

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:

Оптимізація конструкції підсиленого короткими палями стрічкового фундаменту
мілкого закладання

Виконав: студент 2 курсу, групи Б-21м
спеціальності 192 «Будівництво
та цивільна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Гордін О. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент

(вчений ступінь, посада)

Блащук Н. В.

(прізвище та ініціали)

«21»

12

2022 р.

Опонент: к.т.н., доцент

(вчений ступінь, посада)

Сидоренко Н. М.

(прізвище та ініціали)

«21»

12

2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

В. В. Швець

(прізвище та ініціали)

2022 року

Вінниця ВНТУ - 2022 рік

ВІДГУК
керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента Гордіна Олександра Олександровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: «Оптимізація конструкції підсиленого короткими палями
стрічкового фундаменту мілко закладання»

Дослідження напружено-деформованого стану системи «існуючий фундамент – палі підсилення – основа» є актуальною задачею, оскільки відомі з практики пропозиції щодо використання коротких паль для підсилення не підкріплені жодними рекомендаціями стосовно методики їх розрахунку.

Магістерську кваліфікаційну роботу (МКР) виконано відповідно до завдання. Магістр під час виконання роботи показав достатній рівень інженерної підготовки, здатен самостійно у встановлені терміни вирішувати поставлені задачі.

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджено особливості підсилення фундаменту мілко закладання короткими палями. Виконано аналіз сучасного стану питання підсилення фундаментів мілко закладання, на основі чого складено програму та приведено результати чисельного моделювання НДС системи «існуючий стрічковий фундамент – палі підсилення - основа» у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation.

За результатами наукового розділу запропоновано рішення щодо проектування підсилення стрічкових фундаментів мілко закладання короткими палями для технічного об'єкту. У розділі «Економічна частина» за кошторисними розрахунками встановлено позитивний економічний ефект від застосування результатів досліджень наукової частини.

Основний зміст МКР висвітлений у тезах, що опубліковані у матеріалах міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві».

У тексті пояснювальної записки присутні незначні граматичні помилки, але магістерська кваліфікаційна робота у цілому виконана на достатньому рівні, при відповідному захисті заслуговує на оцінку «С» (75 б).

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

доцент каф. БМГА, к.т.н.
(посада, науковий ступінь, вчене звання)



Н. В. Блащук
(ініціали, прізвище)

ВІДГУК ОПОНЕНТА
На магістерську кваліфікаційну роботу

студента Гордіна Олександра Олександровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Оптимізація конструкції підсиленого короткими
паллями стрічкового фундаменту мілкого закладання

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на актуальну тематику, яка займає важливу роль у галузі фундаментобудування. Робота виконана згідно завдання, а отримані в результаті досліджень висновки в повній мірі відображують поставлені задачі.

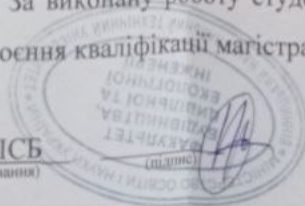
При виконанні МКР було виконано числове моделювання методом скінчених елементів в програмному комплексі «Plaxis 3D foundation», результати якого підтвердили доцільність даного дослідження і дозволили встановити доцільність використання коротких паль при підсиленні стрічкових фундаментів мілкого закладання. Врахування результатів дослідження при проектуванні фундаменту дозволило отримати економічний ефект.

Робота виконана на достатньому рівні, всі прийняті рішення обгрунтовані результатами досліджень або відповідними розрахунками. Результати наукових досліджень магістерської кваліфікаційної роботи були апробовані на міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві».

До недоліків слід віднести те, що в тексті пояснювальної записки присутні незначні граматичні помилки та недоліки в оформленні. Також на плакати варто було винести результати економічного розрахунку доцільності використання наукового доробку на технічному об'єкті. За виконану роботу студент заслуговує на оцінку «С» (75 б.) та присвоєння кваліфікації магістра з будівництва.

Опонент

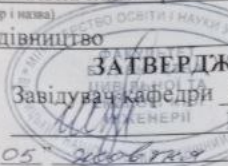
к.т.н., доцент каф. ІСБ
(посада, науковий ступінь, вчене звання)



Слободян Н.М.
(ініціали, прізвище)

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, теплоенергетики та газопостачання
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Напрямок підготовки 19 Архітектура та будівництво
(шифр і назва)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)
Освітня програма Промислове та цивільне будівництво


ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БМГА
Швець В.В.
"05" листопада 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Гордіна Олександра Олександровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) Оптимізація конструкції підсиленого короткими палями стрічкового фундаменту мілкого закладання

сервісник роботи Блащук Н. В., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

атвержені наказом вищого навчального закладу від "14" 09 2022 року № 203

1. Строк подання магістрантом роботи 5.12.2022 р.

1. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту проектування, результати інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається реконструкція одноповерхової офісної споруди з добудовою двох поверхів. Фундаменти будівлі – стрічкові мілкого закладання.

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

1. Аналіз сучасного стану питання (огляд літературних джерел)

2. Чисельне моделювання (побудова розрахункової схеми фундаменту, що підсилюється, у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation, планування чисельного експерименту з визначення впливу геометричних чинників підсиленого фундаменту та характеристик ґрунту основи, чисельне моделювання роботи фундаменту при варіюванні кроку, характеристик ґрунту основи)

3. Аналіз і узагальнення результатів дослідження (аналіз одержаних результатів, виявлення найбільш впливових чинників)

4. Технічна частина (архітектурно-будівельні рішення - розрахунок планувальних відміток генплану, основні архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту; основи та фундаменти - розробка конструктивного рішення підсилення фундаменту короткими палями з використанням результатів досліджень).

5. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.

6. 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-дослідна частина (розділи 1-3) – 6-8 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)
 2. Технічний розділ – 3 арк. (фасад, генеральний план, розрізи, техніко-економічні показники генплану, план фундаментів для двох варіантів, робочі кресла фундаментів, поперечні перерізи фундаментів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1, 3	Блащук Н. В.		
Техн. розд.	Блащук Н. В.		
Оп та СЗ	к. еко. н., д-р. Кобилевич Т. М.		
Економічна частина	к. т. н., доцент Демчук О. Т.		

7. Дата видачі завдання 05.10.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Складання вступу до МКР	01.09-09.09.22	
2	Науково-дослідна частина	02.09-30.09.22	
3	Архітектурно-будівельні рішення	03.10-17.10.22	
4	Основи та фундаменти	18.10-25.10.22	
5	Охорона праці та цивільний захист	26.10-16.11.22	
6	Економічна частина	17.11-24.11.22	
7	Оформлення МКР	25.11-01.12.22	
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	02.12-09.12.22	
9	Попередній захист	05.12-08.12.22	
10	Рецензування	12.12-16.12.22	

Магістрант Гордін О. О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи Блащук Н. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Гордін О. О. Оптимізація конструкції підсиленого короткими палями стрічкового фундаменту мілкового закладання. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця : ВНТУ, 2022. 101 с.

Укр. мовою. Бібліогр.: 73 назви; рис. 23; табл. 25.

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджено особливості підсилення фундаменту мілкового закладання короткими палями. Виконано аналіз сучасного стану питання підсилення фундаментів мілкового закладання, на основі чого складено програму та приведено результати чисельного моделювання НДС системи «існуючий стрічковий фундамент – палі підсилення - основа» у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation В технічній частині роботи виконане проектування процесу реконструкції офісної будівлі. Конструкторська документація розроблялась у складі, достатньому для впровадження результатів наукової розробки у конструктивне рішення фундаментів будівлі. Розроблено два рішення фундаментів у варіанті буроін'єкційних паль з використанням результатів чисельного дослідження. У розділі економіки визначений економічний ефект від впровадження результатів наукової розробки на прикладі технічного об'єкту та обрано найкращий варіант для виконання підсилення фундаменту. У роботі розроблено розділ з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях відповідно до нормативної документації.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 13 аркушів графічної частини.

Ключові слова: короткі палі, паля, підсилення, моделювання, ростверк, модель.

ABSTRACT

Gordin O. O. Optimization of the construction of a strip foundation reinforced with short piles of a shallow foundation. Master's qualification thesis on specialty 192 - "Construction and civil engineering", educational program - "Industrial and civil construction". Vinnytsia: VNTU, 2022. 101 p.

Ukraine language Bibliography: 73 titles; Fig. 30; table 20.

In the master's qualification work, the peculiarities of strengthening the foundation of shallow laying with short piles were investigated. An analysis of the current state of the issue of strengthening shallow foundation foundations was performed, based on which a program was compiled and the results of numerical modeling of the VAT system "existing strip foundation - reinforcement piles - base" in the Plaxis 3D Foundation software complex were presented. In the technical part of the work, the design of the office building reconstruction process was performed. The design documentation was developed in a composition sufficient to implement the results of scientific development into the design solution of the building's foundations.

Two foundation solutions have been developed in the option of bore-injection piles using the results of a numerical study. In the economics section, the economic effect of the implementation of the results of scientific development is determined on the example of a technical object, and the best option for strengthening the foundation is chosen. In the work, a section on occupational health and safety in emergency situations has been developed in accordance with regulatory documentation.

The master's qualification work contains 13 sheets of the graphic part.

Key words: short piles, pile, reinforcement, modeling, grid, model.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. Аналіз сучасного стану питання та огляд літературних джерел	6
1.1 Способи підсилення фундаментів мілкового закладання палями.....	6
1.2. Чисельне моделювання системи “паля-ростверк-основа”	13
Висновки до розділу 1	17
РОЗДІЛ 2. Розробка програми та моделювання підсилення стрічкового фундаменту у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation	18
Висновки до розділу 2.....	24
РОЗДІЛ 3. Аналіз отриманих результатів чисельного моделювання у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation.....	25
Висновки до розділу 3.....	31
РОЗДІЛ 4. Технічна частина.....	32
4.1 Архітектурно-будівельні рішення	32
4.1.1 Загальні дані	32
4.1.2 Конструктивні рішення існуючої будівлі	33
4.1.3 Генеральний план	34
4.1.4 Об’ємно-планувальні рішення при реконструкції.....	37
4.1.5 Конструктивні рішення при реконструкції.....	37
4.1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень	42
4.1.7 Протипожежні заходи	43
4.1.8 Санітарні умови і вимоги.....	44
4.1.9 Інженерне обладнання будівлі.....	44
4.2 Перевірка несучої здатності основ і фундаментів.....	46
4.2.1 Аналіз інженерно-геологічних умов майданчику.....	46
4.2.2 Збір навантаження на фундаменти.....	49
4.2.3 Обґрунтування вибору варіантів підсилення основ і фундаментів.....	52
4.3 Розрахунок..... підсилення фундаментів	53

4.3.1 Розрахунок підсилення фундаменту буроін'єкційними палями довжиною 3,25м.....	54
4.3.2 Розрахунок підсилення фундаменту буроін'єкційними палями довжиною 6,0 м.....	57
Висновки до розділу 4	60
РОЗДІЛ 5. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	61
5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи	62
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	66
5.3 Розрахунок сейсмічних впливів на опускний колодязь	72
Висновки за розділом 5	75
РОЗДІЛ 6 Економічна частина	76
6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів.....	76
6.2 Визначення кошторисної вартості фундаментів	78
6.3 Висновки по розділу 6	87
Загальні висновки	88
Додаток А. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	90
Додаток Б. Відомість графічної частини.....	91
Список використаної літератури.....	92

ВСТУП

Актуальність теми. При реконструкції будівель і споруд доволі часто виникає потреба в збільшенні поверховості будівлі, при цьому збільшується навантаження на основу фундаменту, в таких випадках потрібно виконати підсилення існуючих фундаментів або зміцнення ґрунтів основи. Вибір найбільш доцільного варіанту підсилення фундаментів з мінімальними затратами і скороченням обсягів земляних робіт при використанні на практиці, є актуальним питанням. Палі та пальові фундаменти у різних ґрунтових умовах використовуються доволі давно. Не дивлячись на широке застосування пальових фундаментів і велику кількість досліджень, недостатньо вивченими є ряд факторів, що впливають на несучу здатність і осідання при їх роботі в різних ґрунтових умовах. Зокрема відомі з практики пропозиції щодо використання коротких паль для підсилення не підкріплені жодними рекомендаціями стосовно методики їх розрахунку. Також цікавим питанням при розрахунку є можливість заміни пальового фундаменту, на ґрунто-пальовий масив, який має габарити умовного фундаменту.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є дослідити особливості підсилення стрічкового фундаменту мілкого закладання короткими палями. Дослідити різницю у реалізації несучої здатності паль при підсиленні існуючого стрічкового фундаменту мілкого закладання короткими палями різної довжини, варіюючи при цьому кроком розміщення паль та ґрунтовими умовами. Перевірити різницю у роботі фундаменту при заміні його на умовний.

Задачі дослідження:

- виконати аналіз сучасного стану питання підсилення фундаментів мілкого закладання палями;

- скласти програму та виконати чисельне моделювання підсилення стрічкового фундаменту мілкого закладання короткими палями у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation;

- обрати найкращий варіант для виконання підсилення фундаменту мілкого закладання, при реконструкції існуючої одноповерхової будівлі.

Об'єкт дослідження. Поведінка стрічкового фундаменту мілкого закладання при його підсиленні короткими палями з різним кроком у піщаному та глинистому ґрунті.

Предмет дослідження. Допустиме навантаження на стрічковий фундамент мілкого закладання при підсиленні палями.

Методи дослідження - чисельне моделювання підсилення фундаменту за допомогою програмного комплексу Plaxis 3D Foundation.

Новизна одержаних результатів. Перевірка можливості проектування підсиленого фундаменту із заміною пальового фундаменту на ґрунто-пальовий масив, який має габарити умовного фундаменту.

Особистий внесок магістра. Спрямування роботи на досягнення максимального економічного ефекту при підсиленні стрічкового фундаменту короткими палями. Виконання математичного дослідження для оцінки реалізації паль та ростверку у складі підсиленого фундаменту.

Апробація результатів магістерської роботи. Результати роботи апробовано на міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві», проведеної 23 – 25 листопада 2022р. у ВНТУ

Публікації. Гордін О. О. Оптимізація конструкції підсиленого короткими палями стрічкового фундаменту мілкого закладання. *Інноваційні технології в будівництві-2022: міжнар. наук.-техн. конф., м. Вінниця, 23-25 листоп.2022р.* Вінниця, 2023. URL:

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/index/schedConfs/current>

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ ТА ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Способи підсилення фундаментів мілкого закладання палями

В умовах сучасної реконструкції будівель та споруд доволі часто необхідно підсилювати існуючі фундаменти мілкого закладання, здебільшого це стрічкові фундаменти, тому в даному підрозділі розглянуто способи підсилення фундаментів мілкого закладання палями.

У випадку, коли під подошвою фундаменту розташовані слабкі ґрунти або наявні підземні води, що ускладнюють процес збільшення ширини чи глибини закладання фундаменту, навантаження на більш міцні шари ґрунту передають шляхом пересаджуванням існуючого фундаменту на палі.

Для такого роду підсилень можуть використовуватись набивні, буроін'єкційні, вдавлювальні палі.

За технологією влаштування палі підсилення можуть бути:

- виносні (рис. 1.1 та рис. 1.2 а, б, г) або такі, що підводяться під подошву існуючого фундаменту (1.2 в, д);
- палі, що влаштованні з вийманням ґрунту, та палі, що влаштовані без виймання ґрунту.

Для стрічкових фундаментів палі влаштовують як з кожного боку (дворядове розміщення), так і лише з одного боку, а для стовпчастих – по периметру чи з протилежних сторін фундаменту.

Голови палей з існуючим фундаментом об'єднують ростверками, які виконуються у вигляді залізобетонних поясів або об'єм (рис. 1.1).

Для кращої передачі навантаження від існуючого фундаменту на палі застосовують поперечні балки, що проходять наскрізь існуючий фундамент (рис. 1.2 а, г).

Довжина палей підсилення встановлюється в залежності від характеристик ґрунтів, розмірів поперечного перерізу палі і величини навантаження.

Зазвичай палі підсилення заглиблюють у ґрунт безпосередньо з підвальних приміщень або з відкритих поблизу стін траншей.

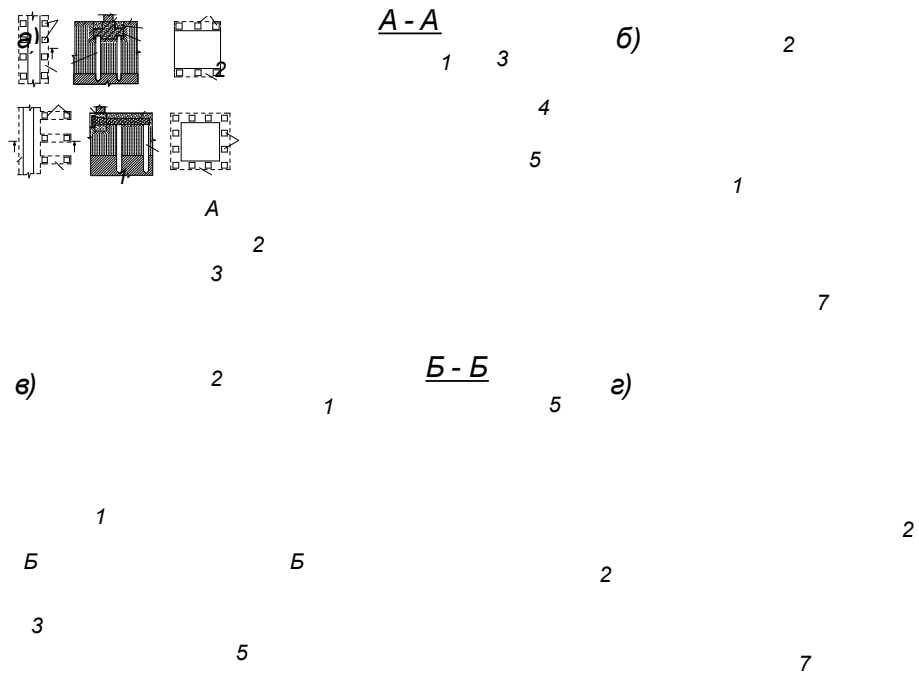


Рисунок 1.1 – Схеми розміщення виносних паль при підсиленні стрічкових (а, в) і стовпчастих (б, г) фундаментів [1]:

1 – існуючий фундамент; 2 – паля; 3 – залізобетонний пояс; 4 – рандбалки; 5 – поперечна балка; 6 – ростверк; 7 – залізобетонна обойма

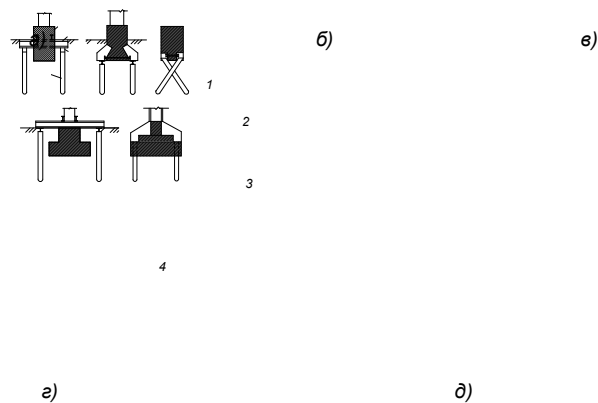


Рисунок 1.2 – Варіанти підсилення фундаментів мілкового закладання набивними палями [1]:

1 – існуючий фундамент; 2 – рандбалка (залізобетонна чи металева); 3 – палевий ростверк; 4 – набивна паля

При підсиленні стрічкових фундаментів бурові палі розміщують паралельними рядами з обох сторін існуючого фундаменту, тобто роблять їх виносними. Відстань між палями в поперечному напрямку визначається шириною фундаменту, а також зручністю розташування бурового обладнання (рис. 1.2). Стовпчасті фундаменти можна підсилювати двома, а при необхідності і чотирма симетрично розміщеними палями (рис. 1.2, г, д). Досвід використання буронабивних палей при підсиленні наведено у працях [1, 2, 3].

Роботи по влаштуванню бурових палей при підсиленні стрічкових фундаментів виконують в наступній послідовності [1]:

- в стіні з обох сторін над обрізом фундаменту в спеціально пробитій поздовжній штрабі вкладають сталеву рандбалку і ретельно її замонолічують;
- вибурюють свердловину, занурюють в неї трубу;
- бетонують свердловину, поступово витягаючи трубу;
- армують голову палі, об'єднуючи кожен ряд палей в єдиний ростверк.

Набивні палі підсилення зсередини будівлі улаштовують пневмопробійниками [4, 5, 6] або шляхом улаштування гвинтового продавлювання свердловин спіралеподібним снарядом (розробка проф. В.І. Фекліна), при останньому відсутній динамічний вплив на будинок.

Послідовність технологічних процесів при влаштуванні підсилення фундаменту набивними палями, що влаштовані за допомогою пневмопробійника імпульсно-ударної дії, наступна:

- проходка лідерної свердловини пневмопробійниками;
- проходка свердловини розширювачем;
- бетонування палі;
- об'єднання ростверком палей підсилення з існуючим фундаментом.

Паля утворюється без виймання ґрунту і, отже, з ущільненням оточуючого ґрунту, а використовуючи пневмопробійники різних діаметрів і призначаючи різну кількість проходок по стволу, можна досягнути потрібного її діаметру.

Перевагами такого методу влаштування паль є компактність устаткування і незначність динамічних впливів на споруди, можливість формування стволів паль під кутом до вертикалі, що дозволяє вести роботи безпосередньо під існуючими фундаментами, у підвалах будівель та при інших варіантах стиснених умов.

До недоліків відноситься обмежена довжина паль (практично важко досягти довжини, що перевищує 4 м) і неможливість їх улаштування у водонасичених ґрунтах. Завдяки незначній довжині такі палі одержали у літературі назву мікропаль.

Буроін'єкційні палі застосовують для підсилення стрічкових, окремо стоячих (стовпчастих) і плитних фундаментів в межах всієї будівлі таким чином, щоб забезпечити рівність деформацій всіх фундаментів будівлі і запобігти виникненню недопустимої різниці осідань чи просідань, які розвиваються після підсилення. Підсилення фундаментів шляхом влаштування буроін'єкційних паль можливо в будь-яких ґрунтових умовах.

Конструктивні схеми підсилення фундаментів буроін'єкційними палями за ознакою взаємодії паль з існуючими фундаментами поділяються на жорсткі, піддатливі (гнучкі) і відокремлені. В жорстких і гнучких схемах палі та існуючі фундаменти зв'язані конструктивно, а у відокремлених - палі і фундаменти не зв'язані безпосередньо, а взаємодіють крізь ґрунт основи.

При підсиленні рекомендується використовувати буроін'єкційні палі малого діаметру (100 - 250 мм) і довжиною від 3 до 25 м [7].

При підсиленні буроін'єкційними палями свердловини пробурюють із поверхні ґрунту, іноді навіть через існуючий фундамент.

Влаштування буроін'єкційних паль по технології НДІ основ і підземних споруд [1, 2004 р.] починається з буріння свердловини діаметром 80-250 мм. Вертикальні чи похилі свердловини виконують станками обертального буріння безпосередньо через стіни і фундаменти об'єктів, що підсилюються. Після закінчення буріння до проектної відмітки і витягнення бурового механізму, у свердловину, що заповнена глинистим розчином, встановлюють секції арматурного каркасу. Довжина секцій арматурного каркасу визначається висотою

приміщення, в якому проводяться роботи з підсилення, і зазвичай не перевищує 3 м. Для попередження відхилень каркасу від осі свердловини на ньому стоять фіксатори, що приварені вздовж робочих стержнів. Палі-стійки армують на всю довжину, висячі можуть не мати каркасу в нижній частині.

Після встановлення арматурного каркасу або паралельно його встановленню в свердловину занурюють ін'єкційну трубу діаметром 25-50 мм, що складається елементів довжиною 1000 – 2500 мм, які з'єднуються між собою муфтами. Через неї свердловину заповнюють цементно-піщаним розчином насосами під тиском до 0,3 МПа. При цьому глинистий розчин витісняється з свердловини, в місцях, де найбільший тиск, відбувається обтиснення стінок з утворенням невеликих уширень ствола палі – виступів.

Після заповнення свердловини розчином ін'єкційну трубу витягують, а свердловини обпресовують через клапан стисненням повітрям тиском 0,3 – 0,5 МПа або додатковим цементно-піщаним розчином, що подається під тиском від розчинонасоса. Після обпресування повітрям свердловину заповнюють піщано-цементним розчином до її гирла. Якщо свердловини влаштовують під захистом обсадних труб, то в деяких ґрунтових умовах (наприклад, в крупно уламкових ґрунтах чи крупних пісках) при обпресуванні відбувається відтиснення рідкої фази розчину в крупні пори ґрунту. При цьому між палею і ґрунтом утворюється проміжна зона із сцементованого ґрунту, яка значно збільшує несучу здатність висячих паль (товщина зони досягає половини діаметру паль).

Також при підсиленні використовують буроін'єкційні палі, що виконанні за розрядно-імпульсною технологією (РІТ), яка передбачає буріння лідерної свердловини, заповнення свердловини твердіючим матеріалом, електророзрядну обробку свердловини і встановлення армокаркасу у свіжо вкладену суміш. При обробці ін'єкційного розчину в свердловині від вибою до гирла серією високовольтних розрядів виникає електрогідролічний ефект, що ущільнює ґрунт навколо свердловини, зменшує його пористість в зоні дії ударного імпульсу, формує тіло палі. Перевагою буроін'єкційних паль, що влаштовані за технологією

РІТ у порівнянні з традиційною технологією, є швидкість виготовлення паль, а також те, що палі мають більший діаметр, ніж пробурена для них свердловина.

Перевагою влаштування буроін'єкційних паль є їх можливість влаштування в будь-яких інженерно-геологічних умовах. За допомогою буроін'єкційних паль можна виконувати підсилення фундаментів без розробки котловану і порушення природної структурної міцності ґрунтів, так як обладнання, що застосовується при влаштуванні, не створює динамічних впливів, воно малогабаритне і може бути встановлене як всередині житлового чи виробничого приміщення, так і в його підвальної частині. Підсилення цим способом доцільно виконувати у випадку, коли ґрунти основи мають низьку несучу здатність.

Буроін'єкційні палі за кордоном називають також коренеподібними. Вперше вони були запропоновані італійською фірмою «Фондеділе». Вони також відомі і у Франції, там їх називають мікропалями. Сутність способу підсилення коренеподібними палями полягає в створенні під будівлею свого роду підпорок – жорстких коренів у ґрунті, які переносять більшу частину навантаження на більш міцні шари ґрунту. Таке підсилення може бути виконане в ростверковому і безростверковому варіанті. Коренеподібні палі виконують вертикальними чи похилими за допомогою установок обертального буріння.

Застосування буроін'єкційних паль успішно використовується для збереження історичних архітектурних пам'яток та підсилення громадських будівель [8, 9, 10, 11, 12-14,15].

Досить поширеним при реконструкції будівель і споруд є застосування вдавлених паль. Завдяки відсутності динамічних і вібраційних впливів на конструкції існуючої споруди при зануренні паль вдавленим виключаються нерівномірні осідання, тріщини, руйнування.

Суттєвим недоліком вдавлених паль є досить громіздке обладнання для їх занурення. У стиснених умовах реконструкції замість монтажу важких пристроїв для передачі навантаження зручнішим виявляється використання існуючої стіни для сприйняття реактивних зусиль. На цьому принципі засновано вдавлення складених багатосекційних залізобетонних паль типу «Мега» гідравлічними

домкратами. Їх виготовляють зі збірних залізобетонних елементів довжиною 80-100 см і розмірами 20x20 та 30x30 см у перерізі, які мають наскрізний канал по осі діаметром 75-100 мм. Довжина паль типу «Мега» може сягати 25-30 м. Такі палі забезпечують розвантаження слабких шарів ґрунту, що знаходяться у верхній частині основи та передачу навантаження на більш міцні шари.

Послідовність робіт по влаштуванню паль типу «Мега» [1, 16]:

- під несучою стіною розробляють траншею шириною 1 м і глибиною не менше 1,5 м;
- влаштовують у стіні розподільчу металеву чи залізобетонну балку, що буде рівномірно розподіляти навантаження від домкрата на заглибленні палі;
- першу секцію палі встановлюють у траншеї під розподільчу балку, між ними розміщують домкрат (рис. 1.3, а);
- за допомогою насосної станції поступово підвищують тиск у домкраті і вдавлюють в ґрунт секцію палі;
- після цього домкрат знімають, приєднують наступну секцію і повторюють цикл до тих пір, поки вістря палі не сягне проектної відмітки (рис. 1.3, б);
- останнім встановлюють головний елемент палі, розміри якого значно збільшенні у порівнянні з рядовими елементами (рис. 1.3, в, г).

При підсиленні існуючого фундаменту виносними вдавлюваними багатосекційними палями зусилля від домкратів при заглибленні паль у ґрунт передають на упорні елементи або упорну балку, що влаштовані у заглибленнях в існуючому фундаменті. Вдавлювані окремими елементами палі типу «Мега» можуть бути ефективно використані для підсилення фундаментів будівлі, що реконструюється, із збільшенням навантаження.

Досвід підсилення багатосекційними здавлюваними палями наведено в [1, 16, 17, 18, 19].

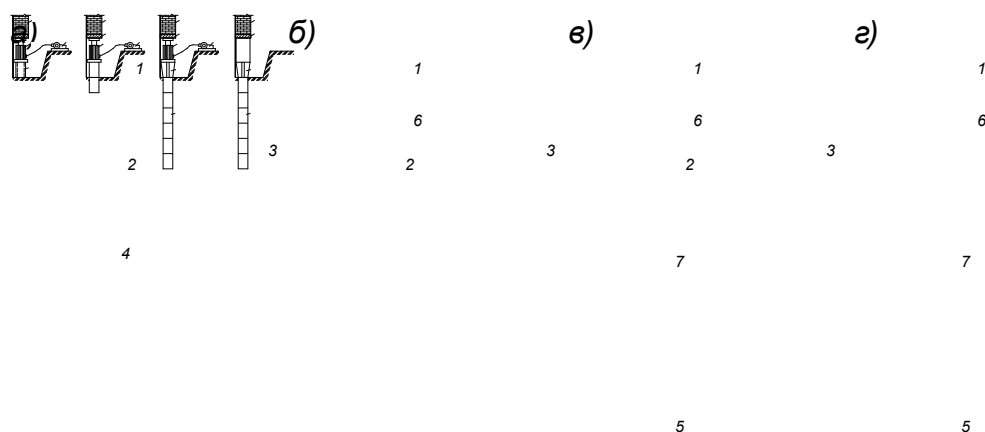


Рисунок 1.3 – Послідовність робіт по влаштуванню паль типу «Мега» [16]:

- 1 – несуча стіна; 2 – домкрат; 3 – насосна станція;
 4 – нижній елемент; 5 – паля проектної довжини; 6 – розподільча балка;
 7 – головний (заключний) елемент

Аналіз існуючих способів підсилення фундаментів мілкового закладання палями показав, що на сьогоднішній день існує широке різноманіття способів підсилення фундаментів мілкового закладання палями, це обумовлено причинами, що викликали таке підсилення, стиненими умовами виконання робіт, типами та технологією влаштування паль.

1.2. Чисельне моделювання системи “паля-ростверк-основа”

Перспективним напрямком досліджень напружено-деформованого стану (НДС) системи «паля–ростверк–основа» є використання методів математичного моделювання на основі чисельних методів аналізу. Найпоширенішим на сьогодні є метод скінченних елементів (МСЕ), який покладений в основу сучасних програмних комплексів для розрахунку будівельних конструкцій, будівель і споруд. МСЕ найбільш підходить для задач з розвиненою неоднорідністю

характеристик міцності. Порівняно з класичними варіаційними методами МСЕ більш гнучкий і алгоритмічний при задані геометричних параметрів та граничних умов, наочний та універсальний для широкого кола задач механіки. Переваги МСЕ для розв'язання геотехнічних задач: простота отримання конкретних рішень; можливість згущення сітки скінченних елементів в місцях концентрації напружень; можливість реалізації в програмах довільних характеристик жорсткості матеріалу, будь-якої послідовності навантаження; можливість розрахунку систем «основа–фундамент–надземна частина» без поділу на незалежні розрахунки за двома групами граничних станів тощо. При цьому є можливість обирати різні моделі ґрунту для розв'язання поставленої задачі [20]. Нормативні документи, що чинні в Україні на теперішній час [21, 22], рекомендують виконувати розрахунки за допомогою програмних комплексів, в яких реалізований МСЕ.

Ще в 90-ті роки 20 сторіччя для розрахунку будівельних конструкцій, основ та фундаментів уже ефективно застосовувався МСЕ. При цьому можна було моделювати основу об'ємними скінченними елементами і виконувати розрахунки з врахуванням нелінійної роботи ґрунту. Програми на базі МСЕ для основ та фундаментів розроблені І. П. Бойком [23–25], Ю. Л. Винниковим [26, 27, 28, 15], А. Л. Готманом, Н. З. Готман [29], М. М. Дубиною [30], Ю. К. Зарецьким [31], М. Л. Зоценком [32, 33], О. О. Петраковим [34], С. Б. Уховим [35], О. Б. Фадєєвим [36, 37], В. Г. Федоровським [38, 39], Д. М. Шапіро [40–42], В. Г. Шаповалом, S. Alturi, D. Druker, J. Duncan, M. Kimura, R. Lewis та іншими вченими різних країн світу.

Для розв'язання геотехнічних задач на теперішній час найбільш часто використовуються такі програмні комплекси: ЛИРА [43, 44, 45, 46], Scad, VSEM, АСНД VESNA [24, 25, 43], PRIZ-Pile [26, 47, 27, 28, 33], ANSYS [48, 49, 50], NASTRAN, CivilFEM, Plaxis [51, 32, 52, 53, 50, 54, 55, 56–58], GGU-Allpile, MicroFe, STARK [30] та інші [30, 59-60], які дають можливість аналізувати сумісну роботу фундаментних конструкцій та ґрунтової основи, використовуючи різні моделі ґрунтового середовища. Перераховані програмні комплекси

відрізняються інтерфейсом, бібліотеками скінченних елементів, функціональними можливостями та орієнтуванням на певний клас задач.

При застосуванні розрахункових програмних комплексів, що базуються на методі скінченних елементів, для розв'язання конкретної задачі потрібне проведення аналізу використання різних моделей ґрунту, для виявлення таких наближених значень, що відповідають даним експериментальних досліджень.

Для визначення НДС системи «палля–ростверк–основа» найбільш широко застосовують Plaxis [51, 32, 52, 53, 50, 54, 55], ANSYS [48, 49, 50], ЛИРА [43, 44, 45, 46], PRIZ-Pile [26, 47, 27, 28], АСНД VESNA [24, 25].

Особливістю сучасного застосування МСЕ при проектуванні пальових фундаментів є проведення віртуальних досліджень, тобто моделювання роботи тих чи інших конструкцій під навантаженням. Такий вид досліджень має низку суттєвих переваг у порівнянні з модельними, крупномасштабними та натурними дослідженнями. Моделювання МСЕ дозволяє оцінити напружено-деформований стан (НДС) системи на будь-якій стадії роботи, показати в динаміці розподіл напружень та деформацій. Основна перевага – порівняльна оцінка матеріальних витрат та витрат часу на проведення досліджень. Головна проблема широкого застосування методу – це відсутність порівняно простої моделі ґрунтової основи, яка з достатньою точністю моделює поведінку ґрунту під навантаженням. Натурні дослідження дають більш точні результати, але їх вартість досить вагома.

Так, Р. К. Ковальський в своїй роботі [44] розглянув вплив роботи ґрунту під ростверком на величину осідання плитних пальових фундаментів з низькими ростверками, дослідження виконані з використанням ПК «Лири». В результаті отримано, що врахування роботи ґрунту під подошвою ростверку дає можливість проектувати більш економічні фундаменти і в залежності від ґрунтових умов, габаритів пальового фундаменту величина навантаження може бути збільшена до 50 % (у порівнянні з таким же пальовим фундаментом, але при розрахунку без врахування роботи ґрунту під подошвою ростверку).

В дисертаційній роботі [46] Д. Ю. Чунюк виконав дослідження роботи комбінованих плитно-пальових фундаментів з урахуванням роботи ростверку за

допомогою ПК «Лира». Числовими дослідженнями було підтверджено дані експериментальних досліджень про те, що частина зовнішнього навантаження передається на основу через підшву ростверку. Відносна роль ростверку за результатами числового моделювання для комбінованих плитно-пальових фундаментів може досягати 40 % за умови контакту ростверку з ґрунтом основи.

У роботі А. М. Рузаєва та І. М. Полинкова під керівництвом В. В. Знаменського [51] розглянуте чисельне моделювання взаємодії низького ростверку з палями у стовпчастих пальових фундаментах за допомогою геотехнічного комплексу «Plaxis 3D Foundation». При моделюванні варіювались такі параметри: довжина та крок палі, жорсткість ростверку. Отримані результати чисельного моделювання показали, що низький ростверк здатний сприймати від 15 до 45 % навантаження від загальної несучої здатності фундаменту. Ця частка зростає зі збільшенням кроку. Низький ростверк не тільки сприймає частину навантаження, але й одночасно зменшує сили тертя по бокових поверхнях палі в результаті зниження осідання ґрунту під його підшвою. Такі дані чисельного моделювання відповідають експериментальним даним (п. 1.2), а також ще раз засвідчують доцільність використання МСЕ для дослідження закономірностей роботи пальових фундаментів і основи.

У роботі [55] наведено методику та результати чисельного моделювання напружено-деформованого стану системи «стрічковий ростверк–набивні палі у пробитих свердловинах–основа» у просторовій постановці в програмному комплексі «Plaxis 3D Foundation». Результати моделювання показали непогану збіжність з експериментальними даними від 11 до 15 %.

Для оцінювання НДС основ при вертикальному армуванні, а також для пальових фундаментів, Винников Ю. Л. пропонує [26, 27, 28] використовувати програмний комплекс «PRIZ-Pile», в якому реалізоване рішення вісесиметричної задачі МСЕ кроково-ітераційними методами. Приклади застосування цього програмного комплексу описані в роботах [26, 47, 27, 28, 62, 33].

Дослідженням розподілу навантаження між палями і плитою в плитно-пальовому фундаменті за допомогою ПК «ANSYS» займалися А. С. Береснев, А. Ю. Большаков та інші [48, 49, 50].

