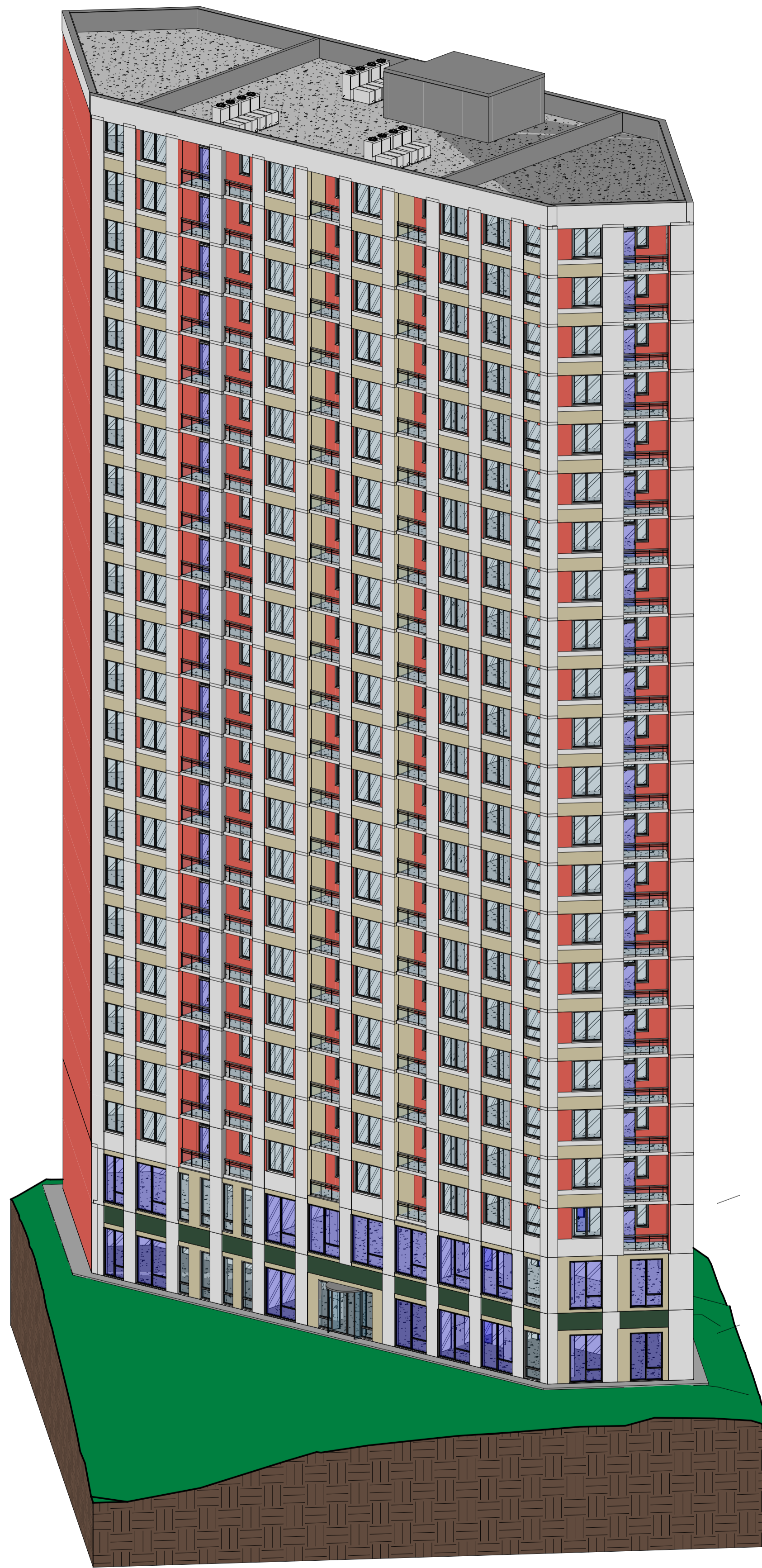
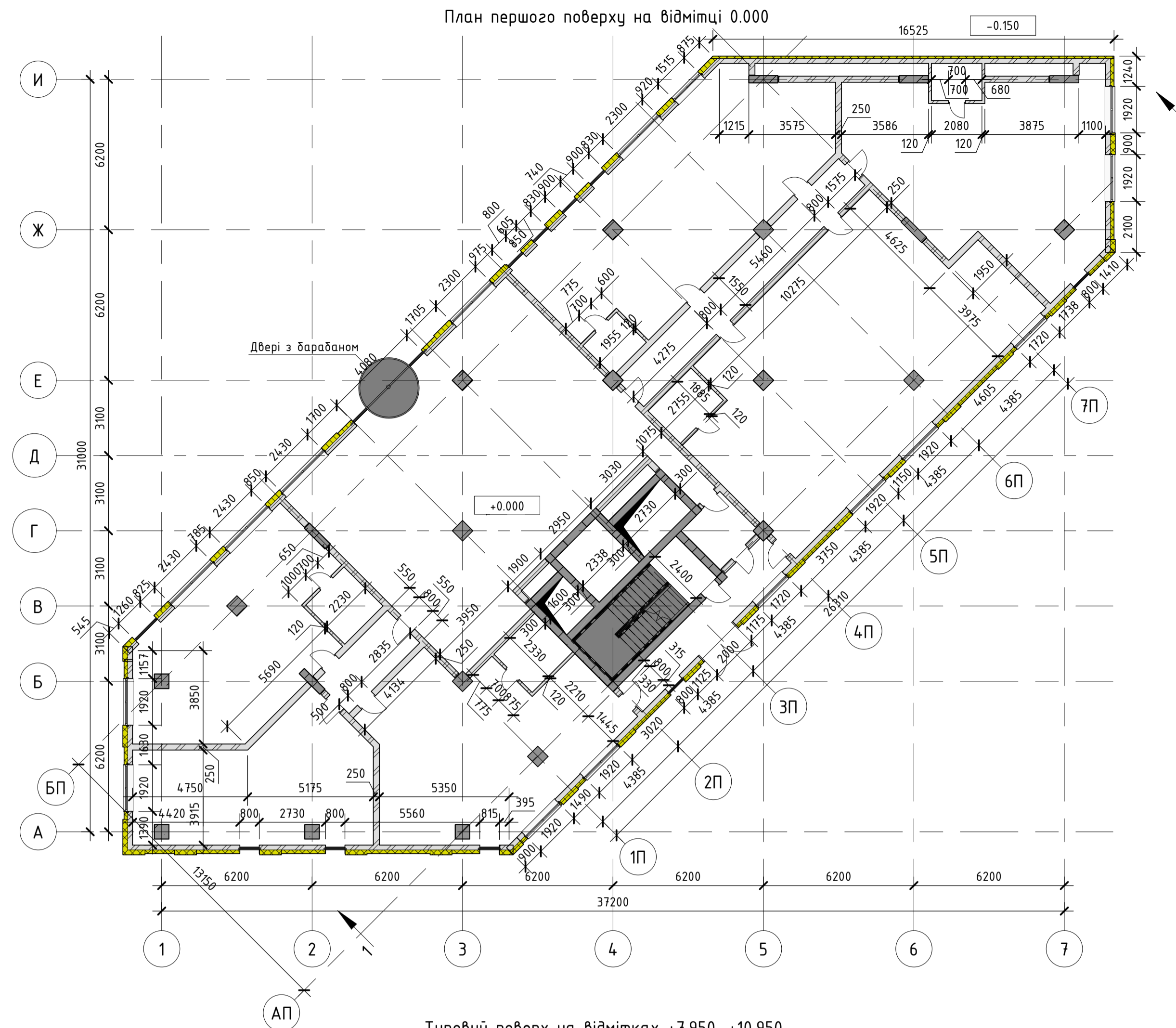


Аксонетрична проєкція будівлі



План першого поверху на відмітці 0.000

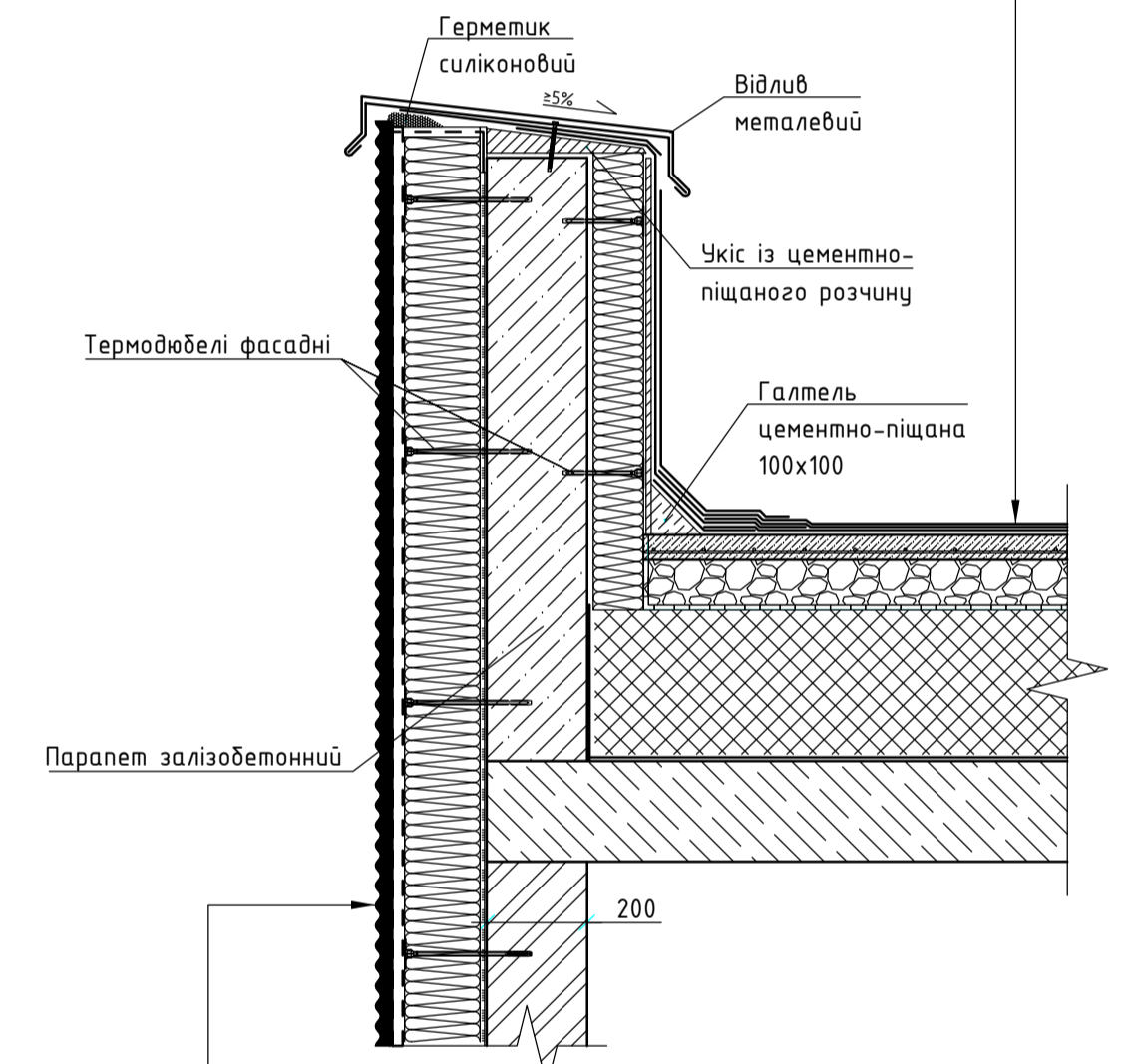


Типовий поверх на відмітках +7.950, +10.950 ...



1

Евробруберой із посилок типу Техноеласт ЕКП
 Евробруберой підстиляючий (2 шари) типу Техноеласт ЕП
 Бітумний праймер типу Техноіколь №01
 Армowana цементно-піщана стяжка - 40
 Нахилоутворюючий шар із керамзити
 Руберойд
 Мінеральна вата щільністю не менше 180 кг/м³ - 300
 Паробар'єр типу Технобар'єр
 Залізобетонна плита покриття - 200

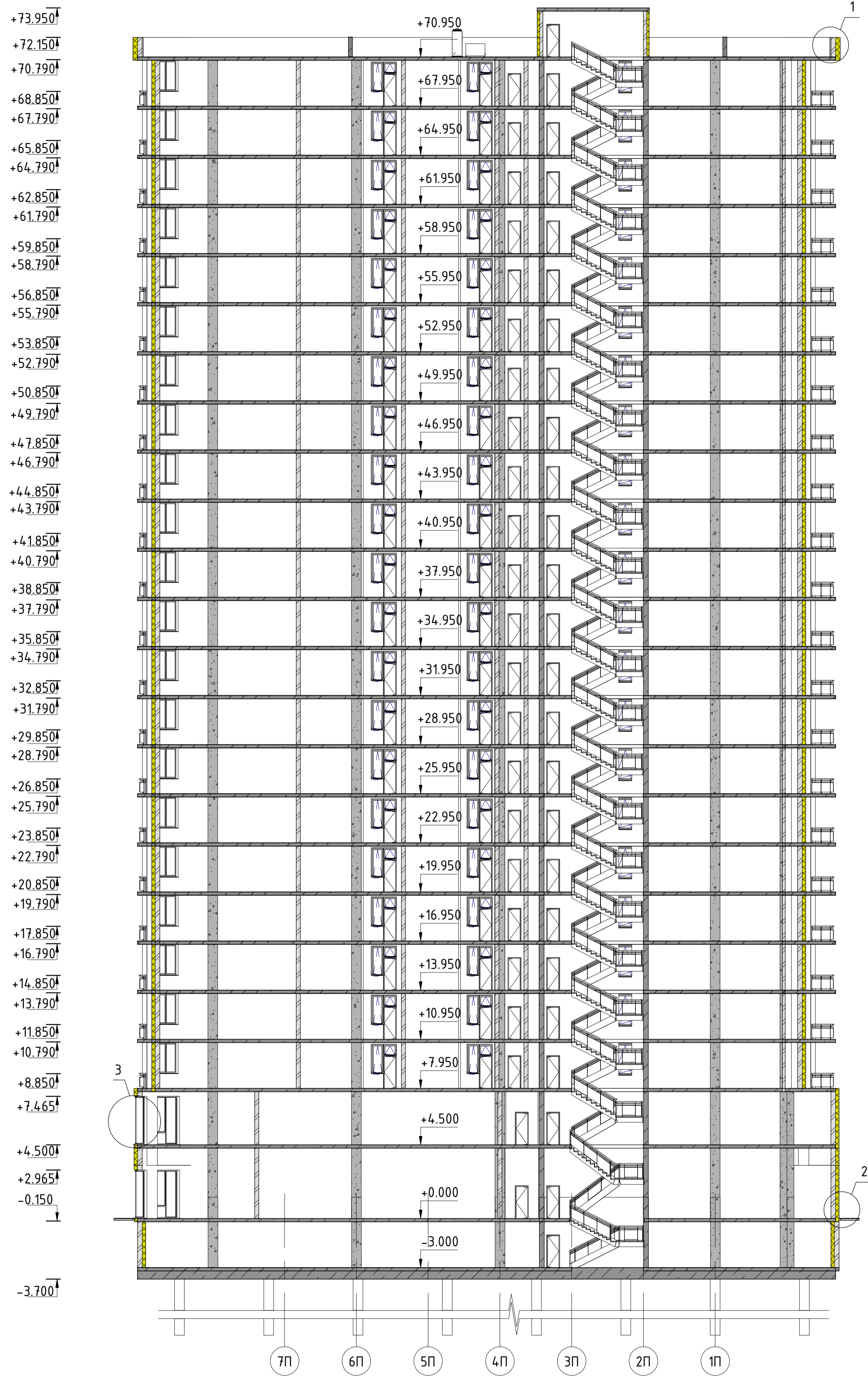


Штукатурно-декоративне покриття типу Ceresit СТ 137
 Грунт глибокопроникаючий Ceresit СТ 16
 Штукатурно-клеюва суміш (не менше 2-х шарів) типу Ceresit СТ 85
 Склосітка
 Плити мінераловатні щільністю 100 кг/м³ - 150
 Штукатурно-клеюва суміш типу Ceresit СТ 85
 Грунт глибокопроникаючий типу Ceresit СТ 17
 Газобетон D400 - 200

