

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Взаємодія мембранних фундаментів з ґрунтовою основою

Виконала: студентка 2 курсу, групи Б-20м  
спеціальності

192 Будівництво та цивільна  
інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Черевко Н. М.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент

(вчений ступінь, посада)

Блащук Н. В.

(прізвище та ініціали)

«17» грудня 2021 р.

Опонент: к.т.н., доцент

(вчений ступінь, посада)

Слободян Н. М.

(прізвище та ініціали)

«  »    20   р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

(підпис)

В.В. Швець

(прізвище та ініціали)

«  »    2021 року

Вінниця ВНТУ - 2021 рік

Вінницький національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, теплоенергетики та газопостачання  
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури  
Ступінь вищої освіти магістр  
Кваліфікаційна група спеціальностей 19 Архітектура та будівництво  
(шифр і назва)  
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва)  
Освітня програма Промислове та цивільне будівництво

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри БМГА  
Швець В.В.  
" 05 " 10 2021 року

### ЗАВДАННЯ

#### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Черевко Наталії Миколаївни  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Взаємодія мембранних фундаментів з ґрунтовою основою

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

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

2. Строк подання студентом роботи 27.11.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту проектування, результати інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається проектування десятиповерхового багатоквартирно житлового будинку з цокольним поверхом, в якому розміщені магазин та офісне приміщення. Будівля без каркасна з несучими цегляними повздовжніми зовнішніми та внутрішніми стінами, із збірним залізобетонним перекриттям. Покрівля плоска, покриття – свроруберойд.

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

Науково-дослідна частина (огляд літературних джерел, аналіз сучасних рішень фундаментів мілкого закладання. Теоретичне та експериментальне дослідження апружено-деформованого стану основ стрічкових фундаментів та мембранних фундаментів. Числове моделювання роботи стрічкового та мембранного фундаментів під дією вертикального навантаження зі зміною параметрів. Розроблення рекомендацій щодо проектування мембранних фундаментів мілкого закладання.

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

Основи та фундаменти (розрахунок традиційних стрічкових фундаментів та варіант мембранних стрічкових фундаментів).

Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.

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

Висновки

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

1. Науково-дослідний розділ – 5-9 арк. ( плакати, що ілюструють результати наукової дослідної роботи).
2. Архітектурно-будівельні рішення – 2 арк. (фасад, генеральний план, плани, покрівлі, розріз, вузли).
3. Основи та фундаменти – 1-2 арк. (план стрічкових фундаментів, робочі кресла стрічкового та мембранного варіантів фундаментів).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконав прийняв
Наук. розд.	к.т.н., доц. Блащук Н. В.		
Техн. част.	к.т.н., доц. Блащук Н. В.		
ОР та ЦЗ	Кобальковська Т. М., доц. каф. БРДПБ		
Бреш. умов	Майорова О. І., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання 05.10.2021 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

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

Студент

(підпис)

Черевко Н. М.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Блащук Н. В.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Черевко Н. М. Взаємодія мембранних фундаментів з ґрунтовою основою. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – Промислове та цивільне будівництво. Вінниця: ВНТУ, 2021. 110с.

На укр. мові. Бібліогр.: 25 назв; рис.: 33; табл. 18.

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджена робота стрічкового мембранного фундаменту мілкового закладання у порівнянні з роботою традиційного стрічкового фундаменту при однакових геометричних параметрах і однакових ґрунтових умовах. Встановлено, що величини осідань та тиску під подошвою мембранного фундаменту, головним чином, залежать від осьової жорсткості мембрани, стріли підйому та тертя між мембраною та ґрунтовою основою.

Силова мембрана, розміщена між стрічковими фундаментами, включає в роботу значний обсяг ґрунтового масиву і, тим самим, дозволяє зменшити розміри подошви стрічкових фундаментів за умови не перевищенням осідань граничних значень і середнього тиску під подошвою, що не перевищує розрахунковий опір ґрунту.

У технічній частині роботи розроблена конструкторська документація на багатоповерховий житловий будинок безкаркасної конструкції з цегляними стінами та збірними залізобетонними перекриттями. Розглянуті питання архітектурно-планувальних рішень, виконано проектування традиційних стрічкових фундаментів та мембранних фундаментів, розроблено розділи економіки та охорони праці.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 12 аркушів графічної частини.

Ключові слова: мембранний фундамент, стрічковий фундамент, ґрунтова основа, напружено-деформований стан, перерозподіл зусиль.

## **ABSTRACT**

Cherevko N. M. Interaction of membrane foundations with soil base. Master's thesis in the specialty 192 – Construction and civil engineering, educational program – Industrial and Civil Engineering. Vinnitsa: VNTU, 2021. 110p.

In Ukrainian language. Bibliographer: 25 titles; fig.: 33; tabl. 18

In the master's qualification work the work of the tape membrane foundation of shallow laying in comparison with the work of the traditional tape foundation at the same geometrical parameters and the same soil conditions is investigated. It was found that the values of subsidence and pressure under the sole of the membrane foundation mainly depend on the axial stiffness of the membrane, lifting arrows and friction between the membrane and the soil base.

The power membrane placed between the strip foundations includes a significant amount of soil mass and, thus, reduces the size of the sole of the strip foundation provided that the subsidence of the limit values and the average pressure under the sole does not exceed the calculated soil resistance.

In the technical part of the work developed design documentation for a multi-storey residential building of frameless construction with brick walls and prefabricated reinforced concrete floors. The issues of architectural and planning decisions are considered, the design of traditional strip foundations and membrane foundations is performed, the sections of economics and labor protection are developed.

The master's qualification work contains 12 sheets of the graphic part.

Key words: membrane foundation, strip foundation, soil base, stress-strain state, regeneration of forces.

Відомість графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітки
1	Мета та задачі дослідження	Плакат 1
2	Методи дослідження, наукова новизна	Плакат 2
3	Схема мембранного фундаменту, що приймався до розрахунку	Плакат 3
4	Значення вертикальних переміщень при виконанні стрічкового фундаменту без влаштування мембрани та при влаштуванні мембрани	Плакат 4
5	Ізолінії тиску під подошвою фундаменту без влаштування мембрани та при влаштуванні мембрани	Плакат 5
6	Узагальнення результатів досліджень	Плакат 6
7	Висновки	Плакат 7
8	Фасад в осях 1-13, відомість опорядження фасадів, фрагмент генплану, експлікація будівель і споруд, основні техніко-економічні показники, умовні позначення.	Аркуш 8
9	План типового поверху, план другого рівня 10-го поверху, вузли А-В, розріз 1-1.	Аркуш 9
10	План цокольного поверху, план 1-го поверху, план покриття, план покрівлі, техніко-економічні показники, вузли Г-Д, вузол утеплення зовнішньої стіни.	Аркуш 10
11	Геологічний розріз та схема фундаментів, план фундаменту, схема стрічкового та мембранного фундаменту	Аркуш 11
12	Порівняння традиційного варіанту фундаменту та варіанту, що запроєктований з врахуванням досліджень	Плакат 12

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ ВЗАЄМОДІЇ МЕМБРАННИХ ФУНДАМЕНТІВ З ГРУНТОВОЮ ОСНОВОЮ .....	7
1.1 Класифікація фундаментів мілкового закладання.....	7
1.2 Огляд теоретичних та експериментальних досліджень роботи ґрунтових основ .....	8
1.3 Взаємодія фундаментів мілкового закладання з сильно стисливими ґрунтовими основами.....	12
1.4 Мембранні фундаменти мілкового закладання. Композитні матеріали на основі фібри (КМФ). Класифікація, властивості.....	16
1.4.1. Мембранні фундаменти мілкового закладання. ....	16
1.4.2 Композитні матеріали на основі фібри (КМФ). Класифікація, властивості.....	20
1.5 Дослідження довговічності композитних матеріалів на основі фібри в якості несучих мембран у будівництві.....	23
1.6 Висновки за розділом 1 .....	25
2. ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ МЕМБРАННИХ ФУНДАМЕНТІВ .....	26
2.1 Загальні положення .....	26
2.2 Вплив стріли підйому та характеру початкової кривизни на взаємодію мембранного фундаменту з ґрунтовою основою .....	27
2.3 Вплив осьової жорсткості мембрани на взаємодію мембранного фундаменту з ґрунтовою основою .....	31
2.4 Вплив коефіцієнту тертя на взаємодію мембранного фундаменту з ґрунтовою основою.....	32
2.5 Висновки за розділом 2 .....	37

	3
3. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	38
3.1 Результати чисельного моделювання в програмному комплексі «ЛПРА-САПР».....	38
3.2 Висновки за розділом 3.....	45
4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА .....	46
4.1 Архітектурно-будівельні рішення .....	46
4.1.1 Загальні відомості про об'єкт будівництва .....	46
4.1.2 Генеральний план .....	47
4.1.3 Архітектурно-планувальні рішення .....	48
4.1.4 Конструктивне рішення .....	51
4.1.5 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення .....	62
4.1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	64
4.1.7 Інженерне обладнання.....	66
4.2. Основи та фундаменти .....	67
4.2.1 Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчику.....	67
4.2.2 Збір навантажень на фундаменти .....	68
4.2.3 Розрахунок фундаменту в варіанті мілкового закладання.....	71
4.2.4 Розрахунок стрічкового фундаменту за міцністю тіла.....	75
4.2.5 Розрахунок в варіанті мембранного стрічкового фундаменту.....	80
4.3 Висновки за розділом 4.....	85
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	86
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта .....	87
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць при улаштуванні штучних основ і фундаментів.....	87
5.1.2 Електробезпека .....	92



	4
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	94
5.2.1 Мікроклімат .....	94
5.2.2 Склад повітря робочої зони .....	94
5.2.3 Виробниче освітлення .....	95
5.2.4 Виробничий шум .....	97
5.2.5 Виробничі вібрації.....	99
5.2.6 Психофізіологічні фактори .....	100
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. ....	102
5.3.1 Оцінка безпеки перебування людей в будівлі в умовах .....	102
5.4 Висновки за розділом 5 .....	106
6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	108
6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів .....	108
6.2 Порівняльні кошторисні розрахунки вартості та трудомісткості фундаментів.....	109
6.3 Висновки за розділом 6 .....	112
ВИСНОВКИ .....	113
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	114
Додаток А – Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи .....	118
Додаток Б – Локальні кошториси.....	119

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Зниження матеріальних та трудових витрат, зменшення строків будівництва, збільшення надійності споруд є актуальним питанням на даний час. Виникає необхідність проведення досліджень з розробки та впровадження у серійне виробництво найбільш економічних фундаментів.

Вирішення зазначеної проблеми можливе за допомогою низки напрямків, одним із яких є удосконалення фундаментів мілкового закладання шляхом розробки нових конструктивних форм та використання прогресивних матеріалів, наприклад, впровадження в практику будівництва нових видів фундаментів.

Одним з варіантів такого фундаменту є мембранний фундамент, що являє собою поєднання поздовжніх та поперечних стрічкових фундаментів, об'єднаних мембранами.

Мембрана включає в роботу значний обсяг ґрунтового масиву і, тим самим, дозволяє при менших розмірах подошви фундаменту не перевищувати нормативних значень осідань основи і досягати середнього тиску під подошвою, що не перевищує розрахунковий опір ґрунту. Це, в свою чергу, призводить до зниження вартості фундаменту, тому дана тема є актуальною.

**Мета і задачі дослідження** є оцінка роботи мембранних фундаментів з ґрунтовою основою під дією вертикального навантаження.

Для реалізації даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- виконати огляд літературних джерел, проаналізувати методику розрахунку, рекомендації та публікації щодо роботи мембранних фундаментів;
- виявити вплив фізико-механічних характеристик основи та роль геометричних параметрів мембранних фундаментів на їх взаємодію з ґрунтовою основою;
- проаналізувати напружено-деформований стан основи досліджуваного фундаменту;
- шляхом чисельного моделювання мембранного фундаменту в ПК «Ліра САПР» проаналізувати напружено-деформований стан систем «мембранний фундамент – основа».

**Об'єкт дослідження** є стрічковий мембранний фундамент.

**Предмет дослідження** - напружено-деформований стан ґрунтової основи стрічкового мембранного фундаментів під дією вертикального навантаження.

**Методи дослідження.** Чисельний метод скінчених елементів для дослідження напружено-деформованого стану системи «ґрунтова основа – стрічковий мембранний фундамент».

**Наукова новизна одержаних результатів.** У роботі дістали подальшого розвитку методи дослідження напружено-деформованого стану стрічкових мембранних фундаментів мілкового закладання.

**Практичне значення одержаних результатів.** При виконанні даної роботи було доведено економічну ефективність влаштування стрічкових мембранних фундаментів у порівнянні з традиційними стрічковими фундаментами.

**Особистий внесок магістранта.** Внесок магістранта полягає у виявленні ряду факторів і критеріїв, що впливають на напружено-деформований стан системи «мембранний фундамент – основа».

**Апробація результатів магістерської роботи.** Результати магістерської кваліфікаційної роботи апробовано на науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, ВНТУ « Енергоефективність в галузях економіки України – 2021» (листопад, 2021 р.)

#### **Публікації:**

1. «Взаємодія мембранних фундаментів з ґрунтовою основою» на науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, ВНТУ « Енергоефективність в галузях економіки України – 2021» <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/view/14105>

2. «Вплив характеристик жорсткості, геометричних та конструктивних параметрів мембранного фундаменту на його взаємодію з ґрунтовою основою» на всеукраїнській науково-практичній конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2022) <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2022/paper/view/14230>

# 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ ВЗАЄМОДІЇ МЕМБРАННИХ ФУНДАМЕНТІВ З ГРУНТОВОЮ ОСНОВОЮ

## 1.1 Класифікація фундаментів мілкового закладання

За характером передачі навантажень класифікують фундаменти, що передають навантаження на основу: по підшві та одночасно по підшві та бічним поверхням.

Фундаменти, що передають навантаження на основу по підшві тиском: мілкового закладання та малозаглиблені. Їх класифікують за: характером роботи конструкції, конструктивними особливостями, матеріалом, способом виготовлення.

Мілкового закладання – фундаменти будівель з цокольним, підвальним поверхнями або підпіллям. Малозаглиблені – фундаменти, подошва яких розташовується в межах глибини промерзання ґрунтів.

За характером роботи конструкції фундаменти ділять на жорсткі та гнучкі. За конструктивними особливостями: стрічкові, стовпчасті та плитні. За способом виготовлення: збірні, що виготовляються в заводських умовах, та монолітні, що виготовляються на будівельних майданчиках,

Основними матеріалами фундаментів, які можна застосувати у будь-яких ґрунтах при улаштуванні усіх видів збірних та монолітних фундаментів є залізобетон та бетон. Матеріали для фундаментів обирають залежно від матеріалів основних конструкцій споруди. Фундаменти виготовляються із кам'яних матеріалів (блоки з каменю, цегла, бут), бетону, залізобетону. Можливе застосування ґрунтоцементу, полегшених чи легких бетонів.

Розподіл фундаментів на жорсткі і гнучкі здійснюється наступним чином:

- до *жорстких* відносять фундаменти, власні деформації яких достатньо малі порівняно з деформаціями основи. Їх подошва повністю вписується у контур, що

визначений кутом розширення або кутом розподілу напружень в кладці; жорсткість фундаментів не впливає на перерозподіл напружень;

- до *гнучких* відносять фундаменти, власні деформації яких близькі до деформацій основи. Їх підшва виходить за контур жорсткості; жорсткість фундаментів суттєво впливає на перерозподіл контактних напружень під підшвоюю.

Деякі гнучкі фундаменти відносять до умовно жорстких для спрощення визначення контактного тиску під підшвоюю. Можна ввести поняття про середній тиск на ґрунт завдяки умовам передачі тиску на основу через жорсткий фундамент. Зміна інтенсивності тиску на основу здійснюється за лінійним законом – це є головною умовою при розрахунку конструкцій жорстких фундаментів. Умови передачі тиску на основу змінюються завдяки вигину гнучких фундаментів. При великій величині консольних розширень, вже не може бути застосована лінійна епюра тиску на ґрунт.

В умовно жорстких фундаментах величина консольних розширень незначна, отже різницею між лінійною і нелінійною епюрами передачі тиску на ґрунт можна знехтувати.

Розрахунок за лінійною епюрою при більших виносках консольних розширень не буде достовірним, це означає що фундамент слід розраховувати виходячи з нелінійної епюри передачі тиску на ґрунт. Такий розрахунок базується на моделюванні піддатливості ґрунту і розглядається теорією роботи плит і балок на пружній основі. Для попереднього визначення розмірів перерізів для таких конструкцій використовують лінійний розподіл тиску.

## 1.2 Огляд теоретичних та експериментальних досліджень роботи ґрунтових основ

Модель місцевих пружних деформацій, основа у вигляді лінійно-деформованого напівпростору, основа у вигляді пружного шару кінцевої товщини

є основними гіпотезами і моделями основ, що найчастіше застосовуються в практиці проектування

Завдяки своїй простоті модель місцевих пружних деформацій, набула широкого розповсюдження при розрахунку на стисливій основі балок і плит. [1,2]. Застосування Фуссо-Вінклерівської моделі у практиці розрахунку основ призвело до прогресування гіпотези загальних пружних деформацій. Вперше застосована модель пружного напівпростору була Г.Е. Проктором [3], та надалі розвивалась Н.М. Герсевановим [4], В.А. Флоріним [5], М.І. Горбунов-Посадовим [6] та ін.

Розрахункових моделей основ має ряд інших гіпотез, наприклад: модель, що описується двома коефіцієнтами жорсткості ґрунту П.Л. Пастернака [2]; М.І. та В.З. Власова [7]; Кожна з моделей не може повністю відображати роботу основ і застосовується лише за певних ґрунтових умов.

Нелінійні моделі ґрунтової основи розглядали А.С. Строганов [8], В. П. Прагер [9], Г.М. Ломізе, А.Л. Крижановський [10], Є.Ф. Винокуров [11], В.А. Флорін [5], Ю.К. Зарецький [12], М.В. Малишев [12], Ю.М. Мурзенко та В.П. Диба [13] та ін.

Роботи В.А. Іллічова, Ю.К., Зарецького [12] присвячені новим напрямкам розвитку методів розрахунку основ та фундаментів

Розрахунок фундаментів-оболонки на пружному напівпросторі розробив J. Hollo [14]. Його метод дозволяє розраховувати фундаменти-оболонки з двоякою кривизною.

А. М. Hanna та W. Nadid [14] провели дослідження теорії визначення найбільш підходящої геометричної форми оболонки, яка дає рівномірне поширення контактного тиску. Встановлено, що крива, яка створює рівномірний контактний тиск, описується рівнянням синусу.

Я. А. Пронозін [15,16] розробив розрахункову модель для циліндричних фундаментів-оболонки, що працюють головним чином на розтяг у складі суцільних фундаментів. ґрунтова основа відповідає моделі Фуссо-Вінклера. та представлена коефіцієнтом постелі

У геотехніці часто використовуються моделі основи, якими враховано непружні та нелінійні властивості. Основною залишається пружнопластична модель з критерієм міцності Кулона-Мора. Перевагою такої моделі є використання відомих параметрів: модуль деформації, питоме зчеплення, кут внутрішнього тертя ґрунту, коефіцієнт Пуассона. Недоліками є нехтування нелінійністю при об'ємному стиску під час характеризування пластичних зсувних деформацій. Всередині граничної поверхні усі деформації є пружними та оборотними. Отже, модель Кулона-Мора не значно доповнює лінійну модель, обмежуючи величину зсувних напружень. Ще одним недоліком такої моделі є допущення про рівність на стадії навантаження та розвантаження модуля загальної деформації.

Шатрові моделі детальніше описують роботу ґрунту. Наприклад, пружнопластична «модифікована модель Cam Clay» [17], що стала однією з перших цілісних поглядів на нелінійність поведінки ґрунту. Вона враховує нелінійну роботу середовища при об'ємному стиску та при зсуві. Також врахована різниця роботи ґрунту при завантаженні та розвантаженні або повторному навантаженні.

Таким чином можливе більш повне моделювання поведінки ґрунтів. Недоліком шатрових моделей Cam Clay є неможливість опису ними на всіх траєкторіях навантаження нелінійної поведінки ґрунту. Основною гіпотезою цих моделей є в межах поверхні «шатра» розвиток області пружного стану. Це означає наявність лише пружних деформацій на яких завгодно траєкторіях навантаження області [17].

До перспективного напрямку відноситься модель ґрунту, що ущільнюється (Hardening Soil), в ній вводиться незалежний закон поведінки ґрунту під час деформації формозмін. Незалежно від об'ємних деформацій розвивається область ущільнення при зсуві. Така модель враховує наявність на різних траєкторіях навантаження пластичних деформацій формозміни. Недоліком зазначеної моделі є зростання об'ємних напружень, що спричинюють при деформаціях формозміни збільшення піддатливості ґрунту основи.

Теоретичні методи завжди підкріплюються експериментальними даними. Найдетальнішими дослідженнями розподілення контактних напружень є праці Ю.Н. Мурзенко [18]. У них вперше було помічено закономірності перерозподілу контактних напружень під час циклічного навантаження, розглянуто особливості взаємозв'язку змін осідання в моделі з розподілом контактних напружень. Надані графіки НДС основи, що дають можливість дослідити особливості зміни в фазах осідань та встановити їх межі.

К. Сечі [19] провів експериментальні дослідження контактних тисків по підшві циліндричної оболонки. Встановив, що епюра контактних тисків може мати параболічну або сідлоподібну форму в залежності від жорсткості оболонок; епюра має випуклу параболічну форму для жорстких оболонок. Показано вплив одно- та двопротітних оболонок на форму та осідання пружного ядра. Влаштування в фундаменті випуклості вниз добре впливає на розподілення напружень в основі та робить його рівномірнішим та збільшує зону поширення напруг у горизонтальному напрямі.

Експериментальні дослідження роботи мембранних фундаментів-оболонок (funicular shell footing), проведені Т. S. Iyer та N. R. Rao [20] показали, що при однакових габаритах на плані осідання у плоских штамів значно більші, ніж осідання мембранних фундаментів. Дослідники вважають, що значні відмінності осідань пояснюються, головним чином, формою мембранного фундаменту.

О. С. Порошин [21] провів експерименти з бінарним фундаментом-оболонкою, що включає в себе залізобетонну оболонку, що пов'язана шарнірно з опорним контуром, силової мембрани з композитного матеріалу з фіброю, що укладається над оболонкою та кріпиться в ребрах опорного контуру. Досліди показали, що у фундаменті відбувається поділ функцій у спільній роботі бінарної оболонки на роботу вільно лежачої згинальної оболонки і центрально розтягнутої мембрани. Реактивний тиск, що виникає під оболонкою сприймається мембраною, та перетворюється у зусилля розтягу, що передається на опорний контур. Так у роботу включається весь об'єм ґрунту під будівлею.



В результаті експериментальних досліджень взаємодії мембранних фундаментів із ґрунтами природного складу, Л. Р. Епіфанцева [22] встановила, що контактні тиски під центром мембрани зі зростанням навантаження збільшуються, це призводить до зниження зростання тиску під стрічковим залізобетонним фундаментом відносно середнього тиску. Ґрунт, втягнутий в роботу мембраною на 58% зменшує осідання стрічкової області мембранного фундаменту у порівнянні з аналогічним за розмірами фундаментом без мембрани. Виявлено, що на суглинках тугопластичної та напівтвердої консистенції навантаження, яке передано мембраною, становить 48% від всього навантаження.

Я. А. Пронозін [23] розробив методику розрахунку стрічкових мембранних фундаментів, враховуючи тертя між ґрунтовою основою та мембраною. Визначив, що тертя має значний вплив на напружено-деформований стан системи «ґрунтова основа-фундамент». Осідання стрічкового фундаменту знижується при зменшенні коефіцієнта тертя. На великомасштабних моделях у польових умовах доведено ефективність застосування стрічково-оболонкових фундаментів. Доведено, що використання мембранних фундаментів, дозволяє передати до 50% зовнішнього навантаження на ґрунтову основу під мембраною, що має малу матеріаломісткість. На основу під оболонкою передається до 70% всього навантаження при використанні на слабких ґрунтах стрічкового тонкостінно-оболонкового фундаменту.

### 1.3 Взаємодія фундаментів мілкового закладання з сильно стисливими ґрунтовими основами

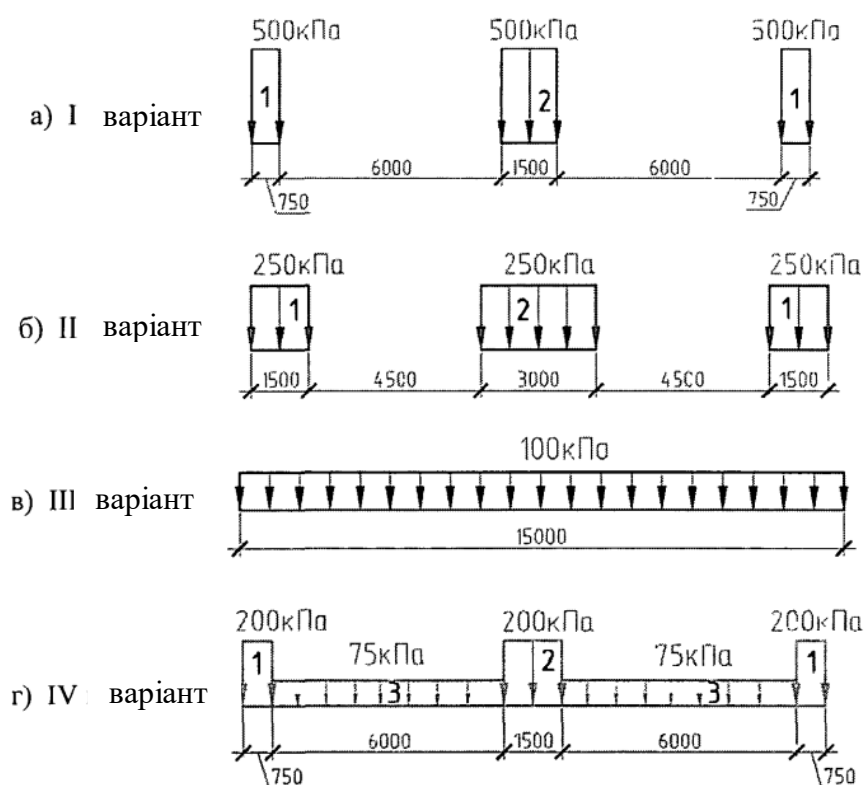
Важливим критерієм при будівництві є зменшення глибини стислової товщі, що дозволяє зменшити осідання фундаментів та їх нерівномірність.

Через високий рівень напружень під подошвою стрічкові фундаменти мають сутєві осідання, а також характеризуються нерівномірністю осідань через малий конструктивний зв'язок між стрічками, особливо це має значення у випадку

значної різниці в навантаженості окремих ділянок та нерівномірної стисливості ґрунтової основи.

Для зниження усередненого тиску потрібно збільшувати розміри стрічок, що призведе до нераціонального застосування матеріалу на фундамент.

У такому разі спрощеним варіантом є об'єднання стрічок у суцільну плиту. Виконання плитних фундаментів значно понизить рівень напружень, проте завдяки великій ширині збільшить глибину стисливої товщі, що, в свою чергу, призведе до великих значень осідань насамперед в умовах слабого підстильного шару. На рисунку 1.1 розглянуто різні варіанти навантаження фундаментів для порівняння глибини стисливої товщі та значень осідань



- а) локальне розподілення контактних тисків (варіант 1); б) локальне розподілення контактних тисків (варіант 2); в) рівномірне розподілення контактних тисків (варіант 3); г) нерівномірне розподілення контактних тисків (варіант 4)

Рисунок 1.1 – Схема навантаження ґрунтової основи

Глибина стисливої товщі  $H_c=1$  м - для 1 та 2 варіанта, осідання  $S_{\max I}=175,6$  мм,  $S_{\max II}=140,9$  мм.

Для варіанту 3 розрахунковий опір ґрунту зростає до  $R=329$  кПа,  $H_c=14,6$  м ;  
 $S=155,1$  мм.

У варіанті 4 розглядаємо окремі фундаментні стрічки та пролітну частину й враховуємо їх вплив одна на одну. У пролітній частині розрахунковий опір ґрунту  $R_{пр}=216,5$  кПа, потужність стисливої товщі  $H_{с,пр}=8,3$  м, осідання  $S_{пр}=55,3$  мм. У стрічковій частині  $R_{стр}=445$  кПа,  $H_{с,стр}=6,9$  м,  $S_{пр}=60,3$  мм.

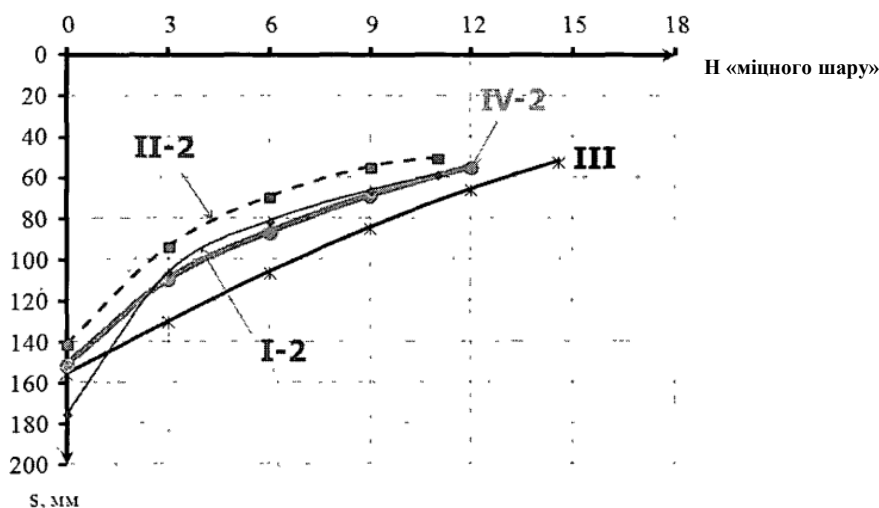
Контактний тиск менше розрахункового опору ґрунту у варіантах фундаментів 3 і 4. Це дозволяє при врахуванні взаємного впливу стрічок і пролітної частини використовувати метод кутових точок [24].

За результатами розрахунків отримали епюри вертикальних напружень за якими можливо визначити додаткові осідання, які виникли від пролітної частини під стрічками. Згідно розрахунку, додаткове осідання центральної стрічки за рахунок навантаження ґрунту пролітними частинами з обох боків рівне  $\Delta S_{стр} = 90,35$  мм, а навантаження ґрунтової основи пролітною частиною передає додаткове осідання крайнім стрічкам  $\Delta S_{плит} = 41,9$  мм. Таким чином повне осідання пролітної частини не зазнало змін і дорівнює  $55,3$  мм. Для центральної стрічки необхідно врахувати додаткове осідання від пролітних ділянок  $S_{повн, ц стр} = S_{ц стр} + \Delta S_{ц стр} = 150,6$  мм;  $S_{повн, кр стр} = S_{кр стр} + \Delta S_{кр стр} = 75,8$  мм. Осідання для всього фундаменту складає  $66,9$  мм і визначено як середнє по площі. Отже, середнє розрахункове осідань рівномірно завантаженого (варіант 3) більше осідання нерівномірно навантаженого фундаменту (варіант 4) на  $56\%$ . Це спостерігається тому, що глибина стиснутої товщі для варіанту 3 при рівномірному навантаженні рівна  $14,6$  м. А при нерівномірному –  $12,6$  м.

При нерівномірному навантаженні ділянки з значними контактними тисками мають малу ширину та глибину стисливої товщі. Пролітна частина має достатньо невеликий тиск, що також сприяє зменшенню глибини стиснутої товщі.

Отже різниця глибин стиснутих товщ становить  $14\%$  на користь варіанта з нерівномірним навантаженням. Можливість застосування даного підходу може бути забезпечена лише, якщо виконується умова  $p < R$  для всіх ділянок.

На рисунку 1.2 наведено результат розрахунку осідання тієї ж будівлі з різними варіантами навантаження на основу (рис. 1.1) при зміні розташування межі між підстиляючими слабкими, сильностисливими шарами міцними та верхніми шарами.



I-2 – центральна стрічка стрічкового фундаменту, варіант 1 (рис. 1.1 а); II-2 – центральна стрічка стрічкового фундаменту, варіант 2 (рис. 1.1 б); III – плитний фундамент, варіант 3 (рис. 1.1 в); IV – центральна стрічка, варіант 4 (рис. 1.1 г)

Рисунок 1.2 – Залежність осідання від глибини міцного шару ґрунту

В таких ґрунтових умовах розрахункове усереднене значення осідань кожного з варіантів навантаження зменшується, оскільки максимальні напруження концентруються по підшві фундаментів у масиві міцних та щільних ґрунтів. Вплив нерівномірно навантаженої основи (рис. 1.2 - IV-2) відносно до рівномірно навантаженої основи (рис. 1.2 - III) спостерігається в 16%, 18%, 19% вже з початку змін границі між міцними верхніми шарами та слабкими у 3 м, 6 м, 9 м відповідно. Розрахунковий опір ґрунту  $R$  під подошвою, за рахунок привантаження між стрічковими фундаментами, збільшує нерівномірне навантаження основ. Навантаження основи (рис. 1.1 г) через стрічкові фундаменти не спричиняє суттєвих осідань стрічок через незначну глибину активної зони під стрічками малої ширини, а навпаки, зменшує осідання всього фундаменту. Осідання і їх нерівномірність під деякими з частин споруди при

різному законі розподілу контактних тисків дають формулювання ідеї створення такого фундаменту, що при взаємодії із основою створює задане навантаження ґрунтового масиву з метою забезпечення нормативних параметрів.

Варіантом такого фундаменту є мембранний фундамент, що складається з різних за характером роботи та жорсткістю елементів – стрічковий залізобетонний фундамент та гнучкий елемент представлений силовою мембраною з композитного матеріалу на основі фібри, що розташована у пролітній частині, вона об'єднує сусідні стрічки у суцільний фундамент.

Мембрана – є елементом, ширина та довжина в якому значно більші товщини, а прикладені зусилля розподіляються в його площині.

Призначення мембрани полягає у передачі зовнішнього навантаження на масив ґрунту під всією площею будівлі, що дозволяє зменшити тиск під стрічковими фундаментами, та у формуванні привантаження для основи під стрічковими фундаментами, що збільшує розрахунковий опір основи  $R$ .

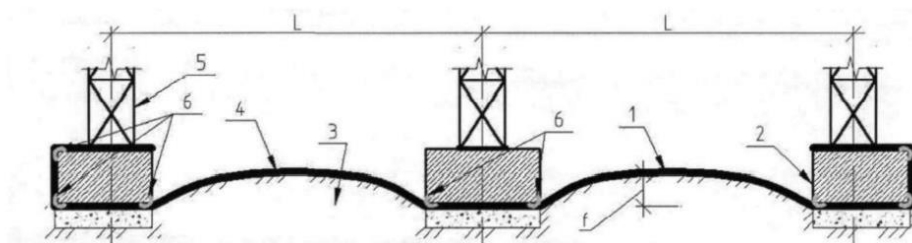
1.4 Мембранні фундаменти мілкового закладання. Композитні матеріали на основі фібри (КМФ). Класифікація, властивості

1.4.1. Мембранні фундаменти мілкового закладання.

Раціональним способом підвищення ефективності будівництва фундаментів для будівель невеликої поверховості є застосування систем, що мають звичні елементи та технології зведення, але при цьому включають в роботу максимальний об'єму ґрунту. Одним з варіантів такого фундаменту може бути бінарний фундамент-оболонка [15], недоліком якого є технологічна складність робіт з влаштування оболонки з залізобетону. Як альтернативний варіант залізобетонній оболонці у даній роботі розглядається мембранний елемент, укладений безпосередньо на ґрунтову основу. У цьому випадку знижується вартість, витрата матеріалів та трудомісткість фундаменту. Перевагою

впровадження мембран є відсутність необхідності використання техніки, зварювального обладнання, додаткової робочої сили, відбувається скорочення часових витрат, що відображається на загальних витратах, і як правило, такий підхід до зведення фундаментів найчастіше виявляється найдоцільнішим [23]. НДС системи «основа-фундамент» буде змінений при виключенні оболонки як розподільчого елемента. Тому, необхідно виконати нові експериментальні та теоретичні дослідження для детального розгляду взаємодії запропонованого фундаменту з основою. Стрічковий мембранний фундамент (СМФ) містить штучну або природну основу з криволінійною поверхнею - 3, опуклою вгору, що має форму оболонки, суцільну мембрану з композитного матеріалу на основі фібри - 1, опорний контур у вигляді системи перехресних балок стрічкового фундаменту-2 (рис. 1.3). Порівняно із традиційними стрічковими фундаментами без мембрани застосування мембранного елемента дозволить зменшити ширину фундаментної плити стрічкового фундаменту або при тій самій ширині суттєво збільшити передачу навантаження на основу за рахунок включення в роботу всього ґрунту, що знаходиться під будівлею, та забезпечити економію трудовитрат і часу при зниженні вартості будівництва на 30-50% [23].

Перевагами даного фундаменту відносно стрічкових є менші значення абсолютних осідань, суттєво менша нерівномірність осідань за рахунок включення в роботу ґрунту в пролітній частині мембраною. По відношенню до плитних це менша трудомісткість, вартість а також швидкість зведення.



1 – мембрана з двох шарів КМФ; 2 – опорний контур; 3 – природня (штучна) основа; 4 – прокладка з полімерної плівки; 5 – стіни із блоків ФБС; 6 – розрізана взовж труба

Рисунок 1.3 – Двопролітний мембранний фундамент

Було виконано експериментальні дослідження [21, 22, 23]. взаємодії стрічкового мембранного фундаменту (рис. 1.4) з ґрунтовою основою. Проведено порівняння з стрічковими фундаментами без влаштування мембрани, аналогічних розмірів. Ґрунтова товща глибиною 10 м складалася з напівтвердих та тугопластичних суглинків з  $E > 5\text{МПа}$ . Як мембранний елемент взято полотно з шести шарів геосинтетичної сітки ССП 30/30-2,5(300), з розміром чарунки  $2,5 \times 2,5\text{мм}$ .

Визначено, що при середньому тискові під подошвою мембранного фундаменту, що рівний 200 кПа, потужність стиснутої товщі не перевищує  $1,4b=2,4$  м, де  $b$  – ширина подошви фундаменту. Значення глибини стисливої товщі, визначеної за нормами, дорівнює 4,8 м, що у 2 рази перевищує експериментальні значення



1 – поздовжні стрічкові фундаменти; 2 – поперечні стрічкові фундаменти, 3 – ґрунтова основа; 4 – несуча мембрана

Рисунок 1.4 – Загальний вигляд стрічкового мембранного фундаменту

Мембранні фундаменти раціональні:

- як альтернатива плитним та стрічковим фундаментам для каркасних, безкаркасних будівель невеликої поверховості з відносно регулярною сіткою колон або несучих стін з середнім тиском на основу до 150 кПа , та в

умовах наявності у будівлі ділянок з різною величиною навантаження (рис 1.5)

- При ґрунтових умовах зі потужною товщею слабких пілувато-глинистих ґрунтів з низьким значенням розрахункового опору  $R \approx 150$  кПа,  $E \approx 1$  МПа (рис. 1.5 – I варіант).
- при малій глибині щільних ґрунтів під подошвою фундаментів, що підстиляються слабкими пілувато-глинистими ґрунтами з малим значенням  $R < 150$  кПа, малим модулем деформації  $E < 1$  МПа (рис. 1.6 – II варіант).

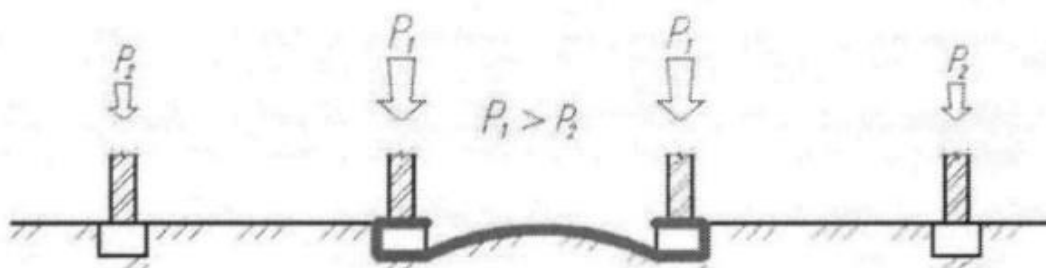


Рисунок 1.5 – Фундамент будівлі з ділянками з різним навантаженням

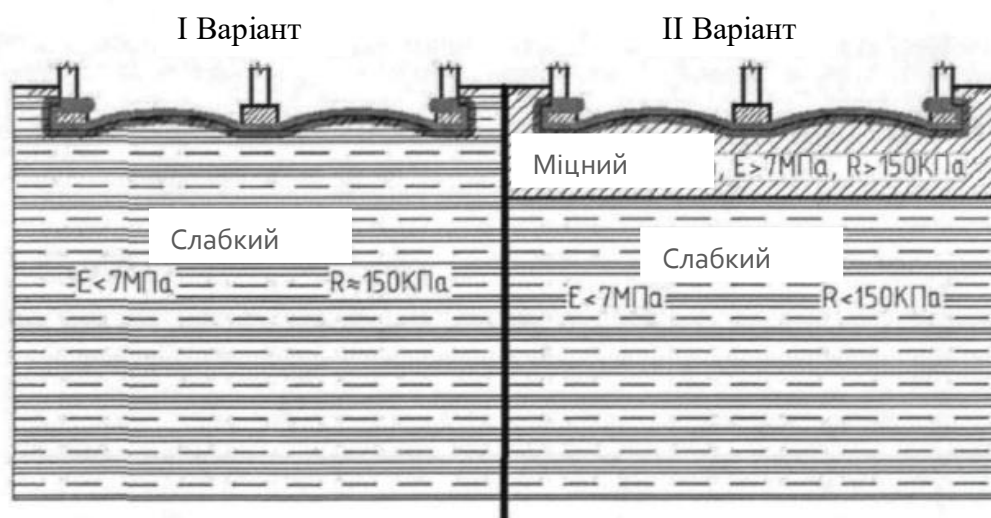


Рисунок 1.6 – Ґрунтові умови при яких доцільне застосування мембранних фундаментів



#### 1.4.2 Композитні матеріали на основі фібри (КМФ). Класифікація, властивості

Використання сучасних композитних матеріалів на основі фібри (КМФ), армованих волокном (композитів) забезпечує ряд переваг: мала вага, гарні механічні властивості, стійність до корозії та інші.

Композитні матеріали складаються найчастіше з двох або більше (рідко) компонентів. Безперервна фаза називається матрицею, а другий компонент – армуючою фазою або наповнювачем, роль якого полягає у зміні властивостей матриці потрібним чином. КМФ (волокна), виготовляють з довгастих мікрОВОЛОКОН, що омонолічені у полімері, що затвердіває та пов'язує їх в суцільний матеріал.

Найбільшого поширення набули такі типи волокон : скловолокна, вуглецеві, арамідні. В якості затверджувального полімеру зазвичай виступають епоксидні та поліакринітрилові смоли.

В залежності від типу волокон (фібри), що використовуються для створення композиційного матеріалу (КМФ), їх поділяють на композиційні матеріали на основі вуглецевих волокон (КМФВ), скловолокон (КМФС), та арамідних волокон (КМФА). У світовій літературі ці матеріали отримали назву FRP (fibre reinforced polymer). Кварцове скло використовується у композитних матеріалах на основі скловолокон. Існує три типи скловолокон для зовнішнього армування: А-скловолокно, AR-, E-, що чинять високий опір до впливів лугів.

E-скловолокно вміщує переважну кількість борної кислоти й алюмінату, погано протидіє лужній та кислотній агресії та гарно працює у водних розчинах.

A-скловолокно має більшу жорсткість та міцність, але погано протидіє лужним впливам; у порівнянні з іншими скловолокнами його ціна вища.

В AR-скловолокно вводиться велика кількість цирконію для запобігання негативним впливам лужного середовища на контактній поверхні з залізобетонною конструкцією.

Арамідні волокна за хімічною структурою відповідають нейлонним волокнам.

Вони на протигагу іншим волокнам мають кращі модуль пружності та міцність, у поперечному напрямку, що пояснюється анізотропністю їх структури. В діаметрі арамідні волокна сякають до 12 мкм.

При дії навантажень розтягу вони пластичніші, а під час стиску залишаються пружними до самого руйнування. Арамідні волокна зносостійкі та жорсткі, мають низьку електро- та теплопровідність.

Вуглецеві волокна виготовляють з різноманітних прекурсор так називають вихідні матеріали.