Основна проблема розвитку методу скінчених елементів це відсутність скінченного елемента, що повністю моделює роботу ґрунту. Складність моделювання викликана неоднорідністю та анізотропністю ґрунту, а також складними фізико-механічними процесами, що відбуваються при передачі навантаження від наземної конструкції на ґрунт. На сьогодні запропоновано багато моделей, що в тій чи іншій мірі враховують такі фактори, як повзучість ґрунту, нелінійна стисливість ґрунту, пружно-пластичні деформації, дилатансія, зміна об'єму при стисканні та інші. Основним недоліком цих моделей є необхідність знання особливих характеристик ґрунту, а також те, що програмні комплекси, що містять ці моделі, мають вузький діапазон застосування.

Огляд результатів чисельних досліджень [48, 24, 25, 49, 26, 47, 27, 28, 43, 51, 32, 33, 44, 63, 52, 45, 53, 50, 54, 55, 46] показує, що основним питанням при чисельному моделюванні пальових фундаментів є вибір моделі ґрунту, яка б адекватно відображала взаємодію основи і конструктивних елементів пальового фундаменту під навантаженням.

Висновки до розділу 1

1. Не існує до теперішнього часу нормативної методики розрахунку підсилення фундаменту мілко закладання палями. Існуючі пропозиції різних авторів часто враховують не всі фактори впливу на роботу підсиленого фундаменту.
2. Аналіз матеріалів досліджень показав відсутність робіт, присвячених виявленню різниці в поведінці довгих та коротких паль підсилення.
3. Відомі з практики пропозиції щодо використання коротких паль підсилення не підкріплені жодними рекомендаціями стосовно методики їх розрахунку

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПІДСИЛЕННЯ СТРІЧКОВОГО ФУНДАМЕНТУ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ PLAXIS 3D FOUNDATION

У даній роботі передбачено виконати математичне моделювання та порівняння підсилення фундаментів короткими та довгими пальями, з дослідженням їх у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation. При моделюванні передбачено виконати підсилення стрічкових фундаментів мілкого закладання у двох різних ґрунтових умовах з варіюванням кроку, довжини, що дозволить з'ясувати доцільність використання коротких паль при підсиленні фундаментів. Було зроблене припущення, що в випадку застосування коротких паль, їх несуча здатність у складі фундаменту реалізується не повністю при тому, що значну частку навантаження бере на себе ростверк. Тоді варто перевірити, чи можна при проектуванні замінювати групу паль з ростверком на ґрунтопальовий масив, який має габарити умовного фундаменту. Ставилась також задача з'ясувати, при якому кроці і довжині паль підсилення робота пального фундаменту може бути прирівняна до роботи ґрунто-пального масиву. Прийнятою початковою експериментальною моделлю є фундамент мілкого закладання висотою 300 мм, шириною 0,8 м, глибиною закладання 1 м та навантаження до підсилення складає 200 кН. Схема стрічкового фундаменту зображено на рисунку 2.1.

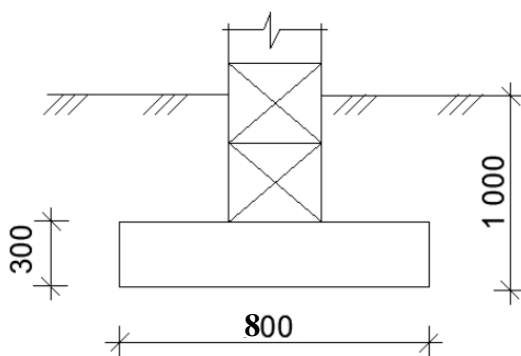


Рисунок 2.1 – Схема стрічкового фундаменту до підсилення

У першому варіанті плануємо підсилення існуючого фундаменту короткими палями з головою у рівні підшви. До розрахунку приймаємо такі параметри:

- тип палі – буроін'єкційні;
- модель ґрунту – пружно-пластична модель Кулона-Мора;
- фундамент, що підсилюються – стрічковий мілкого закладання;
- палі довжиною 1,0 м з кроком 600 та 1200 мм;
- палі довжиною 3,0 м з кроком 600 та 1200 мм;
- діаметр палі 0,25 м;
- висота ростверку – 600 мм;
- ростверк – 2,0 м x 10 м;

- характеристики ґрунту: пісок дрібний, щільний $\gamma = 19,2 \text{ кН/м}^3$, $e = 0,59$, $c = 4 \text{ кПа}$, $\phi = 31^\circ$, $E = 28 \text{ МПа}$ та суглинок $\gamma = 18,5 \text{ кН/м}^3$, $e = 35$, $c = 23 \text{ кПа}$, $\phi = 21^\circ$, $E = 14 \text{ МПа}$. Графічна модель підсилення фундаменту у рівні підшви зображена на рисунку 3.2.

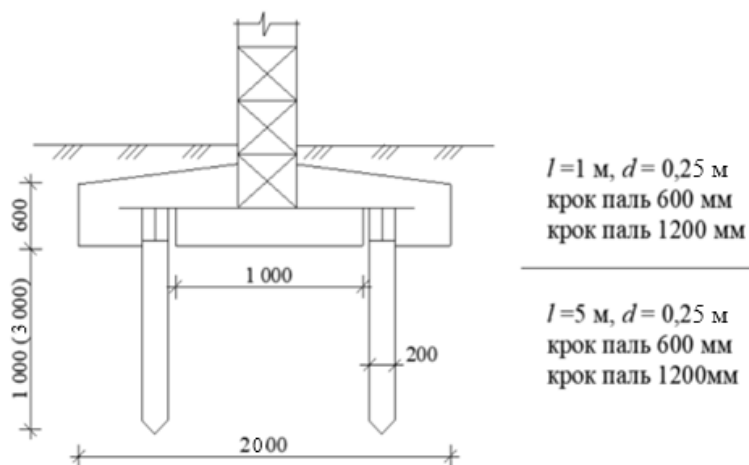


Рисунок 2.2 – Схема підсилення стрічкового фундаменту

Також варто розглянути програму моделювання підсилення роботи фундаменту у рівні підшви наведеної у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Програма чисельного моделювання підсилення роботи фундаменту у рівні підшви

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль	Крок паль
1	$L = 1 \text{ м}, d = 0,25 \text{ м}$	600 мм
2		1200 мм
3	$L = 3 \text{ м}, d = 0,25 \text{ м}$	600 мм
4		1200 мм

Другим етапом чисельного моделювання планується виконати перевірку підсиленого фундаменту, як умовного фундаменту мілко закладання з глибиною закладання в рівні нижніх кінців паль (відповідно 2,0 м та 6,0 м). При цьому ґрунто-пальовий масив моделюється як суцільний фундамент призматичної форми з питомою вагою, що дорівнює осередненому значенню питомої ваги бетону і ґрунту у складі умовного фундаменту. Ширина умовного фундаменту - 2,0 м. Схема суцільного фундаменту, що моделює умовний фундамент, зображено на рисунку 2.4.

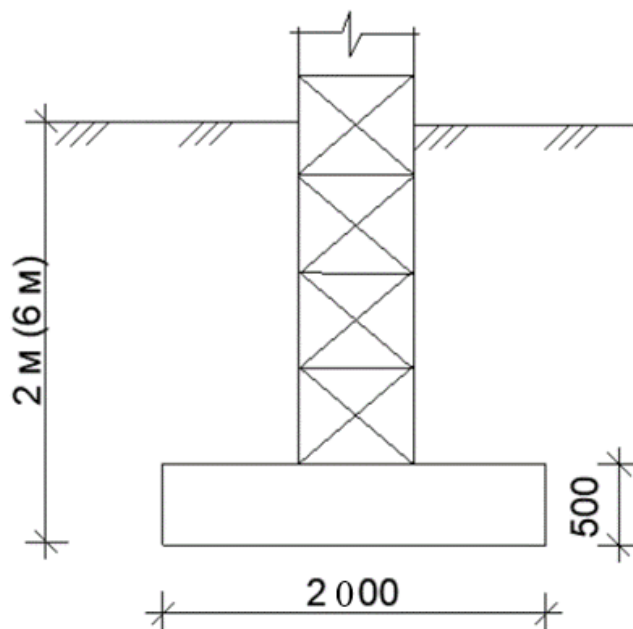


Рисунок 2.3 – Схема фундаменту, що прийнята для моделювання суцільного ґрунто-пального масиву в межах умовного фундаменту

Також заплановано виконати моделювання роботи поодиноких паль різної довжини в різних ґрунтових умовах.

Для виконання чисельного моделювання роботи існуючого стрічкового фундаменту, підсиленого вдавленими палями різних довжин та варіантів виконання, за основу було взято програмний продукт Plaxis 3D Foundation, який базується на використанні чисельного методу скінчених елементів.

Для моделювання сумісної роботи існуючого фундаменту і паль при його підсиленні було виконано моделювання у двох варіантах: підсилення палями у рівні підшви та робота суцільного ґрунтопального масиву в межах умовного фундаменту. Порівняння було виконано у двох різних ґрунтових умовах.

Для чисельного моделювання сумісної роботи існуючого фундаменту і паль при його підсиленні було прийнято такі вихідні дані:

- палі підсилення (поперечний розмір $d=0,25$ м, довжиною 1 та 3 м);
- крок $3d$ (34 шт.) та $6d$ (18 шт.);
- ростверк розмірами $2,0 \times 14$ м.

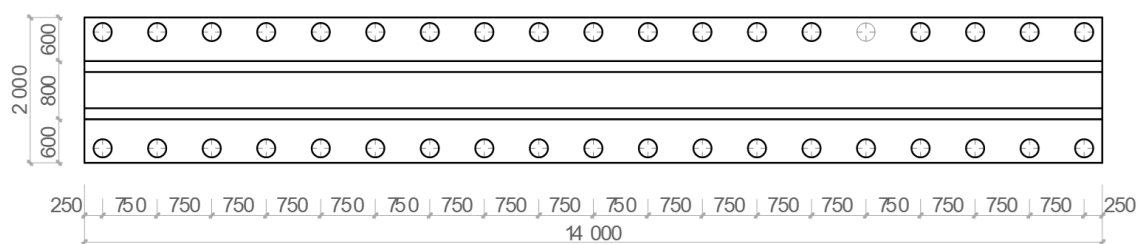


Рисунок 2.4 – Модель фундаменту з розміщенням паль кроком $3d$

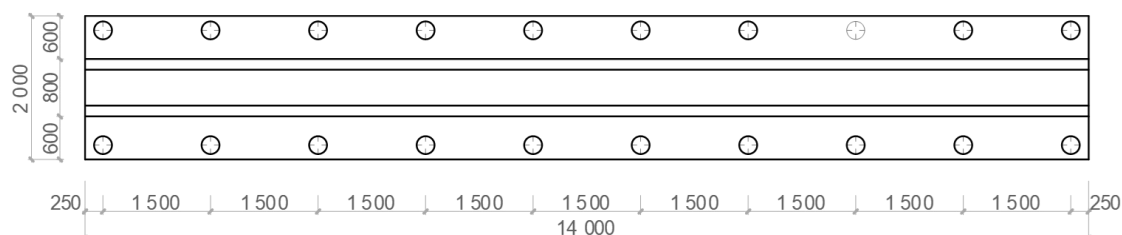


Рисунок 2.5 – Модель фундаменту з розміщенням паль кроком $6d$

Механічна поведінка ґрунтів в даному програмному комплексі може бути змодельована за допомогою використання різних моделей ґрунту: модель Кулона-Мора; модель ґрунту, що ущільнюється; модель повзучості слабого ґрунту (реологічна модель). Для розрахунку прийнято модель ґрунтів Кулона-Мора. Модель Кулона-Мора – пружно-пластична модель, що містить 5 основних параметрів: E і ν - параметри пружності ґрунту; c і ϕ - параметри міцності ґрунту та ψ - кут дилатансії. При розрахунках з використанням моделі Кулона-Мора (як і для решти моделей), що реалізована в Plaxis, генеруються початкові горизонтальні напруження в ґрунті. Моделювання поставлених задач у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation було виконано у такій послідовності:

- моделювання ґрунтового масиву;
- моделювання існуючого фундаменту на відповідній глибині закладання;
- моделювання ростверку та паль підсилення у відповідних координатах;
- вибір та задання ґрунтових умов: пісок дрібний, щільний з наступними характеристиками: $\gamma = 19,2 \text{ кН/м}^3$; $e = 0,59$, $c = 4 \text{ кПа}$, $\phi = 31^\circ$, $E = 28 \text{ МПа}$;
суглинок: $\gamma = 18,5 \text{ кН/м}^3$; $e = 0,35$, $c = 23 \text{ кПа}$, $\phi = 21^\circ$, $E = 14 \text{ МПа}$;

- прикладення навантаження;
- виконання побудови 3D моделей;
- перехід до розрахункової частини роботи.

При моделюванні були враховані наступні фази роботи:

- робота ґрунтової товщі без фундаменту (початкова фаза);
- влаштування стрічкового фундаменту мілкового закладання;
- робота стрічкового фундаменту мілкового закладання під дією вертикального навантаження до 200 кН/м.п. ;
- влаштування паль підсилення та об'єднання їх ростверком з існуючим фундаментом;
- сумісна робота існуючого фундаменту і паль при його підсиленні під дією вертикального навантаження, до досягнення заданої величини осідання (100 мм).

Модель підсиленого палями стрічкового фундаменту мілкого закладання в програмі Plaxis 3D Foundation при кроці 3d та 6d для паль підсилення довжиною 1 м, у варіанті закладання паль у рівні підшви приведена на рисунку 2.6. Розташування моделі під дією вертикального навантаження в масиві ґрунту зображено на рисунку 2.7.

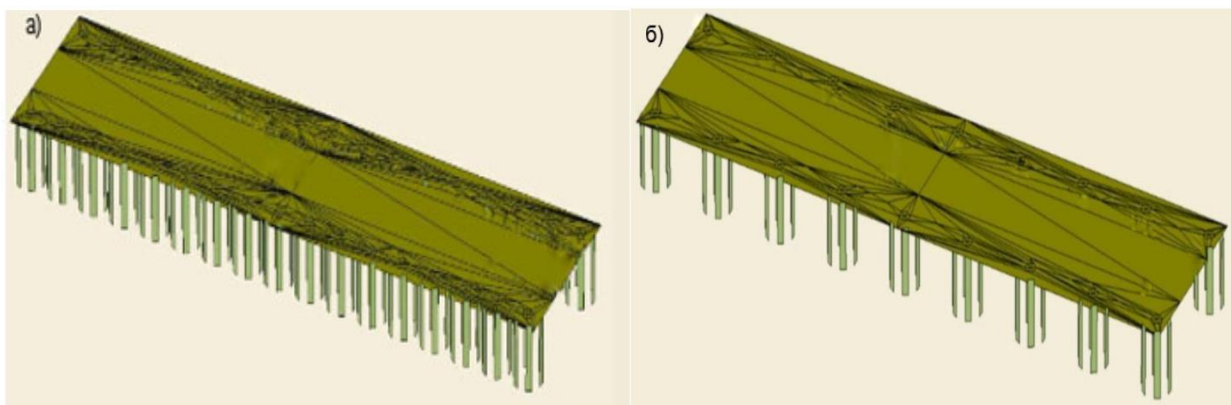


Рисунок 2.6 – Розрахункова модель підсиленого палями фундаменту у варіанті паль довжиною 1 м від рівня підшви при кроці паль: а) 3d, б) 6d

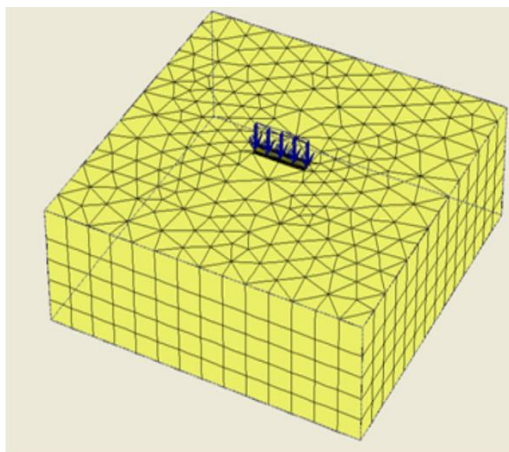


Рисунок 2.7 – Розташування моделі фундаменту під дією вертикального навантаження в масиві ґрунту

Модель підсиленого фундаменту у варіанті умовного приведено на рисунку 2.8.

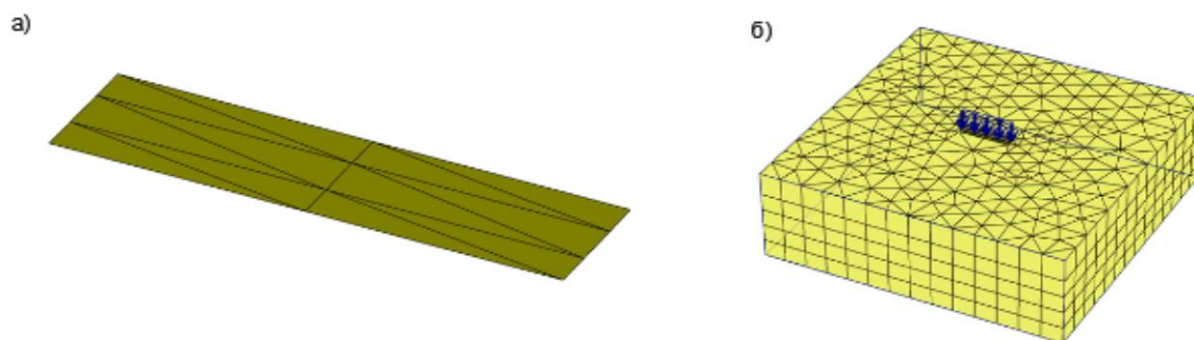


Рисунок 2.8 – Розрахункова модель підсиленого фундаменту у варіанті умовного фундаменту (а) та розташування моделі під дією вертикального навантаження в масиві ґрунту (б)

Висновки до розділу 2

Була складена програма чисельного моделювання роботи стрічкового фундаменту мілкового закладання, що підсилюється короткими палями, на основі якого буде проводитись оцінка перерозподілу зусиль між елементами підсиленого фундаменту.

Програма передбачає дослідження роботи стрічкових фундаментів до підсилення, підсилених короткими палями, одиночних палей та фундаментів мілкового закладання, які за розмірами відповідають ростверкам підсилених фундаментів.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ PLAXIS 3D FOUNDATION

На рисунку 3.1 наведено отриманий результат мозаїки деформацій ґрунтової основи для паль підсилення довжиною 1 та 3 м при поздовжньому кроці 3d для двох варіантів підсилення, у рівні підшви фундаменту та від поверхні ґрунту, у піщаній основі та моделювання підсиленого фундаменту як умовного з варіюванням значень глибини закладання.

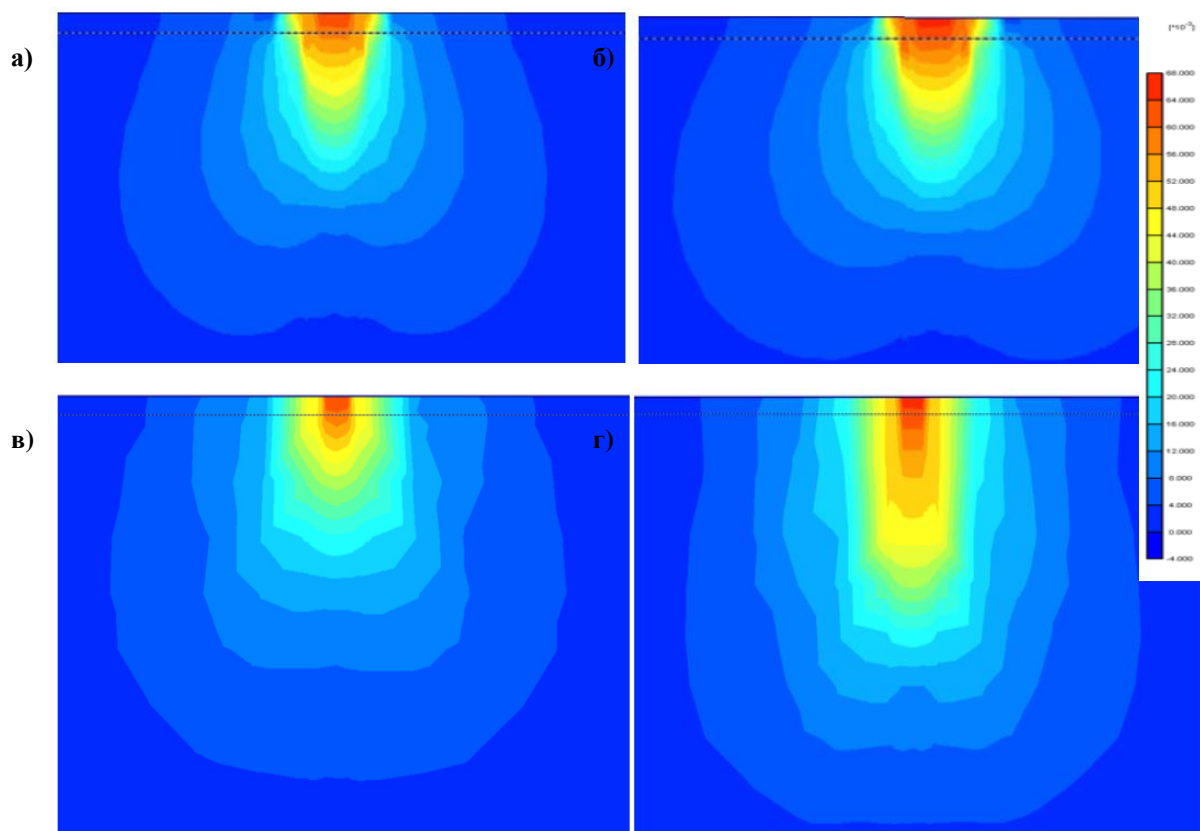


Рисунок 3.1 – Мозаїки деформації ґрунту в основі підсиленого фундаменту палями з кроком 3d у піщаному ґрунті: а) паля 1 м; б) паля 3 м; в) умовний фундамент 1 м; г) умовний фундамент 3 м

З мозаїк деформацій видно, що для коротких паль зона впливу напруженого стану для підсиленого палями фундаменту і умовного фундаменту практично однакові. Для більш довгих паль моделювання умовного фундаменту призводить до переміщення напруженої зони на значно більшу глибину. Таким чином підхід до розгляду пального фундаменту як умовного фундаменту мілкового закладання при

підсиленні стрічкових фундаментів може бути прийнятним лише для варіанту коротких паль.

На рисунку 3.2 наведено графіки залежності осідання – навантаження фундаменту до - I стадія та після підсилення - II стадія при кроці паль 3d та 6d, довжиною паль 1 м та умовного у піщаному ґрунті. Крива осідання-навантаження для I стадії роботи фундаменту до підсилення для розглянутих випадків практично співпадає.

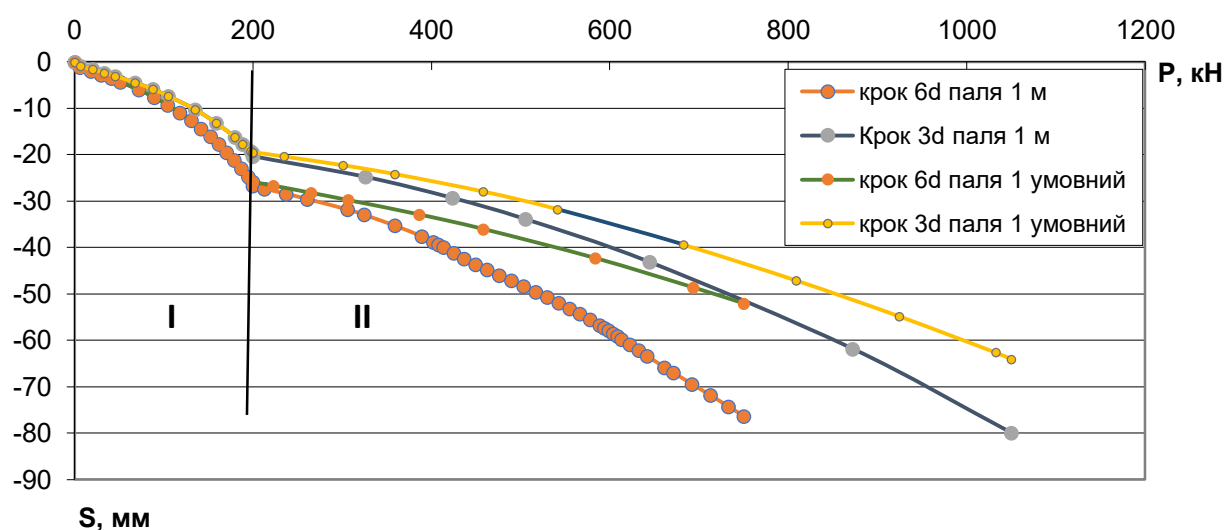


Рисунок 3.2 – Графіки залежності осідання – навантаження фундаменту з кроком паль 3d та 6d у піщаному ґрунті: I стадія – робота фундаменту до підсилення; II стадія – робота підсиленого палями фундаменту

На рисунку 3.3 наведено графіки залежності осідання – навантаження фундаменту до - I стадія та після підсилення - II стадія при кроці паль 3d, довжиною паль 1 та 3 м та умовного у глинистому ґрунті.

На рисунку 3.4 наведено графіки залежності осідання – навантаження фундаменту до - I стадія та після підсилення - II стадія при кроці паль 3d, довжиною паль 1 та 3 м та умовного у глинистому ґрунті.

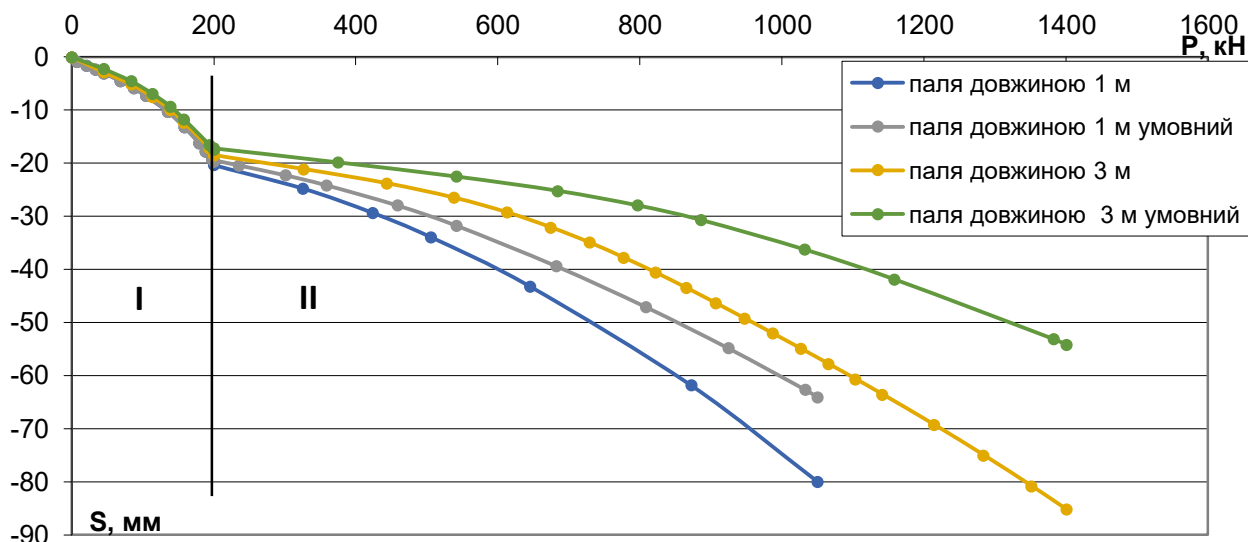


Рисунок 3.3 – Графіки залежності осідання – навантаження фундаменту з кроком паль 3d у глинистому ґрунті: I стадія – робота фундаменту до підсилення; II стадія – робота підсиленого палями фундаменту

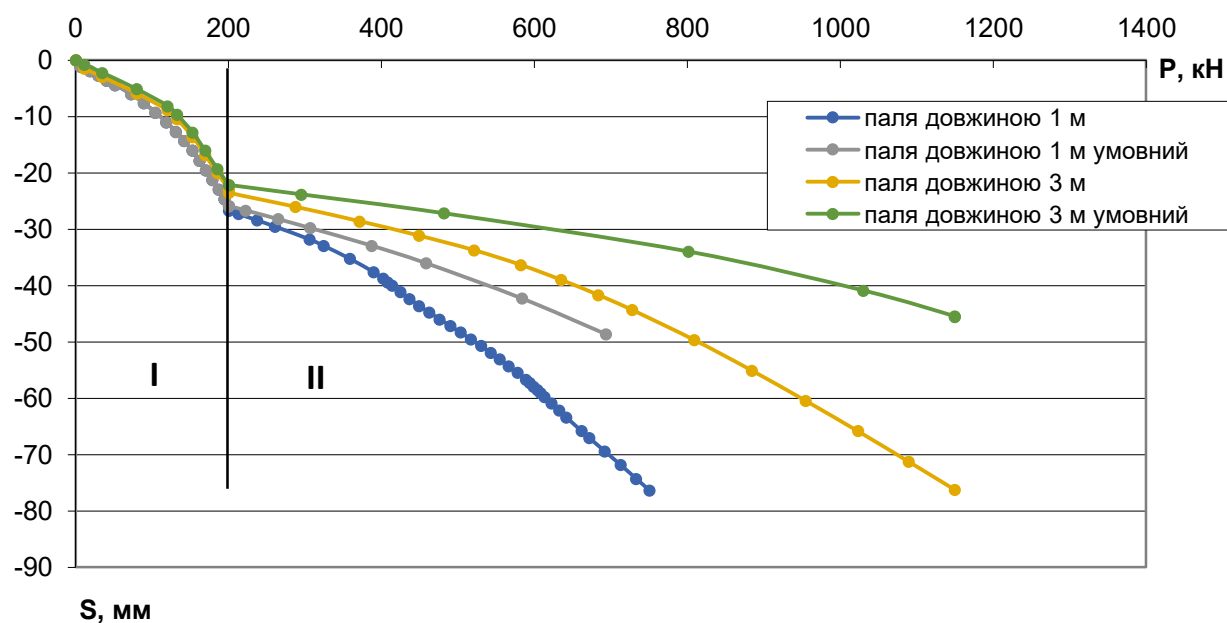


Рисунок 3.4 – Графіки залежності осідання – навантаження фундаменту з кроком паль 6d у глинистому ґрунті: I стадія – робота фундаменту до підсилення; II стадія – робота підсиленого палями фундаменту

Порівнюючи графіки, бачимо, що умовний фундамент відносно вибивається із інших продемонстрованих графіків що дає підставу зробити висновок, що заміна пального фундаменту умовним не дає бажаного результату. Замінювати паливий

фундамент на умовний фундамент мілкокого закладання з метою визначення його несучої здатності досить некоректно.

На рисунку 3.5 наведено отриманий результат мозаїки деформацій ґрунтової основи для паль підсилення довжиною 1 та 3 м при поздовжньому кроці 6d у глинисті основі.

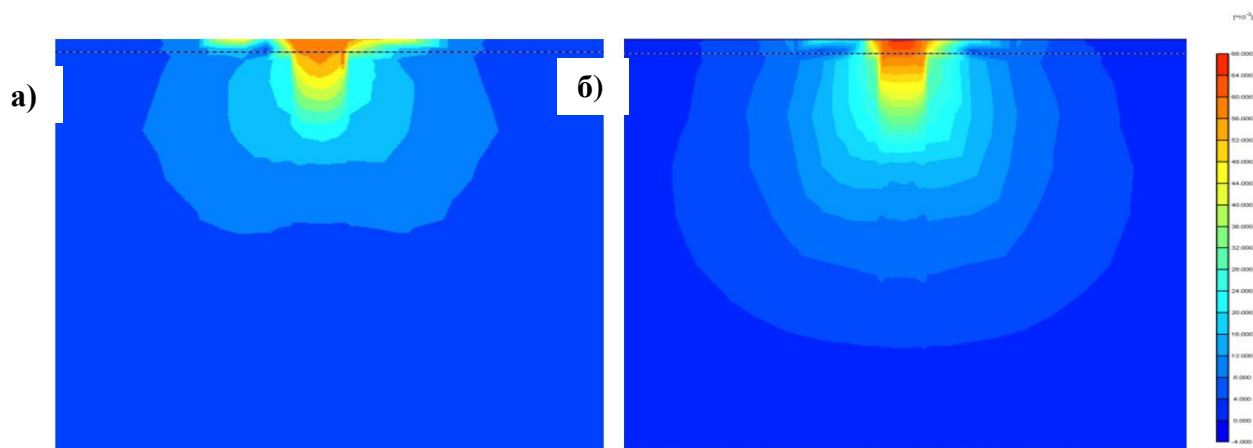


Рисунок 3.5 – Мозаїки деформації ґрунту в основі підсиленого фундаменту палями з кроком 6d у глинистому ґрунті: а) паля 1 м; б) паля 3 м

З результатів чисельного моделювання одинокої палі у двох різних ґрунтових умовах було визначено її несучу здатність. По отриманих даних побудовано графіки осідання – навантаження зображені на рисунку 3.6 за результатами випробування одиночних паль довжиною 1 та 3 м.

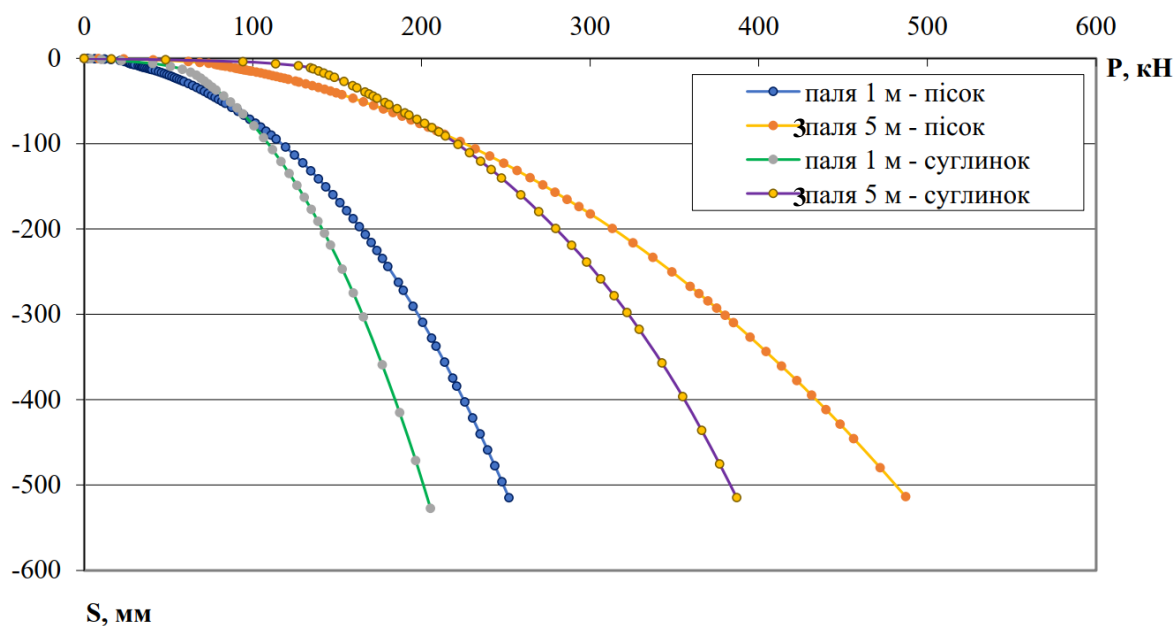


Рисунок 3.6 – Графік осідання – навантаження одиночних паль

На рисунку 3.7 наведені графіки моделювання плити ростверку без паль.

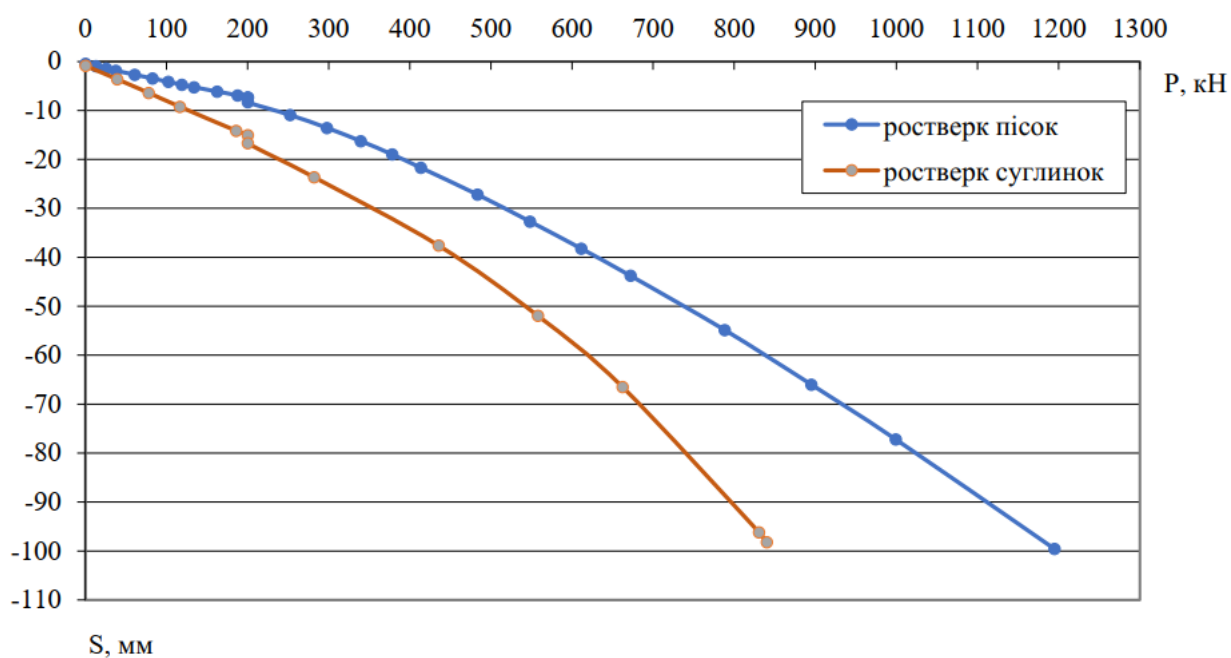


Рисунок 3.7 – Графік осідання – навантаження плити ростверку без паль

По отриманих результатах моделювання було зроблено порівняння роботи пальового фундаменту з плитою ростверку та роботою його окремих елементів у розрахунку на довжину ростверку 2,0 м (таблиця 3.1). Частка навантаження, яку сприймають палі фундаменту, визначається за результатами розрахунку у програмному комплексі Plaxis, частка навантаження, яку сприймає ростверк, визначалась як різниця між навантаженням на фундамент та сумою зусиль в палях. Визначена частка ростверку наведена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 – Порівняння роботи пальового фундаменту з плитою ростверку з роботою його окремих елементів

Довжина палі, м	Крок палі	При роботі у складі фундаменту					При роботі кожного з елементів окремо			
		Осереднене навантаження на палю, кН	Сума зусиль в палях підсилення, кН	Навантаження, що сприймається ростверком, кН	Навантаження на фундамент, кН	Частка ростверку, %	Несуча здатність одиночної палі, кН	Сума зусиль в палях, кН	Навантаження, що сприймається ростверком без палі, кН	Навантаження на фундамент, як сума окремих елементів, кН
Піщаний ґрунт										
1	3d	86,6	692,6	1971,4	2664	74	119,4	955	2238,4	3193
	6d	100,5	403,2	1612,8	2016	80		477,6		2715
3	3d	85,2	681,1	2414,9	3096	78	231,9	1855	2238,4	2088
	6d	85,7	342,0	1938	2280	85		927,6		3166
Глинистий ґрунт										
1	3d	76,1	609,1	1647	2256	73	111,7	894	1643	2537
	6d	74,1	296,4	1264	1560	81		447		2092
3	3d	62	469,3	1760	2256	78	221,7	1774	1643	3417
	6d	123,1	492,5	1332	1824	84		887		2530

Таблиця 3.2 – Частка ростверку у несучій здатності фундаменту, %

Крок палі	Довжина палі, м		Ґрунтові умови
	1	3	
3d	74	78	Піщаний ґрунт
6d	80	85	
3d	73	78	Глинистий ґрунт
6d	81	84	

Ступінь реалізації несучої здатності палі визначався як відношення осередненої несучої здатності палі у складі фундаменту до несучої здатності одиночної палі. Ступінь реалізації тиску під ростверком - як відношення частки навантаження, яку сприймає ростверк у складі фундаменту, до навантаження, яке

сприймає плита ростверку, працюючи без паль. У таблиці 3.3 наведені результати обробки параметрів чисельного експерименту.