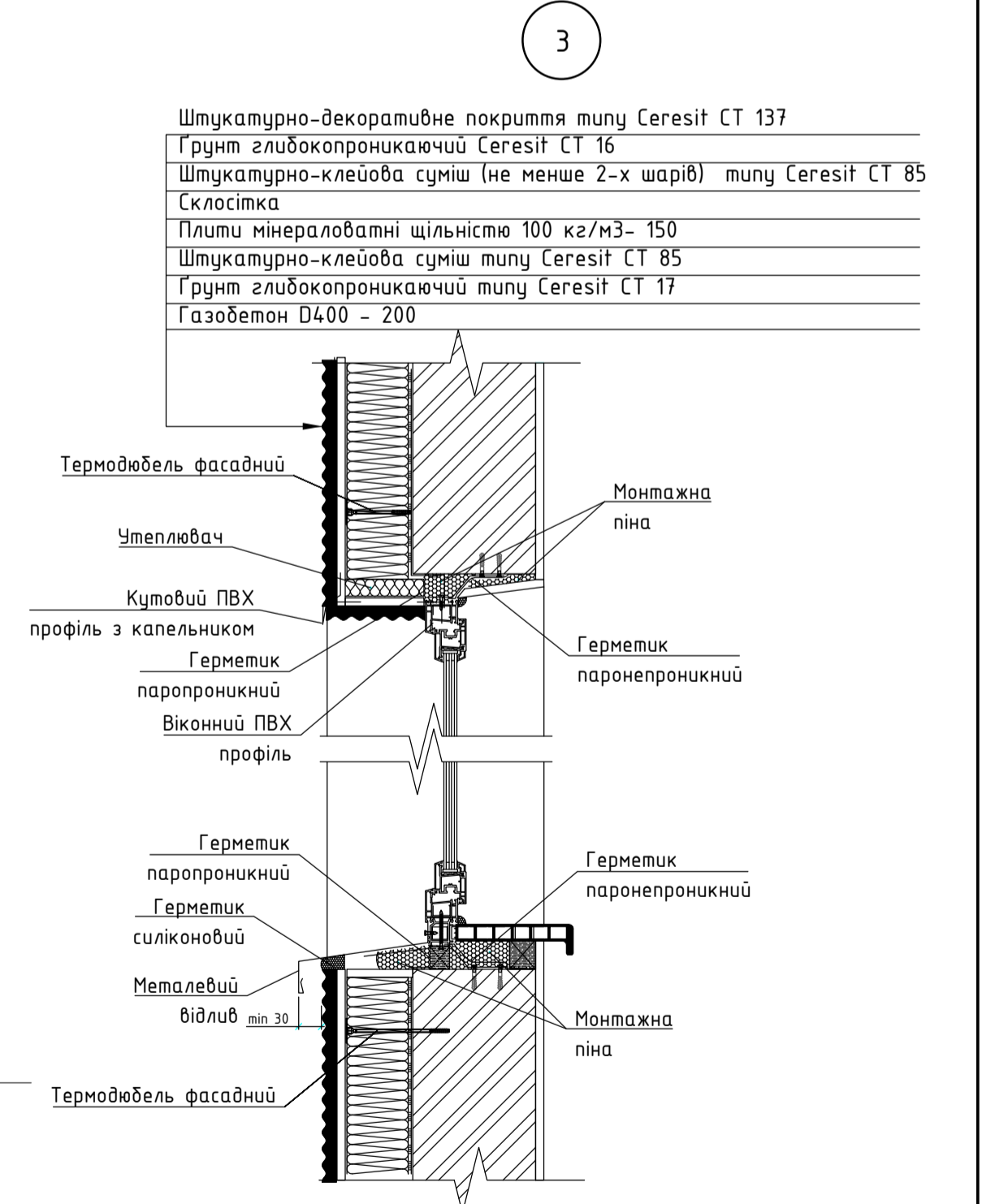
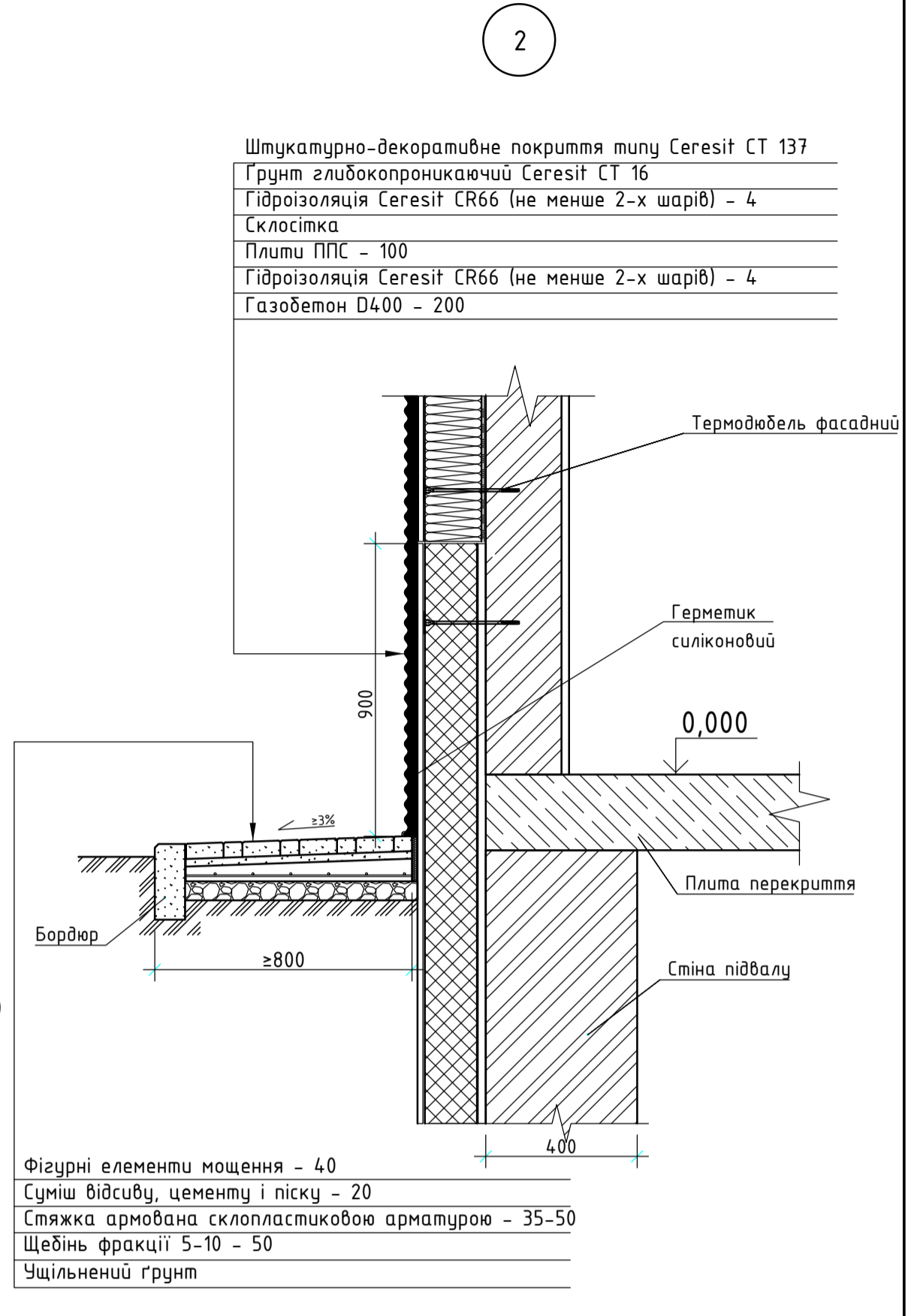
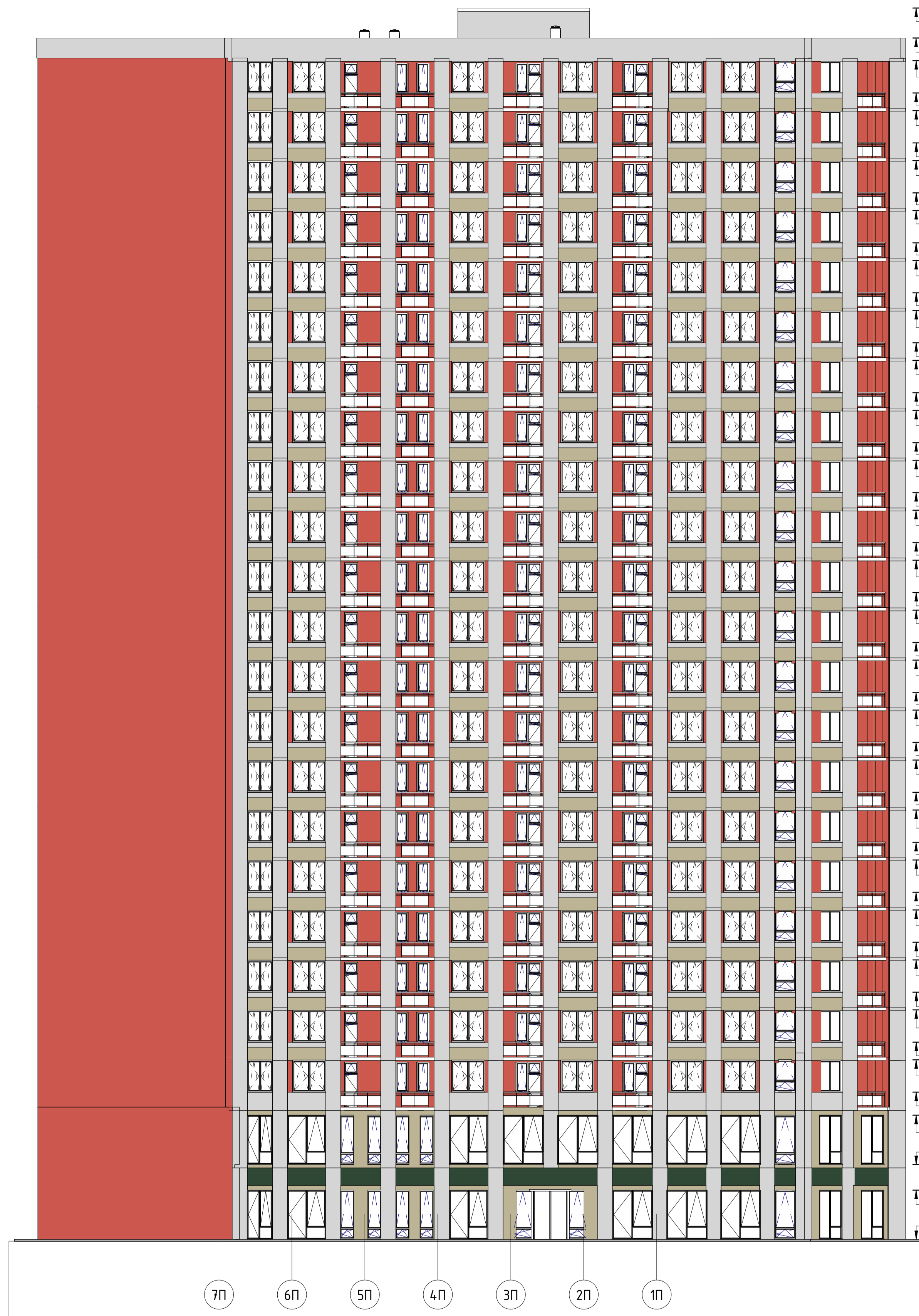
Атестаційна випускна робота

Підсилення палих фундаментів 23-х поверхового житлового будинку у м. Києві					
Зм.	Кіп. діл.	Архцш	№фак.	Підп.	Дата
Розробив	Мусяєва І.В.				
Керівник	Молодій О.С.				
Консультант	Осипов О.Ф.				
Зав. кафедри	Гетцн Г.В.				
Архітектурно-планувальні рішення			Стадія	Архцш	Архцшів
			ДП	1	11
Аксонетрична проєкція, План першого поверху, План типового поверху, Вузлі			КНУБА Кафедра будівельних технологій		
Зав. кафедри			Тенкачев Г.М.		