Прекурсор та умови карбонізації чинять значний вплив на механічні властивості волокон, залежать від ступеня насичення початкового матеріалу вуглекислим газом, вони визначають дефектність кристала

Характеристики міцності та деформативності композитних матеріалів напряму залежать від напрямку розташування волокон, тобто ці матеріали є анізотропними.

Сучасний ринок пропонує КМФ у трьох виконаннях – це ламінати, полотна та геосітки.

Ламінати являють собою волокна під захистом полімерної матриці.

Полотна – це одно направлені або двонаправлені волокна в чистому вигляді. Геосітки – це комірчасті полотна, із окремих ниток з певним кроком.

Фізико-механічні властивості композиційних матеріалів залежать від: типу та кількості волокон, їх напрямку та розподілу у поперечному перерізі стрічки, об'ємного співвідношення волокон і затверджуючого полімеру композиту.

Типові фізико-механічні властивості волокон композитних матеріалів, що застосовуються в будівництві наведено у табл.1.1.

Таблиця 1.1 – Типові властивості волокон композитних матеріалів

Тип фібри	Міцність на розтяг, МПа	Модуль пружності, Гпа	Деформація видовження, %	Щільність т/м <sup>3</sup>
Вуглецеві волокна <sup>1</sup>	4300-5100	230-280	1,6-1,73	1,75
Вуглецеві волокна <sup>1</sup>	2740-5490	294-329	0,7-1,9	1,78-1,81
Вуглецеві волокна <sup>2</sup>	2600-4020	390-760	0,4-0,8	1,85-1,90
Арамідні волокна <sup>3</sup>	3200-3600	124-130	2,4	1,44
Скловолокна	2400-3500	70-85	3,5-4,7	2,6
<sup>1</sup> На поліакринітриловій матриці				
<sup>2</sup> На матриці з епоксидної смоли				
<sup>3</sup> Арамід може мати ту саму міцність з меншим модулем пружності				

У табл. 1.2. наведено відношення основних фізико-механічних характеристик композитних матеріалів при їх лабораторних випробуваннях.

Таблиця 1.2 – Анізотропні властивості композитних матеріалів

	$E_1/E_2$	$E_1/G_{12}$	$\sigma_1/\sigma_2$	$a_1/a_2$
Боросилікатне скло/епоксид	4,42	8,76	17,7	0,13
Бор/епоксид	9,27	37,40	24,6	0,20
Вуглець/епоксид	13,60	19,10	41,4	-0,07
Арамід/епоксид	15,30	27,80	26,0	-0,07

$E$  – модуль пружності;  $G$  – модуль зсуву;  $\sigma$  – руйнівне напруження;  $a$  – коефіцієнт температурного розширення

В повздожньому напрямку відносно розташування волокон (індекс 1) та у поперечному напрямку відносно розташування волокон (Індекс 2).

На рис. 1.7 наведено типову діаграму деформування для різних композитних матеріалів та арматурної сталі. Як видно з наведених графіків,

руйнування КМФ носить крихкий характер, вони не володіють пластичними властивостями як сталь.

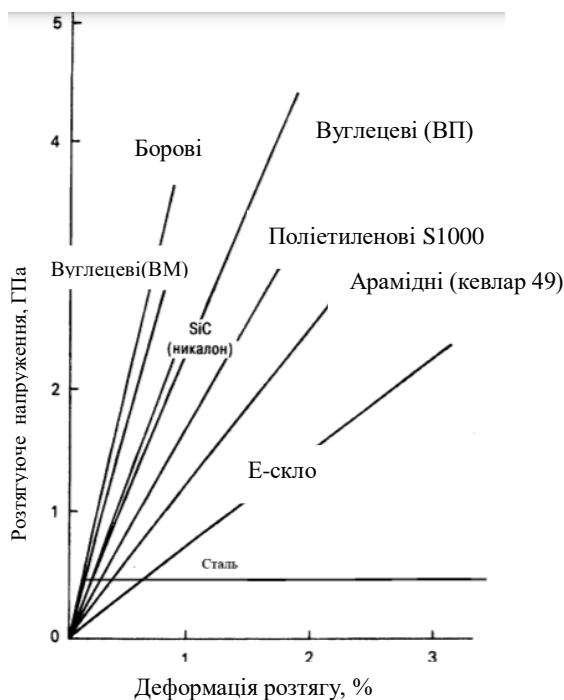


Рисунок 1.7 – Діаграма «напруження – деформації» для різних типів КМФ та арматурної сталі

1.5 Дослідження довговічності композитних матеріалів на основі фібри в якості несучих мембран у будівництві

Композитні матеріали з фіброю раніше були актуальними лише для автомобільної та аерокосмічної промисловості. З часом такі матеріали стали застосовуватись і в будівельній галузі. Їх перевагою є простота виготовлення та низька вартість.

Повне уявлення про довговічність КМФ є одним з найважливіших питань для вирішення задач матеріалознавства та проектування. Одним із методів прогнозу довговічності є метод, що полягає в визначенні зміни характеристик міцності КМФ в залежності від показника агресивності середовища.

Дослідженнями в області структури, властивостей та характеру роботи композитних матеріалів в різних умовах експлуатації займалися: В.П. Селяєва [25], П.В. Комарова [26], Л.Р. Епіфанцева [22], Swamy, R.N. [27], Malvar, L.J. [28].

Було виконано лабораторні дослідження з метою вивчення впливу хімічних компонентів ґрунтового середовища та визначення довговічності композитних матеріалів. У працях Л.Р. Епіфанцевої [22] описано випробування вуглецевого волокна MBrace Fib BASF та геосітки ССП 30x30/2,5 Нефтегаз ГРУНТСЕТ

За результатами експеримента середній опір розтягу геосітки  $3850 \text{ кг/см}^2$  ( $2470 \text{ кг/м.п}$ ), що відповідає модулю деформації  $1,8 \times 10^5 \text{ кг/см}$ . Середнє значення відносного видовження  $0,027$ . При накопиченні деформацій при довготривалому навантаженні зменшується міцність геосітки. Аналіз розвитку деформацій в часі показав, що геосітка володіє непружним характером роботи аж до руйнування.

Середня межа міцності при розтягу вуглецевого волокна  $21084 \text{ кг/см}^2$ , середнє значення модуля деформації  $2,98 \times 10^5 \text{ кг/см}^2$ . Середнє значення відносного видовження  $0,0708$ .

Середня межа міцності при розтягу геосітки  $6250 \text{ кг/см}^2$ , середнє значення модуля деформації  $3,91 \times 10^5 \text{ кг/см}^2$ . Середнє відносне видовження  $0,016$ . Результати пришвидшених випробувань на розтяг геосітки перевищують значення результатів довготривалих випробувань. При статичному довготривалому навантаженні міцність матеріалу погіршується без впливу зовнішніх факторів. Геосітка руйнується внаслідок накопичення деформацій. Цей процес буде швидшим в агресивних середовищах.

Було проведено експериментальні дослідження для визначення впливу різних хімічних сполук на характеристики міцності досліджуваних матеріалів.

Виявилося що вуглецеве волокно стійке до агресивних середовищ на протязі довгого періоду часу. Але з врахуванням одночасної дії зусиль розтягу та впливу ґрунтових вод необхідно знижувати показники характеристик міцностей до  $25\%$  від початкових. Геосітка менш стійка до агресивних середовищ на протязі довгого періоду часу. Її показники характеристик міцності зменшують до  $50\%$  від початкових.

В результаті експериментальних досліджень встановлено що характеристики міцності композитних матеріалів змінюються лише у початковий період впливу хімічних компонентів, при подальшому впливі зниження міцності незначне.

## 1.6 Висновки за розділом 1

Виконано ознайомлення з комплексом теоретичних , експериментальних і технологічних методів дослідження ефективних фундаментів мілкового закладання, реалізованого в геотехнічній системі проектування і будівництва стрічково-мембранних фундаментів. Огляд сучасних рішень щодо виявлення закономірностей взаємодії мембранних фундаментів з ґрунтовою основою.

Викладено основи теорії розрахунку взаємодії мембранних фундаментів із ґрунтовою основою. Як несуча мембрана використовуються високоміцні композитні матеріали, стійкі до корозії, типу геосіток. Мембрани по двох паралельних сторонах поєднуються зі стрічковими фундаментами, на які прикладено навантаження. Експериментальним шляхом дослідники підтвердили ефективність мембрани в складі стрічкових фундаментів.

Мембранний фундамент у порівнянні з традиційним стрічковим забезпечує зменшення середнього осідання, нерівномірності осідань та більш повне використання несучої здатності основи.

Мембранні фундаменти раціонально використовувати як альтернативу плитним та стрічковим фундаментам. Встановлено, що при максимальному навантаженні стрічкова частина мембранного фундаменту на 60% перевищує осідання плитного фундаменту і на 58% менше осідання стрічкового фундаменту. Ґрунт під мембраною, що включається в роботу суттєво зменшує осідання стрічкової частини фундаменту.

## 2. ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ МЕМБРАННИХ ФУНДАМЕНТІВ

### 2.1 Загальні положення

Дослідження взаємодії мембранного фундаменту з ґрунтовою основою спрямоване на визначення, в залежності від конструктивних особливостей самого фундаменту, НДС мембрани та ґрунтової основи.

Стрічковий мембранний фундамент - це мембрана, що є суцільною та несучою, влаштована на основу з криволінійною поверхнею та опорний контур у вигляді поздовжніх та поперечних стрічкових залізобетонних фундаментів, для будівель каркасного чи безкаркасного типу. В місцях приєднання мембрани до підшви поздовжніх стрічкових фундаментів укладена розрізана вздовж труба, яку кладуть при влаштуванні опалубки монолітних стрічкових фундаментів.

Основа мембранного фундаменту може бути як природною так і штучною. Мембрана повторює обрис ґрунту та щільно прилягає до нього. Її виготовляють з високоміцного матеріалу, який має добру стійкість до агресії ґрунтового середовища та добре сприймає зусилля розтягу.

Навантаження на мембрану передається через поздовжні стрічкові фундаменти. Мембрана натягується і включає в роботу ґрунтову основу, що знаходиться між стрічковими фундаментами при осіданні стрічки. В результаті виникнення тертя на контактній поверхні мембрани з ґрунтовою основою зусилля розтягу в мембрані, можуть розподілятися нерівномірно по довжині. Досягнути стану, коли у всіх перерізах мембрани поздовжня сила буде однаковою – напруження буде розподілятися рівномірно, дозволяє відсутність тертя. Застосуванням проміжного шару, що має малий коефіцієнт тертя з матеріалом мембрани допомагає зменшити тертя. Проміжний шар може бути виконаний з полімерних або інших матеріалів, таких як два шари поліетиленової плівки, промащеної зсередини або фторопласт.

З'єднання мембрани з фундаментом шарнірне, за рахунок відсутності згинальної жорсткості мембрани. Мембрана включає в роботу ґрунтову основу та

перетворює сприйнятий реактивний опір на зусилля розтягу. Стрічковий фундамент, що сприймає зусилля стиску і згинальні моменти, виконують монолітним залізобетонним.

У відповідності до моделі Вінклера-Фауса [2, 16, 21] ґрунтова основа моделюється коефіцієнтом постелі

До розрахунку мембранних фундаментів з криволінійною підшвою приймається коефіцієнт постелі як для фундаментів з плоскою підшвою, так як максимальне значення кута входу мембрани в фундамент не перевищує  $45^\circ$ . Вертикальну складову реактивного тиску в ділянці з'єднання мембрани та стрічкового фундаменту  $p_v$  розраховуємо по формулі (2.1),  $p_v$  складає  $(0,77 - 0,71) p_n$ , де  $p_n$  – нормальна складова реактивного опору

$$p_v = p_n \cdot \cos \alpha \quad (2.1)$$

Ділянка по довжині мембрани, що має форму квадратної параболи, де  $p_v \leq 0,9 p_n$ , дорівнює не більше ніж  $1/4 L$ , де  $L$  – проліт мембрани. Отже, кривизною мембрани при визначенні коефіцієнту постелі можна знехтувати.

## 2.2 Вплив стріли підйому та характеру початкової кривизни на взаємодію мембранного фундаменту з ґрунтовою основою

Криволінійна поверхня ґрунтової основи, на яку укладають мембрану, створюється по принципу пологості оболонки. Оболонку вважають пологою, якщо виконується умова  $f \leq 1/5 \min(l)$ , тобто якщо стріла підйому  $f$  оболонки в центрі не більше  $1/5$  довжини меншої сторони оболонки на плані,  $f$  – стріла підйому оболонки,  $l = 2a$  – розмір оболонки в плані,  $a$  – половина ширини оболонки.

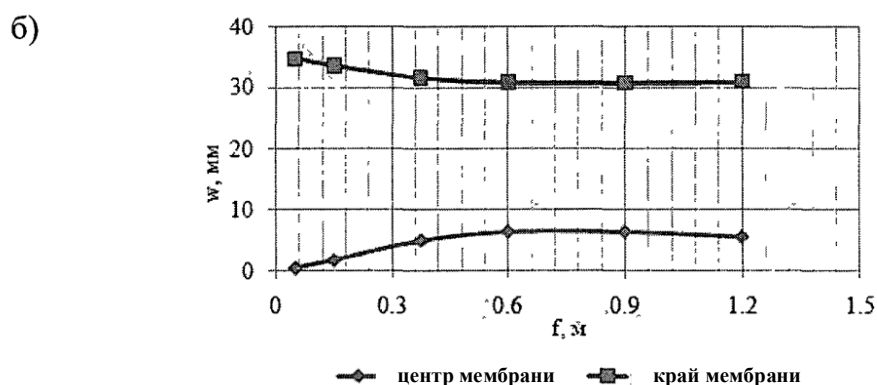
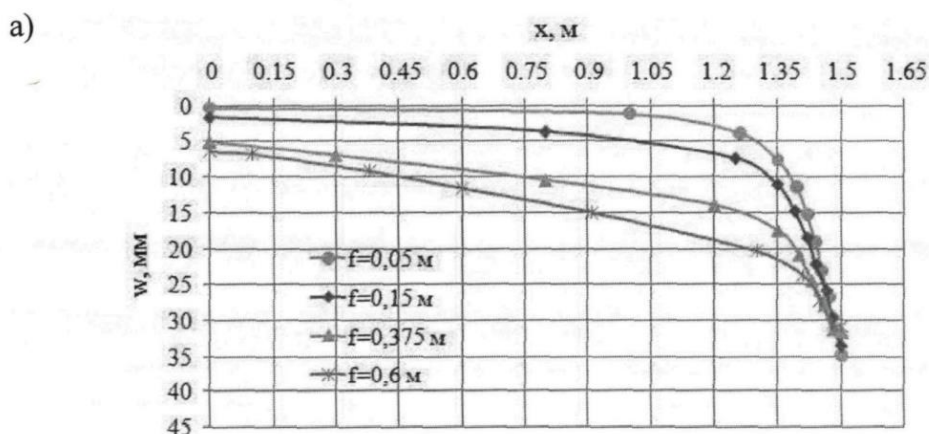
Л. Р. Епіфанцева [22] в дослідних параметрах стріли підйому мембрани розглядає інтервал, що відповідає пологій оболонці, де за максимальне значення прийнято  $f \leq 1/5 l = 0,6m$ , мінімальне  $f \leq 1/60 l = 0,05m$ . Для порівняння роботи



мембрани відповідним параметрам крутих оболонки досліджувалась стріла підйому при  $f > 1/5 l$  (0,9м; 1,2м).

З графіків осідання мембрани в точках, що належать інтервалу  $[0;a]$ , в залежності від стріли підйому мембрани слідує, що для кожної розглянутої стріли підйому мембрана має мінімальне осідання посередині в точці  $x=0$  та максимальну біля краю, в точці  $x=a$ .

Отже, чим більша стріла підйому мембрани, тим більше включається в роботу ґрунтова основа безпосередньо під мембраною. Така умова виконується лише для інтервалу від  $f = 1/60(l) = 0,05м$  до  $f = 1/5(l) = 0,6м$ , тобто відповідно до параметрів пологої оболонки. На цій ділянці видно, що коли зменшується стріла підйому мембрани, збільшується осідання на краю мембрани, а осідання центру мембрани близькі до нуля.



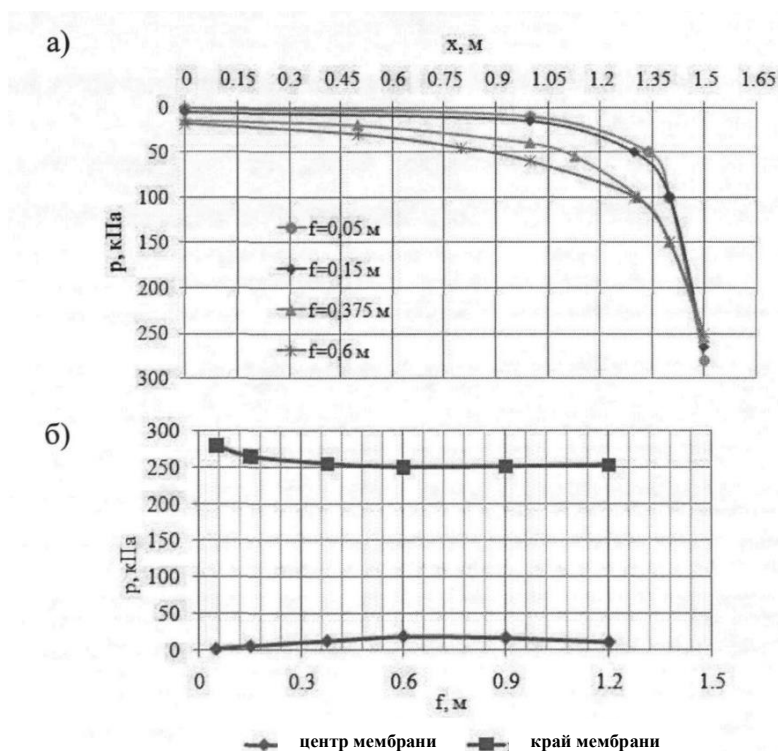
а) зміна осідань по ширині мембрани; б) зміна осідань центра і краю мембрани

Рисунок 2.1 – Графіки зміни осідань мембрани з різною величиною стріли підйому

Обсяг ґрунтового масиву включається в роботу тільки у приопорній зоні мембранного фундаменту, тоді як при зростанні стріли підйому ( $1/8(l) \div 1/5(l)$ ) в роботу включається весь ґрунт між стрічковими фундаментами. В межах пологої оболонки при мінімальній та максимальній стрілі підйому різниця осідань краю мембрани становить 11%, а значення осідання посередині мембрани – в 15%.

При зростанні стріли підйому ( $f > 1/5(l)$ ), ефективність застосування мембрани зменшується. Отже, для таких вихідних даних стріла підйому, що знаходиться в інтервалі від  $f = 1/8(l) = 0,375\text{ м}$  до  $f = 1/5(l) = 0,6\text{ м}$ , буде найбільш раціональною.

Графік зміни контактних тисків під мембраною з різними значеннями  $f$  зображено на рисунку 2.2.



а) зміна тиску по ширині мембрани; б) зміна тиску центру і краю мембрани

Рисунок 2.2 – Графіки зміни реактивного тиску ґрунту під мембраною з різною величиною стріли підйому

Більше залучення до роботи ґрунту основи дає в результаті більшу рівномірність розподілу реактивних тисків, відповідає мембрані в інтервалі ( $1/8(l) \div 1/5(l)$ ). Також виявлено пороговий інтервал, за межами якого ефект від

роботи мембрани малий. Різниця тисків у центрі мембрани з мінімальною  $f = 1/60(l)$  та максимальною стрілою підйому  $f = 1/5(l)$  становить 4%. На краю мембрани – 11%.

Зміна поздовжньої сили в мембрані в залежності від стріли підйому мембрани показано на рисунку 2.3.

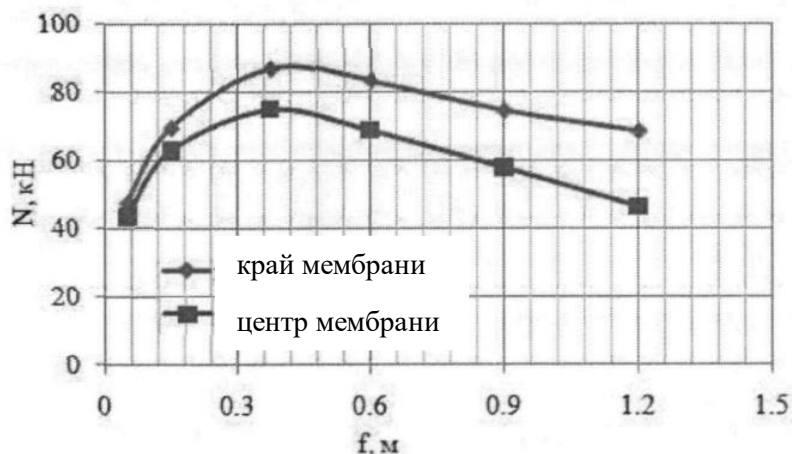


Рисунок 2.3 – Графік зміни поздовжньої сили в мембрані від величини стріли підйому

З графіку спостерігаємо нелінійний характер залежності, причому на ділянці від  $f = 1/60(l) = 0,05\text{м}$  до  $f = 1/8(l) = 0,375\text{м}$ , при більших значеннях стріли підйому зусилля розтягу в мембрані збільшується. Зростання зусиль розтягу у мембрані виникає в результаті збільшення стріли підйому мембрани на цій ділянці, це підтверджує що залежність, реактивного опору ґрунту під мембраною та зусилля розтягу в силовій мембрані, є прямопропорційною – при зростанні реактивного опору ґрунту, збільшується розтяг мембрани. При мінімальних значеннях стріли підйому при малому початковому куті  $\varphi_n$  між горизонталлю та дотичною до мембрани в місці її з'єднання з стрічковим фундаментом, деформування мембрани відбувається не за рахунок активного включення в роботу, а переважно за рахунок зміни її геометрії. При цьому зусилля розтягу в мембрані невелике, що бачимо на рисунку 2.3.

При подальшому зростанні стріли підйому  $f = 1/8(l)$  бачимо зменшення зусиль в центрі та на краю мембрани, і при цьому різниця в зусиллях центру та краю мембрани зростає. В результаті збільшенням плеча пари сил  $N = M/f$

виникає зниження зусиль, а велика відмінність у значеннях виникає в результаті значного впливу коефіцієнту тертя на роботу мембрани при її більшій кривизні.

Дослідження поздовжньої сили у мембрані у залежності від величини стріли підйому підтверджують, що доцільним інтервалом для стріли підйому є  $1/8(l) \div 1/5(l)$ . На цьому інтервалі стріли підйому до роботи залучається більший обсяг ґрунту під мембраною., а натяг мембрани відбувається з великим і майже рівномірним по всьому прольоту зусиллям.

Отже, раціональним інтервалом для стріли підйому мембранного фундаменту при якому зменшуються максимальні осідання мембрани та залізобетонного стрічкового фундаменту, краща рівномірність розподілення реактивних тисків під мембраною є  $1/8(l) \div 1/5(l)$ . За межами цього інтервалу менша ефективність роботи мембрани. Нижче інтервалу – менше залучення в роботу ґрунтового масиву під мембраною. Вище – ускладнюється технологія влаштування мембрани, збільшуються витрати без видимого ефекту.

Раціональна стріла підйому створює кращі умови роботи ґрунтової основи та мембранного фундаменту. При розв'язанні пружної задачі зі змінним коефіцієнтом постелі для стрічкового мембранного фундаменту, головні параметри напружено-деформованого стану такого фундаменту та основи напряму пов'язані зі стрілою підйому мембрани.

### 2.3 Вплив осьової жорсткості мембрани на взаємодію мембранного фундаменту з ґрунтовою основою

Мембрана сприймає лише зусилля розтягу і не сприймає зусилля стиску, вона виконується з КМФ , єдиною розрахунковою характеристикою якої є постійна нормальна (осьова) жорсткість  $E_m \cdot A_m$ , жорсткість на вигин відсутня. Чим менше осьова жорсткість мембрани, тим більшому видовженню вона піддається.

За максимальне значення модуля пружності силової мембрани приймалося значення  $E_m = 1,2 \cdot 10^5$  МПа, що відповідає модулю пружності вуглецевих волокон та сталі; мінімальне значення  $E_m = 2,1 \cdot 10^3$  МПа. Товщина мембрани  $\delta_m = \text{const} = 0,5$  мм, що відповідає середній товщині полотен зі скловолокна, представлених промисловістю.

Спостерігається збільшення осідань стрічкового фундаменту в межах 15% на інтервалі зниження осьової жорсткості мембрани з  $6 \cdot 10^7$  Н до  $1 \cdot 10^7$  Н. При подальшому зниженні осьової жорсткості мембрани осідання стрічкового фундаменту різко збільшується, осідання центру мембрани знижується практично до нуля. Таким чином, для аналізованих вихідних даних осьова жорсткість  $E_m = 1 \cdot 10^7$  Н є пороговою. При зменшенні жорсткості нижче порогової розглядати мембранний фундамент як єдину конструкцію, що сприймає зовнішнє навантаження, не доцільно. Зниження жорсткості мембрани призводить до зниження поздовжньої сили у самій мембрані.

Зі збільшенням осьової жорсткості мембрани ґрунт під мембраною більше включається в роботу, при цьому знижується осідання стрічкового фундаменту, а поздовжня сила у мембрані збільшується. Таким чином, підвищення ефективності роботи мембранного фундаменту на ґрунтовій основі безпосередньо пов'язано з підвищенням значення осьової жорсткості мембрани.

Існує порогове значення осьової жорсткості мембрани, при якому мембрана практично виключається із спільної роботи з стрічковим фундаментом, що призводить до стрімкого збільшення осідань опорного контуру і зменшення осідань мембрани, а також зниження у мембрані розтягуючих зусиль.

#### 2.4 Вплив коефіцієнту тертя на взаємодію мембранного фундаменту з ґрунтовою основою

Коефіцієнт тертя створює пропорційну залежність між силою нормального тиску, який притискає мембрану до основи, та силою тертя. Сила тертя впливає на

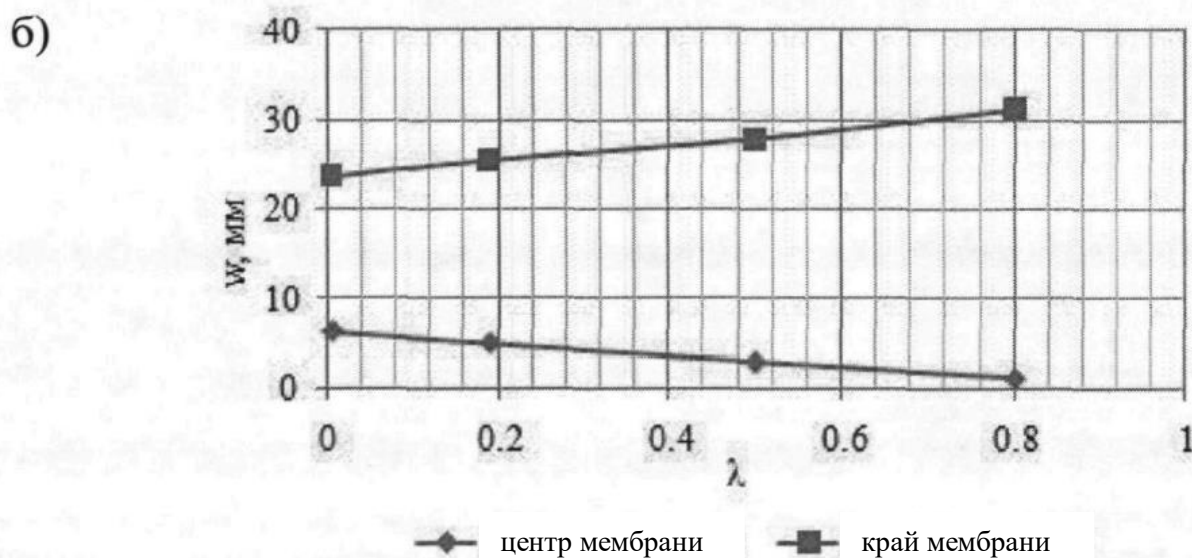
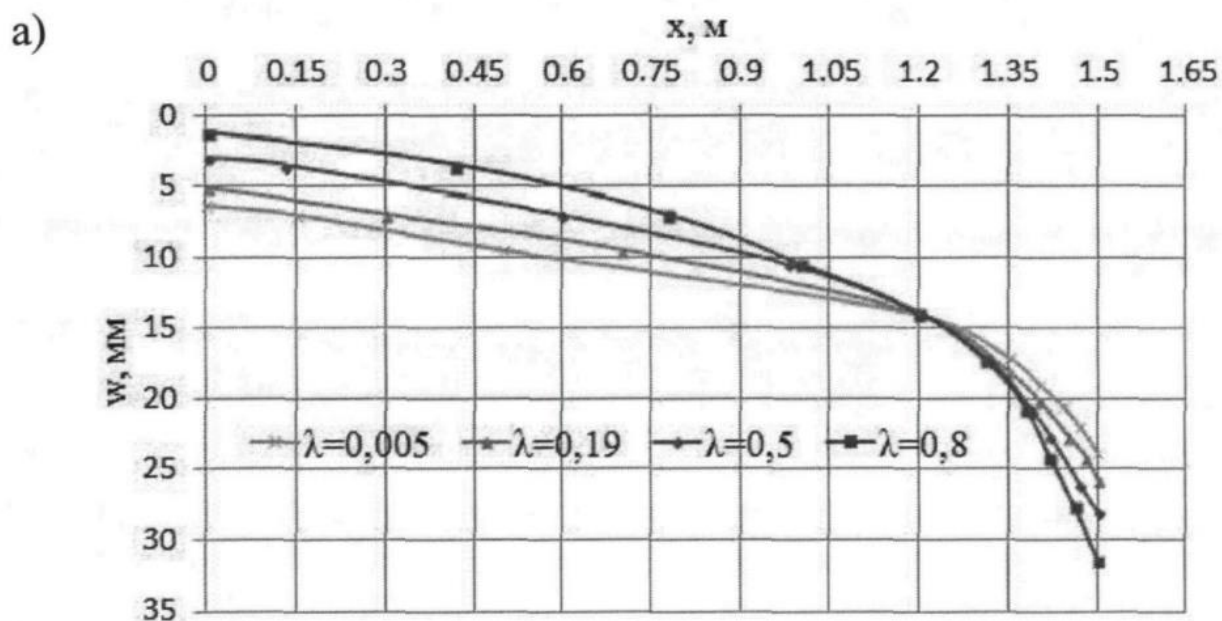
роботу мембранного фундаменту та виникає на контакті мембрани з ґрунтовою основою. Матеріал з низьким або високим коефіцієнтом тертя, що використовується як прошарок на контакті «мембрана – ґрунтова основа», в цілому визначає роботу мембранного фундаменту. Чим менший коефіцієнт тертя на контакті, тим більше включається в роботу ґрунтова основа і тим більша рівномірність розподілення зусиль розтягу мембрани.

У досліджуваних параметрах [16, 23] коефіцієнтів тертя розглядався інтервал від 0,005 до 0,8. Мінімальний інтервал відповідає значенню коефіцієнта тертя з практично повною відсутністю тертя на контакті «мембрана - ґрунтова основа», тобто, як прошарок може бути використаний матеріал, що дозволяє мембрані ковзати по поверхні ґрунту без тертя. За максимальне прийнято значення, відповідне коефіцієнту тертя «бетон – бетон». У такому випадку забезпечується практично повне зчеплення матеріалів.

На рисунку 2.4 а, б показано графік осідання мембранного фундаменту, що відповідає осіданню центру мембрани при  $x=0$ , графік осідання краю мембрани при  $x = a = 1,5$  м, і відповідного осідання стрічкового залізобетонного фундаменту.

З графіків можна зробити висновок, що осідання стрічкового фундаменту знижується при меншому значенні коефіцієнта тертя.

Так, різниця між осіданнями при максимальному та мінімальному значенні коефіцієнтів тертя становить 25%. При цьому видно більше включення в роботу ґрунту в центральній частині фундаменту, про що свідчать великі осідання по центру мембранного фундаменту, різниця осідань досягає 16%. Зниження ефективності роботи мембрани в прольоті та під стрічковим фундаментом спостерігається при збільшенні коефіцієнта тертя на контакті «мембрана - ґрунтова основа». Це відбувається в наслідок того, що через нерівномірне зусилля натягу, мембрана нездатна залучити в роботу ґрунт основи під мембраною.



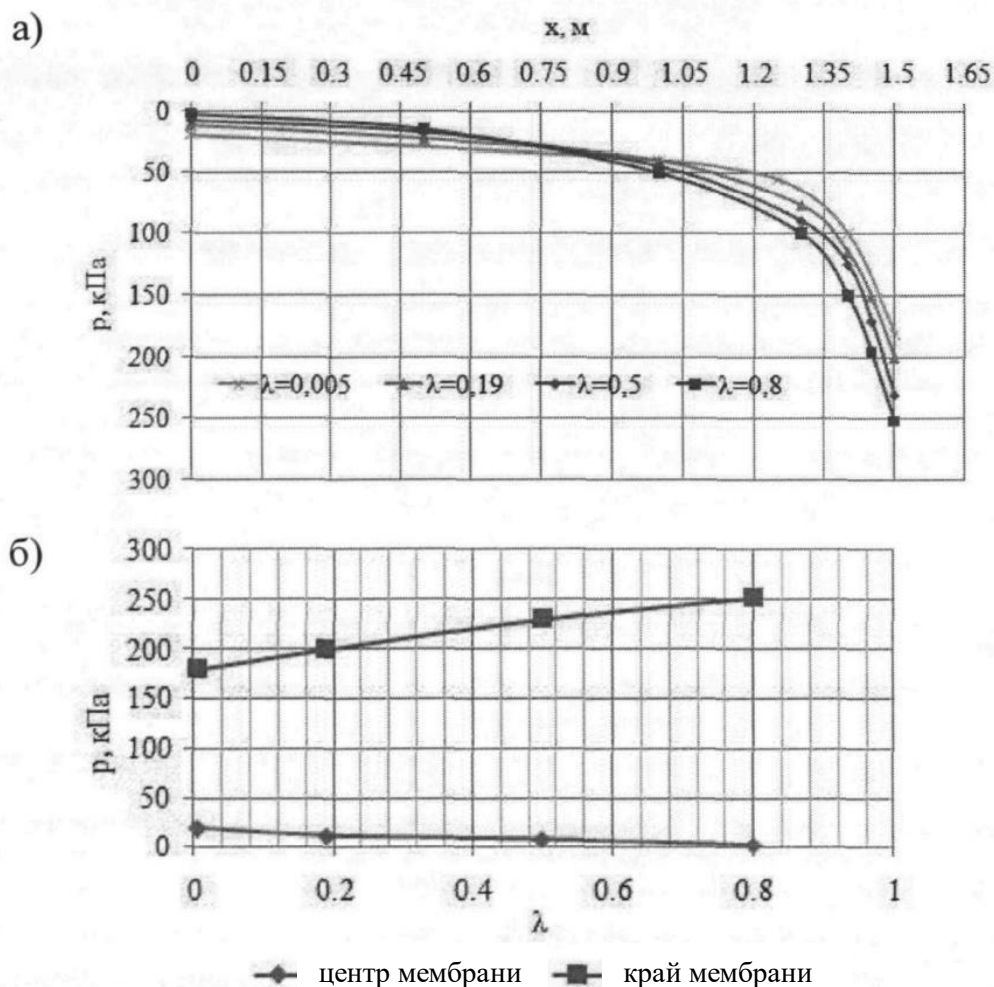
а) зміна осідання по ширині мембрани; б) зміна осідання центру і краю мембрани

Рисунок 2.4 – Графіки зміни осідання під мембраною

На рисунку 2.5 представлено залежність контактних тисків під мембраною  $p$  від коефіцієнта тертя  $\lambda$ . Тиск під мембраною плавно збільшується від 2 до 20 кПа при зменшенні коефіцієнта тертя, а під стрічковим фундаментом знижується з 252 до 180 кПа.

Спостерігається більша рівномірність розподілу контактного тиску по прольоту фундаменту під мембраною при зниженні коефіцієнта тертя, що також

доводить майже однаковий розподіл внутрішніх зусиль розтягу у мембрані при мінімальному значенні тертя.



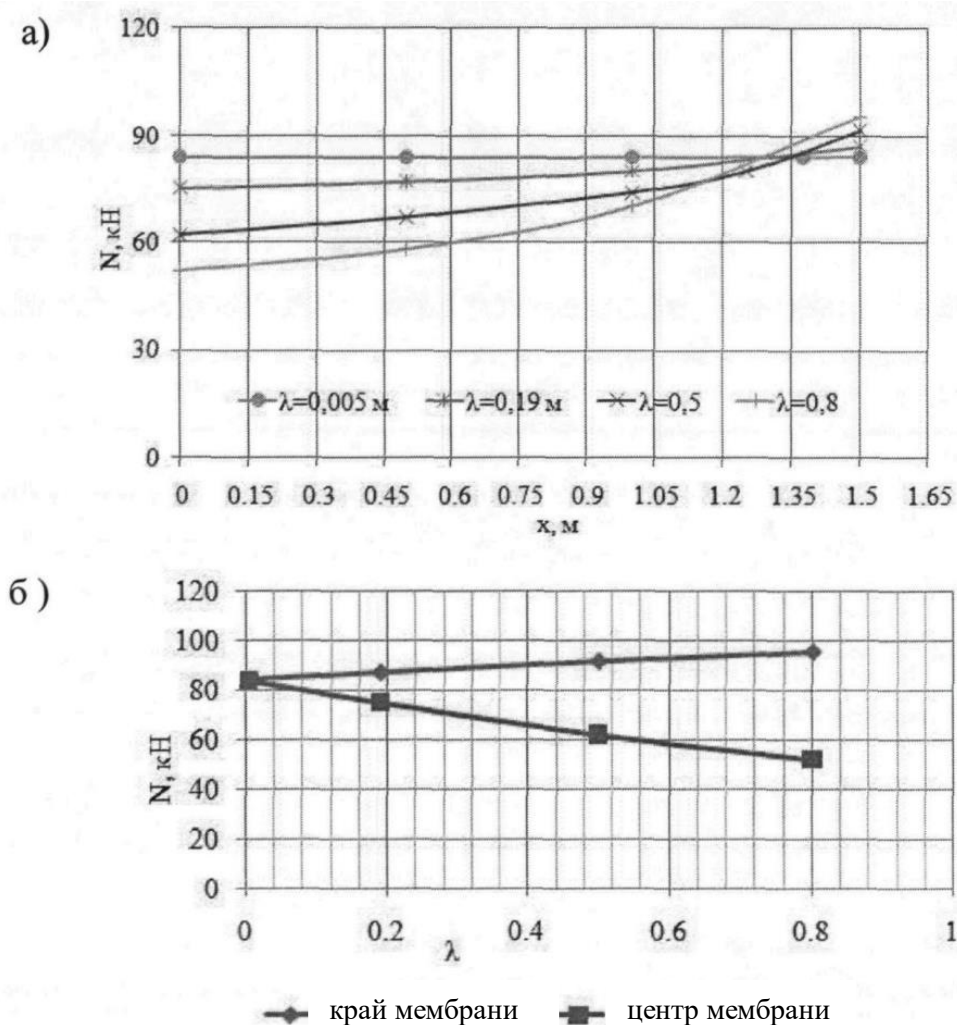
а) зміна тиску по ширині мембрани; б) зміна тиску під центром та краєм мембрани

Рисунок 2.5 – Графіки зміни реактивного тиску ґрунту під мембраною з різною величиною коефіцієнта тертя

Залежність поздовжньої сили в мембрані від коефіцієнта тертя зображена на рисунк 2.6 б.

На всьому розглянутому інтервалі при зменшенні коефіцієнта тертя поздовжня сила у мембрані збільшується, отже ця залежність має лінійний характер. При цьому зусилля розтягу в центрі мембрани збільшується швидше у 2,75 рази, ніж поздовжня сила знижується на краю мембрани. Це пояснюється тим що центральна частина мембрани залучає до роботи більший обсяг ґрунту під мембраною та рівномірно натягується по всьому прольоту.





а) зміна повздовжнього зусилля по ширині мембрани; б) зміна повздовжнього зусилля в центрі та на краю мембрани

Рисунок 2.6 – Графіки зміни повздовжнього зусилля в мембрані з різною величиною коефіцієнту тертя

При більшому значенні коефіцієнта тертя зусилля розтягу біля стрічкового фундаменту буде більшим, а в центрі мембрани – меншим. Це пояснюється тим, що сили тертя перешкоджають зусиллям розтягу рівномірно розподілятися в мембрані. В центральній частині зусилля розтягу знижуються, а максимальні зусилля спостерігаються в приопорній зоні.

Значення внутрішніх зусиль в центрі мембрани та під стрічковим фундаментом практично вирівнюються при зниженні коефіцієнта тертя. Різниця зусиль при  $\lambda = 0,8; 0,5; 0,19; 0,05$  досягає відповідно 45%; 32%; 14%; 0,3%.

## 2.5 Висновки за розділом 2

Виявлено закономірності та особливості взаємодії ґрунтової основи з стрічковим мембранним фундаментом в залежності від його жорсткості, геометричних та конструктивних характеристик.

Встановлено, що основні параметри напружено деформованого стану СМФ безпосередньо пов'язані з осьювою жорсткістю мембрани і стрілою її підйому, що є активними параметрами регулювання взаємодії мембрани з ґрунтовою основою.

Найбільш раціональним є інтервал значень стріли підйому мембрани в межах  $1/8 \leq f/l \leq 1/5$ , де  $l$  – проліт мембрани. Подальше збільшення кривизни нераціонально, як з позицій напружено деформованого стану фундаменту, так і з боку формування необхідного напруженого стану основи.

Межі ефективного використання мембранних фундаментів оцінюються граничним значенням осьової жорсткості мембрани

Осьова жорсткість мембрани чинить суттєвий вплив на напружено-деформований стан ґрунтової основи і СМФ в пружній задачі з змінними коефіцієнтами постелі, для ґрунту основи мембрани та стрічкового фундаменту мілкого закладання. Пороговим значенням осьової жорсткості мембрани задаються межі раціонального використання мембранного фундаменту. Для аналізованих вихідних даних це значення рівне  $E_m = 1 \cdot 10^7$  Н.

Розкрито питання урахування тертя між мембраною та ґрунтовою основою. Виявлено, що врахування тертя суттєво впливає на НДС системи «ґрунтова основа-фундамент.» При зменшенні значення коефіцієнта тертя осідання стрічкового фундаменту зменшується.

Комбінації цих параметрів можуть до 40% і більше впливати на кінцеве осідання фундаменту та його напружено деформований стан.

### 3.АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Результати чисельного моделювання в програмному комплексі «ЛІРА-САПР»

Програмний комплекс ЛІРА користується широкою популярністю на сучасному ринку програмного забезпечення. Це багатофункціональний програмний комплекс для розрахунку, чисельного дослідження міцності та стійкості, автоматизованого проектування різних за призначенням конструкцій. ПК ЛІРА з успіхом застосовується у практиці проектування конструкцій та наукових дослідженнях.

У програмі можливо виконати розрахунки на статичні та динамічні впливи. За основу розрахунків взято метод скінченних елементів (МСЕ). Розвинута бібліотека скінченних елементів дозволяє створювати комп'ютерні моделі плит на ґрунтовій основі, системи "будівля - фундамент - ґрунтова основа" та ін.

Суть методу скінченних елементів полягає в наближеному вираженні середовища з нескінченним числом ступенів вільності, сукупністю елементів, що мають ті ж фізико-механічні характеристики та скінченне число ступенів вільності. На сьогодні число задач, які можна вирішити за допомогою МСЕ необмежене.

