої стіни по осі 11 в межах вантажної площі. Кількість блоків стін підвалу не враховуємо, оскільки вона однакова для обох варіантів.

Таблиця 6.1 – Обсяги робіт з улаштування варіантів фундаментів середньої поперечної стіни довжиною 30 м

Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість
1. Варіант фундаменту з забивних паль, розрахований за нормами (базовий)		
1. Розробка ґрунту котловану екскаватором $6,0 \times 2,3 \times 32,0 = 441,6 \text{ м}^3$	1000 м ³	0,4416
2. Занурення паль С12-30 периметром 1200 мм дизель-молотом $0,30^2 \times 12 \times 51 = 55,1 \text{ м}^3$	м ³	55,1
3. Кількість паль $51 \times 12 = 612$ п.м	п.м	612
4. Улаштування бетонної підготовки з бетону класу В7,5 товщиною 100 мм під ростверк $1,4 \times 0,1 \times 30,2 = 4,22 \text{ м}^3$	м ³	4,22
5. Улаштування монолітного стрічкового ростверку з бетону класу С16/20 $0,5 \times 1,2 \times 30,0 = 18,0 \text{ м}^3$	м ³	18,0
6. Арматура для ростверків Ø14 А400С +174 Ø8 А240С	кг	610,4 118,8
7. Зворотна засипка котловану $0,8 \times 6,0 \times 32,0 - 4,22 - 18,0 = 131,4 \text{ м}^3$	м ³	131,4
8. Ущільнення ґрунту в пазах котловану	м ³	131,4

Продовження таблиці 6.1

Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість
2. Варіант фундаменту з забивних паль (за результатами наукових досліджень)		
1. Розробка ґрунту котловану екскаватором $6,0 \times 2,3 \times 32,0 = 441,6 \text{ м}^3$	1000 м ³	0,4416
2. Занурення паль С12-30 периметром 1200 мм дизель-молотом $0,30^2 \times 12 \times 32 = 34,5 \text{ м}^3$	м ³	34,5
3. Кількість паль $32 \times 12 = 384$ п.м	п.м	384
4. Улаштування бетонної підготовки з бетону класу В7,5 товщиною 100 мм під ростверк $2,2 \times 30,2 \times 0,1 = 6,6 \text{ м}^2$	м ³	6,6
5. Улаштування монолітного залізобетонного стрічкового ростверку з бетону класу С16/20 $2,0 \times 0,5 \times 30,0 = 30,0 \text{ м}^3$	м ³	30,0
6. Арматура для ростверку Ø16 А400С Ø8 А400С	кг	1127,6 264,7
7. Зворотна засипка котловану $0,8 \times 6,0 \times 32,0 - 6,6 - 30,0 = 117,0 \text{ м}^3$	м ³	117,0
8. Ущільнення ґрунту в пазах котловану	м ³	117,0

Кошторисна вартість є базовою для розрахунку планової собівартості будівельно-монтажних робіт та дозволяє, з одного боку, будівельній організації прогнозувати попередньо рівень своїх майбутніх витрат, а з іншого боку, замовнику – оцінити рамки, в яких може здійснюватися торг з підрядною будівельною організацією. Також вона є основним показником, за яким державні органи оподаткування контролюють прибутковість конкретної операції будівельною організацією.

Кошторисний розрахунок улаштування фундаменту за запропонованими варіантами виконуємо за допомогою програмного комплексу АВК (таблиця 6.2-6.3).

У таблицях 6.4 та 6.5 наведені підсумкові відомості ресурсів по представлених варіантах.

Таблиця 6.2
Житловий будинок

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-01
на загальнобудівельні роботи
варіант 1

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 856,68461 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 1,31045 тис.люд.год.
Кошторисна заробітна плата 91,89508 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на "31 травня" 2023 р.

№ Ч.ч.	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	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розділ 1. Земляні роботи											
1	E1-18-5	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на пневмоколісному ході з ковшом місткістю 0, 25 м3, група ґрунтів 2	1000м3	0,39744	<u>38517,86</u> 2423,98	<u>36093,88</u> 11960,73	15308,54	963,39	<u>14345,15</u> 4753,67	<u>45,9000</u> 170,7905	<u>18,24</u> 67,88
2	E1-163-2 тех.ч. п.1.3.180 к=1,2	Доробка вручну, зачищення дна і стінок вручну з викидом ґрунту в котлованах і траншеях, розроблених механізованим способом	100м3	0,4416	<u>26589,40</u> 26589,40	- -	11741,88	11741,88	- -	<u>475,3200</u> -	<u>209,9</u> -
3	C311-5	Перевезення ґрунту до 5 км	т	772,8	<u>36,51</u> -	<u>36,51</u> 7,17	28214,93	-	<u>28214,93</u> 5540,98	- 0,0990	- 76,51
4	E1-20-2	Робота на відвалі, група ґрунтів 2-3	1000м3	0,4416	<u>3034,11</u> 297,85	<u>2708,40</u> 707,65	1339,86	131,53	<u>1196,03</u> 312,5	<u>5,6400</u> 8,3241	<u>2,49</u> 3,68

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5	E1-18-4	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами однокерованими дизельними на пневмоколісному ході з ковшом місткістю 0, 25 м3, група ґрунтів 1	1000м3	0,1314	<u>30303,26</u> 1903,27	<u>28399,99</u> 9410,98	3981,85	250,09	<u>3731,76</u> 1236,6	<u>36,0400</u> 134,3816	<u>4,74</u> 17,66	
6	C311-1	Перевезення ґрунту до 1 км	т	229,95	<u>7,30</u> -	<u>7,30</u> 3,48	1678,64	-	<u>1678,64</u> 800,23	<u>-</u> 0,0480	<u>-</u> 11,04	
7	E1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,11826	<u>3924,27</u> -	<u>3924,27</u> 1097,69	464,08	-	<u>464,08</u> 129,81	<u>-</u> 15,1575	<u>-</u> 1,79	
8	E1-166-1	Засипка вручну траншей, пазух котлованів і ям, група ґрунтів 1	100м3	0,1314	<u>7651,89</u> 7651,89	<u>-</u> -	1005,46	1005,46	<u>-</u> -	<u>150,4500</u> -	<u>19,77</u> -	
9	E1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	1,314	<u>1908,60</u> 1064,88	<u>843,72</u> 327,34	2507,9	1399,25	<u>1108,65</u> 430,12	<u>18,3600</u> 5,1175	<u>24,13</u> 6,72	
Разом прямі витрати по розділу 1							66243,14	15491,6	<u>50739,24</u> 13203,91		<u>279,27</u> 185,28	
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.							66243,14					

Всього по розділу 1							66243,14					
Розділ 2. Фундаменти												
10	E5-2-6	Заглиблення дизель-молотом на екскаваторі залізобетонних паль довжиною до 12 м у ґрунти групи 2	м3	55,1	<u>2638,37</u> 332,76	<u>2150,32</u> 316,34	145374,19	18335,08	<u>118482,63</u> 17430,33	<u>5,1400</u> 3,8798	<u>283,21</u> 213,78	
11	K581721-K709 варіант 1	Палі забивні залізобетонні марки С12-30	шт	51	<u>9767,83</u> -	<u>-</u> -	498159,33	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -	
12	EN6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,0422	<u>247191,56</u> 8348,78	<u>1782,93</u> 782,73	10431,48	352,32	<u>75,24</u> 33,03	<u>150,7000</u> 10,6641	<u>6,36</u> 0,45	
13	EN6-19-1	Улаштування поясів в опалубці	100м3	0,18	<u>371768,11</u> 63508,59	<u>21602,89</u> 7598,94	66918,26	11431,55	<u>3888,52</u> 1367,81	<u>1016,3000</u> 104,2680	<u>182,93</u> 18,77	
14	C124-2	Гарячекатана арматурна сталь гладка, клас А-1, діаметр 8 мм	т	0,1188	<u>28995,45</u> -	<u>-</u> -	3444,66	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	C124-13	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-II, діаметр 14 мм	т	0,6104	<u>27786,73</u>	-	16961,02	-	-	-	-
16	C124-35	Надбавки до цін заготовок за складання та зварювання каркасів та сіток плоских діаметром 8 мм	т	0,1188	<u>8087,17</u>	-	960,76	-	-	-	-
17	C124-38	Надбавки до цін заготовок за складання та зварювання каркасів та сіток плоских діаметром 14 мм	т	0,6104	<u>6158,72</u>	-	3759,28	-	-	-	-
Разом прямі витрати по розділу 2							746008,98	30118,95	<u>122446,39</u>		<u>472,5</u>
Разом будівельні роботи, грн.							746008,98		18831,17		233
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.							593443,64				
всього заробітна плата, грн.							48950,12				
Загальновиробничі витрати, грн.							27289,22				
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.							84,66				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							8590,56				
Всього будівельні роботи, грн.							773298,2				

Всього по розділу 2							773298,2				
Разом прямі витрати по кошторису							812252,12	45610,55	<u>173185,63</u>		<u>751,77</u>
Разом будівельні роботи, грн.							812252,12		32035,08		418,28
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.							593455,94				
всього заробітна плата, грн.							77645,63				
Загальновиробничі витрати, грн.							44432,49				
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.							140,4				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							14249,45				
Всього будівельні роботи, грн.							856684,61				

Всього по кошторису							856684,61				
Кошторисна трудомісткість, люд.год.							1310,45				
Кошторисна заробітна плата, грн.							91895,08				

Таблиця 6.3
Житловий будинок

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-02-01
на загальнобудівельні роботи
варіант 2

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 684,84538 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 1,24671 тис.люд.год.
Кошторисна заробітна плата 86,00551 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на "31 травня" 2023 р.

№ Ч.ч.	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
Розділ 1. Земляні роботи											
1	E1-18-5	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на пневмоколісному ході з ковшом місткістю 0,25 м3, група ґрунтів 2	1000м3	0,39744	<u>38517,86</u> 2423,98	<u>36093,88</u> 11960,73	15308,54	963,39	<u>14345,15</u> 4753,67	<u>45,9000</u> 170,7905	<u>18,24</u> 67,88
2	E1-163-2 тех.ч. п.1.3.180 к=1,2	Доробка вручну, зачищення дна і стінок вручну з викидом ґрунту в котлованах і траншеях, розроблених механізованим способом	100м3	0,4416	<u>26589,40</u> 26589,40	- -	11741,88	11741,88	- -	<u>475,3200</u> -	<u>209,9</u> -
3	C311-5	Перевезення ґрунту до 5 км	т	772,8	<u>36,51</u> -	<u>36,51</u> 7,17	28214,93	-	<u>28214,93</u> 5540,98	- 0,0990	- 76,51
4	E1-20-2	Робота на відвалі, група ґрунтів 2-3	1000м3	0,4416	<u>3034,11</u> 297,85	<u>2708,40</u> 707,65	1339,86	131,53	<u>1196,03</u> 312,5	<u>5,6400</u> 8,3241	<u>2,49</u> 3,68

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	E1-18-4	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на пневмоколісному ході з ковшом місткістю 0,25 м3, група ґрунтів 1	1000м3	0,117	<u>30303,26</u> 1903,27	<u>28399,99</u> 9410,98	3545,48	222,68	<u>3322,8</u> 1101,08	<u>36,0400</u> 134,3816	<u>4,22</u> 15,72
6	C311-1	Перевезення ґрунту до 1 км	т	204,75	<u>7,30</u> -	<u>7,30</u> 3,48	1494,68	-	<u>1494,68</u> 712,53	<u>-</u> 0,0480	<u>-</u> 9,83
7	E1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,1053	<u>3924,27</u> -	<u>3924,27</u> 1097,69	413,23	-	<u>413,23</u> 115,59	<u>-</u> 15,1575	<u>-</u> 1,6
8	E1-166-1	Засипка вручну траншей, пазух котлованів і ям, група ґрунтів 1	100м3	0,117	<u>7651,89</u> 7651,89	<u>-</u> -	895,27	895,27	<u>-</u> -	<u>150,4500</u> -	<u>17,6</u> -
9	E1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	1,17	<u>1908,60</u> 1064,88	<u>843,72</u> 327,34	2233,06	1245,91	<u>987,15</u> 382,99	<u>18,3600</u> 5,1175	<u>21,48</u> 5,99
Разом прямі витрати по розділу 1							65186,93	15200,66	<u>49973,97</u> 12919,34		<u>273,93</u> 181,21
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.							65186,93				12,3 28120 16797,58 54,61 5544,46 81984,51
Всього по розділу 1							81984,51				
Розділ 2. Фундаменти											
10	E5-2-6	Заглиблення дизель-молотом на екскаваторі залізобетонних паль довжиною до 12 м у ґрунти групи 2	м3	34,5	<u>2638,37</u> 332,76	<u>2150,32</u> 316,34	91023,77	11480,22	<u>74186,04</u> 10913,73	<u>5,1400</u> 3,8798	<u>177,33</u> 133,85
11	K581721-K709 варіант 1	Палі забивні залізобетонні марки С12-30	шт	32	<u>9767,83</u> -	<u>-</u> -	312570,56	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
12	EN6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,066	<u>247191,56</u> 8348,78	<u>1782,93</u> 782,73	16314,64	551,02	<u>117,67</u> 51,66	<u>150,7000</u> 10,6641	<u>9,95</u> 0,7
13	EN6-19-1	Улаштування поясів в опалубці	100м3	0,3	<u>371768,11</u> 63508,59	<u>21602,89</u> 7598,94	111530,43	19052,58	<u>6480,87</u> 2279,68	<u>1016,3000</u> 104,2680	<u>304,89</u> 31,28
14	C124-2	Гарячекатана арматурна сталь гладка, клас А-1, діаметр 8 мм	т	0,2647	<u>28995,45</u> -	<u>-</u> -	7675,1	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	C124-14	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-II, діаметр 16-18 мм	т	1,1276	<u>26661,62</u>	-	30063,64	-	-	-	-
16	C124-35	Надбавки до цін заготовок за складання та зварювання каркасів та сіток плоских діаметром 8 мм	т	0,2647	<u>8087,17</u>	-	2140,67	-	-	-	-
17	C124-39	Надбавки до цін заготовок за складання та зварювання каркасів та сіток плоских діаметром 16-18 мм	т	1,1276	<u>5675,17</u>	-	6399,32	-	-	-	-
Разом прямі витрати по розділу 2							577718,13	31083,82	<u>80784,58</u> 13245,07		<u>492,17</u> 165,83
Разом будівельні роботи, грн.							577718,13				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.							465849,73				
всього заробітна плата, грн.							44328,89				
Загальновиробничі витрати, грн.							25142,74				
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.							78,96				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							8012,16				
Всього будівельні роботи, грн.							602860,87				

Всього по розділу 2							602860,87				
Разом прямі витрати по кошторису							642905,06	46284,48	<u>130758,55</u> 26164,41		<u>766,1</u> 347,04
Разом будівельні роботи, грн.							642905,06				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.							465862,03				
всього заробітна плата, грн.							72448,89				
Загальновиробничі витрати, грн.							41940,32				
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.							133,57				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							13556,62				
Всього будівельні роботи, грн.							684845,38				

Всього по кошторису							684845,38				
Кошторисна трудоємність, люд.год.							1246,71				
Кошторисна заробітна плата, грн.							86005,51				

**Підсумкова відомість ресурсів до локального кошторису № 02-01-01
загальнобудівельні роботи**

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	в тому числі:			Обґрунтування ціни
						відпускна ціна, грн.	транспортна складова, грн.	заготівельно-складські витрати, грн.	
					всього, грн.	всього, грн.	всього, грн.	всього, грн.	
1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
		<u>I. Витрати труда</u>							
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.год	751,77	60,67				
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	3,4					
3		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд.год	330,73	77,69				
4		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	5,2					
5		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням автотранспорту при перевезенні ґрунту і будівельного сміття	люд.год	87,55	72,43				
6		Витрати труда робітників, заробітна плата яких враховується в складі:							
6.1		загальновиборничих витрат	люд.год	140,4	101,47				
		Разом кошторисна трудомісткість	люд.год	1310,45					
		Середній розряд робіт	розряд	3,4					
		<u>II. Будівельні машини і механізми</u>							
7	СН201-22	Автомобілі-самоскиди, вантажопідйомність 7 т	маш. год	0,075072	<u>229,27</u> 17,21				