Розріз 1-1

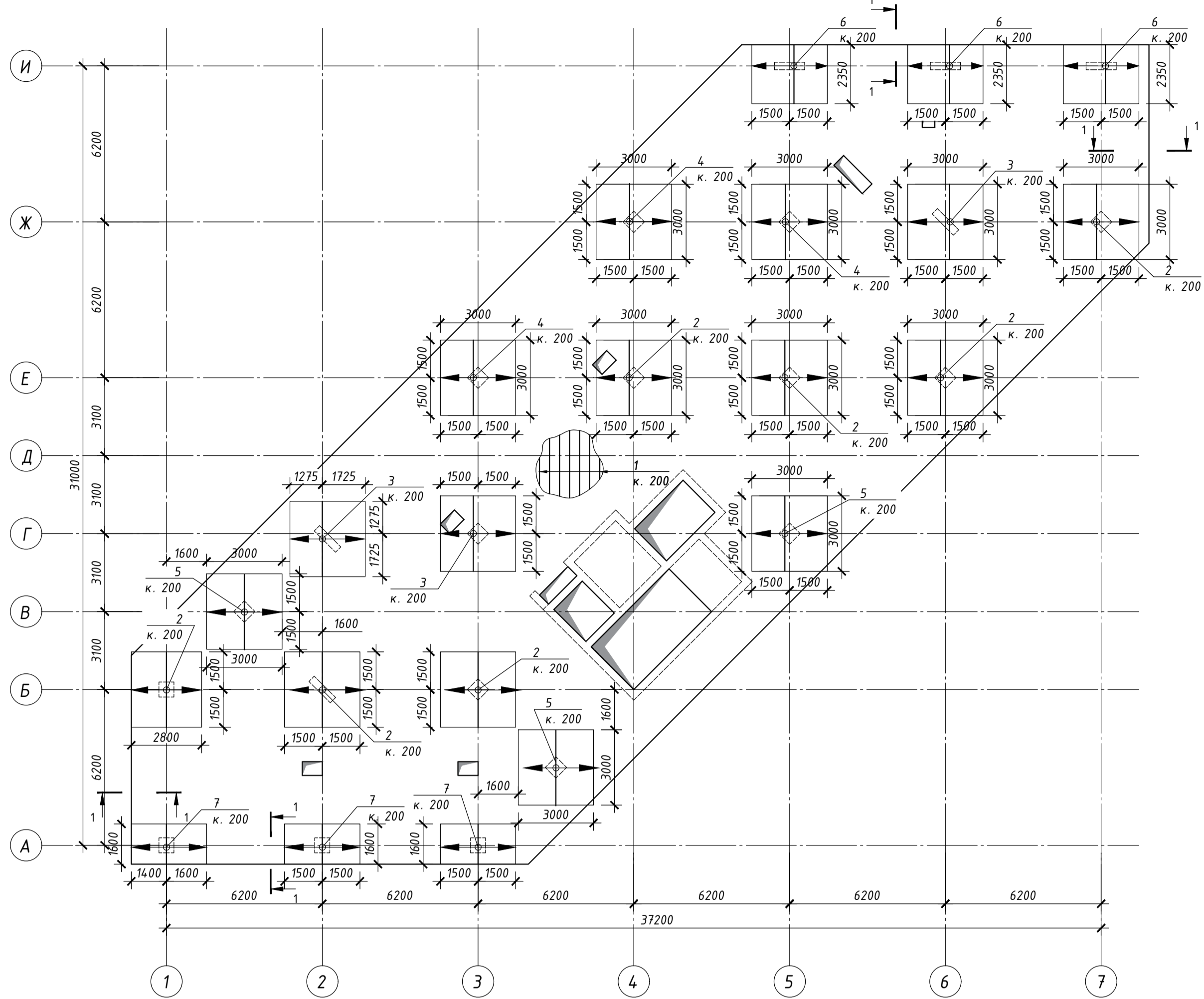


Фасад в осях 7п-1п

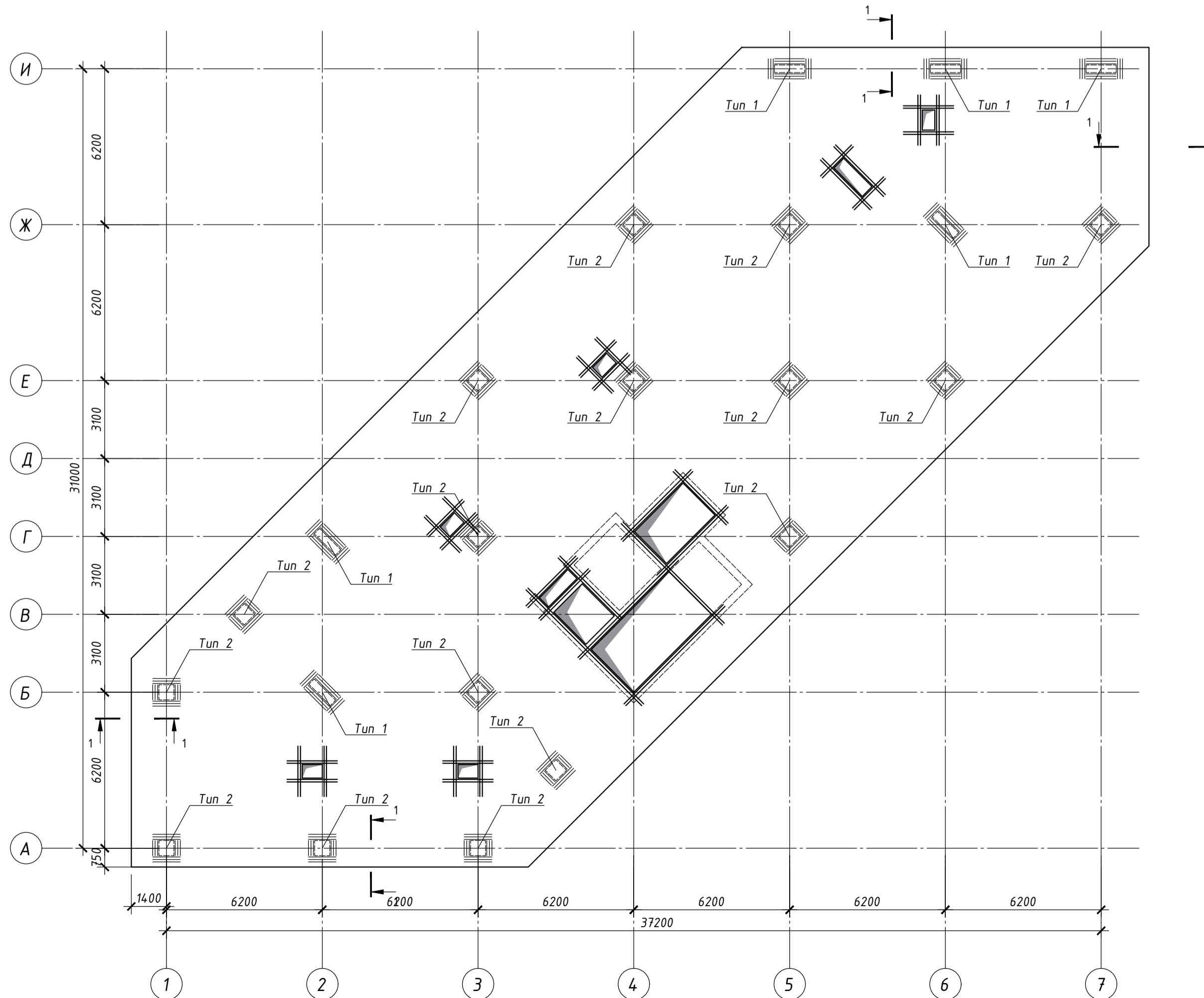


Атестаційна випускна робота				
Підсилення палих фундаментів 23-х поверхового житлового будинку у м. Києві				
Зм.	Кіл. арк.	Арх. № арк.	Підп.	Дата
Розробив	Мусяка І.В.			
Керівник	Молодів О.С.			
Консультант	Гетун Г.В.			
Заб. кафедри	Тенкачев Г.М.			
Архітектурно-планувальні рішення		Сторінка	Аркш.	Аркшів
Розріз 1-1, Фасад, Вузли		ДП	2	11
		КНУБА Кафедра будівельних технологій		

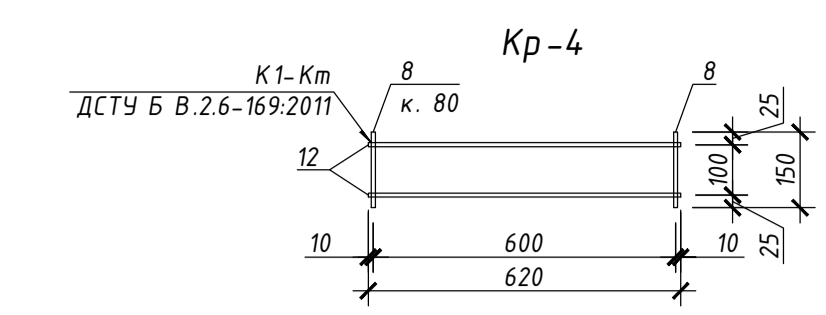
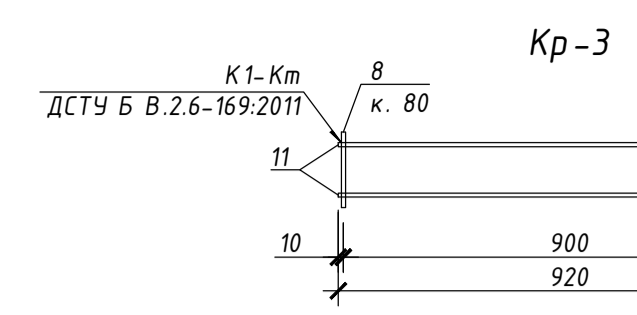
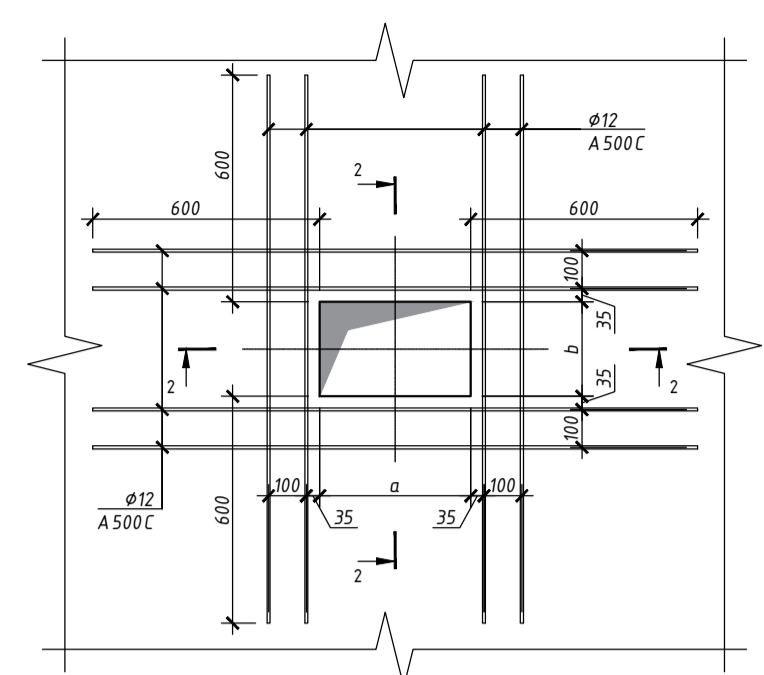
Верхнє армування типової плити вздовж цифрових осей



Конструктивне та додаткове армування типової плити перекриття



Фрагмент типового оформлення отвору

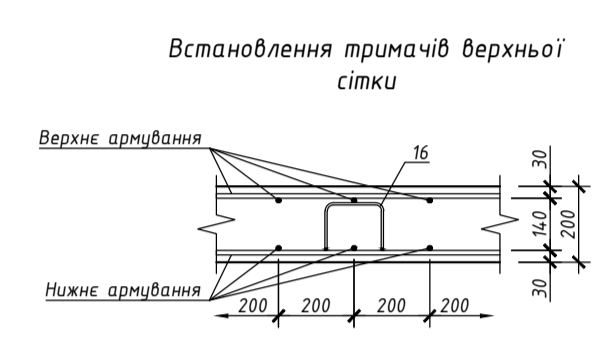
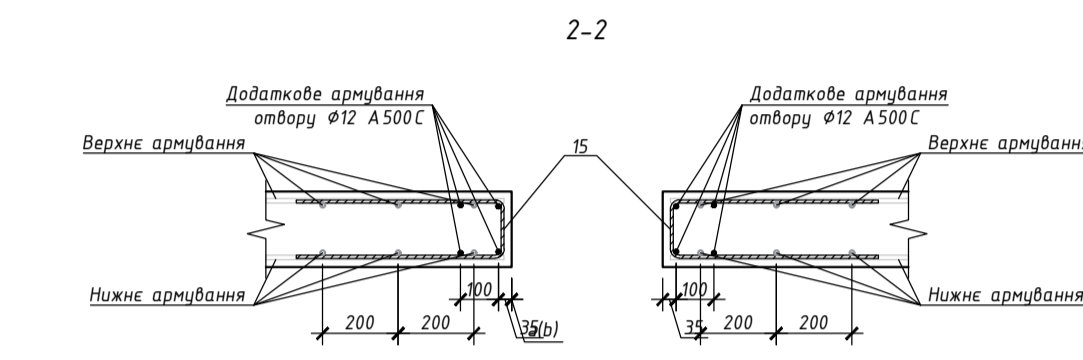


Відомість витрати сталі

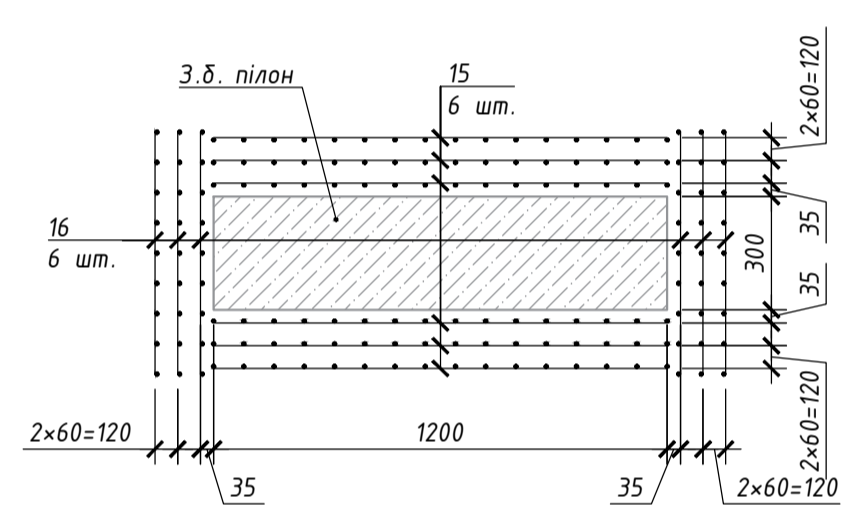
Марка елемента	Вироби						Всього						
	Арматура класу А500С												
	ДСТУ 3760:2019												
Плита перекриття	φ10	φ12	φ14	φ16	φ18	φ8	503.4	13 609.8	388.4	1340.8	732.0	1 599.8	18174.2