Таблиця 3.3 – Ступінь реалізації несучої здатності паль та ростверку

Довжина палі, м	Крок паль	Ступінь реалізації несучої здатності палі	Ступінь реалізації несучої здатності ростверку	Грунтові умови
1	3d	0,73	0,88	Піщаний ґрунт
	6d	0,84	0,72	
3	3d	0,34	1,08	
	6d	0,34	0,87	
1	3d	0,68	1,0	Глинистий ґрунт
	6d	0,66	0,77	
3	3d	0,28	1,07	
	6d	0,56	0,81	

Висновки до розділу 3

1. З мозаїк деформацій видно, що для коротких паль зона впливу напруженого стану для підсиленого палями фундаменту і умовного фундаменту практично однакові. Для більш довгих паль моделювання умовного фундаменту призводить до переміщення напруженої зони на значно більшу глибину. Таким чином підхід до розгляду пального фундаменту як умовного фундаменту мілкого закладання при підсиленні стрічкових фундаментів може бути прийнятним лише для варіанту коротких паль. Перехід до проектування підсиленого фундаменту як до такого масиву може призвести до завищення очікувань і відповідно до ненадійного рішення.

2. Порівнюючи ґрунтові масиви глинистого та піщаного виду, з побудованих графіків та мозаїк деформацій ґрунту, можна чітко спостерігати, що піщаний ґрунтовий масив набагато краще передає навантаження та дає значно менші осідання при більшому навантаженні, але якісна картина перерозподілу зусиль між елементами підсиленого фундаменту зберігається.

3. Збільшення кроку коротких паль підсилення незначно впливає на несучу здатність підсиленого фундаменту, що дає можливість економити витрати на палі.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Загальні дані

Проектом передбачена реконструкція будівлі 1-поверхову офісну будівлю.

Ділянка будівництва знаходиться у центральній частині м. Вінниця з наступними природо-кліматичними умовами:

- Температурна зона – I [65];
- Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря для огороджуваних конструкцій [65].
 - найбільш холодної п'ятиденки -21°C ;
 - найбільш холодних днів -26°C .
- Швидкісний натиск вітру - 47 кг/м^2 для м. Вінниці [64, дод .Е].
- Тип місцевості – IV [64, табл. 9.10].
- Вага снігового покриву - 136 кг/м^2 для м. Вінниці [64, дод .Е].
- Сейсмічність району не перевищує 6 балів [66].
- Тривалість зимового періоду - 186 днів.
- Середня температура зимового періоду - 3°C .
- Глибина промерзання ґрунту - 0,9 м. [67].

Абсолютні відмітки поверхні змінюються від 225,50 до 226,50 м. За відмітку нуля першого поверху прийнята відмітка $\pm 0,000 - 226,45$.

Виконання робіт обмежено існуючими умовами: роботи виконуються у існуючій будівлі.

При проектуванні основними вимогами було запроєктувати будівлю так, щоб вона була максимально комфортною та зручною, але разом з тим побудованою з мінімальними, на скільки це можливо, витратами, увага приділялась архітектурному вигляду, щоб будівля мала естетично красиву форму та колір.

4.1.2 Конструктивні рішення існуючої будівлі

Торгова будівля одноповерхова з підвальним поверхом та мансардним поверхом. Висота першого поверху становить 3,15м, висота підвального поверху- 3,3м. Об'ємно-планувальне рішення: прямокутна в плані споруда. Покрівля шатрового типу, двохскатна.

Основний вхід до будівлі розташовано з боку вул. Бевза.

Експлікація та розташування приміщень наведено в графічній частині на аркуші АБ-2

Основні несучі конструкції будівлі до реконструкції:

Фундаменти – стрічкові, зі збірних бетонних стінових блоків та залізобетонних подушок на ґрунтовій подушці. Під колони передбачені монолітні залізобетонні фундаменти стаканного типу. Горизонтальна гідроізоляція фундаментів виконується двома шарами гідроізолу на бітумній мастиці, вертикальна – обмазкою двома шарами бітумної мастики. Під фундаменти виконується підготовка із бетону класу В3,5 товщиною 100 мм.

Зовнішні стіни – кладка із повнотілої керамічної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 510мм, із зовнішньої сторони утеплюються мінераловатними плитами товщиною 100 мм.

Внутрішні стіни – кладка із керамічної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 380мм.

Колони – монолітні залізобетонні, перерізом 400×400мм.

Ригелі – монолітні залізобетонні, перерізом 400×500(h) мм.

Перекрыття – монолітне залізобетонне, товщиною 150 мм.

Покрівля – шатрового типу із дерев'яною кроквяною системою, покриття із металочерепиці по дерев'яним латам. Покрівля утеплюється мінераловатними напівжорсткими плитами товщиною 200мм, укладеними між кроквяними ногами. Всі дерев'яні елементи покриття просочуються вогнезахисною сумішшю.

Перегородки – із керамічної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 120 мм в підвальному поверсі, із гіпсобетонних блоків товщиною 80мм – на

інших поверхах.

Сходи – монолітні залізобетонні марші та площадки.

Зовнішнє опорядження – фасади оздоблені декоративною штукатуркою і пофарбовані фасадними фарбами світло-сірого кольору. Цоколь оздоблений мозаїчною штукатуркою темно-сірого кольору. Проступи і покриття ганку виконані зі світло-сірого граніту.

Підлога – в залежності від призначення приміщення, експлікація підлоги наведена в таблиці 2.5.

Поверхні стін та перегородок – обшиті гіпсокартонними листами, пофарбовані акриловими та водоемульсійними фарбами. В приміщеннях санвузлів поверхні стін та перегородок облицьовані керамічною плиткою.

Стелі – підвісні, з гіпсокартонних листів на металевому каркасі. В приміщеннях сходових клітин, коридорів, приймальної та кабінетах заступника директора і директора – багаторівневі.

4.1.3 Генеральний план

Будівельний майданчик розташований в центральній частині м. Вінниця поруч з існуючою трьохповерховою будівлею громадського призначення. Рішення генплану ділянки розроблені виходячи з існуючої ситуації забудови та розташування проїздів та під'їздів. Будівля торгово-офісного центру прибудовується до існуючого будинку з дотриманням композиційної та архітектурної цілісності. Відстань до сусідніх будівель та споруд прийнята з дотриманням санітарних та протипожежних норм.

Ділянка, на якій розміщується запроектована будівля характеризується наявністю спокійного рельєфу із незначним ухилом, вона обмежується існуючою будівлею, дворовим простором житлового будинку та червоними лініями забудови прилеглих вулиць.

Відмітки дані в метрах, їх підрахунок та генплан виконані в М 1 : 200 методом проєктованих відміток.

Визначаємо чорні відмітки на розі будівлі згідно формули:

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

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.

$h = 0,5\text{ м}$ – розтин горизонталей.

$$H_{\text{чор } 1} = 225.5 + 7.24 \cdot 0.5 / 7.7 = 225.97$$

$$H_{\text{чор } 2} = 226.00 + 2.64 \cdot 0.5 / 5.5 = 226.24$$

$$H_{\text{чор } 3} = 226.00 + 0.8 \cdot 0.5 / 5.6 = 226.07$$

$$H_{\text{чор } 4} = 225,50 + 8 \cdot 0.5 / 9.1 = 225.94$$

Визначаємо відмітку цоколя

$$H + 0,000 = 226.24 + 0.21 = 226.45 \text{ м}$$

Визначаємо червоні відмітки:

$$H_{\text{чер.4}} = H_{\text{ч.4}} + 0,11 = 225.94 + 0,11 = 226.05 \text{ (м)}$$

$$H_{\text{чер}} = H_{\text{чер.м}} \pm i \cdot I \text{ (м)}$$

де : $H_{\text{чер.м}}$ – червона позначка попередньої точки в метрах;

i – похил;

I – відстань між точками в метрах;

$$H_{\text{чер.2}} = H_{\text{чер.3}} = H_{\text{чер.}} - i \cdot I = 226.05 + 0,008 \cdot 12.28 = 226.15 \text{ (м)}$$

$$H_{\text{чер.1}} = H_{\text{чер.4}} = 226.15 \text{ (м)}$$

Генпланом передбачено влаштування мережі проїздів та під'їздів до будівлі зі сторони вул. Бевза. Також передбачається обладнати автостоянку поза будівлею. Перед головним фасадом розміщується майданчик із покриттям газонного типу, на якому також планується посадка декоративних порід дерев та кущів.

Вертикальне планування ділянки виконано з максимальним збереженням

існуючого рельєфу за допомогою методу проектних відміток. Відведення поверхневих вод передбачено відкритого типу, що здійснюється спланованими площадками, лотками, утвореними проїжджою частиною та бордюрами.

Для збереження санітарно-гігієнічних вимог, а також нормального руху транспортних засобів та пішоходів передбачається влаштування асфальтобетонного покриття на проїздах та тротуарах. Навколо будинку планується влаштування асфальтобетонного вимощення шириною 1,0 м.

Архітектурно-планувальне рішення ділянки передбачає впорядковане розміщення зелених насаджень. Запроектовано різновиди деревно-кущових порід, які підібрано у відповідності з природно-кліматичними умовами даного району, а також квітники та газони.

Основу запроектованого озеленення ділянки складають ландшафтні групи хвойних або листяних дерев та чагарників, багаторічні трави, квіти.

Таблиця 2.1 – Показники до генплану

№ п.п.	Назва показника	Одиниці виміру	Кількість
1	Площа ділянки	м ²	1246,4
2	Площа забудови	м ²	286,2
3	Щільність забудови	%	23,0
4	Площа доріг, проїздів	м ²	712,9
5	Процент доріг, проїздів	%	57,2
6	Площа озеленення	м ²	250,4
7	Процент озеленення	%	19,8

Таблиця 2.2 - Відомість елементів озеленення

№ п/п	Найменування породи і виду насаджень	Вік, років	Кількість	Примітка
1	Кипарис пірамідальний	5	3	Саджанці
2	Клен гостролистий	7	5	Саджанці
3	Горобина звичайна	5	2	Саджанці
4	Самшит декоративний	3	12	Саджанці
5	Посів багаторічних трав	-	1642,0 м ²	Газонна трава

4.1.4 Об'ємно-планувальні рішення при реконструкції

Будівля торгово-офісного центру двохповерхова з підвальним поверхом та мансардним поверхом. Висота першого і другого та третього поверхів становить 3,15м, висота підвального поверху – 3,3м. Об'ємно-планувальне рішення: прямокутна в плані споруда, яка перехрещена з одного боку прямокутною в плані сходовою клітиною – хризолітом. Покрівля шатрового типу, двохскатна.

Основний вхід до будівлі розташовано з боку вул. Бевза, також наявний вхід з бічного фасаду будівлі. В будівлі розташовано дві сходові клітини, які з'єднують між собою всі поверхи будівлі, починаючи з підвального. Сходова клітина в осях 5-6 виділена в окремий прямокутний об'єм, який примикає до існуючої будівлі. Таким чином створена композиційна цілісність у поєднанні з сусіднім будинком, збудованим у стилі конструктивізму у 30-ті роки ХХ ст.

Експлікацію та розташування приміщень наведено в графічній частині на аркуші АБ-2.

Дана будівля має розміри в осях $15,48 \times 22,06$ м.

Кількість поверхів – 3.

Висота поверху – 3,15 м.

Будівельний об'єм – 4019,6 м³;

- в т.ч. підземної частини – 794,8 м³.

Загальна площа будівлі – 1089,9 м².

4.1.5 Конструктивні рішення при реконструкції

Прийнята конструктивна схема будівлі із гнучкою конструктивною схемою з несучими зовнішніми і внутрішніми цегляними стінами та залізобетонними колонами. Перекриття монолітне залізобетонне, опирається на несучі стіни та залізобетонні ригелі в середній частині прольоту.

При проектуванні будівлі торгово-офісного центру прийняті наступні архітектурно-конструктивні рішення.

Фундаменти – стрічкові, зі збірних бетонних стінових блоків та залізобетонних подушок на ґрунтовій подушці. Під колони передбачені монолітні залізобетонні фундаменти стаканного типу. Горизонтальна гідроізоляція фундаментів виконується двома шарами гідроізолу на бітумній мастиці, вертикальна – обмазкою двома шарами бітумної мастики. Під фундаменти виконується підготовка із бетону класу В3,5 товщиною 100 мм.

Зовнішні стіни – кладка із повнотілої керамічної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 510мм, із зовнішньої сторони утеплюються мінераловатними плитами товщиною 100 мм.

Внутрішні стіни – кладка із керамічної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 380мм.

Колони – монолітні залізобетонні, перерізом 400×400мм.

Ригелі – монолітні залізобетонні, перерізом 400×500(h) мм.

Перекриття – монолітне залізобетонне, товщиною 150 мм.

Покрівля – шатрового типу із дерев'яною кроквяною системою, покриття із металочерепиці по дерев'яним латам. Покрівля утеплюється мінераловатними напівжорсткими плитами товщиною 200мм, укладеними між кроквяними ногами. Всі дерев'яні елементи покриття просочуються вогнезахисною сумішшю.

Перегородки – із керамічної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 120 мм в підвальному поверсі, із гіпсобетонних блоків товщиною 80мм – на інших поверхах.

Сходи – монолітні залізобетонні марші та площадки.

Зовнішнє опорядження – фасади оздоблені декоративною штукатуркою і пофарбовані фасадними фарбами світло-сірого кольору. Цоколь оздоблений мозаїчною штукатуркою темно-сірого кольору. Проступи і покриття ганку виконані зі світло-сірого граніту.

Підлога – в залежності від призначення приміщення, експлікація підлоги наведена в таблиці 2.5.

Поверхні стін та перегородок – обшиті гіпсокартонними листами, пофарбовані акриловими та водоемульсійними фарбами. В приміщеннях

санвузлів поверхні стін та перегородок облицьовані керамічною плиткою.

Стелі – підвісні, з гіпсокартонних листів на металевому каркасі. В приміщеннях сходових клітин, коридорів, приймальної та кабінетах заступника директора і директора – багаторівневі.

Таблиця 2.3 – Специфікація залізобетонних виробів

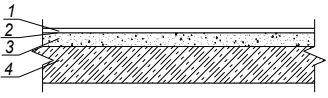
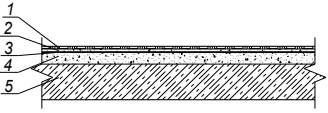

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од.,кг.	Прим.
1	2	3	4	5	6
		Блоки стіни підвалу			
1	ГОСТ 13579 – 78	ФБС 24.4.6 - т	74	1300	
2	ГОСТ 13579 – 78	ФБС 24.5.6 - т	141	1630	
3	ГОСТ 13579 – 78	ФБС 24.6.6 - т	13	1960	
4	ГОСТ 13579 – 78	ФБС 12.4.6 - т	46	640	
5	ГОСТ 13579 – 78	ФБС 12.5.6 - т	87	790	
6	ГОСТ 13579 – 78	ФБС 12.6.6 - т	8	960	
7	ГОСТ 13579 – 78	ФБС 9.4.6 – т	62	470	
8	ГОСТ 13579 – 78	ФБС 9.5.6 – т	118	590	
9	ГОСТ 13579 – 78	ФБС 9.6.6 – т	11	700	
		Залізобетонні перемички			
1	1.038.1–1 вип.1	1 ПБ 13 – 1	20	25	
2	1.038.1–1 вип.1	2 ПБ 10 – 1-п	43	43	
3	1.038.1–1 вип.1	2 ПБ 13 – 1-п	28	54	
4	1.038.1–1 вип.1	2 ПБ 16 – 2-п	28	65	
5	1.038.1–1 вип.1	2 ПБ 19 – 3-п	20	81	
6	1.038.1–1 вип.1	2 ПБ 22 – 3-п	20	92	
7	1.038.1–1 вип.1	2 ПБ 25 – 3-п	20	103	
8	1.038.1–1 вип.1	3 ПБ 13 – 37-п	26	85	
9	1.038.1–1 вип.1	3 ПБ 18 – 37-п	24	102	
10	1.038.1–1 вип.1	5 ПБ 21 – 27-оп	20	285	

11	1.038.1–1 вип.1	5 ПБ 21 – 27-п	20	285	
12	1.038.1–1 вип.1	5 ПБ 25 – 27-п	10	338	
13	1.038.1–1 вип.1	5 ПБ 27 – 27-оп	24	375	

Таблиця 2.4 – Специфікація елементів заповнення прорізів

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., кг	Прим.
		Вікна			
В-1	Металопластикові з двокамерними склопакетами	1500x1510	9		
В-2	Металопластикові з двокамерними склопакетами	1500x1510	24		
В-3	Металопластикові з двокамерними склопакетами	1260x1510	2		
В-4	Мансардні вікна металопластикові (двокамерні склопакети)	950x1600	13		
		Двері			
Д-1	Індив.замовлення, металопластикові	ДГ 21-9	16		
Д-2	Індив.замовлення, металопластикові	ДГ 21-10	25		
Д-3	Індив.замовлення, металопластикові	ДГ 21-12 (вхідні)	1		
Д-4	Індив.замовлення, металопластикові	ДГ 21-12	4		
Д-5	Індив.замовлення, металопластикові	ДГ 21-8	8		
Д-6	Індив.замовлення, металопластикові	ДГ 21-15	3		
Д-7	Індив.замовлення, металопластикові	ДО 21-14	1		
		Ворота гаражні			
ВГ-1	Індив.замовлення	ВГ 21-30	1		

Таблиця 2.5 – Експлікація підлоги

№ п/п прим.	Склад	Конструкції підлоги	Площа, м ²
1 пов. -4; 2 пов. – 4, 5, 8-10, 12; манс. пов.-4-8, 12	1 – паркет; 2 – прошарок з швидкотверднучої мастики на водостійкій основі; 3 – стяжка з легкого бетону (50 мм); 4 – Шар ущільненого керамзиту (200 мм)		259,5
1 пов. -11; 2 пов. – 14, 15; манс. пов.-15, 16	1 – керамічна великорозмірна плитка на клейовій основі (15 мм); 2 – стяжка з цементно-піщаного розчину М150 (10 мм); 3 – пароізоляція з полімерної плівки на мастиці (5 мм); 4 – стяжка з цементно-піщаного розчину М150 (65 мм); 5 – плита перекриття (200 мм).		21,4
Всі інші приміщення	1 - бетон мозаїчний В15 (20мм); 2 – стяжка з мілкозернистого бетону (40 мм); 3 – плита перекриття (200 мм).		704,7

4.1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень

Для дотримання сучасних вимог з енергозбереження в будівництві перевіримо термічний опір зовнішньої стіни.

Об'ємна вага кам'яної кладки стін $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$, коефіцієнт теплопровідності - $\lambda = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ [65]. Для теплотехнічного розрахунку приймаємо товщину зовнішньої стіни - 0,51 м.

Необхідний мінімальний опір теплопередачі огорожуючих конструкцій:
 $R_{q \min} = 4,0 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К}$ [65, табл. 2].

Загальний опір теплопередачі визначається як :

$$R_t = \frac{1}{\alpha_{\hat{a}}} + R_{\hat{E}} + \frac{1}{\alpha_{\hat{c}}}, [65] \quad (1.1)$$

де - $\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт теплосприйняття, прийнятий незалежно від призначення для внутрішніх поверхонь приміщення $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/ м}^2\cdot\text{С}$ [65];

$\alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнт тепловіддачі із зовнішньої поверхні для зимових умов, $\alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт/ м}^2\cdot\text{С}$ [65];

$R_{\text{к}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$, де $R_{1...4}$ - термічний опір кожного шару конструкції.

Визначаємо термічний опір 1-го шару стіни:

$$R_1 = \delta_1/\lambda_1 = 0,51/0,755 = 0,675 \text{ м}^2\cdot\text{С/Вт}.$$

Визначаємо термічний опір шару оштукатурення:

$$R_3 = R_4 = \delta_3/\lambda_3 = 0,02/0,843 = 0,024 \text{ м}^2\cdot\text{С/Вт}.$$

Опір теплопередачі утеплювача згідно формули (1.1)

$$R_{\hat{o}\hat{o}} = R_t - \left(\frac{1}{\alpha_{\hat{a}}} + R_1 + R_3 + \frac{1}{\alpha_{\hat{c}}} \right)$$

$$R_{\text{ут}} = 4,0 - (0,155 + 0,675 + 2 \cdot 0,024 + 0,043) = 3,079 \text{ м}^2\cdot\text{С/Вт}.$$

Товщина шару утеплювача

$$\delta_2 = R_2 \cdot \lambda_2 = 3,079 \cdot 0,044 = 0,135 \text{ м} . \text{ Приймаємо } \delta_2 = 0,15 \text{ м}.$$

Опір теплопередачі утеплювача

$$R_2 = \delta_2/\lambda_2 = 0,15/0,044 = 3,409 \text{ м}^2\cdot\text{С/Вт}.$$

Загальний опір теплопередачі

$$R = \frac{1}{8,7} + 0,675 + 3,409 + 2 \cdot 0,024 + \frac{1}{23} = 4,30 \text{ м}^2\cdot\text{С/Вт} > 3,3 \text{ м}^2\cdot\text{С/Вт}.$$

Зовнішня стіна відповідає вимогам теплопередачі.

4.1.7 Протипожежні заходи

Ступінь вогнестійкості будинку – III [68, табл. 6].

Витрати води на внутрішнє пожежегасіння складає 4,2 л/с (2 потоки по 2,1 л/с) [68]. Кількість пожежних гідрантів – 12.

До будівлі передбачено під'їзд пожежних машин по існуючим вулицям та проїздам. Евакуація персоналу та відвідувачів здійснюється сходовими клітками з надземної частини. Зовнішнє пожежегасіння передбачається від двох існуючих пожежних гідрантів, установлених в колодязях на міській водопровідній мережі, в місцях, доступних для під'їзду пожежної машини.

Електропроводка виконується дротами в сталевих трубах, кабелями АВВГ, ВВГ в скобах.

Проектом передбачаються наступні протипожежні заходи:

- забезпечення живлення системи пожежної сигналізації, вентиляторів димовидалення і пожежних насосів по I категорії з автоматичним вводом резерву;
- влаштування світлового показника пожежного гідранту;
- встановлення біля кожного пожежного крану кнопки запуску пожежних насосів дистанційно і кнопки для включення вентиляторів димовидалення;
- передбачено автоматичний запуск пожежних насосів при зпрацюванні пристроїв пожежної сигналізації.

4.1.8 Санітарні умови і вимоги

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря в приміщеннях будівлі має відповідати оптимальним нормам. Для підтримання в приміщенні нормативної температури повітря в холодну пору року передбачається система централізованого водяного опалення. Теплоносієм для систем опалення, є гаряча вода з параметрами $T_1=95^{\circ}\text{C}$, $T_2=70^{\circ}\text{C}$.

Приміщення мають природне бічне освітлення через вікна, та штучне освітлення електричними лампами розжарювання.

Природне освітлення нормується за допомогою коефіцієнта природного освітлення, який для різних типів приміщень неоднаковий. Усі приміщення розташовані з розрахунку достатньої інсоляції.

Основним джерелом шуму є автотранспорт. Для зниження рівня звукового тиску до нормативно-допустимого, проектом передбачається використання металопластикових вікон, конструкція яких знижує проникнення шуму та пилу в приміщення.

4.1.9 Інженерне обладнання будівлі

Опалення

Схема опалення прийнята однотрубна з прокладкою магістральних трубопроводів нижче поверхні землі. Нагрів теплоносія здійснюється за допомогою газового котла. За опалювальні прилади прийняті радіатори МС-140 та реєстри із сталевих труб. Прокладання трубопроводів опалення з верхньою розводкою і відкритою схемою. Дільниці трубопроводу ізолюються для зменшення тепловтрат.

Трубопроводи прокладаються із сталевих водогазопровідних труб по ГОСТ 3262-75.

Опалювальні прилади - сталеві радіатори, розраховані на нагрівання припливного повітря.

Для регулювання тепловіддачі опалювальних приладів і підтримання

постійної температури в приміщеннях незалежно від температури зовні на підведеннях до нагрівальних приладів встановлюються терморегулятори .

Водопостачання

Джерелом водопостачання будівлі служить існуюча мережа водопроводу із сталевих труб Ø50 мм. Існуючий напір в точці підключення становить 52 м водяного стовпа.

В будівлі спроектована тупикова система холодного водопостачання. Для обліку витрат води на вводі водопроводу встановлюють водомірний вузол.

Гаряче водопостачання спроектоване автономне від власного газового котла. Мережі гарячої води спроектовані із сталевих водогазопровідних оцинкованих труб ГОСТ 3265-75. В будівлі спроектована тупикова система гарячого водопостачання.

Каналізація

Каналізація — господарсько-фекальна, спроектована мережею каналізаційних трубопроводів на комунальні очисні споруди. Передбачається самостійна мережа каналізації, яка влаштовується із керамічних труб .

Каналізаційні колодязі виконуються із збірних залізобетонних елементів. Для перекачки стоків на очисні споруди використовується каналізаційна насосна станція продуктивністю 5м³/год, напором 10 м, в якій встановлені насоси.

Відвід дощових вод з покрівлі будинку виконується системою зовнішніх водовідводів із сталевих оцинкованих труб Ø150мм.

Електропостачання

Щодо надійності електропостачання проектуємий об'єкт відноситься до споживачів II категорії; електроприймачі серверної, електронної пошти, прилади пожежної сигналізації, протипожежної засувки - до споживачів I категорії.

Електропостачання будівлі передбачається від трансформаторної підстанції потужністю 100 кВт. Облік електроенергії, передбачається на вводі до будинку. Проектом передбачається джерело безперебійного живлення - дизель-генератор JM-40 (постачальник - НТТ „Енергія" м. Київ)- для забезпечення окремих споживачів I категорії.

Величини освітленості приміщень прийняті згідно вимог діючих нормативних документів.

Проектом передбачається робоче, евакуаційне, аварійне, чергове та ремонтне освітлення.

Для евакуаційного (аварійного освітлення) виділяється частина світильників із загальної кількості світильників робочого освітлення. У нічний час світильники аварійного (евакуаційного) освітлення використовуються для чергового освітлення.

Ремонтне освітлення виконується в електрощитовій, опалювальному пункті та в приміщенні для джерела безперебійного живлення через знижуючий трансформатор ЯТП-025-220/12.

Для освітлення приміщень прийняті світильники з люмінесцентними лампами та з лампами розжарювання. Тип світильників та висота їх установки вказані на планах.

Системи освітлення прокладаються в пластикових трубах в підготовці підлоги вищележачого поверху та каналах, а також в штрабах стін і виконуються проводом, алюмінієвими жилами, кабелем АВВГ.

Електричне освітлення тротуарів, доріг та проїздів виконується світильниками зовнішнього освітлення типу ТКУ 01-250, які влаштовуються на залізобетонних опорах на кронштейнах.

4.2 Перевірка несучої здатності основ і фундаментів

4.2.1 Аналіз інженерно-геологічних умов майданчику

У геологічній будові ділянки на розвідану глибину 18,0-21,5 м приймають участь четвертинні відкладення флювіогляціального генезису, представлені товщею пісків, які підстилаються нижньочетвертинними суглинками і супісками елювіального походження. З поверхні залягають ґрунти рослинного шару

незначної потужності 0,3-0,5 м і шар супіску флювіогляціального генезису товщиною від 2,0 до 4,0 м.

Ґрунти основи не засолені, не просідні.

Є один безнапірний рівень підземних вод, вкритий більшістю свердловин на

глибині 2.5 м. Територія майданчику підтоплювана.

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

ІГЕ №1 – рослинний шар, потужність від 0,2 до 0,6 м.

ІГЕ № 2 – супісок легкий, пилюватий, сірий, жовтий і бурий, твердий з гніздами і прошарками піску, з вкрапленнями гідроокисів марганцю і заліза, з карбонатними включеннями, потужність від 0,6 до 4,2 м. Зустрічається як в покрівлі водно-льодовикових відкладів, так і в вигляді прошарків і лінз в їх товщі.

ІГЕ № 3 – пісок кварцовий, середньої крупності, сірувато-жовтий, з вкрапленнями гідроокисів заліза, щільний, ІГЕНо IX – насичений водою. Потужність від 1,8 до 2,5 м.

ІГЕ № 4 - суглинок легкий, пилюватий, сірий і бурий, напівтвердий з гніздами і прошарками піску, з вкрапленнями гідроокисів марганцю і заліза, з карбонатними включеннями, текучий. Зустрічається на глибинах від 6,0 до 16,2

У таблиці 4.7 наведені значення фізико-механічних характеристик ґрунту, на рисунку 4.2 – геологічна колонка товщі ґрунтів.

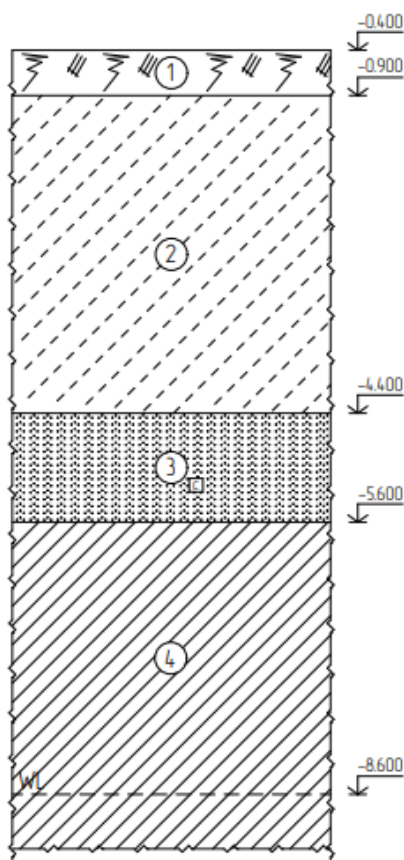


Рисунок 4.2 – Інженерно-геологічний розріз будівельного майданчику

Таблиця 4.7 - Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Найменування ґрунту	γ , кН/м ³	γ_s , кН/м ³	W	W _l	W _p	I _p	I _l	e	S _r	C, кПа	φ, град.		E, МПа	R _o , кПа	Потужність шару, м
Рослинний шар	17,0	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3-0,5
Супісок пластичний жовтий	18,5	27,0	0,18	0,18	0,13	0,05	0,3	0,72	0,68	7	26	0,30	7,4	200	3,2-3,7
Пісок середньої крупності	18,9	26,6	0,21	-	-	-	-	0,70	0,80	1	34	0,27	29	400	2,0-2,4
Суглинок сірий	18,6	26,8	0,26	0,32	0,22	0,10	0,3	0,82	0,85	19	19	0,37	12	180	12,0-14,0

Питома вага ґрунтів з урахуванням виважувальної дії води визначається за формулою 4.3:

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} \quad (4.3)$$

$$\gamma_{sb,2} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \frac{27,0 - 10}{1 + 0,72} = 9,88 (\text{кН} / \text{м}^3);$$

$$\gamma_{sb,3} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \frac{26,6 - 10}{1 + 0,7} = 9,76 (\text{кН} / \text{м}^3);$$

$$\gamma_{sb,4} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \frac{26,8 - 10}{1 + 0,82} = 9,23 (\text{кН} / \text{м}^3).$$

4.2.2 Збір навантаження на фундаменти

Збір навантажень виконуємо для фундаментів несучої стіни по осі А з вантажною площею $A_{\text{вант.}} = 3,0 \text{ м}^2$. Результати розрахунків представлені у таблиці 4.3. Навантаження збирались на рівні обрізу фундаментів.

Територія майданчика, згідно з [69], відноситься до вітровий район – 3;
сніговий район – 4.

Товщина зовнішніх стін з цегли - 510 мм. При розрахунках товщина стін прийнята 560 мм з урахуванням оздоблення та утеплення.

Вага перегородок прийнята $2,4 \text{ кН/м}^2$.

Вага підлоги (керамічна плитка) – $1,75 \text{ кН/м}^2$.

Вага 1 м^2 конструкції покрівлі

• металочерепиця		0,15 кН;
• кроквяна система		0,15 кН;
• гідробар'єр		0,05 кН;
• утеплювач- мінвата $\gamma = 90 \text{ кг/м}^3$ 200 мм		
0,9x0,2	0,18 кН;	
• пароізоляція		0,05 кН;
• каркас підвісної стелі		0,15 кН;
• підвісна стеля 12,0x0,009		<u>0,108 кН;</u>
Разом	0,838 кН.	

Снігове навантаження, згідно з [69] на 1 м^2 покриття складає

$$s_m = \gamma_{fm} s_0 C, \quad (4.1)$$

де $C = \mu C_e C_{alt}$;

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

Коефіцієнт форми покрівлі μ приймаємо за схемою 8 додатку Ж [69] як для будівель з плоскою покрівлею ($\alpha=16^0$) $\mu=1$.

У таблиці 4.3 показаний розрахунок вертикальних навантажень на фундамент по осі А.

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

Враховуємо також коефіцієнт надійності за призначенням (γ_n) [70]

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

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

Таблиця 4.3 – Навантаження на фундамент під зовнішню несучу стіну по осі А до реконструкції

Вид навантаження	X_e , кН/м	γ_{fm}	X_m , кН/м
Постійні			
1. Вага стіни з цегли 0,55x 7,4x18,0	73,3	1,1	80,6
2. Вага блоків стіни підвалу 0,6 x2,85x24,0	41,0	1,1	45,2
3. Вага плит перекриттів 3,0x3,0x2	18	1,1	19,8
4. Вага підлоги 1,75x3,0	5,25	1,3	6,83
5. Вага даху 0,838x3,0/cos16 ⁰	2,6	1,3	3,4
Σ пост.	140,2		155,8
Змінні			
1. Перегородки 2,4x3,0	7,2	1,2	8,64
2. Вага снігу 1,36x3,0 ($\gamma_{fe}=0,49$)	2,0	1,14	4,7
3. Корисне навантаження 2,0x3,0+0,7x3,0	8,1	1,2	9,72
Σ змін.	17,3		23,1

$$N_e = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9\sum N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95\sum N_i^{\text{тим.трив.}}) \gamma_n = (140,2 + 0,95 \cdot 17,3) \cdot 0,975 = 152,7 \text{ (кН/п.м);}$$

$$N_m = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9\sum N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95\sum N_i^{\text{тим.трив.}}) \gamma_n = (155,8 + 0,95 \cdot 23,1) \cdot 1,1 = 195,5 \text{ (кН/п.м)}$$

Таблиця 4.4 – Навантаження на фундамент під зовнішню несучу стіну по осі А після реконструкції

Вид навантаження	X_e , кН/м	γ_{fm}	X_m , кН/м
Постійні			
1. Вага стіни з цегли 0,55x 11,1x18,0	109,9	1,1	120,9
2. Вага блоків стіни підвалу 0,6 x2,85x24,0	41,0	1,1	45,2
3. Вага плит перекриттів 3,0x3,0x4	36	1,1	39,6
4. Вага підлоги 1,75x3,0x3	15,8	1,3	20,5
5. Вага даху 0,838x3,0/cos16°	2,6	1,3	3,4
Σ пост.	205,3		229,6
Змінні			
1. Перегородки 2,4x3,0x3	21,6	1,2	25,9
2. Вага снігу 1,36x3,0 ($\gamma_{fe}=0,49$)	2,0	1,14	4,7
3. Корисне навантаження 2,0x3,0x2+4x3,0+0,7x3,0	26,1	1,2	31,3
Σ змін.	49,7		61,9

$$N_e = (\Sigma N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \Sigma N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95 \Sigma N_i^{\text{тим.трив.}}) \gamma_n = (205,3 + 0,95 \cdot 49,7) \cdot 0,975 = 246,2 \text{ (кН/п.м)};$$

$$N_m = (\Sigma N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \Sigma N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95 \Sigma N_i^{\text{тим.трив.}}) \gamma_n = (229,6 + 0,95 \cdot 61,9) \cdot 1,1 = 317,24 \text{ (кН/п.м)}$$

Існуючий фундамент бутобетонний, шириною 0,8 м.

Розрахунковий опір при прийнятих розмірах підшви визначаємо за формулою 4.4 [71]:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{K} (M_{\gamma} k b \gamma + M_d d \gamma' + (M_q - 1) d \gamma' + M_c c), \quad (4.4)$$

де γ_{c1} і γ_{c2} – коефіцієнти умов роботи;

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

M_y , M_q , M_c - коефіцієнти, що приймаються за таблицею Е.8, [72];

k – коефіцієнт, що приймають $k = 1$, якщо міцнісні характеристики ґрунту (φ і c) визначені безпосередніми випробуваннями, і $k = 1,1$, якщо прийняті за таблицею В.1-В.2 [71];

b – ширина подошви фундаменту;

γ_{II} – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче подошви фундаменту (за наявності підземних вод визначають з урахуванням зважувальної дії води), кН/м^3 ;

γ'_{II} – те саме, що залягають вище подошви;

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

d_1 - глибина закладання фундаментів безпідвальних споруд від рівня планування або приведена глибина закладання зовнішніх і внутрішніх фундаментів від підлоги підвалу.