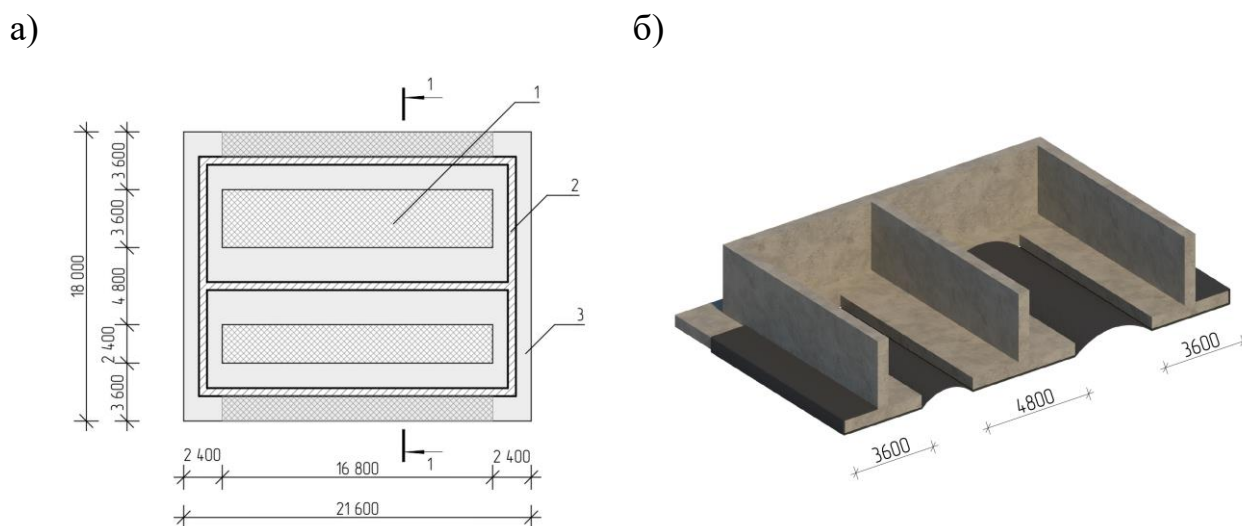
У даній роботі ми обмежуємось розглядом задач про лінійне деформування від дії статичного навантаження [30].

В якості моделі фундаменту, реалізованого в розрахунку, було прийнято спрощений фундамент будівлі, що розглядається в технічному розділі.

План фундаменту, що розраховувався зображено на рисунку 3.1.

Фізико-механічні характеристики ґрунтів, що були прийняті в якості ґрунтової основи при розрахунку наведено в таблиці 3.1.

Інженерно-геологічна будова ґрунтової основи показана на рисунку 3.2.



1 – несуча мембрана; 2 – стіни із блоків ФБС; 3 – опорний контур

а) план фундаменту; б) розріз по фундаменту

Рисунок 3.1 – Модель фундаменту, що приймається до розрахунку

Таблиця 3.1 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів

№ ПЕ	Найменування ґрунтів	Питома вага	Ступінь вологості	Вологість на межі текучості	Вологість на межі пластичності	Питоме зчеплення с, кПа	Кут внутрішнього тертя φ, град.	Модуль деформації Е, МПа	Коефіцієнт Пуассона V	Розрахунковий опір R <sub>0</sub> , кПа
		γ, кН/м <sup>3</sup>	S <sub>r</sub>	w <sub>L</sub>	w <sub>p</sub>					
1	Насипний ґрунт	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Супісь бура	16,9	0,42	0,15	0,11	3	20	7,5	0,30	250
3	Супісь	17,0	0,45	0,26	0,21	12,38	23,07	16,0 7	0,30	250
4	Пісок середньої крупності	19,0	0,80	-	-	0,56	36,3	16,8	0,29	400

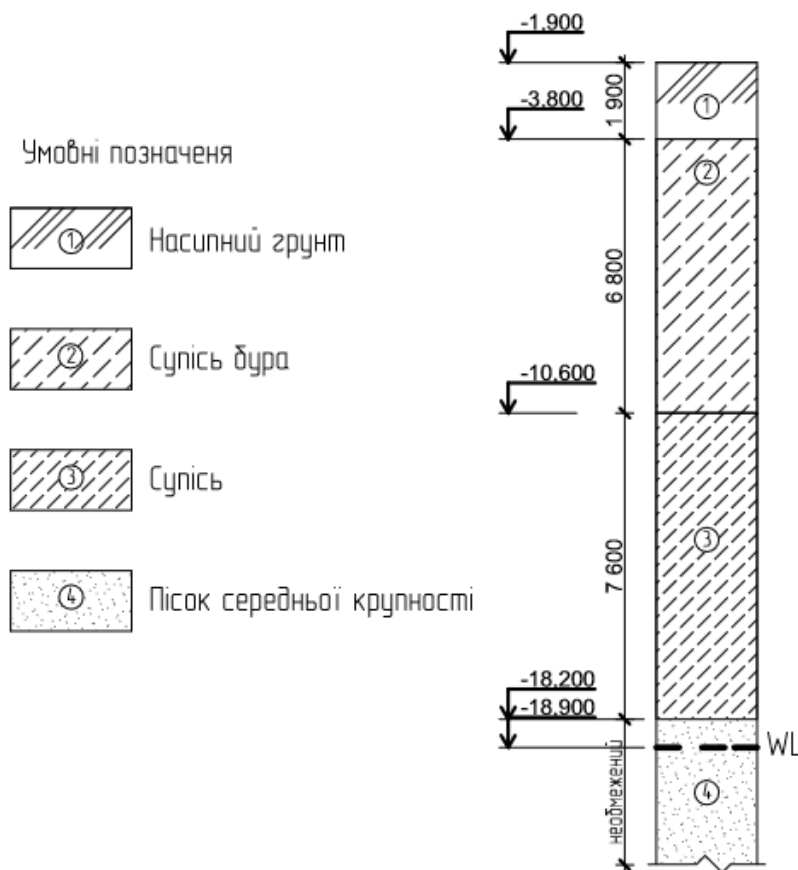


Рисунок 3.2 – Інженерно-геологічний розріз ґрунтової основи

Розрахунковий опір ґрунту визначався по формулі з норм [29]

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot (M_{\gamma} \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_2 + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_2 + (M_g - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_2 + M_c \cdot c_2) \quad (3.1)$$

$R=209,79$  кПа. Середній тиск по підшві фундаменту  $P=199,15$  кПа. Максимальне навантаження на фундамент  $N_e = 850,34$  кН/п.м.

Як мембранний елемент використовувалося полотно у вигляді геосинтетичної сітки ССП 30/30-2,5(300), з розміром чарунки 2,5x2,5 мм. Кількість шарів геосинтетичної сітки була прийнята рівною шести

Геосинтетична сітка виконана зі скловолокна, просоченого комплексним полімером.

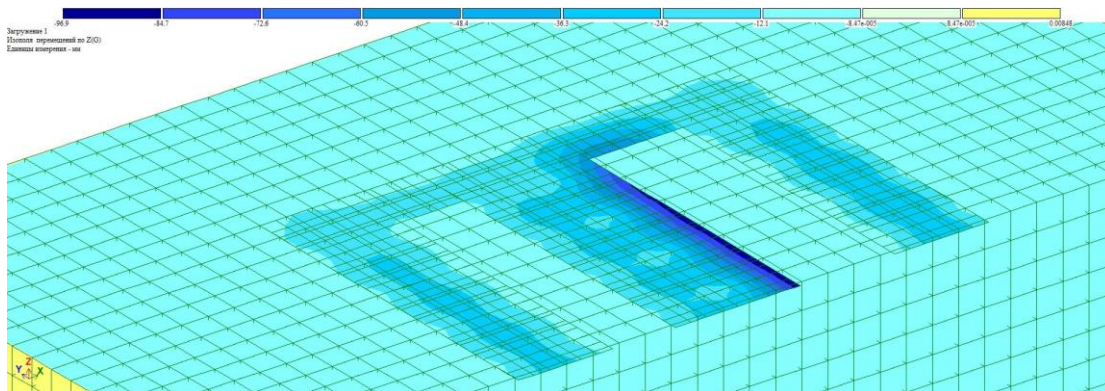
Технічні характеристики геосинтетичного матеріалу наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики геосинтетичного матеріалу

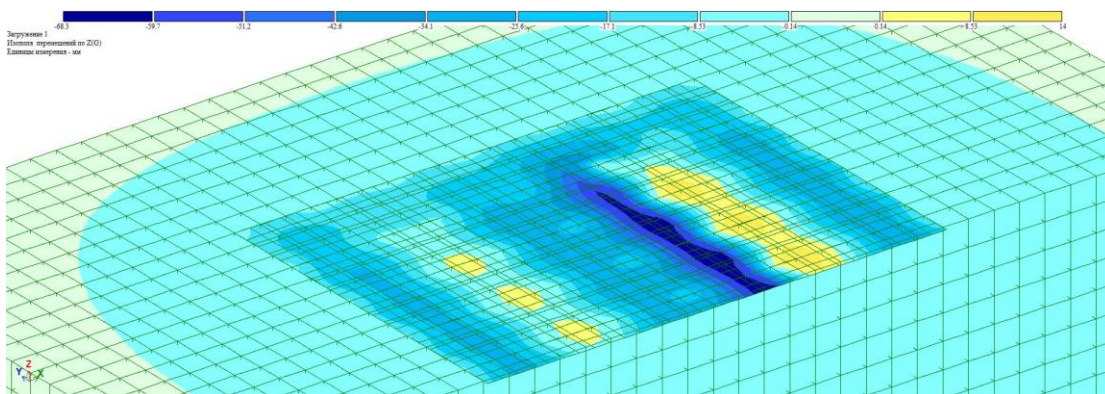
Марка геосітки	Міцність на розрив, кН/м		Розмір чарунки, мм	Ширина рулону, см	Довжина рулону, м
	Вздовж	Впоперек			
ССП 30/30-2,5(300)	30	30	2,5	300	100

Було розглянуто для порівняння два стрічкових фундаменти аналогічних розмірів. Один із фундаментів – стрічковий, влаштований традиційним способом. Інший – стрічковий мембранний фундамент. Чисельне моделювання в ПК Ліра САПР дає можливість порівняти значення осідань та тиску під подошвою для стрічкового та мембранного фундаменту. Отримані результати зображені на рисунках 3.3 та 3.4

а)



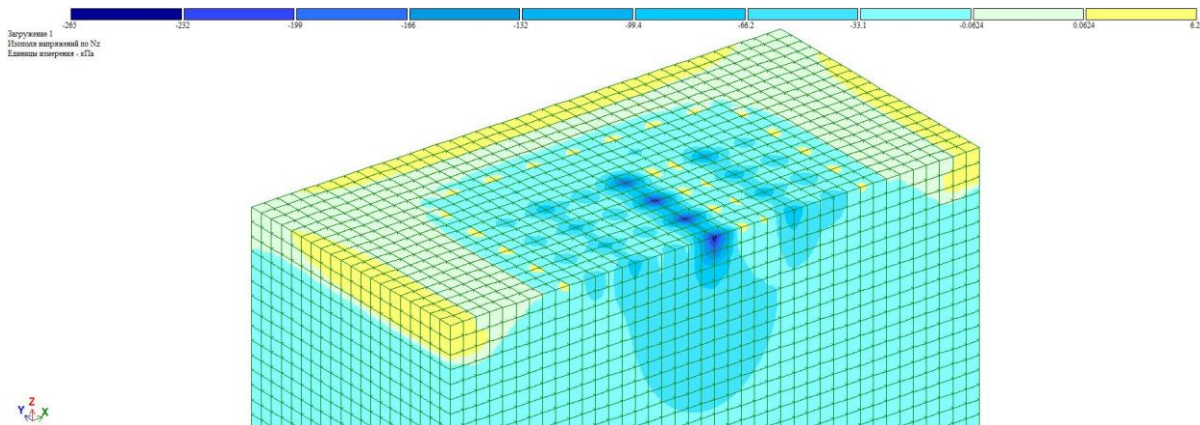
б)



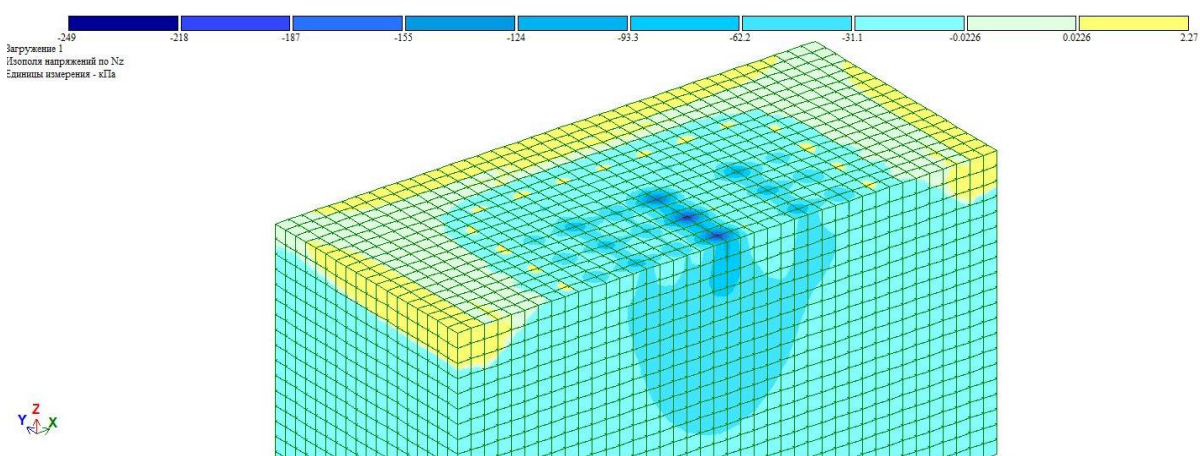
а) ізолінії вертикальних переміщень стрічкового фундаменту; б) ізолінії вертикальних переміщень мембранного фундаменту

Рисунок 3.3 – Ізолінії вертикальних переміщень

а)



б)



а) ізолінії тиску під подошвою стрічкового фундаменту; б) ізолінії тиску під подошвою мембранного фундаменту

Рисунок 3.4 – Ізолінії тиску під подошвою фундаменту

Середній тиск на ґрунт під основою стрічкового фундаменту без мембрани з габаритними розмірами в плані 18х21,6 та шириною подошви 4,8 та 3,6м складає 185,14 кПа та 111,93 кПа відповідно. Середнє осідання – 38,27мм та 26,83мм.

Максимальне навантаження на основу мембранного фундаменту складає 850,34 кН/п.м, для стрічки шириною 4,8м що відповідає середньому тиску по подошві 149,57кПа. Середнє осідання – 31,48мм.

У відповідності до даних, отриманих при чисельному моделюванні в програмному комплексі Ліра-САПР, встановлено, що при максимальному навантаженні  $N_e = 850,34$  кН/п.м. середнє осідання стрічкової частини

мембранного фундаменту дорівнює 31,48мм, що на 18% менше осідання стрічкового фундаменту без мембрани.

Включений в роботу ґрунт під мембраною сприяє зменшенню осідання стрічкової частини мембранного фундаменту. Встановлено, що зі зростанням навантаження контактний тиск під центром мембрани збільшується, що призводить до зниження зростання тиску під стрічками по відношенню до середнього тиску. [31]

Беручи до уваги суттєву різницю в значеннях середнього тиску під подошвою мембранного фундаменту  $P=149,57\text{кПа}$  та розрахункового опору ґрунту  $R=209,79\text{кПа}$ , було прийняте рішення зменшити ширину подошви стрічкової частини мембранного фундаменту, щоб величина середнього тиску під подошвою наближалась до значення розрахункового опору ґрунту.

Остаточного приймаємо стрічковий фундамент з шириною подошви 2,8м; 3,6м та 3,2 м відповідно до різних горизонтальних осей, враховуючи неоднакове завантаження фундаментів. План мембранного фундаменту після зміни ширини його стрічкової частини зображено на рисунку 3.5.

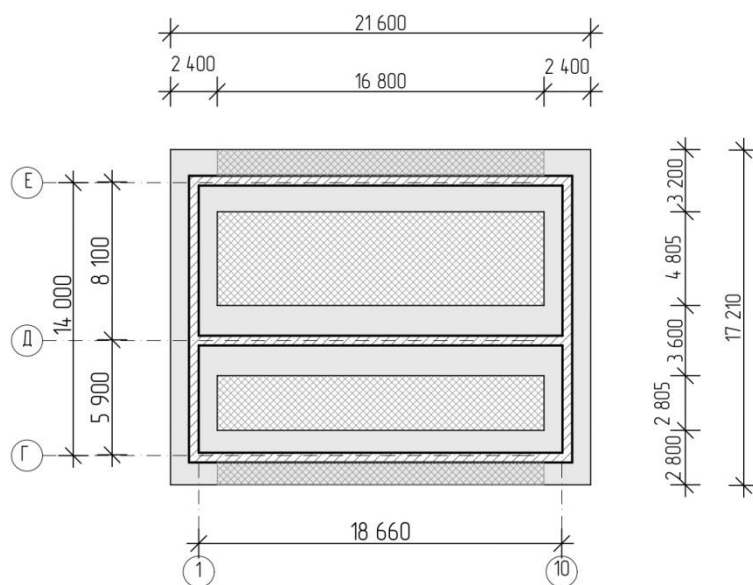


Рисунок 3.5 – План мембранного фундаменту після зменшення ширини стрічок

У результаті моделювання в ПК Ліра САПР отримали наступні значення осідань та тиску під подошвою:

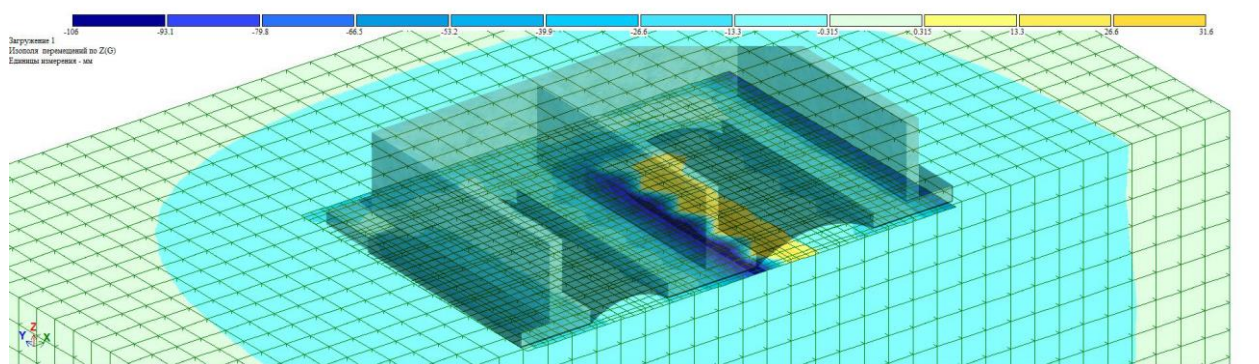


- По осі Д: Середній тиск на ґрунт під основою фундаменту складає 191,89 кПа, що наближається до нормативного  $R=209,79$  кПа. Середнє осідання – 44,5мм

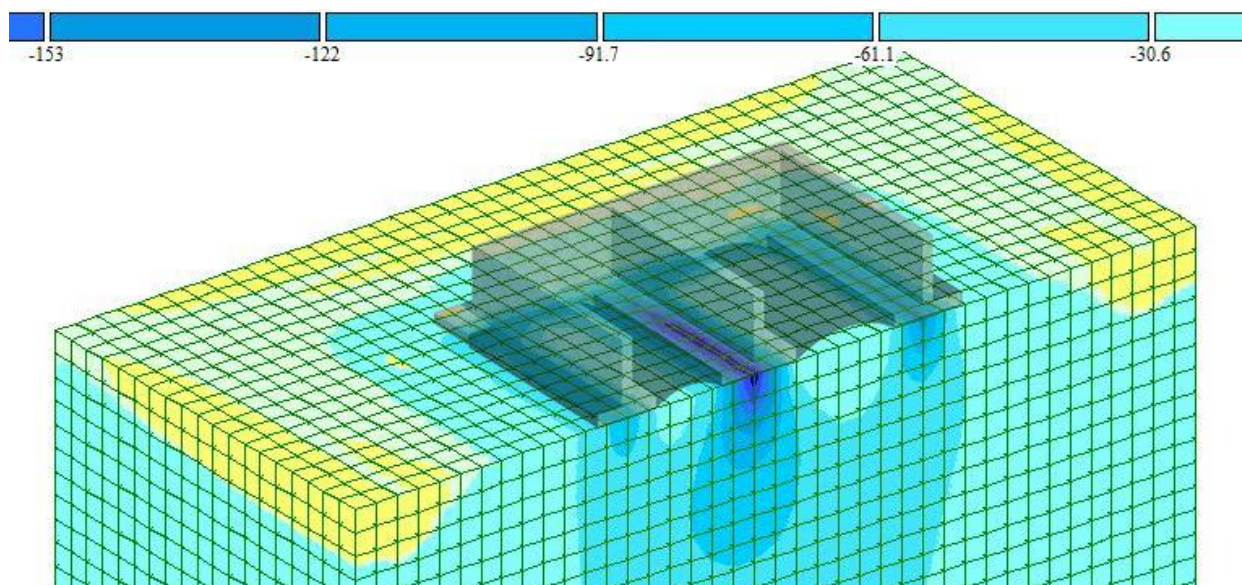
- По осі Е: Середній тиск на ґрунт під основою фундаменту складає 140,00 кПа, .Середнє осідання – 38,57мм

Отримані результати зображені на рисунку 3.6

а)



б)



а) ізолінії вертикальних переміщень мембранного фундаменту; б) ізолінії тиску під підшовою мембранного фундаменту

Рисунок 3.6 – Ізолінії вертикальних переміщень та тиску під підшовою фундаменту

Зведені результати по числовому моделюванню показано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Узагальнення результатів досліджень

	Ширина підшви , м			Середнє осідання , мм			Седній тиск під підшовою фундаменту, кПа		
	Стрічковий фундамент	Мембранний фундамент	Мембранний фундамент зменшеної ширини	Стрічковий фундамент	Мембранний фундамент	Мембранний фундамент зменшеної ширини	Стрічковий фундамент	Мембранний фундамент	Мембранний фундамент зменшеної ширини
По осі Д	4,8		3,6	38,27	31,48	44,5	185,14	149,57	191,89
По осі Е	3,6		3,2	26,83	24,54	38,57	111,93	96,46	140,00

### 3.2 Висновки за розділом 3

Високий рівень напружень під підшовою стрічкових фундаментів є причиною значних не рівномірних осідань, особливо у випадку значної різниці в навантаженнях деяких ділянок та не рівномірної стисливості ґрунту основи.

Для зниження середнього тиску необхідно збільшувати ширину підшви стрічок, або виконувати їх об'єднання у суцільну плиту, що призведе до не раціональних витрат на матеріал та влаштування фундаменту.

Доцільним рішенням буде влаштування стрічкового мембранного фундаменту. Силова мембрана, що закріплена всередині залізобетонного опорного контуру, включає в роботу значний обсяг ґрунтового масиву і, тим самим, дозволяє виходити на нормативні значення середнього тиску, що не перевищує розрахунковий опір ґрунту під підшовою та значення осідань.

Встановлено, що ґрунт, втягнутий у роботу мембраною на 18% зменшує осідання стрічкової частини мембранного фундаменту у порівнянні з аналогічним за розмірами фундаментом без мембрани. Коректність даного підходу може бути забезпечена лише за умови  $p < R$  для будь-якої із цих ділянок.

Реактивний тиск, що сприймається мембраною трансформується у зусилля розтягу, яке передається на опорний контур. Так у роботу включається весь об'єм ґрунту під будівлею.

## 4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Архітектурно-будівельні рішення

#### 4.1.1 Загальні відомості про об'єкт будівництва

Проект десятиповерхового багатоквартирно житлового будинку з цокольним поверхом, в якому розміщені магазин та офісне приміщення. По планувальних рішеннях, конструктивних особливостях, будинок запроектовано з висотою поверху – 2,8 м. Повна висота будівлі складає 32,6 м.

Частину десятого поверху займають квартири у двох рівнях.

Будинок розміщується по вулиці князів Коріатовичів 118 у м. Вінниці.

Рельєф – рівнинний, з крутизною склонів 1,9%.

Кліматичні дані:

- кліматичний район – I [37];
- нормативне снігове навантаження – 1400 Па для 4-го району [37];
- вітрове навантаження – 500 Па для 3-го вітрового району [37];
- глибина промерзання – 0,8 м;
- сейсмічність району менше 6 балів.

Розрахункова температура зовнішнього повітря [37]:

- середня, найбільш холодної п'ятиденки – мінус 21°C;
- найбільш холодної доби – мінус 26 °C;
- абсолютно мінімальна – мінус 36 °C.

Клас будівлі – II [35].

Ступінь вогнестійкості будівлі – II [45].

За відносну відмітку 0.000 прийнятий рівень підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 246,0 по генплану для першої черги будівництва.

Ґрунтові води на ділянці зустрінуті на відмітці 227,1. Сезонні коливання рівня ґрунтових вод – 1,2 м.

#### 4.1.2 Генеральний план

Елементами благоустрою є насадження дерев, кущів, газонів, влаштування тротуарного покриття.

Для забезпечення санітарно-гігієнічних вимог, а також нормального руху транспортних засобів та пішоходів передбачається влаштування асфальтного покриття на проїздах та ділянках.

Визначаємо чорні відмітки на розі будівлі згідно формули:

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

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

$n$  – відстань від молодшої горизонталі до точки в м.

$m$  – відстань між горизонталями в м.

$h = 0,5$  м – перетин горизонталей.

$$H_{\text{чор } 1} = 247,00 + 0,5 \cdot 22,55 / 25,23 = 247,09 \text{ (м);}$$

$$H_{\text{чор } 2} = 246,50 + 0,5 \cdot 25,88 / 36,52 = 246,6 \text{ (м);}$$

$$H_{\text{чор } 3} = 245,5 + 0,5 \cdot 29,63 / 36,96 = 245,54 \text{ (м);}$$

$$H_{\text{чор } 4} = 246,0 + 0,5 \cdot 22,55 / 25,23 = 246,12 \text{ (м);}$$

$$H_{\text{чор } 5} = 247,00 + 0,5 \cdot 10,38 / 17,53 = 247,29 \text{ (м);}$$

Визначаємо відмітку підлоги першого поверху:

$$H_{\text{чер}} = H_{\text{чор, max}} + 0,46 = 245,54 + 0,46 = 246,0 \text{ (м).}$$

Визначаємо червоні /проектні/ відмітки:

$$H_{\text{чер}} = H_{\text{чер.м}} \pm i \cdot I \quad (4.2)$$

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

$I$  – відстань між точками в метрах;

$$H_{\text{чер } 1} = 245,31 - 0,03 \cdot 16,91 = 244,8 \text{ (м)},$$

$$H_{\text{чер } 2} = 245,42 - 0,03 \cdot 9,82 = 245,12 \text{ (м)},$$

$$H_{\text{чер } 3} = 244,83 - 0,03 \cdot 24,34 = 244,1 \text{ (м)},$$

$$H_{\text{чер } 4} = 245,38 - 0,03 \cdot 19,51 = 244,8 \text{ (м)},$$

$$H_{\text{чер5}} = 245,85 - 0,03 \cdot 24,34 = 245,12(\text{м}),$$

#### 4.1.3 Архітектурно-планувальні рішення

Будівля, що проектується – житловий будинок з цокольним поверхом, в якому розміщені магазин та офісне приміщення. Частина десятого поверху займають квартири у двох рівнях.

Будинок з розмірами в осях (1-12) - 24,34 м, (13-16) - 9,735 м, (Є-М) - 17,86 м, (1-10) – 18,66 м, (Е-А) – 19,51 м. Включаючи розмір прибудованого приміщення цокольного поверху в осях (А-В) – 5,51 м, (3-12) – 19,83м, (13-16) – 9,735м, (Є-Ж) - 3,05. Техніко-економічні показники блоку 1 наведені у табл. 4.1

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники блоку 1

№п/п	Найменування показника	Один. вимір.	Кількість
1	2	3	4
1	Кількість поверхів	поверх	11
2	Кількість квартир, в тому числі:	квартира	53
	- 1А	квартира	9
	- 1Б	квартира	9
	- 1В	квартира	8
	-1Г	квартира	8
	-1Д	квартира	8
	-2А	квартира	8
	-2Б	квартира	1
	-4А	квартира	1
	-5А	квартира	1
3	Житлова площа	кв. м	1337,65
4	Загальна площа квартир без врахування літніх приміщень	кв. м	2961,9

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
5	Загальна площа квартир з врахуванням літніх приміщень (приведена)	кв. м	3046,06
6	Площа житлового будинку	кв. м	3398,12
7	Площа літніх приміщень	кв. м	84,16
8	Площа позаквартирних приміщень	кв. м	352,06
9	Площа забудови	кв. м	572,4
10	Будівельний об'єм, в тому числі:	куб. м	13992,12
	- надземний	куб. м	13362,48
	- підземний	куб. м	629,64
	Магазин		
11	Будівельний об'єм	куб. м	649,38
12	Площа забудови	кв. м	216,46
	Офіс		
13	Будівельний об'єм	куб. м	204
14	Площа забудови	кв. м	68
	Господарські приміщення		
15	Будівельний об'єм	куб. м	202,8
16	Площа забудови	кв. м	67,6

По планувальних рішеннях, конструктивних особливостях, будинок запроєктовано з висотою поверху – 2,8 м. Повна висота будівлі складає 32,6 м. На першому поверсі розташовано 5 квартир – три однокімнатні та дві двокімнатні. На типових поверхах 6 квартир – п'ять однокімнатні та одна двокімнатна. На десятому поверсі – 4 однокімнатні, також є чотирикімнатна та п'ятикімнатна квартири, що розташовані у двох рівнях. В кожній квартирі запроєктований: передпокій, загальна кімната, кухня з суміжним санітарним вузлом, лоджія, або

балкон з виходом з кухні та кімнати. Лоджії запроектовані як зони відпочинку. На цокольному поверсі прибудоване приміщення магазину та офіси(табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Експлікація приміщень цокольного поверху

№примі щен.	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>	Кат.* прим.
1	2	3	4
1	Торгівельний зал	90,99	
2	Торгівельний зал	71,96	
3	Кімната персоналу	5,58	
4	Коридор	1,81	
5	Вбиральня	1,51	
6	Приміщення обслуговування мереж	1,64	
7	Коридор	3,87	
8	Розвантажувальна	42,74	
9	Електрощитова	2,95	Г
10	Господарські приміщення (10 шт)	38,2	ПП-а
11	Господарські приміщення (3 шт)	7,26	ПП-а
12	Господарське приміщення	3,42	
13	Господарське приміщення	3,72	
14	Комора	11,2	ПП-а
15	Коридор	135	
16	Комора	4,16	ПП-а
17	Коридор	16,56	
18	Приміщення обслуговування мереж	1,2	
19	Офіс	35,94	
20	Офіс	29,74	
21	Тамбур	1,26	
22	Вбиральня	1,26	

\* Категорія за вибухопожежною і пожежною безпекою

#### 4.1.4 Конструктивне рішення

Будівлю запроектовано по жорсткій конструктивній схемі [34] з несучими повздовжніми зовнішніми та внутрішніми стінами, із збірним залізобетонним перекриттям, яке разом із стінами забезпечує загальну просторову жорсткість будівлі.

##### 4.1.4.1 Фундаменти

Фундаменти під стіни запроектовані стрічкові мембранні. Основою є супісь бура  $R_0 = 250$  кПа. Прийнята ширина стрічкового фундаменту під найбільш завантажену стіну складає 3,6 м, фундаменти виконують висотою 0,5 м з бетону кл. С16/20.

Під монолітними стрічковими фундаментами виконати підготовку з бетону. По монолітних стрічкових фундаментах укладаються бетонні блоки стін цоколю, над блоками передбачають монолітний бетонний пояс висотою 450 мм. Поверх монолітного поясу під стіни виконується горизонтальна гідроізоляція товщиною 30 мм з цементно-піщаного розчину складу 1:2 [29]

За відносну відмітку 0,000 прийнятий рівень підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 246,0 по генплану.

В фундаментах запроектована перев'язка блоків в кожному ряді, фундаментні блоки укладаються у вигляді суцільної стрічки з перев'язкою вертикальних швів не менше 300 мм. Шви між блоками заповнюються розчином марки не нижче 100.

В місцях, де перев'язка менше 300 мм, потрібно укласти додатково арматурні сітки з арматури діаметром 8 А240С з чарунками 100x100 мм, що виходять за вертикальні шви на 500 мм. Монолітні ділянки між блоками виконати з бетону класу С8/10.

Фундаменти з зовнішньої сторони обмазуються гарячим бітумом за два рази.



#### 4.1.4.2 Стіни

Стіни будівлі призначені для огороження і захисту від дії навколишнього середовища.

Кладка стін здійснюється на цементно-піщаному розчині. Товщина зовнішніх стін прийнята 510мм, матеріал стін - керамічна цегла. Така товщина необхідна для забезпечення стійкості по відношенню до вітрових та ударних навантажень, а також для збільшення тепло- і звукоізоляційної здатності стін.

Всі горизонтальні і вертикальні шви зовнішніх стін повинні бути ретельно затерті цементно-піщаним розчином марки 100 з додаванням пластифікатора. Поверхні зовнішніх стін, що знаходяться в ґрунті, покрити двома шарами гарячого бітуму.

Горизонтальну гідроізоляцію виконати з цементно-піщаного розчину у співвідношенні 1:2 (цемент М400) товщиною 20 мм з додаванням 5% рідкого скла.

#### 4. 1.4.3 Внутрішні стіни та перегородки

Внутрішні стіни і перегородки – це внутрішні вертикальні огорожуючі конструкції в будівлях.

Стіни в сходовій клітці виконують в будівлі огорожуючі та несучі функції, внутрішні стіни і перегородки – тільки огорожуючі функції.

Міжкімнатні перегородки – з гіпсобетонних блоків , товщиною 100 мм.

Перегородки між квартирами –блоки з ніздрюватого бетону 2x100 мм.

Перегородки в санвузлах та ванних кімнатах товщиною 65 мм виконати в чверть керамічної цегли М-75 на розчині М-50 з армуванням в кожному ряду кладки.

Ненесучі перегородки не доводити до плит перекриття на 30 мм.

На поверхні внутрішніх стін і перегородок будівлі наноситься шар штукатурки товщиною 10 (мм).

#### 4.1.4.4 Перекриття

Перекриття – горизонтальна внутрішня захисна конструкція, що розділяє по висоті суміжні приміщення в будинку. Плити перекриття і балконні плити монтувати по шару цементно-піщаного розчину марки 100, з додаванням пластифікатора, з мінімальною товщиною шару 10 мм. Шви між плитами перекриття після очищення від бруду і промивання водою, замонолітити бетоном кл. С12/15 на дрібному щебені. Плити перекриття з'єднуються із стінами за допомогою анкерів, що забезпечує жорсткість збірних залізобетонних перекриттів. Анкера захистити шаром цементно-піщаного розчину марки 100 товщиною 30 мм.

Зварювання анкерів плит перекриття виконувати електродами типу Е42. Товщину швів прийняти 6 мм.

Перекриття – збірні залізобетонні з круглопустотних плит по серії 1.141-1 та плит по серії 1.241, в. 27,63,44.

Також використовуються плити перекриття багато порожнинні, що виготовляють за технологією безопалубного формування. Це багатопорожнинні попередньо напружені плити, виготовлені з важкого бетону методом стендового екструзійного безперервного формування.

Плити виготовляються з важкого бетону середньої щільності від 2200 до 2500 кг/м<sup>3</sup> та класу за міцністю на стиск від С25/30 до С40/50.

Окремі ділянки перекриттів з монолітного залізобетону товщиною 100 мм по металевих балках з прокатних профілів.

Над віконними та дверними прорізами покладені залізобетонні перемички - по серії 1.038.1-1, В.1, 3, 6. Вони передають навантаження від вище лежачих конструкцій на стіни чи простінки.

Плити балконів і лоджій – індивідуальні, залізобетонні. Специфікація залізобетонних елементів наведена у табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Специфікація залізобетонних елементів

Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Маса Од.,к	Примітка
1	2	3	4	5	6
		З/б пустотні плити			
П-1	Інд. виготовлення	ПК 80.12 – 8АтVТ	11	2830	
2	Серія 1.141-1	ПК 58.15 – 8АтVТ	2	2750	
3	Серія 1.141-1	ПК 58.12 – 8АтVТ	7	2100	
4	Серія 1.241-1 в.27	ПК 72.12 – 8АтVТ	3	2497	
5	Серія 1.241-1 в.27	ПК 72.15 – 8АтVТ	3	3350	
6	Серія 1.241-1 в.63	ПК 57.15 – 8АтVТ	2	2700	
7	Серія 1.241-1 в.44	ПК 66.12 – 8АтVТ	3	2350	
8	Серія 1.241-1	ПК 49.12 – 8АтVТ	1	1800	
9	Серія 1.141-1	ПК 20.12 – 8АтVТ	1	930	
10	Серія 1.141-1	ПК 28.15 – 8АтVТ	3	1380	
11	Серія 1.141-1	ПК 28.10 – 8АтVТ	1	1100	
		Плити балконні			
ПБ-1		ПБ-1	1		
ПБ-2		ПБ-2	1		
ПБ-3		ПБ-3	1		
ПБ-4		ПБ-4	1		
ПБ-5		ПБ-5	1		
ПБ-6		ПБ-6	1		
ПБ-7		ПБ-7	1		
		Монолітні ділянки			
МД-1		МД-1	1		
МД-2		МД-2	1		
МД-3		МД-3	1		
МД-4		МД-4	1		
		Анкери			
А-1	Арк.	Ø 10А-III L=1200	58	0,75	
А-2	Арк.	Ø 10А-III L=1000	36	0,62	

#### 4.1.4.5 Дах, покрівля

Покрівля в житловому будинку – плоска, тобто її ухил не більше 15°. Ухил покрівлі в бік водоприймальних воронок створюється за рахунок шару бетону класу С8/10.

Дах запроектовано теплим, необхідно встановити жорсткий утеплювач – полістирольні плити HIRSCH EPS60 товщиною 10 см, щільністю 13 кг/м<sup>3</sup>, що розміщують на пароізоляційну плівку. Останнім укладають два шари гідроізоляції з євроруберойду.

Особливу увагу приділяють гідроізоляції стиків покрівлі зі стінами та парапетами.

Водозливи вікон, водостічні воронки та труби – системи "Plastmo".

#### 4.1.4.6 Підлога

Підлога – покриття, на яке діють механічні впливи стирання. Підлоги по міжповерховими перекриттями повинні мати звукоізоляційні властивості. В санвузлах покриття підлоги виконується із керамічної плитки.

Всі роботи по влаштуванню підлог проводять після прокладки інженерних мереж та каналів.

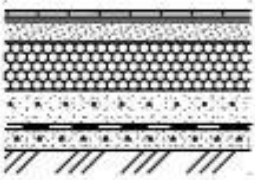
В приміщеннях житлових кімнат, офісів, кімнат персоналу влаштувати пластиковий плінтус по периметру; в приміщеннях торгівельних залів, кухонь, санвузлів влаштувати плінтус з керамічної плитки того ж типу, що підлога, висотою 0,15 м.

Рівень верха покриття підлоги в санвузлах на 20 мм нижче рівня підлог суміжних приміщень.

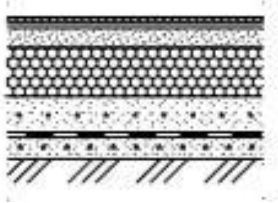
Гідроізоляцію в сан. вузлах заводити на стіни по всьому периметру на 300 мм. По контуру усіх приміщень в підвалі виконати гідроізоляцію з пенекриту.

При влаштуванні підлог необхідно застосовувати матеріали, дозволені органами Державного санітарно-епідеміологічного та пожежного нагляду. Експлікація підлог наведена у табл.. 4.4

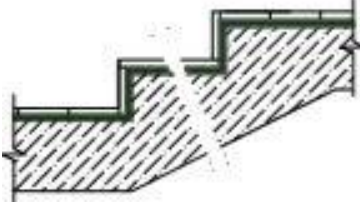

Таблиця 4.4 – Експлікація підлог

Назва або номер приміщень	Тип підлоги	Схема підлоги	Елементи підлоги і їх товщина	Площа м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
Торгівельний зал, тамбур коридор, вбиральня, приміщення обслуговування мереж, розвантажувальна, електроцитова, господарське приміщення, комора, розвантажувальна.	1		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Керамічна плитка з заповнення швів CERESIT CE40 (9мм)</li> <li>2. Клеюча суміш CERESIT CM11 (6мм)</li> <li>3. Стяжка з цементно - піщаного розчину М-150 45мм</li> <li>4. Роздільний шар з поліетиленової плівки</li> <li>5. Утеплювач - плити екструзійного пінополістиролу URSA XPS марки N-III-I (<math>\lambda=0.035\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{к})</math>) - 50мм</li> <li>6. Стяжка з бетону кл. С 16/20 -50мм</li> <li>7. Гідроізоляційна самоклеюча плівка Ceresit BT12 по ґрунту Ceresit BT26</li> <li>8. Підстиляючий шар з бетону клС 8/10 - 80мм</li> <li>9. Ущільнений щебенем ґрунт.</li> </ol>	440,71

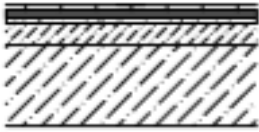
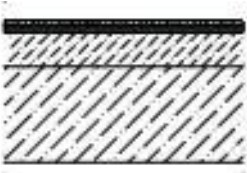
Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5
Кімната персоналу, офіс	2		<p>1. Лінолеум полівінілхлоридний (2 мм)</p> <p>2. Клей для лінолеуму "АКРИЛИН Л"</p> <p>3. Грунтовка CERESIT СТ17</p> <p>4. Стяжка з цементно - піщаною розчином М150 (45мм)</p> <p>5. Роздільний шар з поліетиленової плівки</p> <p>6. Утеплювач - плити екструзійного пінополістиролу URSA XPS марки N-III-I (<math>\lambda=0.035</math>Вт/(м.к) (50мм)</p> <p>7. Стяжка з бетону кл. С 16/20 (50мм)</p> <p>8. Гідроізоляційна самоклеюча плівка Ceresit BT12 по ґрунту Ceresit BT26</p> <p>9. Підстиляючий шар з бетону кл. С 8/10 з добавкою "Пенетрон Адмикс" (4кг/м<sup>3</sup>) (80мм)</p> <p>10. Ущільнений щебенем ґрунт</p>	71,26

Продовження таблиці 4.4

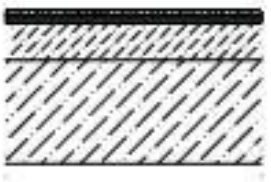
1	2	3	4	5
Сходові марші, Збірні з/б площадки	3		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Керамічна плитка з шорсткою поверхнею, заповнення швів CERESIT CE40 (10мм)</li> <li>2. Клеюча суміш CERESIT CM11 (5 мм )</li> <li>3. Збірніні з/б площадки та сходові марші</li> </ol>	216,72
Сан. вузол, Ванна кімната	4		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Керамічна плитка з шорсткою поверхнею, заповнення швів CERESIT CE40(9 мм )</li> <li>2. Клеюча суміш CERESIT CM11(5 мм)</li> <li>3. Самовирівнююча суміш CERESIT CN69( 10 мм)</li> <li>4. Грунтовка CERESIT CT17</li> <li>5. Стяжка з цементно - піщаного розчи ну М-150 (35 мм)</li> <li>6. Два шари гідроізоляції CERESIT CR65 (3 мм )</li> <li>7. З/б плити перекриття</li> </ol>	236,91

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5
Передпокій, кухня, лоджія, балкон	5		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Керамічна плитка з шорсткою поверхнею, заповнення швів CERESIT CE40 (9 мм)</li> <li>2. Клеюча суміш CERESIT CM11 (6 мм)</li> <li>3. Самовирівнююча суміш CERESIT CN69 (10 мм)</li> <li>4. Грунтовка CERESIT CT17</li> <li>5. Стяжка з цементно - піщаного розчину М-150 (55 мм)</li> <li>6. З/б плити перекриття (220 мм)</li> </ol>	1109,7
Спальня, житлові приміщення	6		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лінолеум полівінілхлоридний на теплій основі ( 5 мм)</li> <li>2. Клей для лінолеуму</li> <li>3. Самовирівнююча суміш CERESIT CN69 (10мм)</li> <li>4. Грунтовка CERESIT CT17</li> <li>5. Стяжка із звукоізоляційним ефектом на базі CERESIT CO85 (65мм)</li> <li>6. З/б плити перекриття (220мм)</li> </ol>	1337,6 5



## Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5
Коридор	7		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лінолеум полівінілхлоридний комерційний типу Tarkett Premo Plus ( 2 мм )</li> <li>2. Клей для лінолеуму</li> <li>3. Самовирівнююча суміш CERESIT CN69 (10мм)</li> <li>4. Грунтовка CERESIT СТ17</li> <li>5. Стяжка із звукоізоляційним ефектом на базі CERESIT CO85 (68мм)</li> <li>6. З/б плити перекриття (220мм)</li> </ol>	277,68

## 4.1.4.7 Сходи

Сходові марші – збірні залізобетонні по серії 1.151.1-7, в.1, виготовлені з важкого бетону класу С 20/25. Сходові площадки – збірні залізобетонні по серії 1.038.1-1, в.1,6. Обпирання передбачено на поперечні стіни сходової клітки. Площадки випускаються недоформованими по висоті на 15 мм, для наступного облицювання керамічною плиткою. Ширина сходинок рівна 300 (мм), висота всіх сходинок рівна 150 мм.