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
8	СН202-129	Крани баштові, вантажопідйомність 8 т	маш. год	11,958134	<u>255,8</u> 3058,89				
9	СН203-101	Автовантажувачі, вантажопідйомність 5 т	маш. год	0,0342	<u>301,93</u> 10,33				
10	СН204-202	Агрегати зварювальні пересувні з дизельним двигуном, з номінальним зварювальним струмом 250-400 А	маш. год	53,998	<u>143,45</u> 7746,01				
11	СН204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш. год	28,872	<u>25,71</u> 742,30				
12	СН205-101	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], продуктивність 2,2 м3/хв	маш. год	5,8473	<u>189,6</u> 1108,65				
13	СН206-337	Екскаратори одноковшеві дизельні на пневмоколісному ході, місткість ковша 0,25 м3	маш. год	52,7012172	<u>259,37</u> 13669,11				
14	СН207-148	Бульдозери, потужність 59 кВт [80 к.с.]	маш. год	14,587335	<u>333,98</u> 4871,88				
15	СН207-149	Бульдозери, потужність 79 кВт [108 к.с.]	маш. год	2,711424	<u>434,76</u> 1178,82				
16	СН214-102	Агрегати копрові без дизель-молота на базі екскаватора місткістю ковша 1 м3	маш. год	117,363	<u>457,53</u> 53697,09				
17	СН214-504	Дизель-молоти, маса ударної частини 2,5 т	маш. год	117,363	<u>380,97</u> 44711,78				
18	СН215-703	Крани-трубоукладальники для труб діаметром 800-1000 мм, вантажопідйомність 35 т	маш. год	17,632	<u>699,18</u> 12327,94				
19	СН233-261	Верстат трубозгинальний гідравлічний	маш. год	1,26	<u>10,26</u> 12,93				
20	СН233-345	Прес-ножиці комбіновані	маш. год	2,0934	<u>66,55</u> 139,32				

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
21	C311-1	Перевезення ґрунту до 1 км	т	229,95	7,3				
					1678,64				
22	C311-5	Перевезення ґрунту до 5 км	т	772,8	36,51				
					28214,93				
		Разом по розділу II в тому числі енергоносії:	грн.		173185,83				
		Дизельне паливо	кг	2955,863					
		Електроенергія	кВт-год	289,596					
		Мастильні матеріали	кг	260,778					
		Гідравлічна рідина	кг	21,84					
		<u>Будівельні машини, враховані в складі загальновиробничих витрат</u>							
23	CH211-101	Бадді, місткість 2 м3	маш. год	0,4642					
24	CH211-102	Бадді, місткість 4 м3	маш. год	9,792					
25	CH233-1100	Трамбівки пневматичні при роботі від компресора	маш. год	23,4549					
26	CH270-108	Котли бітумні пересувні, місткість 400 л	маш. год	15,428					
27	CH270-116	Вібратори поверхневі	маш. год	1,2027					
28	CH270-117	Вібратори глибинні	маш. год	8,01					
		<u>III. Будівельні матеріали, вироби і комплекти</u>							
29	C111-73	Бітуми нафтові будівельні, марка БН-90/10	т	0,07163	20609,4	19858,40	346,89	404,11	30 км.
					1476,25	1422,46	24,85	28,94	
30	C111-175	Цвяхи будівельні з конічною головкою 4, 0x100 мм	т	0,011032	24012,29	23322,34	219,12	470,83	30 км.
					264,90	257,29	2,42	5,19	
31	C111-253	Вапно будівельне негашене грудкове, сорт 1	т	0,0072	3064	2711,78	292,14	60,08	30 км.
					22,06	19,52	2,10	0,44	
32	C111-388	Фарба земляна густотерта олійна, мумія, сурик залізний, МА-015	т	0,001102	40135,74	39024,48	324,28	786,98	30 км.
					44,23	43,00	0,36	0,87	

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
33	C111-816	Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення світлий, діаметр 1,1 мм	т	0,0072	<u>35618,1</u> 256,45	<u>34746,70</u> 250,18	<u>173,01</u> 1,25	<u>698,39</u> 5,02	30 км.
34	C111-818-1	Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення світлий, діаметр 4,0 мм	т	0,0144	<u>25431,68</u> 366,22	<u>24760,01</u> 356,54	<u>173,01</u> 2,49	<u>498,66</u> 7,19	30 км.
35	C111-1513	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э42	т	0,027	<u>33864,04</u> 914,33	<u>32977,01</u> 890,38	<u>223,03</u> 6,02	<u>664</u> 17,93	30 км.
36	C111-1530	Електроди, діаметр 6 мм, марка Э42А	т	0,03857	<u>37122,35</u> 1431,81	<u>36171,43</u> 1395,13	<u>223,03</u> 8,60	<u>727,89</u> 28,08	30 км.
37	C111-1757	Рядно	м2	10,55	<u>58,97</u> 622,13	<u>57,72</u> 608,95	<u>0,09</u> 0,95	<u>1,16</u> 12,23	30 км.
38	C112-61	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6, 5 м, ширина 75-150 мм, товщина 44 мм і більше, III сорт	м3	0,1458	<u>5139,66</u> 749,36	<u>4894,60</u> 713,63	<u>144,28</u> 21,04	<u>100,78</u> 14,69	30 км.
39	C112-286	Дошки дубові, сорт II	м3	0,2204	<u>22449,33</u> 4947,83	<u>21864,87</u> 4819,02	<u>144,28</u> 31,80	<u>440,18</u> 97,01	30 км.
40	C121-774	Деталі кріплення рейок, елементи кріплення підвісних стель, трубопроводів, повітроводів, закладні деталі, деталі кріплення стінових панелей, ворот, рам, ґрат тощо масою не більше 50 кг, з перевагою товстолистої сталі, такі, що складаються з двох та більше деталей, з отворами та без отворів, які з'єднуються на зварюванні	т	0,004959	<u>66494,59</u> 329,75	<u>65775,02</u> 326,18	<u>224,57</u> 1,11	<u>495</u> 2,46	30 км.
41	C123-514-У	Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм	м2	11,6802	<u>418,72</u> 4890,73	<u>407,20</u> 4756,18	<u>3,31</u> 38,66	<u>8,21</u> 95,89	30 км.
42	C124-2	Гарячекатана арматурна сталь гладка, клас А-1, діаметр 8 мм	т	0,1188	<u>28995,45</u> 3444,66	<u>28253,90</u> 3356,56	<u>173,01</u> 20,55	<u>568,54</u> 67,55	30 км.
43	C124-13	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-II, діаметр 14 мм	т	0,6104	<u>27786,73</u> 16961,02	<u>27068,88</u> 16522,84	<u>173,01</u> 105,61	<u>544,84</u> 332,57	30 км.

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
44	C124-35	Надбавки до цін заготовок за складання та зварювання каркасів та сіток плоских діаметром 8 мм	т	0,1188	<u>8087,17</u> 960,76	<u>8087,17</u> 960,76	- -	- -	
45	C124-38	Надбавки до цін заготовок за складання та зварювання каркасів та сіток плоских діаметром 14 мм	т	0,6104	<u>6158,72</u> 3759,28	<u>6158,72</u> 3759,28	- -	- -	
46	C142-10-2	Вода	м3	0,09545	<u>39,24</u> 3,75	<u>39,24</u> 3,75	- -	- -	
47	C1421-9472	Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 40-70 мм, марка М400	м3	0,017664	<u>696,62</u> 12,31	<u>299,38</u> 5,29	<u>383,58</u> 6,78	<u>13,66</u> 0,24	30 км.
48	C1424-11610	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В7, 5 [М100], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	4,3044	<u>2178,17</u> 9375,71	<u>1620,44</u> 6975,02	<u>515,02</u> 2216,85	<u>42,71</u> 183,84	30 км.
49	C1424-11612	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В20 [М200], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	18,27	<u>2420,78</u> 44227,65	<u>1858,29</u> 33950,96	<u>515,02</u> 9409,42	<u>47,47</u> 867,27	30 км.
50	+К581721-К709 варіант 1	Палі забивні залізобетонні марки С12-30	шт	51	<u>9767,83</u> 498159,33	<u>9100,00</u> 464100,00	<u>476,3</u> 24291,30	<u>191,53</u> 9768,03	30 км.
		Енергоносії машин, врахованих в складі загальновиборничих витрат							
51	C1999-9001	Електроенергія	кВт-год	2,3676	<u>3,3595</u> 7,95	<u>3,3595</u> 7,95			
52	C1999-9005	Мастильні матеріали	кг	0,0921	<u>72,85</u> 6,71	<u>72,85</u> 6,71			
53	C1999-9009	Дрова	м3	1,8514	<u>119,13</u> 220,55	<u>119,13</u> 220,55			
		Разом	грн.		235,21	235,21			
		Разом по розділу III	грн.		593455,73	545728,13	36192,16	11535,44	

**Підсумкова відомість ресурсів до локального кошторису № 02-02-01
загальнобудівельні роботи**

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	в тому числі:			Обґрунтування ціни	
						відпускна ціна, грн.	транспортна складова, грн.	заготівельно-складські витрати, грн.		
						всього, грн.	всього, грн.	всього, грн.		
1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14	
		<u>I. Витрати труда</u>								
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.год	766,1	60,42					
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	3,4						
3		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд.год	260,7	76,38					
4		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	5,1						
5		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням автотранспорту при перевезенні ґрунту і будівельного сміття	люд.год	86,34	72,43					
6		Витрати труда робітників, заробітна плата яких враховується в складі:								
6.1		загальновиборничих витрат	люд.год	133,57	101,47					
		Разом кошторисна трудомісткість	люд.год	1246,71						
		Середній розряд робіт	розряд	3,4						
		<u>II. Будівельні машини і механізми</u>								
7	СН201-22	Автомобілі-самоскиди, вантажопідйомність 7 т	маш. год	0,075072	<u>229,27</u> 17,21					

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
8	СН202-129	Крани баштові, вантажопідйомність 8 т	маш. год	19,90002	<u>255,8</u> 5090,43				
9	СН203-101	Автовантажувачі, вантажопідйомність 5 т	маш. год	0,057	<u>301,93</u> 17,21				
10	СН204-202	Агрегати зварювальні пересувні з дизельним двигуном, з номінальним зварювальним струмом 250-400 А	маш. год	33,81	<u>143,45</u> 4850,04				
11	СН204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш. год	48,12	<u>25,71</u> 1237,17				
12	СН205-101	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], продуктивність 2,2 м3/хв	маш. год	5,2065	<u>189,6</u> 987,15				
13	СН206-337	Екскаратори одноковшеві дизельні на пневмоколісному ході, місткість ковша 0,25 м3	маш. год	51,5090412	<u>259,37</u> 13359,90				
14	СН207-148	Бульдозери, потужність 59 кВт [80 к.с.]	маш. год	14,136399	<u>333,98</u> 4721,27				
15	СН207-149	Бульдозери, потужність 79 кВт [108 к.с.]	маш. год	2,711424	<u>434,76</u> 1178,82				
16	СН214-102	Агрегати копрові без дизель-молота на базі екскаватора місткістю ковша 1 м3	маш. год	73,485	<u>457,53</u> 33621,59				
17	СН214-504	Дизель-молоти, маса ударної частини 2,5 т	маш. год	73,485	<u>380,97</u> 27995,58				
18	СН215-703	Крани-трубоукладальники для труб діаметром 800-1000 мм, вантажопідйомність 35 т	маш. год	11,04	<u>699,18</u> 7718,95				
19	СН233-261	Верстат трубозгинальний гідравлічний	маш. год	2,1	<u>10,26</u> 21,55				
20	СН233-345	Прес-ножиці комбіновані	маш. год	3,489	<u>66,55</u> 232,19				

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
21	C311-1	Перевезення ґрунту до 1 км	т	204,75	7,3				
					1494,68				
22	C311-5	Перевезення ґрунту до 5 км	т	772,8	36,51				
					28214,93				
		Разом по розділу II в тому числі енергоносії:	грн.		130758,67				
		Дизельне паливо	кг	1972,589					
		Електроенергія	кВт-год	482,352					
		Мастильні матеріали	кг	171,91					
		Гідравлічна рідина	кг	14,455					
		<u>Будівельні машини, враховані в складі загальноновиробничих витрат</u>							
23	CH211-101	Бадді, місткість 2 м3	маш. год	0,726					
24	CH211-102	Бадді, місткість 4 м3	маш. год	16,32					
25	CH233-1100	Трамбівки пневматичні при роботі від компресора	маш. год	20,8845					
26	CH270-108	Котли бітумні пересувні, місткість 400 л	маш. год	9,66					
27	CH270-116	Вібратори поверхневі	маш. год	1,881					
28	CH270-117	Вібратори глибинні	маш. год	13,35					
		<u>III. Будівельні матеріали, вироби і комплекти</u>							
29	C111-73	Бітуми нафтові будівельні, марка БН-90/10	т	0,04485	20609,4	19858,40	346,89	404,11	30 км.
					924,33	890,65	15,56	18,12	
30	C111-175	Цвяхи будівельні з конічною головкою 4, 0x100 мм	т	0,0138	24012,29	23322,34	219,12	470,83	30 км.
					331,37	321,85	3,02	6,50	
31	C111-253	Вапно будівельне негашене грудкове, сорт 1	т	0,012	3064	2711,78	292,14	60,08	30 км.
					36,77	32,54	3,51	0,72	
32	C111-388	Фарба земляна густотерта олійна, мумія, сурик залізний, МА-015	т	0,00069	40135,74	39024,48	324,28	786,98	30 км.
					27,69	26,93	0,22	0,54	

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
33	C111-816	Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення світлий, діаметр 1,1 мм	т	0,012	<u>35618,1</u> 427,42	<u>34746,70</u> 416,96	<u>173,01</u> 2,08	<u>698,39</u> 8,38	30 км.
34	C111-818-1	Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення світлий, діаметр 4,0 мм	т	0,024	<u>25431,68</u> 610,36	<u>24760,01</u> 594,24	<u>173,01</u> 4,15	<u>498,66</u> 11,97	30 км.
35	C111-1513	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э42	т	0,045	<u>33864,04</u> 1523,88	<u>32977,01</u> 1483,97	<u>223,03</u> 10,04	<u>664</u> 29,87	30 км.
36	C111-1530	Електроди, діаметр 6 мм, марка Э42А	т	0,02415	<u>37122,35</u> 896,50	<u>36171,43</u> 873,54	<u>223,03</u> 5,39	<u>727,89</u> 17,57	30 км.
37	C111-1757	Рядно	м2	16,5	<u>58,97</u> 973,01	<u>57,72</u> 952,38	<u>0,09</u> 1,49	<u>1,16</u> 19,14	30 км.
38	C112-61	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6, 5 м, ширина 75-150 мм, товщина 44 мм і більше, III сорт	м3	0,243	<u>5139,66</u> 1248,94	<u>4894,60</u> 1189,39	<u>144,28</u> 35,06	<u>100,78</u> 24,49	30 км.
39	C112-286	Дошки дубові, сорт II	м3	0,138	<u>22449,33</u> 3098,01	<u>21864,87</u> 3017,35	<u>144,28</u> 19,91	<u>440,18</u> 60,75	30 км.
40	C121-774	Деталі кріплення рейок, елементи кріплення підвісних стель, трубопроводів, повітроводів, закладні деталі, деталі кріплення стінових панелей, ворот, рам, ґрат тощо масою не більше 50 кг, з перевагою товстолистої сталі, такі, що складаються з двох та більше деталей, з отворами та без отворів, які з'єднуються на зварюванні	т	0,003105	<u>66494,59</u> 206,47	<u>65775,02</u> 204,23	<u>224,57</u> 0,70	<u>495</u> 1,54	30 км.
41	C123-514-У	Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм	м2	19,467	<u>418,72</u> 8151,22	<u>407,20</u> 7926,96	<u>3,31</u> 64,44	<u>8,21</u> 159,82	30 км.
42	C124-2	Гарячекатана арматурна сталь гладка, клас А-1, діаметр 8 мм	т	0,2647	<u>28995,45</u> 7675,10	<u>28253,90</u> 7478,81	<u>173,01</u> 45,80	<u>568,54</u> 150,49	30 км.
43	C124-14	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-II, діаметр 16-18 мм	т	1,1276	<u>26661,62</u> 30063,64	<u>25965,83</u> 29279,07	<u>173,01</u> 195,09	<u>522,78</u> 589,48	30 км.