Приймаємо, виходячи з найменшого значення глибини закладання:

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,0}{1,1} (0,84 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 18,5 + 4,37 \cdot 0,5 \cdot 17 + 3,37 \cdot 2,0 \cdot 17 + 6,9 \cdot 7) = 212,5$$

(кПа)

Максимальне значення навантаження, яке можна передати на фундамент:

$$N_e = RA - G_\phi = 212,5 \cdot 0,8 - 0,8 \cdot 0,5 \cdot 2 = 162 \text{ (кН / м)}.$$

Значення навантаження на фундамент за проектом, $N_e = 246,2 \text{ кН/м}$.

Таким чином необхідне підсилення.

4.2.3 Обґрунтування вибору варіантів підсилення основ і фундаментів

Розглянемо 2 можливих варіанти підсилення основ та фундаментів. Варіант 1. Розглянемо варіант підсилення короткими буроін'єкційними палями. Перевагою буроін'єкційних палей є можливість їх улаштування з приміщень будівлі завдяки малогабаритному устаткуванню для їх виготовлення. Приймаємо

буроін'єкційні палі діаметром 250 мм і довжиною 3,25 м.

Варіант 2. Розглянемо варіант підсилення довгими буроін'єкційними палями.

Приймаємо буроін'єкційні палі діаметром 250 мм і довжиною 6 м. Роботи з улаштування паль проводяться у такій послідовності.

1. Буріння свердловин поряд з існуючим фундаментом під захистом обсадних труб.

2. Опускають у порожнини металеві каркаси для армування паль. Каркаси складаються з трьох стержнів арматури діаметром 10-16 мм і круглих хомутів, діаметр яких на 10-16 мм менше діаметру свердловини. Каркаси опускають секціями по 2 м, що регламентується висотою приміщення підвалу.

3. Здійснюють бетонування стволів паль по мірі витягування обсадних труб через ін'єкційні труби діаметром 25-50 мм цементно-піщаним розчином, який подається під тиском до 0,3 МПа.

4. Після заповнення свердловини розчином ін'єкційні труби витягують на поверхню, а свердловину опресовують через клапан стисненим повітрям під тиском 0,3-0,5 МПа. Після опресування стисненим повітрям свердловину заповнюють цементно-піщаним розчином до її гирла.

4.3 Розрахунок підсилення фундаментів

4.3.1 Розрахунок підсилення фундаменту буроін'єкційними палями
довжиною 3,25м

Конструктивне рішення і положення паль у ґрунті показано на рисунку 4.3.

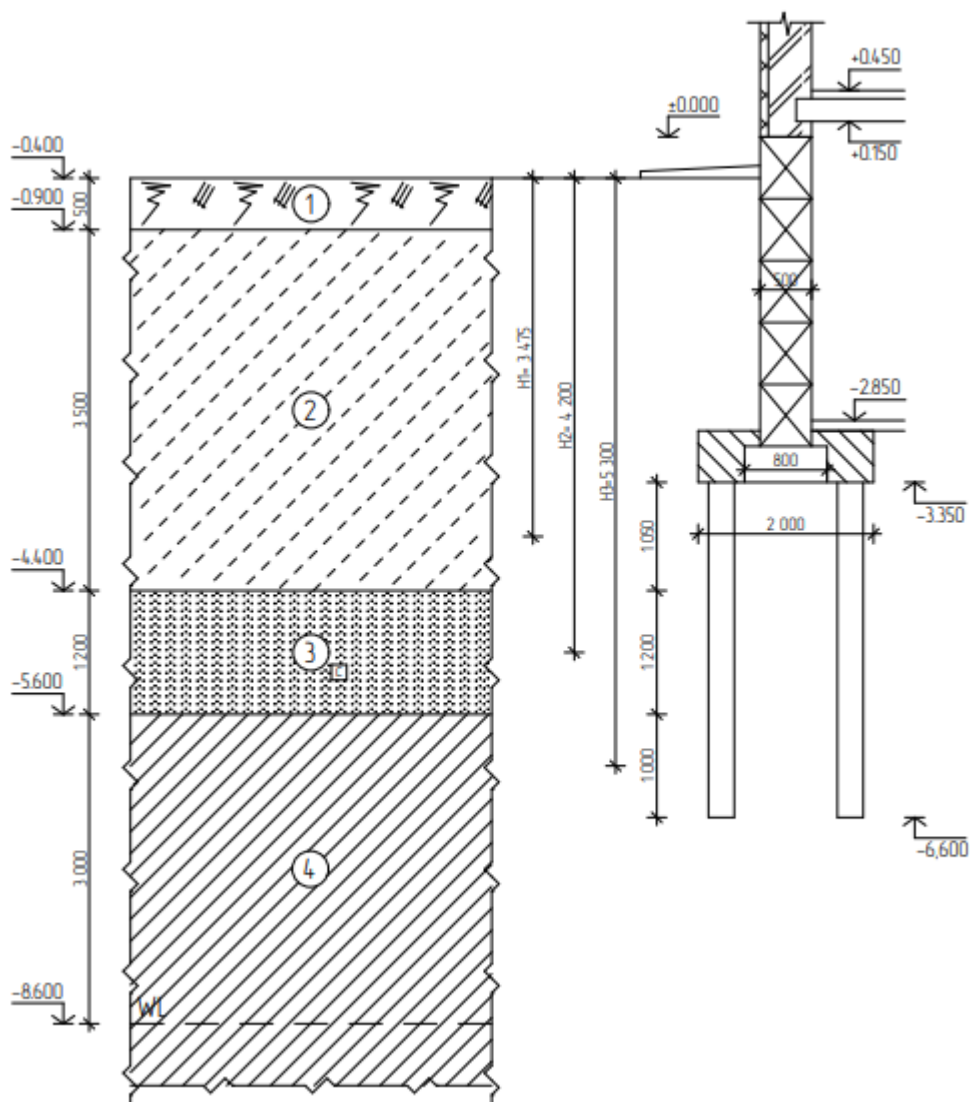


Рисунок 4.3 - Положення буроін'єкційних паль у ґрунті

Ширина підшви існуючого фундаменту значна, то він буде працювати у

складі новоствореного пальового фундаменту.

Частка навантаження, що сприймається існуючим фундаментом:

$$N^{\text{II}} = \sigma_{\text{mt}} \cdot A = 190,9 \cdot 0,8 = 152,7 \text{ (КН/м)}$$

Сумарне розрахункове вертикальне навантаження для другої групи граничних станів на рівні підшви підсиленого фундаменту:

$$\Sigma N^{\text{II}} = N_0^{\text{II}} + G_1^{\text{II}} + G_1^{\text{II}} + G_3^{\text{II}} = 246,2 + 0,8 * 0,5 * 20 = 245,2 \text{ (КН/м)}$$

Сумарне розрахункове вертикальне навантаження для першої групи граничних станів на рівні підшви підсиленого фундаменту:

$$\Sigma N^{\text{I}} = N_0^{\text{I}} + G_f^{\text{I}} + G_1^{\text{I}} + G_3^{\text{I}} = 317,24 + 0,8 * 0,5 * 20 * 1,1 = 326,04 \text{ (КН/м)}$$

Середнє значення коефіцієнту надійності за навантаженням $\gamma_{f.mt}$ визначається:

$$\gamma_{f.mt} = \frac{\Sigma N^{\text{I}}}{\Sigma N^{\text{II}}} = \frac{326,04}{245,2} = 1,33$$

Навантаження, яке потрібно передати на палі:

$$N_2^{\text{I}} \geq (\Sigma N^{\text{II}} - N^{\text{I}}) \cdot \gamma_{f.mt} = (245,2 - 152,7) * 1,33 = 105,1 \text{ (КН/м)}$$

Визначення несучої здатності паль і розміщення їх у ростверку .

Осереднене значення показника текучості ґрунтів по боковій поверхні палі складає [73]:

$$I_L = \frac{\Sigma I_{L_i} h_i}{\Sigma h_i} = \frac{0,65 * 0,3 + 1,20 * 0,3 + 1 * 0,3}{2} = 0,3$$

Решта вхідних даних за рисунком 4.3 та рекомендаціями [71]. Коефіцієнт

умов роботи палі по боковій поверхні для бурин'єкційних паль складає $\gamma_{cf} = 0,8$ - для ПЕ №2, №4, $\gamma_{cf} = 0,9$ -для ПЕ №3

Осереднене значення коефіцієнту умов роботи по боковій поверхні

$$\gamma_{cf.сер} = \frac{\sum \gamma_{cf.i} h_i}{\sum h_i} = \frac{0,65 * 0,8 + 1,35 * 0,9}{2} = 0,87$$

Визначення значення опору по бічній поверхні для палі наведено у таблиці 4.10 [71].

Таблиця 4.10 - Розрахунок опору по бічній поверхні

$H_i, м$	$h_i, м$	Показник текучості	γ_{cf}	f_i	$\gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i$
3,475	0,65	$I_L = 0,3$	0.8	35,825	18,63
4,200	1,20	$I_L = 0,3$	0.9	38,55	46,78
5,30	1,0	$I_L = 0,3$	0.8	40,60	40,60
					$\Sigma=106,01$

Визначимо несучу здатність палі за формулою 4.5 [71]:

$$Fd = \gamma_c (\gamma_{cR} + RA + u \sum \gamma_{cR} f_i h_i)$$

де γ_c – коефіцієнт умов роботи палі;

γ_{cR} – коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем;

R – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа;

A – площа спирання палі, м²;

u – периметр поперечного перерізу стовбура палі, м;

γ_{cf} – коефіцієнт умов роботи ґрунту по бічній поверхні палі;

f_i – розрахунковий опір i -го шару ґрунту на бічній поверхні стовбура палі, кПа;

h_i – товщина i -го шару, дотичного з бічною поверхнею палі, м.

$$Fd = 1 * (1 * 710 * 0,04909 + +0,785 * 106,01) = 118,114 \text{ (кН)}$$

Опір під нижнім кінцем паль відповідно до таблиці Н.3.3 [71]:

$$R=710 \text{ кПа}$$

Несуча здатність палі за результатами розрахунку $F_d = 118,114 \text{ кН}$, допустиме навантаження на палю:

$$N = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{118,114}{1,4} = 84,36 \text{ (кН)}$$

Потрібна кількість паль:

$$n = \frac{N_2^I \times k}{N} = \frac{105,1 \times 1,1}{84,36} = 1,37 \text{ (шт)}$$

Потрібна кількість паль на 1 п.м – 1,37 шт.

Потрібний крок паль при їх дворядному розміщенні:

$$l' = \frac{2}{1,37 \times 1,1} = 1,33 \text{ (м)}$$

4.3.2 Розрахунок підсилення фундаменту бурин'єкційними палями довжиною 6,0 м

Конструктивне рішення і положення паль у ґрунті показано на рисунку 4.4.

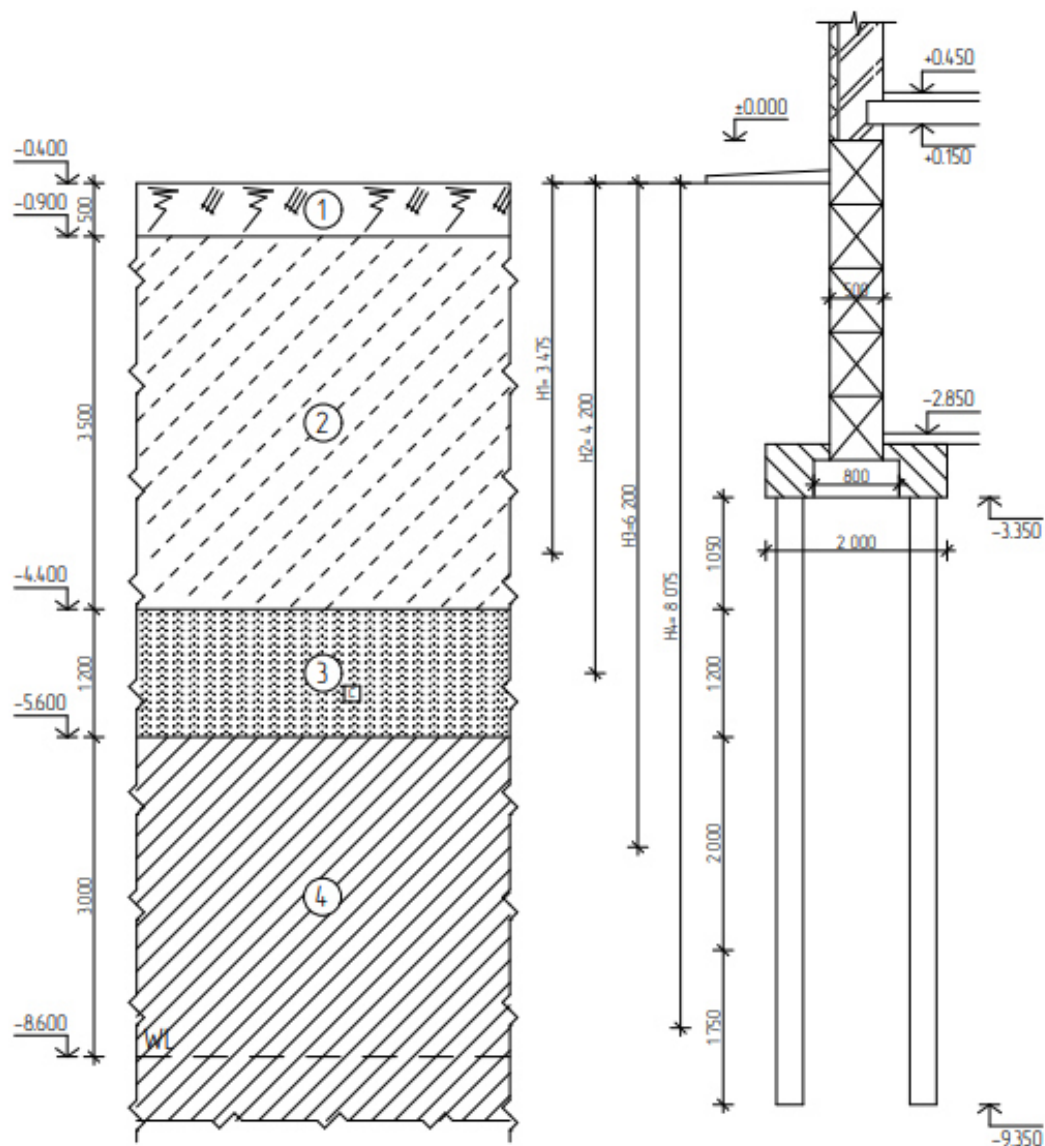


Рисунок 4.4 - Положення бурин'єкційних паль у ґрунті

Ширина підшви існуючого фундаменту значна, то він буде працювати у складі новоствореного пального фундаменту.

Навантаження, яке потрібно передати на палі:

$$N_2^I \geq (\sum N^{II} - N^I) \cdot \gamma_{f,mt} = (326,04 - 245,2) \cdot 1,33 = 105,1 \text{ (кН/м)}$$

Визначення несучої здатності паль і розміщення їх у ростверку .

Решта вхідних даних за рисунком 4.4 та рекомендаціями [71]. Коефіцієнт умов роботи палі по боковій поверхні для буроін'єкційних паль складає $\gamma_{cf} = 0,8$ - для ПГЕ №2, №4, $\gamma_{cf} = 0,9$ -для ПГЕ №3

Визначення значення опору по бічній поверхні для палі наведено у таблиці 4.11 [71].

Таблиця 4.10 - Розрахунок опору по бічній поверхні

$H_i, \text{ м}$	$h_i, \text{ м}$	Показник текучості	γ_{cf}	f_i	$\gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i$
3,475	0,65	$I_L = 0,3$	0.8	35,825	18,63
4,200	1,20	$I_L = 0,3$	0.9	38,55	46,78
6,20	2,0	$I_L = 0,3$	0.8	42,3	84,6
8,075	1,75	$I_L = 0,3$	0,8	44,08	77,14
					$\sum = 227,15$

Визначимо несучу здатність палі за формулою 4.5 [71]:

$$Fd = \gamma_c (\gamma_{cR} + RA + u \sum \gamma_{cR} f_i h_i)$$

де γ_c – коефіцієнт умов роботи палі;

γ_{cR} – коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем;

R – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа;

A – площа спирання палі, м²;

u – периметр поперечного перерізу стовбура палі, м;

γ_{cf} – коефіцієнт умов роботи ґрунту по бічній поверхні палі;

f_i – розрахунковий опір і-го шару ґрунту на бічній поверхні стовбура палі, кПа;

h_i – товщина і-го шару, дотичного з бічною поверхнею палі, м.

$$F_d = 1 * (1 * 880 * 0,04909 + +0,785 * 227,15) = 221,51 \text{ (кН)}$$

Опір під нижнім кінцем паль відповідно до таблиці Н.3.3 [71]:

$$R=880 \text{ кПа}$$

Несуча здатність палі за результатами розрахунку $F_d = 221,51 \text{ кН}$, допустиме навантаження на палю:

$$N = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{221,51}{1,4} = 158,2 \text{ (кН)}$$

Потрібна кількість паль:

$$n = \frac{N_2^I \times k}{N} = \frac{105,1 \times 1,1}{158,2} = 0,73 \text{ (шт)}$$

Потрібна кількість паль на 1 п.м – 1,37 шт.

Потрібний крок паль при їх дворядному розміщенні:

$$l' = \frac{2}{0,73 \times 1,1} = 2,49 \text{ (м)} > 6d = 1,5 \text{ (м)}$$

Приймаємо крок 1,5 м.

Висновки до розділу 4

Технічний об'єкт одноповерхова офісна будівля, що реконструюється у триповерхову торгово-офісну будівлю в м. Вінниця, розроблений у обсязі, необхідному для опрацювання результатів наукових досліджень. Прийняті в роботі архітектурно-конструктивні рішення відповідають вимогам завдання. При проектуванні об'єкту використовувались прогресивні технології, енергозберігаючі проектні рішення, сучасні будівельні матеріали. В конструктивній частині роботи виконано варіантне проектування підсилення фундаментів буроін'єкційними палями з довжиною 3,25 та 6 м.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Завданням охорони праці є зменшення травматизму та професійних захворювань робітників, на робочих місцях. Для цього поліпшуються умови праці, працівники додатково забезпечуються засобами індивідуального захисту, проводяться планові і позапланові інструктажі з техніки безпеки.

Далі розглянемо умови праці інженера в галузі цивільного будівництва, який здійснює проектування опускного колодязю в місті Вінниця, Вінницької області.

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

1. Фізичні:

- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена та понижена вологість повітря;
- підвищена та понижена швидкість повітря;
- підвищене значення напруги в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
- нестача природного світла;
- підвищена та понижена температура повітря;

– недостатня освітленість робочої зони

2. Психофізіологічні поділяються на фізичні та нервово-психічні. А) фізичні – статичні;

Б) Нервово-психічні:

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

Відповідно до визначених факторів формуємо рішення щодо безпечного виконання роботи.

5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

Обладнання приміщення та робочого місця

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

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

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

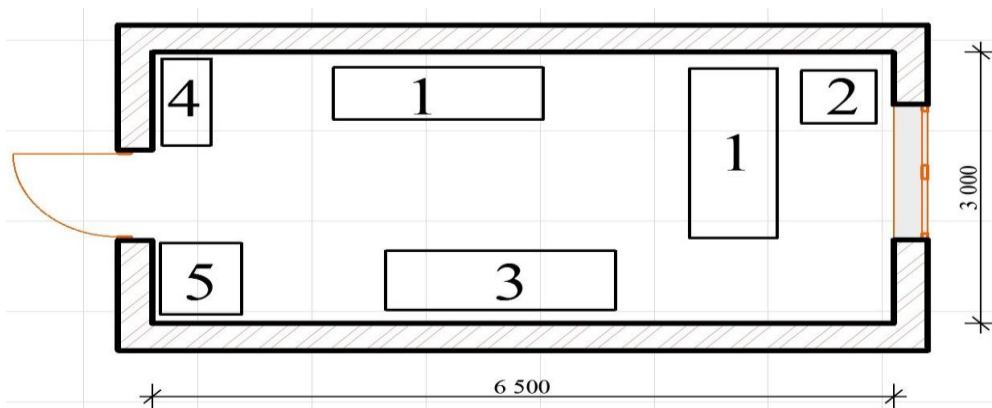


Рисунок 5.1 - Схема приміщення: 1 – робочі місця обладнані ПК; 2 – тумба для принтера; 3, 4 – меблі для документації; 5 – шафа для одягу.

Площа даного приміщення становить $19,5 \text{ м}^2$, об'єм – $58,5,0 \text{ м}^3$, кількість працівників у приміщенні – 2 особи. З них комп'ютеризованих 2 місця. Відповідно на одного працівника припадає $9,75 \text{ м}^2$ площі і $29,25 \text{ м}^3$ об'єму повітря. Отримані дані повністю відповідають вимогам НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [75].

Робоче місце інженера-проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю та взаємне розташування всіх його елементів відповідає антропометричним, фізичним і психологічним вимогам ДСТУ 8604:2015 [76]. Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця інженера-проектувальника опускних колодязів дотримані наступні основні умови: оптимальне розміщення устаткування, що входить до складу робочого місця і достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення.

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

Основні вимоги щодо роботи на ПК:

- не залишати працюючі ПК і їхні пристрої без нагляду;
- підключати і відключати вилку кабелів пристроїв ПК з мережевого фільтру тільки при відключеній напрузі;
- подавати напругу на пристрої і окремі блоки ПК тільки після ретельної перевірки надійності та справності кабелів і роз'ємів мережі електроживлення;
- при виявленні запаху горілого в пристроях ПК необхідно вимкнути апаратуру, повторно не включати і звернутися до спеціаліста з технічного обслуговування ПК;
- для профілактики порушень і підтримання працездатності інженера-проектувальника опускних колодязів повинні бути введені додаткові регламентовані перерви для відпочинку;
- у період роботи за дисплеєм необхідно передбачити три-п'ятихвилинні перерви для відпочинку, через кожні 40 – 45 хвилин. Середня сумарна тривалість роботи за монітором за день не повинна перевищувати 4 год, а за тиждень 20 год.

Електробезпека приміщення

Приміщення із робочими місцями користувачів комп'ютерів для забезпечення електробезпеки обладнання, а також для захисту від ураження електричним струмом самих користувачів ПК повинні мати достатні технічні засоби захисту відповідно до ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [77].

Категорія приміщення з електробезпеки – без підвищеної небезпеки, згідно ПУЕ.

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

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

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

Вимоги безпеки перед початком роботи:

- увімкнути систему кондиціонування в приміщенні;
- перевірити надійність встановлення апаратури на робочому столі.

Повернути монітор так, щоб було зручно дивитися на екран – під прямим кутом (а не збоку) і трохи зверху вниз, при цьому екран має бути трохи нахиленим, нижній його край ближче до оператора;

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

- відрегулювати освітленість робочого місця;

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

- приєднати до системного блоку необхідну апаратуру. Усі кабелі, що

з'єднують системний блок з іншими пристроями, слід вставляти та виймати при вимкненому комп'ютері;

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

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

Вимоги безпеки під час виконання роботи:

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

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

- не дозволяються сторонні розмови, подразнюючі шуми;

- періодично при вимкненому комп'ютері прибирати ледь змоченою мильним розчином бавовняною ганчіркою порох з поверхонь апаратури;

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

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Мікроклімат

Нормування мікроклімату на робочому місці відбувається згідно ДСН 3.3.6.042-99 [78].

Проектування та чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю проектувальником за енерговитратами

відноситься до категорії I а (енерговитрати до 139Дж/с) . Допустимі параметри мікроклімату для категорії I а наведені в табл. 5.1

Таблиця 5.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допусти мі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22- 28	55	0,1- 0,2
Холодн ий	21- 25	75	0,1

Для забезпечення допустимих за нормативами параметрів мікроклімату в приміщенні передбачено:

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

Склад повітря робочої зони

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

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

Таблиця 5.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

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

Таблиця 5.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

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

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

Виробниче освітлення

У приміщенні, де здійснюється проектування та чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю використовується штучне та природне освітлення. Робочі місця по відношенню до світлових прорізів повинні розташовуватися так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (згідно з вимогами ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [79].

Приведені значення для зручності представлені у табл. 5.4.

Таблиця 5.4 - Норми освітленості в приміщенні

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

Виробничий шум

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

Для умов виконання роботи допустимі рівні звукового тиску повинні наведені в табл. 6.5 (згідно ДСН 3.3.6.037-99) [80].

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

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

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

Виробничі випромінювання

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

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

Психофізіологічні фактори

Робота інженера є достатньо складною і потребує різних навичок та характеристик працюючого, тому і впливи від робіт різні і визначаються за Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища,

важкості та напруженості трудового процесу», НАКАЗ МОЗ № 248 від 08.04.2014 .[81]

Важкість праці показує, що даний вид робіт за показниками важкості умов праці характеризується як допустимі умови праці.

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

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

Напруженість праці, робота відноситься до інтелектуальної, і має наступні характеристики:

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

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

Висновок : Відповідно, було здійснено оцінку умов праці для робочого місця інженера-проектувальника (цивільне будівництво), згідно ДК 003: 2010, професія – 2142.2, [82] який здійснює чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю. Проаналізувавши всі перераховані значення оптимальних умов праці, можна зробити висновок, що на робочому місці проектувальника фундаментів різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю умови праці відносяться до 2-го класу умов праці (допустимі) і відповідають встановленим нормам з охорони праці.

5.3 Розрахунок сейсмічних впливів на опускний колодязь

Характеристики ґрунтового масиву

На будівельному майданчику виділені такі інженерно-геологічні елементи(ІГЕ): ІГЕ №1 -суглинок, потужністю 20м. Сейсмічність району вишукувань – 6 балів. Ґрунти відносяться до II категорії за сейсмічними властивостями

При визначенні вертикальної складової навантаження на палю додатково враховуються коефіцієнти γ_{eq1} , γ_{eq2} , γ_{eq3} .

При сейсмічності території 6 балів коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі для глинистих ґрунтів з показником текучості $0 \leq I_L \leq 0,5$ $\gamma_{eq1} = 0,95$; коефіцієнт умов роботи по боковій поверхні палі для глинистих ґрунтів з показником текучості $0 \leq I_L \leq 0,75$ $\gamma_{eq2} = 0,85$, $\gamma_{eq3} = 0,9$.

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

$$\alpha_c = \sqrt[5]{\frac{kb_p}{\gamma_c EI}} = \sqrt[5]{\frac{13200 \cdot 0,875}{3 \cdot 19 \cdot 10^6 \cdot 325 \cdot 10^{-6}}} = 1,719 \text{ (м}^{-1}\text{)},$$

при умовній ширині палі $b_p = 1,5d + 0,5 = 1,5 \cdot 0,25 + 0,5 = 0,875 \text{ (м)}$,

моменті інерції перерізу палі $I = d^4/12 = 0,25^4/12 = 0,000325 \text{ (м}^4\text{)}$.

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

$$h_d = \frac{a_1(H + \alpha_c a_3 M)}{b_p \left(\frac{a_2}{\alpha_c} \gamma_I \text{tg} \phi_I + c_I \right)}$$

Приймаємо в першому наближенні максимальне горизонтальне навантаження на одну палю (в напрямку осі у) $H = 16 \text{ (кН)}$.

Осереднені значення характеристик міцності ґрунтів ІГЕ №1

$\phi_{I, \text{сеп}} = 19^0$; $c_{I, \text{сеп}} = 24,0 \text{ (кПа)}$.

$\phi_I = 19^0 - 2 = 17^0$

для

низького

ростверку

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

$$h_d = \frac{a_1(H + \alpha_c a_3 M)}{b_p \left(\frac{a_2}{\alpha_c} \gamma_I \text{tg} \phi_I + c_I \right)} = \frac{1,2 \cdot 16}{0,875 \left(\frac{1,2}{0,875} \cdot 18,7 \cdot 0,213 + 24 \right)} = 0,65 \text{ (м)} < 3 / \alpha_c = 3 / 1,719 = 1,745 \text{ (м)}.$$

Приймаємо $h_d = 1,0 \text{ м}$.

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

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

H_i , м	f_i , м	h_i , м	γ_{eq2}	$\gamma_{eq2} \cdot f_i \cdot h_i$, кН/м
0,75	0	1,5	0,75	0
2,25	0	1,5	0,75	0
3,75	8	1,5	0,75	9
5,25	56,5	1,5	0,95	80,5

$\Sigma=89,5$

Тоді несуча здатність палі на вдавлюючі навантаження при сейсмічних впливах

$$F_{eq} = \gamma_c \left(\gamma_{cr} R \cdot A \cdot \gamma_{eq1} \cdot \gamma_{eq3} + u \cdot \sum_{h_d}^l \gamma_{eq2} \gamma_{cf} f_i h_i \right) = 1(1 \cdot 9250 \cdot 0,3^2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 + 1,2 \cdot 89,5) = 749,3 + 107,4 = 856,6 \text{ (кН)}.$$

Допустиме вертикальне навантаження на палю при аварійному сполученні $N = 856,6/1,4 = 611,9$ (кН).

Визначаємо розрахункове навантаження, що може бути передане на 1 пог.м. фундаменту з умов несучої здатності ґрунту:

$$N \cdot n = 223,91 \times 2 = 447,82 \text{ (кН)} > N_m \cdot \gamma_c = 137,36$$

де n – кількість паль в 1 погонному метрі фундаменту.

Умова виконується несуча здатність колодязю забезпечена.

Висновок : Відповідно до вимог ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах перевірка сейсмічних впливів при аварійному сполученні навантажень [83] несуча здатність опускного колодязю із бурових паль забезпечується.

Висновки за розділом 5

Розроблений розділ охорони праці. Проаналізувавши всі значення оптимальних умов праці, можна зробити висновок, що на робочому місці проектувальника фундаментів різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю умови праці відносяться до класу умов праці допустимі і відповідають встановленим нормам з охорони праці.

Відповідно до вимог ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах перевірка сейсмічних впливів при аварійному сполученні навантажень [83] несуча здатність фундаменту із бурових паль забезпечується

РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

Для того, щоб із розрахованих у підрозділі 4.2 конструктивних рішень підсилення існуючих фундаментів мілкового закладання, обрати найкращий, проведемо їх техніко-економічне порівняння з урахуванням витрат матеріалів і способу виробництва робіт. Обсяги робіт визначаємо для фундаментів поперечних несучих стін для ділянки довжиною 14,5 м. Результати підрахунку обсягів робіт нульового циклу для трьох варіантів фундаментів наведені у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Обсяги робіт із влаштування варіантів фундаментів

Найменування роботи	Один. вимір.	Формула підрахунку	Кількість
Варіант I. Підсилення фундаментів буроін'єкційними палями 3,25 м (6 м.п.)			
Відкопування котловану	1000м ³	$V_3=2,95 \cdot 6 \cdot 2 + 0,5 \cdot 1 \cdot 6 = 35,9(\text{м}^3)$	0,0384
Улаштування буроін'єкційних паль діаметром 250 мм, довжиною 3,25 м	м ³ м	$8,76 \cdot 3,25 \cdot 0,25^2 \cdot 3,14 / 4 = 1,4(\text{м}^3)$ $8,76 \cdot 3,25 = 28,47 \text{ м}$	1,4 28,47
Улаштування бетонної підготовки	м ³	$6,0 \cdot 0,1 \cdot 1,7 = 1,02(\text{м}^3)$	1,02
Улаштування монолітного залізобетонного ростверку	м ³	$V_6 = 6 \cdot 0,75 \cdot 2 \cdot 0,5 = 4,5 (\text{м}^3)$	4,5
Кількість арматури монолітного залізобетонного ростверку	кг	$G_a = V_6 \cdot 0,007 \cdot 7850 =$ $= 4,5 \cdot 0,007 \cdot 7850 = 247,3 (\text{кг})$	247,3
Зворотна засипка ґрунту	1000м ³	$V_{\text{зас.}} = 2,95 \cdot 6 \cdot 2 - 0,51 - 2,25 = 32,64(\text{м}^3)$	0,03264
Ущільнення ґрунту у пазах котловану	100м ³	$V_{\text{ущіл.}} = V_{\text{зас.}} = 32,64\text{м}^3$	0,03264
Варіант II. Підсилення фундаментів буроін'єкційними палями 3,25 м з підвалу та палями 6 м по зовнішньому периметру будівлі (6 м.п.)			
Відкопування котловану	1000м ³	$V_3 = 2 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 6 = 1,0(\text{м}^3)$	0,006

Продовження таблиця 6.1

Найменування роботи	Один. вимір.	Формула підрахунку	Кількість
Улаштування буроін'єкційних паль діаметром 250 мм, довжиною 3,25 м	м ³ м	$4,38 \cdot 3,25 \cdot 0,25^2 \cdot 3,14 / 4 = 0,7 (\text{м}^3)$ $4,38 \cdot 3,25 = 28,47 \text{ м}$	0,7 14,24
Улаштування буроін'єкційних паль діаметром 250 мм, довжиною 6,0 м	м ³ м	$4,38 \cdot 6,0 \cdot 0,25^2 \cdot 3,14 / 4 = 1,29 (\text{м}^3)$ $4,38 \cdot 6,0 = 26,28 \text{ м}$	1,29 26,28
Улаштування бетонної підготовки	м ³	$6,0 \cdot 0,1 \cdot 1,7 = 1,02 (\text{м}^3)$	1,02
Улаштування монолітного залізобетонного ростверку	м ³	$V_6 = 6 \cdot 0,75 \cdot 2 \cdot 0,5 = 4,5 (\text{м}^3)$	4,5
Кількість арматури монолітного залізобетонного ростверку	кг	$G_a = V_6 \cdot 0,007 \cdot 7850 =$ $= 4,5 \cdot 0,007 \cdot 7850 = 247,3 (\text{кг})$	247,3
Варіант III. Підсилення фундаментів буроін'єкційними палями 6,0 м (6 м.п.)			
Відкопування котловану	1000м ³	$V_3 = 2,95 \cdot 6 \cdot 2 + 0,5 \cdot 1 \cdot 6 = 35,9 (\text{м}^3)$	0,0384
Улаштування буроін'єкційних паль діаметром 250 мм, довжиною 6,0 м	м ³ м	$8,0 \cdot 6,0 \cdot 0,25^2 \cdot 3,14 / 4 = 2,36 (\text{м}^3)$ $8 \cdot 6 = 48 \text{ м}$	2,36 48
Улаштування бетонної підготовки	м ³	$6,0 \cdot 0,1 \cdot 1,7 = 1,02 (\text{м}^3)$	1,02
Улаштування монолітного залізобетонного ростверку	м ³	$V_6 = 6 \cdot 0,75 \cdot 2 \cdot 0,5 = 4,5 (\text{м}^3)$	4,5
Кількість арматури монолітного залізобетонного ростверку	кг	$G_a = V_6 \cdot 0,007 \cdot 7850 =$ $= 4,5 \cdot 0,007 \cdot 7850 = 247,3 (\text{кг})$	247,3
Зворотна засипка ґрунту	1000м ³	$V_{\text{зас.}} = 2,95 \cdot 6 \cdot 2 - 0,51 \cdot 2,25 = 32,64 (\text{м}^3)$	0,03264
Ущільнення ґрунту у пазах котловану	100м ³	$V_{\text{ущіл.}} = V_{\text{зас.}} = 32,64 \text{ м}^3$	0,03264

6.2 Визначення кошторисної вартості фундаментів

Складений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК для кожного варіанту порівняння (таблиці 6.2-6.4).

Він розроблявся на основі:

ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН, ДБН); збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка Настанови.

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

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

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт.

Для розрахунку загальновиробничі витрати групуються в три блоки:

- а) засоби на заробітну плату робітників;
- б) відрахування на соціальні заходи;
- в) інші статті загально - виробничих витрат.