Відомість деталей

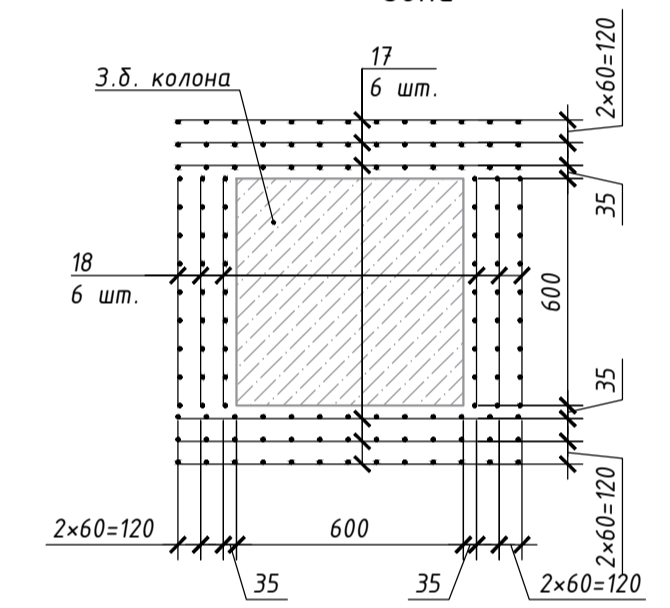
Поз.	Ескіз
13	
14	



Тип 1 армування приопорної зони

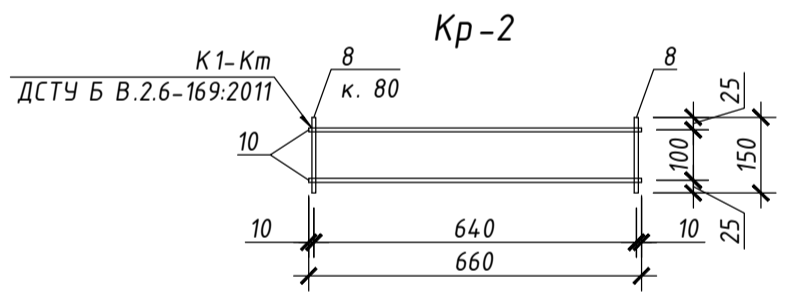
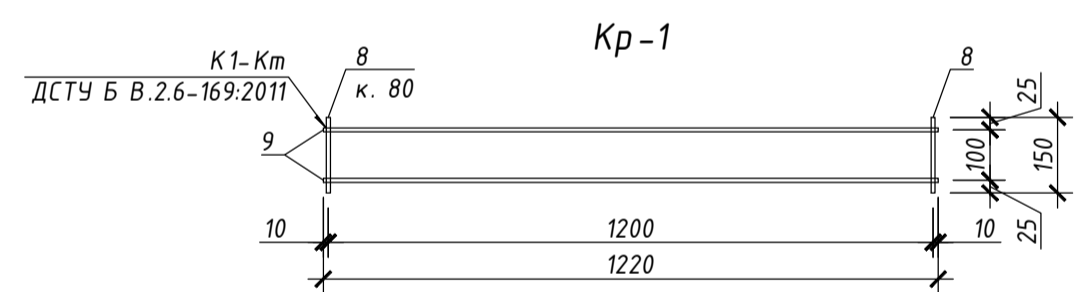


Тип 2 армування приопорної зони



Специфікація на плиту перекриття типового поверху

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кз	Примітки
Деталі					
1		φ12 А500С ДСТУ 3760:2019 м.п.	14 410	0.89	12 796.1
2		φ16 А500С ДСТУ 3760:2019 l=3000	251	4.74	1 189.7
3		φ14 А500С ДСТУ 3760:2019 l=3000	107	3.63	388.4
4		φ18 А500С ДСТУ 3760:2019 l=3000	122	6.0	732.0
5		φ12 А500С ДСТУ 3760:2019 l=3000	64	2.66	170.2
6		φ16 А500С ДСТУ 3760:2019 l=2350	48	3.71	29.7
7		φ16 А500С ДСТУ 3760:2019 l=1600	48	2.53	121.4
8		φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=150	2 862	0.1	286.2
9		φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=1220	30	0.75	22.5
10		φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=660	30	0.41	12.3
11		φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=920	192	0.57	109.4
12		φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=620	192	0.38	73.0
13		φ12 А500С ДСТУ 3760:2019 l=1240	585	1.1	643.5
14		φ8 А240С ДСТУ 3760:2019 l=890	4 500	0.36	1 599.8
Складальні одиниці					
15		Каркас Кр-1	30	3.1	93.0
16		Каркас Кр-2	30	1.7	51.0
17		Каркас Кр-3	96	2.4	230.4
18		Каркас Кр-4	96	1.7	163.2
Матеріали					
		Бетон кл. С30/35 ДСТУ Б В.2.7-43:96, м³		144.0	



Примітки

1. Основне (фонове) армування плити перекриття виконується окремими стержнями з арматури φ12 мм класу міцності А500С. Стержні зв'язуються у сітку з комірками 200×200 мм.
2. З'єднання арматурних стержнів виконувати напуском. Напуск приймати не менше 480 мм. В одному перерізі стикувати не більше 33% стержнів.
3. Арматуру з'єднувати між собою за допомогою в'язального дроту φ1.2 мм.
4. Додаткову арматуру розіщувати між стержнями основного армування.
5. Для підтримання верхньої сітки армування з кроком 0.5 м в обох напрямках, встановлювати опори, поз. 14.
6. Мінімальний захисний шар бетону $c_{min} = 20$ мм.
7. Арматування згинати в холодному стані.
8. Розміри згнутих елементів вказані по внутрішніх гранях.
9. Усі роботи виконувати відповідно до ДСТУ Н-В.2.6-203:2015.
10. Перед бетонуванням верхні обрізи вертикальних несівних елементів нижчележачого поверху повинні бути очищені від сміття, забруднень, масел, снігу, льоду, цементної пилки тощо. Безпосередньо перед укладанням бетонної суміші ранішезгадані поверхні мають бути промиті водою та просушені.
11. Бетонування виконувати безперервно. Утворення робочих швів армування не допускається.
12. При ущільненні бетонної суміші не допускається спирання вібраторів на арматуру та елементи кріплення опалубки, глибина занурення глибокого вібратора повинна бути в ранішеукладений шар бетону на 10-15 см. Крок перестановки глибокого вібратора повинен бути не більше половинного радіусу його дії, поверхневий вібратор повинен забезпечувати перекриття на 100 мм майданчиком вібратора межі вже провідровані ділянки.
13. У початковий період тужавлення бетон необхідно захищати від потрапляння атмосферних опадів або втрат вологи, у подальшому підтримувати режим температурної вологості зі створенням умов, що забезпечують наростання його міцності.
14. Рух людей по забетонуваних конструкціях дозволяється після досягнення бетоном міцності 1.5 МПа.
15. При приймальному контролі слід перевіряти:
 - відповідність конструкції робочим кресленням;
 - якість бетону за міцністю, морозостійкістю, водонепроникністю та іншими показниками, що зазначені в ПВР та паспортах на бетон;
 - якість застосованих у конструкції матеріалів, виробів.
16. Приймання закінчених залізобетонних конструкцій слід в установленому порядку актом обстеження прихованих робіт та / або актом на приймання конструкцій.
17. Відхилення горизонтальних площин на всю довжину ділянки, що вимірюється, влаштованої і прийнятої плити перекриття, повинні бути не більше 20 мм.

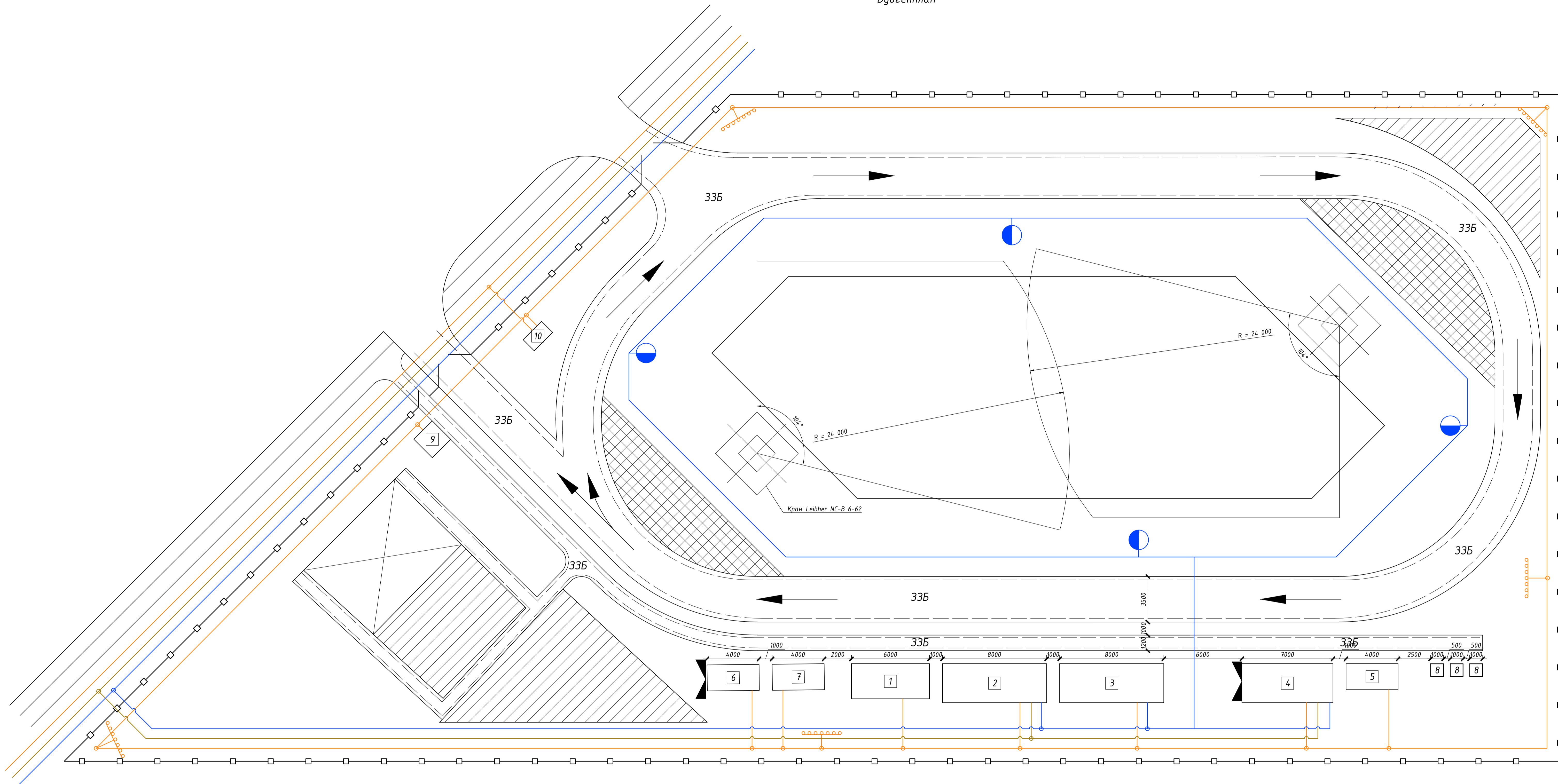
Групова специфікація на зварні вироби

Марка виробу	Поз. деталі	Найменування	Кільк.	Маса 1 дет., кг	Маса виробу, кг
Кр-1	8	φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=150	16	0.1	3.1
	9	φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=1220	2	0.75	
Кр-2	8	φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=150	9	0.1	1.7
	10	φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=660	2	0.41	
Кр-3	8	φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=150	13	0.1	2.4
	11	φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=920	2	0.57	
Кр-4	8	φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=150	9	0.1	1.7
	12	φ10 А500С ДСТУ 3760:2019 l=620	2	0.38	

Атестаційна випускна робота

Підписання палейх фундаментів 23-х поверхового житлового будинку в м. Києві					
Зм.	Кільк.	Арх. № док.	Підп.	Дата	
Розробив		Мусяк І.В.			Конструктивні рішення: Залізобетонні конструкції
Керівник		Молодів О.С. Осипов О.Ф.			
Консультант		Скорук Л.М.			Схеми армування типової плити перекриття, розрізи, специфікації
Зав. кафедрою		Тонкачев Г.М.			