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
44	C124-35	Надбавки до цін заготовок за складання та зварювання каркасів та сіток плоских діаметром 8 мм	т	0,2647	<u>8087,17</u> 2140,67	<u>8087,17</u> 2140,67	- -	- -	
45	C124-39	Надбавки до цін заготовок за складання та зварювання каркасів та сіток плоских діаметром 16-18 мм	т	1,1276	<u>5675,17</u> 6399,32	<u>5675,17</u> 6399,32	- -	- -	
46	C142-10-2	Вода	м3	0,1515	<u>39,24</u> 5,94	<u>39,24</u> 5,94	- -	- -	
47	C1421-9472	Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 40-70 мм, марка М400	м3	0,017664	<u>696,62</u> 12,31	<u>299,38</u> 5,29	<u>383,58</u> 6,78	<u>13,66</u> 0,24	30 км.
48	C1424-11610	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В7, 5 [М100], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	6,732	<u>2178,17</u> 14663,44	<u>1620,44</u> 10908,80	<u>515,02</u> 3467,11	<u>42,71</u> 287,53	30 км.
49	C1424-11612	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В20 [М200], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	30,45	<u>2420,78</u> 73712,75	<u>1858,29</u> 56584,93	<u>515,02</u> 15682,36	<u>47,47</u> 1445,46	30 км.
50	+К581721-К709 варіант 1	Палі забивні залізобетонні марки С12-30 Енергоносії машин, врахованих в складі загальнопромислових витрат	шт	32	<u>9767,83</u> 312570,56	<u>9100,00</u> 291200,00	<u>476,3</u> 15241,60	<u>191,53</u> 6128,96	30 км.
51	C1999-9001	Електроенергія	кВт-год	3,8757	<u>3,3595</u> 13,02	<u>3,3595</u> 13,02			
52	C1999-9005	Мастильні матеріали	кг	0,1523	<u>72,85</u> 11,10	<u>72,85</u> 11,10			
53	C1999-9009	Дрова	м3	1,1592	<u>119,13</u> 138,10	<u>119,13</u> 138,10			
		Разом	грн.		162,22	162,22			
		Разом по розділу III	грн.		465861,92	422096,04	34804,31	8961,57	

Порівняння варіантів фундаментів наведено в таблиці 6.6

Таблиця 6.6 - Порівняння варіантів фундаментів

Показники (дані)	Варіанти фундаментів	
	Варіант 1 (базовий)	Варіант 2 (за результатами наукових досліджень)
Прямі витрати, грн.	812252,12	642905,06
Кошторисна трудомісткість, грн.	1310,45	1246,71
Кошторисна заробітна плата, грн.	91895,08	86005,51
Загальновиробничі витрати, грн.	44432,49	41940,32
Усього за кошторисом, грн.	856,68461	684,84538

Висновок за розділом 6

Отримані дані свідчать, що варіант фундаменту з забивних паль, розрахований за нормами (базовий) є дорожчим у порівнянні з варіантом фундаменту з забивних паль (за результатами наукових досліджень).

Також витрати праці, заробітна плата та загальновиробничі витрати варіанту за результатами наукових досліджень є меншими, тому він є більш економічно вигідним.

Загальні висновки

1. Для моделювання напружено-деформованого стану системи ростверк-палі-основа може з достатнім ступенем достовірності використовуватись програмний комплекс Plaxis 3D.

2. Несуча здатність низького ростверку в системі пальового фундаменту збільшується при збільшенні кроку між палями уздовж ряду та при збільшенні відстані між рядами пальь.

3. Робота палі в групі з низьким ростверком суттєво відрізняється від роботи одиночної палі. Для фундаментів з забивних пальь при кроці уздовж ряду 3d палі у складі стрічки реалізують свою несучу здатність не повністю. При більших кроках палі в фундаменті працюють краще, ніж одиночні.

4. Чим більша відстань між рядами пальь, тим більша несуча здатність окремої палі у складі дворядного стрічкового пальового фундаменту.

5. Вплив відстані між рядами пальь меншій, ніж вплив кроку пальь у поздовжньому напрямку.

6. Вид ґрунту незначно впливає на розподіл зусиль між елементами пальового фундаменту. Для глинистого ґрунту гірше включається у роботу ростверк, але краще включаються палі

7. Врахування реальної роботи пальь і ростверку у складі пальового фундаменту за запропонованою методикою дозволяє підвищувати несучу здатність пальового фундаменту в цілому і відповідно економити матеріальні та трудові ресурси під час проведення будівельних робіт.

8. На підставі запропонованої методики виконане проектування варіанту стрічкового пальового фундаменту, який виявився більш економічним, ніж запроєктований за вимогами норм.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування зі зміною №1 та №2. [Чинний від 2012-07-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 161 с. (Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення).
2. Christian M. Design of piles – German practice ISSMGE. ETC 3 International Symposium on Design of Piles in Europe. Leuven, Belgium, 28 & 29 April 2016.
3. Raison C., Egan D. Design of piles – United Kingdom practice. ETC 3 International Symposium on Design of Piles in Europe. Leuven, Belgium, 28 & 29 April 2016.
4. Nguyen, D. D. C., Jo S. B., Kim D. S. (2013). Design method of piled-raft foundations under vertical load considering interaction effects. *Computers and Geotechnics*, 47, 16-27.
5. Abdolrezayi A., Khayat N. Comparative Three-Dimensional Finite Element Analysis of Piled Raft Foundations. *Computational Engineering and Physical Modeling 4-1* (2021) 19-36.
6. Бартоломей А. А., Омельчак И. М., Юшков Б. С. Прогноз осадок свайных фундаментов /Под ред. Бартоломея А. А.. Москва : Стройиздат, 1994. 384 с.
7. Дорошкевич Н. М., Знаменский В. В. Экспериментальные исследования деформаций групп свай при действии постоянных и кратковременных циклических нагрузок. *Свайные фундаменты*. ВНИИОСП, ДальНИИС, Москва : Стройиздат, 1991. С. 45-50.
8. Знаменский В. В., Рузаев А. М., Полынков И. Н. Взаимодействие низкого ростверка со сваями. *Вестник МГСУ*. Москва, 2008. №2. С. 48-51.
9. Девальтовский Е. Э. Исследование работы свайных фундаментов с учетом их взаимодействия с межсвайным грунтом. Дисс. ...канд. техн. наук, – Ленинград, 1982.

10. Сернов В. А. Совместная работа свай с ростверками в песчаных и глинистых грунтах: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02. Минск, 2010. 181 с.
11. Алехин В. С. Взаимодействие свай в составе групп и определение предельного сопротивления основания : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 2020. 147 с.
12. Кравченко П. А. Оценка работы свай в составе фундаментов реконструируемых зданий : автореф. дис. ...канд. техн. наук : 05.23.02. Санкт-Петербург, 2013. 19 с.
13. Burland J. B., Broms B. B., Demello V. Behavior of Foundation and Structures, in: Proc. 9th. ICSMFE, Tokyo, 1977, pp. 495–546.
14. Hanna T. H. (1963) Model Studies of Foundations Groups in Sand. Géotechnique. Volume 13 Issue 4, December 1963, pp. 334-351.
15. Whitaker T. Experiments with model piles in groups. Geotechnic, London, England. Vol. 7. № 4, 1977. P.147–167.
16. Katzenbach R., Arslan U., Moorman C., Reul O. Piled raft foundation: interaction between piles and raft. Darmstadt Geotech.: Darmstadt Univ. Technol., 4 (1) (1998), pp. 279-296.
17. Poulos, H. G. and Davis, E. H., (1980) "Pile Foundation Analysis and Design". John Wiley and Sons, New York. 394 p.
18. Randolph M. F. Design method for pile groups and piled rafts. 13th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 5-10 January, New Delhi, India, 1994. Vol. 5. P. 61-82.
19. A. Davids, A postcard from Dubai design and construction of some of the tallest buildings in the world, in: Proc. of the CTBUH 8 the World Congress, 3–5 March, Dubai, 2008.
20. T.T. Abdel-Fattah, A.A. Hemada, Use of creep piles to control settlement of raft foundation on soft clay-case study, in: Eighth Alexandria Conference on Structural and Geotechnical Engineering, 14–16 (April 2014), 2014, pp. 13–14.
21. J.A. Hemsley Design Applications of Raft Foundations Thomas Telford, England, London (2000)

22. Leung, *et al.* Role of linear elasticity in pile group analysis and load test interpretation. *J. Geotech. Geo-environ. Eng. ASCE*, 136 (12) (2010), pp. 686-694.
23. Elwakil A. Z., Azzam W. R. Experimental and numerical study of piled raft system. *Alexandria Engineering Journal*. Volume 55, Issue 1, March 2016, Pages 547-560.
24. H.G. Poulos, *The Piled Raft Foundation for the Burj Dubai- Design and Performance: A presentaco Programa pos Graducaodem Geotencia-Brasilia-DF*, 2010.
25. Яблочков, В.Д. Исследование роли низкого ростверка в несущей способности однорядных свайных фундаментов : автореф. дис. ...канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1965. — 16 с.
26. Сальников Б. А. Исследование несущей способности свайных фундаментов в слабых глинистых грунтах : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1969. 140 с.
27. Знаменский В. В. Работа свайного фундамента в глинистых грунтах и расчет их по деформациям : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1971. 128 с.
28. Сирожиддинов З. Несущая способность кустов свай в слабых водонасыщенных грунтах при внецентренной нагрузке : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1978. 135 с.
29. Васильченко А. В. Исследование работы низкого ростверка на моделях свайных кустов. Сборник научных трудов «Проблемы освоения природных ресурсов Европейского севера». Ухта. 1996. С. 205-207.
30. Разводовский Д. Е. Взаимодействие свай и грунта в составе большеразмерных кустов свай и свайных полей : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1999. 138 с.
31. Рузаев А. М. Оптимизация проектных решений свайных фундаментов с учетом взаимного влияния свай и работы низкого ростверка на их несущую способность : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 2010. 147 с.
32. Бартоломей А. А., Пономарев А. Б. Экспериментальные исследования и прогноз осадок фундаментов из конических свай. *ОФМГ*, 2001, №2, с.6-12.

33. Borel S., Combarieu O. Some observations on piled footings. 2nd Int. PhD Symposium in Civil Engineering 1998 Budapest.
34. Маєвська І. В., Блащук Н. В. Урахування роботи ростверку у складі стрічкових пальових та підсилених палями фундаментів : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2013. 168 с.
35. Косточка Є. Г., Левченко В. П., Новицький О. П. Несуча здатність буроін'єкційних паль за даними статичних випробувань і спостережень в процесі будівництва. Комунальне господарство міст. Науково-техн. збірник. ХНУМГ, 2011. №101. С. 58-63.
36. Самородов О. В. Розвиток наукових основ вибору раціональних параметрів комбінованих пальових і плитних фундаментів багатоповерхових будівель : дис. ... докт. техн. наук : 05.23.02. Харків, 2017. 322 с.
37. Van Impe WF, De Clerq Y. A piled raft interaction model. Proc. 5th Intern. Conf. Piling Deep Found., 1994, p. 1.
38. Burland JB. " Piles as settlement reducers," Invited Lecture. XIX Convegno Ital Di Geotec 1995;2:21–34.
39. Sheil, B. B., McCabe, B. A. (2016). An analytical approach for the prediction of single pile and pile group behaviour in clay. Computers and Geotechnics, vol. 75, pp. 145-158.
40. Poulos H. G. An approximate numerical analysis of pile–raft interaction. Int J Numer Anal Methods Geomech 1994;18:73–92.
41. Clancy P., Randolph M. F. An approximate analysis procedure for piled raft foundations. Int J Numer Anal Methods Geomech 1993;17:849–69.
42. Hooper JA. Observations on The Behaviour of A Pile-Raft Foundation on London Clay. Proc Inst Civ Eng 1973;55:855–877.
43. Hewitt P, Gue SS. Piled Raft Foundation in a weathered sedimentary formation. Proc Geotropica 1994:1–11.
44. Мангушев Р. А., Игошин А. В., Ошурков Н. В., Фадеев А. Б. Плитно-свайный фундамент повышенной этажности. «Основания, фундаменты и механика грунтов». Москва :Стройиздат. 2008. №6. С. 15-19.

45. Чунюк Д. Ю. Расчет комбинированных плитно-свайных фундаментов: дис. канд. техн. наук: 05.23.02. Москва, 2002. 136 с.
46. Mali S, Singh B. Behavior of large piled-raft foundation on clay soil. *Ocean Eng* 2018;149:205–16. doi:10.1016/j.oceaneng.2017.12.029.
47. Deb P, Pal S K. Numerical analysis of piled raft foundation under combined vertical and lateral loading. *Ocean Eng* 2019;190:106431. doi:10.1016/j.oceaneng.2019.106431.
48. Sinha A, Hanna A M. 3D numerical model for piled raft foundation. *Int J Geomech* 2017;17: Issue 2. <https://ascelibrary.org/toc/ijgnai/17/2>.
49. Носенко В., Кашоїда О. Визначення напружено-деформованого стану групи паль шляхом числового моделювання їх взаємодії з основою за даними польових досліджень. *Основи та фундаменти: науково-технічний збірник*. Київ, КНУБА, 2021. Вип.43. С.87-100.
50. Butterfield R, Banerjee PK. The elastic analysis of compressible piles and pile groups. *Geotechnique* 1971;21:43–60.
51. Sinha J, Poulos H G. Piled raft systems and free standing pile groups in expansive soils. *Proc. 8th Aust. New Zeal. Conf. Geomech. Consol. Knowl., Australian Geomechanics Society*; 1999, p. 207.
52. Hain SJ, Lee IK. The analysis of flexible raft-pile systems. *Geotechnique* 1978;28:65–83.
53. Ta LD, Small JC. Analysis of piled raft systems in layered soil. *Int J Numer Anal Methods Geomech* 1996;20:57–72.
54. Franke E, Lutz B, El-Mossallamy Y. Measurements and numerical modelling of high rise building foundations on Frankfurt clay. *Vert. Horiz. Deform. Found. Embankments, ASCE*; 1994, p. 1325–36.
55. Pressley J. S., Poulos H. G. Finite element analysis of mechanisms of pile group behaviour. *Int J Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*. 1986; 10(2): 213-221.
56. PLAXIS. Finite element code for soil and rock analyses. *Rukovodstvo polsovatelya. 3D Foundation (версия 1.6)*.

57. Возна А. А., Маєвська І. В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІДСТАНИ МІЖ РЯДАМИ ПАЛЬ НА ПЕРЕРОЗПОДІЛ ЗУСИЛЬ У ДВОРЯДНОМУ СТРИЧКОВОМУ ПАЛЬОВОМУ ФУНДАМЕНТІ У ПІЩАНОМУ ГРУНТІ. Збірник матеріалів ЛІІ Науково-технічної конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2023), проведеної 17 травня 2023 р. у ВНТУ. Вінниця, 2023. 7 с. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17457> (дата звернення 08.04.2023).

58. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007-01-01]. Київ : Мінбуд України, 2006. 59 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).

59. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2022. 23 с.

60. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2013-01-01]. Київ : Мінрегіон України, 2013. 52 с.

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

62. ДБН В.1.1.7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-01-06]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 35 с.

63. ДБН В.2.2-15-2019. Житлові будинки. Основні положення [Чинний від 2019-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 44 с. (Будинки і споруди).

64. ДБН В.2.2.5-97. Захисні споруди цивільної оборони. [Чинний від 1998-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держкоммістобудування України, 1998. 80 с. (Будинки і споруди).

65. Перші кроки щодо організації цивільного захисту на базовому рівні місцевого самоврядування: серія практичних порадників / О.Я. Лещенко, Г.В. Трунцев, В.М. Михайлов, М.В. Андрієнко, В.Ф. Коробкін, Н.М. Романюк, Л.В.

Калиненко; за заг. ред. П.Б. Волянського, С.А. Парталяна. К. : ІДУ НД ЦЗ, 2021. Серія 9. 63 с.

66. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. [Чинний від 2011-06-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с. (Конструкції будинків і споруд).

67. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чинний від 2011-06-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 118 с. (Конструкції будинків і споруд).

68. Метелюк Н. С., Шишко Г. Ф., Соловьева А. Б., Грузинцев В. В. Сваи и свайные фундаменты: спр. пособие. Київ : "Будівельник", 1977. 256 с.

69. ДСТУ Б В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94) Основи та підвалини будинків і споруд. Грунти. Метод польових випробувань палями. [Чинний від 1996-04-01]. Київ : Мінрегіон України, 1994. 58 с. (Державний стандарт України).

70. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.

71. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

72. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.

73. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

74. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

75. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

76. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

77. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

78. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

79. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

80. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 2006. 109 с.

Додаток А

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи Вплив відстані між рядами паль на перерозподіл зусиль у
дворядному стрічковому пальовому фундаменті

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність 88,4 % Схожість 11,6 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. 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.

Особа, відповідальна за перевірку

[Підпис]
(підпис)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи

[Підпис]
(підпис)

Возна А.А.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

[Підпис]
(підпис)

Маєвська І.В.