Для дворівневих квартир сходи запроектовано дерев'яними на косоурах з клеєних дощок. Конструкція з забіжними сходами, що заміняють площадку і створюють поворот.

Всі дерев'яні елементи обробляються протигрибковими розчинами і покриваються вогнезахисним покриттям з доведенням до І-ї групи вогнезахисної ефективності.[45]

#### 4.1.4.8 Вікна та двері

Вікна – це конструкції, призначені для освітлення і провітрювання приміщень. Запроектовані металопластиковими. Такі вікна складаються з полівінілхлоридного (ПВХ) профілю та армування. Пвх профіль являє собою профіль певної конфігурації з двома повітряними камерами, розділеними перегородками. Повітряні камери грають важливу роль в тепло- та звукоізоляції, а армування надає вікну жорсткості, а також зберігає форму та лінійні розміри конструкції. Опір теплопередачі не менше  $0.75 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$ .

Технічна документація, виготовлення (або постачання) та монтаж виробів із непластифікованого полівінілхлориду(ПВХ) виконується фірмою-виробником, яка має ліцензію на даний вид робіт та сертифікат відповідності на продукцію. Підвіконні плити та відливи постачаються в комплекті з вікнами.

Двері слугують для зв'язку між приміщеннями і для входу в будівлю. Запроектовані одно- та двопільні двері типу Г та О.

Зовнішні двері встановлюють з опором теплопередачі не менше  $0.6 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$ .

Для світлопрозорого заповнення дверей на шляхах евакуації належить застосовувати загартоване скло, а для протипожежних дверей вогнестійке скло і захисно-декоративне покриття білого кольору. Протипожежні двері, двері сходових кліток та зовнішні двері повинні бути обладнані пристроями для самозачинення та мати ущільнення в притулах гермошнуром поліуретановим. Вироби повинні мати сертифікат відповідності. Специфікація елементів заповнення прорізів наведена в табл.. 4.5

Таблиця 4.5 – Специфікація елементів заповнення прорізів

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк. на поверх				Маса од., кг	Примітка
			1	типов	10	Всього		
		<b>Двері</b>						
Д1	ДСТУ Б В.2.6-11:2011	Д121-9	2	-	-	2	протиудар	
Д2	ГОСТ 6629-88	ДГ 21-13	1	-	-	1		
Д3	ГОСТ 6629-88	ДГ 21-9	12	-	-	12		
Д4	ГОСТ 6629-88	ДГУ 21-9	2	54	12	68		
Д5	ГОСТ 6629-88	ДГ 21-8	10	128	22	160		
Д6	ГОСТ 6629-88	ДО21-13	-	47	6	53		
Д7		Двері балконні	-	80	10	90	металопл.	
Д8	ГОСТ 6629-88	ДО 21-9	-	44	12	56		
		<b>Вікна</b>						
В-1	ДСТУБ.В.2-6-15:2011	О.Ж.1,05x1,5	-	8	1	9	металопл.	
В-2	ДСТУБ.В.2-6-15:2011	О.Ж.1,2x1,5	2	24	4	30	металопл.	
В-3	ДСТУБ.В.2-6-15:2011	О.Ж.1,5x1,5	3	36	6	45	металопл.	
В-5	ДСТУБ.В.2-6-15:2011	О.Ж.2,1x1,5	4	14	4	22	металопл.	

#### 4.1.5 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Для зовнішнього оздоблення поверхні стін будинку прийнята декоративна силіконова структурна штукатурка “ FARBMANN STANDART B”. Перш ніж перейти до облицювання зовнішніх стін декоративною штукатуркою слід

підготувати основу для вирівнювання поверхні. Виконують в два шари: суміш з крупнозернистою структурою згладжує нерівності, наноситься шаром до 1,5 см. Фінішна шпаклівка мілкодисперсної структури забезпечує гладку для подальшого декоративного облицювання. Товщина шару до 4 мм.

Внутрішні поверхні огорожі лоджій та балконів – фарбування водо-емульсійною фарбою ВА-17 в два шари.

Водозливи вікон, парапети козирків входів – оцинкована сталь.

Стіни торгових залів – покращена штукатурка, шпаклювання, фарбування водоемульсійною фарбою.

Стіни санвузлів, ванних кімнат – облицювання глазурованою керамічною плиткою.

Стіни житлових приміщень, передпокоїв, коридори квартир – зашивка гіпсокартонними листами, що покриваються клеєвим розчином покращеної якості на всю висоту.

Стіни кухонь – покращена штукатурка, шпаклювання, клеєве фарбування, покриття емаллю на висоту 1,5 м.

Кухонний фартук висотою 0,6м облицьовують керамічною глазурованою плиткою на висоті 0,86м від поверхні підлоги.

Стіни сходових кліток, технічних приміщень, тамбурів, електрощитової, коридорів – покращена штукатурка, шпаклювання, фарбування водоемульсійною фарбою.

Стелі торгових залів, офісу, житлових приміщень, кухонь, ванних кімнат, сан вузлів, комор – шпаклювання, фарбування водоемульсійною фарбою

Стіни житлових кімнат, офісу фарбують матовими фарбами пастельних тонів.

Приміщення, орієнтовані на південь та схід рекомендовано фарбувати в холодній кольоровій гамі : світло-блакитний, світло-зелений; орієнтовані на північ у теплій кольоровій гамі – світло-жовтий, рожевий, бежевий.

Для фарбування стін використовувати вологостійку водоемульсійну фарбу, що забезпечує можливість прибирання вологим способом.

#### 4.1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Вихідні дані:

Район будівництва — м. Вінниця

Згідно карти-схеми температурних зон України м. Вінниця відноситься до 1-ї температурної зони. Нормована величина опору теплопередачі для даної температурної зони згідно [36] становить  $R_H=3,3 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ .

Відповідно до табл. 4 [37] м. Вінниця знаходиться в нормальній зоні вологості. Згідно з табл. 3 [34] вологісний режим приміщень нормальний, що для житлових будинків відповідає вологості  $\varphi=55\%$  і знаходиться в межах  $50\% \leq \varphi_v \leq 60\%$  внутрішнього повітря при температурі  $t_v=20$  °С, що відповідає інтервалу  $12^\circ\text{C} \leq t_v \leq 24^\circ\text{C}$ . Тому за табл. 2 [37] прийнято умови експлуатації Б.

Конструкцію зовнішньої стіни будівлі прийнято шириною 510мм , з повнотілої керамічної цегли, виходячи з умов забезпечення необхідного фактичного опору теплопередачі. Така конструкція виключає виникнення точки роси в утеплювачі і містить наступні шари (починаючи з внутрішньої поверхні):

1.Внутрішня штукатурка з розчину цементно-піщаного:

$\delta_1= 15 \text{ мм}; \lambda_1=0,93 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{К};$

2.Цегляна кладка:

$\delta_1= 510 \text{ мм}; \lambda_1=0,81 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{К};$

3.Мінераловатні плити на основі базальтового волокна:

$\delta_2= 120 \text{ мм}; \lambda_2=0,049 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{К};$

4.Зовнішня декоративна штукатурка:

$\delta_4= 20 \text{ мм}; \lambda_4=0,7 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{К}.$

Розрахункова конструкція стіни показана на рисунку 1.1

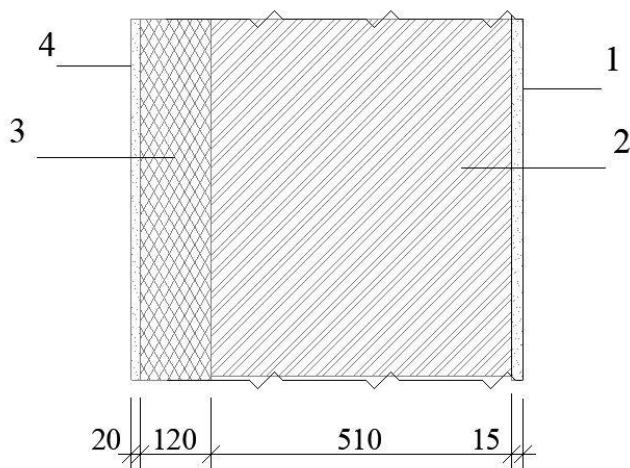


Рисунок 4.1 – Розрахункова конструкція стіни

Загальний опір теплопередачі визначається як:

$$R_n = \frac{1}{\alpha_v} + R_k + \frac{1}{\alpha_z}, \quad [36] \quad (4.3)$$

де  $\alpha_v$  – коефіцієнт теплосприйняття, прийнятий незалежно від призначення для внутрішніх поверхонь приміщення  $\alpha_v = 8,7 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{К}$  [6];

$\alpha_z$  – коефіцієнт тепловіддачі із зовнішньої поверхні для зимових умов,  $\alpha_z = 23 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{К}$  [36];

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4, \quad (1.4)$$

де  $R_{1..4}$  – термічний опір кожного шару конструкції.

Визначаємо термічний опір 1-го шару стіни:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,015 / 0,93 = 0,016 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)}.$$

Визначаємо термічний опір 2-го шару стіни:

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,51 / 0,81 = 0,63 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)}.$$

Визначаємо термічний опір 4-го шару стіни:

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,02 / 0,7 = 0,28 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)}.$$

Опір теплопередачі утеплювача згідно формули (1.3)

$$R_3 = 1/8,7 + 0,016 + 0,63 + 0,28 + R_3 + 1/23 = 3,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)}.$$

Звідси  $R_3 = 3,3 - 1/8,7 - 0,016 - 0,63 - 0,28 - 1/23 = 2,21 \text{ (м}^2 \cdot \text{К/Вт)}$ ,

Тоді товщина шару утеплювача :

$$\delta_3 = \lambda_3 \cdot R_3 = 0,049 \cdot 2,21 = 0,108 \text{ м}.$$

Приймаємо найближче більше нормативне значення  $\delta_3 = 0,12\text{м}$

$$R_{\phi} = 1/8,7 + 0,016 + 0,63 + 0,28 + 0,12/0,049 + 1/23 = 3,5 (\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}).$$

$$R_{\phi} = 3,5 (\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}) > R_n = 3,3 (\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}).$$

Отже, опір теплопередачі даної стінової конструкції забезпечено.

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни:

$$k = 1/R_{\phi} = 1/3,5 = 0,283 (\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

#### 4.1.7 Інженерне обладнання

##### 4.1.7.1 Водопостачання

Водопостачання будівлі здійснюється від центрального водопроводу.

В запроектованому будинку передбачена тупикова система холодного водопостачання.

Для обліку споживання води передбачено водомірний вузол з лічильником ЛВОК-15. Підібрано циркуляційні насоси Sprut. Встановлено розширювальний бак Reflex NG 140. Внутрішні мережі холодного та гарячого водопостачання прийняті з металопластикових труб. Приготування гарячої води здійснюється в комбінованих котлах.

Стояки і підведення до санітарно-технічних приладів прокладаються приховано в монтажних штрабах стін. Після монтажу трубопроводів штраби закладаються огорожувальними конструкціями, за виключенням лицевої панелі, яка забезпечує доступ у штрабу.

##### 4.1.7.2 Каналізація

Каналізація будівлі підключена до центральної міської каналізаційної мережі. Мережа внутрішньої каналізації складається з труб з профільованою стінкою, які виготовляються з поліпропілену. Труби та фасонні частини для зовнішньої каналізації виготовлені з ПВХ. Випуски – передбачені з труб і

фасонних частин (фітінгів) з пластичного матеріалу. Випуски каналізації підлягають герметизації.

Відведення дощових і талих вод з покрівлі житлового будинку вирішується будівельною частиною проекту.

#### 4.1.7.3 Опалення

Опалення приміщень житлового будинку – горизонтальна поверхова система опалення, нагрівальні прилади – сталі радіатори Рrго. Джерелом тепlopостачання є центральна котельня, яка знаходиться за межами будівельного майданчику.

#### 4.1.7.4 Електропостачання

Електропостачання здійснюється від загальної електромережі. Прокладання електропроводки в запроектованій будівлі здійснюється перед оштукатурюванням внутрішніх стін та перегородок і кріпиться за допомогою кріплень до конструкцій будівлі. При необхідності проводиться свердління отворів під електропровід в стінах та перекриттях.

### 4.2. Основи та фундаменти

#### 4.2.1 Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчику

Рельєф ділянки рівнинний. Інженерно-геологічна будова майданчику показана на розрізі рисунку 3.1. Навантаження збирались на рівні обрізу фундаментів для фундаментів несучої стіни по осі Д.

Ґрунтові води залягають на глибині 17 м.

У таблиці 3.1 представлені фізико-механічні характеристики ґрунтів.



#### 4.2.2 Збір навантажень на фундаменти

Збір навантажень виконуємо для фундаментів несучої стіни по осі Д з вантажною площею  $A_{\text{вант.}} = 7 \text{ м}^2$ . Результати розрахунків представлені у таблиці 4.7. Навантаження збирались на рівні обрізу фундаментів.

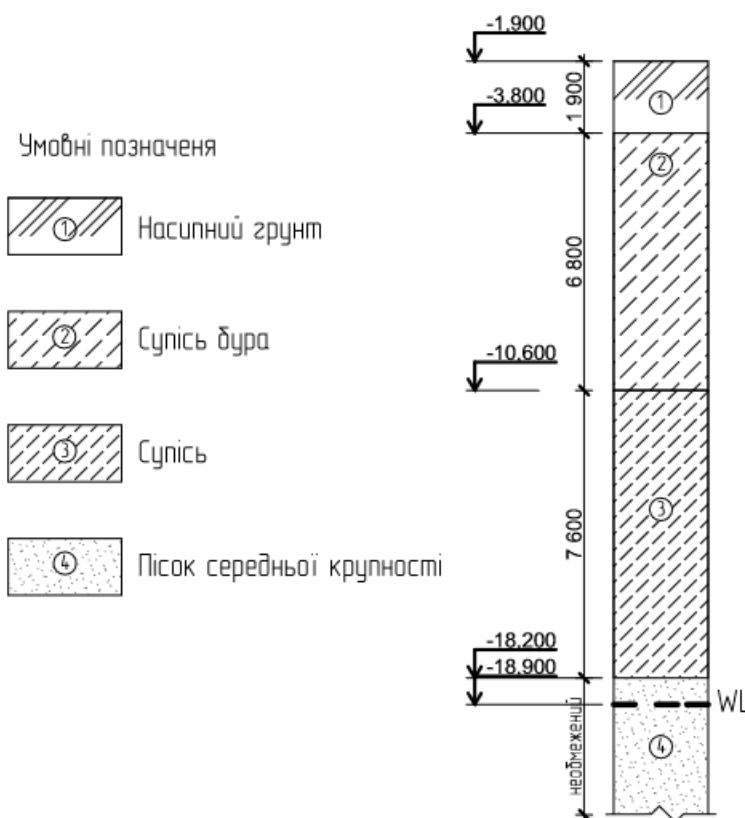


Рисунок 4.2 – Інженерно-геологічний розріз будівельного майданчику

Згідно з [37] характеристичне значення снігового навантаження для м. Вінниця складає 1360 Па.

Таблиця 4.6 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів

№ ПЕ	Найменування ґрунтів	Потужність шару, м	Питома вага	Вологість	Питома вага частінок ґрунту	Коефіцієнт пористості	Ступінь вологості	Вологість на межі текучості	Вологість на межі пластичності	Число пластичності	Показник текучості	Питоме зчеплення	Кут внутрішнього тертя	Модуль деформації	Коефіцієнт Пуассона	Розрахунковий опір ґрунту
			$\gamma_s$ , кН/м <sup>3</sup>	w	$\gamma_s$ , кН/м <sup>3</sup>	e	$S_r$	$w_L$	$w_P$	$I_P$	$I_L$	c, кПа	$\phi$ , град.	E, МПа	$\nu$	$R_0$ , кПа
1	Насипний ґрунт	1,7-2,0	16,7	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Супісь бура	6,7-7,0	16,9	0,12	26,7	0,77	0,42	0,15	0,11	0,04	0,25	3	20	7,5	0,30	250
3	Супісь	7,5-8,2	17,0	0,13	26,8	0,78	0,45	0,26	0,21	0,05	0	12,38	23,07	16,07	0,30	250
4	Пісок середньої крупності	необмеж.	19,0	0,21	26,6	0,69	0,80	-	-	-	-	0,56	36,3	16,8	0,29	400
Рівень ґрунтових вод – 17м																

Снігове навантаження, згідно з [38] на 1 м<sup>2</sup> покриття складає

$$s_m = \gamma_{fm} s_0 C, \quad (4.4)$$

де  $C = \mu C_e C_{alt}$ ;

$C_e=1$ , оскільки покрівля утеплена,  $C_{alt}=1$ , оскільки висота над рівнем моря  $H < 0,5$  км; Коефіцієнт форми покрівлі  $\mu$  приймаємо за схемою 8 додатку Ж [37] для будівель з плоскою покрівлею  $\mu=1$

У таблиці 4.7 показаний розрахунок вертикальних навантажень на найбільш навантажені фундаменти по осі Д Найбільш несприятливим сполученням навантажень для фундаментів буде їх сума з урахуванням коефіцієнтів сполучень.

Враховуємо також коефіцієнт надійності за призначенням ( $\gamma_n$ ) [35]

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

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

Таблиця 4.7 – Навантаження на фундамент під внутрішню несучу стіну по осі Д

Вид навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м	$\gamma_{fe}$	Експлуатаційне навантаження, кН/м	$\gamma_{fm}$	Граничне навантаження, кН/м
Постійні					
1. Вага стіни підвалу 0,5·3,0·1·24	36	1	36	1,1	39,6
2. Вага стіни з цегли (0,51 + 0,04) · 30,9 · 1·18	305,91	1	305,91	1,1	336,501
3. Вага перекриття 3·7·10	210	1	210	1,1	231
4. Вага підлог (0,43·1 + 1,75·9) · 7	113,26	1	113,26	1,3	147,238
5. Вага покрівлі (0,4 + 0,16 + 0,36 + 0,18) · 7	7,7	1	7,7	1,3	10,01
$\Sigma$ пост.			672,87		764,349
Змінні					
1. Перегородки 1,31·7·10	91,7	1	91,7	1,3	119,21
2. Корисне (2+1,5·9+0,7) · 7	113,4	1	113,4	1,3	147,42
3. Вага снігу 1,36·7	9,52	0,49	4,66	1,14	10,85
$\Sigma$ змін			209,76		277,48

$$N_e = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \sum N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95 \sum N_i^{\text{тим.трив.}}) \gamma_n = (672,87 + 0,95 \cdot 209,76) \cdot 0,975 = 850,34 \text{ (кН/п.м);}$$

$$N_m = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \sum N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95 \sum N_i^{\text{тим.трив.}}) \gamma_n = (764,349 + 0,95 \cdot 277,48) \cdot 1,1 = 1130,75 \text{ (кН/п.м).}$$

#### 4.2.3 Розрахунок фундаменту в варіанті мілкового закладання

##### 4.2.3.1 Вибір глибини закладання

Фундамент мілкового закладання на природній основі виконують за величиною розрахункового опору ґрунту із забезпеченням неперевищення сумарним осіданням допустимого значення. Глибину закладання фундаменту призначаємо з таких міркувань. Основою для фундаментів на природній основі є супісь бура

Фундамент необхідно завести в несучий шар на глибину не менше 0,5 м.

Навантаження на фундамент  $N_e = 850,34$  кН/м. Будівля з цоколем поверхом, висотою 3 м. Враховуючи всі фактори, глибина закладання фундаменту від рівня природного рельєфу складає  $d = 2,2$  м.

Конструктивне рішення фундаменту показано на рис. 4.3.

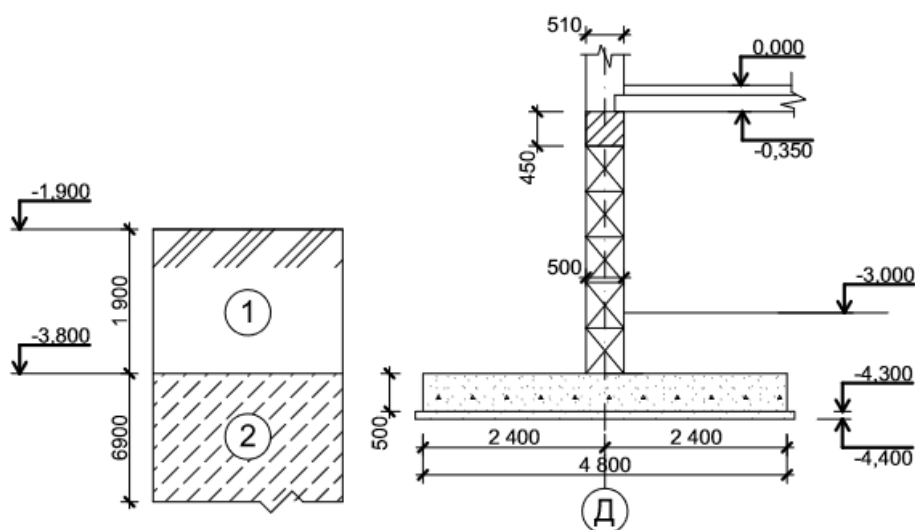


Рисунок 4.3 – Конструктивне рішення і положення фундаменту мілкового закладання у ґрунті

#### 4.2.3.2 Визначення розміру підшви

Розрахунок розмірів підшви фундаменту мілкового закладання, згідно з [29], виконуємо за другою групою граничних станів.

Розмір підшви фундаменту повинен задовольняти таким граничним нерівностям

$$\begin{aligned} p &\leq R; \\ s + s_{sl} &< s_u, \end{aligned} \quad (4.6)$$

де  $p$  – тиск під підшвою фундаменту, кПа;

$R$  – розрахунковий опір ґрунту основи, кПа;

$s$  – фактичне осідання фундаменту, м;

$s_{sl}$  – просідання фундаменту, м

$s_u$  – гранично допустиме значення осідання для даної будівлі.

При глибині закладання підшви фундаменту від рівня природного рельєфу  $d_n = 2,2$  м, відповідно до таблиці 1, розрахунковий опір ґрунту  $R_0 = 250$  кПа  $d$  приймаємо як відстань від підшви фундаменту до найближчої підлоги,  $d = 1,1$  м.

Потрібна площа підшви з урахуванням власної ваги фундаменту з ґрунтом на його уступах:

$$A = \frac{N}{R - \gamma_{m1} \cdot d} = \frac{850,34}{250 - 20 \cdot 1,1} = 3,73 (\text{м}^2)$$

Для стрічкового фундаменту ширина підшви умовно  $b = A = 3,37$  м, після розрахунків остаточно приймаємо стрічковий фундамент  $b = 4,8$  м.

Середній тиск по підшві фундаменту:

$$P = \frac{N}{A} + \gamma_{m1} \cdot d = \frac{850,34}{4,8} + 20 \cdot 1,1 = 199,15 (\text{кПа})$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot (M_\gamma \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_2 + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_2 + (M_g - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_2 + M_c \cdot c_2) = \\ &= \frac{1,25 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,51 \cdot 1 \cdot 4,8 \cdot 16,9 + 3,06 \cdot 1,1 \cdot 16,73 + (3,06 - 1) \cdot 1,1 \cdot 16,73 + 5,66 \cdot 3) = 209,79 (\text{кПа}) \end{aligned}$$

$$P = 199,15 \text{ кПа} < R = 209,79 \text{ кПа}$$

Умова виконується. Приймаємо стрічковий фундамент  $b = 4,8$  м.

З урахування значної ширини фундаменту, для збільшення жорсткості приймаємо його висотою 0,5 м

#### 4.2.3.3 Розрахунок осідання фундаменту

Тиск під подошвою фундаменту  $P=199,15$  кПа.

Виконаємо розрахунок осідання фундаменту методом пошарового підсумовування [29].

Тиск від власної ваги ґрунту в рівні подошви фундаменту від рівня природного рельєфу:  $\sigma_{zg,0}' = 1,1 \cdot 18 = 19,8$  (кПа). Розміри котловану 20х29 м.

Межа стисливої товщі основи приймається на глибині  $Z_i = H_c$ , де виконується умова  $\sigma_{zp,i} \leq k \sigma_{zg}'$ , де  $k = 0,2$  при  $d < 5$  м.

Оскільки глибина котловану  $d = 2,5$  м  $< 5$  м, осідання фундаменту знаходимо за формулою:

$$s = \beta \sum \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zg,i}') h_i}{E_i} \quad (4.7)$$

Далі розрахунок осідання ґрунту зводимо до таблиці 3.3.

На глибині  $z = 13,15$  м від подошви фундаменту виконується умова межі товщі, що стискається,  $\sigma_{zp,i} = 45,37$  кПа  $< 0,2 \sigma_{zg,i}' = 0,2 \cdot 242,7 = 48,54$  (кПа).

Осідання фундаменту за результатами розрахунку  $s = 8,5$  см, що не перевищує допустиме значення для будівель з несучими стінами з цегли  $s_u = 12$  см [29].

Таблиця 4.8 – Розрахунок осідання фундаменту мілкого закладання

№	$z$ , м	$2z/b$	$\alpha$	$2z/bk$	$\alpha_k$	$\sigma_{zp}$ , кПа	$\sigma_{zy}$ , кПа	$\sigma_{zg}$ , кПа	$\sigma_{zp}$ , (сер) кПа	$\sigma_{zy}$ , (сер), кПа	$h_i$ , м	$E_i$ , кПа	$S_i$ , м
1	0	0	1	0	1	199,15	36,8	19,8	-	-	-	-	-
2	0,93	0,39	0,978	0,09	0,995	194,72	36,604	35,493	196,935	36,702	0,93	7500	0,01587
3	1,86	0,77	0,887	0,19	0,989	176,703	36,407	51,186	185,711	36,505	0,93	7500	0,01478
4	2,79	1,16	0,767	0,28	0,984	152,823	36,211	66,879	164,763	36,309	0,93	7500	0,01272
5	3,71	1,55	0,657	0,37	0,979	130,801	36,014	82,571	141,812	36,112	0,93	7500	0,01047
6	4,64	1,93	0,565	0,46	0,962	112,532	35,386	98,264	121,666	35,7	0,93	7500	0,00851
7	5,57	2,32	0,491	0,56	0,939	97,85	34,566	113,957	105,191	34,976	0,93	7500	0,00695
8	6,5	2,71	0,433	0,65	0,917	86,244	33,746	129,65	92,047	34,156	0,93	7500	0,00573
9	7,45	3,1	0,385	0,74	0,894	76,677	32,907	145,8	81,461	33,326	0,95	16070	0,00228
10	8,4	3,5	0,346	0,84	0,868	68,956	31,957	161,95	72,816	32,432	0,95	16070	0,00191
11	9,35	3,9	0,314	0,93	0,838	62,548	30,856	178,1	65,752	31,406	0,95	16070	0,00162
12	10,3	4,29	0,287	1,03	0,809	57,164	29,755	194,25	59,856	30,305	0,95	16070	0,0014
13	11,25	4,69	0,264	1,12	0,779	52,613	28,653	210,4	54,889	29,204	0,95	16070	0,00121
14	12,2	5,08	0,245	1,22	0,749	48,7	27,576	226,55	50,657	28,115	0,95	16070	0,00107
15	13,15	5,48	0,228	1,31	0,723	45,373	26,588	242,7	47,037	27,082	0,95	16070	0,00094

#### 4.2.4 Розрахунок стрічкового фундаменту за міцністю тіла

Конструктивне рішення фундаменту показано на рисунку 4.4. Розрахунок тіла фундаменту за міцністю відноситься до розрахунків за першою групою граничних станів, тому значення навантажень приймаємо розрахунковими граничними:

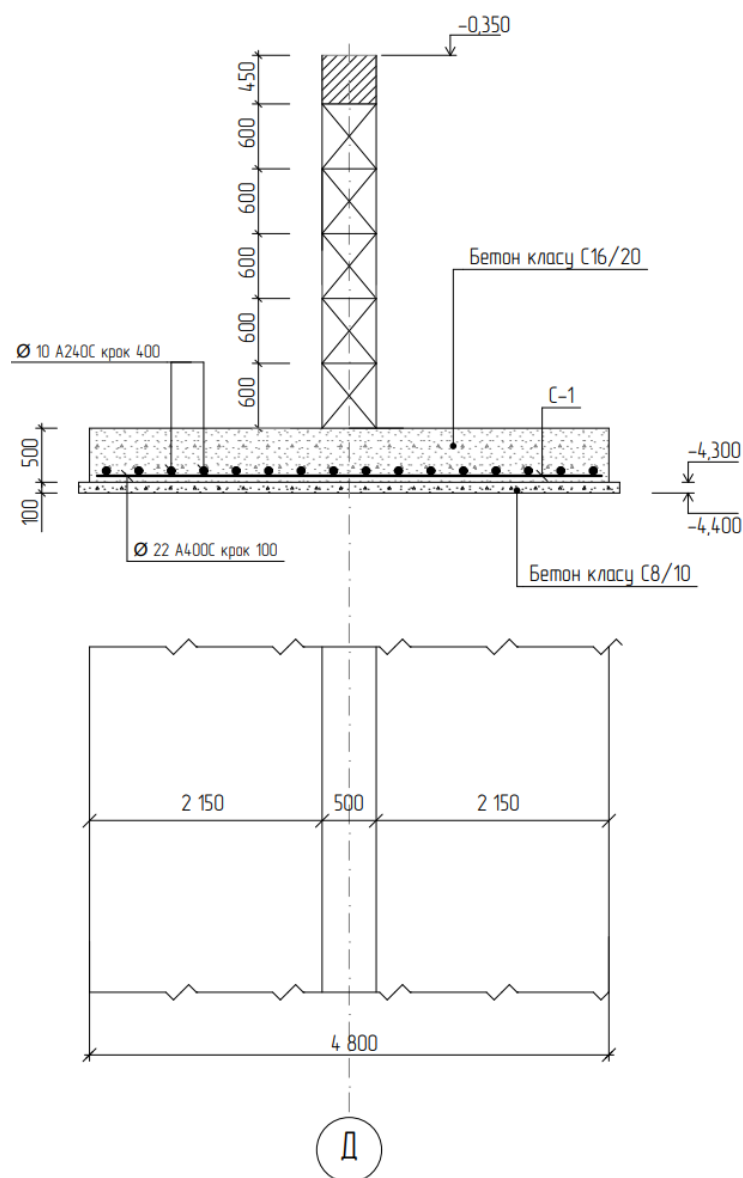
$$N_m = 1130,75 \text{ кН/п.м.}$$

Бетон класу C16/20 [38]:  $\gamma_{cl}=0,9$ ;  $f_{cd} = 11,5 \text{ МПа}$ ;  $f_{ctd} = 0,87 \text{ МПа}$ ;  $E_{cm} = 27000 \text{ МПа}$ .

Арматура класу A400C [38]:  $f_{yd} = 363 \text{ МПа}$ ; A240C:  $f_{yd} = 225 \text{ МПа}$ ;  $E_s = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

Висота фундаменту  $H_f = 0,5 \text{ м}$ . Розмір підшви фундаменту 4,8 м.

Захисний шар бетону при наявності бетонної підготовки 35 мм.





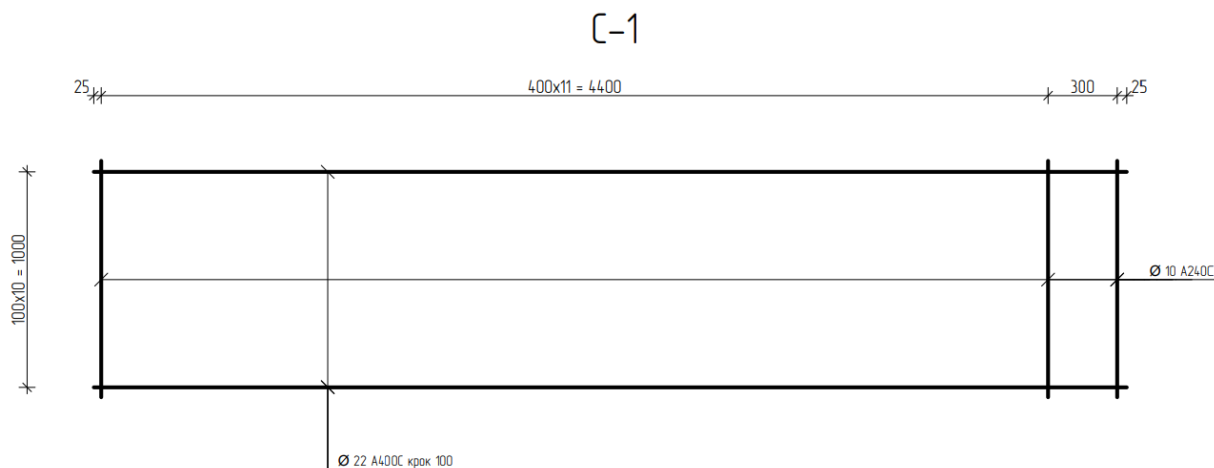


Рисунок 4.4 – Конструктивне рішення фундаменту

### Перевірка міцності на продавлювання стіною

Тиск під підшвою фундаменту від дії розрахункових граничних навантажень

$$p_g = N_m / (b \cdot l) = 1130,75 / (4,8 \cdot 1) = 235,57 \text{ (кН / м}^2\text{)}.$$

По периметру площі навантаження максимальні напруження зрізу при продавлюванні не повинні перевищувати [39]

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

Поперечне армування на зріз не вимагається, якщо

$$V_{Ed,\sigma} \leq V_{Rd,c} \cdot \quad (4.9)$$

де  $V_{Ed}$  – прикладена поперечна сила;

$d$  – робоча висота перерізу на периметрі площі завантаження;

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

Коефіцієнт зниження міцності бетону із тріщиною при зсуві

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

$$V_{Rd,max} = 0,5 \nu f_{cd} = 0,5 \cdot 0,564 \cdot 11500 \cdot 0,9 = 2918,7 \text{ (кПа)};$$

Прикладена поперечна сила по грані стіни

$$V_{Ed} = p_g (b - b_{cn}) / 2 = 235,57 \cdot (4,8 - 0,5) / 2 = 506,47 \text{ (кН)}.$$

$$V_{Ed,\sigma} = V_{Ed} / ud = 506,47 / (1 \cdot 0,465) = 1089,18 \text{ (кПа)}$$

Умова  $V_{Ed,\sigma} \leq V_{Rd,\max} \cdot \rightarrow 1089,18 \text{ кПа} < 2918,7 \text{ кПа}$  виконується.

Перевіримо виконання умови по контрольних перерізах 1 та 2

Для контрольного перерізу 1

Продавлююча сила

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} = 506,47 - 235,57 \cdot 0,465 = 396,93 \text{ (кН)}$$

$$V_{Ed,\sigma} = V_{Ed,red} / ud = 396,93 / (1 \cdot 0,465) = 835,61 \text{ (кПа)}$$

Знаходимо розрахункову величину опору на зріз при продавлюванні фундаментних плит без поперечного армування

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{465}} = 1,656 < 2.$$

$$\rho_i = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{19,0}{100 \cdot 46,5} = 0,004086 < 0,02;$$

$$V_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,656^{3/2} 15^{1/2} = 0,289 \text{ (МПа)}.$$

Відстань від контуру стіни до контрольного периметру, що розглядається  
 $a = 0,465 \text{ м};$

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k (100 \rho_i f_{ck})^{1/3} \frac{2d}{a} = 0,138 \cdot 1,656 (100 \cdot 0,004086 \cdot 15)^{1/3} \frac{2 \cdot 0,465}{0,465} =$$

$$= 0,836 \text{ (МПа)} \geq V_{\min} \frac{2d}{a} = 0,289 \cdot 2 = 0,578 \text{ (МПа)}.$$

Перевіряємо умову міцності на зріз при продавлюванні при відсутності поперечного армування

$$V_{Ed,\sigma} \leq V_{Rd,c} \cdot \rightarrow 835,61 \text{ кПа} < 836 \text{ кПа}.$$

Отже, міцність на продавлювання забезпечена.

Для контрольного перерізу 2

Продавлююча сила

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} = 506,47 - 235,57 \cdot 0,465 \cdot 2 = 287,39 \text{ (кН)}$$

$$V_{Ed,\sigma} = V_{Ed,red} / ud = 287,39 / (1 \cdot 0,465) = 408,04 \text{ (кПа)}$$

Відстань від контуру колони до контрольного периметру, що розглядається  
 $a = 0,465 \cdot 2 = 0,93 \text{ (м)}$ .

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

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k(100\rho_i f_{ck})^{1/3} \frac{2d}{a} = 0,138 \cdot 1,656(100 \cdot 0,004086 \cdot 15)^{1/3} \frac{2 \cdot 0,465}{0,93} = 0,418 \text{ (МПа)} \geq V_{\min} \frac{2d}{a} = 0,289 \text{ (МПа)}.$$

Перевіряємо умову міцності на зріз при продавлюванні при відсутності поперечного армування

$$V_{Ed,\sigma} \leq V_{Rd,c} \rightarrow 408,04 \text{ кПа} < 418 \text{ кПа}.$$

Отже, міцність на продавлювання забезпечена.

*Перевірка міцності на дію поперечної сили*

Оскільки для стрічкового фундаменту зріз при продавлюванні і зріз від дії поперечної сили відбуваються по одному перерізу, то міцність на дію поперечної сили також забезпечена.

*Розрахунок на згин консольного виступу фундаменту*

Розраховуємо фундамент на згин консольного виступу з метою визначення потрібної кількості поперечної арматури підшви.

Згинальний момент у перерізі по грані стіни для консольного виступу довжиною  $(b - b_i)/2$

$$M_z = p_g (b - b_{cn})^2 / 8 = 235,57 (4,8 - 0,5)^2 / 8 = 544,46 \text{ (кНм)};$$

У якості робочих стержнів приймаємо арматуру класу А400С з розрахунковим опором  $f_{yd} = 363 \text{ МПа}$  [39].

Визначимо потрібну площу перерізу арматури на 1 м довжини фундаменту як для елемента, що згинається, з поодинокую арматурою.

Значення відносних граничних деформацій в бетоні С16/20

$$\varepsilon_{cu3,cd} = 3,23 \%, \quad \varepsilon_{cs,cd} = 0,58 \%.$$

Знайдемо параметр  $\lambda$

$$\lambda = \frac{\varepsilon_{cu3,cd} - \varepsilon_{c3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd}} = (3,23 - 0,58) / 3,23 = 0,82.$$

Максимально можлива стиснута зона.

$$x_1 = x_{lu} = z_s \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{so}} = 0,465 \frac{3,23}{3,23 + 1,729} = 0,303 \text{ (м)} ;$$

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

Визначаємо розрахункове значення величини стиснутої зони  $x_l$

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

$$A_2 = \frac{1}{2} f_{cd} \cdot b(1 + \lambda)$$

$$A_2 = 0,5 \cdot 11,5 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot (1 + 0,82) = 9,42 \cdot 10^3 \text{ (кН/м)}$$

$$x_1 = \frac{0,465 \cdot 9,42 \cdot 10^3 - \sqrt{0,465^2 (9,42 \cdot 10^3)^2 - 4 \cdot 0,456 \cdot 9,42 \cdot 10^3 \cdot 544,46}}{2 \cdot 0,456 \cdot 9,42 \cdot 10^3} = 0,145 \text{ м}$$

$$x_l = 0,145 \text{ м} < x_{lu} = 0,303 \text{ м}$$

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

Знаходимо площу армування

$$A_s = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot x_1(1 + \lambda)}{2f_{yd}}$$

$$A_s = 11,5 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,145 \cdot (1 + 0,82) / (2 \cdot 363 \cdot 10^3) = 0,003762 \text{ м}^2 = 37,62 \text{ см}^2$$

Приймаємо поперечне робоче армування 10Ø22 А400С  $A_s = 38,01 \text{ см}^2$

з кроком 100 мм (див. рис. 4.4).

Площа розподільчої арматури у межах однієї частини фундаменту, що згинається,  $A_{sp} = 0,1 \times 38,01 = 3,801 \text{ (см}^2\text{)}$ . Оскільки у стрічковому фундаменті на згин працюють сумісно дві консольних частини, то потрібну кількість розподільчої арматури на 1 м ширини стрічки необхідно збільшити вдвічі, тобто

$A_{sp} = 7,602 \text{ см}^2$  Тоді остаточно з конструктивних міркувань приймаємо 13 стержнів діаметром 10 мм з сталі класу А240С (13Ø10 А240С) з  $A_s = 10,21 \text{ см}^2$ . Крок розподільчих стержнів 400 мм (див. рис. 4.4).

#### 4.2.5 Розрахунок в варіанті мембранного стрічкового фундаменту

##### 4.2.3.1 Наукове обґрунтування вибору конструктивного рішення у варіанті мембранного фундаменту

В розділі 3 даної роботи виконано порівняння двох стрічкових фундаментів аналогічних розмірів. Один із фундаментів – стрічковий, влаштований традиційним способом. Інший – мембранний фундамент. За допомогою ПК Ліра САПР встановлено зменшення осідань на 18% та тиску під подошвою на 19% для мембранного фундаменту відносно стрічкового фундаменту без влаштування мембрани. Беручи до уваги суттєву різницю в значеннях середнього тиску під подошвою мембранного фундаменту  $P=149,57 \text{ кПа}$  та розрахункового опору ґрунту  $R=209,79 \text{ кПа}$ , було прийняте рішення зменшити ширину подошви стрічкової частини мембранного фундаменту, щоб величина середнього тиску під подошвою наближалась до значення розрахункового опору ґрунту.

Остаточно приймаємо стрічковий фундамент по осі Д з шириною подошви 3,6м. та висотою 0,5м. Конструктивне рішення фундаменту показане на рис. 4.5.

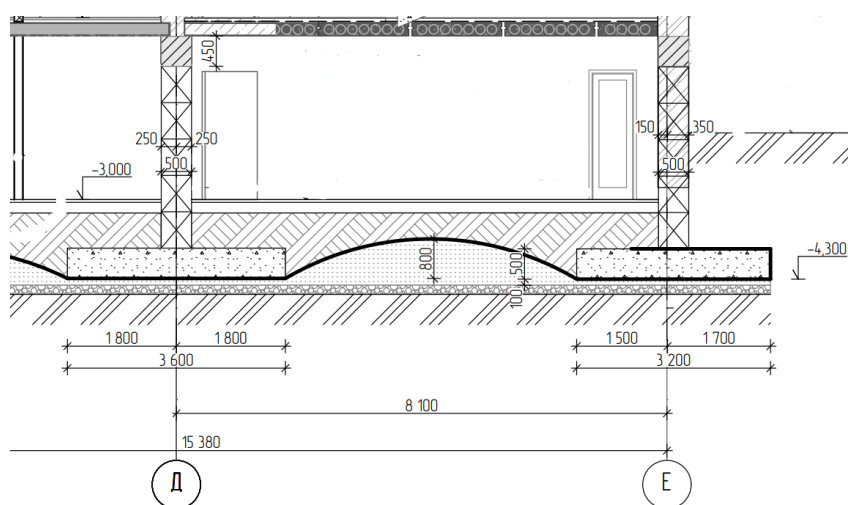


Рисунок 4.5 – Конструктивне рішення фундаменту та розміщення в ґрунті

#### 4.2.3.2 Розрахунок стрічкового мембранного фундаменту за міцністю тіла

Конструктивне рішення фундаменту показано на рисунку 4.6.

$$N_m = 1130,75 \text{ кН/п.м.}$$

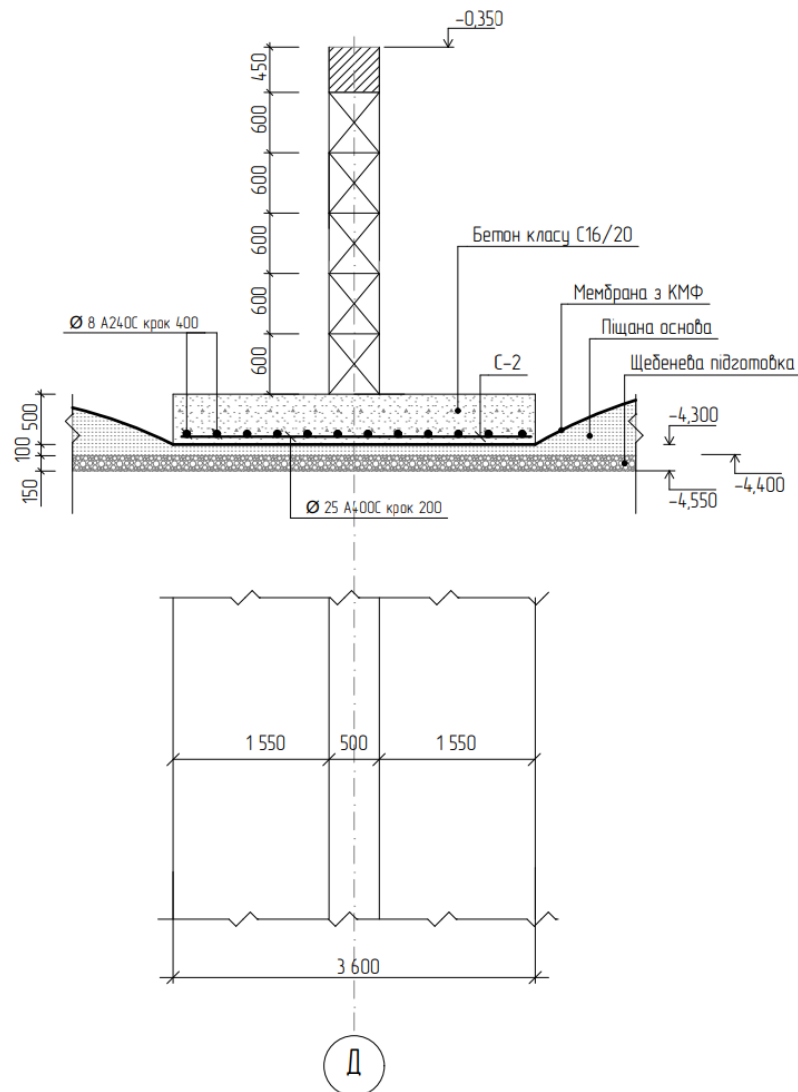
Бетон класу C16/20 :  $\gamma_{cl}=0,9$ ;  $f_{cd} = 11,5 \text{ МПа}$ ;  $f_{ctd} = 0,87 \text{ МПа}$ ;  $E_{cm} = 27000 \text{ МПа}$ .