Таблиця 6.2 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 1

Варіант 1

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	14,151 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	0,066 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	1,381 тис. грн.
Середній розряд робіт	3,2 розряд

Складений в поточних цінах станом на "24 жовтня" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
				на одиницю	всього						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-17-1	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м3, група ґрунтів 1	1000м3	0,0359	<u>6217,86</u> 157,87	<u>6053,90</u> 1912,64	223	6	<u>217</u> 69	<u>9,38</u> 66,504	<u>0,34</u> 2,39
2	E5-74-4	Улаштування бурових паль	м3	1,4	<u>1913,31</u> 27,98	<u>870,56</u> 186,53	2679	39	<u>1219</u> 261	<u>1,44</u> 9,602	<u>2,02</u> 13,44
3	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,0102	<u>69945,46</u> 3294,47	<u>1898,95</u> 520,67	713	34	<u>19</u> 5	<u>195,75</u> 25,4989	<u>2</u> 0,26
4	ED6-50-15	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів опалубки площею до 1 м2 для улаштування ростверку і монолітного фундаменту під колону	100м3	0,045	<u>15580,67</u> 8018,93	<u>420,30</u> 130,88	701	361	<u>19</u> 6	<u>417,87</u> 6,9921	<u>18,8</u> 0,31

100 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	ЕД6-62-2	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 8 до 14	m	0,2473	<u>23746,55</u> 624,84	<u>137,55</u> 31,74	5873	155	<u>34</u> 8	<u>31,75</u> 1,9722	<u>7,85</u> 0,49
6	ЕД6-66-2	Укладання бетонної суміші в конструкції ростверку і монолітного фундаменту під колону бетононасосами.	100м3	0,045	<u>61814,36</u> 1004,88	<u>1946,55</u> 497,99	2782	45	<u>88</u> 22	<u>53</u> 23,56	<u>2,39</u> 1,06
7	Е1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,03264	<u>1287,92</u> -	<u>1287,92</u> 279,89	42	-	<u>42</u> 9	<u>-</u> 15,1575	<u>-</u> 0,49
8	Е1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	0,3264	<u>619,28</u> 339,29	<u>279,99</u> 83,44	202	111	<u>91</u> 27	<u>18,36</u> 5,1175	<u>5,99</u> 1,67
Разом прямі витрати по кошторису							13215	751	<u>1729</u> 407		<u>39,39</u> 20,11
Разом будівельні роботи, грн.							13215				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							10735				
всього заробітна плата, грн.							1158				
Загальновиробничі витрати, грн.							936				
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.							6,9				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							223				
Всього будівельні роботи, грн.							14151				

Кошторисна заробітна плата, грн.							1381				
Всього по кошторису							14151				
Кошторисна трудоємність, люд.год.							66				

Таблиця 6.3 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 2

Варіант 2

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 15,157 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 0,071 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 1,463 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,2 розряд

Складений в поточних цінах станом на "24 жовтня" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-17-1	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м3, група ґрунтів 1	1000м3	0,006	<u>6217,86</u> 157,87	<u>6053,90</u> 1912,64	37	1	<u>36</u> 11	<u>9,38</u> 66,504	<u>0,06</u> 0,4
2	E5-74-4	Улаштування бурових паль	м3	0,7	<u>1913,31</u> 27,98	<u>870,56</u> 186,53	1339	20	<u>609</u> 131	<u>1,44</u> 9,602	<u>1,01</u> 6,72
3	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,0102	<u>69945,46</u> 3294,47	<u>1898,95</u> 520,67	713	34	<u>19</u> 5	<u>195,75</u> 25,4989	<u>2</u> 0,26
4	E5-74-4	Улаштування бурових паль	м3	1,29	<u>1913,31</u> 27,98	<u>870,56</u> 186,53	2468	36	<u>1123</u> 241	<u>1,44</u> 9,602	<u>1,86</u> 12,39
5	ЕД6-50-15	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів опалубки площею до 1 м2 для улаштування ростверку і монолітного фундаменту під колону	100м3	0,045	<u>15580,67</u> 8018,93	<u>420,30</u> 130,88	701	361	<u>19</u> 6	<u>417,87</u> 6,9921	<u>18,8</u> 0,31

100 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	ЕД6-62-2	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 8 до 14	m	0,2473	<u>23746,55</u> 624,84	<u>137,55</u> 31,74	5873	155	<u>34</u> 8	<u>31,75</u> 1,9722	<u>7,85</u> 0,49
7	ЕД6-66-2	Укладання бетонної суміші в конструкції ростверку і монолітного фундаменту під колону бетононасосами.	100м3	0,045	<u>61814,36</u> 1004,88	<u>1946,55</u> 497,99	2782	45	<u>88</u> 22	<u>53</u> 23,56	<u>2,39</u> 1,06
8	Е1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,03264	<u>1287,92</u> -	<u>1287,92</u> 279,89	42	-	<u>42</u> 9	<u>-</u> 15,1575	<u>-</u> 0,49
9	Е1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	0,3264	<u>619,28</u> 339,29	<u>279,99</u> 83,44	202	111	<u>91</u> 27	<u>18,36</u> 5,1175	<u>5,99</u> 1,67
Разом прямі витрати по кошторису							14157	763	<u>2061</u> 460		<u>39,96</u> 23,79
Разом будівельні роботи, грн.							14157				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							11333				
всього заробітна плата, грн.							1223				
Загальновиробничі витрати, грн.							1000				
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.							7,45				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							240				
Всього будівельні роботи, грн.							15157				

Кошторисна заробітна плата, грн.							1463				
Всього по кошторису							15157				
Кошторисна трудоємність, люд.год.							71				

Таблиця 6.4 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 3

Варіант 3

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість
Кошторисна трудомісткість
Кошторисна заробітна плата
Середній розряд робіт

16,157 тис. грн.
0,078 тис.люд.-год.
1,628 тис. грн.
3,2 розряд

Складений в поточних цінах станом на "24 жовтня" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-17-1	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м3, група ґрунтів 1	1000м3	0,0359	<u>6217,86</u> 157,87	<u>6053,90</u> 1912,64	223	6	<u>217</u> 69	<u>9,38</u> 66,504	<u>0,34</u> 2,39
2	E5-74-4	Улаштування бурових паль	м3	2,36	<u>1913,31</u> 27,98	<u>870,56</u> 186,53	4515	66	<u>2055</u> 440	<u>1,44</u> 9,602	<u>3,4</u> 22,66
3	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,0102	<u>69945,46</u> 3294,47	<u>1898,95</u> 520,67	713	34	<u>19</u> 5	<u>195,75</u> 25,4989	<u>2</u> 0,26
4	ЕД6-50-15	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів опалубки площею до 1 м2 для улаштування ростверку і монолітного фундаменту під колону	100м3	0,045	<u>15580,67</u> 8018,93	<u>420,30</u> 130,88	701	361	<u>19</u> 6	<u>417,87</u> 6,9921	<u>18,8</u> 0,31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	ЕД6-62-2	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 8 до 14	m	0,2473	<u>23746,55</u> 624,84	<u>137,55</u> 31,74	5873	155	<u>34</u> 8	<u>31,75</u> 1,9722	<u>7,85</u> 0,49
6	ЕД6-66-2	Укладання бетонної суміші в конструкції ростверку і монолітного фундаменту під колону бетононасосами.	100м3	0,045	<u>61814,36</u> 1004,88	<u>1946,55</u> 497,99	2782	45	<u>88</u> 22	<u>53</u> 23,56	<u>2,39</u> 1,06
7	Е1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,03264	<u>1287,92</u> -	<u>1287,92</u> 279,89	42	-	<u>42</u> 9	<u>-</u> 15,1575	<u>-</u> 0,49
8	Е1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	0,3264	<u>619,28</u> 339,29	<u>279,99</u> 83,44	202	111	<u>91</u> 27	<u>18,36</u> 5,1175	<u>5,99</u> 1,67
Разом прямі витрати по кошторису							15051	778	<u>2565</u> 586		<u>40,77</u> 29,33
Разом будівельні роботи, грн.							15051				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							11708				
всього заробітна плата, грн.							1364				
Загальновиробничі витрати, грн.							1106				
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.							8,17				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							264				
Всього будівельні роботи, грн.							16157				

Кошторисна заробітна плата, грн.							1628				
Всього по кошторису							16157				
Кошторисна трудоємність, люд.год.							78				

Результати порівняння варіантів наведені в таблиці 6.5.

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

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

Величина C і K порівнюються за допомогою коефіцієнта дисконтування E_n , який приводить усі витрати до моменту вкладання коштів.

Собівартість робіт визначається за формулою:

$$C = ПВ + ЗВВ, \quad (6.2)$$

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

ЗВВ – кошторисна величина загальновиробничих витрат, грн.

ПВ та ЗВВ визначаємо із локального кошторису (таблиці 6.2 – 6.4).

Капітальні вкладення у виробничі фонди:

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

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

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

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

$$K_{обор.} = 3-4.$$

Основні виробничі фонди визначаються за формулою:

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

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

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

T_i , річн. – нормативна тривалість роботи за рік, год.

Економічний ефект

$$E = П1 - П2$$

Таблиця 6.4 - Порівняння варіантів

Показники	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Прямі витрати, тис. грн.	13,215	14,157	15,051
Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	0,066	0,071	0,078
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	1,381	1,463	1,628
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	0,936	1	1,106
Усього за кошторисом, тис. грн.	14,151	15,157	16,157
Кошторисний прибуток, грн.			
Показники (обчислені)			
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.	0,936	1	1,106
Собівартість робіт (С), тис. грн.	14,15	15,16	16,16
Обігові кошти, тис. грн.	4,72	5,05	5,39
Основні виробничі фонди, тис. грн.	0,132	1,601	1,979
Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн.	4,85	6,65	7,36
Показник приведених витрат П, тис. грн.	14,73	15,96	17,04
Економічний ефект, тис. грн.	1,22		

6.3 Висновки по розділу 6

В даному розділі виконано техніко-економічне порівняння різних варіантів підсилення фундаментів.

Для трьох варіантів розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати,

вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат. Усі загальні витрати зведені в порівняльну таблицю, в якій порашовані приведені витрати.

Порівнюючи кожний варіант із таблиць 6.5 ми бачимо, що найбільш економічним є 1 варіант підсилення фундаментів буроін'екційними палями 3,25 м Кошторисна вартість на влаштування становить – 14,151 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 0,066 тис. люд-год., приведені витрати - 1,381 тис. грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз матеріалів досліджень показав відсутність робіт, присвячених виявленню різниці в поведінці довгих та коротких паль підсилення. Відомі з практики пропозиції щодо використання коротких паль підсилення не підкріплені жодними рекомендаціями стосовно методики їх розрахунку.
2. На основі чисельного моделювання встановлено, що для коротких паль зона впливу напруженого стану для підсиленого палями фундаменту і умовного фундаменту практично однакові. Для більш довгих паль моделювання умовного фундаменту призводить до переміщення напруженої зони на значно більшу глибину. Таким чином підхід до розгляду пальового фундаменту як умовного фундаменту мілкого закладання при підсиленні стрічкових фундаментів може бути прийнятним лише для варіанту коротких паль. Перехід до проектування підсиленого фундаменту як до такого масиву може призвести до завищення очікувань і відповідно до ненадійного рішення.
3. Порівнюючи ґрунтові масиви глинистого та піщаного виду, з побудованих графіків та мозаїк деформацій ґрунту, можна чітко спостерігати, що піщаний ґрунтовий масив набагато краще передає навантаження та дає значно менші осідання при більшому навантаженні, але якісна картина перерозподілу зусиль між елементами підсиленого фундаменту зберігається. Збільшення кроку коротких паль підсилення незначно впливає на несучу здатність підсиленого фундаменту, що дає можливість економити витрати на палі.
4. Технічний об'єкт одноповерхова офісна будівля, що реконструюється у триповерхову торгово-офісну будівлю в м. Вінниця, розроблений у обсязі, необхідному для опрацювання результатів наукових досліджень. Прийняті в роботі архітектурно-конструктивні рішення відповідають вимогам завдання. При проектуванні об'єкту використовувались прогресивні технології, енергозберігаючі проектні рішення, сучасні будівельні матеріали. В конструктивній частині роботи виконано варіантне проектування підсилення фундаментів буроін'єкційними палями з довжиною 3,25 та 6 м.

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Оптимізація конструкції підсиленого короткими палями стрічкового фундаменту мілкового закладання

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ

(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 91,2 %

Схожість 8,8 %

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)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

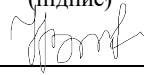


(підпис)

Гордін О.О.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

Додаток Б

Відомість аркушів графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітки
1	Мета і задачі дослідження “Оптимізація конструкції підсиленого короткими палями стрічкового фундаменту мілкового закладання”	Плакат 1
2	Методи дослідження, наукова новизна, практичне значення результатів, особистий внесок магістранта	Плакат 2
3	Програма чисельного моделювання роботи стрічкового фундаменту мілкового закладання, що підсилюється короткими палями	Плакат 3
4	Моделі стрічкового пальового фундаменту, графіки залежності осідання-навантаження для пальових фундаментів	Плакат 4
5	Мозаїки вертикальних деформацій ґрунту при навантаження пальових фундаментів	Плакат 5
6	Графіки залежності осідання - навантаження при кроці паль 3d та 6d у піщаному ґрунті та при кроці паль 3d у глинистому ґрунті	Плакат 6
7	Графіки залежності осідання-навантаження при кроці паль 6d у глинистому ґрунті, мозаїки деформації ґрунту в основі підсиленого фундаменту палями 6d у глинистому ґрунті	Плакат 7
8	Графік осідання-навантаження для одиночних паль та плити ростверку без паль, порівняння роботи пальового фундаменту з плитою ростверку з роботою його окремих елементів, частка ростверку у несучій здатності фундаменту	Плакат 8
9	Ступінь реалізації несучої здатності паль та ростверку, висновки до наукових розділів	Плакат 9
10	Фасад 1-5, Фасад 5-1, Фасад Г-А, План підвального поверху, План першого поверху, План мансардного поверху, Розріз 1-1, 2-2, Експлікація приміщень	Плакат 10
11	Фасад 1-6, Фасад 6-1, Фасад Д-Б, Генплан М1:200, Узли А, Б, Розріз 1-1, 2-2	Плакат 11
12	План підвального поверху, План першого поверху, План другого і третього поверху, План мансардного поверху, Експлікація приміщень	Плакат 12
13	План підсилення фундаментів палями довжиною 3,25м, План підсилення фундаментів палями довжиною 6 м, Геологічний розріз з варіантами підсилення	Плакат 13

Список використаних джерел

1. Коновалов П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий: Стройиздат, 1988. 287 с.
2. Хасанов А.З. Усиление оснований и фундаментов мечети Тилла-Кори ансамбля Регистан в Самарканде :Стройиздат, 2011. 23-26 с.
3. Корнієнко М.В. Підсилення стрічкових збірних фундаментів будинку при значному збільшенні навантаження в умовах реконструкції.: НДІБК, 2008. 429-433 с.
4. Зоценко М. Л. Проектування набивних паль, виготовлених за допомогою пневмопробійників. 2001. 87 – 90 с.
5. Вараница А.В. Об использовании пневмопробойников при усилении оснований и фундаментов. : НДІБК, 2000. 43-49 с.
6. Передерий В.Н. Устройство набивных свай с помощью пневмопробойников: 1997. 245 с.
7. Підсилення фундаментів будівель та споруд, побудованих на лесових ґрунтах, бурін'єкційними палями : ВБН В.2.1-1-97: 1997, 44 с.
8. Корниенко Н. В. О требованиях к проектированию усиления фундаментов зданий и сооружений сваями. Одесса, 1997. 231-232 с.
9. Ильичев В.А. Реконструкция фундаментов здания старого гостиного двора в Москве и сопровождающий ее геомониторинг: Стройиздат, 1998. 43-46 с.
10. Коновалов П.А. Проблемы упрочнения оснований и усиления фундаментов реконструируемых зданий: Стройиздат, 1986 . 3-5 с.
11. Шикалович Н.С. Усиление фундаментов административного корпуса ЧАО «Ильичевский топливный терминал» инъекционными сваями в илистых грунтах: НДІБК, 2011. 261-270 с.

12. Новский А.В. Усиление фундаментов музея западного и восточного искусства в г. Одессе – памятника градостроительства и архитектуры : НДІБК, 2004 , 96-100 с.
13. Холодов В.Д. Некоторые вопросы реконструкции фундаментов здания одесского театра оперы и балета : НДІБК, 2004. 135-138 с.
14. Шароватов В.И. Конструктивные и технологические приемы, используемые в практике усиления оснований и фундаментов аварийных и реконструируемых зданий и сооружений : НДІБК, 2004. 155-157 с. .
15. Кильвандер Э.Я. Расчет буронабивных свай при усилении оснований фундаментов без устройства ростверков :1997. 357 с.
16. Винников Ю.Л. Практикум з експлуатації основ і фундаментів сільських будівель: Урожай, 1995. 144 с.
17. Мовчан В.О. Про підсилення стрічкових цегляних фундаментів палями: НДІБК: 2003. 205-210 с.
18. Кваша В.Г. Підсилення фундаментів задавлюванням паль.: НДІБК: 2000 . 115-119 с.
19. Беда С.В. Усиление фундаментов зданий с помощью трубчатых свай с уширением: 1997. 198 с.
20. Клованич С. Ф. Метод конечных элементов в нелинейных задачах инженерной механики: Запорожье, 2009. 400 с.
21. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування. [Чинні від 2009-07-01] : Мінрегіонбуд України, 2009. 104 с.
22. ДБН В.2.1-10-2009. Зміна 1. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування [Чинні від 2011-07-01]: Мінрегіонбуд України, 2011. 55 с.
23. Бойко І. П. Дослідження взаємодії багатоповерхових будівель як елементів системи «основа–фундамент–надземні конструкції» при статичних та динамічних навантаженнях: 2008. 69–75 с.

24. Бойко І. П. Зміна напружено-деформованого стану основи існуючих фундаментів при зведенні поруч нових будівель в умовах міської забудови :2008. 370–376. с
25. Бойко І. П. Напружено-деформований стан пальових фундаменті багатосекційних будинків :2011. 159–163 с.
26. Винников Ю. Л. До моделювання параметрів вертикально армованих масивів : 2007. 128–135 с.
27. Винников Ю. Л. Методики моделювання взаємодії фундаментів з ущільненою основою : 2008, 325–333.
28. Винников Ю. Л. Моделювання процесів ущільнення ґрунту при вісесиметричному напружено-деформованому стані основ : Полтава, 2004. 440 с.
29. Готман Н. З. Численное исследование взаимодействия свай в сплошном свайном поле: 2003. 115–117 с.
30. Дубина М. М. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния системы «здание–фундамент–грунт»: Душанбе, 2005. 164–167 с.
31. Зарецкий Ю. К. Расчетные исследования ограждающих шпунтовых стен котлованов – физический тест для вычислительной программы «ГЕО-МИГГ» 1999. 2–7 с.
32. Зоценко М. Л. Порівняльне оцінювання ефекту армування основи за даними штапових випробувань і математичного моделювання: 2008. 451 с.
33. Зоценко М. Л. Числове моделювання ущільнення ґрунту важкою трамбівкою у шляховому будівництві :2001. 91–94 с.
34. Петраков А. А. К вопросу совершенствования методов расчета оснований и фундаментов :2001. 534–539 с.
35. Ухов С. Б. Расчет сооружений и оснований методом конечных элементов : МИСИ, 1973.118 с.

36. Фадеев А. Б. Решение геотехнических задач методом конечных элементов. Томск : 1994. 136-193 с.
37. Фадеев А. Б. Эффективные микросваи для усиления фундаментов: 2003. 28–30 с.
38. Федоровский В. Г. Конечноэлементный расчет осадок свай в мерзлом грунте по модели упруго-вязкопластической среды: НИИОСП, 2003. 97–110 с.
39. Федоровский В. Г. Прогноз осадок фундаментов мелкого заложения и выбор модели основания для расчета : 2000. 10–18 с.
40. Шапиро Д. М. Курс лекций по расчёту моделированию геотехнических объектов: НДБК, 2011. 643–647 с.
41. Шапиро Д. М. Расчет конструкций и оснований методом конечных элементов: Воронеж, 1996. 80 с.
42. Шапиро Д. М. Упрогопластический расчет несущей способности свай : 1996. 34–39 с.
43. Жук В. В. Дослідження характеру взаємодії каркасних будівель з нерівномірно просідаючою ґрунтовою основою: 2008. 486–492 с.
44. Ковальський Р. К. Дослідження роботи ґрунту під низьким ростверком пальового фундаменту / Р. К.Ковальський. 2007.17–21 с.
45. Кураш С. Ю. Влияние глубокого котлована на изменение напряженно-деформированного состояния грунтового массива в условиях плотной городской застройки г. Киева: 2008. 434–442 с.
46. Чунюк Д. Ю. Расчет комбинированных плитно-свайных фундаментов: 2002. 136 с
47. Винников Ю. Л. Математичне моделювання влаштування та роботи бурін'єкційних паль : 2011. 40–149 с.
48. Береснев А. С. О распределении заданного нагружения между плитой и сваями в плитно-свайном фундаменте 2008. 33с.

49. Болдырева Е. Г. Расчет взаимного влияния свайного фундамента и фундамента мелкого заложения [Электронный ресурс] / Е. Г. Болдырева. – Режим доступа до статті: http://www.npp-geotek.ru/documents/article/calculation_of_pile_foundation/?sphrase_id=124451.

50. Маркова М. А. Анализ напряженно-деформированного состояния конструкций с учетом воздействий просадочных оснований: 2008. 421–428 с.

51. Знаменский В. В. Взаимодействие низкого ростверка со сваями : 2008. 48–51 с.

52. Корнієнко М. В. Чисельне моделювання роботи стовпчастих пальових фундаментів з розширенням в лесових грунтах : 2008. 406–415 с.

53. Мангушев Р. А. Плитно-свайный фундамент повышенной этажности: 2008. 15–19 с.

54. Степанчук Н. В. Влияние армирования грунтов на изменение напряженно-деформированного состояния грунтового массива при сейсмических воздействиях: 2011. 622–630 с.

55. Харченко М. О. Просторова задача моделювання напружено-деформованого стану системи «стрічковий ростверк–набивні палі у пробитих свердловинах–основа», Полтава : 2012. 87 – 102 с.

56. Червинский Я. И. Анализ устойчивости склона с учетом этапов строительства жилищно-офисного комплекса в г. Киеве: 2008. 565–573 с.

57. Червинский Я. И. Особенности работы грунтовых анкеров с учетом этапов строительства жилищно-офисного комплекса в г. Киеве : 2008. 574–580 с.

58. Червинский Я. Й. Численное моделирование устройства котлована и оценка напряженно-деформированного состояния окружающего грунтового массива на примере строительства офисного центра по ул. С. Струтинского, 13–15 в Печерском районе г. Киева :2011. 178–184 с.

59. Трофимчук А. Н. Математическое моделирование изменения напряженно-деформированного состояния оползневого массива при наличии здания и обустройстве котлована в условиях подтопления: 2008. 95–104 с.

60. Трофимчук О. М. Математичне моделювання зміни напруженого стану схилів внаслідок одночасного впливу підйому рівня ґрунтових вод та зміни сейсмічних умов: 2011. 469–476 с.

61. Винников Ю. Л. Математичне моделювання утворення ущільнених зон ґрунту навколо фундаментів і штучних основ: 2001. 258–261 с.

62. Винников Ю. Л. Практикум з експлуатації основ і фундаментів сільських будівель: Урожай, 1995. 144 с.

63. Корнієнко М. В. Про можливість використання існуючих програмних комплексів чисельного моделювання роботи буронабивної палі з розширенням в лесових ґрунтах, що просідають під дією власної ваги [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу.: www.nbu.gov.ua/portal/natural/Stmkb/2008/Statti/74.pdf.

64. ДБН В.1.2.-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна № 1. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України, 2006. 59 с.

65. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2017-05-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2017. 37 с.

66. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України. [Чинний від 2014-01-10]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014. 118 с.

67. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.

68. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 39с.
69. Травин В.И. Капитальный ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий: уч. пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002.
70. Овчаренко В.А., Подлесний С.В., Зінченко С.М. Основи методу кінцевих елементів і його застосування в інженерних розрахунках: Краматорськ: ДДМА, 2008. 380 с.
71. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2019. 42 с.
72. Єршов С.В. Теоретичні методи розрахунку процесів ОМТ: конспект лекцій. Кам'янське: ДДТУ, 2016. 60 с.
73. Ваганов І.І., Маєвська І.В., Попович М.М., Тітко О.В. Проектування основ і фундаментів: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2003. 132с.
74. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Действующий от 1976.11.18]. Москва, Государственный комитет СССР по стандартам, 1976.
75. НПАОП. 0.00-7.15-18. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. [Чинний від 2018.02.14]. Київ: Міністерство соціальної політики України.
76. ДСТУ 8604:2015. Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги. [Чинний від 2017.07.01]. Київ, Український науково-дослідний інститут дизайну і ергономіки НАУ
77. 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]. Київ, науково-виробниче підприємство “Укренергоналадкавимірювання”

78. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Чинний від 1999.12.01]. Київ, МОЗ

79. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019.03.01]. Київ, ДП “Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій”

80. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Чинний від 1999.12.01]. Київ, МОЗ

81. Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014 р. №472/25249. МОЗ. 2014. 6 травня.

82. ДК 003:2010. Класифікатор професій. [Чинний від 2010.11.01]. Київ, Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики.

83. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. [Чинний від 2014.10.01]. Київ, ДП “Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій”.

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

**ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ПІДСИЛЕНОГО
КОРОТКИМИ ПАЛЯМИ СТРІЧКОВОГО
ФУНДАМЕНТУ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ**

Магістрант: Гордін О. О.
Науковий керівник: Блащук Н. В.

м.Вінниця, 2022

Актуальність теми. При реконструкції будівель і споруд доволі часто виникає потреба в збільшенні поверховості будівлі, при цьому збільшується навантаження на основу фундаменту, в таких випадках потрібно виконати підсилення існуючих фундаментів або зміцнення ґрунтів основи. Вибір найбільш доцільного варіанту підсилення фундаментів з мінімальними затратами і скороченням обсягів земляних робіт при використанні на практиці, є актуальним питанням.

Метою роботи є дослідити особливості підсилення стрічкового фундаменту мілкового закладання короткими палями. Дослідити різницю у реалізації несучої здатності палей при підсиленні існуючого стрічкового фундаменту мілкового закладання короткими палями різної довжини, варіюючи при цьому кроком розміщення палей та ґрунтовими умовами. Перевірити різницю у роботі фундаменту при заміні його на умовний.

Задачі дослідження:

- виконати аналіз сучасного стану питання підсилення фундаментів мілкового закладання палями;
- скласти програму та виконати чисельне моделювання підсилення стрічкового фундаменту мілкового закладання короткими палями у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation;
- обрати найкращий варіант для виконання підсилення фундаменту мілкового закладання, при реконструкції існуючої одноповерхової будівлі.

Об'єкт дослідження. Поведінка стрічкового фундаменту мілкового закладання при його підсиленні короткими палями з різним кроком у піщаному та глинистому ґрунті.

Предмет дослідження. Визначення несучої здатності стрічкового фундаменту мілкового закладання при підсиленні палями.

Методи дослідження - чисельне моделювання підсилення фундаменту за допомогою програмного комплексу Plaxis 3D Foundation.

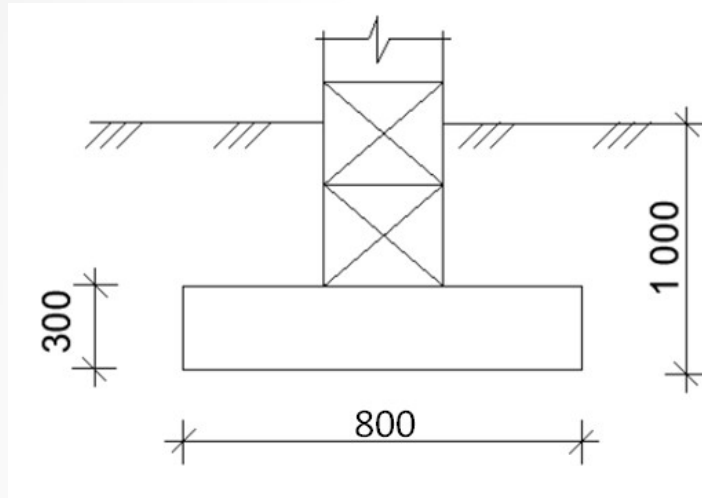
Новизна одержаних результатів. Перевірка можливості проектування підсиленого фундаменту із заміною пальового фундаменту на ґрунто-пальовий масив, який має габарити умовного фундаменту.

Особистий внесок магістра. Спрямування роботи на досягнення максимального економічного ефекту при підсиленні стрічкового фундаменту короткими палями. Виконання математичного дослідження для оцінки реалізації паль та ростверку у складі підсиленого фундаменту.

Апробація результатів магістерської роботи. Результати роботи апробовано на міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві», проведеної 23 – 25 листопада 2022р. у ВНТУ

Програма чисельного моделювання роботи стрічкового фундаменту мілкового закладання, що підсилюється короткими пальями

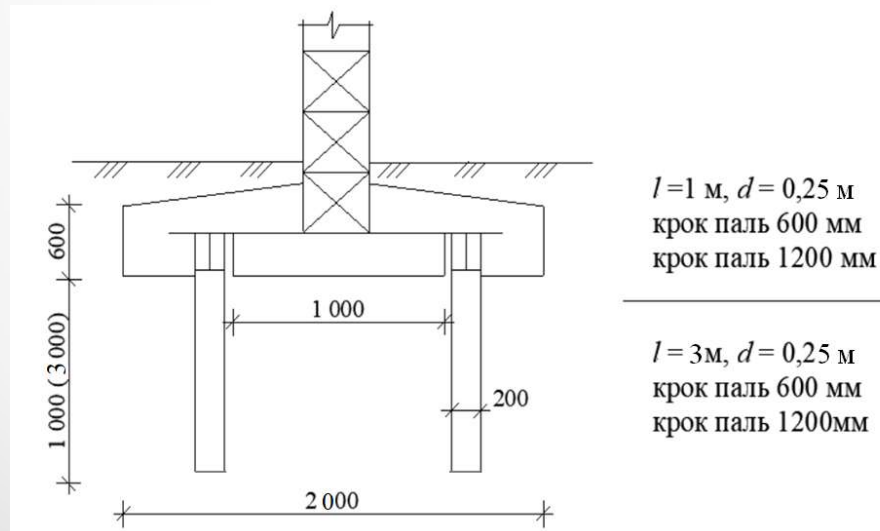
Схема стрічкового фундаменту до підсилення



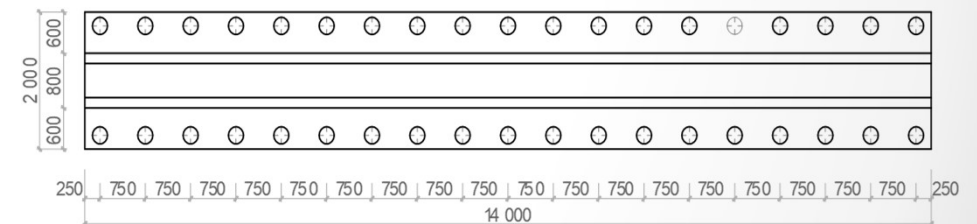
Програма чисельного моделювання підсилення фундаменту

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль	Крок паль
1	$L = 1 \text{ м}, d = 0,25 \text{ м}$	600 мм
2		1200 мм
3	$L = 3 \text{ м}, d = 0,25 \text{ м}$	600 мм
4		1200 мм

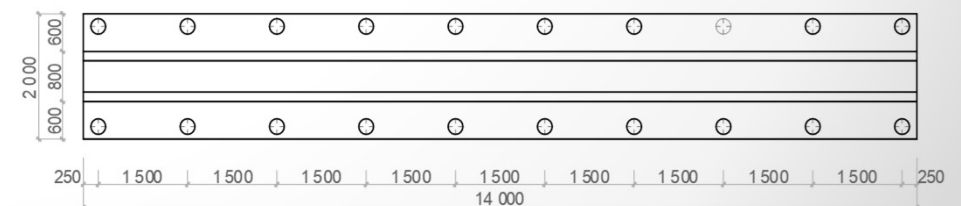
Схема підсилення стрічкового фундаменту



Модель фундаменту з розміщенням паль кроком $3d$

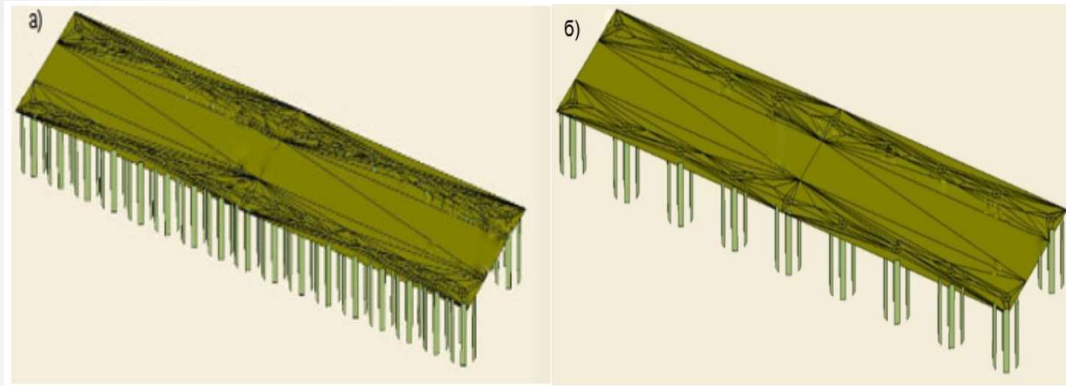


з розміщенням паль кроком $6d$

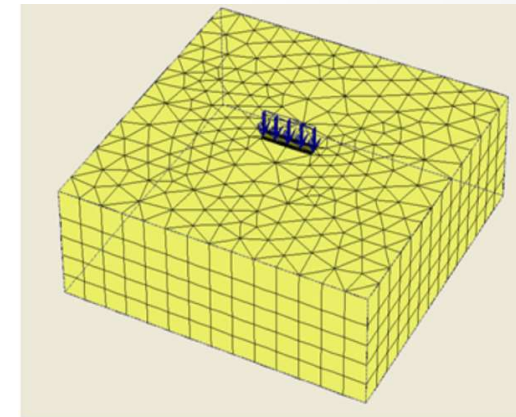


При моделюванні були враховані наступні фази роботи:

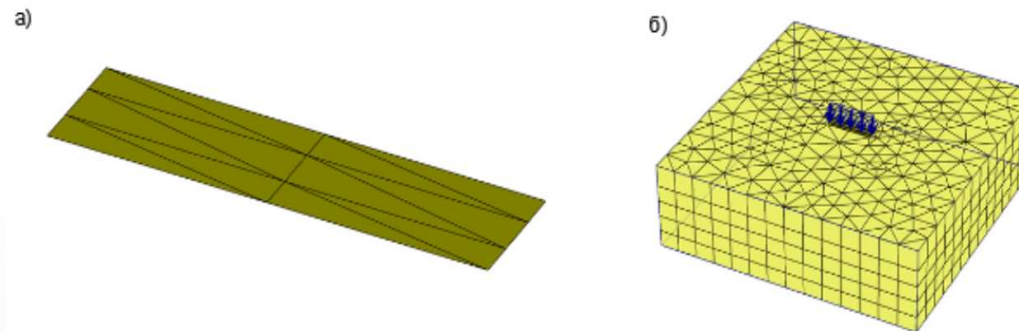
- робота ґрунтової товщі без фундаменту (початкова фаза);
- влаштування стрічкового фундаменту мілко закладання;
- робота стрічкового фундаменту мілко закладання під дією вертикального навантаження до 200 кН/м.п.;
- влаштування паль підсилення та об'єднання їх ростверком з існуючим фундаментом;
- сумісна робота існуючого фундаменту і паль при його підсиленні під дією вертикального навантаження, до досягнення заданої величини осідання (100 мм).



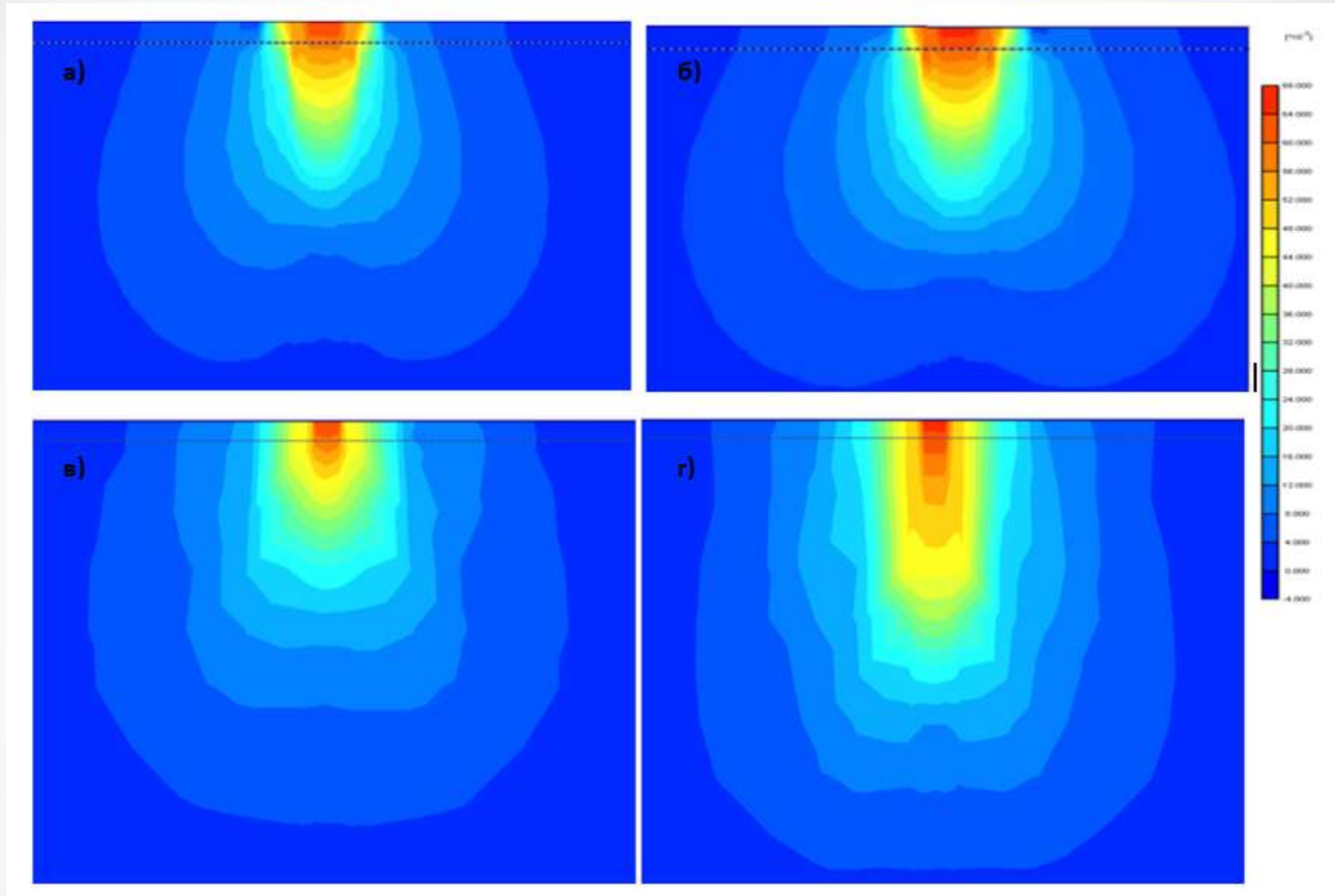
Розрахункова модель підсиленого палями фундаменту у варіанті паль довжиною 1 м від рівня підшви при кроці паль: а) 3d, б) 6d



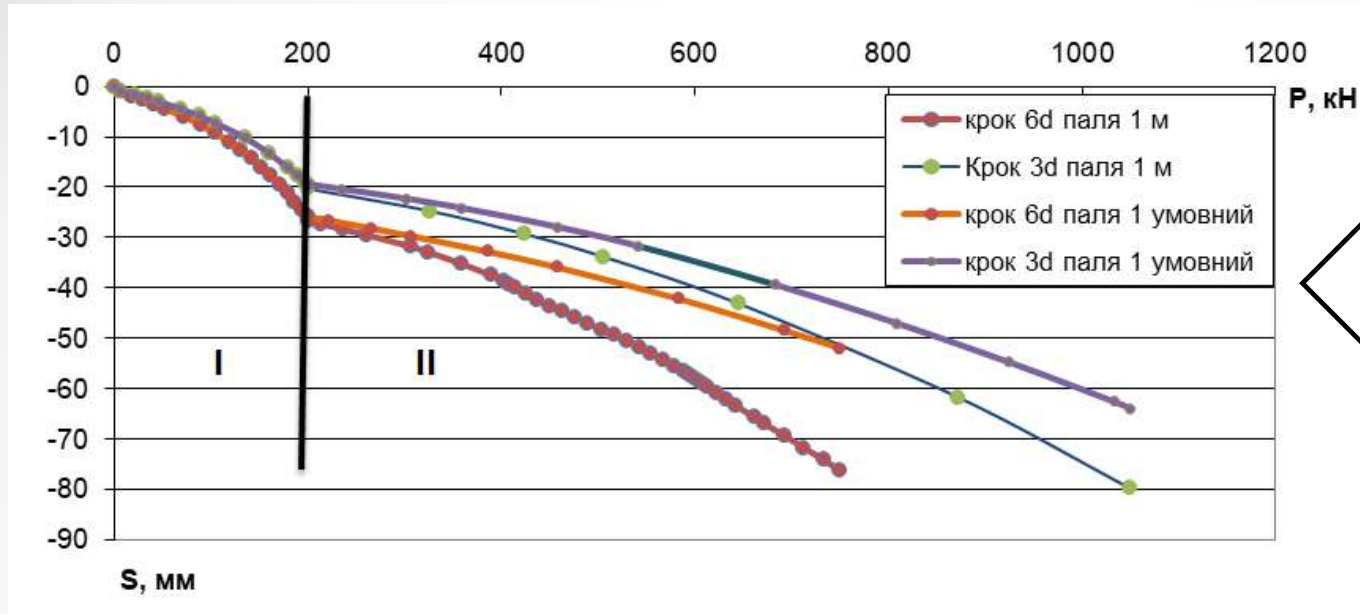
Розташування моделі фундаменту під дією вертикального навантаження в масиві ґрунту