(прізвище, ініціали)

Додаток Б Відомість аркушів графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітки
1	Мета і задачі дослідження «Вплив відстані між рядами паль на перерозподіл зусиль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті»	Плакат 1
2	Програма моделювання роботи стрічкового пальового фундаменту (додатково варіюється від ґрунту)	Плакат 2
3	Розрахункова модель стрічкового пальового фундаменту при кроці паль 3d та розташування моделі під дією вертикального навантаження в масиві ґрунту	Плакат 3
4	Мозаїки деформацій системи «паля – ростверк – основа» при різному кроці паль у поздовжньому напрямку, довжина паль 9 м	Плакат 4
5	Мозаїки деформацій системи «паля – ростверк – основа» при різній відстані між рядами паль для паль довжиною 9м	Плакат 5
6	Залежність осідання від навантаження при моделюванні одиночних паль довжиною 9,0 м. Залежність осідання від навантаження при моделюванні ростверка без паль (при ширині ростверка 2,0 м)	Плакат 6
7	Графіки залежності осідання – навантаження при довжині паль 9 м та різному кроці паль в поздовжньому напрямку	Плакат 7
8	Залежність загальної несучої здатності стрічкового пальового фундаменту від відстані між рядами паль при різному їх поздовжньому кроці для піщаних і глинистих ґрунтів	Плакат 8
9	Залежність частки навантаження, що сприймає ростверк стрічкового пальового фундаменту у глинистому і піщаному ґрунті від відстані між рядами паль	Плакат 9
10	Залежності тиску під подошвою ростверка від відстані між рядами паль	Плакат 10
11	Залежності ступеня реалізації несучої здатності ростверка від відстані між рядами паль	Плакат 11
12	Залежності ступіню реалізації несучої здатності паль від відстані між рядами паль	Плакат 12
13	Висновки за результатами наукового дослідження	Плакат 13
14	Генеральний план, фасад А-О, фасад 12-1, план першого поверху, план підвалу	
15	План 2-6 поверхів, план 8 поверху, план 9 поверху, план покрівлі, розрізи 1-1, 2-2, вузли 1-4	
16	Геологічний розріз, план ростверку, робоче креслення фундаменту, розріз 1-1, каркас К - 1, специфікації (варіант проектування за рекомендаціями норм)	
17	Геологічний розріз, план ростверку, робоче креслення фундаменту, розріз 1-1, каркас К - 1, специфікації (варіант проектування за результатами досліджень)	

Магістерська кваліфікаційна робота Возної А. А. на тему:
«Вплив відстані між рядами паль на перерозподіл зусиль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті»

Мета дослідження. Метою роботи є дослідження впливу відстані між рядами паль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті на реалізацію несучої здатності паль і ростверку.

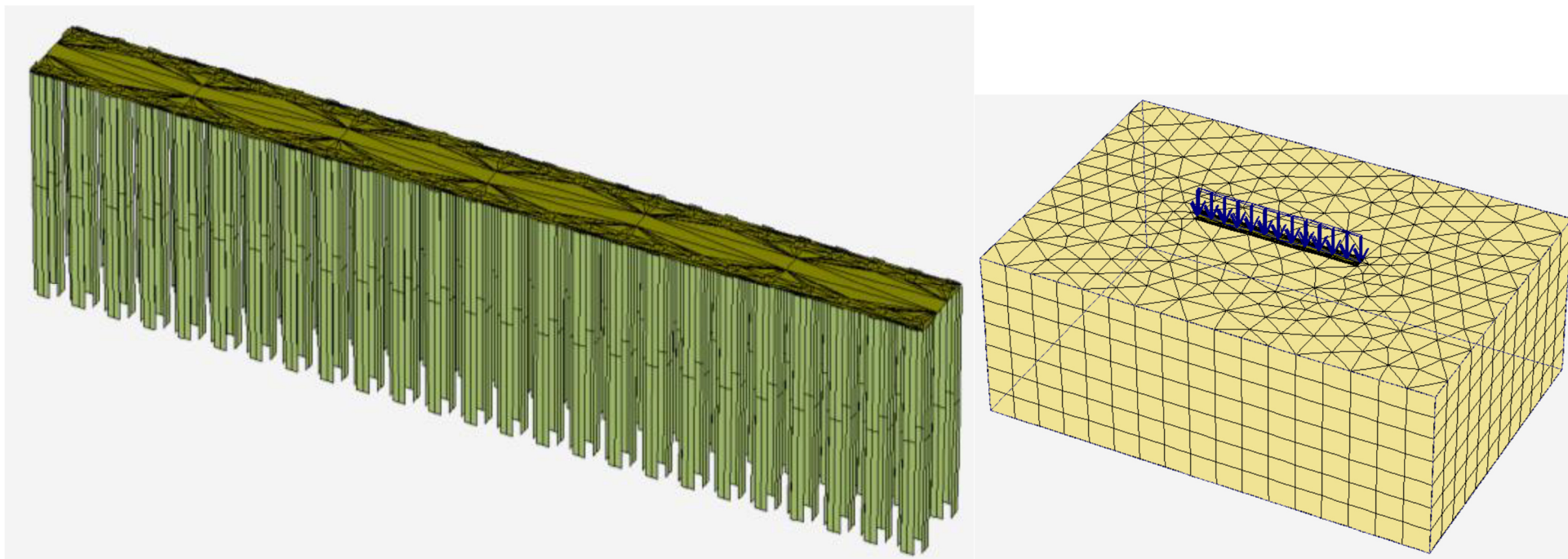
Задачі дослідження:

- шляхом чисельного моделювання, в якому використовується пружно-пластична модель ґрунту, методом скінчених елементів (МСЕ) проаналізувати напружено-деформований стан систем «ростверк – палі – основа» для дворядних стрічкових пальових фундаментів;
- виявити вплив відстані між рядами паль на перерозподіл зусиль між елементами дворядних стрічкових пальових фундаментів;
- крім відстані між рядами паль передбачається варіювання таких параметрів: крок паль у поздовжньому напрямку, довжина паль, фізико-механічні характеристики основи;
- дослідити залежність ступіню реалізації окремих елементів пальового фундаменту від визначених вище параметрів.
- розробити рекомендації з визначення допустимого навантаження на пальовий фундамент із врахуванням сумісної роботи його елементів з основою.

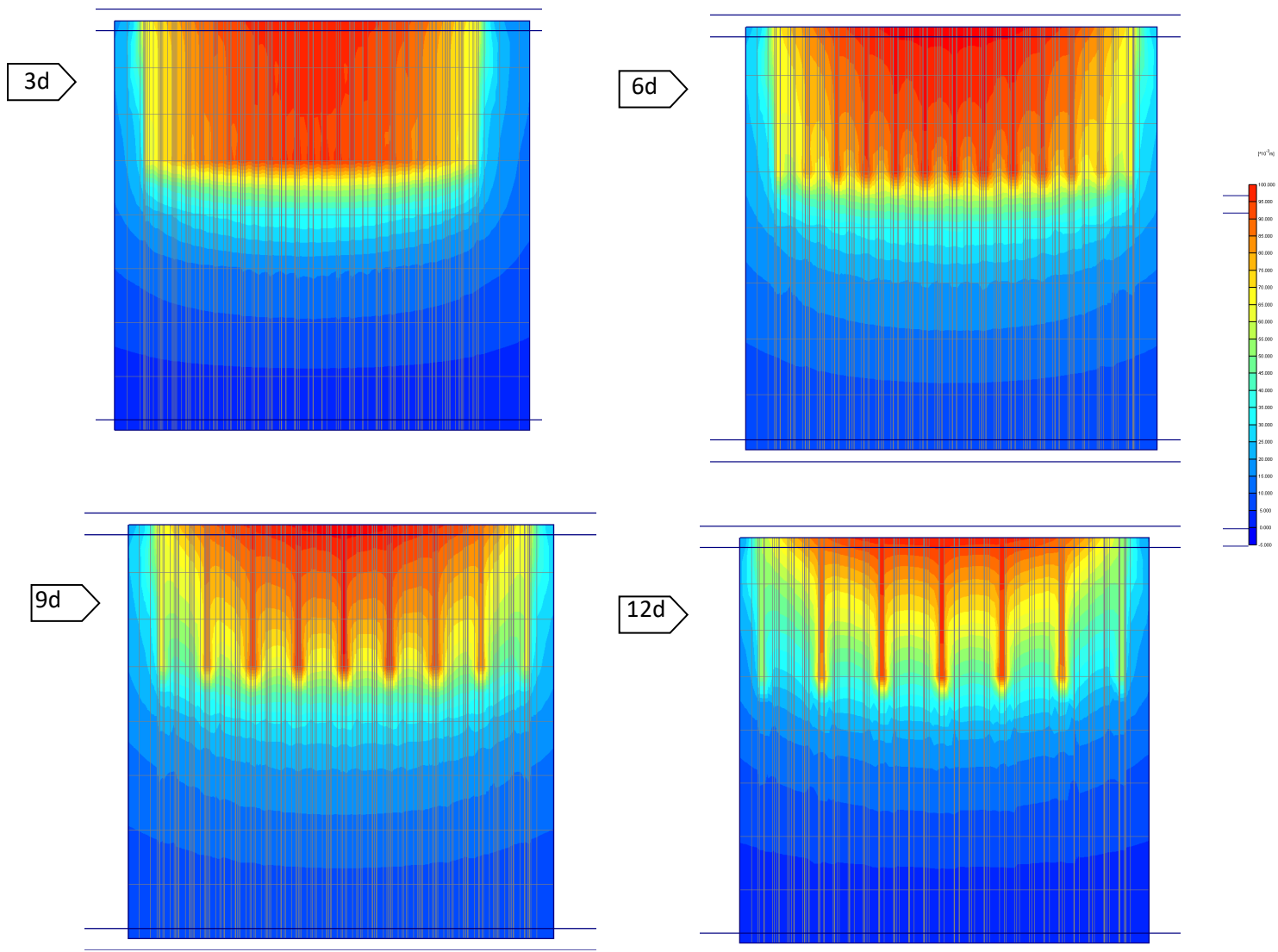
**Програма моделювання роботи стрічкового пальового фундаменту
(додатково варіюється вид ґрунту)**

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль, ростверку	Крок і кількість паль	Відстань між рядами паль
1	L=9 м, d=0,3 м, розміри ростверку 1,4×22,1 м	3d, 50 шт	3d
		6d, 26 шт	
		9d, 18 шт	
		12d, 14 шт	
2	L=9 м, d=0,3 м, розміри ростверку 2,0×22,1 м	3d, 50 шт	5d
		6d, 26 шт	
		9d, 18 шт	
		12d, 14 шт	
3	L=9 м, d=0,3 м, розміри ростверку 2,6×22,1 м	3d, 50 шт	7d
		6d, 26 шт	
		9d, 18 шт	
		12d, 14 шт	
4	L=9 м, d=0,3 м, розміри ростверку 3,2×22,1 м	3d, 50 шт	9d
		6d, 26 шт	
		9d, 18 шт	
		12d, 14 шт	

Розрахункова модель стрічкового пальового фундаменту при кроці паль 3d та розташування моделі під дією вертикального навантаження в масиві ґрунту

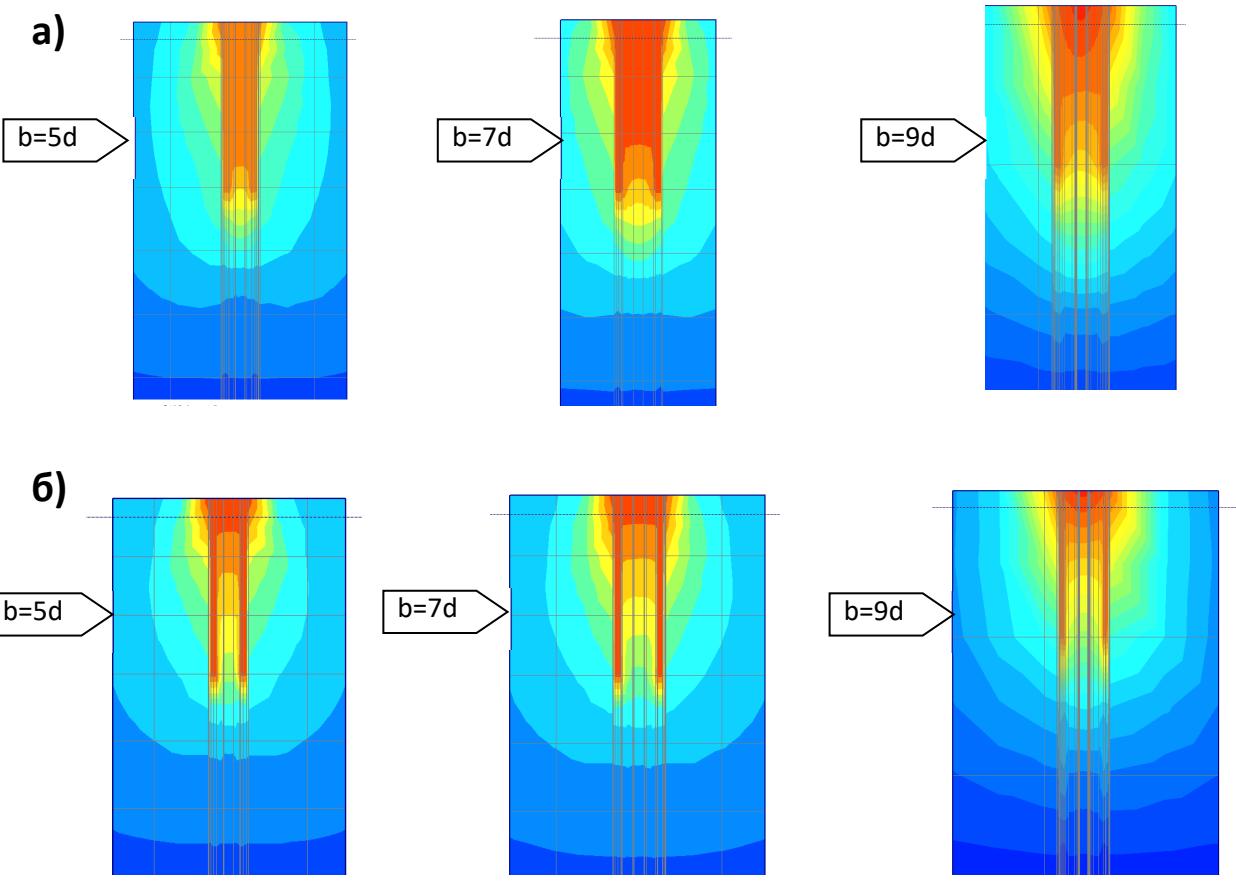


Мозаїки деформацій системи «паль – ростверк – основа» при різному кроці паль у поздовжньому напрямку, довжина паль 9 м

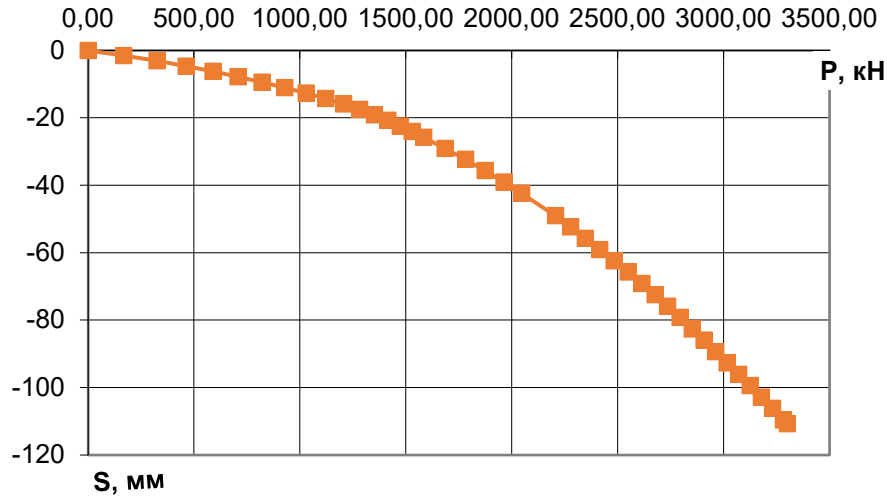


Мозаїки деформацій системи «паля – ростверк – основа» при різній відстані між рядами паль для паль довжиною 9м:

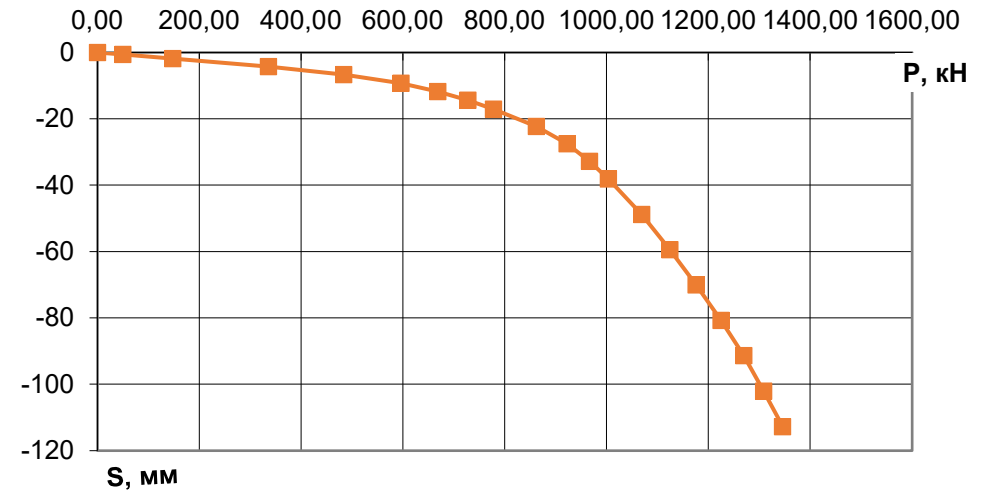
а) при кроці в поздовжньому напрямку 3d, б) при кроці в поздовжньому напрямку 12d



Залежність осідання від навантаження при моделюванні одиночних паль довжиною 9,0 м 6

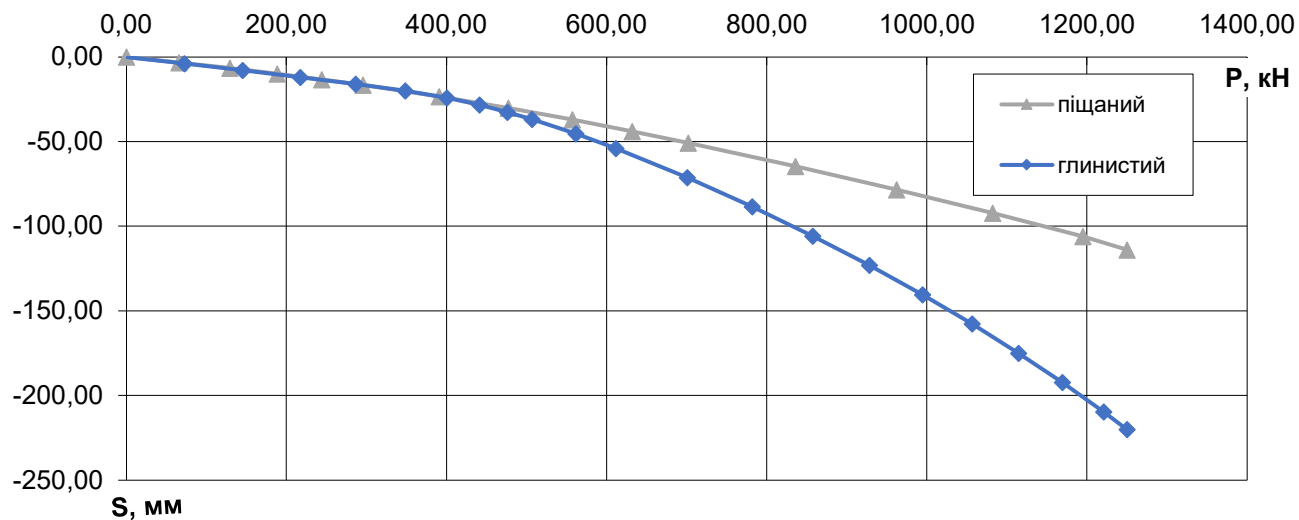


у піщаному ґрунті



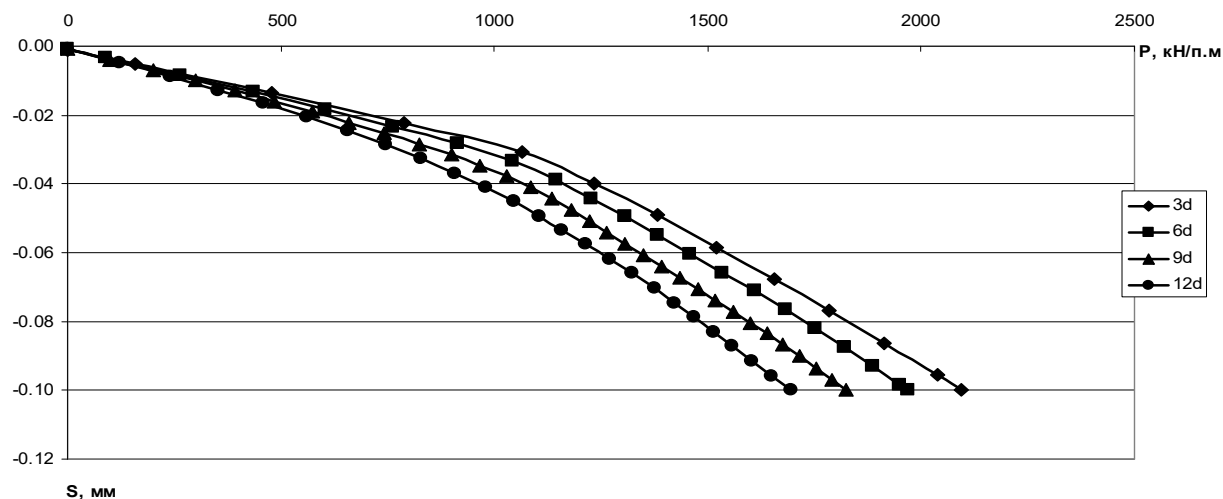
у глинистому ґрунті

Залежність осідання від навантаження при моделюванні ростверка без паль (при ширині ростверка 2,0 м)

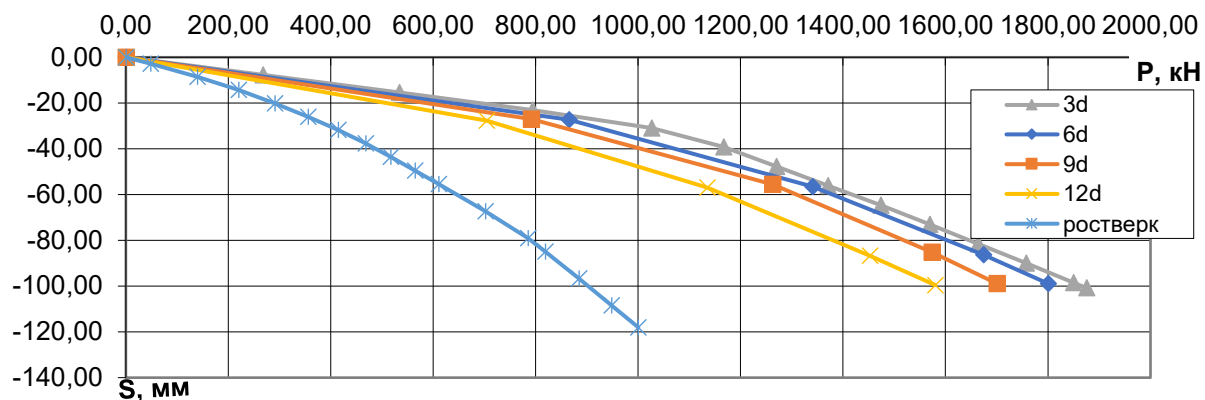


Графіки залежності осідання – навантаження при довжині палів 9 м та різному кроці палів в поздовжньому напрямку

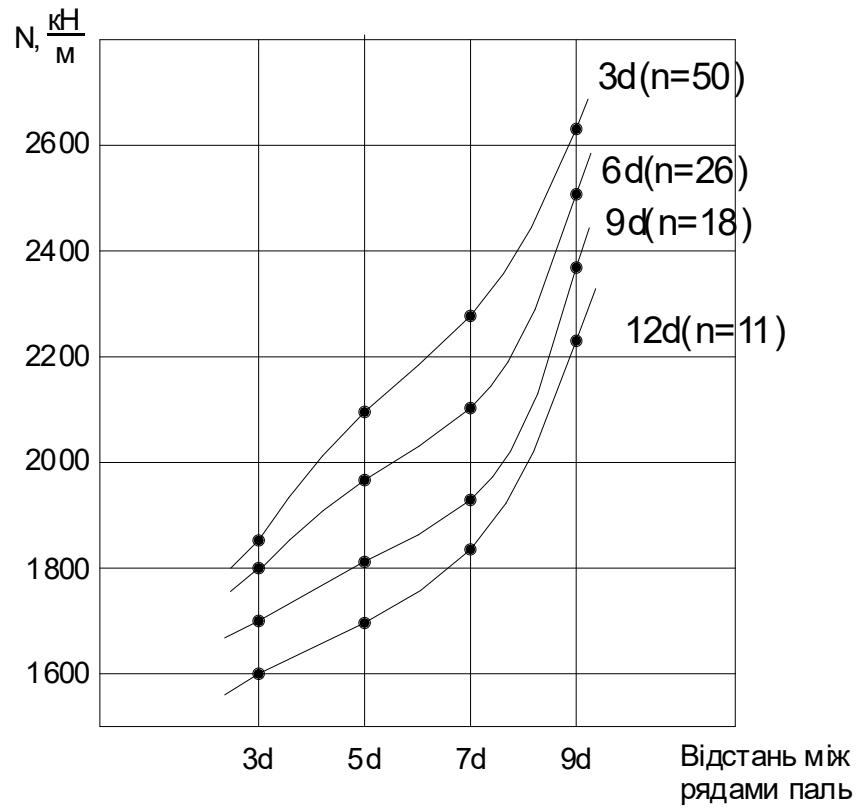
При ширині ростверка
2,0 м (відстань між
рядами палів 5d)



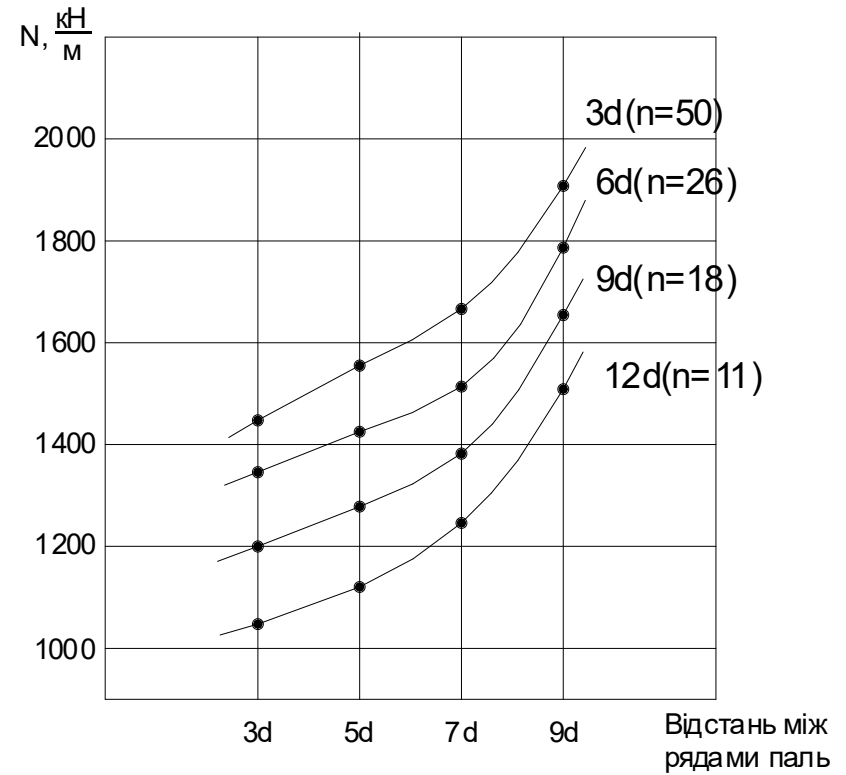
При ширині ростверка
1,4 м (відстань між
рядами палів 3d)



Залежність загальної несучої здатності стрічкового пальового фундаменту від відстані між рядами паль при різному їх поздовжньому кроці для піщаних і глинистих ґрунтів

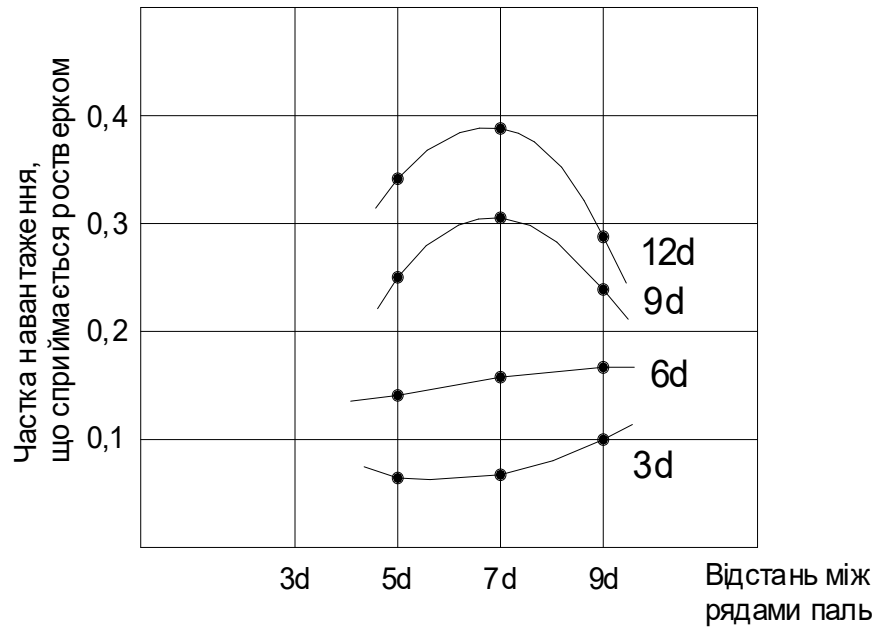


для піщаного ґрунту

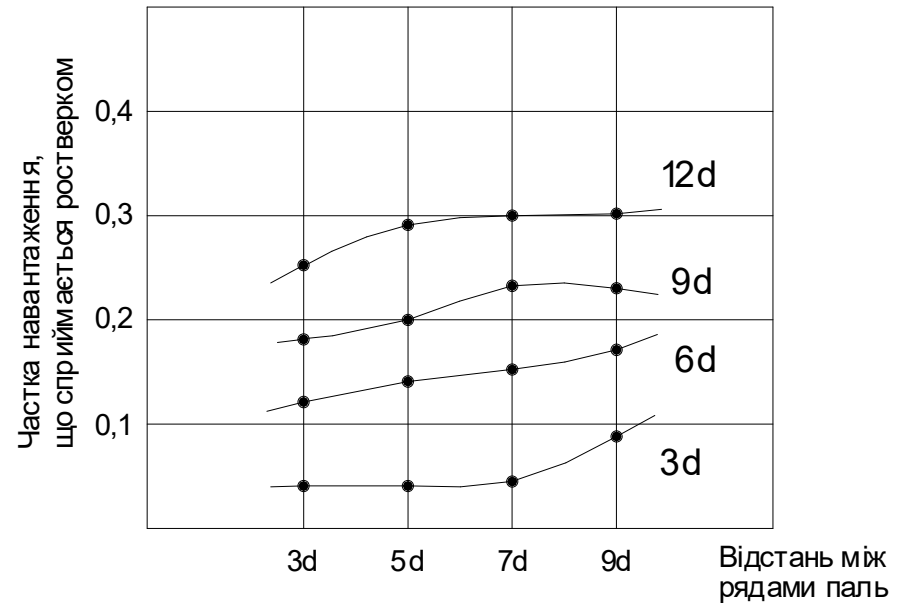


для глинистого ґрунту

Залежність частки навантаження, що сприймає ростверк стрічкового пальового фундаменту у глинистому і піщаному ґрунті від відстані між рядами паль