Будгенплан

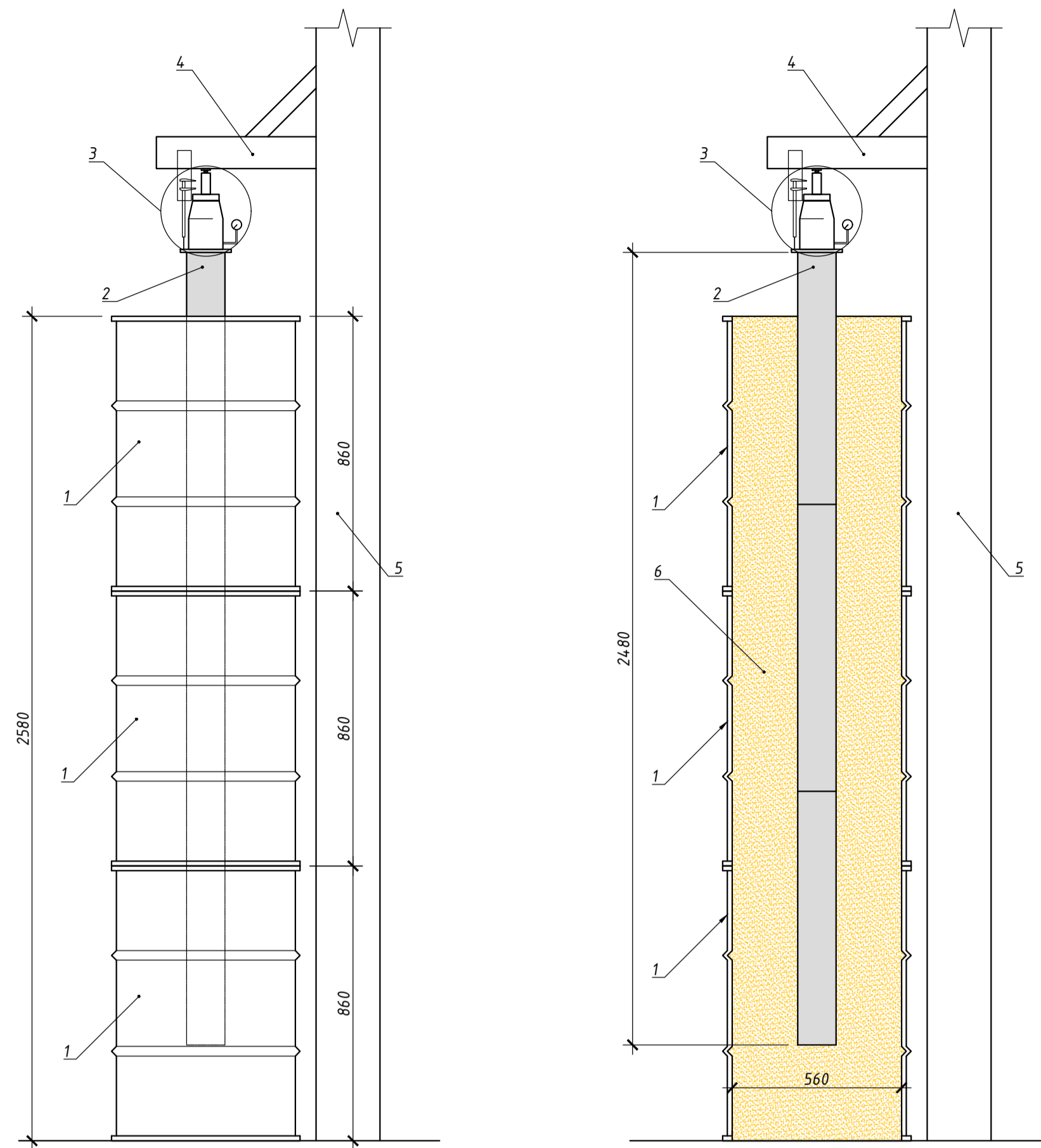


Умовні позначення

- | | | | |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| - відкрита зона складування; | - мережа електропостачання; | - освітлення будівельного майданчику; | - опалювальний склад; |
| 33Б - залізобетонне збирне покриття воріт та пішохідних доріжок; | - каналізаційна мережа; | - прорабська; | - неопалювальний склад; |
| - навіс для складування сипучих матеріалів; | - мережа водопостачання; | - їдальня; | - біотуалети; |
| - карми для роз'їзду та розвантаження транспорту; | - пожежні гідранти; | - пункт першої допомоги; | - пропускний пункт / будинок охорони; |
| - тимчасова дорога; | - напрямок руху; | - гардеробна, духова та умивальна; | - трансформатор; |
| | - пожежний щит; | - приміщення об'єкту; | |
| | - огороження будівельного майданчику; | | |

Атестаційна випускна робота					
Підсилення палевих фундаментів 23-х поверхового житлового будинку в м. Києві					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
Розробив		Мусіяка І.В.			
Керівник		Молодій О.С.			
		Осипов О.Ф.			
Будівельні технології				Стадія	Аркуші
Будгенплан				ДП	6
Зав. кафедрою				КНУБА	
Ткаченко В.Г.М.				Кафедра будівельних технологій	
Формат А1					

Схема дослідних стендів



На кресленні: 1 – ємності; 2 – імпровізована палія;
3 – домкрат із системою вимірювання тиску мастила в системі та штангенциркуль для визначення осідання палі; 4 – консоль; 5 – колона; 6 – ґрунт основи

Загальний вигляд дослідних стендів



Загальні відомості

Для передачі зусиль від надземних конструкцій на основу в будівлях та спорудах передбачені фундаменти. Вони бувають стрічкові, стовпчасті, плитні або пальові. Кожен із наведених типів фундаментів має свої переваги та недоліки, але, у випадку необхідності передачі на основу значних зусиль, або при будівництві в складних інженерно-геологічних умовах, майже завжди використовують пальовий тип фундаментів. Завдяки своїм перевагам, цей тип фундаменту широко використовують у будівництві.

У будівельній практиці часто виникає необхідність підсилення будівельних конструкцій, що спричиняється різними чинниками, у будів-якому з випадків, підсилення потребують не лише надземні будівельні конструкції, а й підземні, у тому числі й пальові фундаменти.

Основним методом підсилення пальових фундаментів є влаштування додаткових палей поруч з існуючими. Цей спосіб збільшення несівної здатності пальових фундаментів має ряд недоліків, серед яких, зокрема, проблемне його застосування у випадку підсилення фундаментів існуючої будівлі.

Зважаючи на вищезазначене, було сформульовано робочу теорію про підсилення пальових фундаментів шляхом покращення фізико-механічних характеристик ґрунту основи навколо них покращення його фізико-механічних показників завдяки введенню поліуретанового матеріалу SPT® Resins. Для підтвердження оригінальності теорії було проаналізовано доступні наукові статті та патенти (на винахід, на корисну модель та на промисловий зразок), з-поміж яких не було знайдено аналогічних технологічних рішень.

Виникла робоча гіпотеза, що для підсилення пальових фундаментів можна використати технологію підсилення стрічкових та плитних фундаментів шляхом покращення фізико-механічних характеристик ґрунтової основи шляхом ін'єктування поліуретанового матеріалу SPT® Resins. Суть гіпотези полягає у ін'єктуванні поліуретанового матеріалу SPT® Resins в ґрунт основи навколо палі, який після ін'єктування збільшується в об'ємі, ущільнюючи ґрунт навколо палі, збільшуючи сили тертя по бічній поверхні. Таким чином підвищується несівна здатність пальового фундаменту.

Для підтвердження робочої гіпотези було заплановано проведення експериментальних досліджень, які б дали змогу оцінити ефективність використання даної технології для підсилення пальових фундаментів.

Мета роботи – експериментальними методами, в умовах наближених до реальних, дослідити можливість збільшення несівної здатності пальових фундаментів шляхом ін'єктування поліуретанового матеріалу SPT® в ґрунт основи навколо палі.

Завдання роботи – оцінити ефективність використання технології збільшення несівної здатності пальових фундаментів шляхом ін'єктування поліуретанового матеріалу SPT® в ґрунт основи навколо палі.

Наукова новизна даної роботи полягає у розробці нового способу підсилення пальових фундаментів, який міг би набути широкого розповсюдження на будівельних майданчиках.

Для досягнення поставленої мети і завдань вирішено наступні задачі:

- виконано аналіз науково-технічної та нормативної літератури;
- вивчено дані про фізико-механічні властивості матеріалу SPT® Resins;
- запроєктовано та виготовлено експериментальні стенди, які імітували реальний ґрунтовий масив у якому було влаштовано залізобетонні палі;
- проведено експерименти для отримання даних щодо доцільності та ефективності використання даного способу для підсилення палей;
- проведено аналіз отриманих результатів досліджень та розроблено висновки;

До проведення експериментальних досліджень було розроблено ескізи креслення на експериментальні стенди та проконтрольовано їх виготовлення, виконано фото та відеозйомку експериментальних досліджень, розроблено відповідні схеми, таблиці та графіки для оформлення результатів експериментальних досліджень, надано висновки.

Для отримання достатнього обсягу даних щодо доцільності застосування способу підсилення палей шляхом ін'єктування поліуретанового матеріалу SPT® Resins було запроєктовано та виготовлено три типові стенди (їх креслення наведено зліва).

Кожен окремий стенд представляв собою вертикальну циліндричну ємність висотою – 860 мм та внутрішнім діаметром – 560 мм. Такі ємності виготовляли зварюванням між собою по висоті трьох сталевих циліндричних 200 л ємностей без дна та верху, що до цього виконували функцію тари.

На дно виготовлених ємностей засипали по 30 см піску середньої крупності, який пошарово ущільнювали трамбівкою, вага якої складала 10 кг і яку скидали з висоти в 20–25 см над поверхню піску, площа нижньої частини трамбівки становила 196 см². Утрамбовування проводили таким чином, що в одне місце трамбівка скидалася 1 раз. Після цього в центр ємності встановлено імпровізовану палю, яка складалася із 2-х з'єднаних між собою залізобетонних перетинок. Розміри поперечного перерізу палі становлять 120x140 мм а її довжина – 2.2 м. Далі простір між палею та стінками ємності засипали таким самим піском, як і дно ємності з утрамбовуванням тим самим способом, який описано раніше. Верхній обріз палі знаходився на 20 см вище від верху стінок ємності та ґрунту.

Над палею було змонтовано консоль, що слугувала опорою для ручного гідравлічного домкрату, який було встановлено між палею та консоллю.

У гідравлічному контурі домкрату встановлено манометр, для вимірювання тиску мастила в системі. Визначення зусилля, яке створював домкрат на палю проводилося шляхом множення показника тиску мастила в системі, який показував манометр, на площу робочого циліндра домкрату, яка становила 39.6 см².

Ступені навантаження на палю, обиралися відповідно до, тобто не більше 1/10 навантаження, що може сприйняти

палю за попереднім розрахунком, тому, для кожного з експериментів навантаження на палю було різне.

Визначення осідання палі під дією статичного навантаження виконували за допомогою глидиноміра електронного штангенциркуля. Штангенциркуль був жорстко закріплений до нерухокої опори – консольної опори над палею. При цьому глидиномір штангенциркуля впривав в розмічене місце на опорі ручного гідравлічного домкрату. Перед кожним із експериментів всі елементи стенду встановлювались у свої проектні положення, разом із цим відбувалося скидання відліку по штангенциркулю. Креслення запроєктованих стендів наведено на рис. 1.1. Зовнішній вигляд виготовлених стендів наведено на рис. 1.2. Для отримання релевантних даних усі три стенди були однаковими.

Процес створення дослідних стендів



Домкратна система для створення зусилля на палю



Атестаційна випускна робота					
Підсилення палей фундаментів 23-х поверхового житлового будинку в м. Києві					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
Розробив	Мусіяка І.В.				
Керівник	Молодів О.С.				
	Осипов О.Ф.				
Результати наукових досліджень				Спеціальна (науково-дослідна) частина	
Зав. кафедри				Тонкачев Г.М.	
			ДП	8	11
				КНУБА Кафедра будівельних технологій	

Експеримент 1 Визначення несівної здатності непідсиленої палі

Перший експеримент був контрольним. Він слугував для визначення несівної здатності непідсиленої палі. Для даного експерименту перший ступінь навантаження склав 7.9 кН, для досягнення цього в гідравлічній системі домкрата було створено тиск в 1 МПа. Приріст навантаження на подальших ступенях склав 4 кН, що відповідало приросту тиску в гідравлічній системі домкрата на 0.5 МПа.

Кожну ступінь навантаження витримували до стабілізації осідання. Стабілізація осідання вважалася досягнутою, коли приріст осідання палі за 20 хв. не перевищував 0.1 мм.

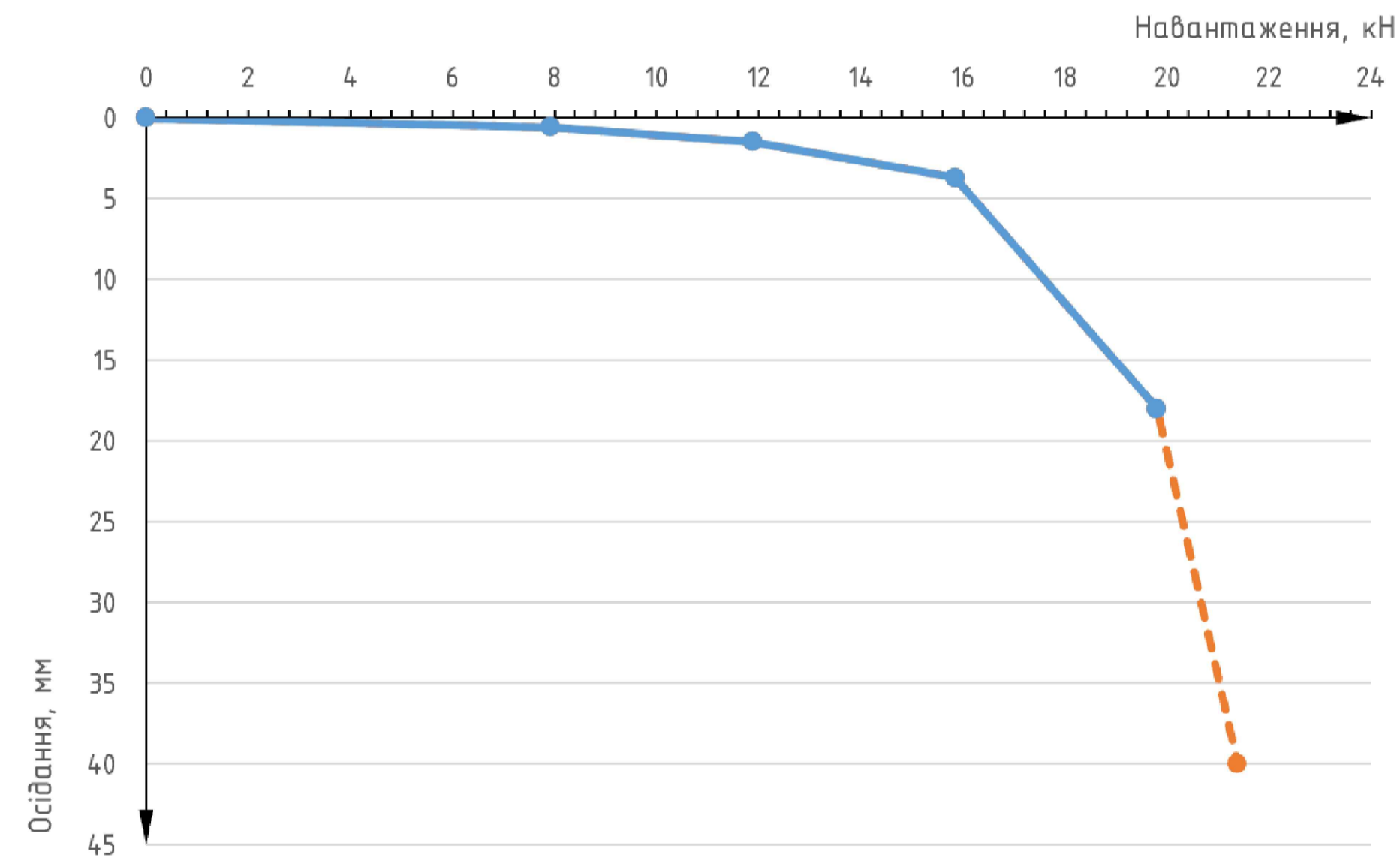
Дані щодо осідання та навантаження наведені у таблиці нижче.