Розрахункова модель підсиленого фундаменту у варіанті умовного фундаменту (а) та розташування моделі під дією вертикального навантаження в масиві ґрунту (б)

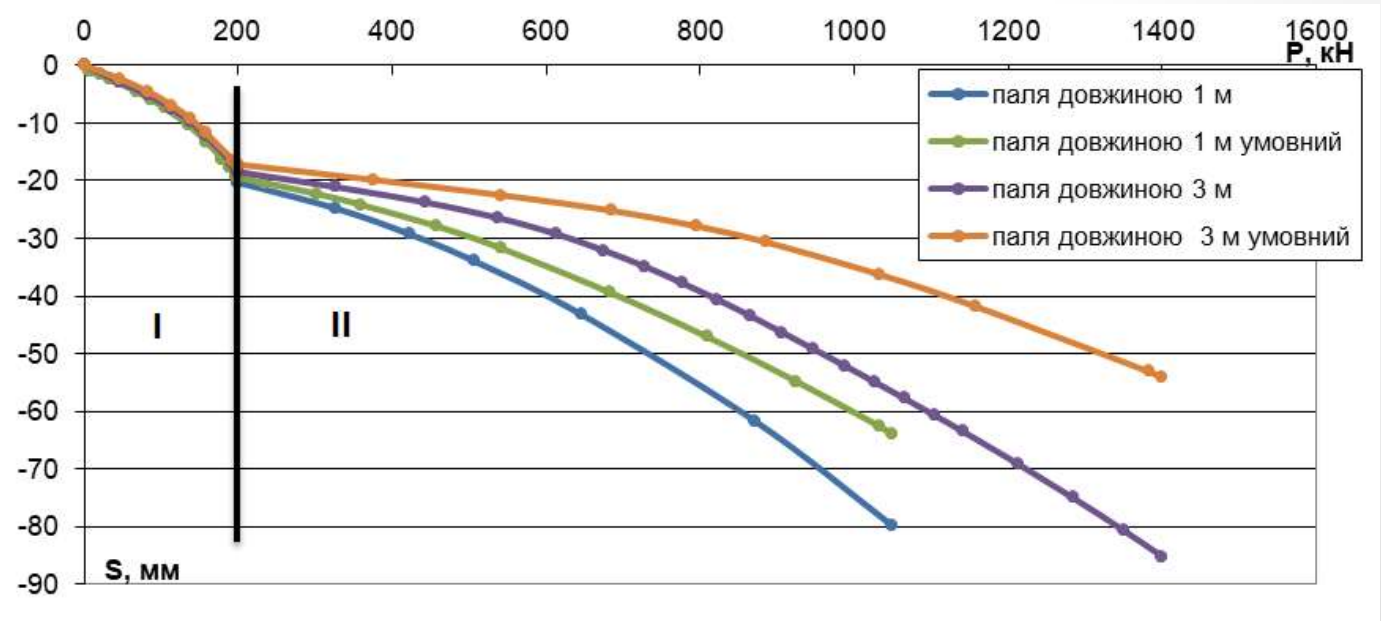


Мозаїки деформації ґрунту в основі підсиленого фундаменту палями з кроком $3d$ у піщаному ґрунті: а) паля 1 м; б) паля 3 м; в) умовний фундамент 1 м; г) умовний фундамент 3 м



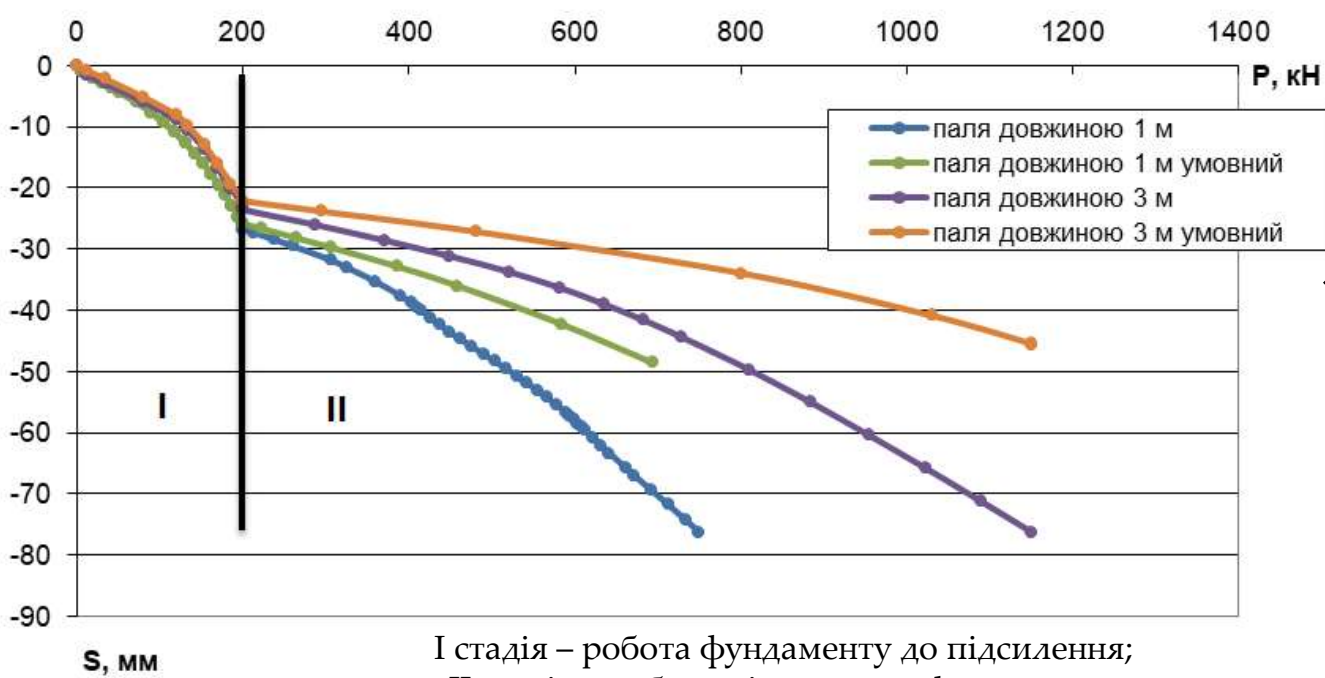
при кроці палей 3d та 6d у піщаному ґрунті

при кроці палей 3d у глинистому ґрунті



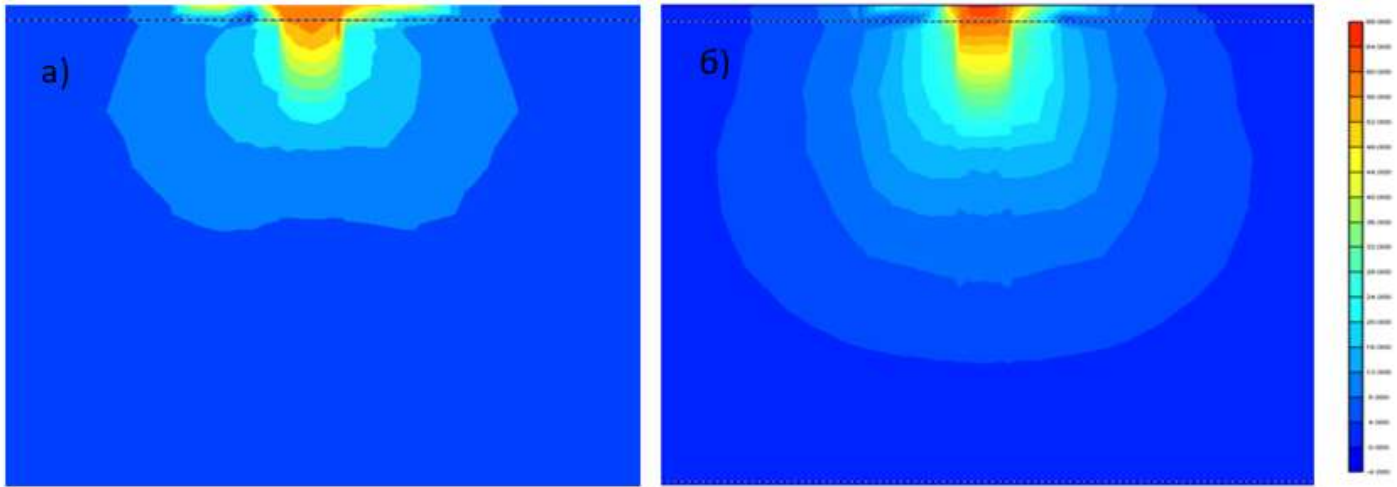
- I стадія – робота фундаменту до підсилення; II стадія – робота підсиленого фундаменту ●

Графіки залежності осідання – навантаження



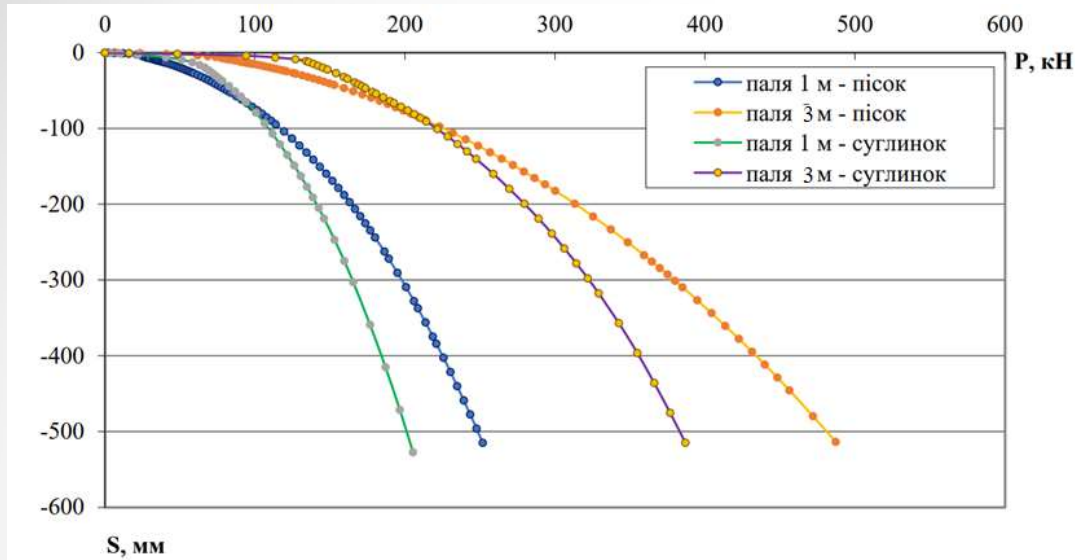
при кроці палъ 6d
у глинистому ґрунті

I стадія – робота фундаменту до підсилення;
II стадія – робота підсиленого фундаменту

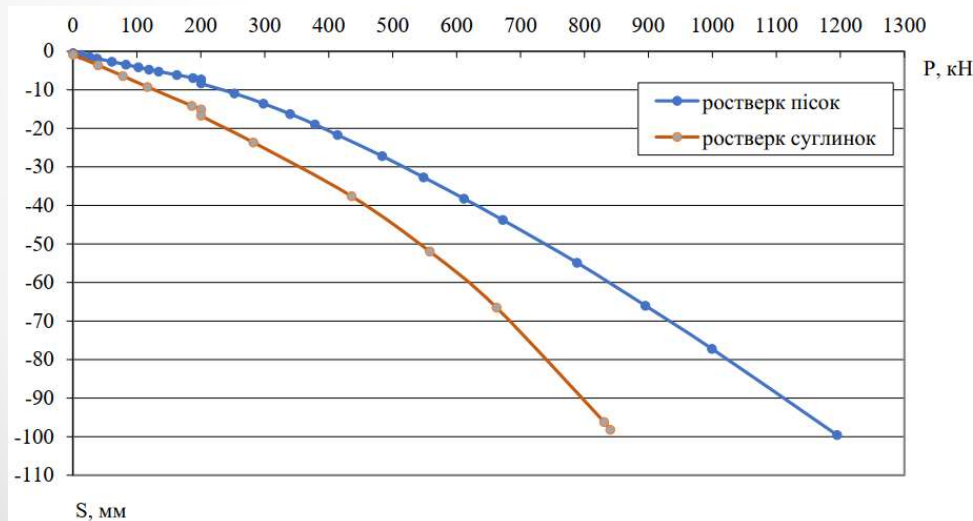


Мозаїки деформації ґрунту в основі підсиленого фундаменту палями з кроком 6d у глинистому ґрунті: а) паля 1 м; г) паля 3 м

Графік осідання – навантаження для одиночних паль



Графік осідання – навантаження плити ростверку без паль



Порівняння роботи пального фундаменту з плитою ростверку з роботою його окремих елементів

Довжина пал, м	Крок пал	При роботі у складі фундаменту					При роботі кожного з елементів окремо			
		Осереднене навантаження на палу, кН	Сума зусиль в палях підсилення, кН	Навантаження, що сприймається ростверком, кН	Навантаження на фундамент, кН	Частка ростверку, %	Несуча здатність одиночної палі, кН	Сума зусиль в палях, кН	Навантаження, що сприймається ростверком без палі, кН	Навантаження на фундамент, як сума окремих елементів, кН
<u>Піщаний ґрунт</u>										
1	3d	86,6	692,6	1971,4	2664	74	119,4	955	2238,4	3193
	6d	100,5	403,2	1612,8	2016	80		477,6		2715
3	3d	85,2	681,1	2414,9	3096	78	231,9	1855	2238,4	2088
	6d	85,7	342,0	1938	2280	85		927,6		3166
<u>Глинистий ґрунт</u>										
1	3d	76,1	609,1	1647	2256	73	111,7	894	1643	2537
	6d	74,1	296,4	1264	1560	81		447		2092
3	3d	62	469,3	1760	2256	78	221,7	1774	1643	3417
	6d	123,1	492,5	1332	1824	84		887		2530

Частка ростверку у несучій здатності фундаменту, %

Крок пал	Довжина пал, м		ґрунтові умови
	1	3	
3d	74	78	<u>Піщаний ґрунт</u>
6d	80	85	
3d	73	78	<u>Глинистий ґрунт</u>
6d	81	84	

Ступінь реалізації несучої здатності паль та ростверку

Довжина палі, м	Крок паль	Ступінь реалізації несучої здатності палі	Ступінь реалізації несучої здатності ростверку	Ґрунтові умови
1	3d	0,73	0,88	Піщаний ґрунт
	6d	0,84	0,72	
3	3d	0,34	1,08	
	6d	0,34	0,87	
1	3d	0,68	1,0	Ґлинистий ґрунт
	6d	0,66	0,77	
3	3d	0,28	1,07	
	6d	0,56	0,81	

Висновки до наукових розділів

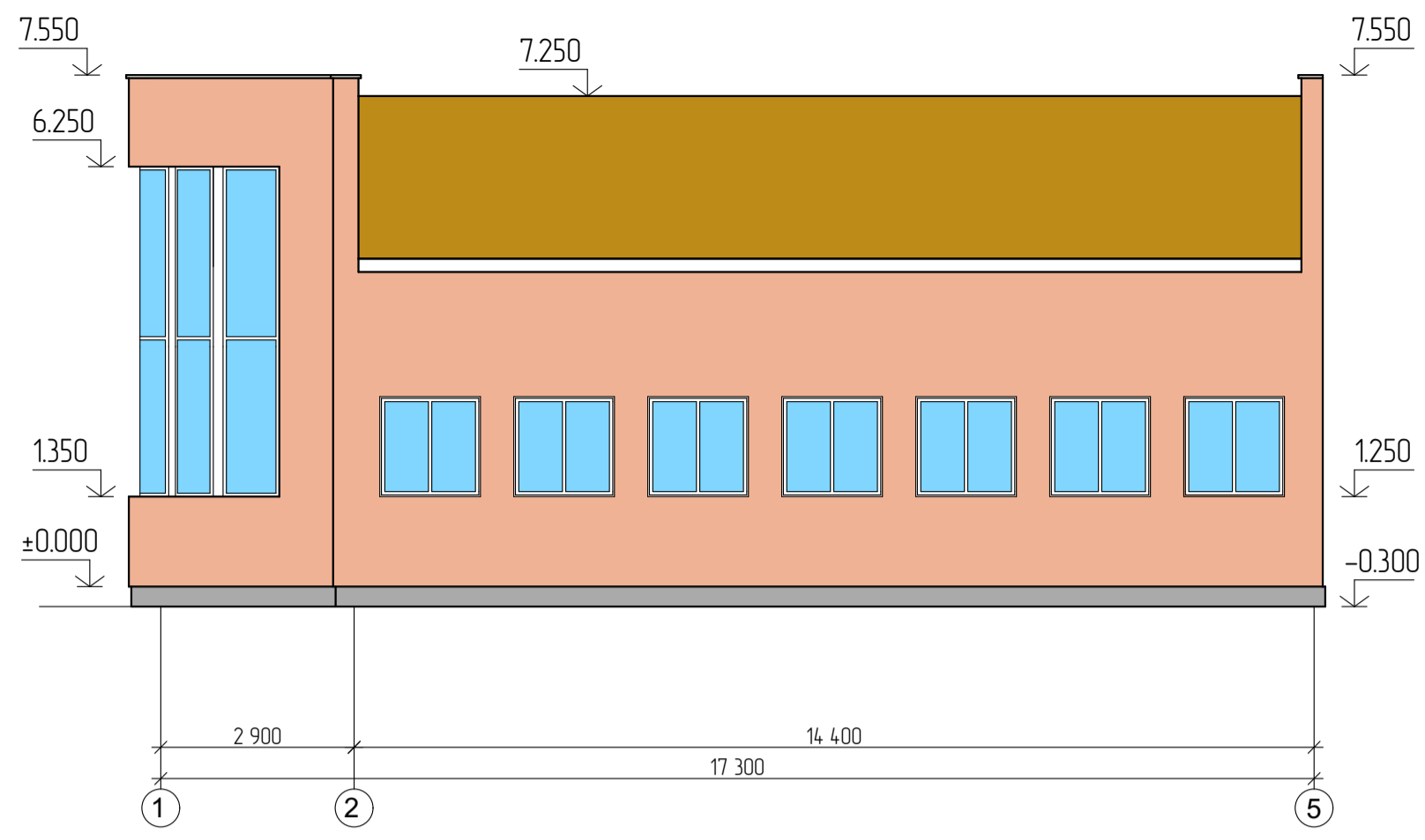
1. Була складена програма чисельного моделювання роботи стрічкового фундаменту мілкового закладання, що підсилюється короткими палями, на основі якого буде проводитись оцінка перерозподілу зусиль між елементами підсиленого фундаменту. Програма передбачає дослідження роботи стрічкових фундаментів до підсилення, підсилених короткими палями, одиночних паль та фундаментів мілкового закладання, які за розмірами відповідають ростверкам підсиленних фундаментів.

2. З мозаїк деформацій видно, що для коротких паль зона впливу напруженого стану для підсиленого палями фундаменту і умовного фундаменту практично однакові. Для більш довгих паль моделювання умовного фундаменту призводить до переміщення напруженої зони на значно більшу глибину. Таким чином підхід до розгляду пального фундаменту як умовного фундаменту мілкового закладання при підсиленні стрічкових фундаментів може бути прийнятним лише для варіанту коротких паль. Перехід до проектування підсиленого фундаменту як до такого масиву може призвести до завищення очікувань і відповідно до ненадійного рішення.

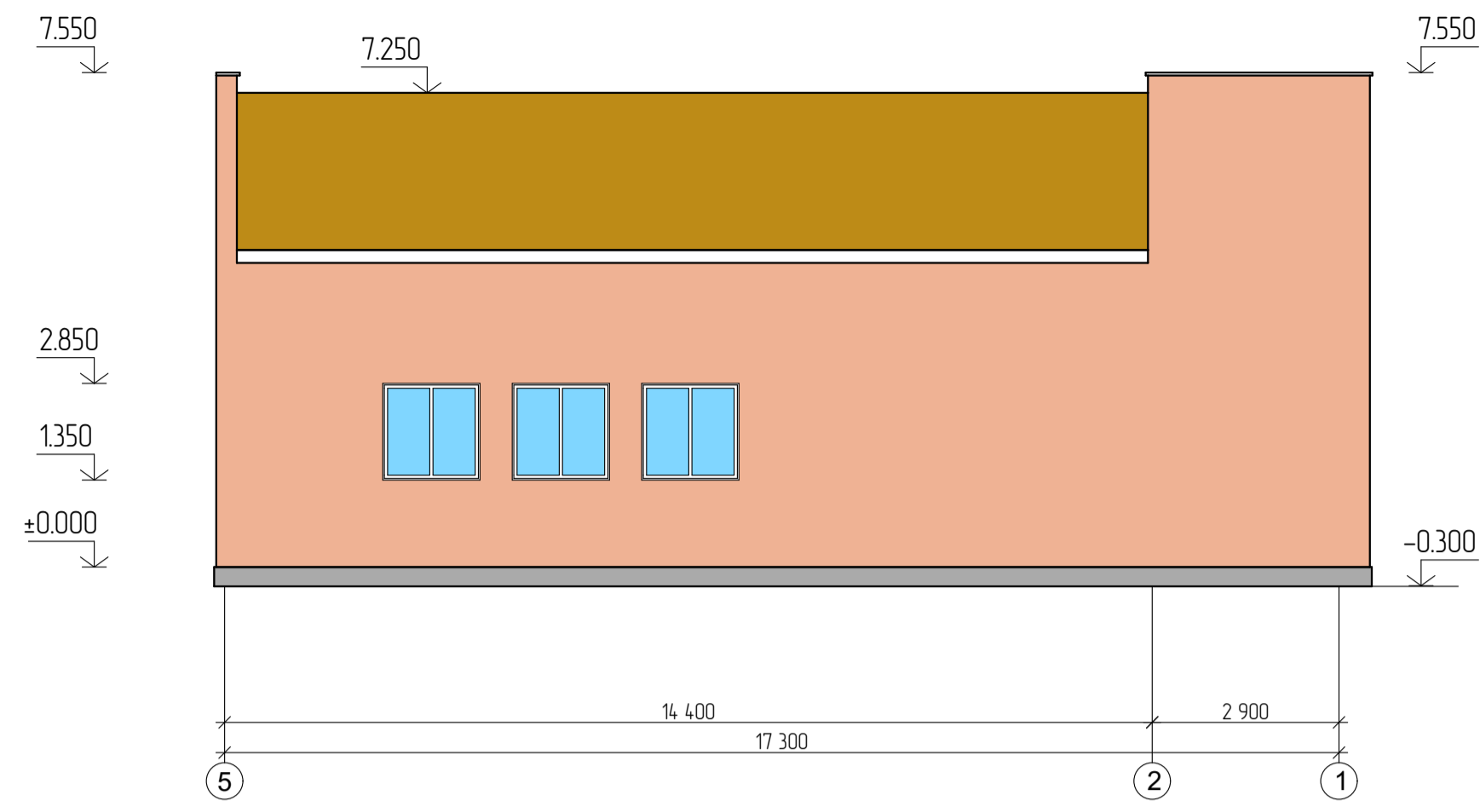
3. Порівнюючи ґрунтові масиви глинистого та піщаного виду, з побудованих графіків та мозаїк деформацій ґрунту, можна чітко спостерігати, що піщаний ґрунтовий масив набагато краще передає навантаження та дає значно менші осідання при більшому навантаженні, але якісна картина перерозподілу зусиль між елементами підсиленого фундаменту зберігається.

4. Збільшення кроку коротких паль підсилення незначно впливає на несучу здатність підсиленого фундаменту, що дає можливість економити витрати на палі.