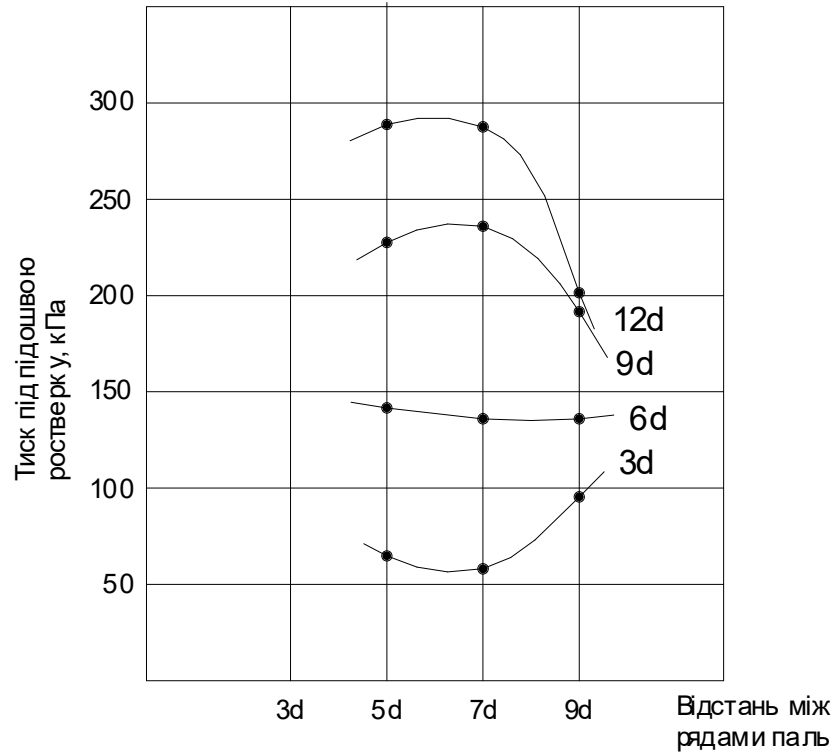


для піщаного ґрунту

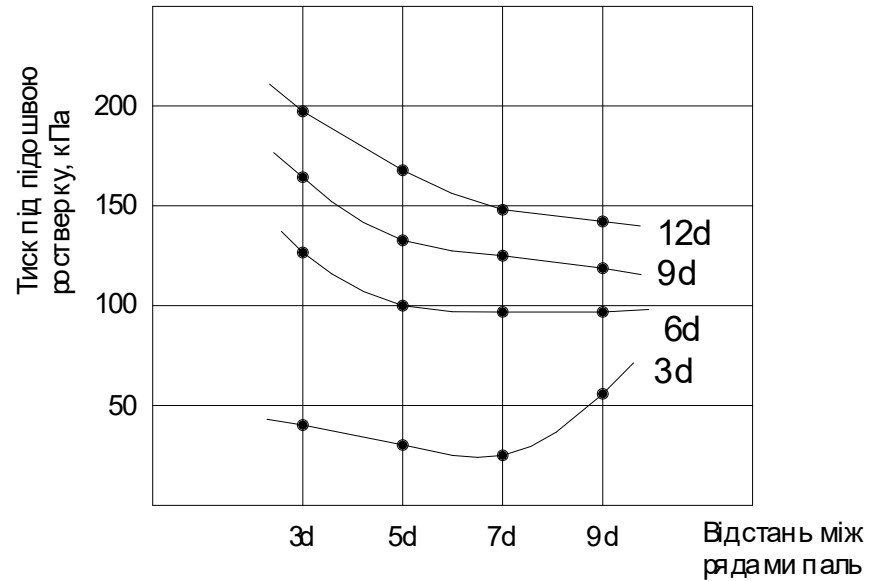


для глинистого ґрунту

Залежності тиску під подошвою ростверка від відстані між рядами паль

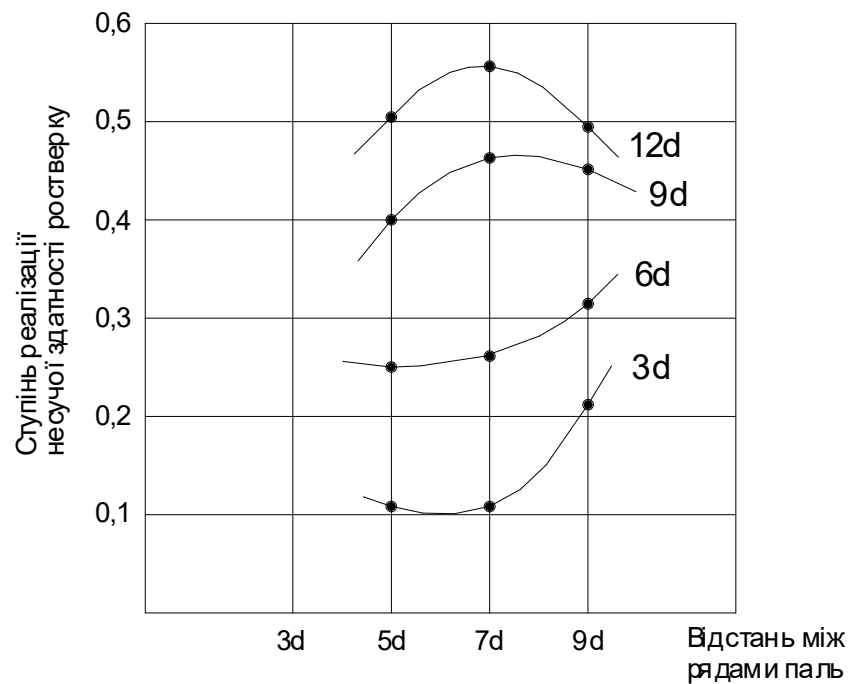


для піщаного ґрунту

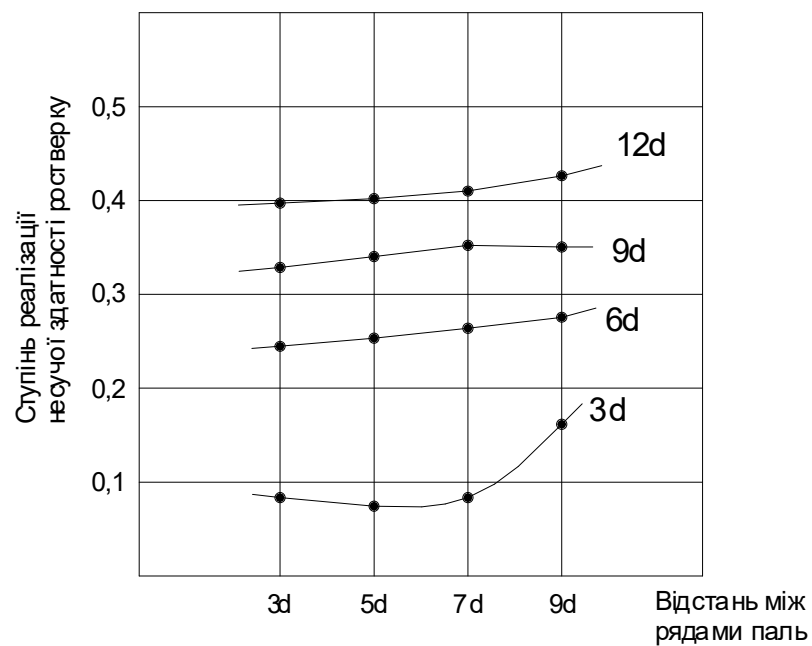


для глинистого ґрунту

Залежності ступеня реалізації несучої здатності ростверка від відстані між рядами паль

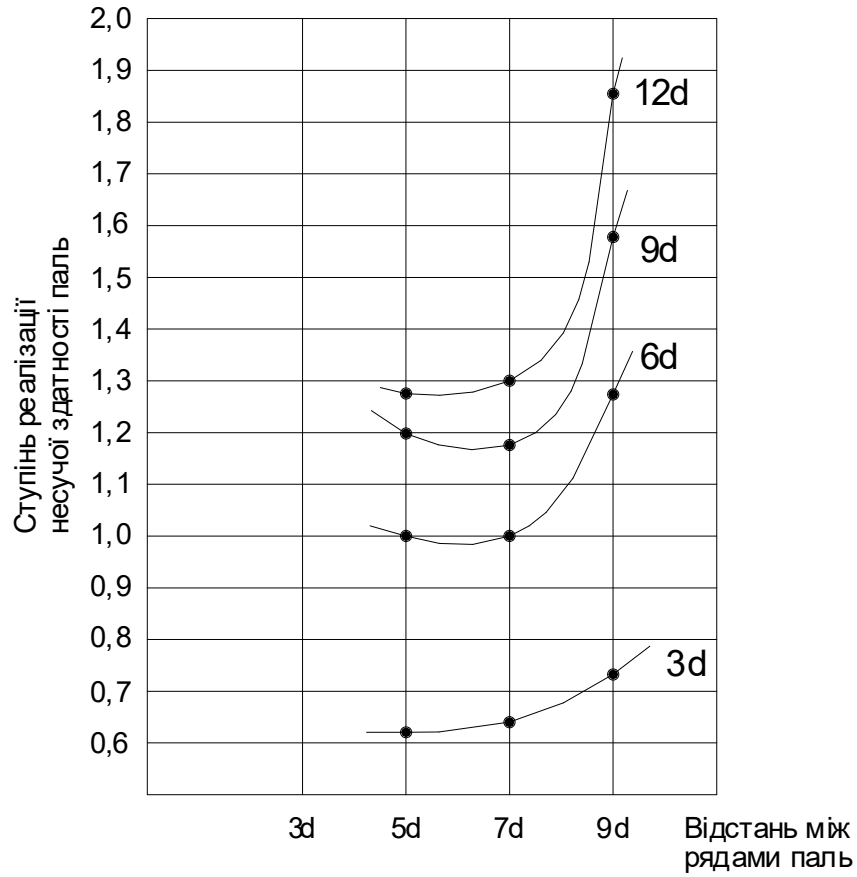


для піщаного ґрунту

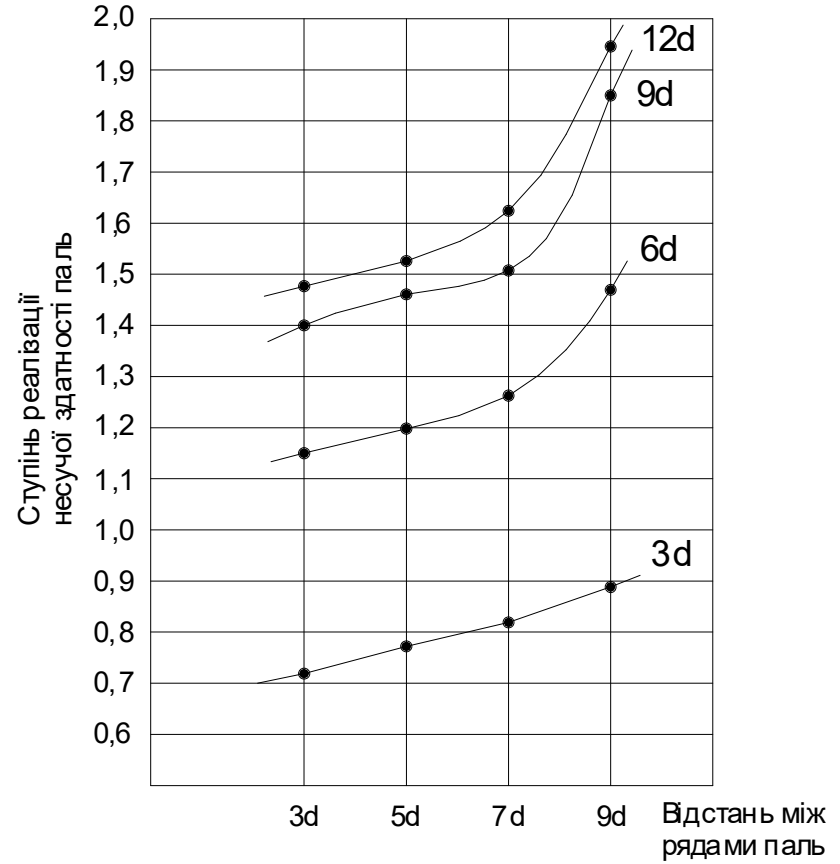


для глинистого ґрунту

Залежності ступіню реалізації несучої здатності паль від відстані між рядами паль



для піщаного ґрунту

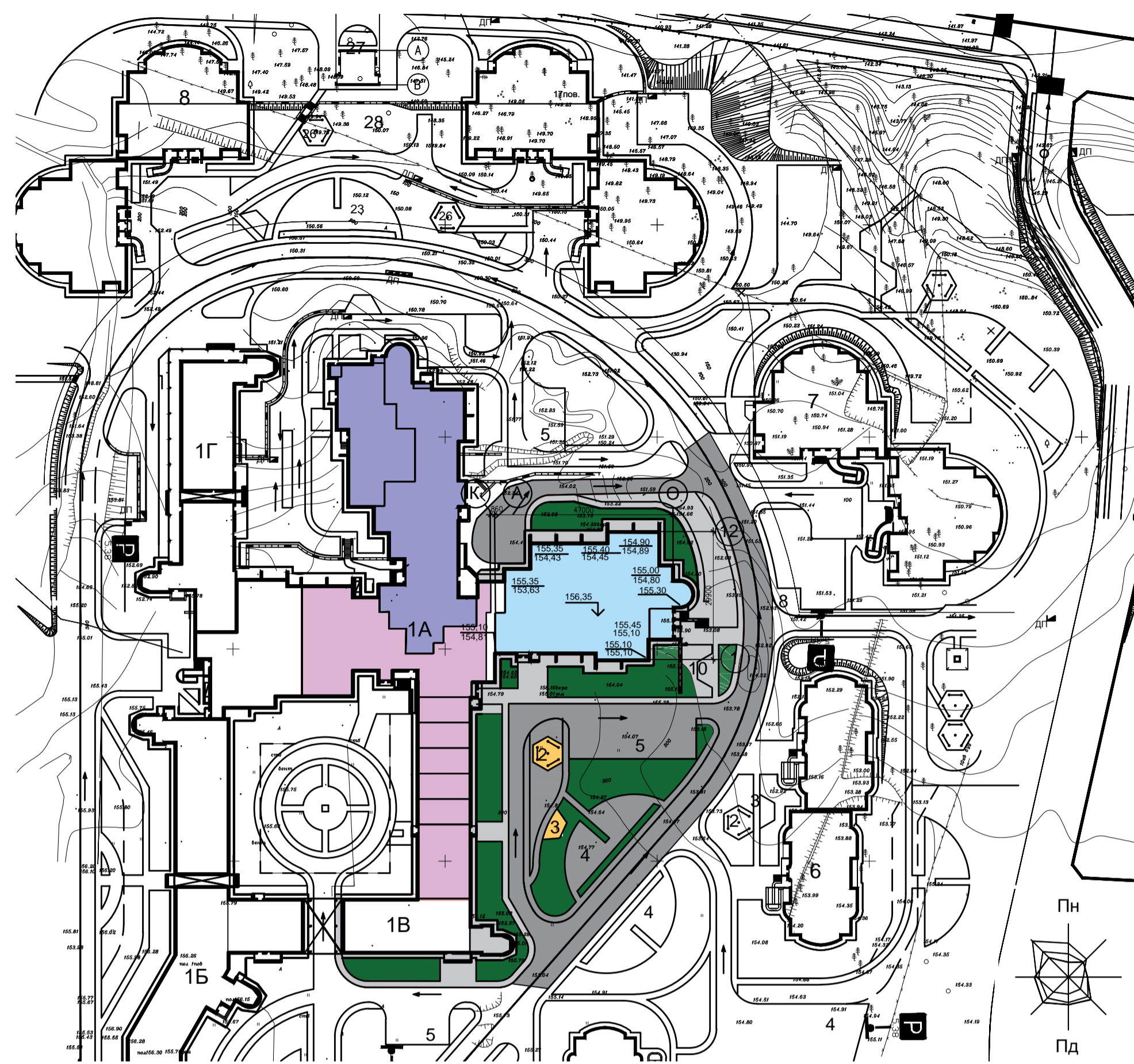


для глинистого ґрунту

Висновки за результатами наукового дослідження

1. Для моделювання напружено-деформованого стану системи ростверк-палі-основа може з достатнім ступенем достовірності використовуватись програмний комплекс Plaxis 3D.
2. Несуча здатність низького ростверку в системі пальового фундаменту збільшується при збільшенні кроку між палями уздовж ряду та при збільшенні відстані між рядами пальь.
3. Робота палі в групі з низьким ростверком суттєво відрізняється від роботи одиночної палі. Для фундаментів з забивних пальь при кроці уздовж ряду 3d палі у складі стрічки реалізують свою несучу здатність не повністю. При більших кроках палі в фундаменті працюють краще, ніж одиночні.
4. Чим більша відстань між рядами пальь, тим більша несуча здатність окремої палі у складі дворядного стрічкового пальового фундаменту.
5. Вплив відстані між рядами пальь меншій, ніж вплив кроку пальь у поздовжньому напрямку.
6. Вид ґрунту незначно впливає на розподіл зусиль між елементами пальового фундаменту. Для глинистого ґрунту гірше включається у роботу ростверк, але краще включаються палі.
7. Врахування реальної роботи пальь і ростверку у складі пальового фундаменту за запропонованою методикою дозволяє підвищувати несучу здатність пальового фундаменту в цілому і відповідно економити матеріальні та трудові ресурси під час проведення будівельних робіт.
8. На підставі запропонованої методики виконане проектування варіанту стрічкового пальового фундаменту, який виявився більш економічним, ніж запроєктований за вимогами норм.