Визначення несівної здатності непідсиленої палі

№	Тиск, МПа	Навантаження, кН	Осідання, мм
0	0	0	0
1	1	7.9	0.57
2	1.5	11.9	1.47
3	2	15.8	3.69
4	2.5	19.8	18.0
5	2.7	21.4	40.0

Графік осідання палі від навантаження наведений на рисунку нижче. На ньому ж помаранчевою пунктирною лінією показано зрив палі. Зрив відбувся через неможливість стабілізації осідання палі.

Осідання палі від навантаження



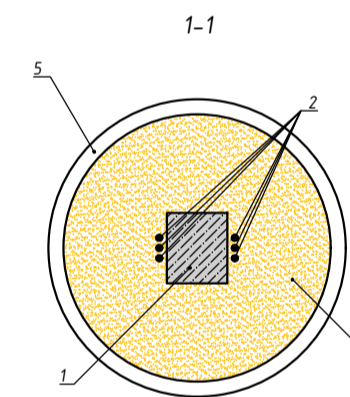
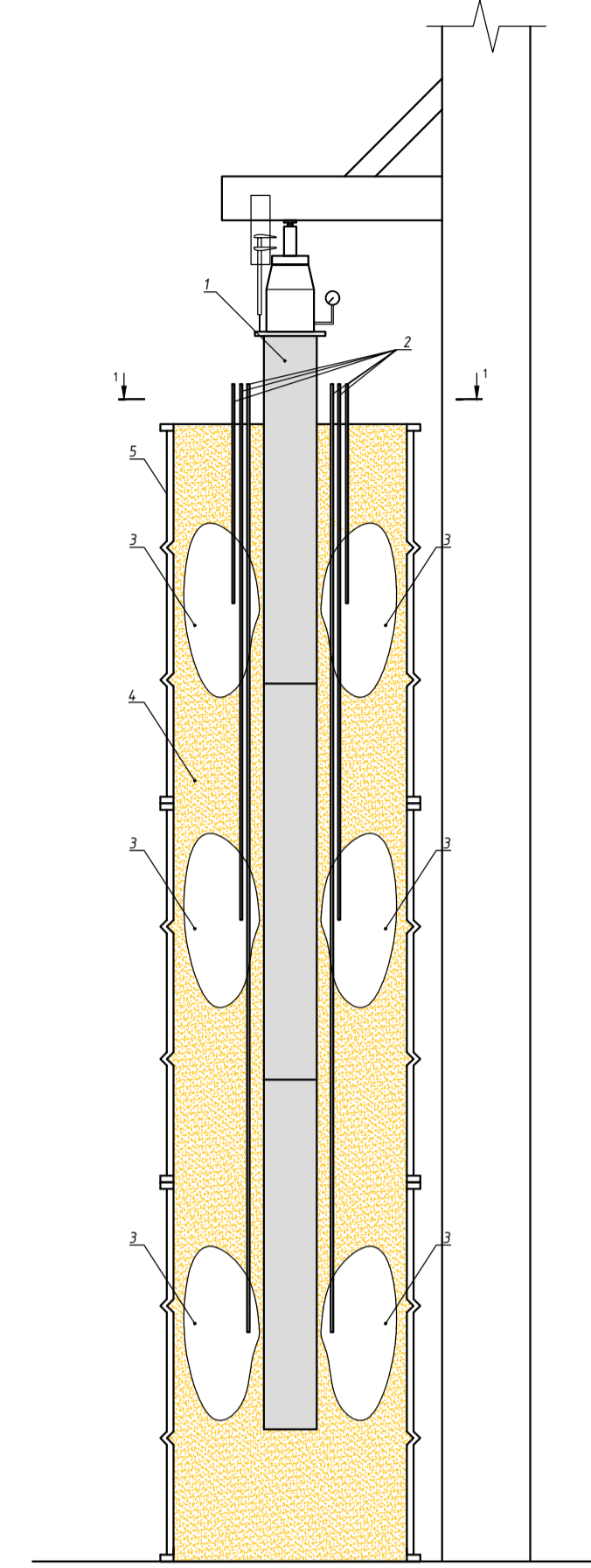
На рисунку вище представлено типовий графік осідання тисячі палі від її навантаження. Перші ступені навантаження спричинили пластичні деформації в ґрунтовому масиві основи, які поступово перейшли в пружно-пластичні та пластичні до моменту настання зриву палі через неможливість стабілізації її осідання.

За результатами експерименту №1 можна визначити несівну здатність непідсиленої палі, вона складає:

$$F_{d1} = \gamma_c \times F_{u,n} / \gamma_g = 1 \times 19.8 / 1 = 19.8 \text{ кН}$$

Отримане значення несівної здатності непідсиленої палі буде еталонним для порівнянням зі значеннями інших експериментів. Воно дасть змогу визначити ефективність використання способу для підсилення палі.

Схема ін'єктування поліуретанового розчину в ґрунт основи



На кресленні: 1 - підсилювана палія;
2 - ін'єкторні трубки; 3 - ін'єктований полімерний матеріал SPT® Resins;
4 - піщаний ґрунт основи; 5 - емність.

Характер графіку, представленого на рисунку вище, свідчить про те, що деформації полімерно-піщаної основи, яка утворилася внаслідок закачування поліуретанового матеріалу SPT®, мають пружний характер. Це зумовлено фізико-механічними характеристиками матеріалу, за допомогою якого було виконано підсилення.

За результатами експерименту №2 та [1] можна визначити несівну здатність підсиленої палі, вона складає:

$$F_{d2} = \gamma_c \times F_{u,n} / \gamma_g = 1 \times 38.0 / 1 = 38.0 \text{ кН},$$

Порівнюючи несівну здатність підсиленої та непідсиленої палі, можна визначити коефіцієнт підсилення, який показує, у скільки разів вдалося збільшити несівну здатність, у даному випадку, палі:

$$k = F_{d2} / F_{d1} = 38.0 / 19.8 = 1.9,$$

Таким чином, можна стверджувати, що несівну здатність палі було підвищено у 1.9 рази. Однак, необхідно відмітити, що у випадку необхідності збільшення несівної здатності у понад 1.9 рази, необхідно виконати ін'єктування більшого об'єму матеріалу в ґрунт основи. Протилежного ефекту можна досягти у разі, якщо необхідний коефіцієнт підсилення менший від значення 1.9. Для цього необхідно ін'єктувати менший об'єм матеріалу в ґрунт основи.

Після проведення експерименту виконано демонтаж дослідного стенду. У ході демонтажу було розрізано стенд і видалено ґрунт основи з метою встановлення та фіксації дійсного стану сформованого підсилення створеного полімеризованим поліуретановим матеріалом SPT® Resins.

Експеримент 2 Визначення несівної здатності підсиленої палі

Експеримент №2 був необхідний для того, щоб визначити несівну здатність палі, яка була підсилення до того, як до неї почали прикладати навантаження. Цей експеримент імітує підсилення палі, яке було виконано після влаштування пального фундаменту. Така ситуація може скластися коли після влаштування пального поля була виявлена помилка влаштування, проектування чи інженерно-геологічних вишукувань.

Схема ін'єктування поліуретанового розчину SPT® Resins в ґрунт основи наведена зліва.

Для даного експерименту ступені навантаження склали від 1.6 кН, для досягнення цього в гідравлічній системі домкрата створювався тиск в 0.4 МПа.

Кожну ступінь навантаження витримували до стабілізації осідання. Стабілізація осідання вважалася досягнутою, коли приріст осідання палі за 20 хв. не перевищував 0.1 мм.

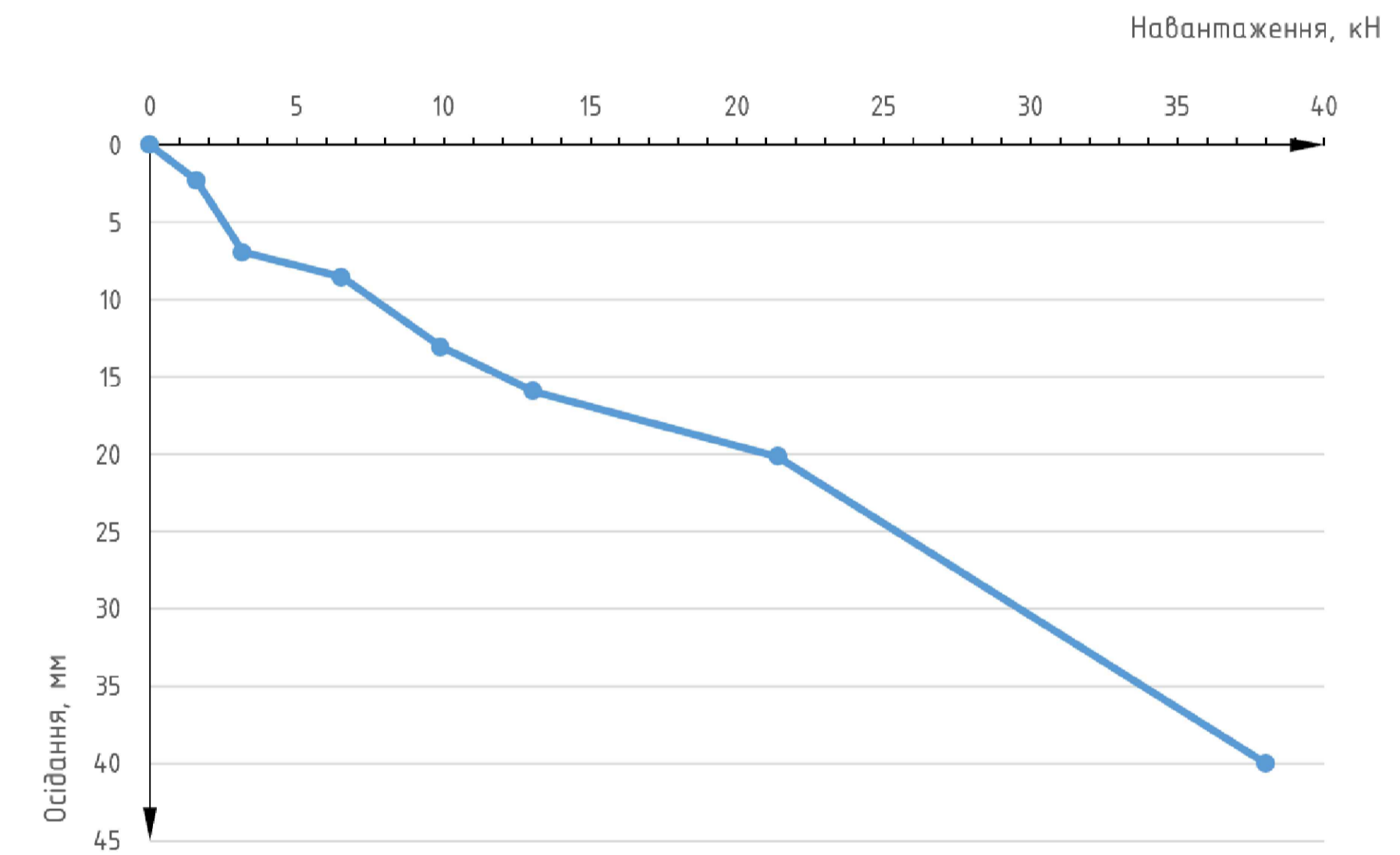
Дані щодо осідання та навантаження наведені у таблиці нижче.

Визначення несівної здатності непідсиленої палі

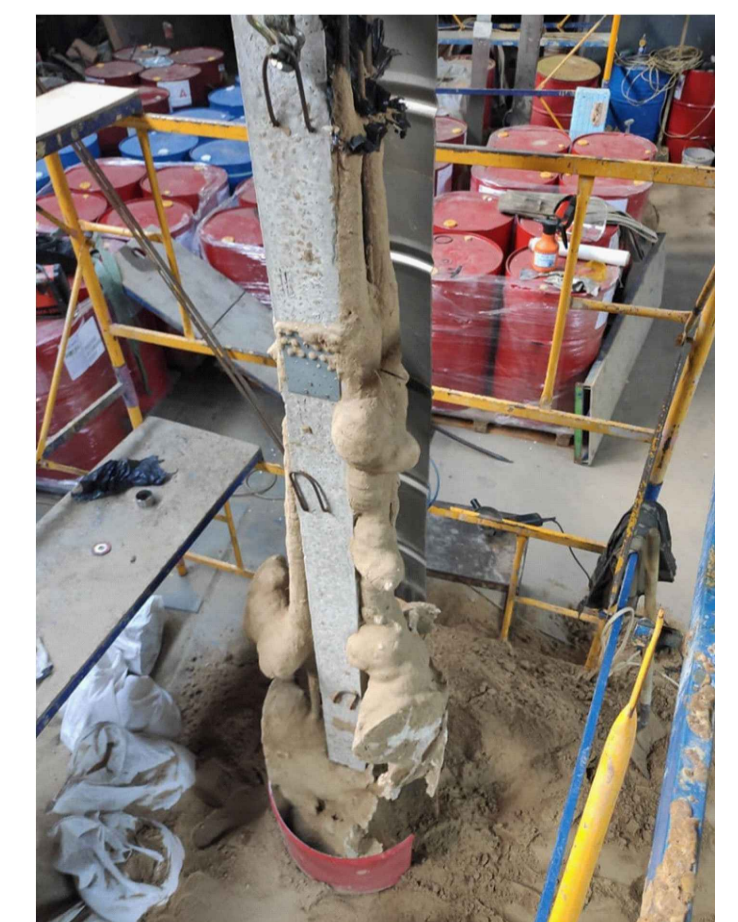
№	Тиск, МПа	Навантаження, кН	Осідання, мм
0	0	0	0
1	0.4	1.6	2.28
2	0.8	3.2	6.93
3	1.65	6.5	8.55
4	2.5	9.9	13.07
5	3.3	13.1	15.94
6	5.4	21.4	20.16
7	9.6	38.0	40.0

Графік осідання палі від навантаження наведений на рисунку нижче.

Осідання палі від навантаження



Зовнішній вигляд полімеризованого полімерного матеріалу



Атестація випускна робота					
Підсилення палей фундаментів 23-х поверхового житлового будинку в м. Києві					
Зм.	Кільк.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата
Розробив	Мусіяка І.В.				
Керівник	Молодіж О.С.				
	Осипов О.Ф.				
Результати напіватурних експериментів				Спеціальна (науково-дослідна) частина	Аркуші
Зав. кафедрою				ДП	9
Ткаченко Г.М.				КНУБА	11
				Кафедра будівельних технологій	

Експеримент 3

Визначення несівної здатності палі, підсиленої у процесі експлуатації

Експеримент №3 проведено для визначення ефективності підсилення палі після її навантаження силою, яка менша від несівної її здатності. Така ситуація виникає, коли у процесі зведення несівних конструкцій будівлі, або вже на стадії її експлуатації, виникає осідання фундаментів, що не передбачене проєктом. До такої ситуації можуть призвести помилки під час зведення конструкцій фундаменту, помилки під час проєктування чи інженерно-геологічних вишукувань.