Арматура класу A400C :  $f_{yd} = 363 \text{ МПа}$ ; A240C:  $f_{yd} = 225 \text{ МПа}$ ;

$$E_s = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа.}$$

Висота фундаменту  $H_f = 0,5 \text{ м}$ . Розмір підшви 3,6 м.

Захисний шар бетону 35 мм.



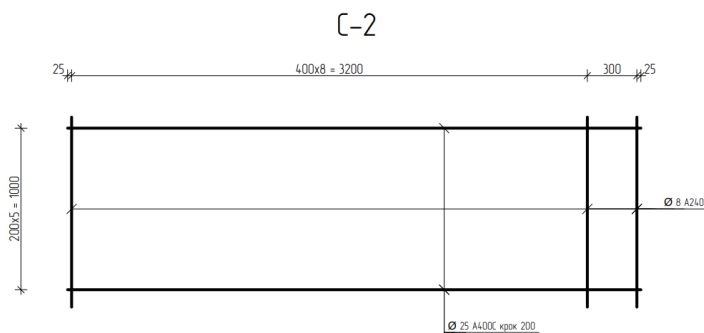


Рисунок 4.6 – Конструктивне рішення фундаменту

Перевірка міцності на продавлювання стіною

Коефіцієнт зниження міцності бетону із тріщиною при зсуві

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

$$V_{Rd,max} = 0,5 \nu f_{cd} = 0,5 \cdot 0,564 \cdot 11500 \cdot 0,9 = 2918,7 (\text{кПа});$$

Прикладена поперечна сила по грані стіни

$$V_{Ed} = p_g (b - b_{cn}) / 2 = 314,1 \cdot (3,6 - 0,5) / 2 = 486,85 (\text{кН}).$$

$$V_{Ed,\sigma} = V_{Ed} / u d = 486,85 / (1 \cdot 0,465) = 1047 (\text{кПа})$$

$$p_g = N_m / (b \cdot l) = 1130,75 / (3,6 \cdot 1) = 314,1 (\text{кН} / \text{м}^2).$$

Умова  $V_{Ed,\sigma} \leq V_{Rd,max} \cdot \rightarrow 1047 \text{ кПа} < 2918,7 \text{ кПа}$  виконується.

Для контрольного перерізу 1

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} = 486,85 - 314,1 \cdot 0,465 = 340,79 (\text{кН})$$

$$V_{Ed,\sigma} = V_{Ed,red} / u d = 340,79 / (1 \cdot 0,465) = 732,88 (\text{кПа})$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{465}} = 1,656 < 2.$$

$$\rho_i = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{19,0}{100 \cdot 46,5} = 0,004086 < 0,02;$$

$$V_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,656^{3/2} 15^{1/2} = 0,289 (\text{МПа}).$$

Відстань від контуру стіни до контрольного периметру, що розглядається

$$a = 0,465 \text{ м};$$

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k(100\rho_i f_{ck})^{1/3} \frac{2d}{a} = 0,138 \cdot 1,656(100 \cdot 0,004086 \cdot 15)^{1/3} \frac{2 \cdot 0,465}{0,465} =$$

$$= 0,836(\text{МПа}) \geq V_{\min} \frac{2d}{a} = 0,289 \cdot 2 = 0,578(\text{МПа}).$$

Перевіряємо умову міцності на зріз при продавлюванні при відсутності поперечного армування

$$V_{Ed,\sigma} \leq V_{Rd,c} \cdot \rightarrow 732,88 \text{ кПа} < 836 \text{ кПа}.$$

Отже, міцність на продавлювання забезпечена.

Для контрольного перерізу 2

Продавлююча сила

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} = 486,85 - 314,1 \cdot 0,465 \cdot 2 = 194,74 \text{ (кН)}$$

$$V_{Ed,\sigma} = V_{Ed,red} / ud = 194,74 / (1 \cdot 0,465) = 417,79 \text{ (кПа)}$$

Відстань від контуру колони до контрольного периметру, що розглядається  
 $a = 0,465 \cdot 2 = 0,93 \text{ (м)}$ .

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

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k(100\rho_i f_{ck})^{1/3} \frac{2d}{a} = 0,138 \cdot 1,656(100 \cdot 0,004086 \cdot 15)^{1/3} \frac{2 \cdot 0,465}{0,93} =$$

$$= 0,418(\text{МПа}) \geq V_{\min} \frac{2d}{a} = 0,289(\text{МПа}).$$

Перевіряємо умову міцності на зріз при продавлюванні при відсутності поперечного армування

$$V_{Ed,\sigma} \leq V_{Rd,c} \cdot \rightarrow 417,79 \text{ кПа} < 418 \text{ кПа}.$$

Отже, міцність на продавлювання забезпечена.

*Перевірка міцності на дію поперечної сили*

Оскільки для стрічкового фундаменту зріз при продавлюванні і зріз від дії поперечної сили відбуваються по одному перерізу, то міцність на дію поперечної сили також забезпечена.



*Розрахунок на згин консольного виступу фундаменту*

Згинальний момент у перерізі по грані стіни для консольного виступу довжиною  $(b - b_i)/2$

$$M_3 = p_g (b - b_{cn})^2/8 = 314,1 (3,6 - 0,5)^2/8 = 377,31 \text{ (кНм)};$$

У якості робочих стержнів приймаємо арматуру класу А400С з розрахунковим опором  $f_{yd} = 363 \text{ МПа}$

Визначимо потрібну площу перерізу арматури на 1 м довжини фундаменту як для елемента, що згинається, з поодинокую арматурою.

Значення відносних граничних деформацій в бетоні С16/20

$$\varepsilon_{cu3,cd} = 3,23\text{‰}, \quad \varepsilon_{c3,cd} = 0,58\text{‰}.$$

Знайдемо параметр  $\lambda$

$$\lambda = \frac{\varepsilon_{cu3,cd} - \varepsilon_{c3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd}} = (3,23 - 0,58)/3,23 = 0,82.$$

Максимально можлива стиснута зона.

$$x_1 = x_{lu} = z_s \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{so}} = 0,465 \frac{3,23}{3,23 + 1,729} = 0,303 \text{ (м)};$$

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

Визначаємо розрахункове значення величини стиснутої зони  $x_l$

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

$$A_2 = \frac{1}{2} f_{cd} \cdot b(1 + \lambda)$$

$$A_2 = 0,5 \cdot 11,5 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot (1 + 0,82) = 9,42 \cdot 10^3 \text{ (кН/м)}$$

$$x_1 = \frac{0,465 \cdot 9,42 \cdot 10^3 - \sqrt{0,465^2(9,42 \cdot 10^3)^2 - 4 \cdot 0,456 \cdot 9,42 \cdot 10^3 \cdot 377,31}}{2 \cdot 0,456 \cdot 9,42 \cdot 10^3} = 0,095 \text{ м}$$

$$x_l = 0,095 \text{ м} < x_{lu} = 0,303 \text{ м}$$

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

Знаходимо площу армування

$$A_s = 11,5 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot (1 + 0,82) / (2 \cdot 363 \cdot 10^3) = 0,002435 \text{ м}^2 = 24,35 \text{ см}^2$$

Приймаємо поперечне робоче армування  $5\text{Ø}25 \text{ A}400\text{C}$   $A_s = 24,54 \text{ см}^2$  з кроком  $200 \text{ мм}$  (див. рис. 4.6). Площа розподільчої арматури у межах однієї частини фундаменту, що згинається,  $A_{sp} = 0,1 \times 24,54 = 2,454 \text{ (см}^2\text{)}$ . Оскільки у стрічковому фундаменті на згин працюють сумісно дві консольних частини, то потрібну кількість розподільчої арматури на  $1 \text{ м}$  ширини стрічки необхідно збільшити вдвічі, тобто  $A_{sp} = 4,908 \text{ см}^2$ . Тоді остаточно з конструктивних міркувань приймаємо  $10$  стержнів діаметром  $8 \text{ мм}$  з сталі класу  $\text{A}240\text{C}$  ( $10\text{Ø}8 \text{ A}240\text{C}$ ) з  $A_s = 5,03 \text{ см}^2$ . Крок розподільчих стержнів  $400 \text{ мм}$  (див. рис. 4.6).

### 4.3 Висновки за розділом 4

Під час розробки технічної частини магістерської кваліфікаційної роботи на тему “Взаємодія мембранних фундаментів з ґрунтовою основою ” закріплені та розширені теоретичні знання, отримані практичні навички, використані сучасні програмні продукти для розв’язання інженерних задач, поєднання основних принципів розрахунку та проектування інженерних споруд з комплексним рішенням розроблених архітектурно-будівельних та техніко-економічних задач. При проектуванні об’єкту використані прогресивні технології улаштування фундаментів та надземних конструкцій, енергозберігаючі проектні рішення, сучасні будівельні матеріали.

Детально розроблені заходи з улаштування фундаментів з використанням розробок науково-дослідної частини. Мета розробки – закріплення та розширення теоретичних знань; поглиблення основних принципів розрахунку і проектування споруди з комплексним розв’язанням архітектурних та конструкторських задач.

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У магістерській роботі досліджується взаємодія мембранних фундаментів з ґрунтовою основою.

На сьогодні із зростанням темпів розвитку сучасного виробництва значно зростає роль і значення охорони праці на підприємстві. Для дотримання нормального режиму праці робітників роботодавець зобов'язаний створити безпечні та сприятливі умови роботи, зокрема, такі, щоб могли забезпечувати досягнення високих та ефективних результатів. Про це йдеться, зокрема в Законі України «Про охорону праці». Законодавством України установлені соціальні гарантії у сфері охорони праці найманих працівників, які потрібно виконувати в обов'язковому порядку.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Основна мета охорони праці – зведення до мінімуму імовірності травматизму та захворювань працівників. Це здійснюється за рахунок забезпечення нормальних умов праці.

На будівельний технологічний персонал, який здійснює дослідження фундаментів для об'єктів будівництва, впливають за ГОСТ 12.0.003-74 такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1) фізичні:

- рухомі машини і механізми;
- рухомі частини виробничого обладнання;
- вироби, заготовки, матеріали, що пересуваються;
- підвищена та знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- нестача природного освітлення;

- небезпечний рівень напруги електричного кола, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищена та знижена вологість повітря;
- підвищена та знижена рухливість повітря;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання;

## 2) психофізіологічні :

- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів, розумові перенапруги, монотонність праці).

## 5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

### 5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць при улаштуванні штучних основ і фундаментів

За наявності зазначених небезпечних та шкідливих виробничих факторів безпека улаштування штучних основ і фундаментів повинна бути забезпечена відповідно до вимог цих Норм та проектно-технологічної документації (ПОБ, ПВР тощо) на виконання цих робіт, зокрема:

- дотримання вимог допуску працюючих до виконання робіт;
- дотримання безпечних способів і методів виконання робіт з улаштування штучних основ і фундаментів;
- вибір засобів механізації для виконання робіт;
- розроблення та дотримання схем монтажу, демонтажу, переміщення по будівельному майданчику засобів механізації;
- забезпечення безпечної експлуатації бурового інструменту, палейних механізмів, віброзанурювачів, механізмів із вдавлювання паль;

- забезпечення безпеки занурення віброзанурювачів, опускних колодязів, забивання та витягання обсадних труб;
- забезпечення безпечного виконання робіт у зонах обводнених ґрунтів, штучного закріплення ґрунтів, діючих підземних комунікацій;
- забезпечення безпеки праці під час виконання робіт на одному будівельному майданчику кількома машинами, механізмами;
- забезпечення безпеки праці під час використання спеціального обладнання для зведення протифільтраційних завіс, споруд типу «стіна у ґрунті», хімічного, термічного та інших видів закріплення ґрунтів;
- визначення номенклатури та забезпечення необхідної кількості засобів колективного та індивідуального захисту працівників.

До початку робіт наказом роботодавця повинна бути призначена особа, відповідальна за безпечне виконання робіт. Ця особа повинна вивчити геологічні та гідрогеологічні умови, розміщення підземних та наземних комунікацій.

Під час виконання робіт особливу увагу необхідно приділяти:

- підземним комунікаціям;
- старим виробкам і фундаментам;
- поверхневим водам (зі швидким підніманням їх рівня);
- напірним підземним водам;
- незатампованим розвідувальним свердловинам; - наземним установкам, що призводять до вібрації ґрунту; - повітряним електричним мережам.

До виконання робіт з улаштування штучних основ і фундаментів допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичне обстеження, попереднє навчання, відповідні інструктажі.

На будівельних об'єктах необхідно мати:

- список номерів телефонів чергових служб підприємств та організацій, у віданні яких перебувають комунікації та інші об'єкти в зоні виконання робіт;
- схеми комунікацій із позначенням місць перекриття напірних трубопроводів, відключення електромереж.

Усі робітники повинні бути ознайомлені з ПВР, технологічними картами виконання земляних та інших робіт, схемою розміщення підземних комунікацій з позначенням місць перекриття напірних трубопроводів, відключення електромереж. У разі виявлення під час виконання робіт нових комунікацій необхідно викликати представників організацій, яким належать ці комунікації, та вирішити питання щодо продовження робіт.

Палейні і бурові машини повинні бути обладнані обмежувачами висоти піднімання бурового інструменту або вантажозахоплювального пристрою та звуковою сигналізацією. На канати повинен бути сертифікат виробника або акт про їх випробування; вантажозахоплювальні засоби повинні бути випробувані та мати бирки або клейма, що підтверджують їх вантажопідіймальність і дату випробування. Гранична маса молота і палі для копра відповідно до паспорта копра повинна бути зазначена на його фермі або рамі.

Небезпечна зона під час роботи палейних машин повинна бути визначена в радіусі не менше ніж 15 м від гирла свердловини або місця забивання палі. Пересування палейних машин необхідно виконувати по заздалегідь спланованому горизонтальному шляху та за умови перебування конструкцій машин у транспортному положенні.

На робочому місці необхідно мати засоби колективного захисту, а також аптечку. Заборонено перебування робітників без спецодягу і засобів індивідуального захисту в атмосфері, що містить пил, туман чи пару хімічних речовин. Зведення підпірних стін, стін підвалів і кріплень котлованів на будівельних об'єктах, у тому числі під час геотехнічних реконструкцій у зоні розміщення підземних комунікацій, дозволяється з письмового дозволу організації, що експлуатує ці комунікації.

Роботи з пневматичними установками необхідно виконувати відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.07. Монтаж, демонтаж і переміщення палейних і бурових машин і устаткування необхідно виконувати відповідно до ПВР бригадою робітників за участю машиніста і його помічника під керівництвом особи, яка відповідає за безпечне виконання цих робіт. Виконання зазначених робіт

забороняється за наявності вітру швидкістю більше ніж 15 м/с, а також під час грози.

На будівельному майданчику, де виконуються роботи з монтажу та демонтажу машин і обладнання, безпека праці повинна бути забезпечена на всіх етапах робіт:

- до початку робіт повинні бути визначені і доведені до всіх виконавців робіт значення сигналів та засобів взаємодії, що подаються під час виконання робіт;

- заборонено перебування під щоглою бурової установки в період її монтажу або демонтажу;

- дозволено виконання робіт тільки вдень і на спланованому майданчику з твердою основою;

- металоконструкції повинні бути виставлені на інвентарні опори з використанням дерев'яних підкладок;

- всі з'єднання конструкцій повинні бути виконані з використанням передбаченої кількості кріпильних елементів.

повинні бути визначені і доведені до всіх виконавців робіт значення сигналів та засобів взаємодії, що подаються під час виконання робіт;

- заборонено перебування під щоглою бурової установки в період її монтажу або демонтажу;

- дозволено виконання робіт тільки вдень і на спланованому майданчику з твердою основою;

- металоконструкції повинні бути виставлені на інвентарні опори з використанням дерев'яних підкладок;

- всі з'єднання конструкцій повинні бути виконані з використанням передбаченої кількості кріпильних елементів.

Технічний стан палебійних і бурових машин (надійність кріплення вузлів, справність зв'язків і робочих настилів) необхідно перевіряти перед початком кожної зміни. Перед підніманням конструкцій палебійних чи бурових машин їх елементи необхідно надійно закріпити, а інструмент і незакріплені предмети видалити з цих конструкцій. Під час піднімання конструкції, зібраної у

горизонтальному положенні, необхідно припинити всі інші роботи в радіусі, що дорівнює довжині конструкції плюс 5 м.

Перед початком бурових чи палебійних робіт необхідно перевірити:

- справність звукових і світлових сигнальних пристроїв;
- справність усіх механізмів і металоконструкцій;
- справність пристроїв обмеження висоти піднімання вантажозахоплювального органа;
- стан канатів для піднімання механізмів;
- стан вантажозахоплювальних пристроїв.

Під час роботи палебійних чи бурових машин особи, що безпосередньо не беруть участі у цих роботах, повинні перебувати на відстані не менше ніж 15 м. Перед початком огляду, змащування або чищення, усунення будьяких несправностей бурової машини чи копра буровий інструмент чи палебійний механізм повинен бути опущений, поставлений у стійке положення, а двигун вимкнутий.

Опускання та піднімання бурового інструменту чи палі виконується після подачі попереджувального сигналу. Під час піднімання або опускання бурового інструменту забороняється виконувати на копрі чи буровій машині роботи, що не стосуються зазначених процесів.

Піднімання палі (шпунта) і палебійного молота необхідно виконувати окремими гаками. За наявності на копрі тільки одного гака для встановлення палі палебійний молот необхідно зняти з гака і закріпити надійним стопорним болтом. Під час піднімання палі необхідно запобігати розгойдуванню і крутінню за допомогою розчалок. Одночасне піднімання палебійного молота і палі не допускається.

Палі дозволяється підтягувати по прямій лінії у межах поля зору машиніста копра тільки через відвідний блок, закріплений в основі копра. Забороняється підтягувати копром палі на відстань більше ніж 10 м з відхиленням їх від поздовжньої осі. Встановлення палі і палебійного устаткування виконується без перерви до повного їх закріплення. Залишати їх у підвішеному стані не



допускається. Перед різанням забитих у ґрунт паль необхідно вжити заходів, що унеможливають падіння частини палі, що зрізується.

### 5.1.2 Електробезпека

Для живлення технологічного обладнання та системи освітлення на будівництві об'єкту використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ГОСТ 12.1.013-78 умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у будівлі є струмопровідною.

Згідно із ГОСТ 12.1.030-81, в якості захисту від ураження людей електричним струмом застосовується заземлення. Крім того безпека експлуатації при нормальному режимі роботи забезпечується застосуванням ізолювальних пристроїв, огороженням струмоведучих частин, використанням малих напруг. Особи, що обслуговують електроустановки повинні користуватися ЗІЗ - спецвзуття, рукавиці. Засоби захисту необхідно періодично випробувати, їх слід захищати від механічних пошкоджень, впливу факторів, що погіршують їх діелектричні властивості.

Загальні вимога безпеки до виробничого обладнання встановлені згідно з ГОСТ 12.2.003-74, в якому визначені вимоги до основних елементів конструкції, органів управління і засобів захисту, які входять в конструкцію виробничого обладнання любого виду і призначення.

Електропривід насосів, вентиляторів, іншого технологічного обладнання для будівельних робіт повинний бути виконаний відповідно до Правил устрою електричних установок. В установках напругою до 1 кВ огороження роблять суцільними. Безпечні відстані між огороженнями і не ізольованими струмоведучими частинами регламентується ПУЕ і в установках до 1 кВ із суцільними огороженнями - 5см. Висота розміщення не огорожених

струмоведучих частин залежить від значення напруги і рівня підготовки людей, що працюють з електроустановками. Струмоведучі частини напругою до 1 кВ у місцях, де працюють люди, висота розміщення повинна бути не менше 3,5 м. Постійний контроль за ізоляцією, тому що протягом часу відбувається старіння ізоляції, що може привести до пробію і створити небезпеку при дотику людини до ізольованих проводів. Використовують наступні кольори для маркування ізоляції: чорна - для силових ланцюгів; червона - для ланцюгів керування.

Підготовка робочих місць і допуск до проведення вимірювань можуть провадитись тільки з дозволу оперативних працівників, а на підприємствах, де таких працівників немає, - з дозволу особи, яка видала наряд чи розпорядження за узгодженням з особою, відповідальною за електрогосподарство.

Електрозахисні засоби захисту при випробуваннях.

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

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

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

## 5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

### 5.2.1 Мікроклімат

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 [51].

Мікроклімат приміщень на будівництві характеризується наступними чинниками: температурою повітря, відносною вологістю повітря, швидкістю руху повітря, інтенсивністю теплового випромінювання.

Робота з обслуговування технологічного обладнання відноситься до категорії Пб по важкості праці.

Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Допустимі норми параметрів повітря на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху, X
Холодний	Пб	13-23	75	не більше 0,4
Теплий		15-29	70 при 25 °С	0,2-0,5

### 5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м<sup>3</sup>. При роботі технологічного обладнання виділяється пил нетоксичний. При роботі системи вентиляції, провітрюванні у приміщенні може попадати пил та інші шкідливі речовини, які виділяються при технологічних процесах в цеху і знаходяться повітрі навколишнього середовища. Їх ГДК відповідно до [52] наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери, в робочій зоні верстатника

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони відповідно до ГОСТу 12.1.004-91. ССБТ проектом передбачені наступні рішення [53]:

- застосування пиловідсмоктуючих агрегатів з рукавними фільтрами , які встановленні безпосередньо на дільницях біля обладнання із яких очищене повітря поступає у виробниче приміщення;
- необхідно проводити контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні;
- застосовувати природну вентиляцію: організовану і неорганізовану.

### 5.2.3 Виробниче освітлення

#### Природне освітлення

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: - природне освітлення – освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає через світлові пройоми в зовнішніх огорожуючих конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (ε). КПО – відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

КЕО застосовується при нормуванні природного та суміщеного освітлення.

Штучне освітлення.

Штучне освітлення використовується двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення – освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосоване до розташування обладнання.

Комбіноване освітлення – додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місцеве освітлення – освітлення, яке створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018, роботи з використання сонцезахисних пристроїв, потребують освітлення, яке характеризується розрядом зорової роботи III, підрозряд «в». Нормовані значення штучного, природного та суміщеного освітлення наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	в	малий середній великий	світлий середній темний	600	200	-	3,0

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами:

високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів). Разом з тим необхідно врахувати і недоліки цих ламп: висока пульсація світлого потоку та пов'язана з цим можливість стробоскопічного ефекту; для запалювання та горіння лампи необхідно включення послідовно з ним пускорегулюючих апаратів; працездатність ламп залежить від температури оточуючого середовища, до кінця часу роботи світловий потік зменшується більш ніж на половину від номінального.

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

#### 5.2.4 Виробничий шум

На будівництві джерелом шуму є обладнання, машини, механізми - механічний шум.

Шум – це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що заважають сприйняттю корисних сигналів і негативно впливають на людину.

Постійна дія сильного шуму може не лише негативно вплинути на слух, але й викликати інші шкідливі наслідки – дзвін вухах, запаморочення, головний біль, підвищення втоми, зниження працездатності.

Шум має кумулятивний ефект, тобто акустичні подразнення, накопичуючись в організмі людини, все сильніше пригнічують нервову систему. Тому перед втратою слуху від впливу шумів виникає функціональний розлад центральної нервової системи.

Особливо шкідливий вплив шуму позначається на нервово-психічній діяльності людини.

Процес нервово-психічних захворювань вищий серед осіб, що працюють у гомінких умовах, ніж у людей, що працюють у нормальних звукових умовах.

Відповідно до [51] рівень звуку вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 10\lg(I/I_0) = 10\lg(p/p_0) = 10\lg(U/U_0) \quad (5.1)$$

де  $L$  - рівень шуму, дБ;

$p$  - звуковий тиск, Па;

$U_0$  - коливальна швидкість, 5-10 м/с;

$P_0$  - нульове значення звукового тиску, умовно прийняте рівним  $2 \cdot 10^5$  Па.

При санітарно-гігієнічному нормуванні шуму використовують два методи:

- нормування за гранично допустимим спектром шуму;
- нормування рівня звуку за шкалою А шумоміра.

За характером спектру шум - широкопasmовий з безперервний спектром шириною більше октави; за тональною характеристикою постійний; за походженням - гідродинамічний.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами СН 32.23-85 і наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звукового тиску, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для зменшення рівня шуму до допустимого в цеху двигуни виконуються в металевому кожусі, а також виконують змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну раковину.

### 5.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл або систем, коли відбувається переміщення центра їх ваги в просторі відносно статичного стану. Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сідниці).

Допустимі рівні загальної виробничої вібрації на постійних місцях наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація:	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-
На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях										

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с  $10^{-2}$ , знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.



Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

### 5.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах і т. ін.) від 10% до 25% часу зміни; знаходження в позі стоячи від 60% до 80% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 1500

Нахили корпусу (вимушені, більше 30), кількість за зміну: 101 –300

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 12

По вертикалі: до 8

Інтелектуальні навантаження: Рішення складних завдань з вибором за відомим алгоритмом (робота за серією інструкцій)

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів, Обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання, Робота в умовах дефіциту часу

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) 51 -75

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи 176–300

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження 11-25

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) 3-4

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 70% до 50%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) 20-25

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за функціональну якість основної роботи (завдань). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади та ін.)

Ступінь ризику для власного життя

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (прийомів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово 5-2

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) 24-2

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) 91-95

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) 10– 12

Змінність роботи Тризмінна робота (робота у нічну зміну)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви  
нерегламентовані або недостатньої тривалості до 3% часу зміни

### 5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.

#### 5.3.1 Оцінка безпеки перебування людей в будівлі в умовах

##### 5.3.1.1 Дія іонізуючих випромінювань на організм людини

Під впливом іонізаційного випромінювання атоми і молекули живих клітин іонізуються, в результаті чого відбуваються складні фізико-хімічні процеси, які впливають на характер подальшої життєдіяльності людини.

Згідно з одними поглядами, іонізація атомів і молекул, що виникає під дією випромінювання, веде до розірвання зв'язків у білкових молекулах, що призводить до загибелі клітин і поразки всього організму. Згідно з іншими уявленнями, у формуванні біологічних наслідків іонізуючих випромінювань відіграють роль продукти радіолізу води, яка, як відомо, становить до 70% маси організму людини. При іонізації води утворюються вільні радикали  $H^+$  та  $OH^-$ , а в присутності кисню — пероксидні сполуки, що є сильними окислювачами. Останні вступають у хімічну взаємодію з молекулами білків та ферментів, руйнуючи їх, в результаті чого утворюються сполуки, не властиві живому організму. Це призводить до порушення обмінних процесів, пригніблення ферментних і окремих функціональних систем, тобто порушення життєдіяльності всього організму.

Специфічність дії іонізуючого випромінювання полягає в тому, що інтенсивність хімічних реакцій, індукованих вільними радикалами, підвищується, й у них втягуються багато сотень і тисячі молекул, не пошкоджених опроміненням. Таким чином, ефект дії іонізуючого випромінювання зумовлений не кількістю поглинутої об'єктом, що опромінюється, енергії, а формою, в якій ця енергія передається. Ніякий інший вид енергії (теплова, електрична та ін.), що

поглинається біологічним об'єктом у тій самій кількості, не призводить до таких змін, які спричиняє іонізуюче випромінювання.

### 5.3.1.2. Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту квартири 1А першого поверху

Коефіцієнт протирадіаційного захисту розраховуватимемо за формулою

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{III})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M}.$$

Елементи будівлі:

- Зовнішні стіни з керамічної цегли 51 см, маса  $1\text{м}^2 - 918$  кг.
- Міжкімнатні перегородки з гіпсобетонних блоків, товщиною 10 см., маса  $1\text{м}^2 - 120$  кг.
- Міжквартирні перегородки з ніздрюватого бетону 20 см., маса  $1\text{м}^2 - 200$  кг.
- Площа віконних прорізів:  $1,5\text{ м}^2$ ;  $1,8\text{ м}^2$ ;  $2,25\text{ м}^2$ ;  $3,15\text{ м}^2$ .
- Площа дверних прорізів:  $1,7\text{ м}^2$ ;  $1,9\text{ м}^2$ ;  $2,7\text{ м}^2$ .
- Висота підвіконників – 0,8 м.
- Площа підлоги для розрахунку приміщення –  $46,5\text{ м}^2$ .
- Висота приміщення – 2,8 м.

Плоскі кути приміщення:

Кут  $\alpha_1 = 70^\circ$ . Проти кута розташовані:

- зовнішня стіна 51 см площею  $16,52\text{ м}^2$ .

Кут  $\alpha_2 = 110^\circ$ . Проти кута розташовані:

- несуча стіна 51 см площею  $23,1\text{ м}^2$  з прорізом площею  $1,9\text{ м}^2$ ;
- міжкімнатна перегородка з гіпсобетонних блоків 10 см площею  $23,1\text{ м}^2$ ;
- зовнішня стіна 51 см площею  $23,1\text{ м}^2$  з прорізом площею  $3,15\text{ м}^2$ .

Кут  $\alpha_3 = 70^\circ$ . Проти кута розташовані:

- зовнішня стіна 51 см площею  $16,52\text{ м}^2$ ;

- несуча стіна 51 см площею 16,52 м<sup>2</sup>;
- міжкімнатна перегородка з гіпсобетонних блоків 10 см площею 16,52 м<sup>2</sup> з прорізом площею 1,7 м<sup>2</sup>;
- міжквартирна перегородка з ніздрюватого бетону 20 см площею 16,52 м<sup>2</sup>.

Кут  $\alpha_4 = 110^\circ$ . Проти кута розташовані:

- зовнішня стіна 51 см площею 23,1 м<sup>2</sup> з прорізом площею 4 м<sup>2</sup>.

Розрахуємо зведені маси стін розташованих проти плоских кутів.

Кут  $\alpha_1 = 70^\circ$ .

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни товщиною 51 см площею 16,52 м<sup>2</sup>

$$G_{\text{пр}} = 918 \text{ (кг)} .$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута  $\alpha_1$

$$G_{\Sigma}^1 = 918 \text{ (кг/м}^2\text{)} .$$

Кут  $\alpha_2 = 110^\circ$ .

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни товщиною 51 см площею 23,1 м<sup>2</sup> з прорізом площею 1,9 м<sup>2</sup>

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{1,9}{23,1} = 0,08, \quad G_{\text{пр}} = 981(1 - 0,08) = 902,5 \text{ (кг)} .$$

Маса 1 м<sup>2</sup> міжкімнатної перегородки з гіпсобетонних блоків 10 см площею 23,1 м<sup>2</sup>

$$G_{\text{пр}} = 120 \text{ (кг)} .$$

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни товщиною 51 см площею 23,1 м<sup>2</sup> з прорізом площею 3,15 м<sup>2</sup>

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{3,15}{23,1} = 0,14, \quad G_{\text{пр}} = 981(1 - 0,14) = 942 \text{ (кг)} .$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута  $\alpha_2$

$$G_{\Sigma}^2 = 902,5 + 120 + 942 = 1964,5 \text{ (кг/м}^2\text{)} .$$

Кут  $\alpha_3 = 70^\circ$ .

Маса 1 м<sup>2</sup> 2-х стін товщиною 51 см площею 16,52 м<sup>2</sup>

$$G_{\text{пр}} = 2 \times 918 = 1836 \text{ (кг)} .$$

Маса 1 м<sup>2</sup> міжкімнатної перегородки з гіпсобетонних блоків 10 см площею 16,52 м<sup>2</sup>

$$G_{\text{пр}} = 120 \text{ (кг)}.$$

Маса 1 м<sup>2</sup> міжквартирної перегородки з ніздрюватого бетону 20 см площею 16,52 м<sup>2</sup>

$$G_{\text{пр}} = 200 \text{ (кг)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута  $\alpha_3$

$$G_{\Sigma}^3 = 1836 + 120 + 200 = 2156 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Кут  $\alpha_4 = 110^\circ$ .

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни товщиною 51 см площею 23,1 м<sup>2</sup> з прорізом площею 4 м<sup>2</sup>

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{4}{23,1} = 0,17, G_{\text{пр}} = 918(1 - 0,17) = 761,9 \text{ (кг)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута  $\alpha_4$

$$G_{\Sigma}^4 = 761,9 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Отже сумарні зведені маси стін і перегородок проти внутрішніх кутів приміщення складають

$$G_{\Sigma}^1 = 918 \text{ (кг/м}^2\text{)}; G_{\Sigma}^2 = 1964,5 \text{ (кг/м}^2\text{)};$$

$$G_{\Sigma}^3 = 2156 \text{ (кг/м}^2\text{)}; G_{\Sigma}^4 = 761,9 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарні маси стін проти другого і третього плоских кутів більше 1000 кг/м<sup>2</sup>, тому

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 180} = 1,67.$$

За мінімальною сумарною масою стін

$$G_{\Sigma}^4 = 761,9 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

визначаємо [49] коефіцієнт  $K_{\text{ст}}=200$ .

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювання  $K_{\text{ш}}=0,19$  (висота приміщення складає 2,8 м) [44].

Коефіцієнт  $K_0$ , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в них віконних і дверних прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням висоти від підлоги до вікон 0,8 м розрахуємо

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{II}} = 0,8 \frac{4}{46,5} = 0,07,$$

де  $S_0 = 4 \text{ м}^2$  – площа віконних і дверних прорізів приміщення;  $S_{II} = 46,5 \text{ м}^2$  – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в будівлі, розташованій в районі забудови, від екранувальної дії сусідніх споруд  $K_M = 0,55$  [44].

Отже коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{III})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M} = \frac{0,65 \times 1,67 \times 200}{(1 - 0,19)(0,07 \times 200 + 1)0,55} = 32,5.$$

Квартира першого поверху для якої проведено розрахунок має коефіцієнт протирадіаційного захисту 32,5, тому може бути використана для тривалого переховування в разі забруднення навколишньої території радіоактивними речовинами з подальшою евакуацією людей в безпечні райони.

#### 5.4 Висновки за розділом 5

У даному розділі проаналізовано шкідливі і небезпечні виробничі фактори, безпосередньо пов'язані із дослідженнями за темою магістерської кваліфікаційної роботи: «Взаємодія мембранних фундаментів з ґрунтовою основою».

З використанням нормативної документації проводиться аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників у виробничому приміщенні (опис і класифікація потенційно небезпечних та шкідливих чинників, визначення можливих причин виникнення цих чинників і короткий опис їхньої дії на організм працівника); здійснюється заповнення карти умов праці; вказуються заходи щодо

поліпшення умов праці, здійснюється розрахунок та вибір методів захисту від домінуючого шкідливого або небезпечного фактору виробничого середовища, а також наводяться норми пожежної безпеки.



## 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

Виконані підрахунки обсягів робіт нульового циклу для двох варіантів фундаментів у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Обсяги робіт з улаштування двох варіантів фундаментів

Найменування роботи	Один.вимір.	Формула підрахунку	Кількість
1	2	3	4
<b>1. Стрічковий фундамент (традиційний)</b>			
1) Розробка ґрунту котловану екскаватором	1000 м <sup>3</sup>	$V = 7 \cdot 20,6 \cdot 2,5 = 360,5$	0,3605
2) Улаштування бетонної підготовки	100м <sup>3</sup>	$V = (4,8+0,2) \cdot 0,1 \cdot 20,6 = 10,3$	0,103
3) Армування фундаменту	т	$m = 0,007 \cdot 49,44 \cdot 7850 = 2716,73$	2,71673
4) Збирання і розбирання опалубки	100м <sup>3</sup>	$V = 4,8 \cdot 0,5 \cdot 20,6 = 49,44$	0,4944
5) Влаштування монолітного стрічкового фундаменту	100м <sup>3</sup>	$V = 4,8 \cdot 0,5 \cdot 20,6 = 49,44$	0,4944
6) Монтаж блоків стін підвалів масою до 1,5т	100шт.	$n = 20,6/2,4 \cdot 5 = 42,9$	0,429
7) Улаштування поясу в опалубці	100м <sup>3</sup>	$V = 0,5 \cdot 0,45 \cdot 20,6 = 4,635$	0,0435
8) Армування зб поясу	т	$m = 0,007 \cdot 4,635 \cdot 7850 = 254,7$	0,2547
9) Зворотня засипка	1000м <sup>3</sup>	$V = 7 \cdot 20,6 \cdot 0,8 - 49,44 - 10,3 = 55,62$	0,05562
10) Ущільнення ґрунту	100м <sup>3</sup>	$V = 7 \cdot 20,6 \cdot 0,8 - 49,44 - 10,3 = 55,62$	0,05562
<b>2. Стрічковий мембранний фундамент (за результатами наукових досліджень)</b>			
1) Розробка ґрунту котловану екскаватором	1000 м <sup>3</sup>	$V = 7 \cdot 20,6 \cdot 2,5 = 360,5$	0,3605
2) Улаштування щебеневої підготовки	м <sup>3</sup>	$V = 7,2 \cdot 0,15 \cdot 20,6 = 22,248$	22,248
3) Улаштування піщаної підтовки під мембранну частину	м <sup>3</sup>	$V = (0,47+1,36) \cdot 20,6 = 37,7$	37,7

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
4) Улаштування мембранної частини фундаменту	1000 м <sup>2</sup>	$S = 7,69 \cdot 20,6 \cdot 7 = 1109$	1,109
5) Улаштування плівки між мембраною і ґрунтом	100 м <sup>2</sup>	$S = 7,69 \cdot 20,6 = 158,4$	0,1584
6) Улаштування мембрани з геосітки	100 м <sup>2</sup>	$S = 7,69 \cdot 20,6 \cdot 6 = 950,6$	0,9506
7) Улаштування труби	м	$L = (20,6 + 20,6) / 2 = 20,6$	20,6
8) Збирання і розбирання опалубки	100м <sup>3</sup>	$V = 3,6 \cdot 0,5 \cdot 20,6 = 37,08$	0,3708
9) Армування фундаменту	т	$m = 0,007 \cdot 37,08 \cdot 7850 = 2037,5$	2,0375
10) Влаштування монолітного стрічкового фундаменту	100 м <sup>3</sup>	$V = 3,6 \cdot 0,5 \cdot 20,6 = 37,08$	0,3708
11) Монтаж блоків стін підвалів масою до 1,5т	100шт.	$n = 20,6 / 2,4 \cdot 5 = 42,9$	0,429
12) Улаштування поясу в опалубці	100м <sup>3</sup>	$V = 0,5 \cdot 0,45 \cdot 20,6 = 4,635$	0,04635
13) Армування зб поясу	т	$m = 0,007 \cdot 4,635 \cdot 7850 = 254,7$	0,2547
14) Зворотня засипка	1000 м <sup>3</sup>	$V = 7 \cdot 20,6 \cdot 0,8 - 49,44 - 10,3 = 55,62$	0,05562
15) Ущільнення ґрунту	100 м <sup>3</sup>	$V = 7 \cdot 20,6 \cdot 0,8 - 49,44 - 10,3 = 55,62$	0,05562

## 6.2 Порівняльні кошторисні розрахунки вартості та трудомісткості фундаментів

Кошторисний розрахунок для порівняння двох видів фундаментів виконуємо за допомогою програмного комплексу АВК див. додаток Б

Локальні кошториси розроблялися на основі:

Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН, ДБН Д.2.2 - 99), збірниках єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та

конструкції загальновиробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка 3 до ДСТУ Б Д.1.1 – 1 – 2013.

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітну плату будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат..[54-58]

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. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.[55]

Результати порівняння варіантів наведені в таблиці 6.4.

Всі показники, крім первісної вартості  $i$ -тої машини та нормативної тривалості роботи 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  $K$  прирівнюються за допомогою нормативного коефіцієнта ефективності капітальних вкладень  $E_n$ , який є допустимим мінімумом зниження собівартості на одиницю додаткових капітальних вкладень, за якими вони визнаються ефективними.

Собівартість робіт визначається за формулою:

$$C = PV + ZVV, \quad (6.2)$$

де  $PV$  – 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;

$ZVV$  – кошторисна величина загальновиробничих витрат, грн.

$PV$  та  $ZVV$  визначаємо із локального кошторису (таблиці 6.2 – 6.4).

Капітальні вкладення у виробничі фонди:

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

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

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

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  $\Phi_i$  – первісна вартість  $i$ -тої машини, грн. ( в данному випадку приймемо вартість експлуатації машин із кошторису);

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

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

$$\text{Економічний ефект} \quad E = П1 - П2$$

Таблиця 6.4 – Порівняння варіантів фундаментів

Показники	Варіант 1	Варіант 2
Прямі витрати, тис. грн.	103,521	89,538
Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	0,739	0,787
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	15,161	15,938
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	10,377	10,999
Усього за кошторисом, тис. грн.	113,898	100,537
Кошторисний прибуток, грн.		
<b>Показники (обчислені)</b>		
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.	10,377	10,999
Собівартістьробіт (С), тис. грн.	113,898	100,537
Обігові кошти, тис. грн.	32,542	28,725
Основні виробничі фонди, тис. грн.	19,52	12,92
Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн.	52,062	41,645
<b>Показник приведених витрат, тис. грн.</b>	<b>123,009</b>	<b>109,909</b>
<b>Економічний ефект, тис. грн.</b>		<b>13,1</b>

### 6.3 Висновки за розділом 6

Розділ містить техніко-економічне обґрунтування ефективності влаштування мембранних фундаментів, розрахунки витрат на проведення робіт. Виконується розрахунок економічного ефекту від впровадження мембранних фундаментів.

Порівнюючи два варіанти фундаментів із таблиць 6.4 ми бачимо, що найбільш економічним є другий варіант – мембранний фундамент.

Кошторисна вартість становить – 100,537 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 0,787 тис. люд-год., приведені витрати - 109,909 тис. грн. Економічний ефект – 13,1 тис. грн.

Отже наукова розробка є економічно доцільною, отримані результати є конкурентоспроможними, та доцільними до впровадження.

## ВИСНОВКИ

Виконано ознайомлення з комплексом теоретичних, експериментальних і технологічних методів дослідження мембранних фундаментів. Викладено основи теорії розрахунку взаємодії мембранних фундаментів із ґрунтовою основою.

Мембранний фундамент у порівнянні з стрічковим забезпечує зменшення середнього осідання, нерівномірності осідань та більш повне використання несучої здатності основи. Його раціонально використовувати як альтернативу плитним та стрічковим фундаментам.

Найбільш раціональним є інтервал значень стріли підйому мембрани в межах  $1/8 \leq f/l \leq 1/5$ , де  $l$  – проліт мембрани. Подальше збільшення кривизни нераціонально, як з позицій напружено деформованого стану фундаменту, так і з боку формування необхідного напруженого стану основи.

Оськова жорсткість мембрани чинить суттєвий вплив на напружено-деформований стан ґрунтової основи і СМФ. Пороговим значенням осьової жорсткості мембрани є  $E_m = 1 \cdot 10^7$  Н.

Врахування тертя суттєво впливає на НДС системи «ґрунтова основа-фундамент.» При зменшенні значення коефіцієнта тертя осідання стрічкового фундаменту зменшується.

Значна різниця в навантаженнях деяких ділянок та нерівномірна стисливість ґрунту основи призводить до виникнення значних не рівномірних осідань, мінімізувати їх вплив дозволяє влаштування мембранного фундаменту.