Генеральний план



Умовні позначення

- Будинок, що проектується
- Існуюча житлова забудова
- Існуюча житлова забудова
- Озеленення
- Майданчики для відпочинку
- Автомобільна дорога та асфальтовані доріжки
- Автомобільна стоянка
- Проектна (червона) відмітка
- Існуюча (чорна) відмітка

Фасад А-0



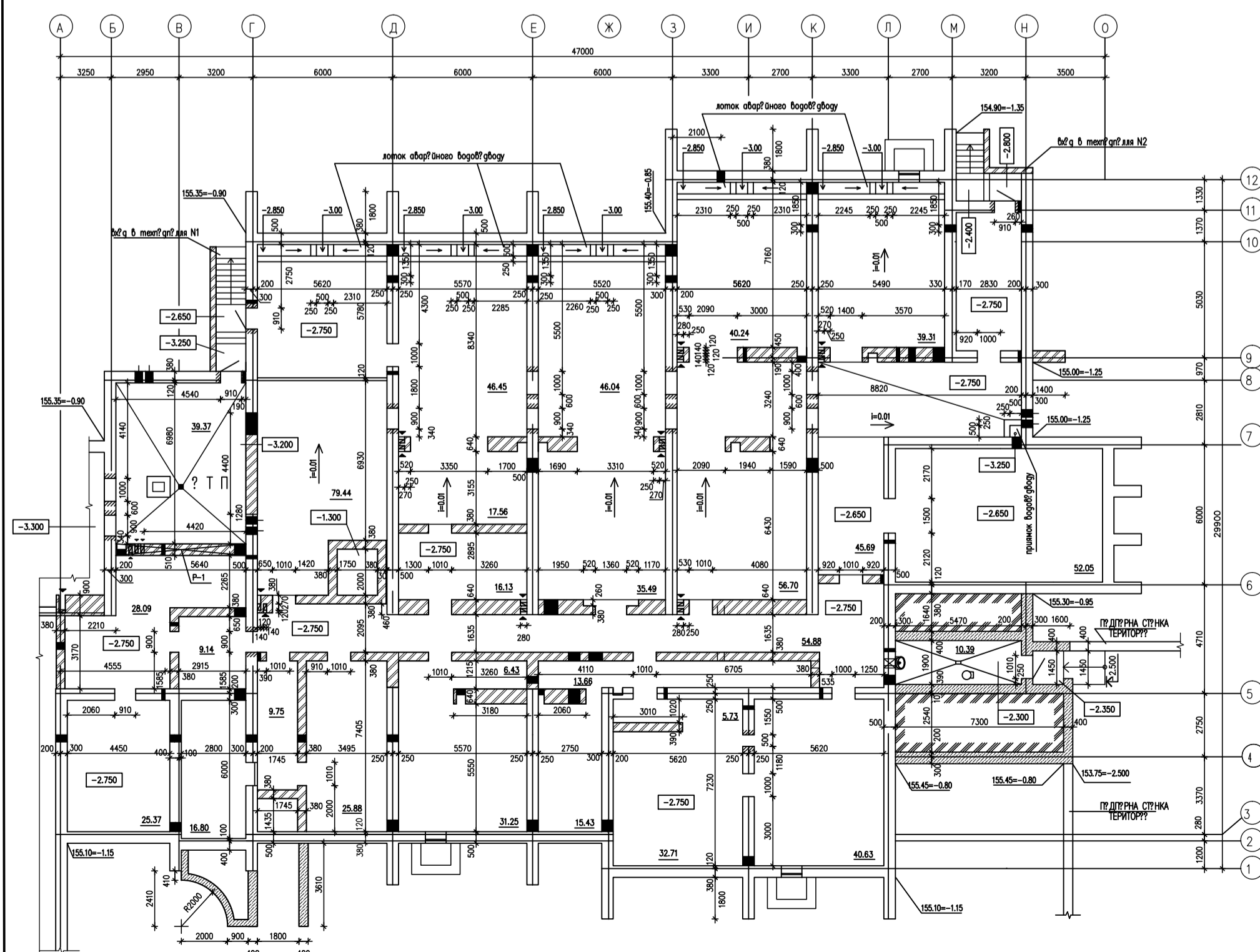
Експлікація будівель та споруд

Номер приміщення	Найменування	Площа м ²	Примітки
1	Проектуєча будівля, блок А Існуюча будівля, блок Б Існуюча будівля, блок В Існуюча будівля, блок Г	4214,4 1640,7 1914,6 1165,0	
2	Майданчики для сучини ділянки	630	
3	Майданчики для відпочинку дорослих	740	
4	Дитячі ігрові майданчики	3100	
5	Автостоянки для тимчасового зберігання автомобілів	3870	
6	2-х секційний житловий будинок на 108 кв.	996,3	
7	2-х секційний житловий будинок з магазином для побутових товарів	1449,8	
8	Майданчики для сміття та щення речей	240	
9	2-х секційний житловий будинок на 72 кв.	1119,9	
10	очисні споруди дощової каналізації	510	

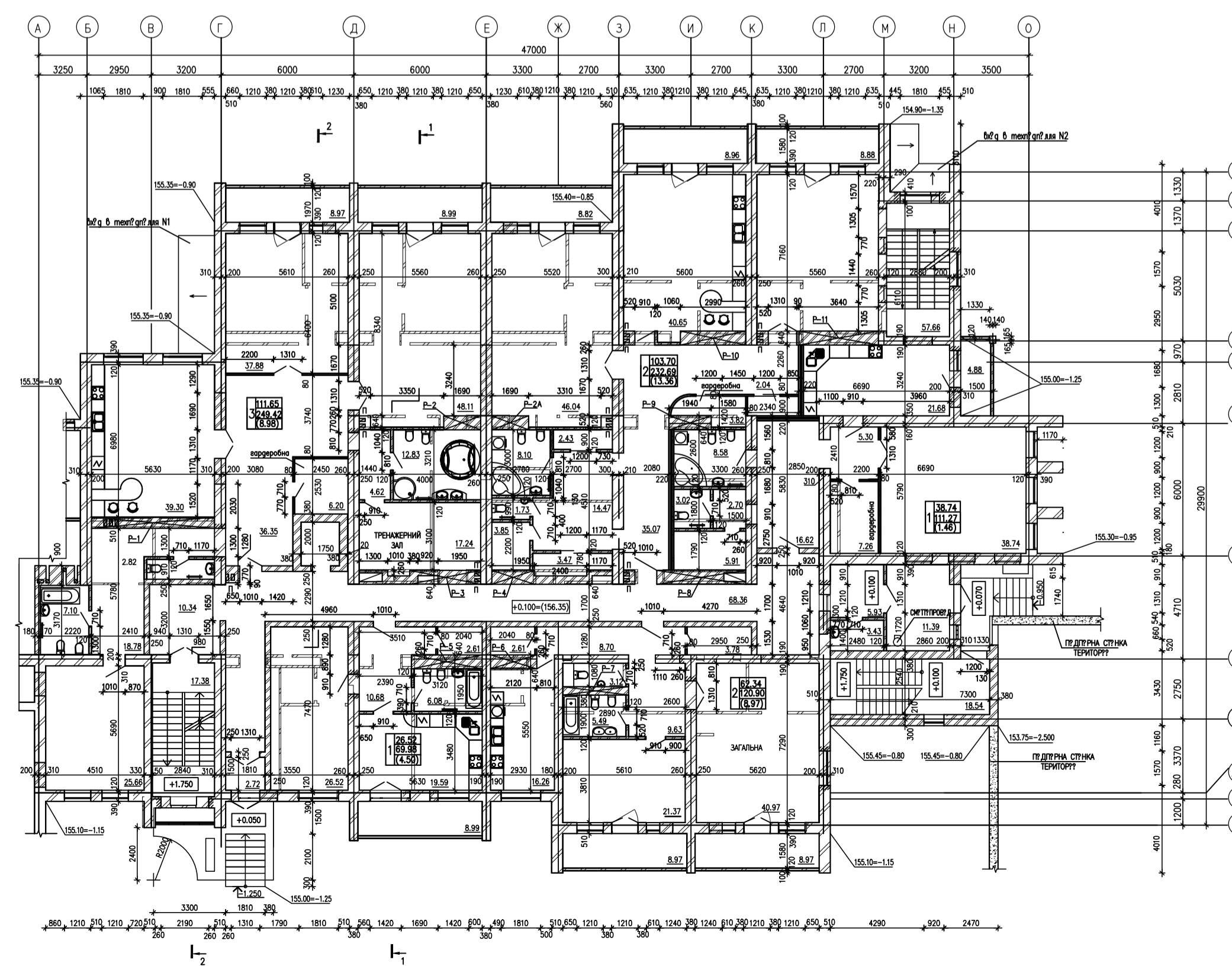
Техніко-економічні показники

Номер приміщення	Найменування	Одиничні виміри	Площа м ²	Примітки
1	Площа ділянки	м ²	4745,97	
2	Площа забудови	м ²	1136,63	
3	Відсоток забудови земельної ділянки	%	24	
4	Площа ділянки з твердим покриттям	м ²	2578,82	
5	Площа озеленення	м ²	1030,52	

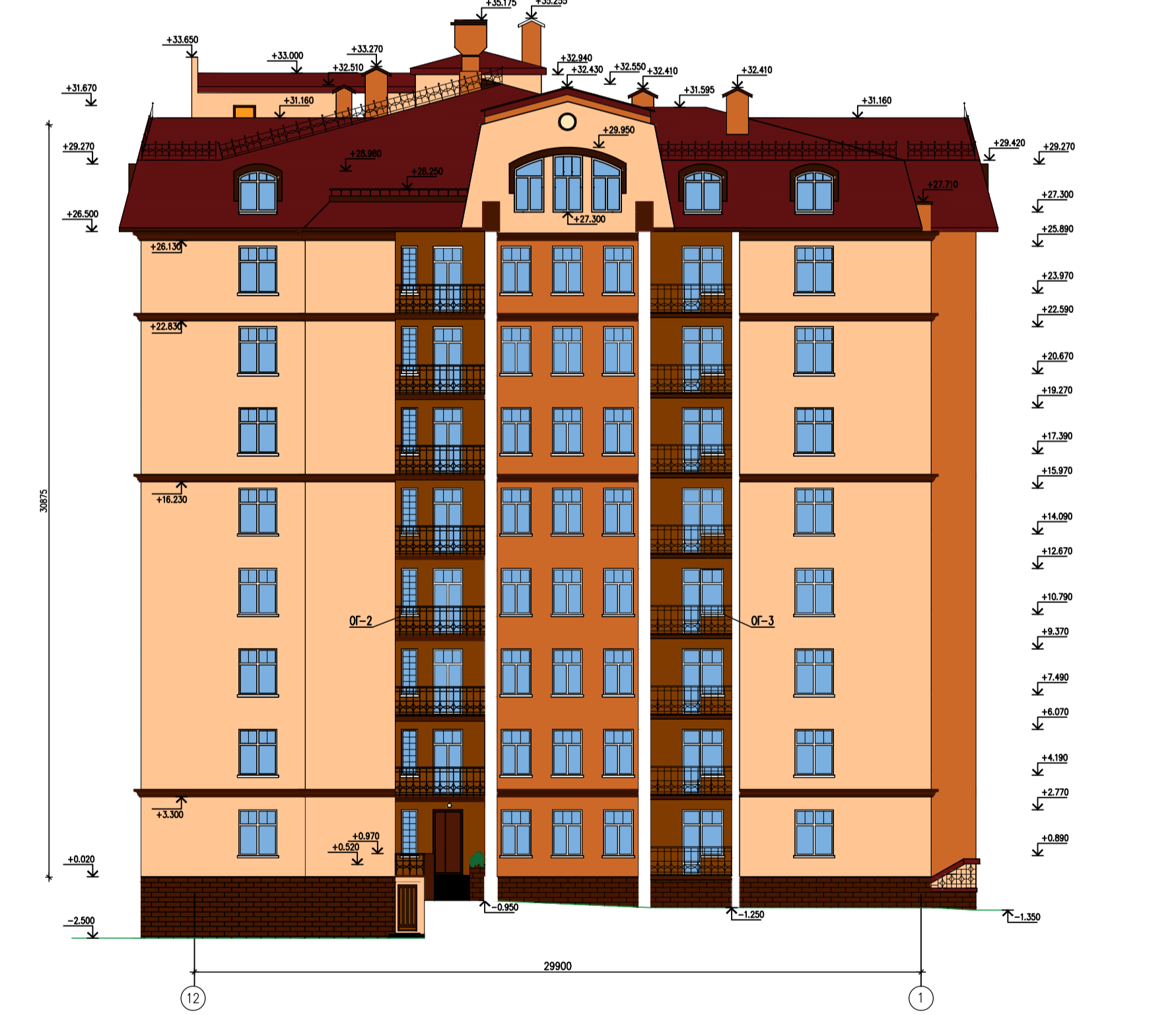
План підвалу



План першого поверху



Фасад 12-1



08-11 МКР.006 - АБ

Житловий будинок в селі Чайка
Києво-Святошинського району міста Київ

Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Возна А.А.					П		
Перевірив	Мавська І.В.							
Керувач	Мавська І.В.							
Норм. контроль	Мавська І.В.							
Опонує								
Затвердив	Шевць В.В.							