Цей експеримент складався із двох етапів: на першому етапі випробували невідсилену палю, ідентичну до тієї, яку випробували під час експерименту №1, навантажували до досягнення половини осідання, що імітувало б часткове навантаження палі; на другому етапі виконали підсилення палі шляхом ін'єктування полімерного матеріалу SPT® в ґрунт основи навколо палі, дочекалися його повної полімеризації та продовжили випробування.

Для даного експерименту ступені навантаження склали від 4 кН, для досягнення цього в гідравлічній системі домкрата створювався тиск в 1 МПа.

Кожну ступінь навантаження витримували до стабілізації осідання. Стабілізація осідання вважалася досягнутою, коли приріст осідання палі за 20 хв. не перевищував 0,1 мм.

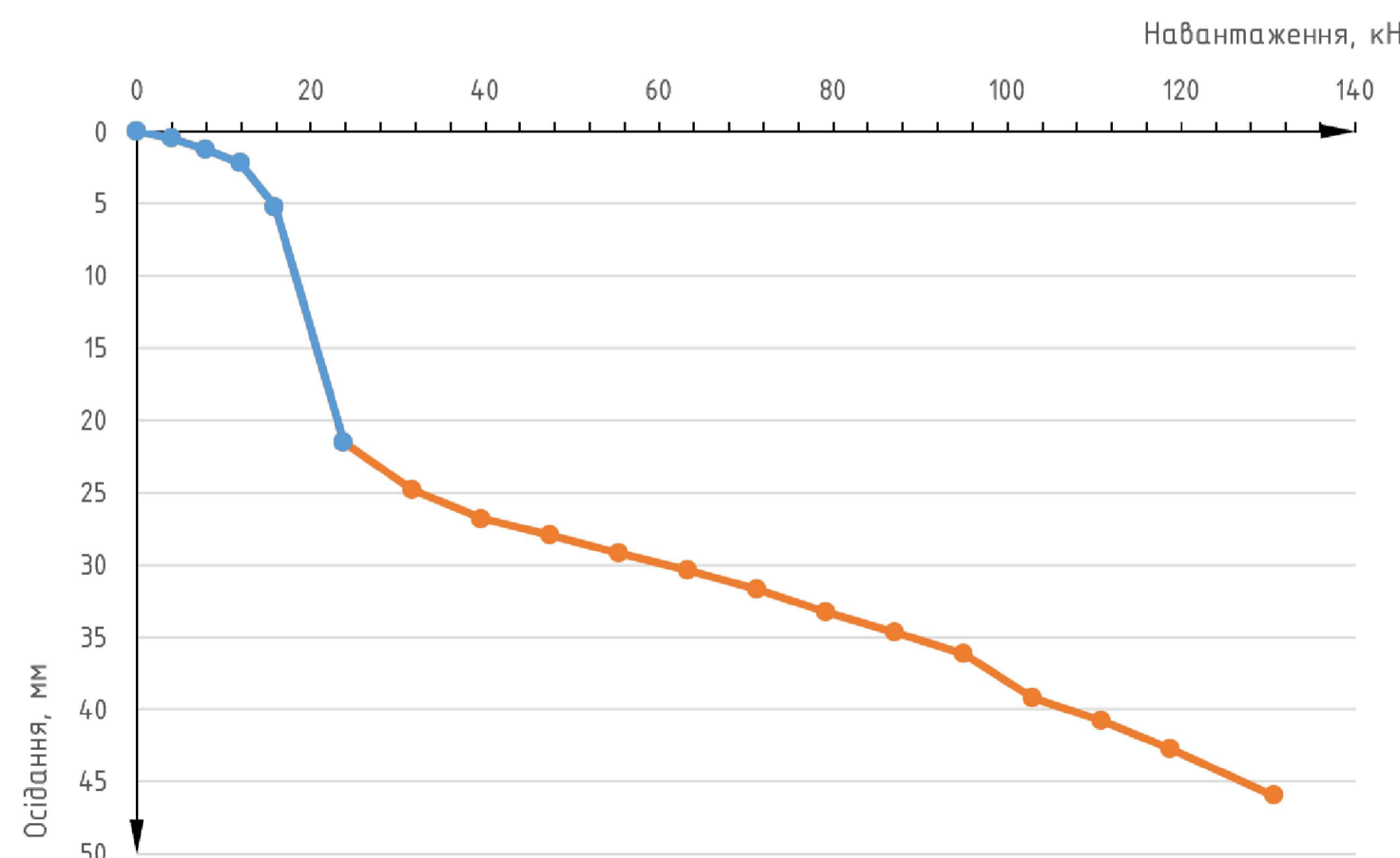
Дані щодо осідання та навантаження наведені у таблиці нижче.

Визначення несівної здатності невідсиленої палі

№	Тиск, МПа	Навантаження, кН	Осідання, мм	Примітки
0	0	0	0	До підсилення
1	1	4.0	0.45	
2	2	7.9	1.23	
3	3	11.9	2.23	
4	4	15.8	5.21	
5	6	23.8	21.5	Після підсилення
6	8	31.7	24.8	
7	10	39.6	26.81	
8	12	47.5	27.94	
9	14	55.4	29.19	
10	16	63.4	30.39	
11	18	71.3	31.74	
12	20	79.2	33.25	
13	22	87.1	34.7	
14	24	95.0	36.19	
15	26	103.0	39.24	
16	28	110.9	40.77	
17	30	118.8	42.77	
18	33	130.7	45.95	

Графік осідання палі від навантаження наведений на рисунку нижче. Незважаючи на те, що навантаження, яке було прикладене до палі, було значно більшим, ніж під час експерименту №2, досягти зриву палі не вдалося.

Осідання палі від навантаження



Перша половина графіку, яка відображає результати першого етапу експерименту є типовим графіком залежності осідання висячої палі від збільшення навантаження. Характер графіку, який відображає результати другого етапу, свідчить про те, що деформації полімерно-піщаної основи, яка утворилася внаслідок закачування поліуретанового матеріалу, мають пружний характер. Це зумовлено фізико-механічними характеристиками матеріалу, за допомогою якого було виконано підсилення.

За результатами експерименту №3 та [1] можна визначити несівну здатність невідсиленої палі, вона складає:

$$F_{d2} = \gamma_c \times F_{u,n} / \gamma_g = 1 \times 23.8 / 1 = 23.8 \text{ кН}$$

За результатами експерименту №3 та [1], також можна визначити несівну здатність підсиленої палі, вона складає:

$$F_{d2} = \gamma_c \times F_{u,n} / \gamma_g = 1 \times 130.7 / 1 = 130.7 \text{ кН}$$

Таким чином, в межах одного експерименту можна визначити коефіцієнт підсилення палі, він складає:

$$k = F_{d2} / F_{d1} = 130.7 / 23.8 = 5.5 \text{ кН}$$

Необхідно відмітити, що за програмою експерименту було поставлено досягти на другому етапі загального осідання палі в 60 мм (20 мм осідання на першому етапі і 40 мм на другому), що не вдалося через початок руйнування випробувального стенду. Навіть із врахуванням цих даних, отриманий коефіцієнт підсилення в 5.5 рази свідчить про високу ефективність технології підсилення пильових фундаментів з використанням полімерного матеріалу SPT®.

Після проведення експерименту виконано демонтаж дослідного стенду. У ході демонтажу було розрізано стенд і видалено ґрунт основи з метою встановлення та фіксації дійсного стану сформованого підсилення створеного полімеризованим поліуретановим матеріалом SPT® Resins. Фото полімеризованого матеріалу наведено на рунках нижче.

Зовнішній вигляд полімеризованого полімерного матеріалу



Висновки

На основі проведених напівнатурних (модельних) експериментальних досліджень з підсилення палі з використанням поліуретанового матеріалу SPT® Resins можна констатувати наступне:

1. Робоча гіпотеза про підсилення пильових фундаментів з використанням поліуретанового матеріалу SPT® підтверджена, так як вона показала свою ефективність за результатами проведених експериментів. Окрім того, матеріал підсилення повністю полімеризується протягом 24 годин не залежно від виду ґрунту та його температури, що забезпечує надійне підсилення фундаментів у найкоротший час.
2. Результати дослідів №1 показали, що характер графіку навантаження-осідання виявився таким самим, як і для палі, що випробовуються у реальних умовах, тому, можна говорити про достовірність отриманих результатів. Несуча здатність невідсиленої палі склала 19.8 кН.
3. За дослідом №2, вдалося встановити, що характер деформації системи палі-основа має пружний характер, це пояснюється характеристиками матеріалу, який використовувався для виконання підсилення. Несівна здатність підсиленої палі склала 38.0 кН.
4. За результатами дослідів №2 вдалося збільшити несівну здатність палі в 1.9 рази, порівняно із дослідом №1, із 19.8 до 38 кН.
5. Дана технологія є ефективною, зважаючи на те, що коефіцієнт збільшення несучої здатності палі в експерименті №3 склав 5.5, хоча експеримент був достроково зупинений. Очікуваний коефіцієнт підсилення повинен був бути не меншим, ніж 6.5-7. Несівна здатність палі, підсиленої в процесі експлуатації склала 130.7 кН.
6. Встановлено, що ін'єктування полімерного розчину в ґрунтову основу навколо палі що працює під навантаженням дозволяє стабілізувати її осідання та збільшити несучу здатність.

Поліуретановий матеріалом SPT® рекомендований для підсилення пильових фундаментів. Однак, необхідно більш детально дослідити можливість підсилення палі інших геометричних розмірів та форм, за різних методів влаштування палі, а також можливість підсилення палі у інших інженерно-геологічних умовах.

Атестаційна випускна робота					
Підсилення палей фундаментів 23-х поверхового житлового будинку в м. Києві					
Зм.	Кільк.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата
Розробив	Мусіяка І.В.				
Керівник	Молодів О.С.				
	Осипов О.Ф.				
Результати напівнатурних експериментів				Сторінка	Аркушів
				ДП	10
				КНУБА Кафедра будівельних технологій	
Зав. кафедри				Токмачев Г.М.	