Встановлено, що ґрунт, втягнутий у роботу мембраною на 18% зменшує осідання стрічкової частини мембранного фундаменту у порівнянні з аналогічним за розмірами фундаментом без мембрани.

Виконано техніко-економічне обґрунтування ефективності влаштування мембранних фундаментів. Порівнюючи стрічковий та мембранний варіанти фундаментів ми бачимо, що мембранний фундамент є найбільш економічним.

Отже наукова розробка є економічно доцільною, отримані результати є конкурентоспроможними, та за умови доопрацювання можливі до впровадження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Клепиков С.Н. Расчет балок на нелинейно-деформируемом винклеровском основании: пособие. Москва, 1972. 105с.
2. Пастернак П.Л. Основы нового метода расчета фундаментов на упругом основании при помощи двух коэффициентов постели : пособие. Москва: Гос-стройиздат, 1954. 112 с.
3. Проктор Г. Э. Об изгибе балок, лежащих на сплошном упругом основании без гипотезы Винклера-Циммермана. Петроград, 1922. 92 с.
4. Герсеванов Н. М., Польиин Д. Е. Теоретические основы механики грунтов и их практические применения: монография. Москва: Гос-стройиздат, 1968. 180с.
5. Основы механики грунтов: пособие / В. А. Флорин. и др. Ленинград : Госстройиздат, 1961. 543 с.
6. Горбунов-Посадов М.И., Маликова Т.А., Соломин В.И. Расчет конструкций на упругом основании: пособие. Москва: Стройиздат, 1984. 679 с.
7. Власов В.З., Леонтьев Н.Н. Техническая теория расчета фундаментов на упругом основании: монография. Москва: МИСИ, 1956. 285с.
8. Строганов А. С. Некоторые проблемы теории пластичности грунтов: автореф. дис.... д-ра. техн. наук : 05.23.02 . Москва, 1968. 39 с.
9. Прагер В. П., Ходж Ф. Г. Теория идеально пластических тел: монография. Москва, 1956. 86 с.
10. Крыжановский А. Л., Ломизе Г. М., Воронцов Э. И. Исследование закономерностей деформируемости и прочности грунтов в пространственном напряженном состоянии: монография. Москва: Стройиздат, 1969. 125с.
11. Винокуров Е.Ф., Микулич В. А. Исследование напряженно-деформированного состояния заглубленного ленточного фундамента методом конечных элементов. *Основания, фундаменты и механика грунтов*: учебник. Москва, 1975. С.34-37.
12. Малышев М. В., Широков В. И., Соломин В. И., Зарецкий Ю. К. Напряженное состояние и перемещения весомого нелинейно деформируемого полупространства. *Основания, фундаменты и механика грунтов*. : учебник. Москва, 1970. С. 16-21.
13. Галашев Ю.В., Дыба В.П. Экспериментальные исследования глубины сжимаемой толщи основания, нагруженного круглым штампом. *Экспериментально-теоретические исследования нелинейных задач в области оснований и фундаментов*: монография. Новочеркасск: НПИ, 1979. С. 128-134.
14. Hollo J. Membranhey alapok talpfeszutseg szamitasa. Magyar Epitoipar. 1977. №8. P.472-478.
15. Пронозин Я.А. Цилиндрические фундаменты-оболочки: монография. Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. 168 с.
16. Взаимодействие цилиндрического мембранного фундамента с грунтовым основанием, моделируемым гипотезой Винклера: свид. 2010612232

- Российская Федерация. Прозозин Я.А., Гербер А.Д., Порошин О.С.; заявитель и правообладатель ГОУ ВПО ТюмГАСУ. № 2010610435; заявл. 02.02.2010; опубл. 25.03.2010.
17. Roscoe K.H. On the generalized Stress-Strain Behavior of «Wet» Clay K.H. Roscoe, J.V. Burland Cambridge Univ. press. - Heyman, Leskie. 1968.
  18. Мурзенко, Ю. Н. Экспериментальные исследования напряженнодеформированного состояния несвязного основания под жесткими фундаментами / Ю. Н. Мурзенко *.Основания, фундаменты и подземные сооружения: монография / Красноярск политехи, ин-т. 1967. С. 177-191.*
  19. Сечи, К. Современные конструкции и методы возведения фундаментов К. Сечи. - Budapest, 1963.
  20. Iyer, T.S. Model studies on funicular shells as rafts on sands T.S Iyer, N.R. Rao Proc. Symp. Shallow Foundations, Bombay, India. 1970. №1 P.149-156.
  21. Порошин, О.С. Взаимодействие цилиндрических бинарных фундаментов-оболочек с глинистым основанием: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.02 . Тюмень, 2011. 21 с
  22. Епифанцева Л. Р. Взаимодействие мембранных фундаментов зданий малой и средней этажности с грунтовым основанием: дисс. канд. техн. наук : 05.23.02 / Тюменский государственный архитектурно-строительный университет. Тюмень 2013. 193 с
  23. Прозозин Я. А. Взаимодействие ленточно-оболочечных фундаментов с сильносжимаемым грунтовым основанием : автореф. Дисс...канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 2016. 40с
  24. Швецов Г. И, Носков И. В., Слободян А. Д., Госькова Г. С. Основания и фундаменты: справочник. Москва : Высш.шк., 1991. 383 с
  25. Селяев В.П., Черкасов В.Д. Долговечность композиционных материалов. *Долговечность и эксплуатационная надежность материалов, элементов, изделий и конструкций* : тез.докл. научно-техническая конференция, Мордов. Гос. ун-т. Саранск, 1987. С. 24-25.
  26. Комаров П.В. Эпоксидный композиционный материал и его циклическая долговечность: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Липецк, 2003. 21 с.
  27. Pantuso, A. An Experimental Study on the Durability of GFRP Bars A.Pantuso, G. Spadea, R.N. Swamy 2nd Intl. Conf. on Composites in Infrastructure. 1998. Vol.11. P.476-487.
  28. Malvar, L.J. Durability of composites in reinforced concrete L.J. Malvar First International Conference on Durability of Composites for Construction Sherbrooke. Canada. 1998.
  29. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. Офіц Київ: Національні стандарти України, 2019. 105с
  30. Черевко Н. М., Блащук Н. В. Взаємодія мембранних фундаментів з ґрунтовою основою



Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького Національного технічного університету: «Енергоефективність в галузях економіки України – 2021», проведеної 23-25 листопада 2021 р. у ВНТУ. Вінниця, 2021. 4с. URL:

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/view/14105>

(дата звернення 20.11.21)

31. Черевко Н. М., Блащук Н. В. Вплив характеристик жорсткості, геометричних та конструктивних параметрів мембранного фундаменту на його взаємодію з ґрунтовою основою Всеукраїнській науково-практична конференція «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2022) URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2022/paper/view/14230> (дата звернення 17.12.21)
32. ДБН В.2.2-15-2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019-05-19]. Вид. офіц. Київ: Держбуд України, 2019. 75 с. (Національні стандарти України).
33. Шерешевский Иосиф Абрамович. Конструирование гражданских зданий Шерешевский И. А. Изд. стер. М. : Архитектура-С, 2005. 176 с. ISBN 5-9647-0030-6.
34. ДБН В.1.2-14.2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. [Чинний від 2018-08-02]. Вид. офіц Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 30 с.
35. ДСТУ 8855 : 2019. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єкту будівництва [Чинний від 2019-06-24]. Вид. офіц Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 37 с.
36. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2016-04-01]. Вид. офіц. Київ, 2016. 65 с. (Національні стандарти України).
37. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія: [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц Київ: Мінбуд України, 2011. 123 с. (Національні стандарти України).
38. ДБН В.1.2.-2:2006 . Навантаження і впливи: [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц Київ: Мінбуд України, 2006. 59 с. (Національні стандарти України).
39. Берлинов М. В. Примеры расчёта оснований и фундаментов: учеб. для техникумов. Москва: Стройиздат, 1986. 173с.
40. Ваганов І. І., Маєвська І. В., Попович М. М. : методичні вказівки до курсового та дипломного проектування з основ та фундаментів для студентів спеціальності «Промислове та цивільне будівництво». Частина 1. Фундаменти мілкового закладання. Вінниця : ВНТУ, 2009 57 с.
41. Кобилянська І. М., Кобилянський О. В. Методичні вказівки до виконання розділу з охорони праці в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього ступеня магістра за спеціальностями 153, 163, 171 і 172: навч. посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. 51 с.

- 42.Кобилянський О. В., Кобилянська І.М., Яблочников С.Л. Основи охорони праці: навч. Повібник. Вінниця: Планер, 2007. 171 с.
- 43.Кобилянський О. В. Охорона праці у галузі: навч. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2005. 139 с.
- 44.Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу .Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014
- 45.ДБН В.1.1-7:2016 . Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц Київ: Мінбуд України, 2016. 59 с.
- 46.ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення.[Чинний від 2018-01-01]. Вид. офіц Київ: Мінбуд України, 2018. 88 с. (Національні стандарти України).
- 47.ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд: [Чинний від 2006-01-05]. Вид. офіц Київ: Мінбуд України, 2006. 154 с.
- 48.ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування: [Чинний від 2013-01-04] . Вид. офіц Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
- 49.ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва : [Чинний від 2016-01-01] . Вид. офіц Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 120 с.
- 50.ДБН А.3.2-2-2009.Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення : [Чинний від 2009-01-01] .Вид. офіц Київ: Національні стандарти України., 2009. 80 с.
- 51.ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Чинний від 1999-01-01]. Вид. офіц Київ: Мінбуд України, 1999. 60 с. (Національні стандарти України).
52. ДСТУ ОHSAS18002:2015.Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог [Чинний від 2015-01-01] . Вид. офіц Київ: ГП «УкрНИУЦ», 2016. 21 с.
- 53.Кодекс цивільного захисту України. : офіц. текст. Київ : ВР України, 2012
- 54.Лялюк О.Г., Маєвська І.В. Техніко-економічне обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах будівельних спеціальностей. :Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2003. 86 с.
- 55.Шилов Е.Й. та ін. Складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників. Навчальний посібник. К.: КНУБА, 2001. 127 с.
56. ДБН Д.1.1 – 1 – 2000.Правила визначення кошторисної вартості будівництва. [Чинний від 2000-01-01]. Вид. офіц Київ: Мінбуд України, 2000. 60 с. (Національні стандарти України).
57. Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів (Редакційна колегія: А.В.Беркута, П.І.Губень, В.Г. Іванькіна) ДБН Д.2.7 2000. К., 2001. 248 с.
- 58.Рогожин П.С. Справочник економіста-строителя. К.: „Будівельник”, 1974. 328 с.

## Додаток А

**ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**Назва роботи: Взаємодія мембранних фундаментів з ґрунтовою основоюТип роботи: кваліфікаційна робота / МКР  
(кваліфікаційна робота, курсовий проєкт (робота), реферат, аналітичний огляд, інше  
(вказати))Підрозділ: кафедра БМГА, ФБТЕГП, гр. Б-20мі  
(кафедра, факультет (інститут), навчальна група)Науковий керівник: Блащук Н.В., доцент  
(прізвище, ініціали, посада)

## Показники звіту подібності

Plagiat.pl (StrikePlagiarism)		Unicheck	
КП1		Оригінальність	100%
КП2			
Тривога/Білі знаки	/	Схожість	0%

## Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

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

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

Автор Червко Н.М.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

## Опис прийнятого рішення

допустити до захисту МКР  
Допустити до захисту МКРОсоба, відповідальна за перевірку [підпис] Блащук Н.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)Експерт \_\_\_\_\_  
(за потреби) (підпис) (прізвище, ініціали, посада)

Стрічковий фундамент

## Додаток Б

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1**  
**на Загальнобудівельні роботи**  
**Варіант 1 – Стрічковий фундамент (традиційний)**

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 113,898 тис. грн.  
 Кошторисна трудомісткість 0,739 тис.люд.-год.  
 Кошторисна заробітна плата 15,161 тис. грн.  
 Середній розряд робіт 3,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на "10 грудня" 2021 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
									на одиницю	всього	
1	Е1-18-3	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 0,4 [0,35-0,45] м3, група ґрунтів 3	1000м3	0,3605	<u>12646,42</u> 689,53	<u>11956,89</u> 3109,35	4559	249	<u>4310</u> 1121	<u>40,97</u> 164,8711	<u>14,77</u> 59,44
2	Е6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,103	<u>69945,46</u> 3294,47	<u>1898,95</u> 520,67	7204	339	<u>196</u> 54	<u>195,75</u> 25,4989	<u>20,16</u> 2,63
3	ЕД6-50-1	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів площею до 1 м2 для улаштування фундаментів загального призначення під колони, об'єм конструкцій, м3 до 3	100м3	0,4944	<u>11248,26</u> 5306,61	<u>277,75</u> 86,49	5561	2624	<u>137</u> 43	<u>276,53</u> 4,6206	<u>136,72</u> 2,28
4	ЕД6-64-9	Виготовлення арматурних каркасів ростверків стрічкових за допомогою крану, в умовах будівельного майданчика, діаметр арматури, мм понад 8 до 12	т	2,71673	<u>10139,59</u> 1096,82	<u>155,67</u> 41,27	27547	2980	<u>423</u> 112	<u>54,46</u> 2,6538	<u>147,95</u> 7,21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
5	ЕД6-65-2	Укладання бетонної суміші в конструкції кранами в баддях. Масиви, окремі фундаменти і плитні основи, об'єм конструкцій, м3 понад 3 до 5	100м3	0,4944	<u>73864,66</u> 1127,28	<u>2004,95</u> 624,35	36519	557	<u>991</u> 309	<u>61</u> 33,354	<u>30,16</u> 16,49			
6	Е7-42-4	Установлення блоків стін підвалів масою більше 1,5 т	100шт	0,429	<u>25772,32</u> 2930,04	<u>11842,05</u> 3686,29	11056	1257	<u>5080</u> 1581	<u>150,8</u> 198,533	<u>64,69</u> 85,17			
7	Е6-19-1	Улаштування поясів в опалубці	100м3	0,04635	<u>230426,55</u> 23243,14	<u>10896,95</u> 2372,25	10680	1077	<u>505</u> 110	<u>1196,25</u> 114,0831	<u>55,45</u> 5,29			
8	Е1-28-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 96 кВт [130 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,05562	<u>925,19</u> -	<u>925,19</u> 158,21	51	-	<u>51</u> 9	<u>-</u> 7,3712	<u>-</u> 0,41			
9	Е1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	0,5562	<u>619,28</u> 339,29	<u>279,99</u> 83,44	344	189	<u>155</u> 46	<u>18,36</u> 5,1175	<u>10,21</u> 2,85			
Разом прями витрати по кошторису							103521	9272	<u>11848</u> 3385		<u>480,11</u> 181,77			
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>							103521		82401	12657	10377	77,49	2504	<b>113898</b>
<b>Всього по кошторису</b>							<b>113898</b>							
<b>Кошторисна трудомісткість, люд.год.</b>							<b>739</b>							
<b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>							<b>15161</b>							

Склав

\_\_\_\_\_ [посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

Перевірів

\_\_\_\_\_ [посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

Мембранний фундамент

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1**  
**на Загальнобудівельні роботи**  
**Варіант 2 – Мембранний фундамент ( за результатами наукових досліджень)**

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 100,537 тис. грн.  
 Кошторисна трудомісткість 0,787 тис.люд.-год.  
 Кошторисна заробітна плата 15,936 тис. грн.  
 Середній розряд робіт 3,2 розряд

Складений в поточних цінах станом на "10 грудня" 2021 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	Всього заробітної плати	заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-18-3	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 0,4 [0,35-0,45] м3, група ґрунтів 3	1000м3	0,3605	<u>12646,42</u> 689,53	<u>11956,89</u> 3109,35	4559	249	<u>4310</u> 1121	<u>40,97</u> 164,8711	<u>14,77</u> 59,44
2	E8-3-2	Улаштування основи під фундаменти щебеневі	м3	22,248	<u>312,94</u> 23,42	<u>17,62</u> 5,25	6962	521	<u>392</u> 117	<u>1,34</u> 0,322	<u>29,81</u> 7,16
3	E8-3-1	Улаштування основи під фундаменти піщаної	м3	37,7	<u>197,36</u> 22,32	<u>17,62</u> 5,25	7440	841	<u>664</u> 198	<u>1,23</u> 0,322	<u>46,37</u> 12,14
4	E27-81-4	Улаштування суцільного прошарку з нетканого синтетичного матеріалу в земляному полотні	1000м2	1,109	<u>7325,78</u> 745,85	<u>592,31</u> 123,00	8124	827	<u>657</u> 136	<u>43,49</u> 5,7072	<u>48,23</u> 6,33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	ЕД6-50-1	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів площею до 1 м2 для улаштування фундаментів загального призначення під колони, об'єм конструкцій, м3 до 3	100м3	0,3708	<u>11248,26</u> 5306,61	<u>277,75</u> 86,49	4171	1968	<u>103</u> 32	<u>276,53</u> 4,6206	<u>102,54</u> 1,71
6	ЕД6-64-9	Виготовлення арматурних каркасів ростверків стрічкових за допомогою крану, в умовах будівельного майданчика, діаметр арматури, мм понад 8 до 12	m	2,0375	<u>9600,19</u> 1096,82	<u>155,67</u> 41,27	19560	2235	<u>317</u> 84	<u>54,46</u> 2,6538	<u>110,96</u> 5,41
7	ЕД6-65-2	Укладання бетонної суміші в конструкції кранами в баддях. Масиви, окремі фундаменти і плитні основи, об'єм конструкцій, м3 понад 3 до 5	100м3	0,3708	<u>44742,70</u> 1127,28	<u>2004,95</u> 624,35	16591	418	<u>743</u> 232	<u>61</u> 33,354	<u>22,62</u> 12,37
8	Е7-42-4	Установлення блоків стін підвалів масою більше 1,5 т	100шт	0,429	<u>25772,32</u> 2930,04	<u>11842,05</u> 3686,29	11056	1257	<u>5080</u> 1581	<u>150,8</u> 198,533	<u>64,69</u> 85,17
9	Е6-19-1	Улаштування поясів в опалубці	100м3	0,04635	<u>230426,55</u> 23243,14	<u>10896,95</u> 2372,25	10680	1077	<u>505</u> 110	<u>1196,25</u> 114,0831	<u>55,45</u> 5,29
10	Е1-28-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 96 кВт [130 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,05562	<u>925,19</u> -	<u>925,19</u> 158,21	51	-	<u>51</u> 9	<u>-</u> 7,3712	<u>-</u> 0,41
11	Е1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	0,5562	<u>619,28</u> 339,29	<u>279,99</u> 83,44	344	189	<u>155</u> 46	<u>18,36</u> 5,1175	<u>10,21</u> 2,85
		Разом прямі витрати по кошторису					89538	9582	<u>12977</u> 3666		<u>505,65</u> 198,28
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					89538 66979 13248 10999 83,19 2688 <b>100537</b>				
		-----									
		<b>Всього по кошторису</b>					<b>100537</b>				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Кошторисна трудомісткість, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					787 15936				

Склав

---

*[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]*

Перевірив

---

*[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]*



Магістерська кваліфікаційна робота Черевко Н. М. на тему:  
**«Взаємодія мембранних фундаментів з ґрунтовою основою»**

**Метою роботи є оцінка роботи мембранних фундаментів з ґрунтовою основою під дією вертикального навантаження.**

**Задачі дослідження:**

- Виконати огляд літературних джерел, проаналізувати методичку розрахунку, рекомендації та публікації щодо роботи мембранних фундаментів;
- Виявити вплив фізико-механічних характеристик основи та роль геометричних параметрів мембранних фундаментів на їх взаємодію з ґрунтовою основою;
- Проаналізувати напружено-деформований стан основи досліджуваного фундаменту;
- Шляхом чисельного моделювання мембранного фундаменту в ПК «Ліра САПР» проаналізувати напружено-деформований стан систем «мембранний фундамент – основа».

**Об'єктом дослідження** є стрічковий мембранний фундамент

**Предметом дослідження** є напружено-деформований стан ґрунтової основи стрічкового мембранного фундаментів під дією вертикального навантаження.

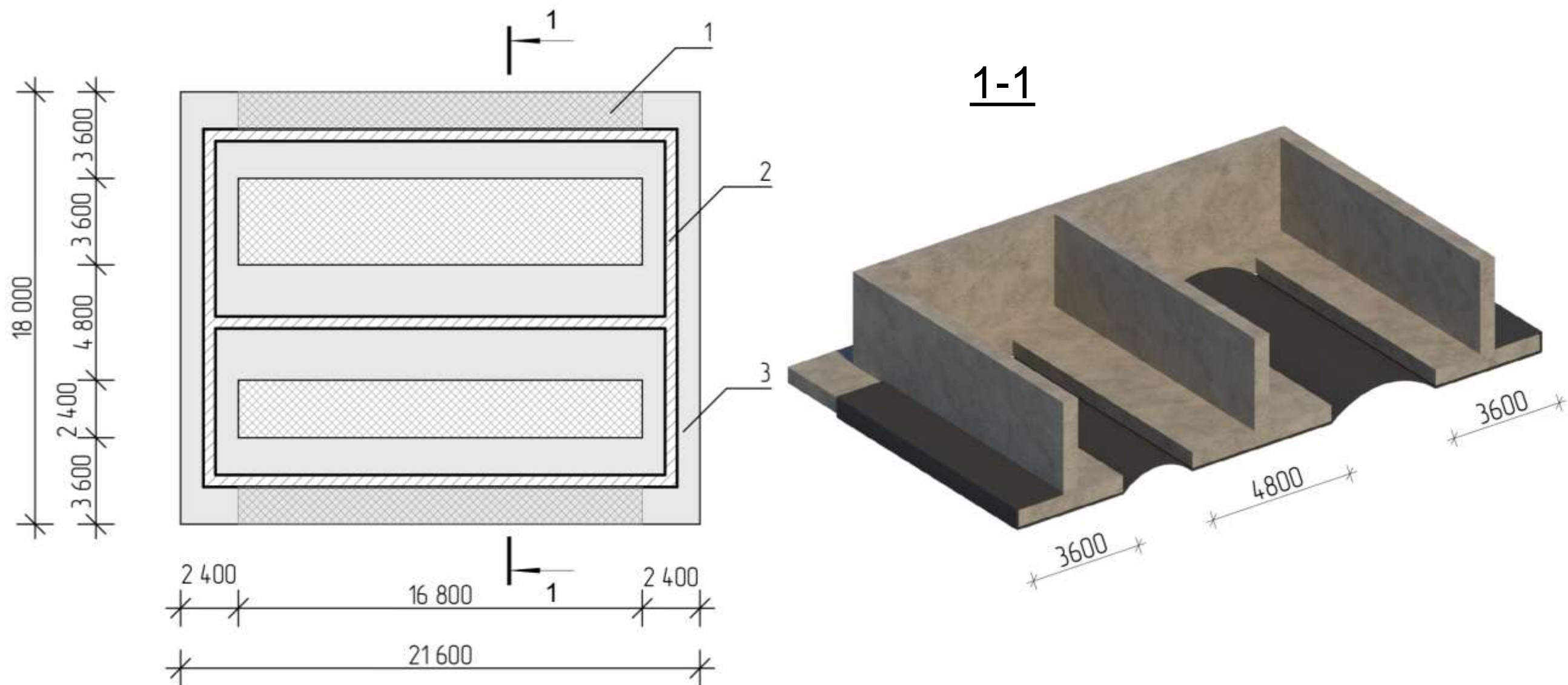
**Методи дослідження.** Чисельний метод скінчених елементів для дослідження напружено-деформованого стану системи «ґрунтова основа – стрічковий мембранний фундамент.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У роботі дістали подальшого розвитку методи дослідження напружено-деформованого стану стрічкових мембранних фундаментів мілкового закладання.

**Практичне значення отриманих результатів.** При виконанні даної роботи було доведено економічну ефективність влаштування стрічкових мембранних фундаментів у порівнянні з традиційними стрічковим фундаментами.

**Особистий внесок здобувача.** Внесок магістранта полягає у виявленні ряду факторів і критеріїв, що впливають на напружено-деформований стан системи «мембранний фундамент – основа».

# Схема мембранного фундаменту, що приймався до розрахунку

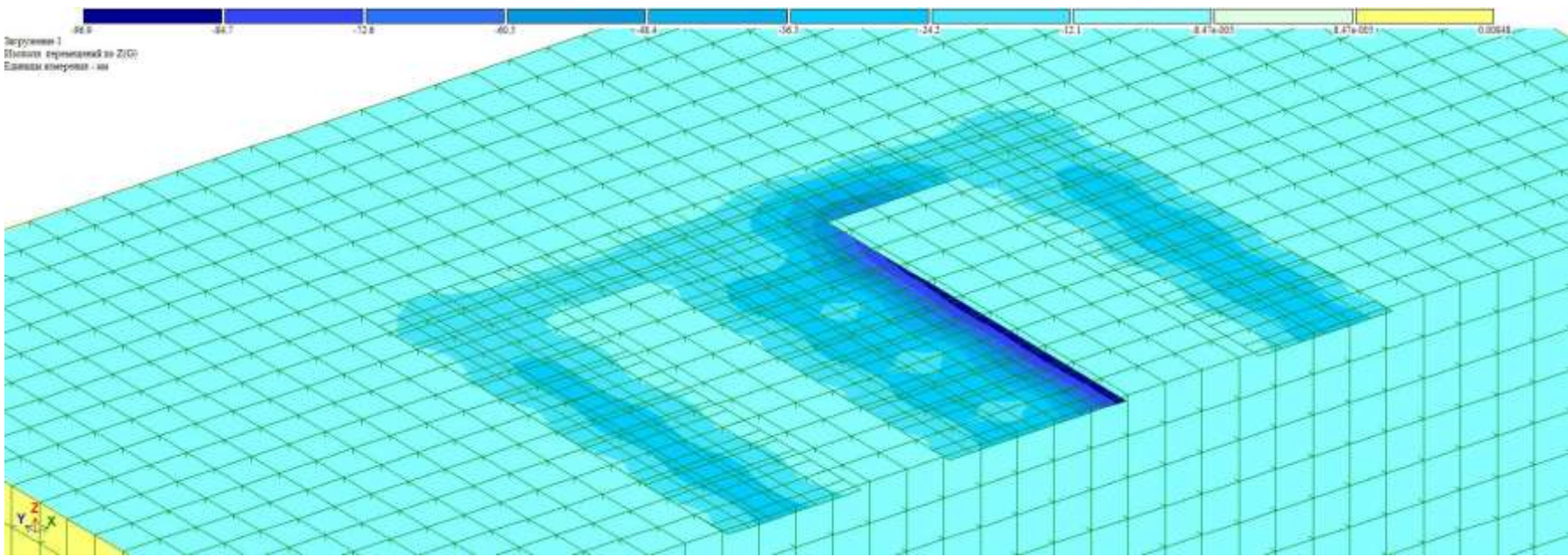


1 – несуча мембрана, 2 – стіна фундаменту, 3 – фундаментна подушка з монолітного залізобетону

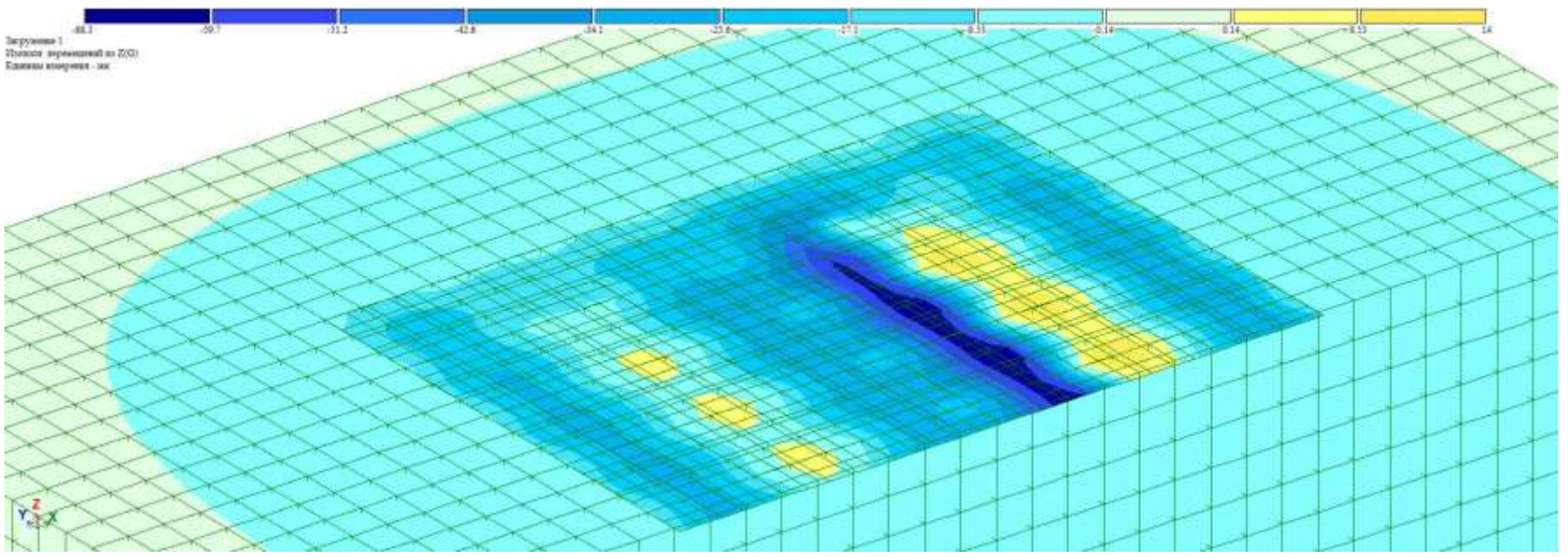
# Значення вертикальних переміщень при різному виконанні стрічкового фундаменту:

а) без влаштування мембрани, б) при влаштуванні мембрани

а)



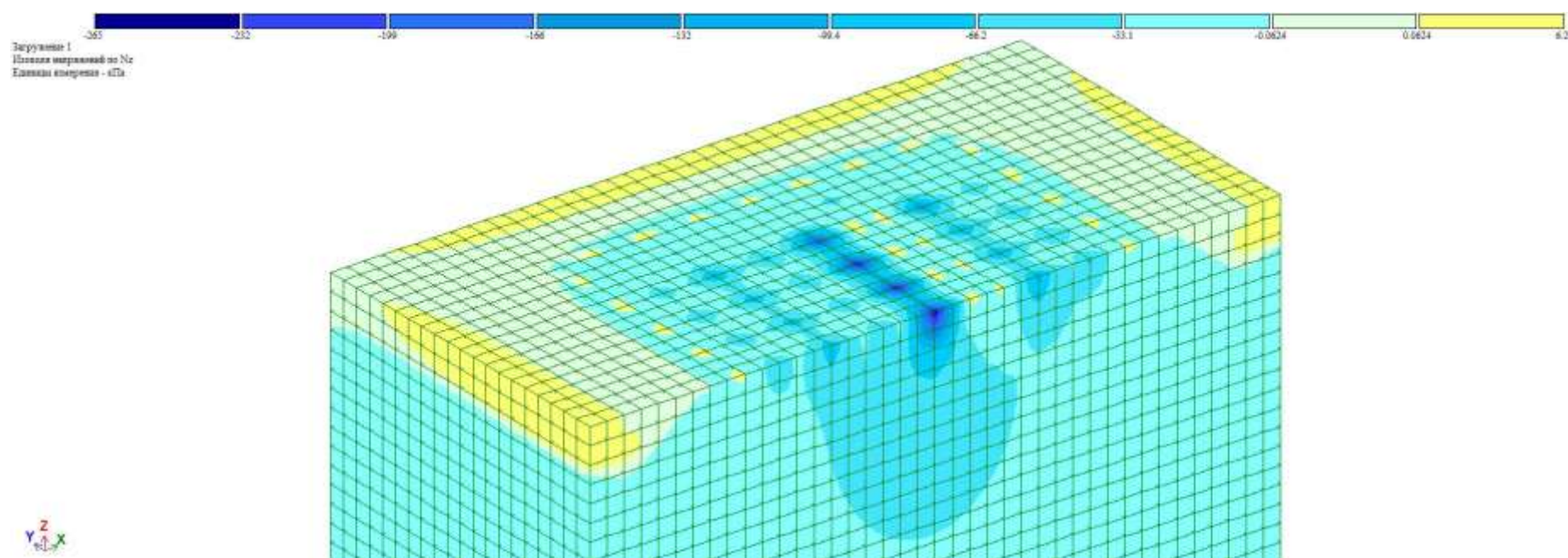
б)



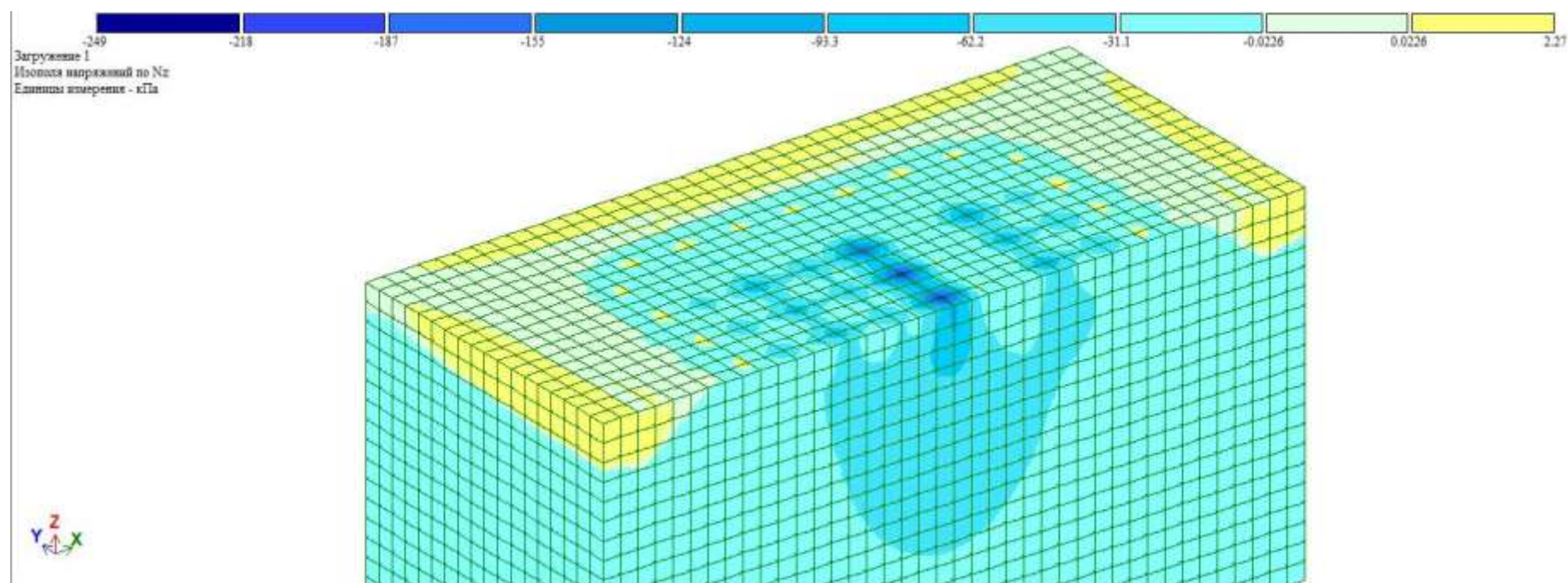
# Ізолінії деформацій системи «фундамент – основа» при різному виконанні стрічкового фундаменту:

а) без влаштування мембрани, б) при влаштуванні мембрани

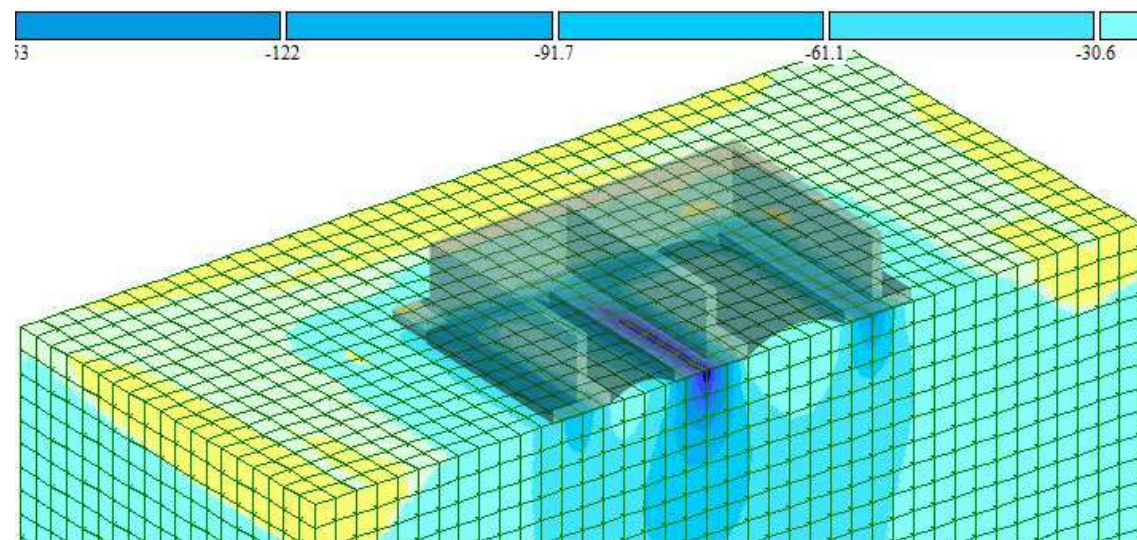
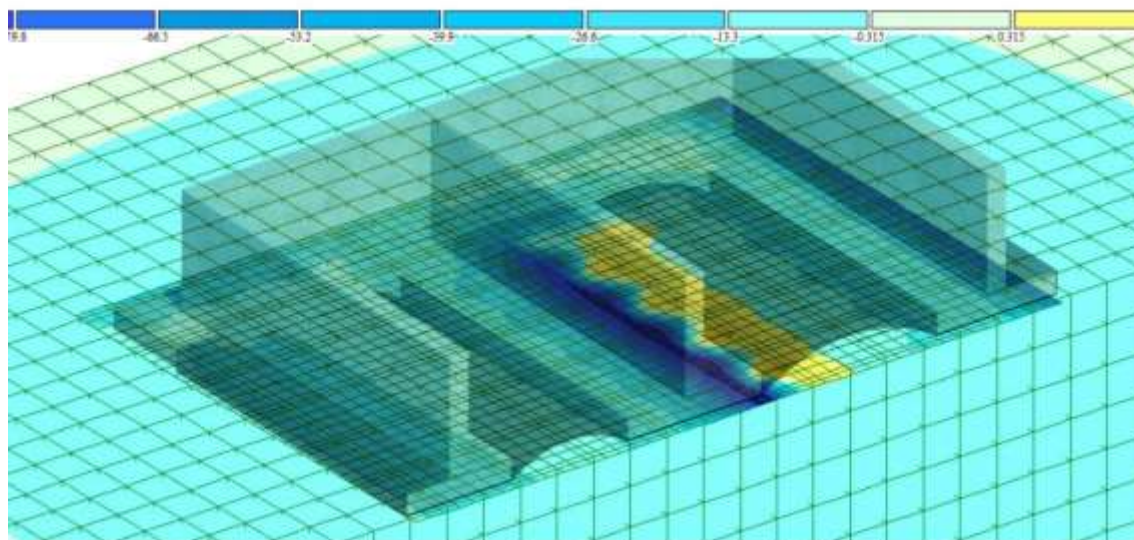
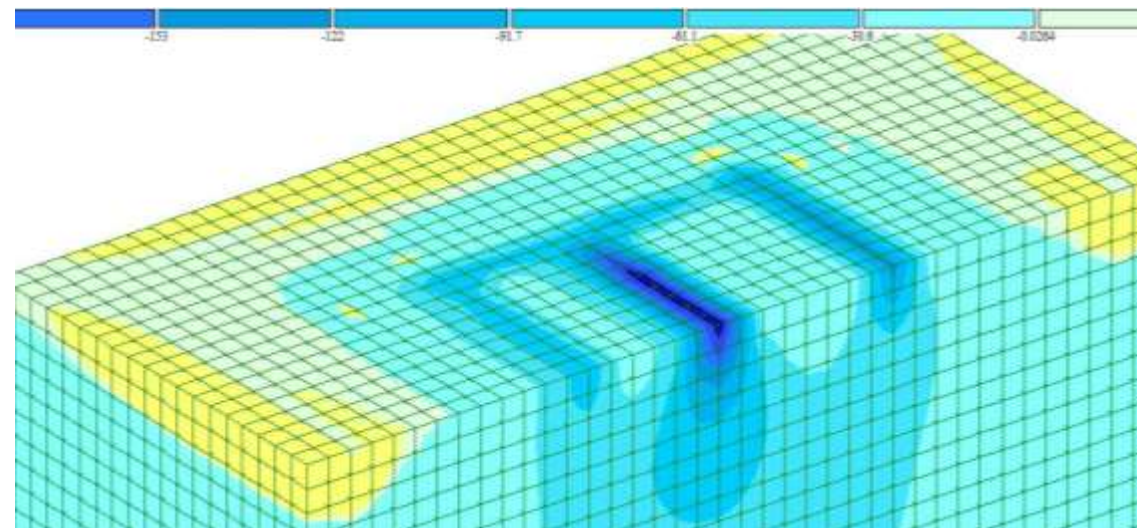
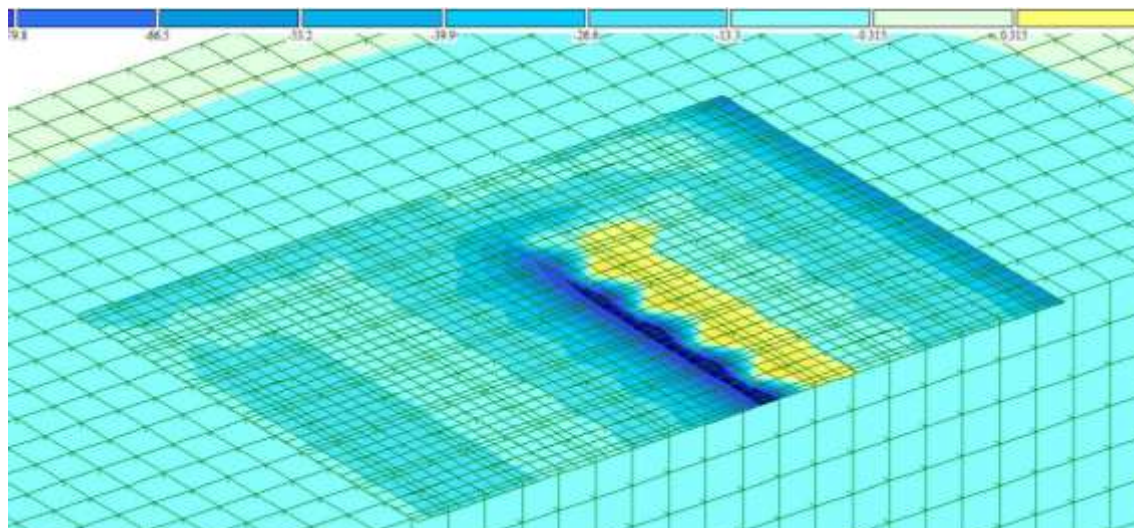
а)



б)



# Узагальнення результатів досліджень



По осі	Ширина підошви , м			Середнє осідання , мм			Седній тиск під підошвою фундаменту, кПа		
	Стрічковий фундамент	Мембранний фундамент	Мембранний фундамент зменшеної ширини	Стрічковий фундамент	Мембранний фундамент	Мембранний фундамент зменшеної ширини	Стрічковий фундамент	Мембранний фундамент	Мембранний фундамент зменшеної ширини
Д	4,8	3,6	3,6	38,27	31,48	44,5	185,14	149,57	191,89
Е	3,6	3,2	3,2	26,83	24,54	38,57	111,93	96,46	140,00

## Висновки

1. Виконано ознайомлення з комплексом теоретичних , експериментальних і технологічних методів дослідження мембранних фундаментів. Викладено основи теорії розрахунку взаємодії мембранних фундаментів із ґрунтовою основою.
2. Мембранний фундамент у порівнянні з стрічковим забезпечує зменшення середнього осідання , нерівномірності осідань та більш повне використання несучої здатності основи. Його раціонально використовувати як альтернативу плитним та стрічковим фундаментам.
3. Найбільш раціональним є інтервал значень стріли підйому мембрани в межах  $1/8 \leq f/l \leq 1/5$ , де  $l$  – проліт мембрани. Подальше збільшення кривизни нераціонально, як з позицій напружено деформованого стану фундаменту, так і з боку формування необхідного напруженого стану основи.
4. Осьова жорсткість мембрани чинить суттєвий вплив на напружено-деформований стан ґрунтової основи і СМФ. Пороговим значенням осьової жорсткості мембрани є  $E_m = 1 \cdot 10^7$  Н.
5. Врахування тертя суттєво впливає на НДС системи «ґрунтова основа-фундамент.» При зменшенні значення коефіцієнта тертя осідання стрічкового фундаменту зменшується.
6. Значна різниця в навантаженнях деяких ділянок та нерівномірна стисливість ґрунту основи призводить до виникнення значних не рівномірних осідань, мінімізувати їх вплив дозволяє влаштування мембранного фундаменту.
7. Встановлено, що ґрунт, втягнутий у роботу мембраною на 18% зменшує осідання стрічкової частини мембранного фундаменту у порівнянні з аналогічним за розмірами фундаментом без мембрани.
8. Виконано техніко-економічне обґрунтування ефективності влаштування мембранних фундаментів. Порівнюючи стрічковий та мембранний варіанти фундаментів ми бачимо, що мембранний фундамент є найбільш економічним .
9. Отже наукова розробка є економічно доцільною, отримані результати є конкурентоспроможними, та за умови доопрацювання можливі до впровадження.