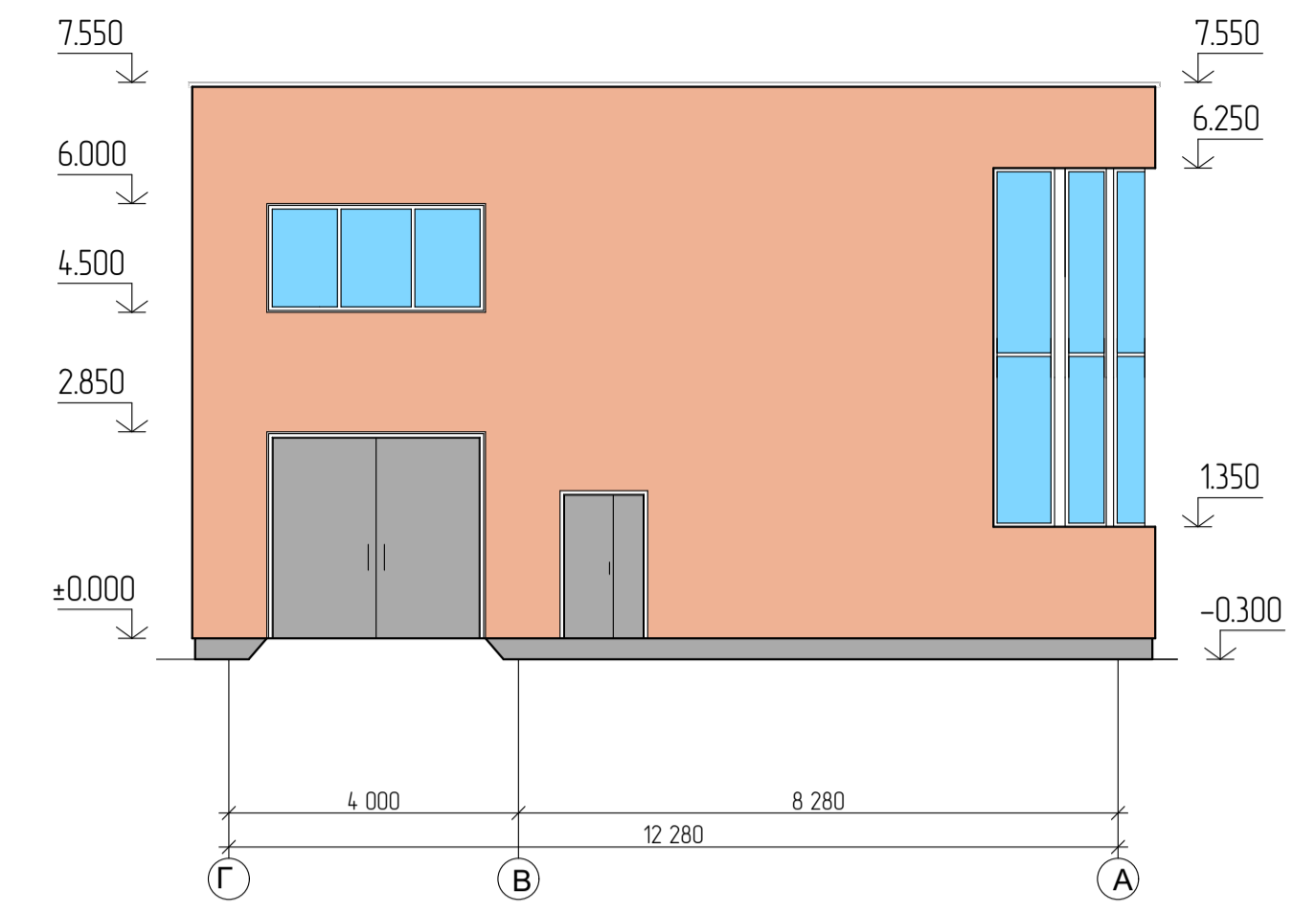
Фасад 1-5



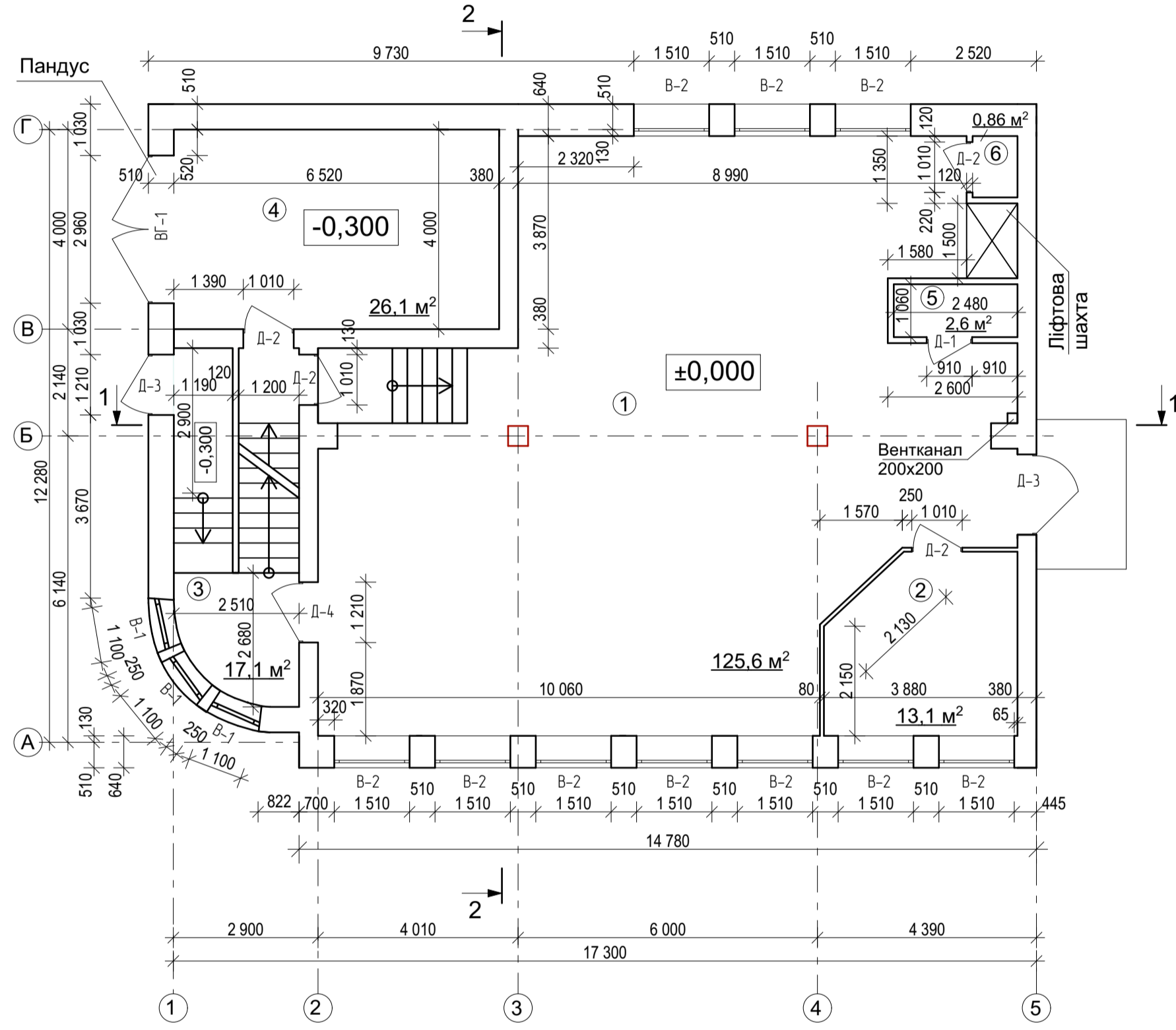
Фасад 5-1



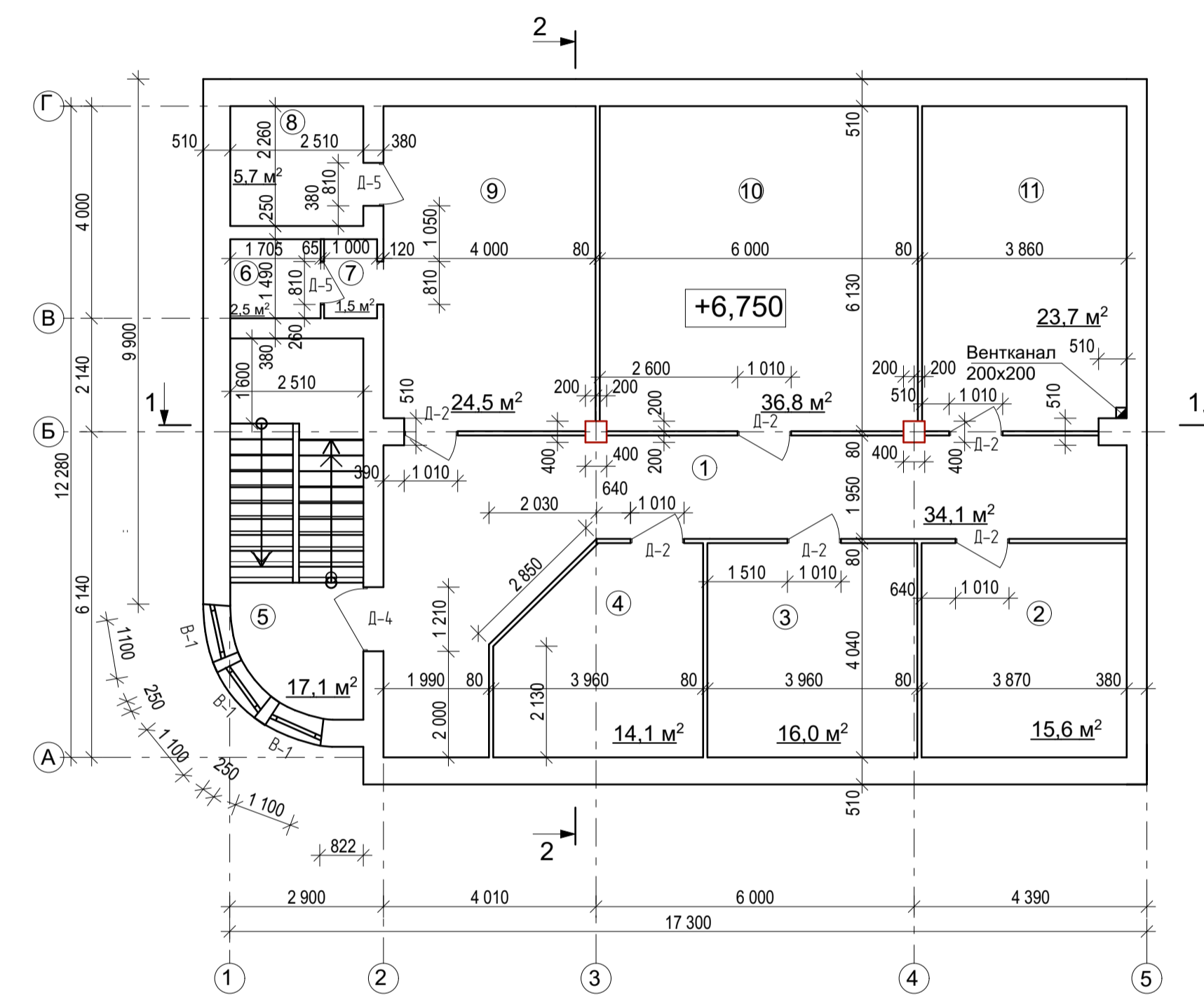
Фасад Г-А



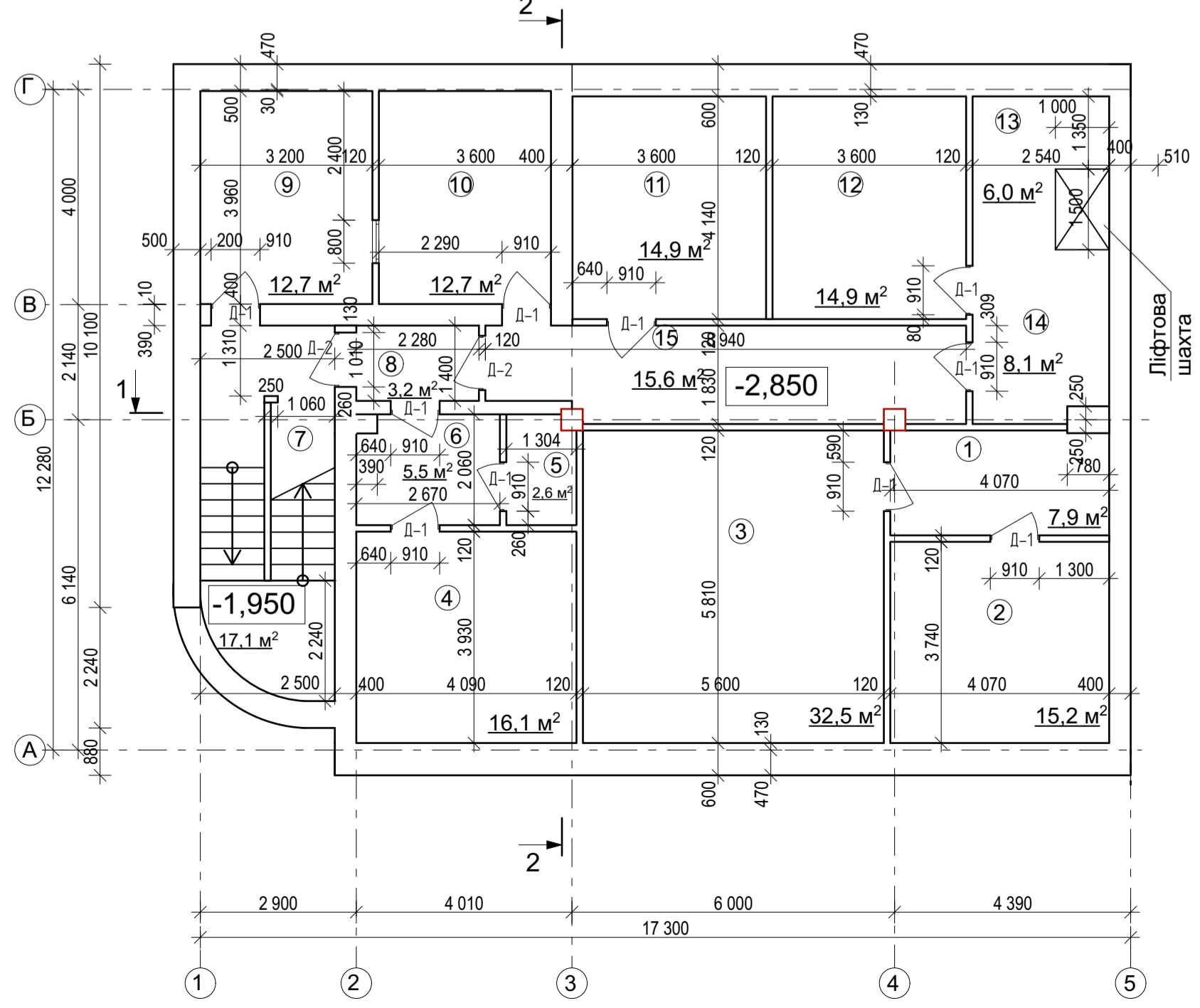
План першого поверху



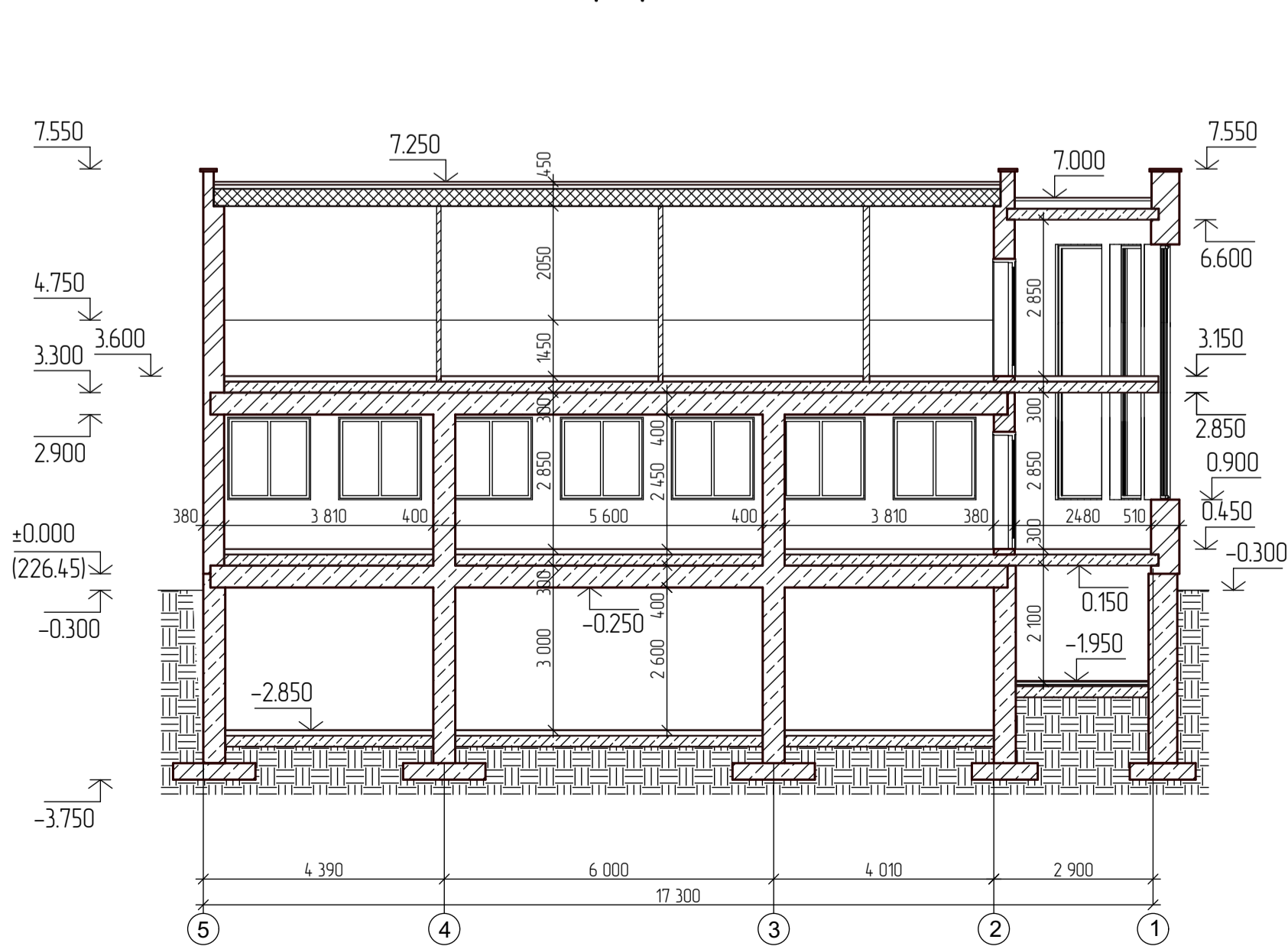
План мансардного поверху



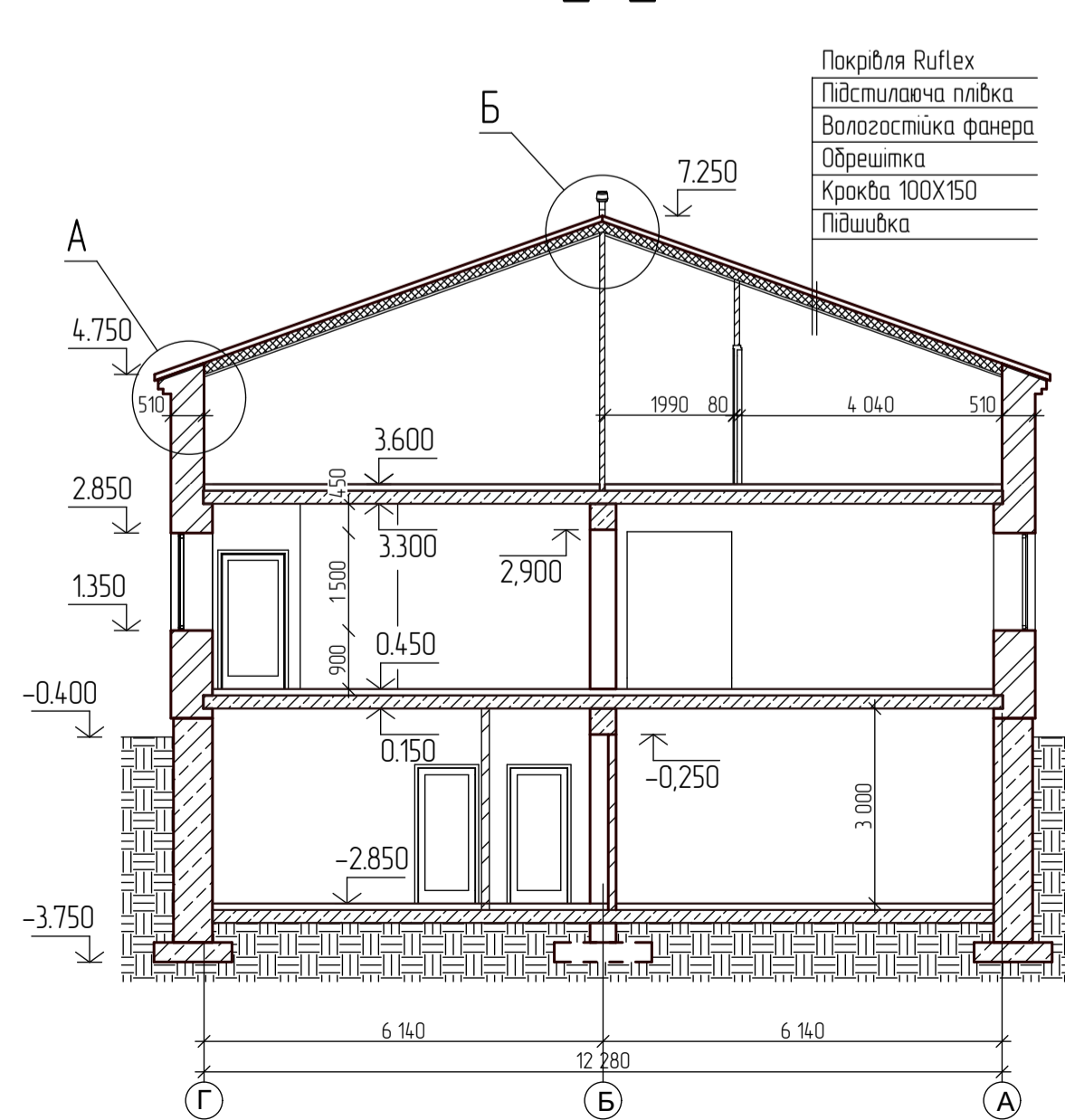
План підвального поверху



1-1



2-2

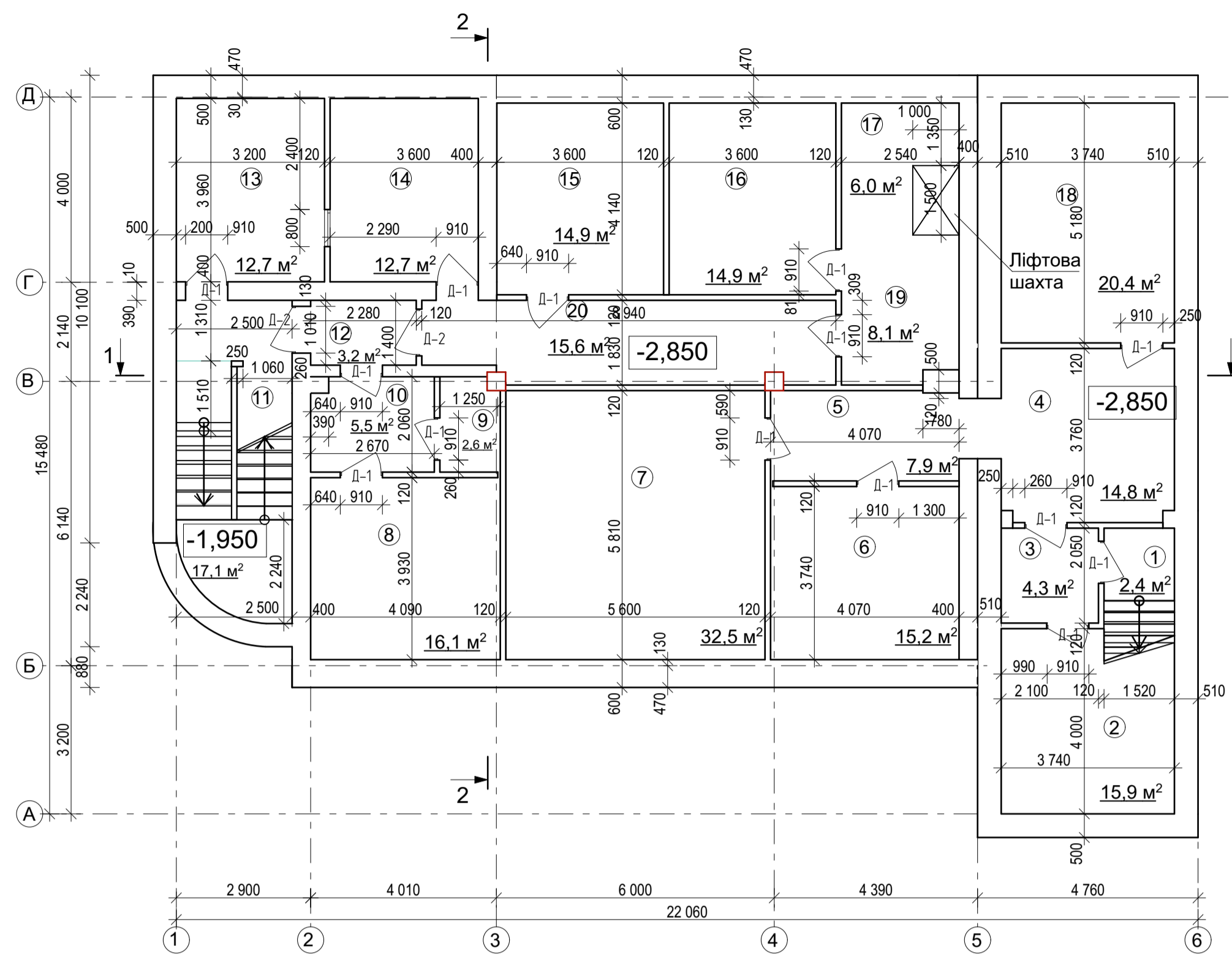


Експлікація приміщень

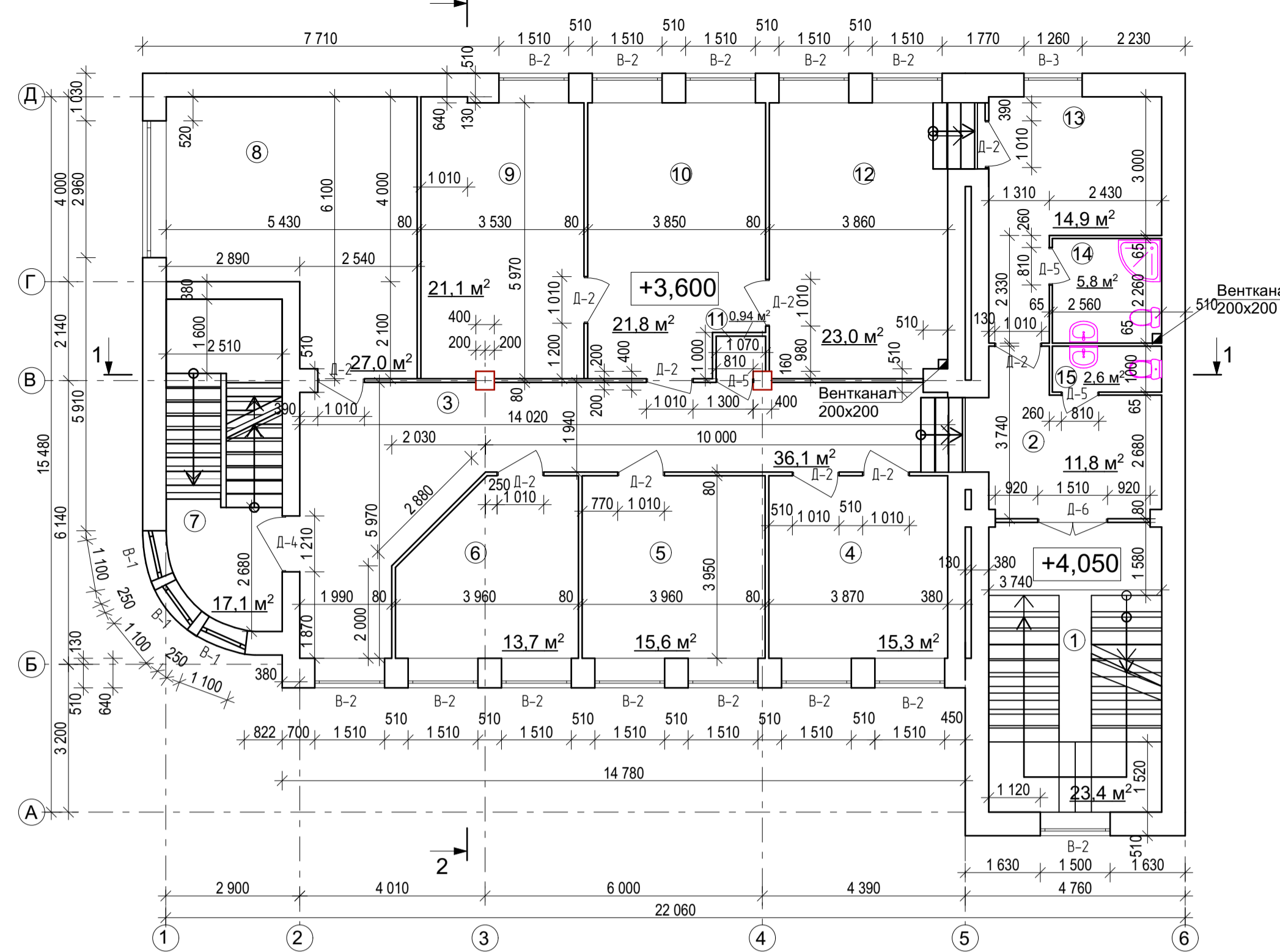
№, п/п	Найменування	Площа, м²	Примітки
Підвальний поверх			
1	Коридор №1	7,9	
2	Електрощитова	15,2	
3	Підсобне приміщення	32,5	
4	Складське приміщення промислової групи товарів	16,1	
5	Службовий кабінет	2,6	
6	Тамбур	5,5	
7	Сходові клітки	17,1	
8	Коридор №2	3,2	
9	Приміщення приймання-передачі товарів промислової групи №1	12,7	
10	Приміщення приймання-передачі товарів промислової групи №2	12,7	
11	Приміщення перерахування грошей	14,9	
12	Сейфове приміщення цінностей	14,9	
13	Тамбур-шлюз до ліфту	6,0	
14	Передсховище №2	8,1	
15	Коридор №3	15,6	
Перший поверх			
1	Торгова зала	125,6	
2	Кабінет адміністратора	13,1	
3	Сходові клітки	17,1	
4	Розвантажувальний бокс	26,1	
5	Комора для зберігання інвентарю	2,6	
6	Технічне приміщення	0,86	
Мансардний поверх			
1	Коридор	34,1	
2	Офісне приміщення	15,6	
3	Офісне приміщення	16,0	
4	Офісне приміщення	14,1	
5	Сходові клітки	17,1	
6	Офісне приміщення	2,5	
7	Тамбур	1,5	
8	Серверна	5,7	
9	Відділ автоматизації	24,5	
10	Зал засідань на 28 місць	36,8	
11	Офісне приміщення	12,7	

08-08.МКР.007-АБ				
Реконструкція існуючої споруди під торгово-офісну будівлю в місті Вінниця				
Зм.	Кільк.	Аркш.	№ док.	Валю
Виконав	Гарбуз ОО			
Перевірив	Блашук НВ			
Коректор	Блашук НВ			
Н. контр.	Мавська ІВ			
Опонец	Слободян НМ			
Затвердив	Швець ВВ			
Оптимізація конструкції підсиленого короткочасним спробою фундаменту мілкого закладання			Слово	Аркш.
Фасад 1-5, Фасад 5-1, Фасад Г-А, План підвального поверху, План першого поверху, План мансардного поверху, Розріз 1-1, 2-2, Експлікація приміщень			п	Аркш.
ВНТУ			зр.	Б-21м

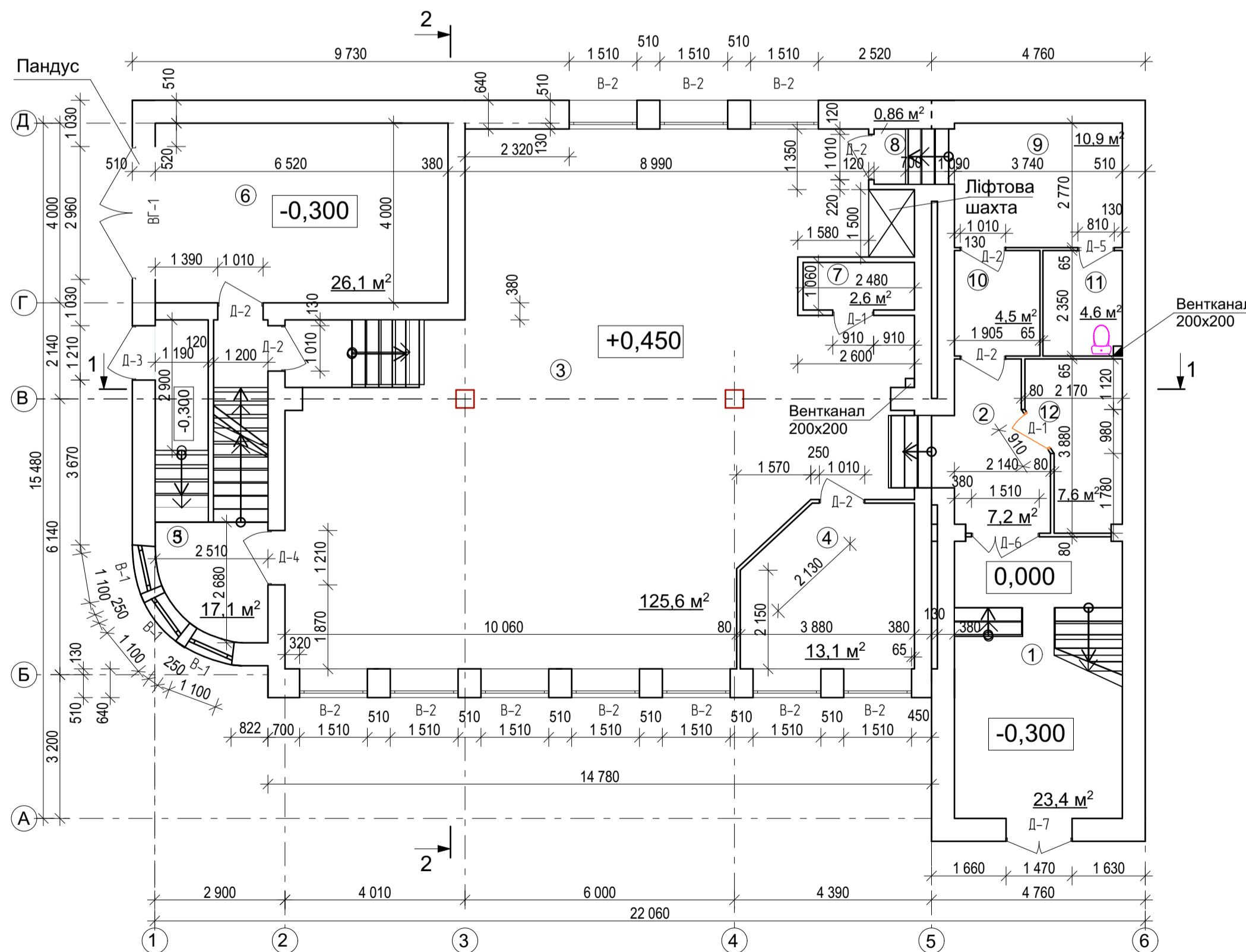
План підвального поверху



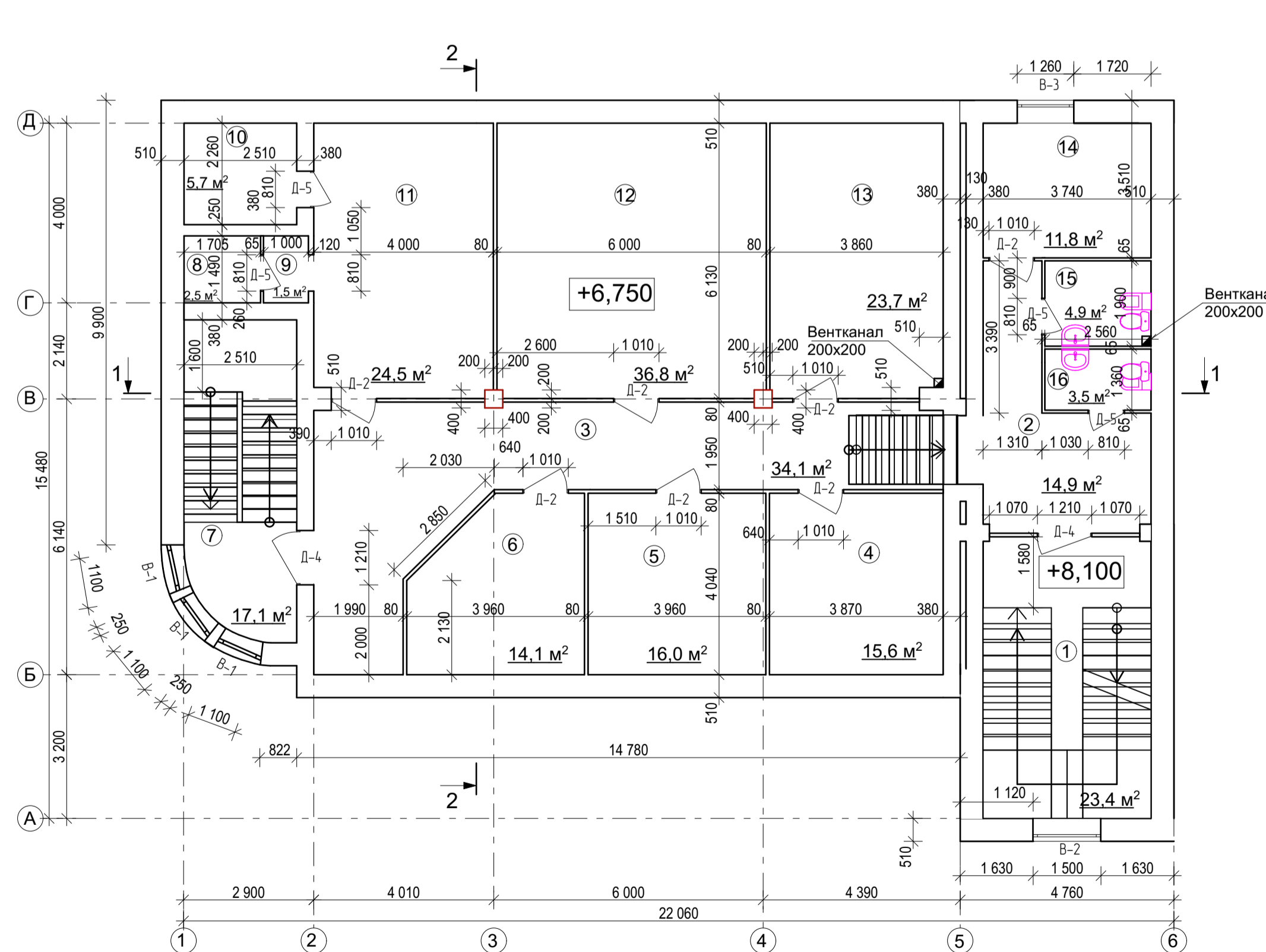
План першого поверху



План другого та третього поверху



План мансардного поверху



Експлікація приміщень

№, п/п	Найменування	Площа, м²	Примітки
Підвальний поверх			
1	Тамбур до сходів	2,4	
2	Сходові клітки №1	15,9	
3	Холл №1	4,3	
4	Холл №2	14,8	
5	Коридор №1	7,9	
6	Електрошитова	15,2	
7	Підсобне приміщення	32,5	
8	Складське приміщення промислової групи товарів	16,1	
9	Службовий кабінет	2,6	
10	Тамбур	5,5	
11	Сходові клітки №2	17,1	
12	Коридор №2	3,2	
13	Приміщення приймання-передачі товарів промислової групи №1	12,7	
14	Приміщення приймання-передачі товарів промислової групи №2	12,7	
15	Приміщення перерахування грошей	14,9	
16	Сейфове приміщення цінностей	14,9	
17	Тамбур-шлюз до ліфту	6,0	
18	Приміщення вентилятора димовидал.	20,4	
19	Передсховище №2	8,1	
20	Коридор №3	15,6	
Перший поверх			
1	Сходові клітки №1	23,4	
2	Холл	7,2	
3	Торгова зала	125,6	
4	Кабінет адміністратора	13,1	
5	Сходові клітки №2	17,1	
6	Розвантажувальний бокс	26,1	
7	Комора для зберігання інвентарю	2,6	
8	Тамбур	0,86	
9	Побутове приміщення	10,9	
10	Коридор	4,5	
11	Санвузол	4,6	
12	Кімната охорони	7,6	
Другий поверх та третій поверх			
1	Сходові клітки №1	23,4	
2	Холл	11,8	
3	Коридор	36,1	
4	Офісне приміщення	15,3	
5	Офісне приміщення	15,6	
6	Служба безпеки	13,7	
7	Сходові клітки №2	17,1	
8	Офісне приміщення	27,0	
9	Кабінет заступника керівника	21,1	
10	Приймальня	21,8	
11	Підсобне приміщення	0,94	
12	Кабінет керівника	23,0	
13	Кімната відпочинку	14,9	
14	Санвузол №1	5,8	
15	Санвузол №2	2,6	
Мансардний поверх			
1	Сходові клітки №1	23,4	
2	Холл	14,9	
3	Коридор	34,1	
4	Офісне приміщення	15,6	
5	Офісне приміщення	16,0	
6	Офісне приміщення	14,1	
7	Сходові клітки №2	17,1	
8	Офісне приміщення	2,5	
9	Тамбур	1,5	
10	Серверна	5,7	
11	Відділ автоматизації	24,5	
12	Зал засідань на 28 місць	36,8	
13	Офісне приміщення	12,7	
14	Опалювальний пункт(на природному газі)	11,8	
15	Санвузол №1	4,9	
16	Санвузол №2	3,5	

Погоджено:	
№ в. № ФОРМ.	Зом. № в. №
Підпис ДАТА	

08-08.МКР.007-АБ

Реконструкція існуючої споруди під торгово-офісну будівлю в місті Вінниця

Ек	Кільк	Архив	№ док	Підпис	Дата	Специ	Архив	Архив
Виконав	Гардін ОО							
Перевірив	Блашук НВ							
Коректор	Блашук НВ							
Н. контр.	Мисюцька ІВ							
Опонець	Слободян НМ							
Затвердив	Швець ВВ							

Оптимізація конструкції підсиленого короткочасними навантаженнями фундаменту мілкового закладання

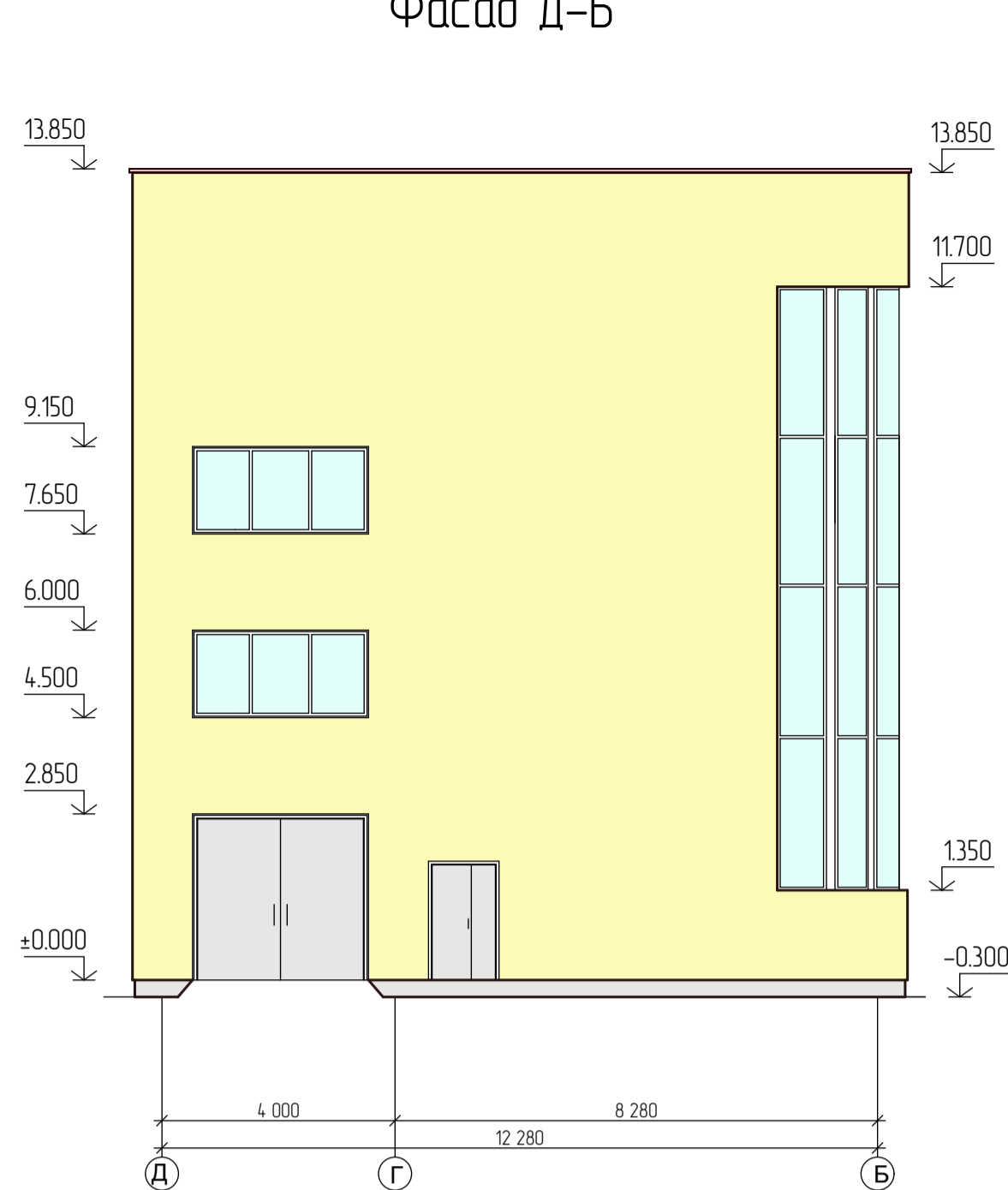
План підвального поверху, План першого поверху, План другого та третього поверху, План мансардного поверху, Експлікація приміщень