Схема розміщення паль, що підлягають підсиленню з поділом на захватки

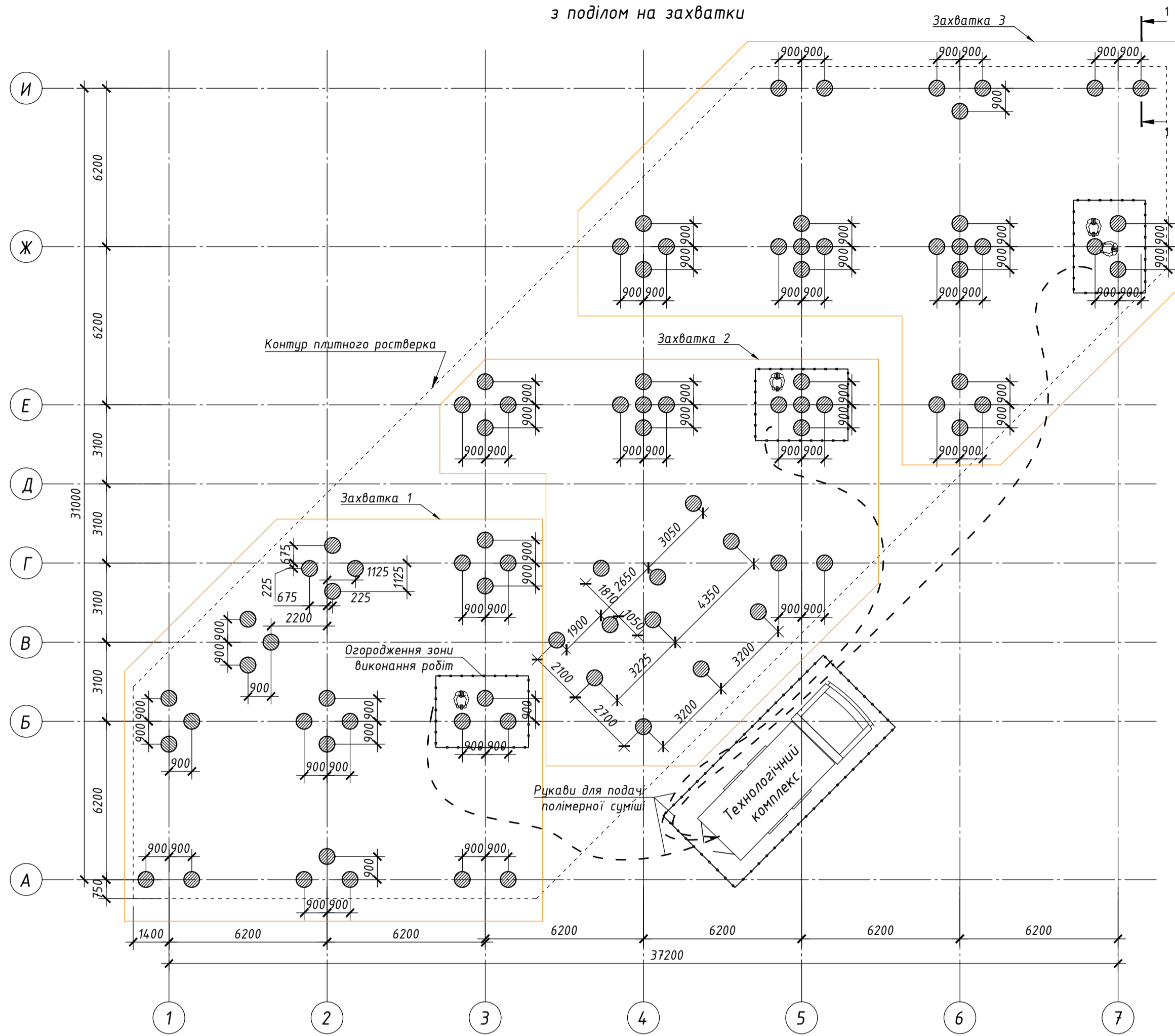
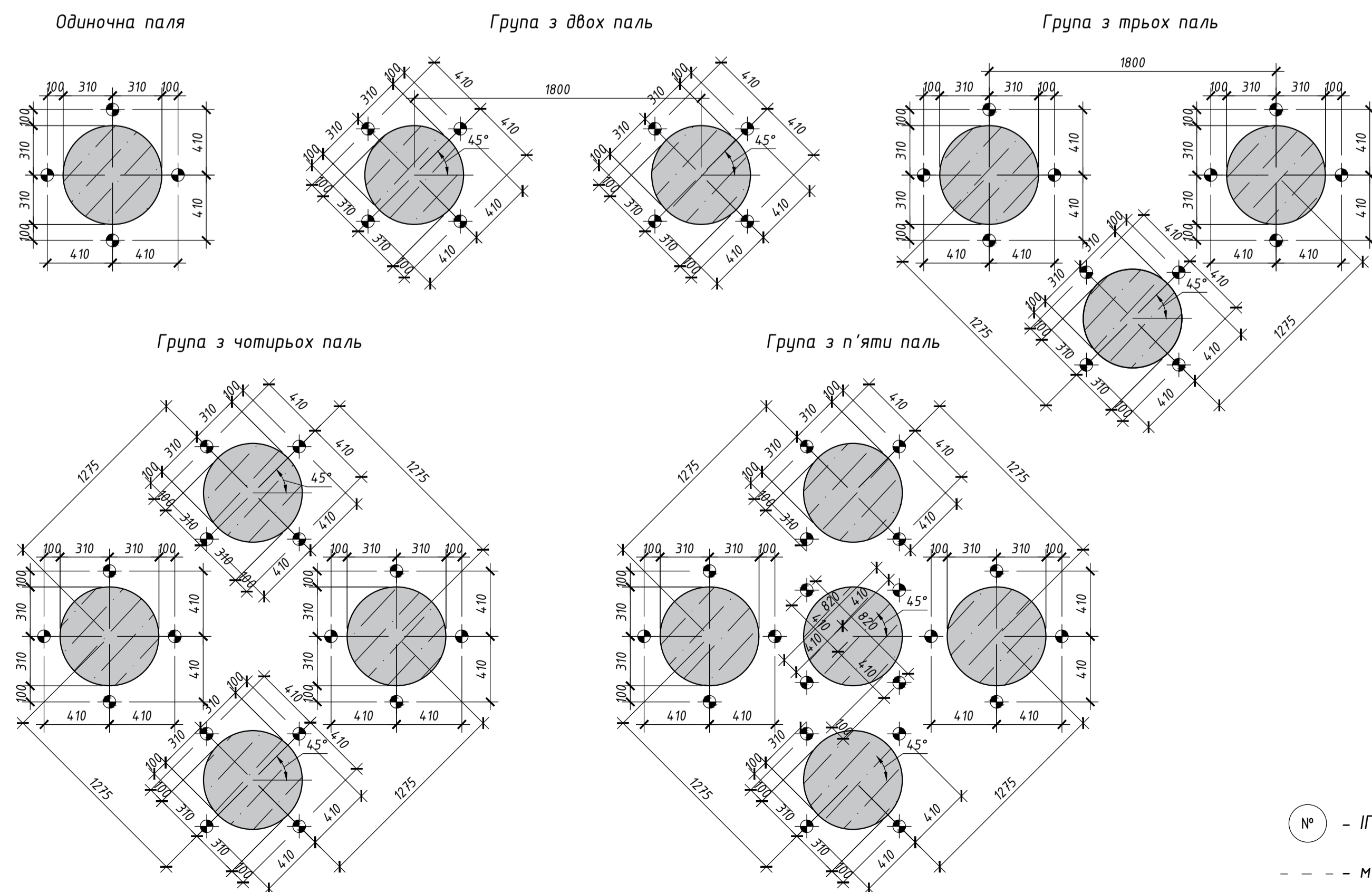
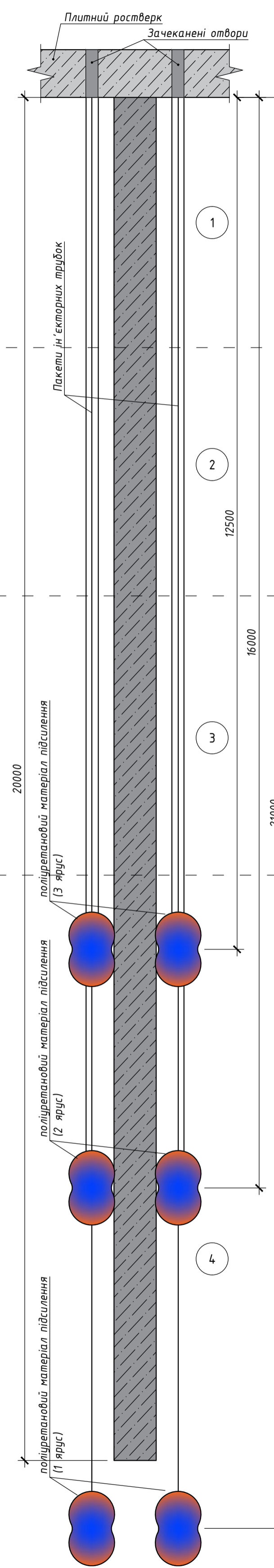


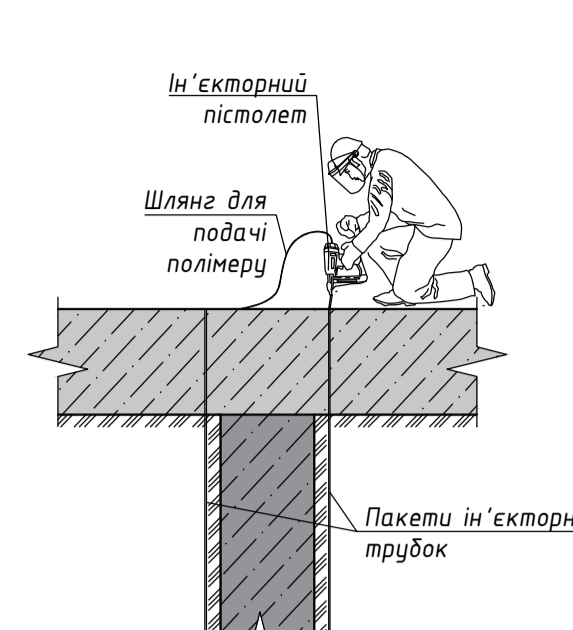
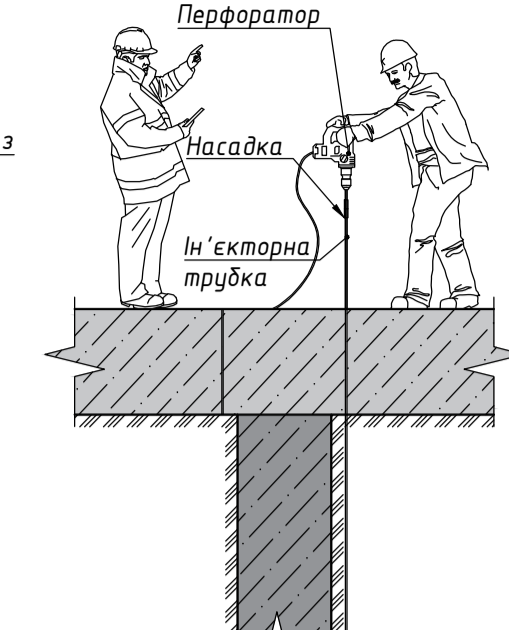
Схема розміщення точок ін'єктування для різних конфігурацій паль (груп та одиночних)



Принципова схема підсилення паль (розріз 1-1)



Умовні позначення
 № - ІГЕ та його номер; ІГЕ №2 - суглилок;
 - - - - - межі ІГЕ; ІГЕ №3 - пісок;
 ІГЕ №1 - пісок; ІГЕ №4 - супісок;



Область застосування

ТК визначає технологію та організацію виконання робіт при підсиленні палівих фундаментів матеріалами поліуретановими SPT® з використанням спеціального технологічного комплексу. Положеннями даної ТК визначається склад та послідовність виконання технологічних процесів, вимоги до контролю якості та приймання робіт, технічні та матеріальні ресурси, нормативна трудомісткість та тривалість виконання процесів та заходи з охорони та безпеки праці. До складу робіт даної ТК входять: загальні підготовчі процеси; підготовка точок ін'єктування; підготовка матеріалів SPT® до робочого стану; ін'єктування матеріалу поліуретанового SPT® в ін'єктори; демонтаж ін'єкторів; зачеканка місць ін'єктування. Підсилення палівих фундаментів за технологією SPT® полягає в нагнітанні під тиском нагрітого поліуретанового матеріалу в рідкому стані через ін'єктори та ін'єкторні трубки в масив ґрунту навколо палі на заздалегідь визначену глибину. Протягом певного часу в поліуретановому матеріалі відбувається реакція, в результаті якої він збільшується в об'ємі та ущільнює ґрунт навколо себе, тим самим зростає сили тертя по бічній поверхні палі що спричиняє збільшення її несучої здатності.

Виконання робіт

Комплексний процес з підсилення палівих фундаментів матеріалами поліуретановими SPT® складається з наступних простих процесів:
 - загальні підготовчі процеси;
 - буріння отворів у конструкціях та ґрунті;
 - ін'єктування поліуретанових матеріалів SPT®;

Загальні підготовчі процеси

До початку будівельно-монтажних робіт (БМР) на об'єкті будівництва підрядник повинен отримати від замовника необхідну проектну документацію та дозвіл на початок робіт. Під час підготовчих процесів потрібно виконати наступне:
 - розгорнути мережі енергопостачання;
 - нарізати ін'єкторні трубки потрібної довжини;
 - встановити огороження зони виконання робіт, включно з технологічним комплексом та зоною складування;
 - за необхідності, встановити геодезичну мережу для спостереження за переміщеннями конструкцій;

Буріння отворів у конструкціях та ґрунті

У першу чергу необхідно виконати розмітку території зі встановленням відміток точок буріння отворів у відповідності до проекту. За запроєктованих точках влаштовують отвори проектного діаметру на глибину, зазначену в проекті. Для проведення робіт з підсилення палівих фундаментів за наявності плитного ростверку необхідно влаштувати отвори в конструкції ростверка. Для того, аби влаштувати отвори в залізобетонній конструкції рекомендувано використовувати буре або коронки по бетону, встановленими в перфоратор (рис. 3.1, а). У випадку використання коронки по бетону, потрібно забезпечити безперервну подачу води на коронку в місці буріння. Після цього, для занурення ін'єкторних трубок в ґрунті на значну глибину, необхідно влаштувати лінійну свердловину, це можна виконати дурами, встановленими в перфоратор.

Монтаж засобів для ін'єктування

Процес монтажу засобів для ін'єктування виконують у наступній послідовності:
 - для запобігання потраплення ґрунту в ін'єкторну трубку при її монтажі, на нижній кінець трубки монтується швидкознімний одноразовий сталевий наконечник.
 - сталеві ін'єкторні трубки монтуєть в отвір на проектну глибину (рис. 3.2). У разі унеможливлення монтажу одразу на проектну глибину, допускається часткове додавання ін'єкторних трубок.
 - більший кінець трубок повинен виступати над поверхню плитного ростверку на 100 - 200 мм, для зручності монтажу ін'єкторів та під'єднання ін'єкторного пістолета;
 - перед монтажем одноразових ін'єкторів перевірити, чи працює зворотній клапан в ін'єкторі. При його спрацюванні - продовжити роботи або в іншому випадку, виконати його заміну на інший;
 - порожнину навколо змонтованих трубок засипати;

Ін'єктування поліуретанового матеріалу

Перед ін'єктуванням поліуретанового матеріалу проводять підготовку технологічного комплексу до ін'єктування та перевіряють обладнання (див. записку). Процес ін'єктування розпочинається з приєднання ін'єкторного пістолета, з під'єднаннями до нього транспортуючими шлангами, до ін'єктору за допомогою кліщі-зажимів. При цьому потрібно проконтролювати, чи не пропускає ущільнювач на наконечнику ін'єкторного пістолета. Контролювання процесу виконується двома фахівцями:
 Фахівець 1, що працює з ін'єкторним пістолетом, візуально контролює процес ін'єктування матеріалу SPT®.
 Фахівець 2, що працює з реакторною установкою, контролює показники реактору (манометри, лічильники витрат з похибкою вимірювання до 2 %) та кількість матеріалу, що ін'єкується (з точністю - 0,25 кг).
 Процес ін'єктування повторюється на кожній запроєктованій точці ін'єктування. При попаданні в ін'єкторну трубку, з якою ще не працювали матеріалу із суміжних з нею отворів, необхідно виконати монтаж на її місце нової трубки на запроєктовану глибину. Ручка для подачі розчину має бути розрахована на робочий тиск реакторної установки не менше 14 МПа. Після закінчення процесу ін'єктування у одну трубку (ін'єктор), необхідно від'єднати ін'єкторний пістолет від ін'єкторного порту та перевести запобіжник на задній панелі ін'єкторного пістолета в положення «перекрито». Процес ін'єктування матеріалів SPT® вважається завершеним тоді, коли в кожну ін'єкторну трубку проін'єктовано запроєктовану кількість матеріалу.

Демонтаж ін'єкторних трубок та зачеканка отворів

Після завершення процесу ін'єктування необхідно витримати технологічну перерву та демонтувати (зрізати) ін'єкторні трубки врівень із поверхню ґрунту за допомогою кубової шліфувальної машинки. Після цього необхідно заповнити отвір в тілі конструкції цементно-піщаною або ремонтною сумішшю, для запобігання потраплення в ін'єкторні отвори води чи сторонніх предметів. Після висихання суміші, за потреби, відновити зовнішній вигляду ділянки проведення робіт до первинного стану.

Лінійний графік виконання робіт по підсиленню палівого фундаменту

№ п/п	Найменування робіт	Обсяг робіт		Норма витрат праці, люд-год	К-ть виконавців	К-ть змін	Тривалість, днів	Дні																												
		К-ть.	од. вим.					2	4	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
1	Загальні підготовчі процеси	5	%	-	4	2	3																													
2	Буріння отворів та встановлення ін'єкт. трубок	6 640	м	0.16	4	2	16																													
3	Ін'єктування поліуретанового матеріалу	24 900	кг	0.13	4	2	50																													

Атестація випускна робота					
Підсилення палівих фундаментів 23-х поверхового житлового будинку в м. Києві					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
Розробив	Мусіяка І.В.				
Керівник	Молодій О.С.				
	Осипов О.Ф.				
Спеціальна (науково-дослідна) частина			Стадія	Аркуші	Аркушів
			ДП	11	11
ТК на підсилення палівих фундаментів			КНУБА Кафедра будівельних технологій		
Зав. кафедри	Тонкачев Г.М.				