Фасад в осях "1-13"



Відомість опорядження фасадів

Поз.	Елемент фасаду	Матеріал оздоблення	Колір
1	Стіни	Декоративна штукатурка	
2	Стіни	Декоративна штукатурка	
3	Стіни	Декоративна штукатурка	
4	Стіни	Декоративна штукатурка	
5	Цоколь та стіни	Декоративна штукатурка	
6	Вікна	Металопластиковий профіль	
7	Двері у вбудов. приміщення	Металопластиковий профіль	
8	Двері у під'їзді	Металеві	

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- асфальтовані дороги
- асфальтовані тротуари і доріжки
- прибудинкові майданчики
- площа озеленення
- межа відведеної земельної ділянки

Фрагмент генплану



ЕКСПЛІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

N по ГП	Найменування будівлі (споруди)	Пов.	Площа забудов.	Примітки
1	Житловий будинок (блок-секція №1)	10	572,4	Проект.
2	Житловий будинок (блок-секція №2)	10	416,8	Проект.
3	Автомобільна стоянка (4 шт.)	-	-	Проект.
4	Дитячий майданчик	-	160,1	Проект.
5	Майданчик для відпочинку дорослих	-	46,3	Проект.
6	Господарський майданчик	-	115,9	Проект.
7	Сходи	-	-	Існуючий
8	Сходи	-	-	Проект.
9	Підпірна стінка	-	-	Проект.
10	Струмок	-	-	
11	Будівля комерц., адмін. призначення	-	-	

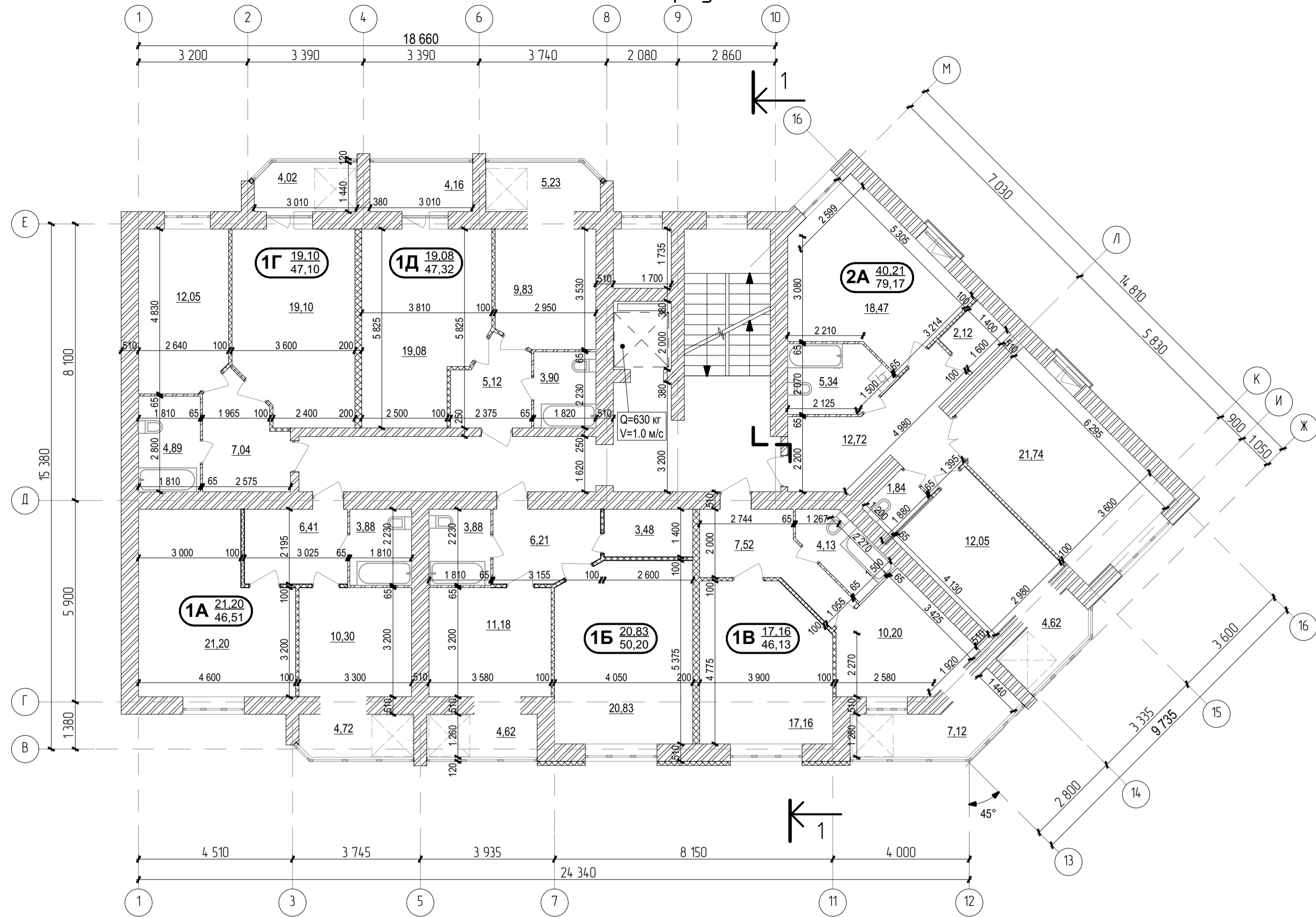
ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

№ по ГП	Найменування	Од. вим.	Кількість
1	Площа відведеної ділянки,	м <sup>2</sup>	4 712
2	Площа забудови,	м <sup>2</sup>	989,2
3	Площа покриття	м <sup>2</sup>	3 186
	в тому числі: - дороги	м <sup>2</sup>	2 492
	- доріжки, відмощення	м <sup>2</sup>	488
	- спец. покриття	м <sup>2</sup>	206
4	Площа озеленення	м <sup>2</sup>	2 264
5	Коефіцієнт забудови		0,21
6	Коефіцієнт озеленення		0,48

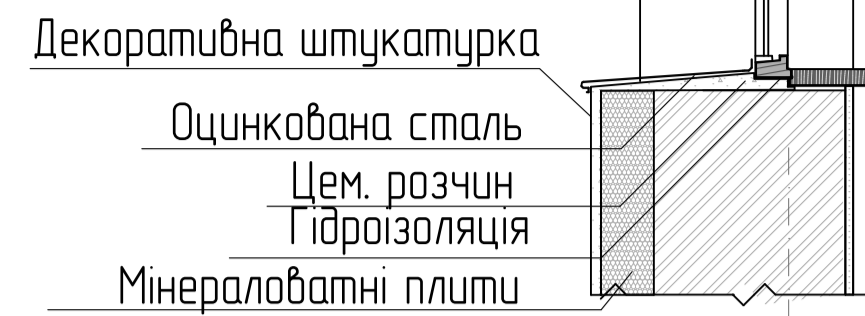
08-08.МКР.010 - АР						
Базалітпверховий житловий будинок по вулиці князя Корсатичів в місті Вінниця						
Зм.	Кільк.	Аркш.	№Ілос.	Підп.	Дата	
Розробив	Черевко Н.М.					
Перевірив	Блашук Н.В.					
Керівник	Блашук Н.В.					
Н. Контр.	Масвська І.В.					
Інженер	Слободян Н.М.					
Замверив	Шевць В.В.					
Взаємний мембранний фундамент з ґрунтовою основою				Сталеві	Арк.	Аркшів
Фасад в осях 1-13, відомість опорядження фасадів, фрагмент генплану, експлікація будівель і споруд, основні техніко-економічні показники, умовні позначення.				п		
ВНУч, зр. Б-20м						



План типового поверху

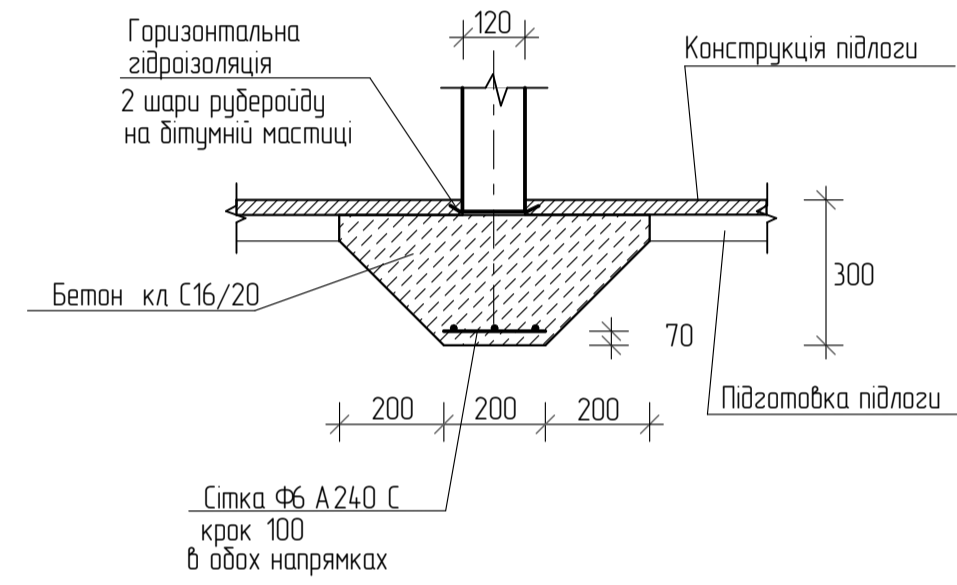


Вузол А

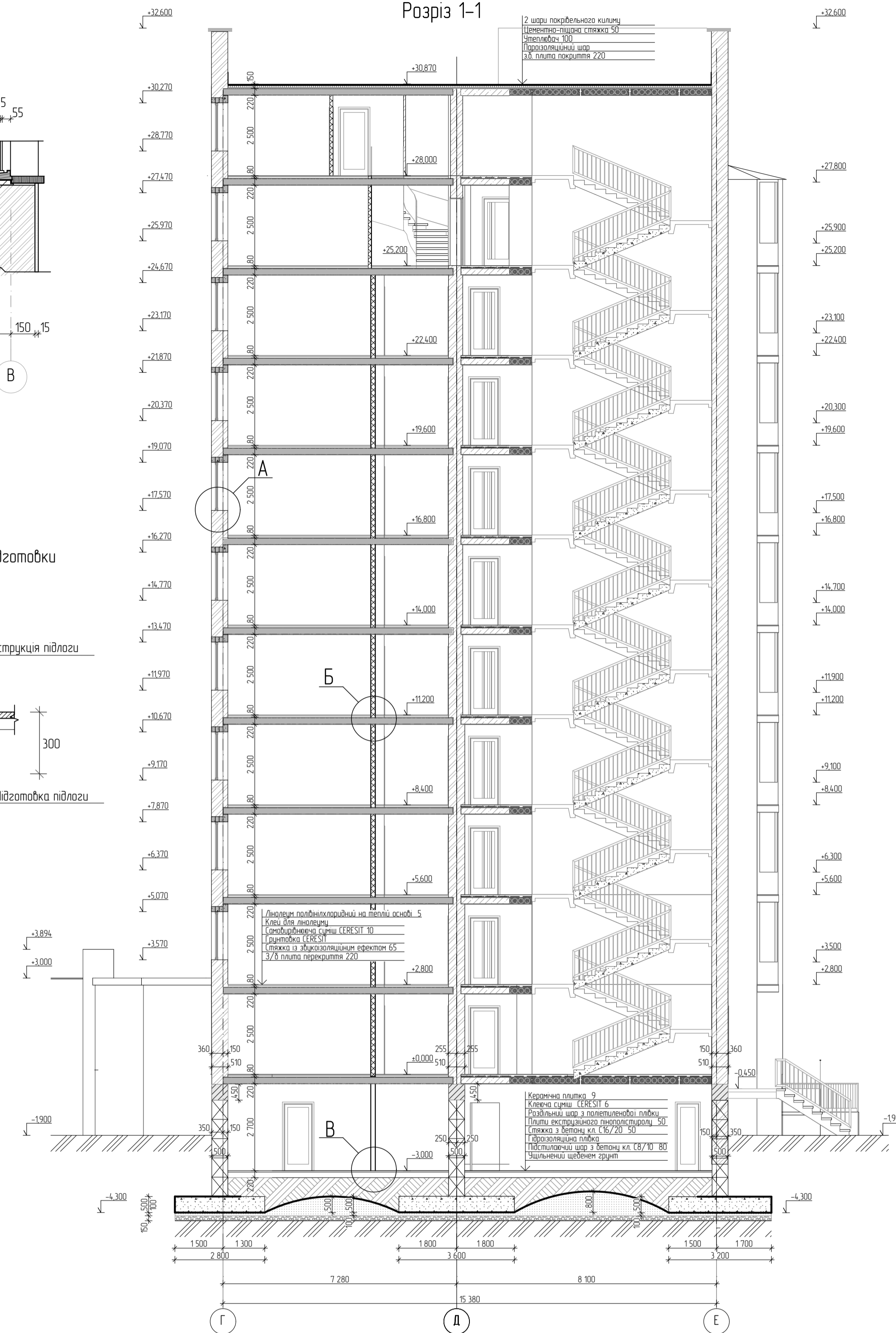


Вузол В

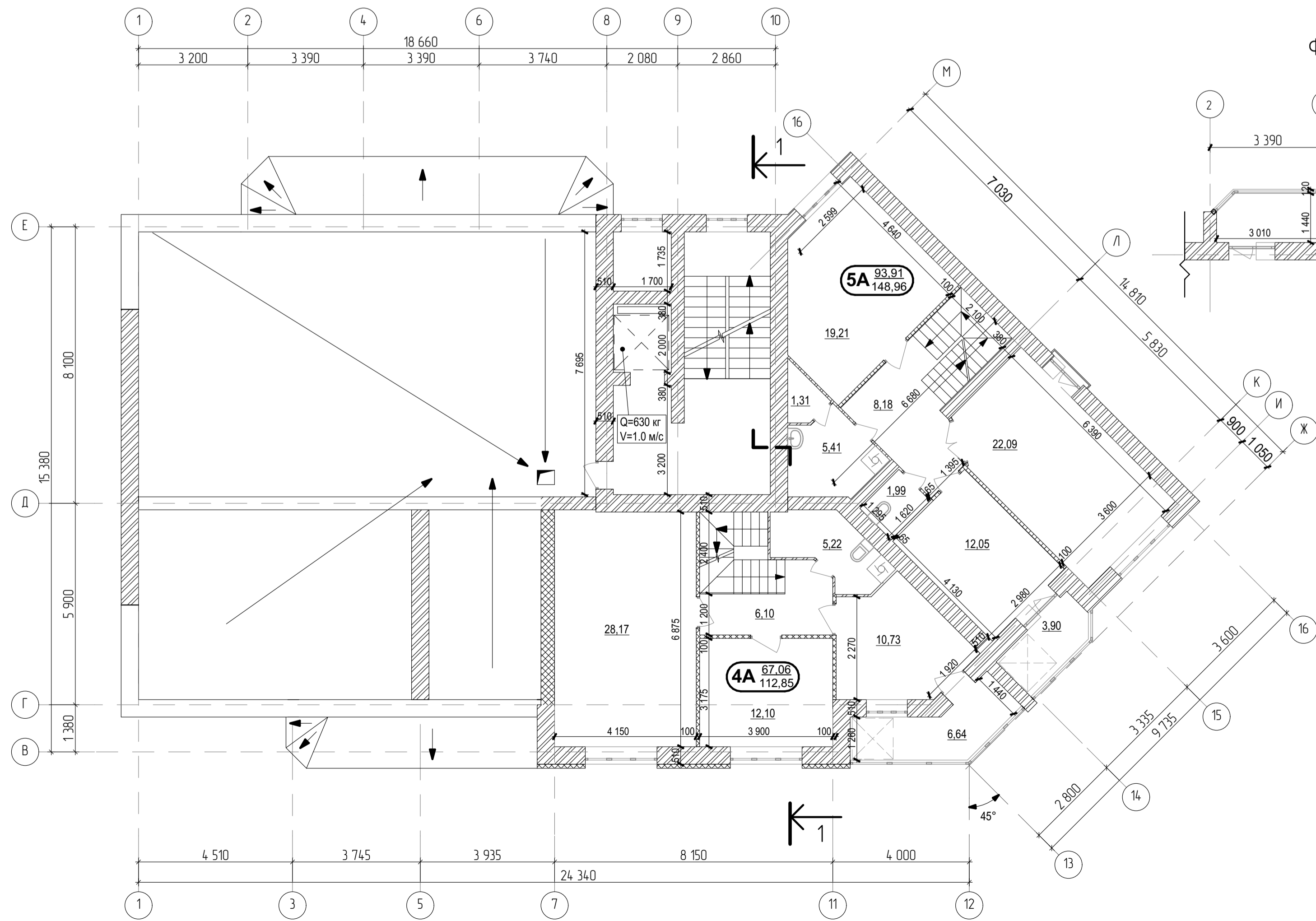
Деталь потовщення бетонної підготовки під перегорітку



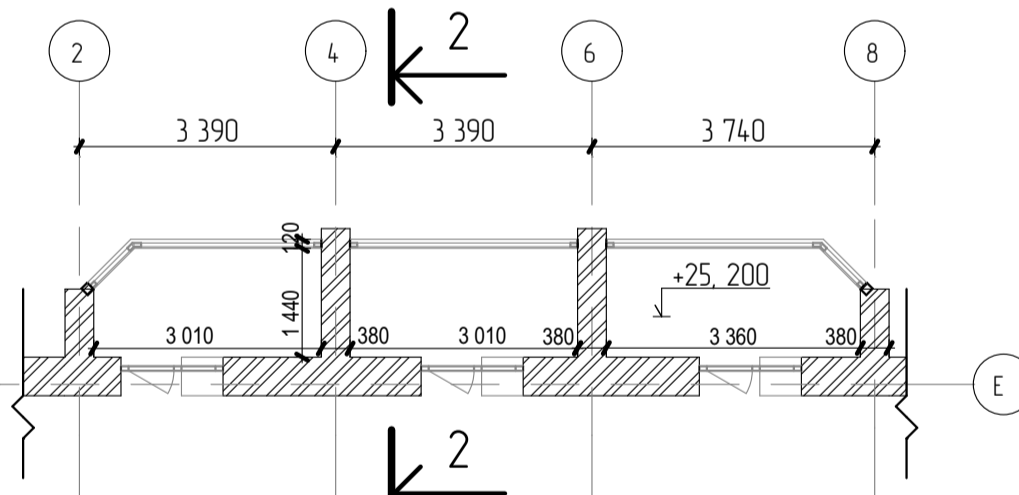
Розріз 1-1



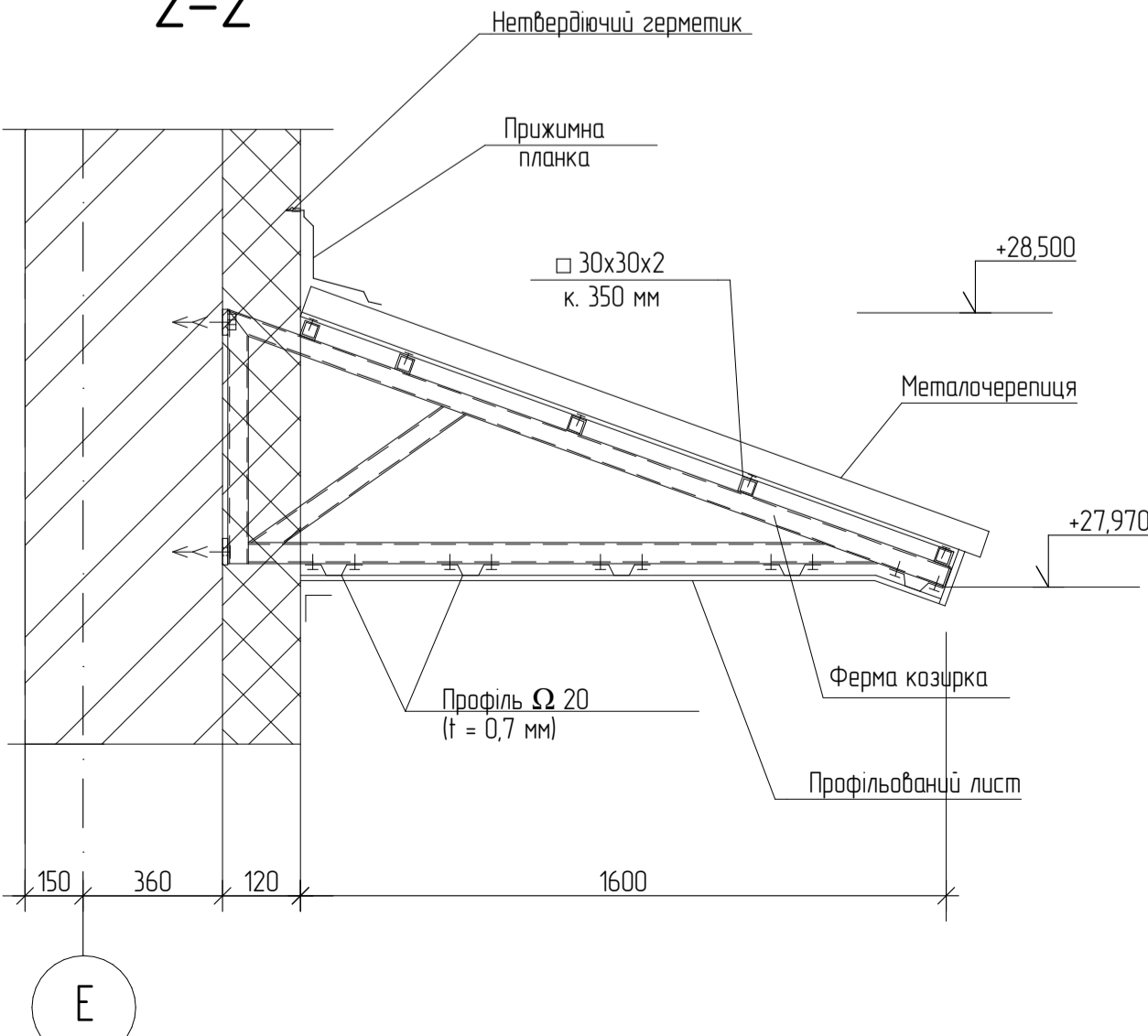
План другого рівня 10-го поверху



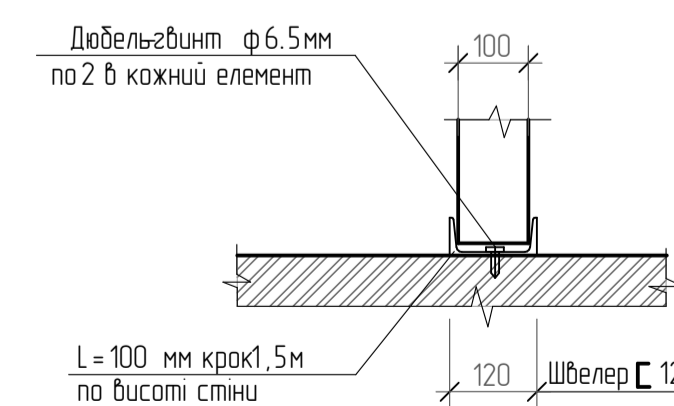
Фрагмент плану



2-2

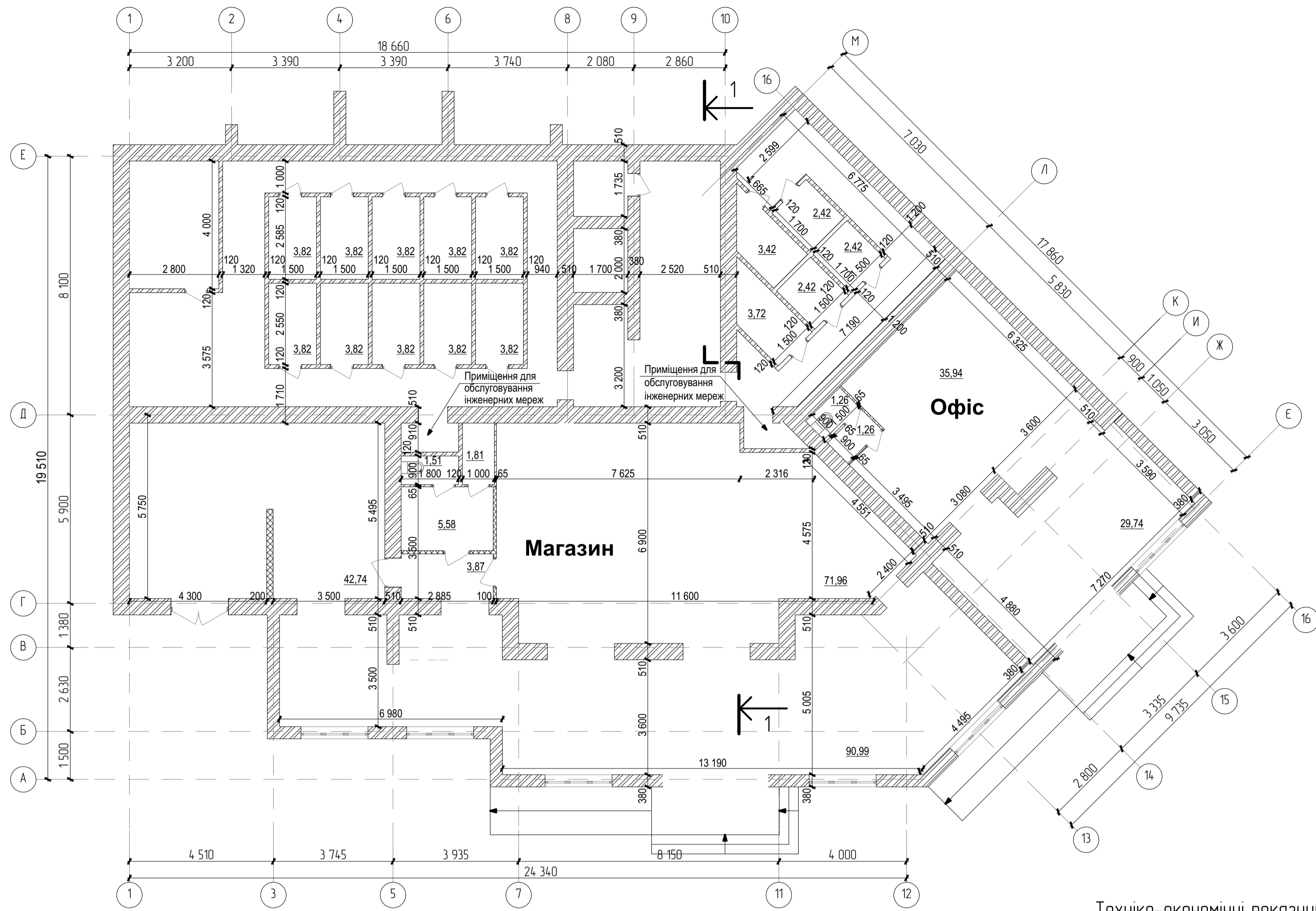


Вузол Б  
Деталь кріплення перегородок

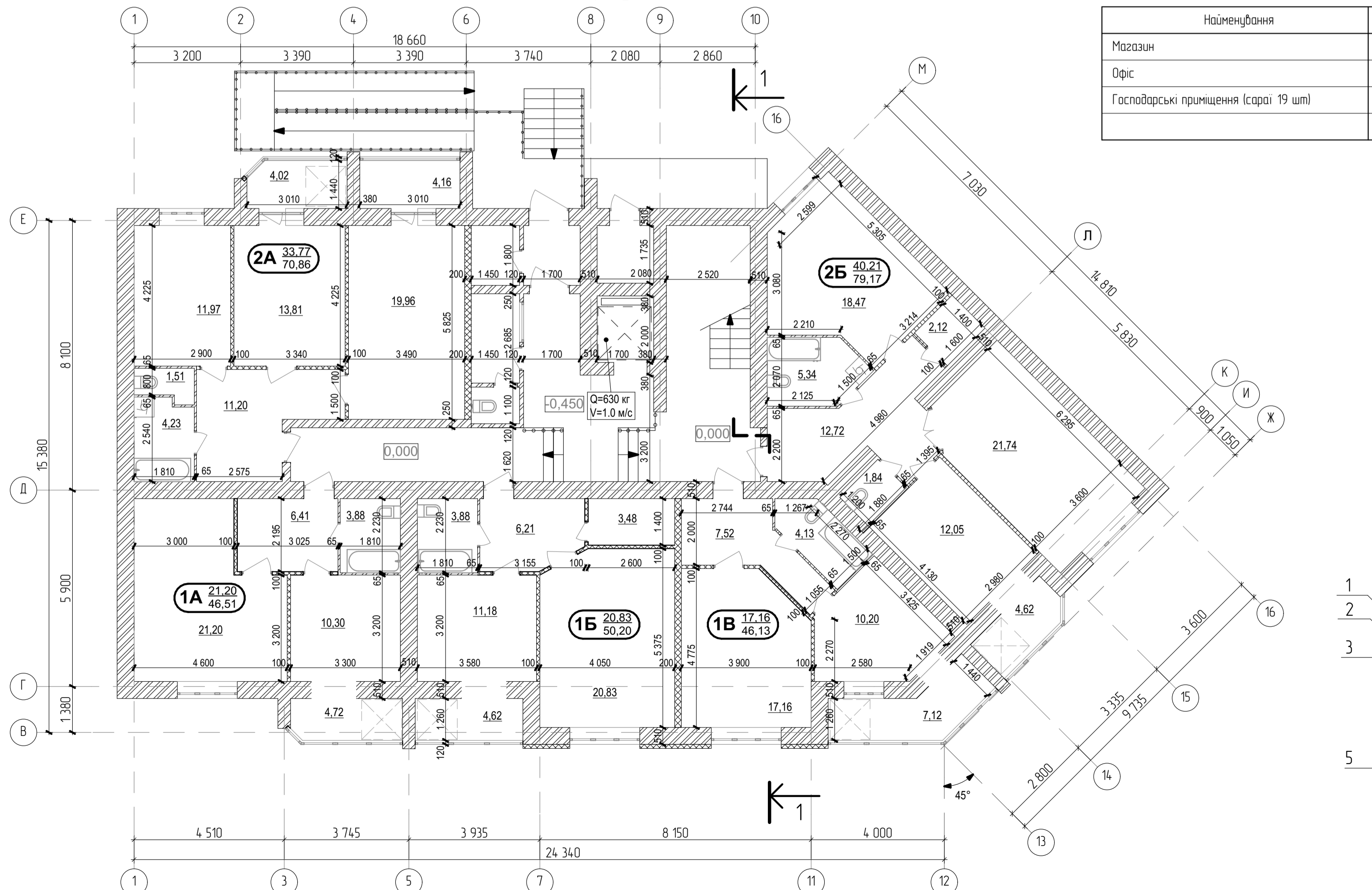


08-08.МКР.010 - АБ					
Багатопверховий житловий будинок по вулиці князя Корсунчиць в місті Вінниця					
Зм.	Кільк.	Аркш.	Місц.	Підп.	Дата
Розробив	Черевко Н.М.				
Перевірив	Білашук Н.В.				
Керівник	Білашук Н.В.				
Н. Констр.	Масівська І.В.				
Інженер	Слободян Н.М.				
Затвердив	Шевць В.В.				
Взаємний мембранний фундамент із ґрунтовою основою				Стіна	Арк.
План типового поверху, план другого рівня 10-го поверху, вузол А-В, розріз 1-1				п	Аркш.
ВНТУ, зр. Б-20м					

План цокольного поверху



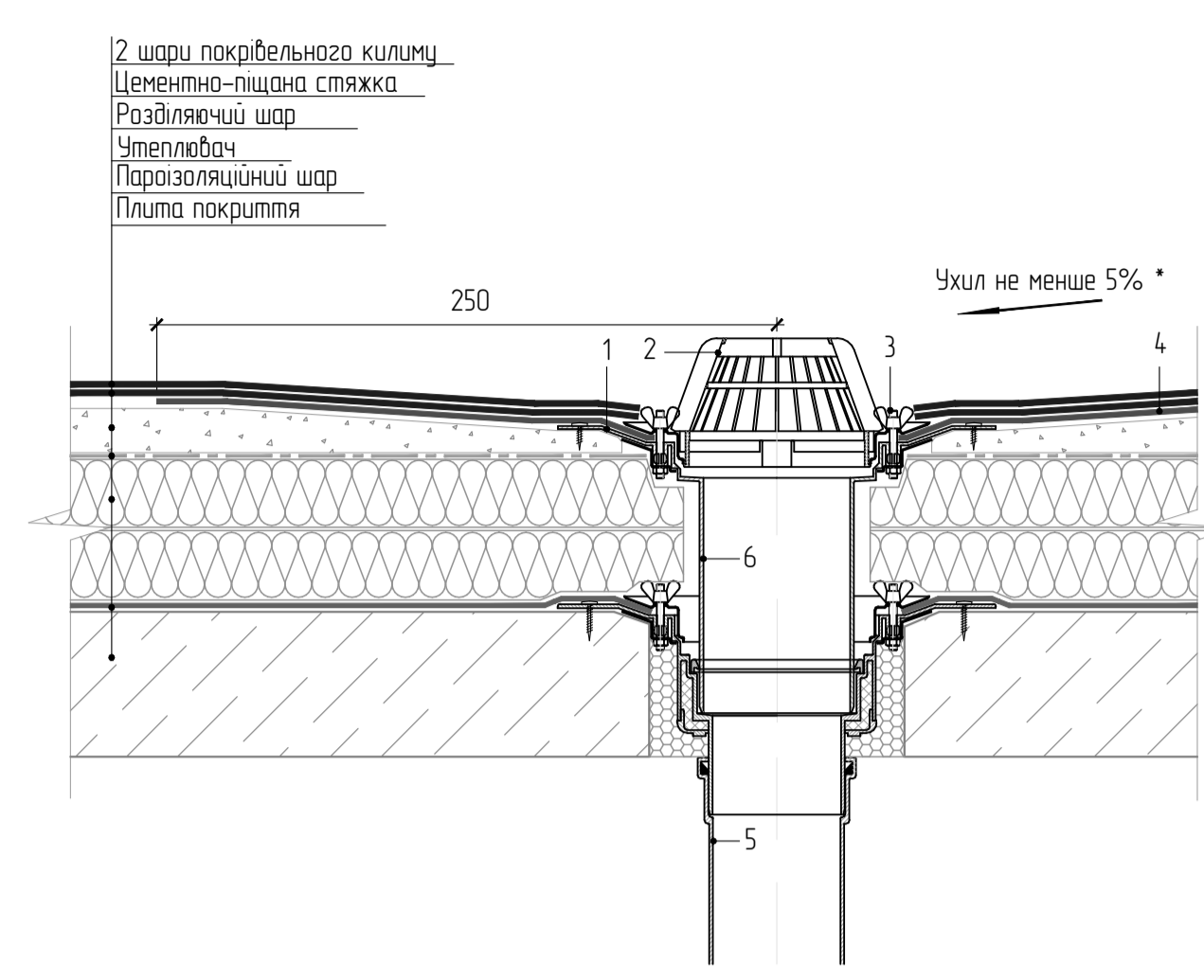
План 1-го поверху



Техніко-економічні показники цокольного поверху

Найменування	Площа, м <sup>2</sup>
Магазин	218,46
Офіс	68,00
Господарські приміщення (сарай 19 шт)	67,50

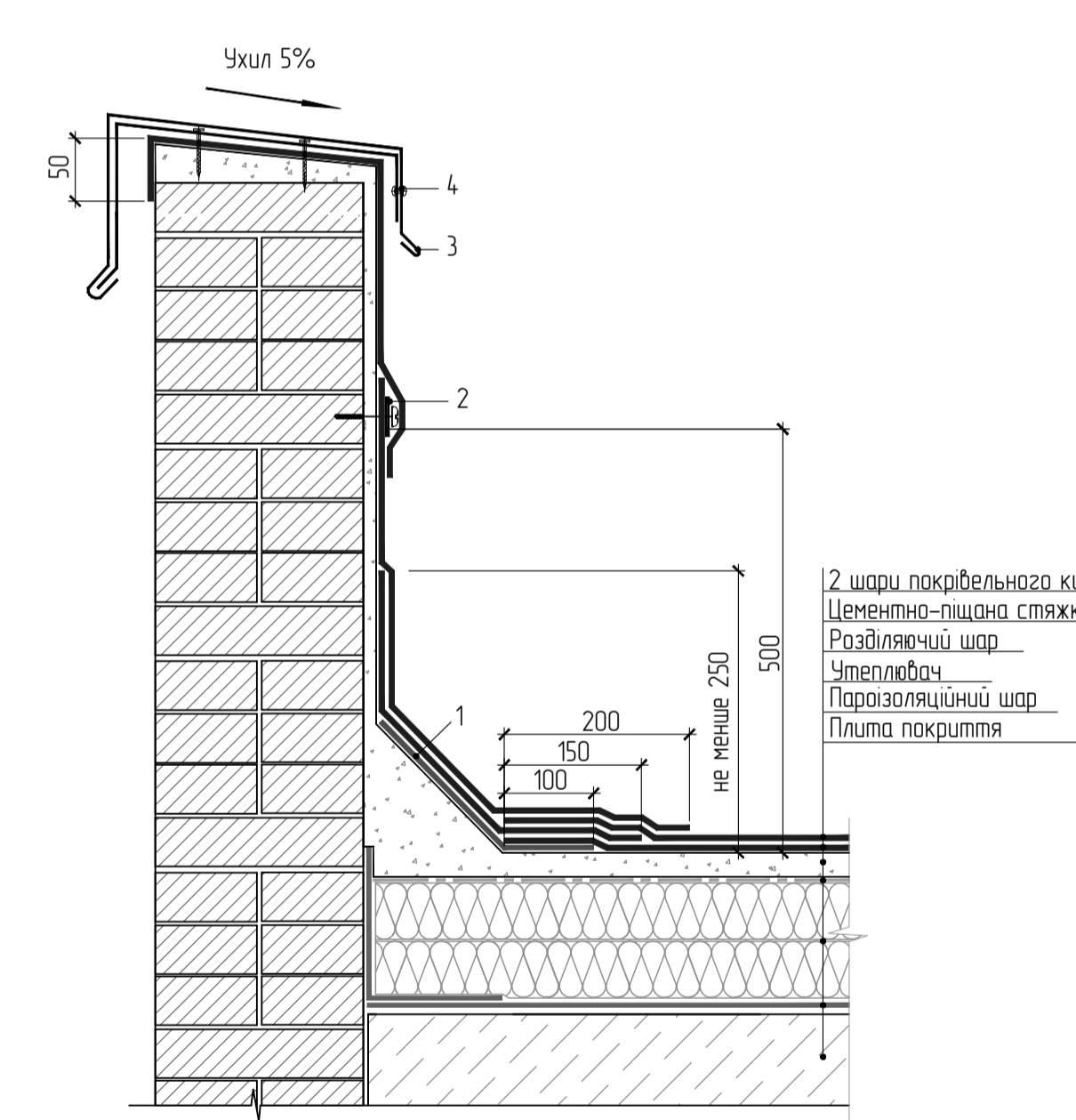
Вузол Г  
Водостічна воронка



1. Прихитний металевий фланець
2. Фільтр від листя
3. Захисний з'єдн.
4. Додатковий шар покриттєвого матеріалу
5. Приймальна воронка
6. Надставний елемент

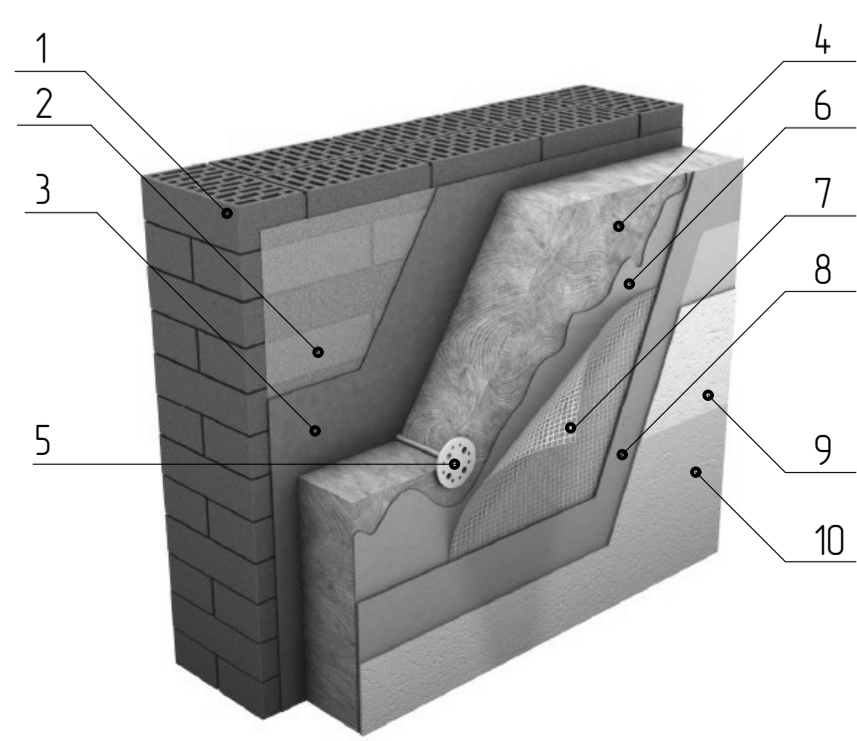
• Допускається заглиблення воронки на 20-30мм відносно рівня покриття.  
• Ухил до воронки повинен бути збільшений в радіусі 500мм навколо воронки.