ВНТУ зр. Б-21м

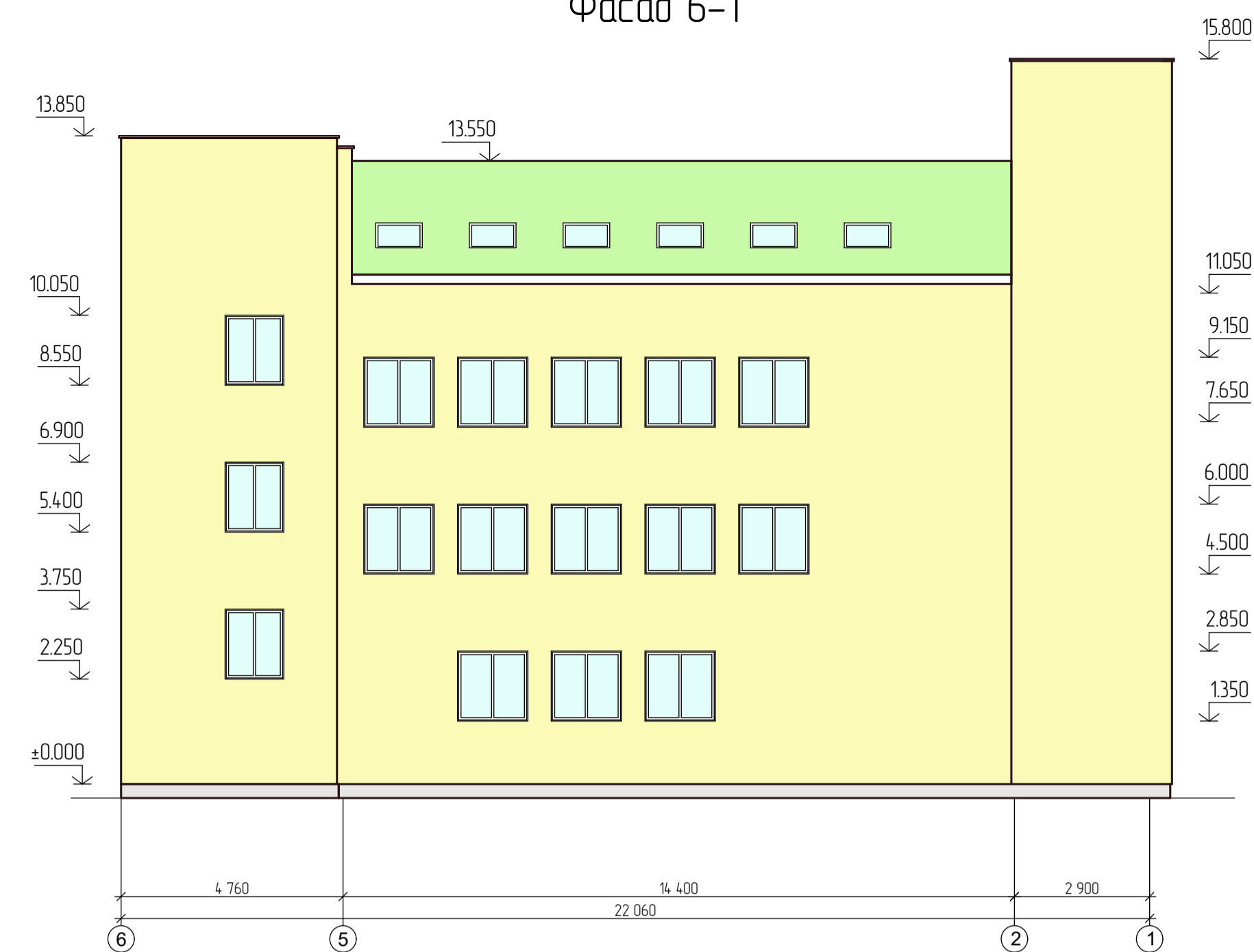
Фасад 1-6



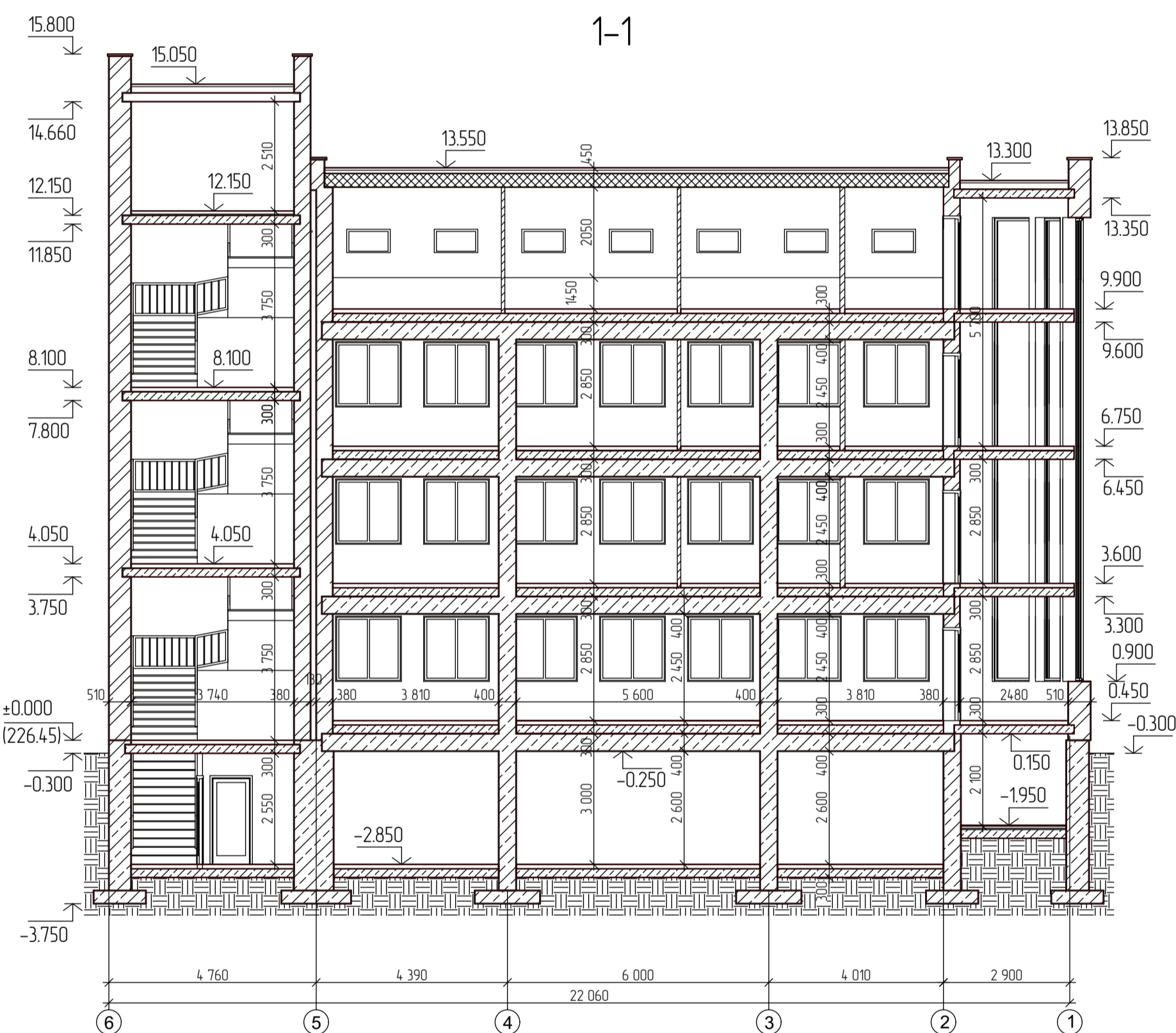
Фасад Д-Б



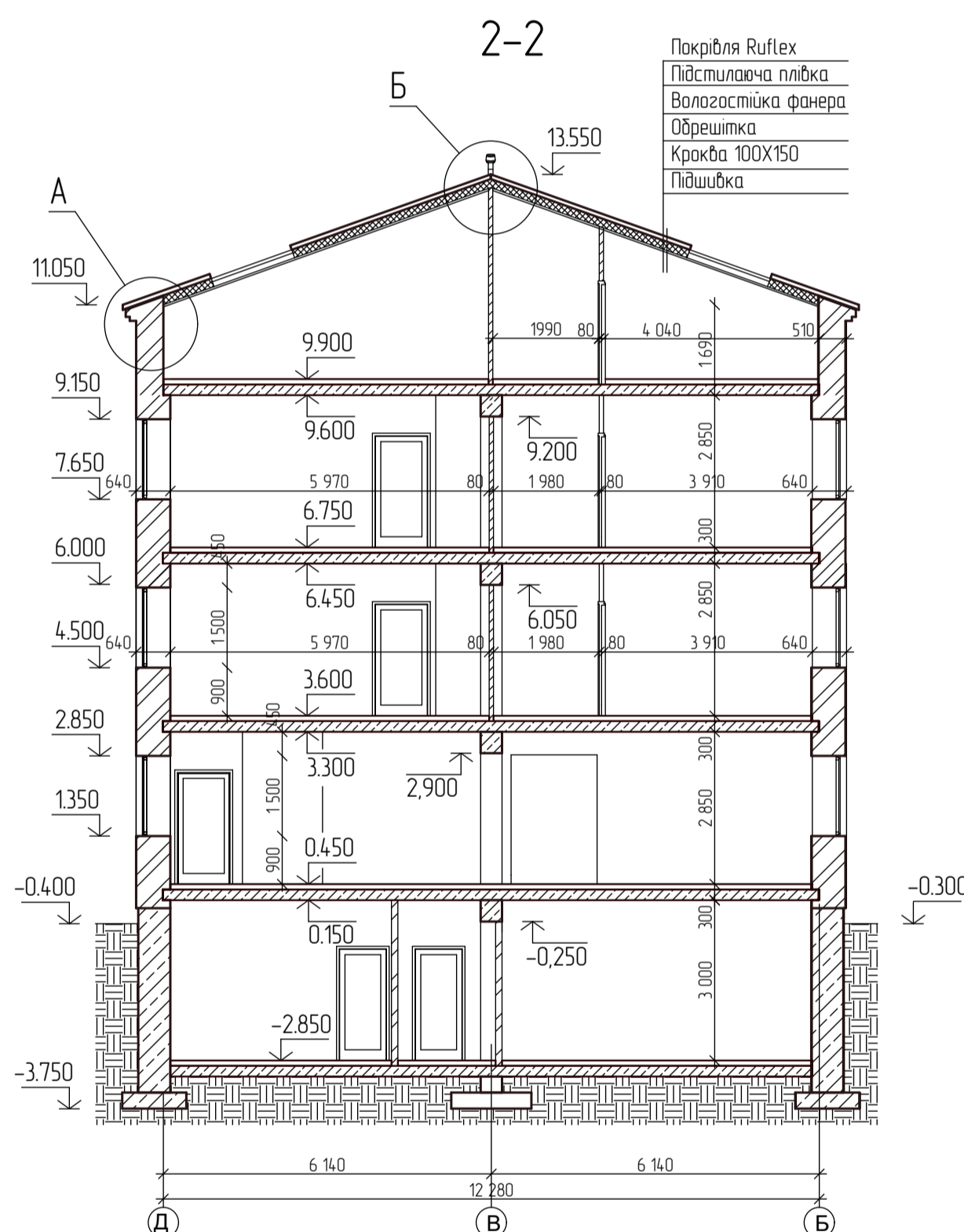
Фасад 6-1



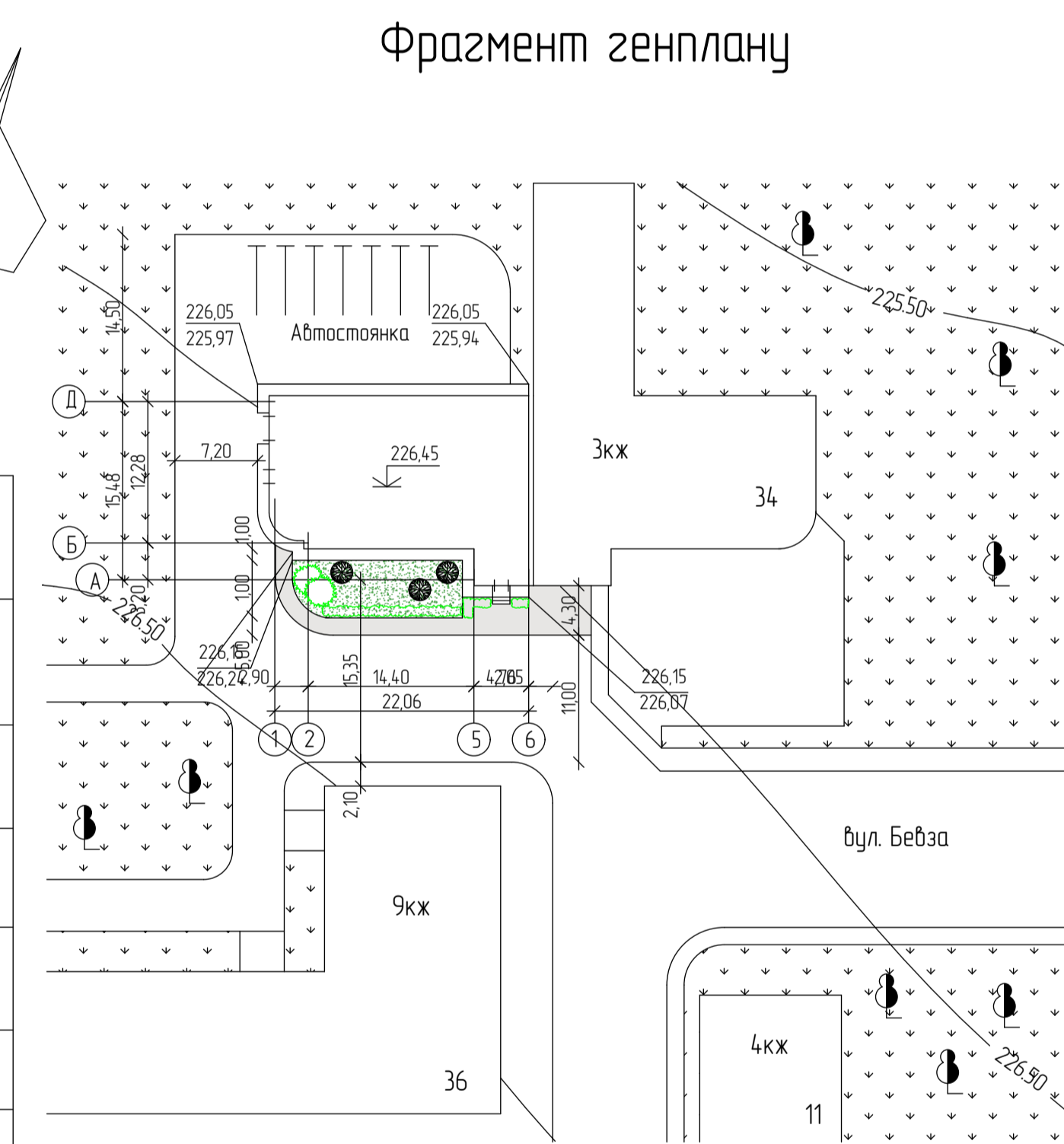
1-1



2-2



Фрагмент генплану



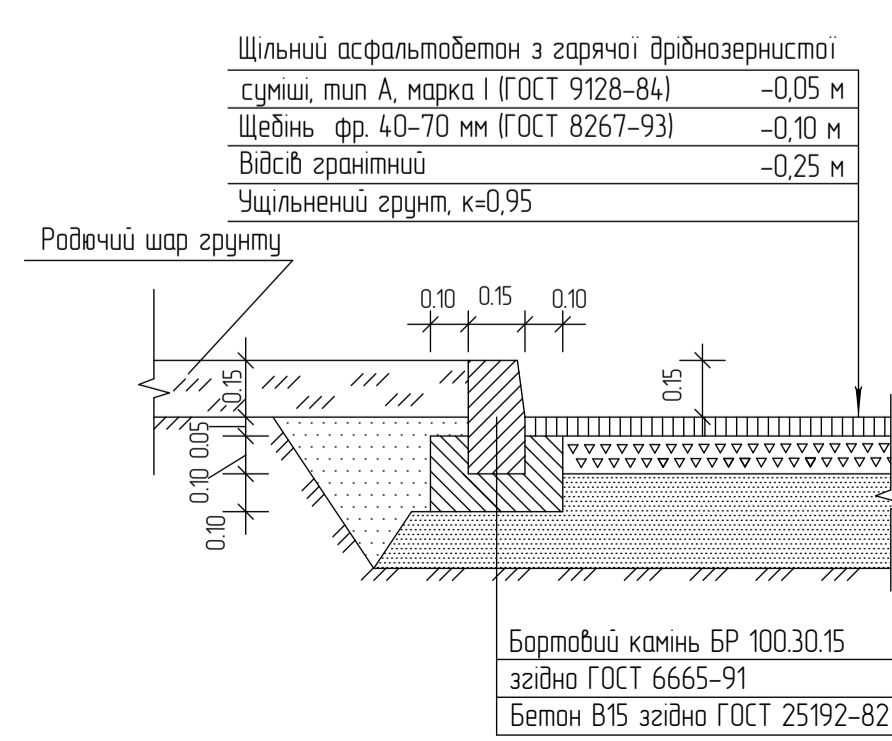
Умовні позначення

Ескіз	Найменування
	Будівля, що проектується
	Існуючі будівлі
	Тротуарне покриття
	Газон
	Жива огорожа з самшиту
	Кущі групової посадки
	Дерева хвойної породи
	Листяні дерева

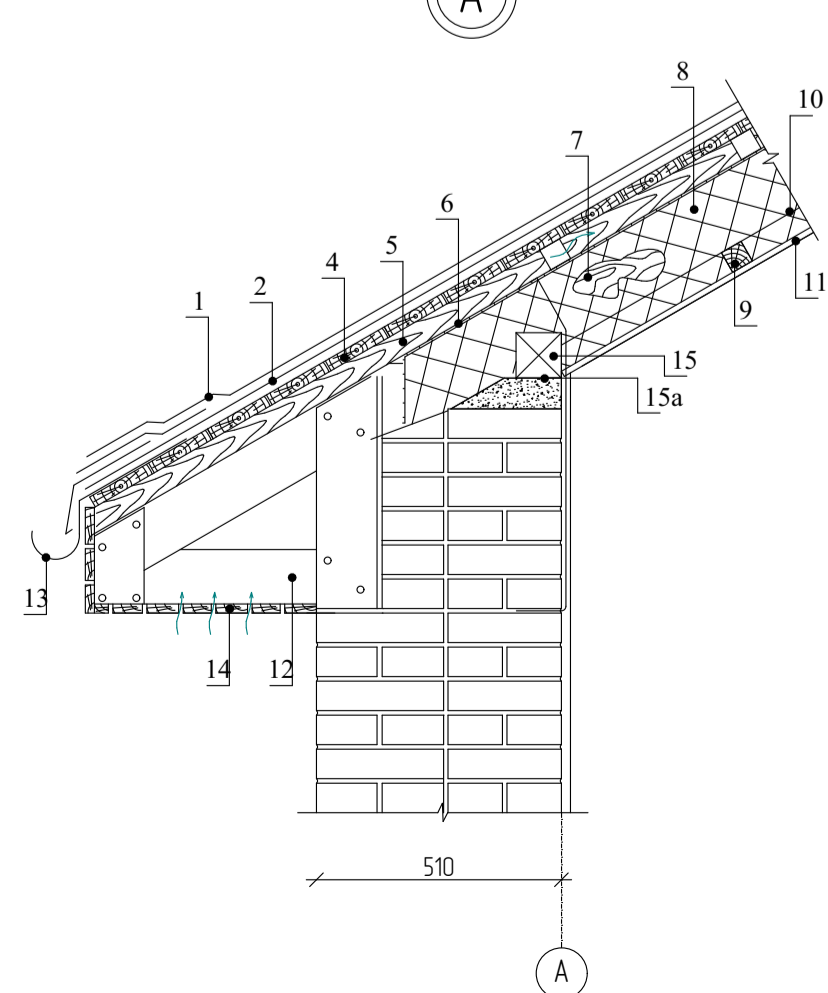
Основні техніко-економічні показники генерального плану

Найменування	Кількість, м ²	%	Примітка
1. Площа території, всього	1246,40	100	
2. Площа забудови	286,20	23,0	
3. Площа ділянок з твердим покриттям	712,90	57,2	
4. Площа озеленення	250,40	19,8	

Конструкція тротуарного покриття

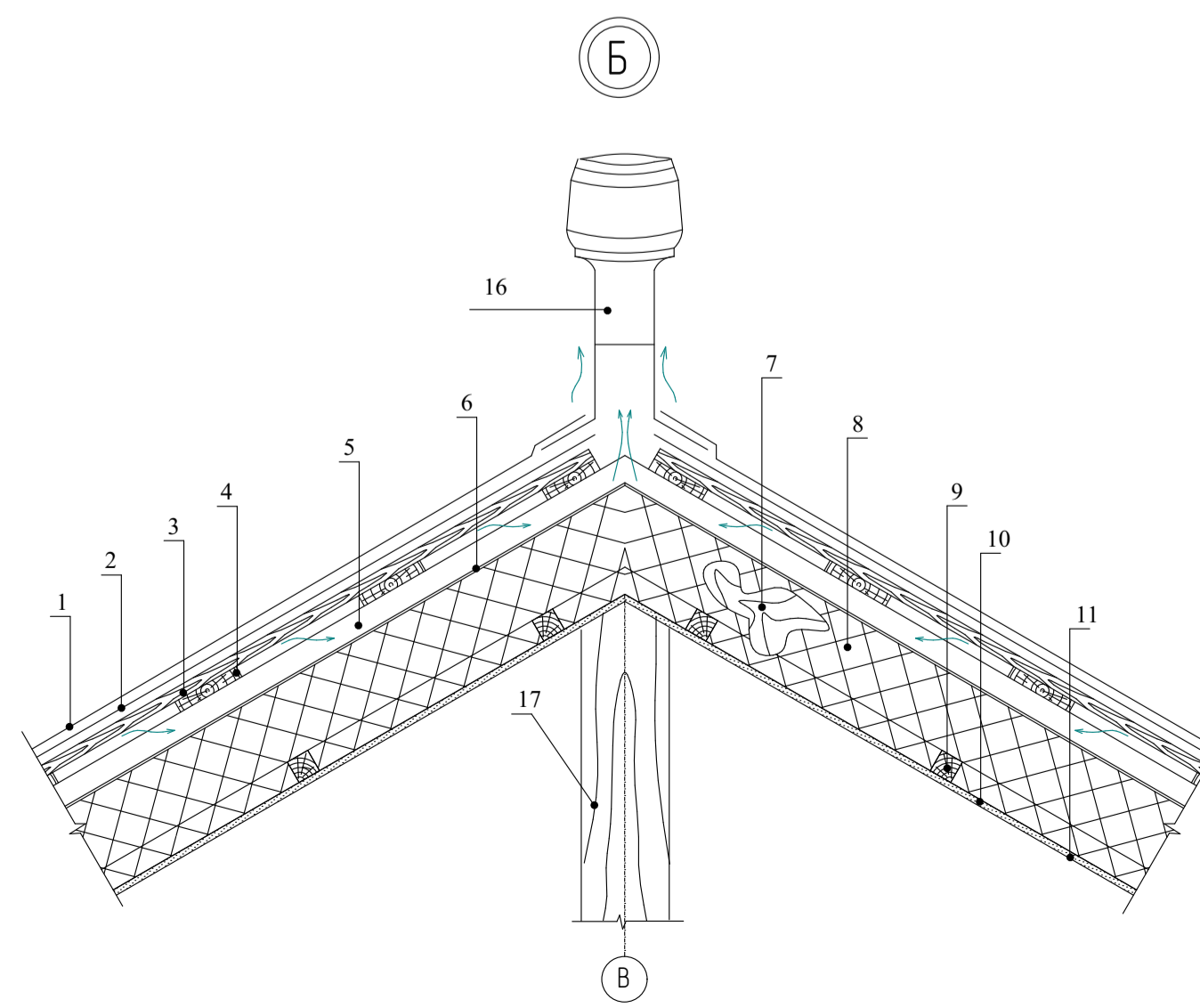


А



1. Покрівля Ruflex
2. Підстилка плівка
3. Вологостійка фанера
4. Обрешетка
5. Брус 50x50 (для забезпечення вентиляції)
6. Протикондесатна та вітрозахисна плівка
7. Кроквяна нога
8. Утеплювач - мінераловатна плита
9. Брус 50x50 (для додаткового утеплення)
10. Пароізоляція
11. Підшивка
12. Каркас карнизу
13. Водостічний жолоб
14. Підшивка карнизу
15. Мауерлат
- 15а. Гідроізоляційний шар
16. Коньковий вентилятор
17. Стійка 150x100

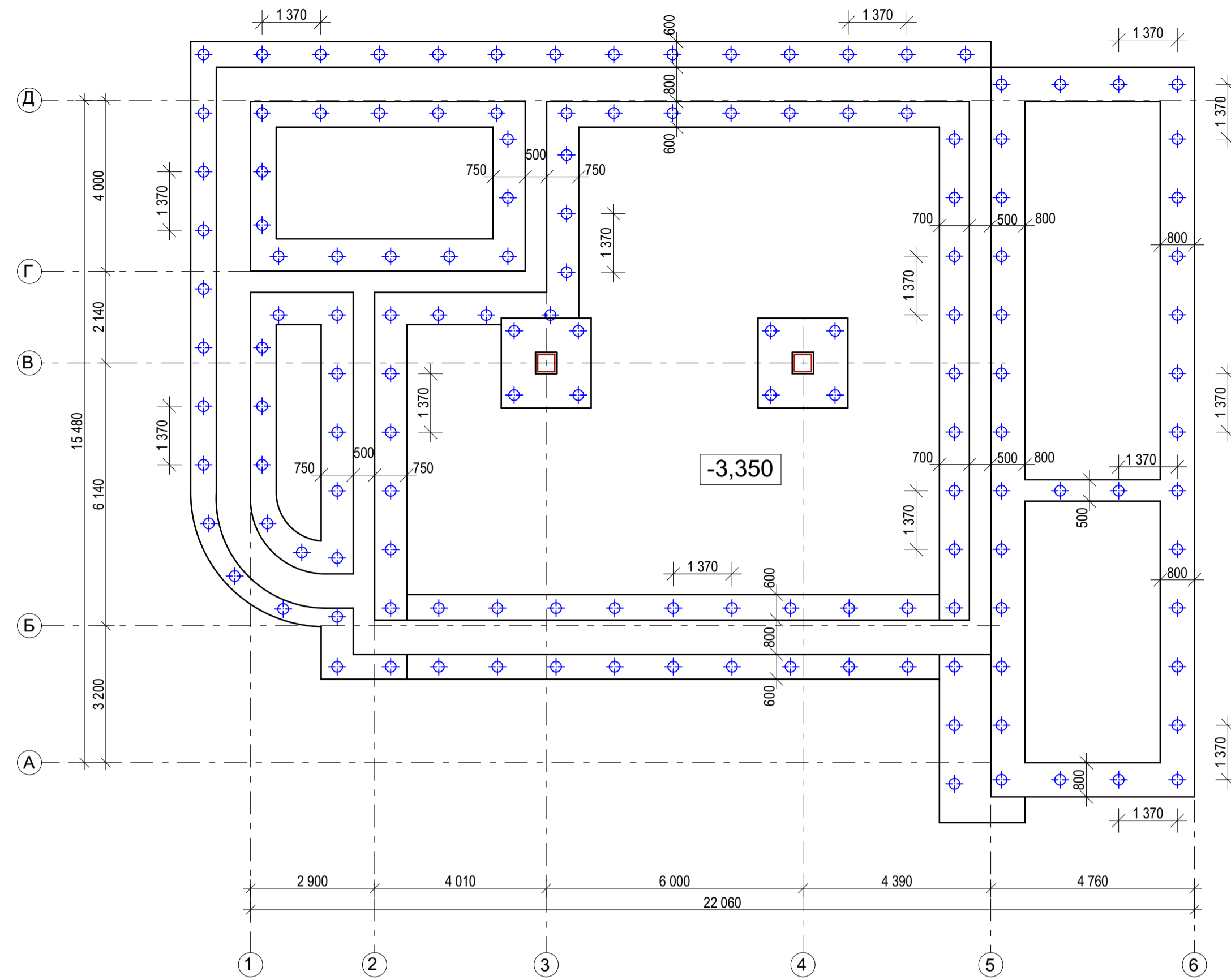
Б



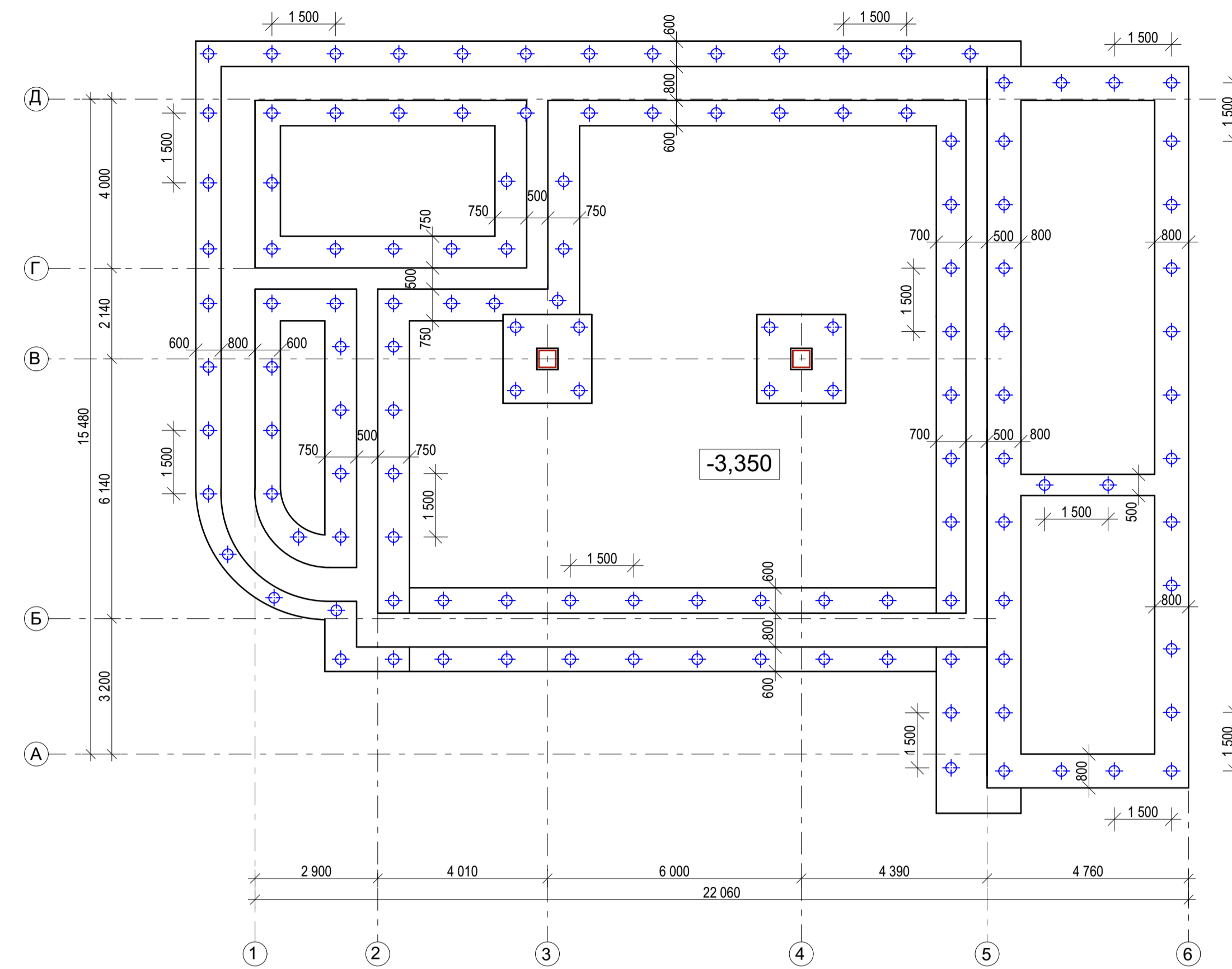
Погоджено:	
Зам. №:	
Підпис і дата:	
№ № ориг.:	

08-08.МКР.007-АБ				
Реконструкція існуючої споруди під торгово-офісну будівлю в місті Вінниця				
Ек	Кільк	Архив	№ док	Підпис
Виконав	Гардин ОО			
Перевірив	Блашук НВ			
Коректив	Блашук НВ			
Н. контр.	Мисевська ІВ			
Опонецт	Слободян НМ			
Затвердив	Швець ВВ			
Оптимізація конструкції підсиленого короткими палями спірального фундаменту мілкого закладання			Слова	Архив
			п	
Фасад 1-6, Фасад 6-1, Фасад Д-Б, Генплан М1:200, Вироби А, Б, Розрз 1-1, 2-2			ВНТУ зр. Б-21м	

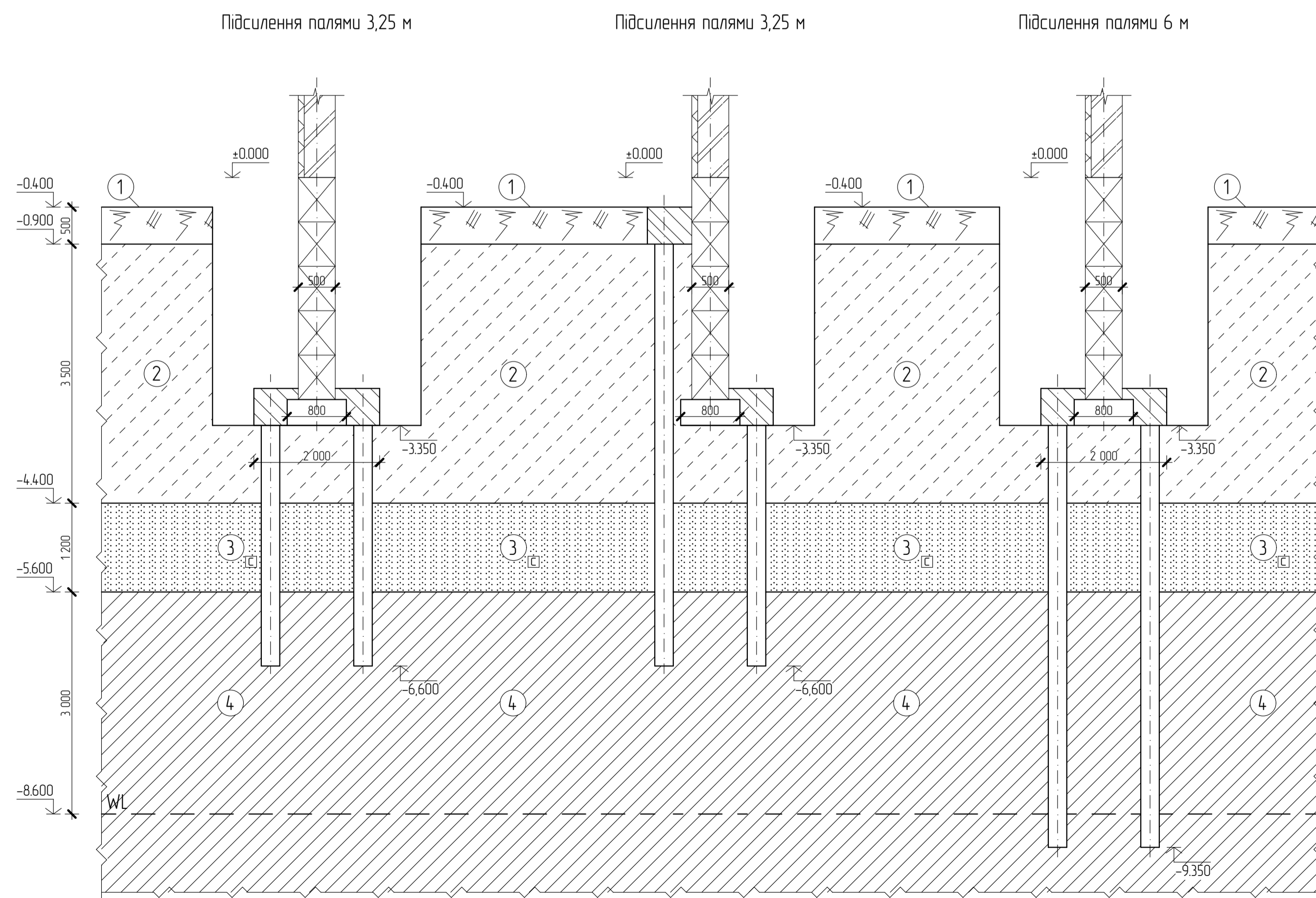
План підсилення фундаментів палями довжиною 3,25 м



План підсилення фундаментів палями довжиною 6 м



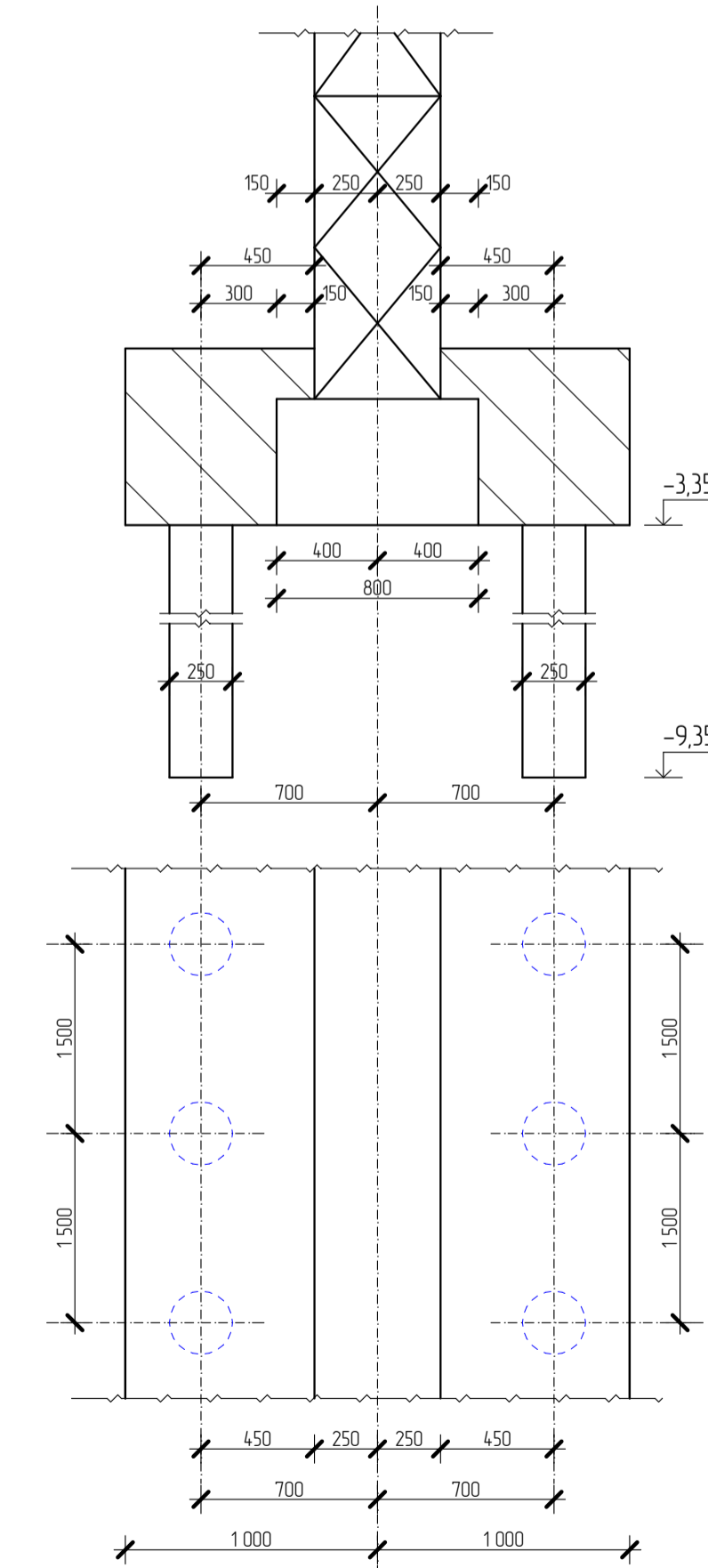
Геологічний розріз з варіантами фундаментів



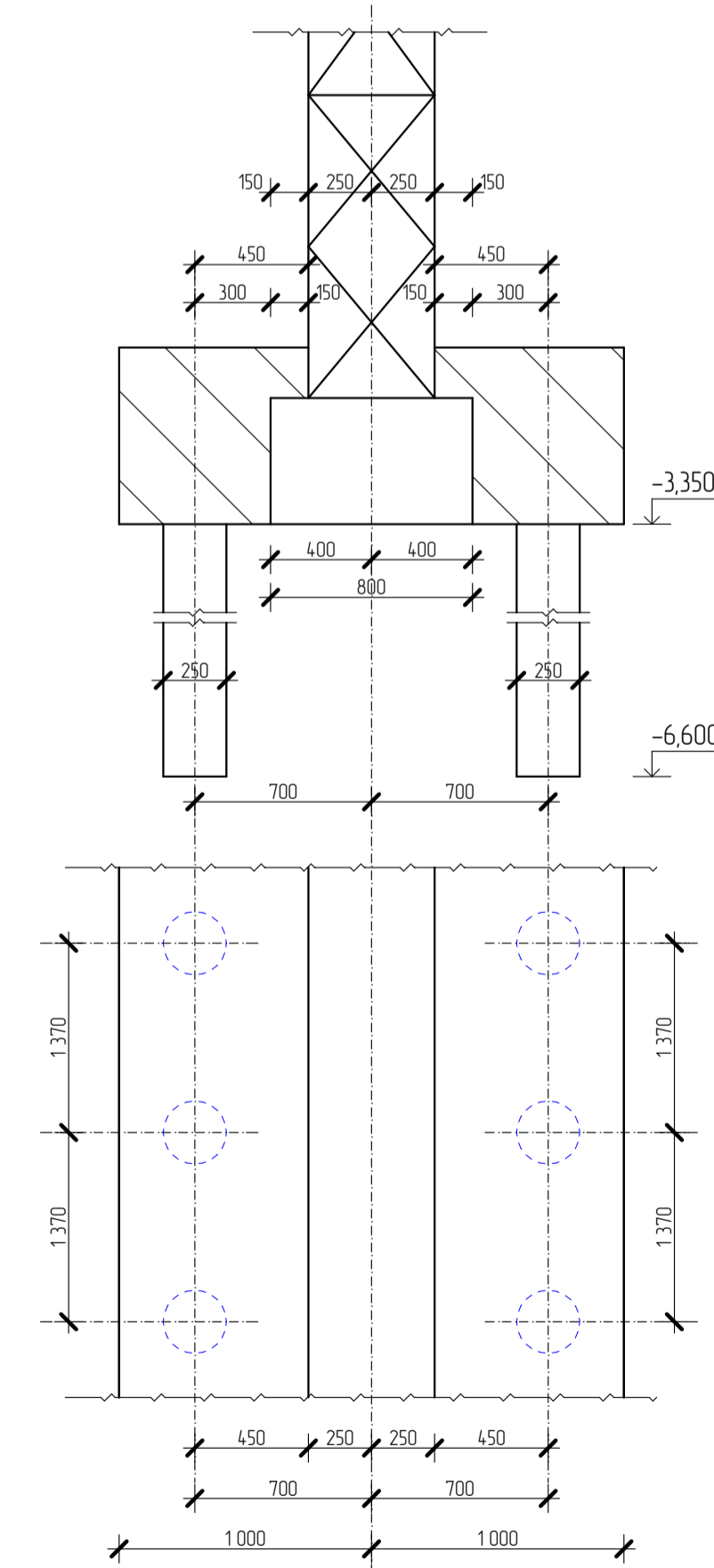
Умовні позначення

- Рослинний шар
- Супісок пластичний жовтий
- Пісок середньої крупності
- Суглинок сірий

Підсилення палями 6м



Підсилення палями 3,25 м



						08-08.МКР.007-КБ		
						Реконструкція існуючої споруди під торгово-офісну будівлю в місті Вінниця		
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	Оптимізація конструкції підсиленого короткими палями стрічкового фундаменту мілкою закладання		
Виконав	Горбун О.О.					Стала	Архив	Архив
Перевірив	Блашук Н.В.					п		
Коректив	Блашук Н.В.							
Н. контр.	Мавська І.В.							
ОпONENT	Слободян Н.М.					ВНТУ зр. Б-21м		
Затвердив	Швець В.В.					План підсилення фундаментів палями довжиною 3,25м. План підсилення фундаментів палями довжиною 6 м. Геологічний розріз з варіантами підсилення.		