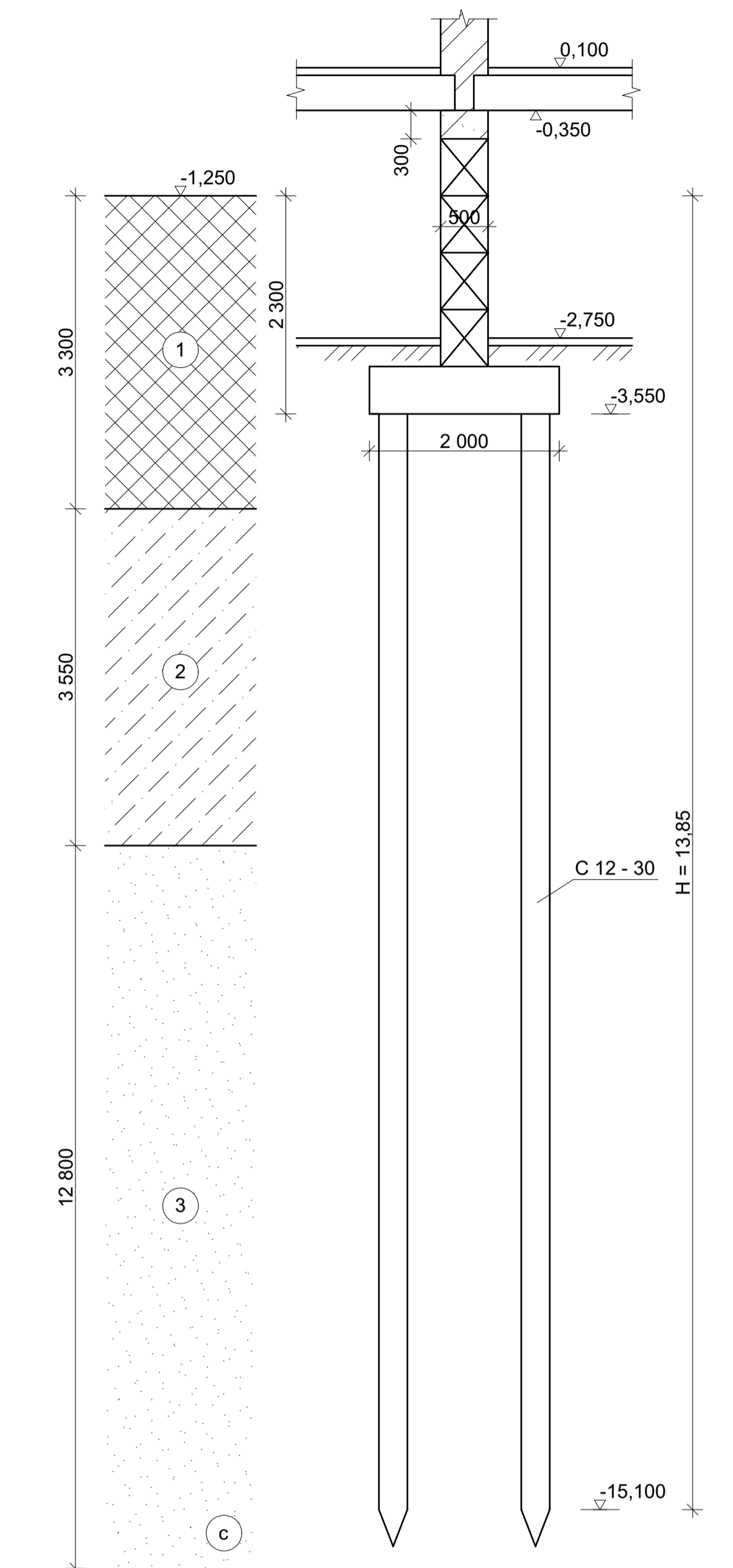
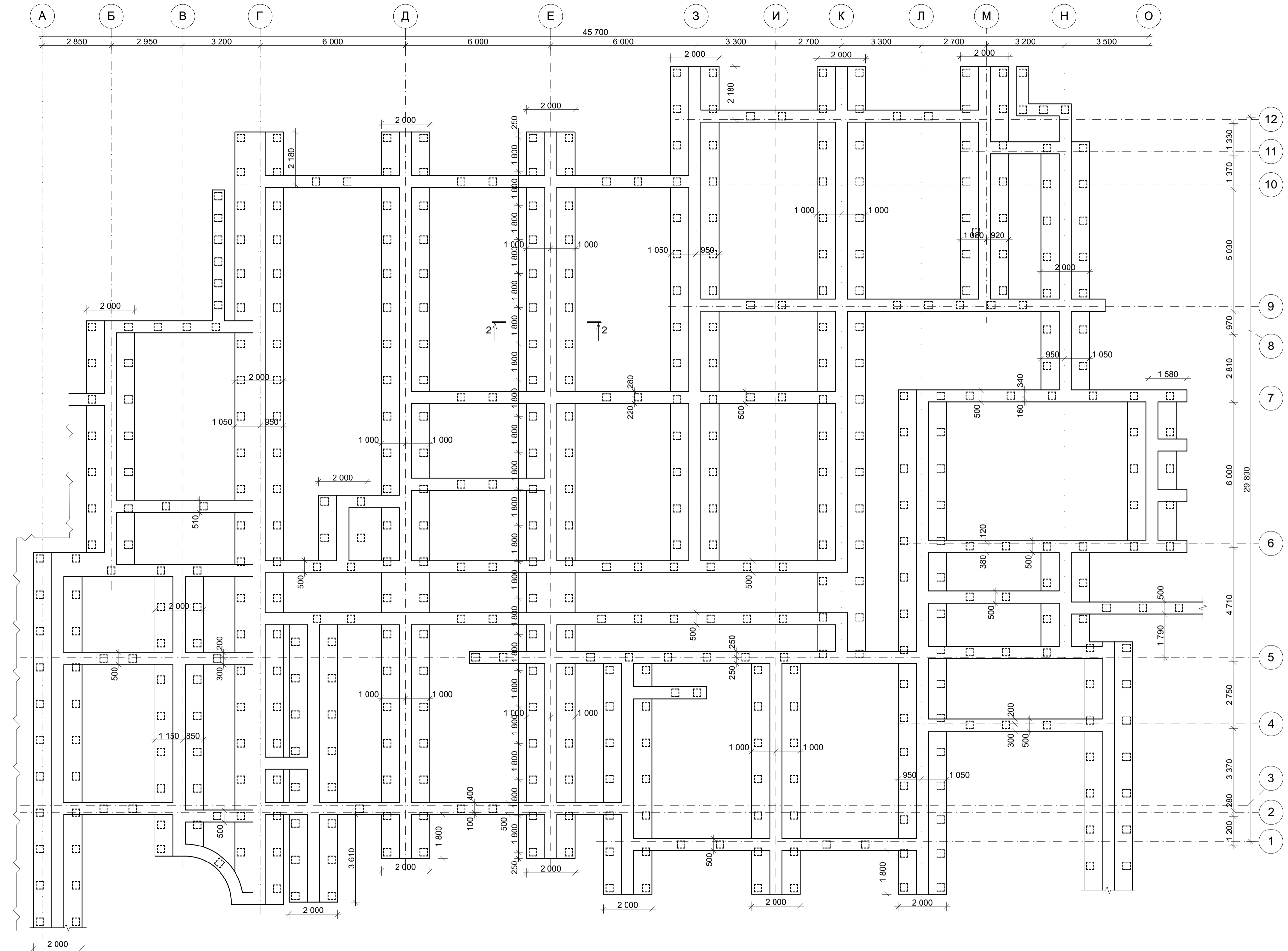
Вплив відстані між рядами паль на перерозподіл зусиль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті

Генеральний план, фасад А-0, фасад 12-1, план першого поверху, план підвалу

ВНТУ, гр. Б-21м

План ростверку (варіант 2)

Геологічний розріз з варіантом фундаменту



Фундамент в варіанті з забивних паль

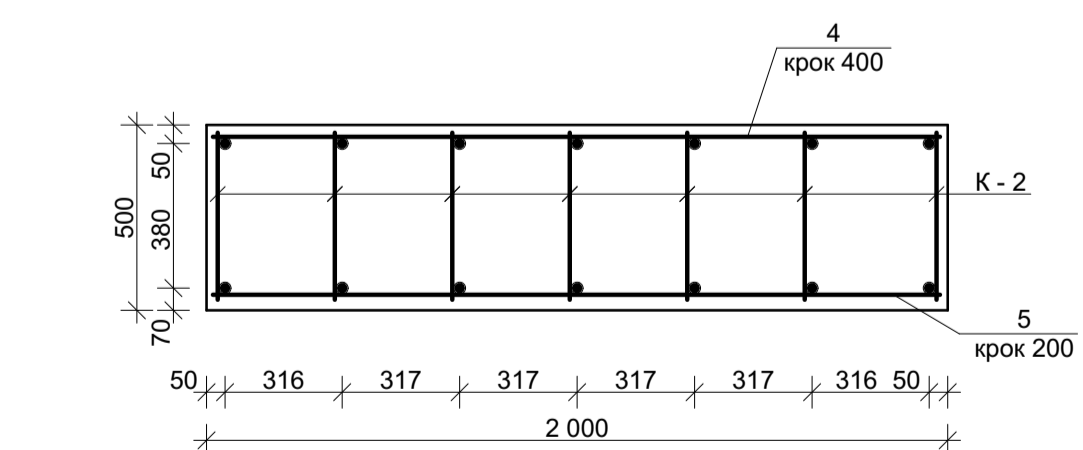
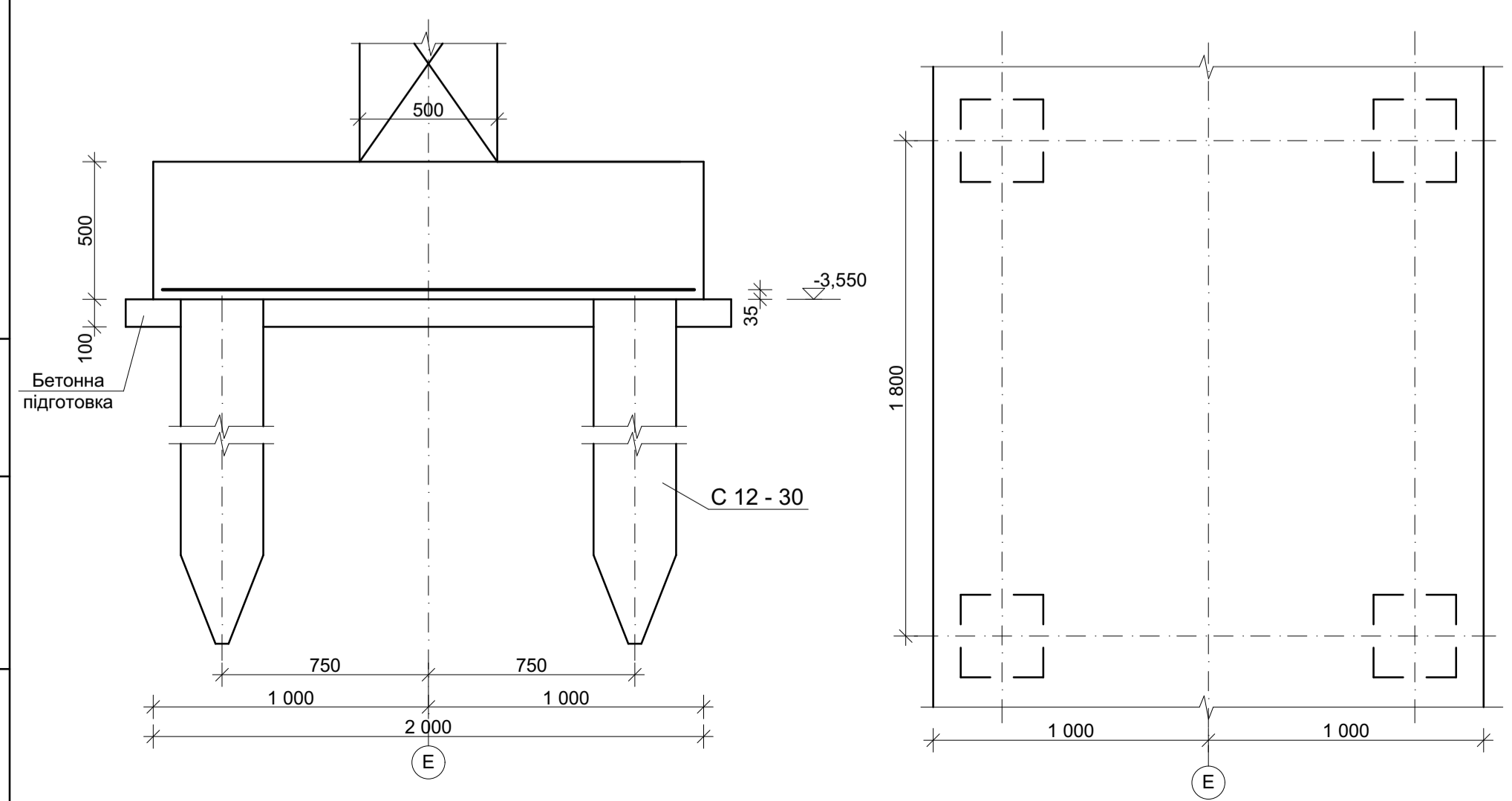
2 - 2

Відомість витрати сталі на вісь E

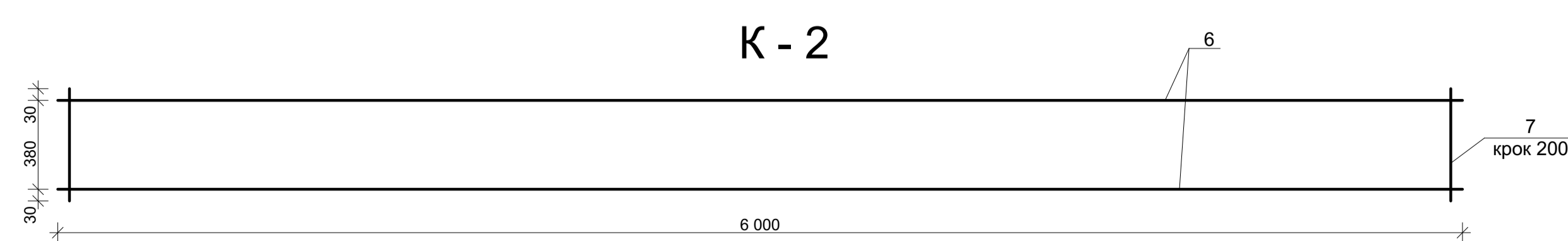
Марка елемента	Вироби арматурні				Всього
	Арматура класу А 400 С		А 240 С		
	ДСТУ 3760:2006	ДСТУ 3760:2006	ДСТУ 3760:2006	ДСТУ 3760:2006	
Фундамент в варіанті з забивних паль (традиційне рішення)	Ø8	Ø16	Всього	Ø8	Всього
	206,15	1131,0	1337,15	59,28	59,28

Специфікація для осі E

Марка поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од. кг	Примітки
Фундамент у варіанті з забивних паль (традиційне рішення)					
Складальні одиниці					
К - 2		Каркас К - 1	35	24,83	869,05
4		Ø8 А 240 С l = 1 960	76	0,78	59,28
5		Ø16 А 400 С l = 1 960	151	3,1	468,1
Матеріали					
		Бетон С 16/20			30 м3



К - 2



Умовні позначення

- 1: Насипний ґрунт
- 2: Суцільок вологий пластичний
- 3: Пісок середньої крупності, середньої щільності, маловологий

Специфікація на каркас К - 2 на 6 м

Марка виробу	Поз. дет.	Найменування	Кіл.	Маса од. кг.	Маса виробу, кг.
К - 2	6	Ø16 А 400 С l = 6 000	2	9,47	24,83
	7	Ø8 А 400 С l = 460	31	0,19	

08-11.МКР.006 - КБ

Житловий будинок в селі Чайка Кірово-Святошинського району міста Київ

Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Вплив відстані між рядами паль на перерозподіл зусиль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробник		Возна А.А.				Геологічний розріз, план ростверку, робоче креслення фундаменту розріз 2 - 2, каркас К - 2, специфікації (варіант 2)	П		
Перевірив		Масвська І.В.							
Керівник		Масвська І.В.							
Норм. контроль		Масвська І.В.							
Опонент									
Затвердив		Швець В.В.							

ВНТУ, гр. Б-21м

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента (ки)

Возної Анни Андріївни
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Вплив відстані між рядами паль на перерозподіл
зусиль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті

Питання підвищення ефективності конструктивного рішення фундаментів завжди залишається актуальним. У даній магістерській кваліфікаційній роботі досліджена реалізація роботи ростверку і паль у складі дворядного стрічкового пальового фундаменту в залежності від відстані між рядами паль при варіюванні кроку паль здовж ряду, довжини паль і виду ґрунтів. Встановлено, що ступінь реалізації несучої здатності палі і ростверку у складі пальового фундаменту залежить від всіх досліджуваних факторів. Врахування реальної роботи паль і ростверку у складі пальового фундаменту за запропонованою методикою дозволяє підвищувати несучу здатність пальового фундаменту в цілому і відповідно економити матеріальні та трудові ресурси під час проведення будівельних робіт.

Робота відповідає виданому завданню і вимогам до магістерських кваліфікаційних робіт.

Робота є навчальною, але відповідає сучасним потребам проектної та будівельної практики.

Магістерська робота містить розділи, присвячені аналізу стану питання та математичному моделюванню за допомогою програмного комплексу Plaxis 3D Foundation. При математичному моделюванні перевірявся вплив кроку паль у поперечному та поздовжньому напрямку на осідання фундаменту і розподіл зусиль між елементами пальового фундаменту. Розглядалась також робота пальових фундаментів у двох видах ґрунтів. Студентка показала ерудицію та знання фахової літератури.

Магістерська робота містить технічний розділ, де розроблена конструкторська документація на 9-ти поверховий житловий будинок в селі Чайка Києво-Святошинського району міста Київ. В розділі економіки визначено, що використання результатів досліджень дозволяє оптимізувати проєктне рішення пальового фундаменту з одержанням економічного ефекту.

Під час роботи студентка показала достатній рівень фахових знань, здатність до прийняття самостійних наукових та інженерних рішень, володіння сучасними програмними комплексами та інформаційними технологіями.

За матеріалами досліджень була зроблена доповідь на ЛІІ науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, проведеної 17 травня 2023 р. у ВНТУ, і за результатами доповіді опубліковані тези.

Студентка дотримувалась календарного плану, виконала великий обсяг роботи, показала відповідний рівень підготовки.

По роботі слід відзначити такі недоліки:

1. Не допрацьоване моделювання в піщаному ґрунті стрічки з віжстанню між рядами 900 мм.
2. При математичному моделюванні бажано б було розглянути більшу кількість типів ґрунтів.

Підготовка студентки Возної А. А. 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)

lv
(підпис)

І. В. Маєвська
(ініціали, прізвище)

ВІДГУК

на магістерську кваліфікаційну роботу

магістранта Возної Анни Андріївни
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: «Вплив відстані між рядами паль на перерозподіл зусиль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті».

Робота Возної А.А. присвячена дослідженням впливу відстані між рядами паль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті на реалізацію несучої здатності паль і ростверку.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана відповідно до завдання. Магістрант під час виконання роботи показала достатній рівень інженерної підготовки, здатна самостійно у встановлені терміни вирішувати поставлені задачі. Дослідження, виконані в роботі, відповідають задачам, поставленим на початку дослідження.

Магістерська робота складається із пояснювальної записки, яка містить шість розділів, та креслень. В магістерській роботі використано чисельний метод скінчених елементів у фізично й геометрично нелінійній постановці для моделювання напружено-деформованого стану ґрунтових основ.

Результати досліджень доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції та висвітлені у тезах доповіді.

До недоліків можна віднести неточності в оформленні пояснювальної записки.

Проте магістерська кваліфікаційна робота Возної А.А. на тему «Вплив відстані між рядами паль на перерозподіл зусиль у дворядному стрічковому пальовому фундаменті» виконана на високому рівні та заслуговує на оцінку «відмінно».

Опонент

доцент каф. ІСБ, к.т.н.
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

АВУ
(підпис)

К.В. Анохіна
(ініціали, прізвище)