Вузол Д  
Примикання покриття до парапету



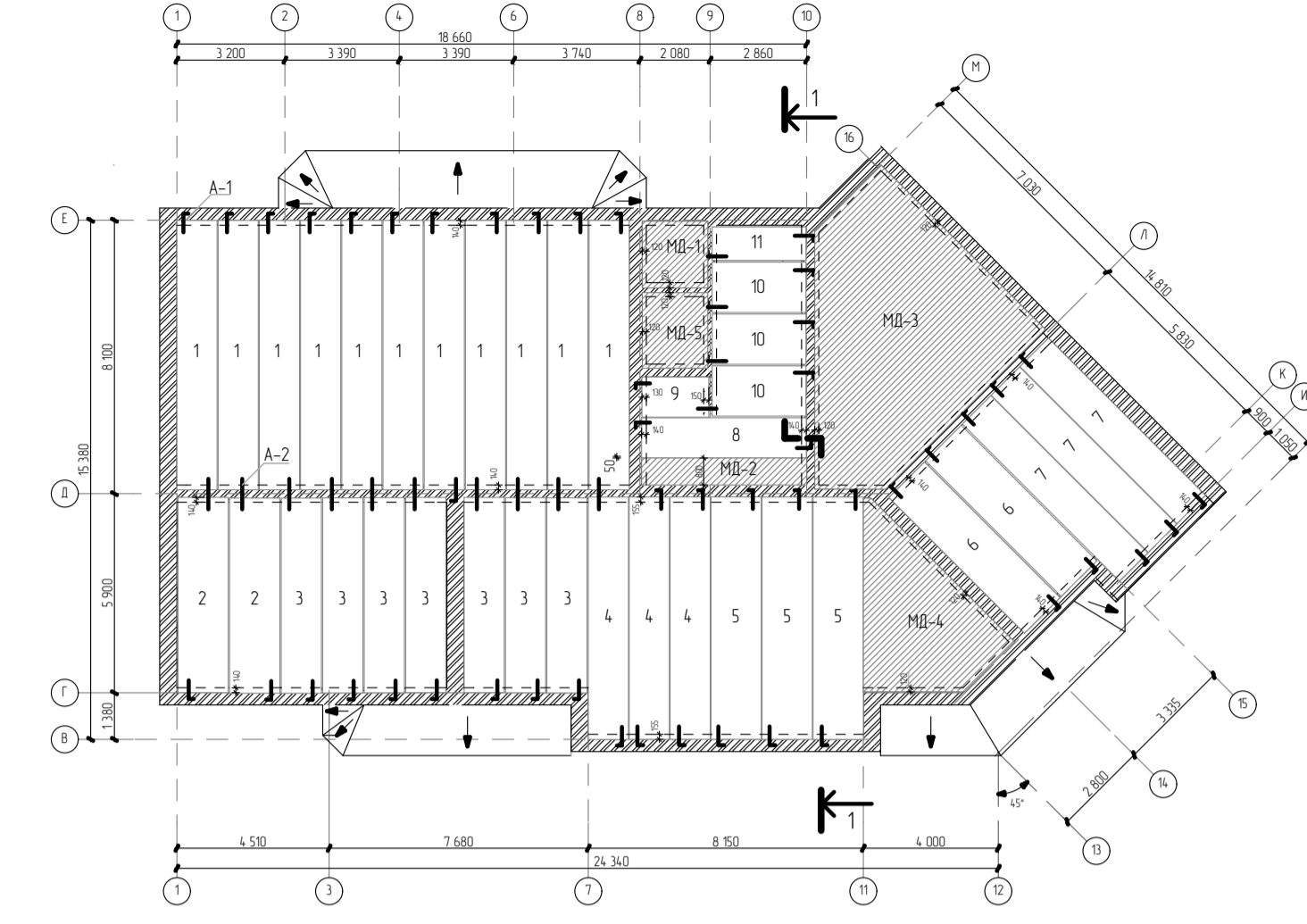
1. Додатковий шар покриттєвого матеріалу
2. Рейка з оцинкованої сталі закріплена з кроком 200мм
3. Фарпук з оцинкованої сталі
4. Фарпук з оцинкованої сталі кріпиться заклепками до кріпильного елемента

Утеплення зовнішньої стіни

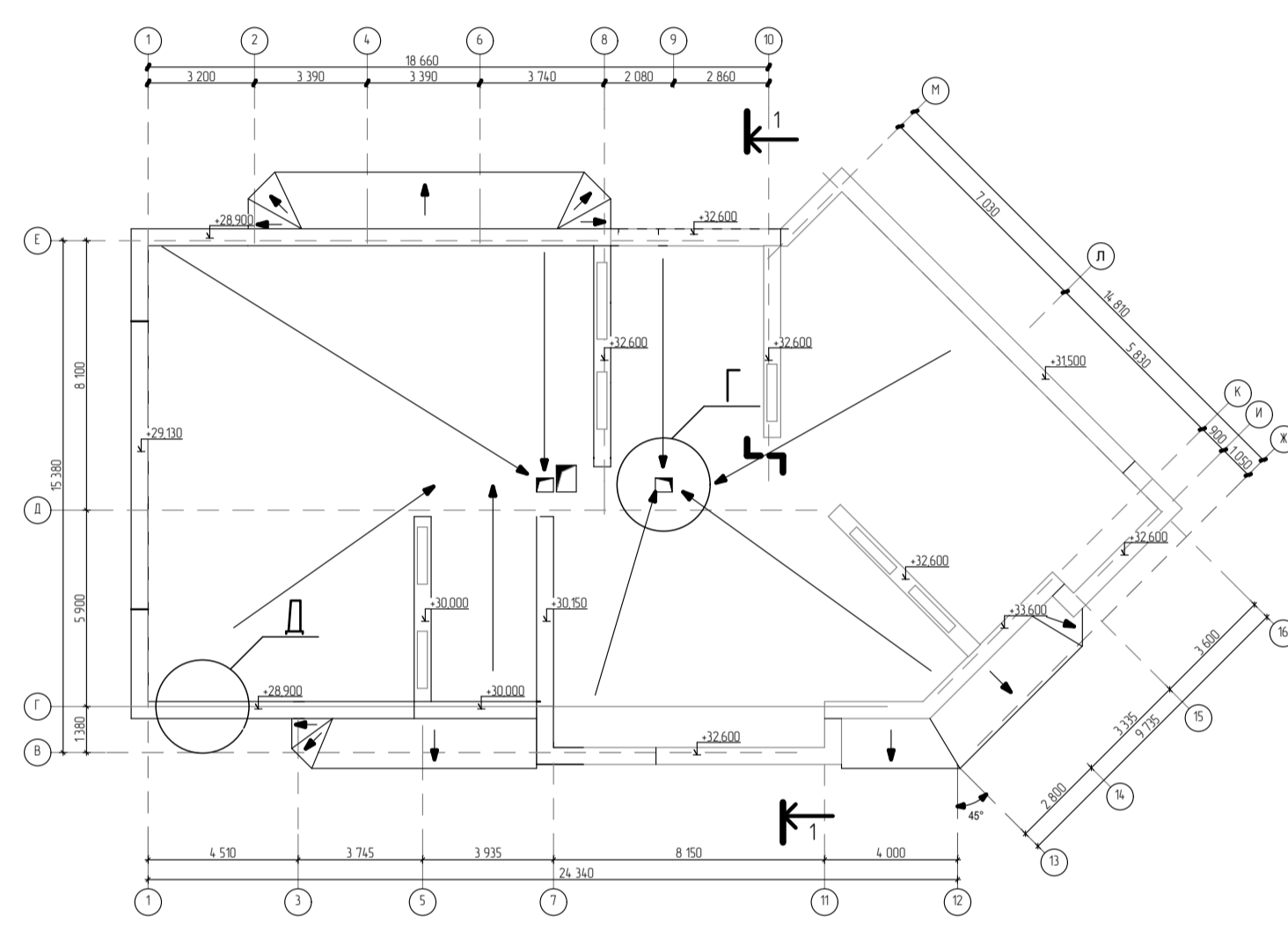


1. Зовнішня стіна з керамичної цегли 510
2. Зміцнювач ґрунтової
3. Клеї для теплоізоляційних плит
4. Плити з мінеральної вати 120
5. Торльчатий фасадний дощель
6. Базовий армуючий шар
7. Склятоканна сітка
8. Кварцева ґрунтовка
9. Декоративна штукатурка
10. Фасадна фарба

План покриття



План покрівлі



Техніко-економічні показники першого поверху

Найменування	1А	1Б	1В	2А	2Б	Всього
Житлова площа, м <sup>2</sup>	21,20	20,83	17,16	33,77	40,21	133,22
Площа квартири, м <sup>2</sup>	46,51	50,20	46,13	70,86	79,17	292,87
Площа літніх приміщень, м <sup>2</sup>	-	-	-	8,18	-	8,18
Загальна площа, м <sup>2</sup>	46,51	50,20	46,13	70,86	79,17	292,87

Техніко-економічні показники типового поверху

Найменування	1А	1Б	1В	1Г	1Д	2А	Всього
Житлова площа, м <sup>2</sup>	21,20	20,83	17,16	19,10	19,08	40,21	137,58
Площа квартири, м <sup>2</sup>	46,51	50,20	46,13	47,10	47,32	79,17	316,43
Площа літніх приміщень, м <sup>2</sup>	-	-	-	4,02	4,16	-	8,18
Загальна площа, м <sup>2</sup>	46,51	50,20	46,13	47,10	47,32	79,17	316,43

Техніко-економічні показники десятого поверху

Найменування	1А	1Б	4А	1Г	1Д	5А	Всього
Житлова площа, м <sup>2</sup>	21,39	20,83	67,06	19,10	19,08	93,91	241,37
Площа квартири, м <sup>2</sup>	47,01	50,50	112,85	47,38	47,32	148,96	454,02
Площа літніх приміщень, м <sup>2</sup>	-	-	6,64	4,02	4,16	3,90	18,72
Загальна площа, м <sup>2</sup>	47,01	50,50	119,49	51,40	51,48	152,86	483,74

08-08МКР.010 - АБ

Бюро проєктування житлового будинку по вулиці князя Корсунічів в м.ст. Вінниця

Зм.	Кук.	Арх.	Між.	Під.	Дат.
Розробив	Черевко Н.М.				
Перевірив	Блашук Н.В.				
Керував	Блашук Н.В.				
Н. Контр.	Масальська І.В.				
Інженер	Слободан Н.М.				
Затвердив	Шевць В.В.				

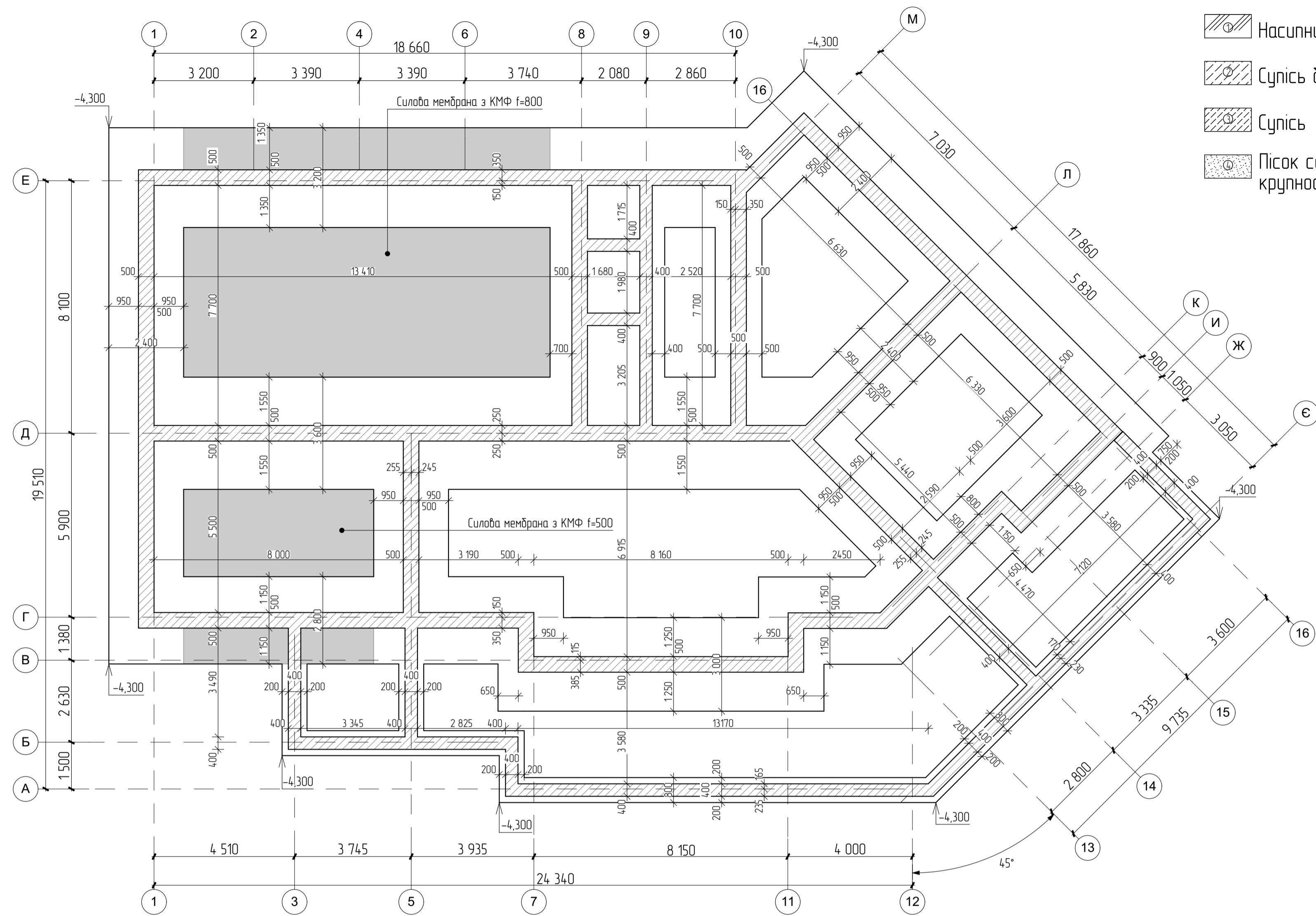
Взаємний мембранний фундамент з ґрунтовою основою

План цокольного поверху, план 1-го поверху, план покриття, план покрівлі, техніко-економічні показники, вузол Г - вузол утеплення зовнішньої стіни

Станція Арх. Архив

ВНТУ, зр. Б-20м

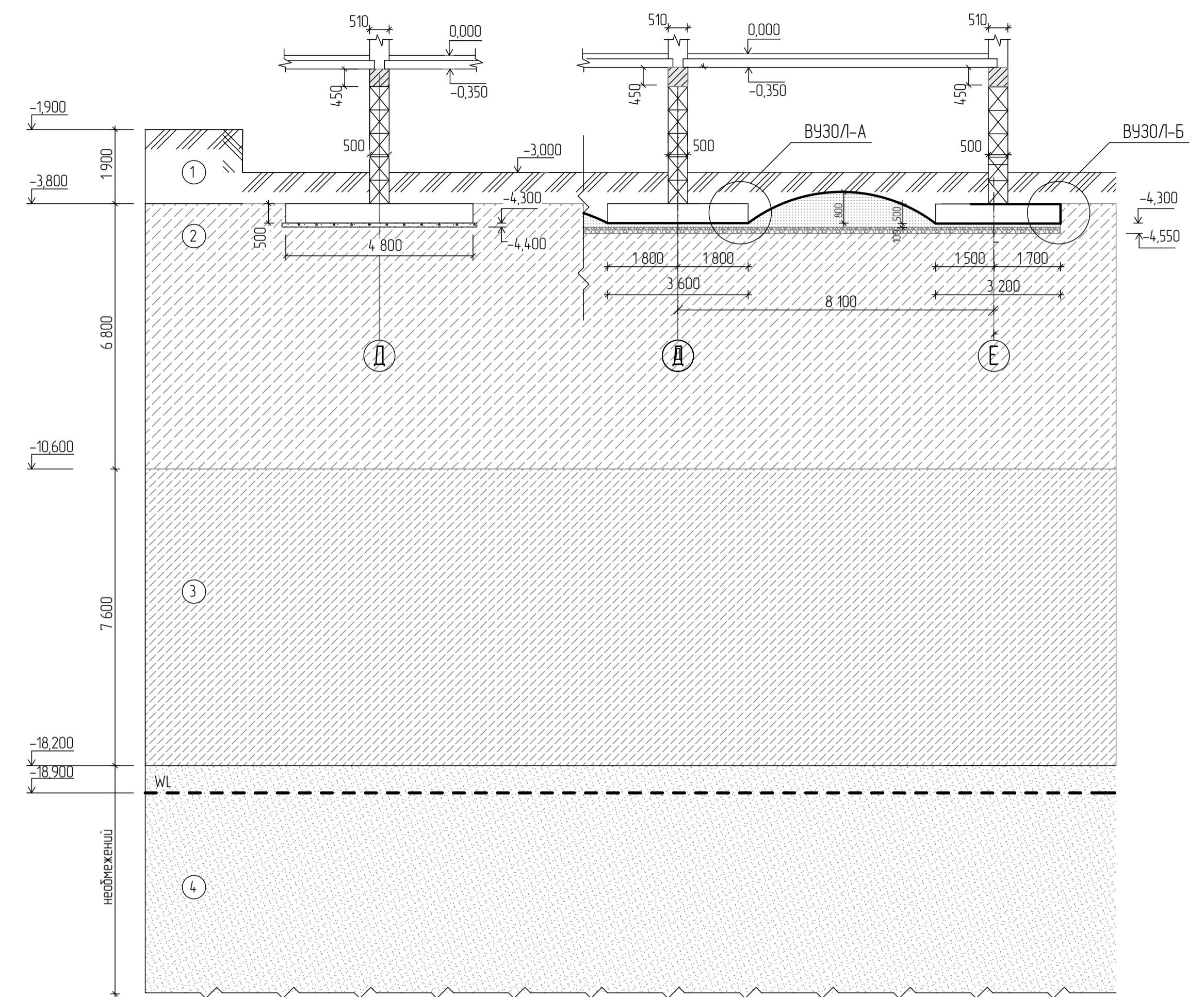
# План фундаменту



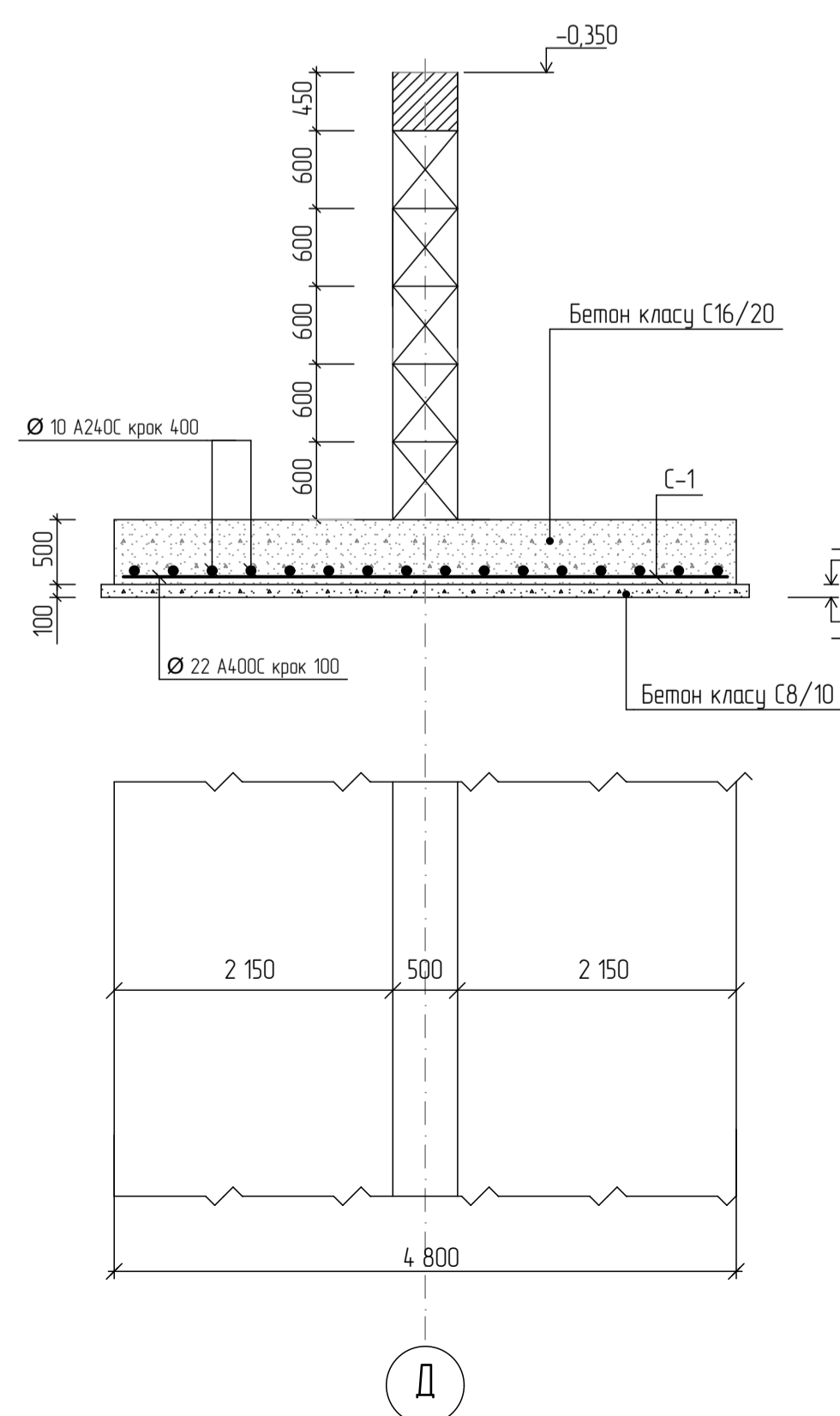
## Умовні позначення

- Насипний ґрунт
- Сугінь біра
- Сугінь
- Пісок середньої крупності

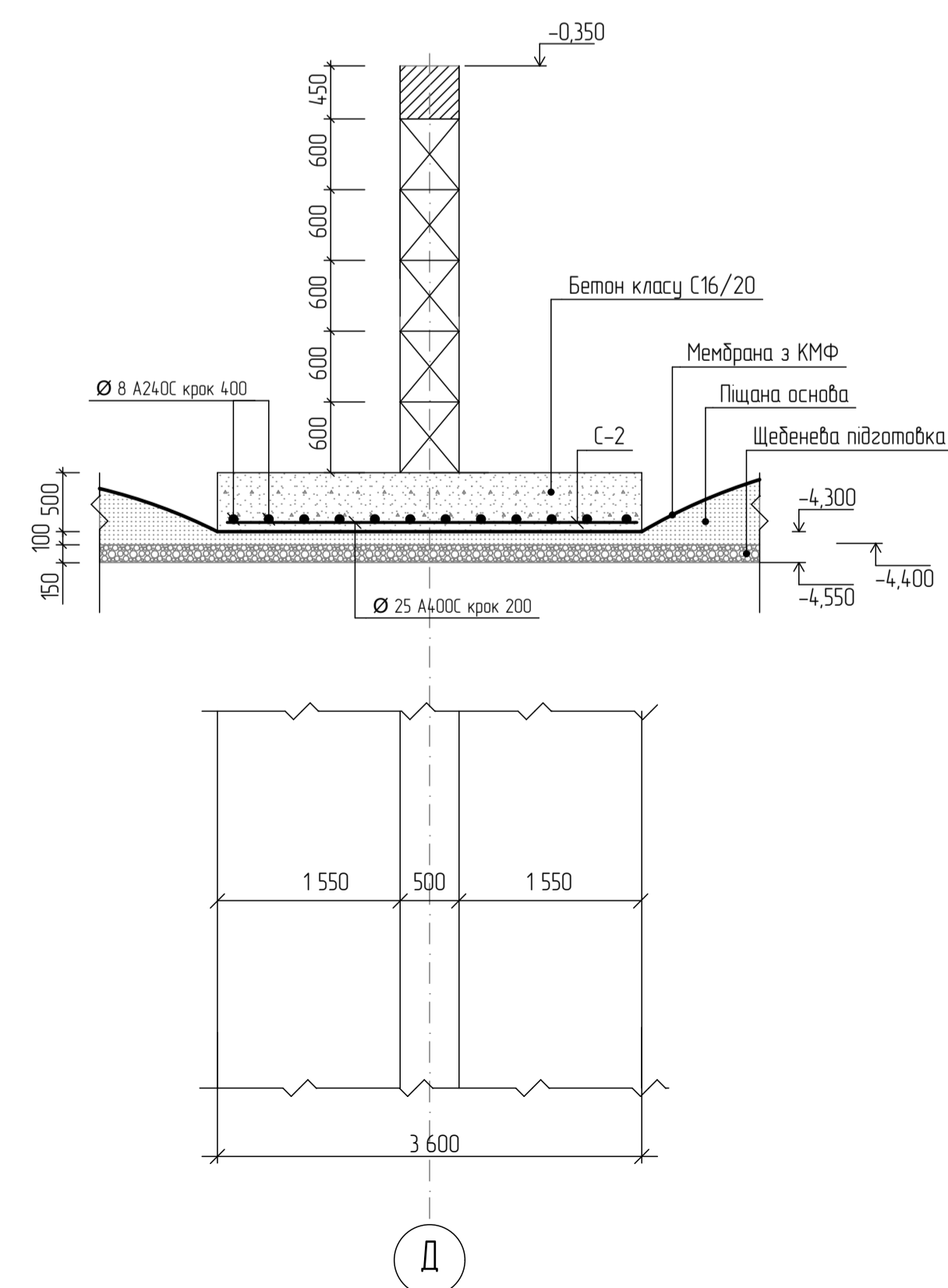
## Геологічний розріз та схема фундаментів



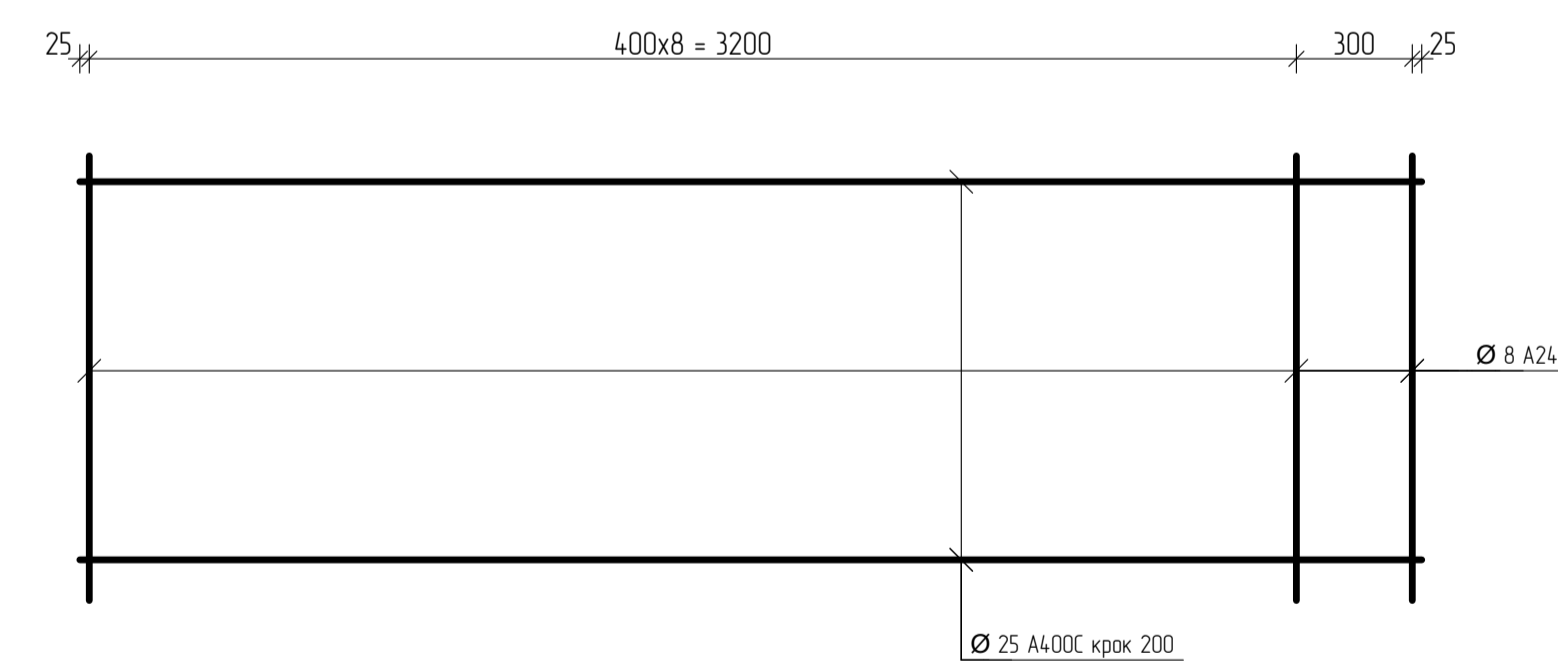
### Стрічковий фундамент



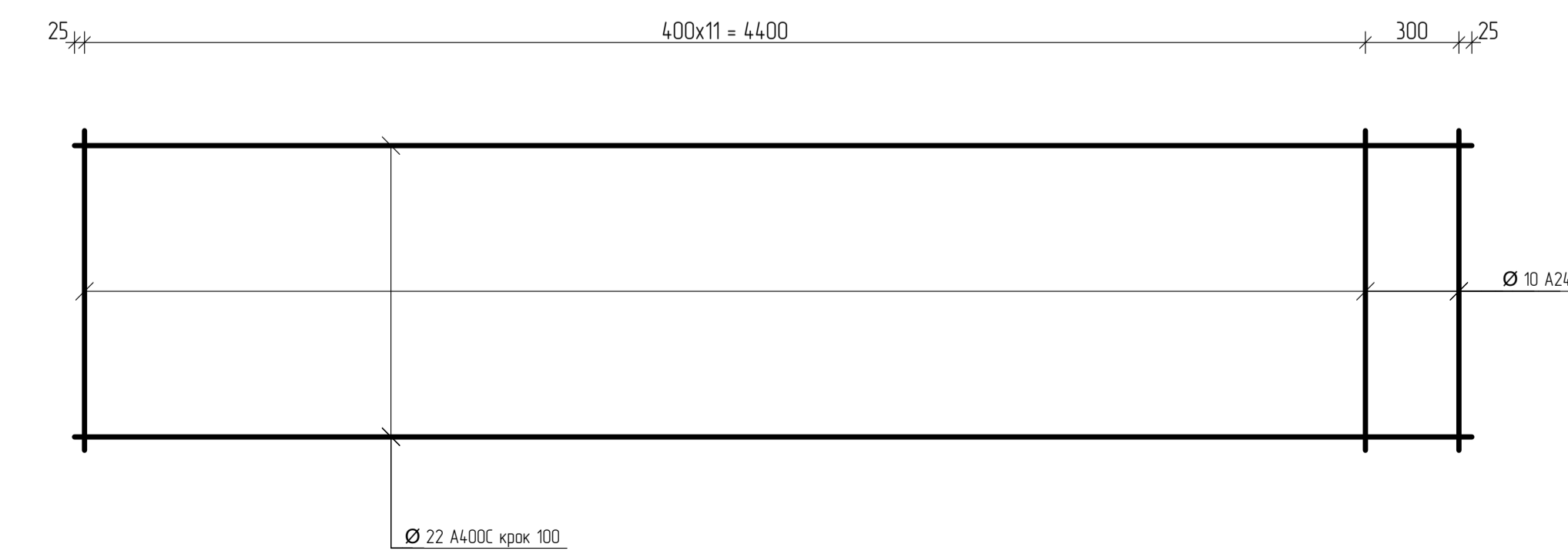
### Мембранний фундамент



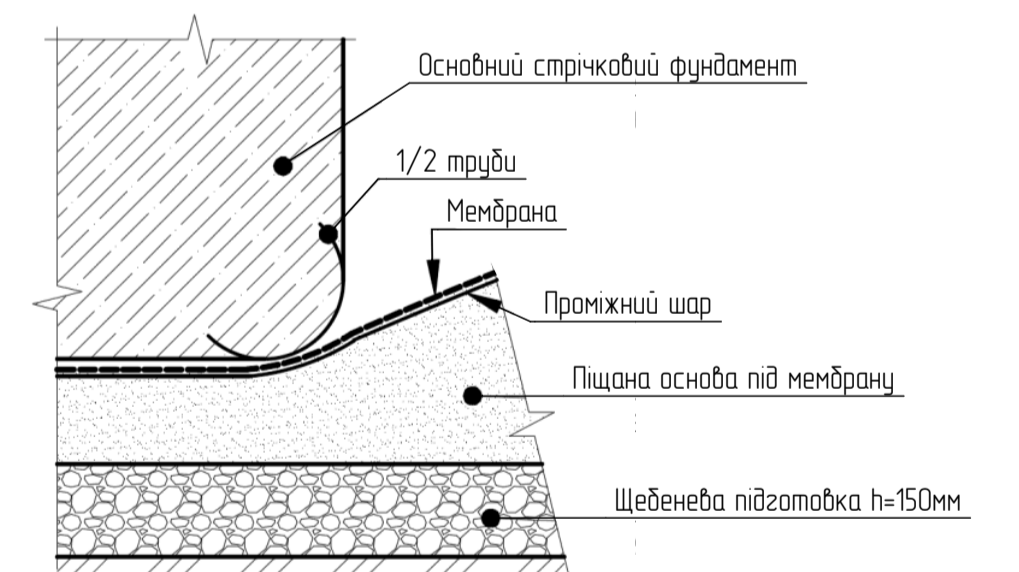
### С-2



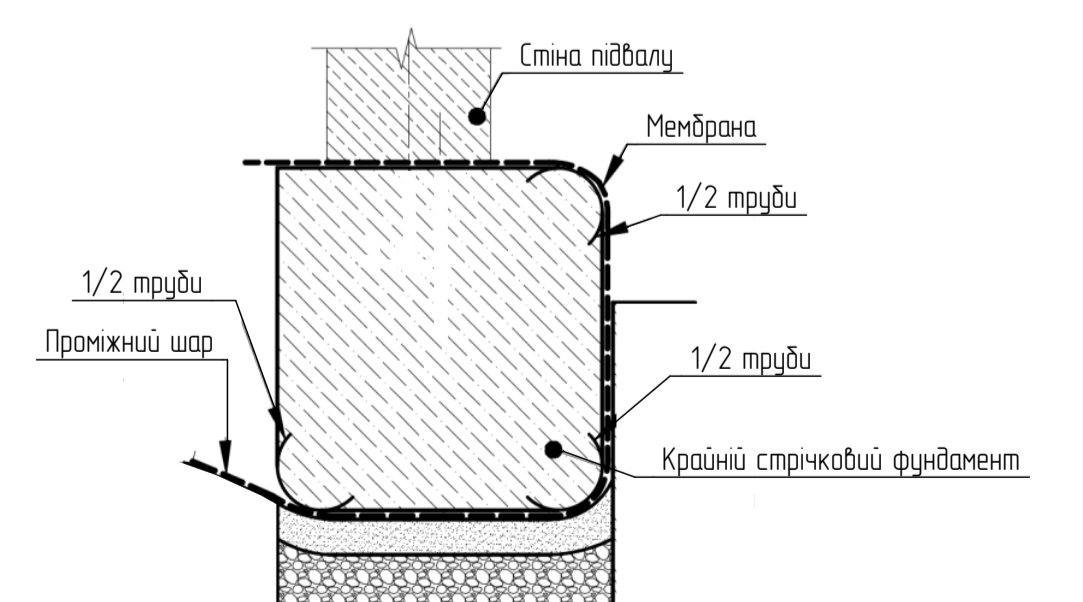
### С-1



### Вузел - А



### Вузел - Б

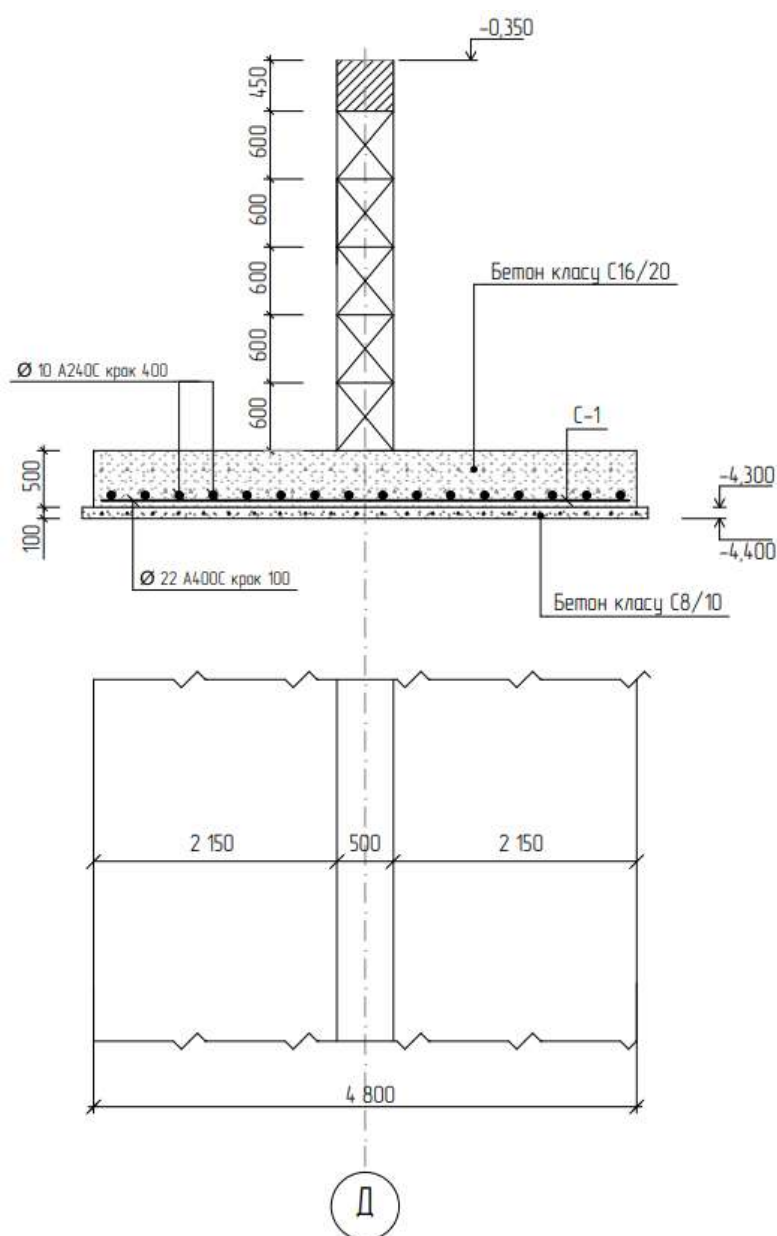


08-08.МКР.010 - КБ						
Безпалатеробочий житловий будинок по вулиці князя Корватичів в м.п. Вінниця						
Зм.	Кільк.	Аркуш	Різдк.	Підп.	Дата	
Розробил	Черевко Н.М.					
Перевірив	Блашук Н.В.					
Керувач	Блашук Н.В.					
Н.Контр.	Масельська І.В.					
Опонець	Слободян Н.М.					
Затвердив	Швець В.В.					
Взаємний мембранних фундаментів з ґрунтовою основою				Стояк	Арк.	Аркуш
Геологічний розріз та схема фундаментів, план фундаменту, схема стрічкового та мембранного фундаменту				п		
ВНТУ, зр. Б-20м						

# Порівняння традиційного варіанту фундаменту та варіанту, що запроєктований з врахуванням досліджень

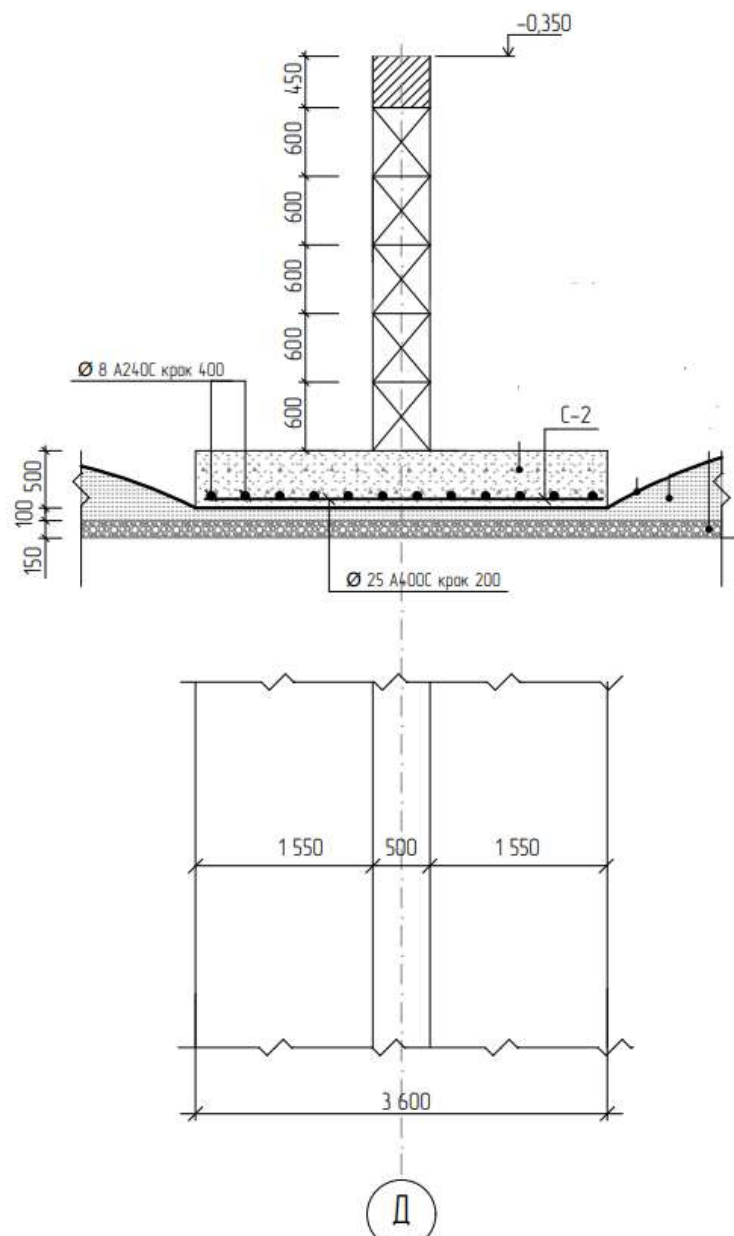
## Варіант 1

### Стрічковий фундамент



## Варіант 2

### Мембранний фундамент



Показники	Варіант 1	Варіант 2
Прямі витрати, тис. грн.	103,521	89,538
Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	0,739	0,787
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	15,161	15,938
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	10,377	10,999
Усього за кошторисом, тис. грн.	113,898	100,537
Кошторисний прибуток, грн.		
<b>Показники (обчислені)</b>		
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.	10,377	10,999
Собівартістьробіт (С), тис. грн.	113,898	100,537
Обігові кошти, тис. грн.	32,542	28,725
Основні виробничі фонди, тис. грн.	19,52	12,92
Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн.	52,062	41,645
<b>Показник приведених витрат, тис. грн.</b>	<b>123,009</b>	<b>109,909</b>
<b>Економічний ефект, тис. грн.</b>		<b>13,1</b>

**ВІДГУК ОПОНЕНТА**  
**На магістерську кваліфікаційну роботу**

студентки \_\_\_\_\_ Черевко Наталії Миколаївни \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Взаємодія мембранних фундаментів з ґрунтовою основою

Магістерська кваліфікаційна робота (МКР) виконана згідно актуальної теми, що займає важливу роль у галузі фундаментобудування. Робота відповідає завданню, а отримані в результаті досліджень та висновки в повній мірі розкривають поставлені задачі.

При виконанні МКР було виконано числове моделювання методом скінчених елементів в програмному комплексі «ЛИРА-САПР», результати якого підтвердили доцільність використання мембранних фундаментів. Застосування мембрани у поєднанні з стрічковим фундаментом дозволило суттєво зменшити розміри стрічкового фундаменту та отримати економічний ефект від застосування мембранних фундаментів.

Результати досліджень були апробовані на міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України», що проходила 23-25 листопада 2021р.

До недоліків слід віднести, не достатню кількість посилань на закордонні публікації у переліку літературних джерел. За виконану роботу студентка заслуговує на оцінку «А» (93 б.) та присвоєння кваліфікації магістра з будівництва.

**Опонент**

К.Т.Н., доц.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)



Слободян Н.М.  
(ініціали, прізвище)

**ВІДГУК**  
**керівника магістерської кваліфікаційної роботи**

студентки \_\_\_\_\_ Черевко Наталії Миколаївни  
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: «Взаємодія мембранних фундаментів з ґрунтовою основою»

Фундаменти мілкового закладання набули найбільшого поширення як фундаменти для будівель невеликої поверховості. Застосування мембрани, що розміщена між стрічковими фундаментами, дозволяє включати в роботу значний обсяг ґрунтового масиву з міжфундаментного простору і, тим самим, дозволяє зменшити розміри підшови стрічкових фундаментів, тому дослідження мембранних фундаментів є актуальною задачею.

Магістерська кваліфікаційна робота (МКР) виконано відповідно до завдання. Магістр під час виконання роботи показала достатній рівень інженерної підготовки, здатна самостійно у встановлені терміни вирішувати поставлені задачі.

У МКР досліджено роботу стрічкового мембранного фундаменту мілкового закладання у порівнянні з роботою традиційного стрічкового фундаменту при однакових геометричних параметрах і однакових ґрунтових умовах. Встановлено, що величини осідань та тиску під підшовою мембранного фундаменту, головним чином, залежать від осьової жорсткості мембрани, стріли підйому та тертя між мембраною та ґрунтовою основою.

За результатами наукового розділу запропоновано рішення щодо проектування мембранних фундаментів для технічного об'єкту. У розділі «Економічна частина» за кошторисними розрахунками встановлено позитивний економічний ефект від застосування мембранних фундаментів.

Основний зміст МКР висвітлений у тезах, що опубліковані у матеріалах наступних конференцій:

- міжнародна науково-технічна конференція, присвячена 90-річчю від дня народження професора кафедри БМГА М. Ф. Друкованого «Енергоефективність в галузях економіки України 2021», 23-25 листопада 2021 р.
- Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців «МОЛОДЬ В НАУЦІ: ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ (МН-2022)», з 1.11.2021 по 13.05.2022 р.

У тексті пояснювальної записки присутні незначні граматичні помилки, але магістерська кваліфікаційна робота у цілому виконана на високому рівні, при відповідному захисті заслуговує на оцінку «А» (92 б).

**Керівник магістерської  
кваліфікаційної роботи**

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

  
(підпис)

Н. В. Блащук  
(ініціали, прізвище)