

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра будівельних конструкцій

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
Будівельних конструкцій
_____ Циганенко Л.А.
підпис
« ____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

**На тему: «Капітальний ремонт 9-ти поверхового житлового
будинку з метою підсилення та відновлення експлуатаційної
придатності»**

Виконав (ла)	_____	_____
	(підпис)	Коблюк В.М. (Прізвище, ініціали)
Група		_____
		ЗПЦБ 2301м
(Науковий) керівник	_____	_____
	(підпис)	Роговий С.І. (Прізвище, ініціали)

Суми – 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: будівельних конструкцій

Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Коблюк Віталій Михайлович

Тема роботи: Капітальний ремонт 9-ти поверхового житлового будинку з метою підсилення та відновлення експлуатаційної придатності

Затверджено наказом по університету №2915/ос від "30" серпня 2024р.

Строк здачі студентом закінченої роботи: "09" грудня 2024 р.

Вихідні дані до роботи:

результати обстеження технічного стану будівлі (кутової секції-

вставки дев'яти поверхового житлового будинку); встановити

причини отриманих відхилень будівлі від вертикалі; перевірити

несучу здатність стін будівлі з урахуванням відхилень; перевірити

міцність фундаментної плити; одержати дані (поля напружень в

основі фундаментної плити) для розробки технічних рішень по

стабілізації положення будівлі

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

Загальний опис будівлі. Конструктивні рішення будівлі. Інженерно-геологічні умови. Технічний стан конструкцій будівлі. Інженерно-геодезичні дослідження прилеглої території та будівлі. Розрахунок параметрів водозбірного басейну з боку заднього (вуличного) фасаду. Визначення величини крену споруди. Вимірювання міцності матеріалів. Основні завдання розрахунків та розрахункова скінченно-елементна модель будівлі. Характеристики ґрунтів. Технічне рішення щодо відновлення експлуатаційної придатності будівлі

Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

Генеральний план та загальний вигляд будівлі з кутовою секцією-вставкою. Конструктивні рішення будівлі. Інженерно-геологічні умови. Водозбірний басейн. Технічний стан конструкцій будівлі. Визначення величини крену споруди. Розрахункова скінченно-елементна модель вставки. Модель розрахунку будівлі із ґрунтовим масивом. Результати розрахунків. Технічне рішення щодо відновлення експлуатаційної придатності будівлі

Керівник :

(підпис)

Роговий С.І.

(Прізвище, ініціали)

Консультант

(підпис)

Луцьковський В.М.

(Прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач

(підпис)

Коблюк В.М.

(Прізвище, ініціали)

Анотація

Коблюк Віталій Михайлович. Капітальний ремонт 9-ти поверхового житлового будинку з метою підсилення та відновлення експлуатаційної придатності – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2024.

Робота складається із змісту, загальної характеристики роботи та її кваліфікаційних ознак, розділів основної частини, висновки за результатами МКР.

Сформульовано мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, методи наукового дослідження.

Результати досліджень. По результатам розрахунків будівлі на комбінацію постійних і характеристичних тимчасових навантажень (гранична короткочасна комбінація навантажень), значення тиску на ґрунтову основу від частини фундаментної плити (53 % від площі поверхні) є більшим за значення розрахункового опору ґрунтової основи при стиску (240000 Па). На основі отриманих результатів розрахунків (ізополя розповсюдження значень тиску на ґрунтову основу) запропоновані технічні рішення з підсилення фундаментів будівлі.

Для відновлення експлуатаційної придатності будівлі запропоноване підсилення фундаментів по одній із схем:

- закріплення шарів ПЕ3 та ПЕ4 у зонах країв фундаментної плити з боку вуличного (заднього) фасаду (див. розділ 3 п. 3.4.1). Значення рекомендованого коефіцієнту зміцнення – 1.4. Значення рекомендованого розрахункового опору ґрунтової основи по завершенню підсилення – 336000 Па.

- збільшення ширини фундаментної плити у зонах країв фундаментної плити з боку вуличного (заднього) фасаду на 1 м (див. розділ 3 п. 3.4.1). Значення максимальних (по краям) напружень у ґрунтовій основі після зміцнення будуть дорівнювати 205 кПа, значення показника міцності – 1.17.

В основній частині наведені загальний опис будівлі, конструктивні рішення будівлі. Інженерно- геологічні умови. Технічний стан конструкцій

будівлі. Інженерно-геодезичні дослідження прилеглої території та будівлі. Розрахунок параметрів водозбірного басейну з боку заднього (вуличного) фасаду. Визначення величини крену споруди. Вимірювання міцності матеріалів. Основні завдання розрахунків та розрахункова скінченно-елементна модель будівлі. Характеристики ґрунтів. Технічне рішення щодо відновлення експлуатаційної придатності будівлі.

У **висновках** наведено дефекти та пошкодження при обстеженні будівлі. По результатах розрахунків будівлі, значення тиску на ґрунтову основу від частини фундаментної плити (53 % від площі поверхні) є більшим за значення розрахункового опору ґрунтової основи при стиску (240000 Па). Значення максимальних (по краям) напружень у ґрунтовій основі складають 277000 Па, показник міцності – 0.86 (значення, що допускається, – не менше за 1.0). На основі отриманих результатів розрахунків (ізополя розповсюдження значень тиску на ґрунтову основу) запропоновані технічні рішення з підсилення фундаментів будівлі.

Ключові слова: Вставка будівлі, крен, тиск, інженерно- геологічні умови, напружено-деформований стан, підсилення фундаментів.

Список публікацій та/або виступів на конференціях студента:

Коблюк В., Роговий С. Капітальний ремонт 9-ти поверхового житлового будинку з метою підсилення та відновлення експлуатаційної придатності. Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Scientific Research: Modern Innovations and Future Perspectives» (November 25-27, 2024. Montreal, Canada). European Open Science Space (Інтернет конференція). – 2024. – С. 45-47.

В **додатках** наведено; тези конференції, альбом слайдів мультимедійної презентації.

Структура роботи. Робота складається з основного тексту на 65 сторінках, у тому числі 15 таблиць, 52 рисунків. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 3 розділи, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 22 використаних джерел, 2 додатків на 24 сторінках. Графічна частина складається з 20 слайдів мультимедійної презентації.

Зміст

Розділ 1. Загальна характеристика роботи	3
Розділ 2 Конструктивні рішення будівлі та оцінка технічного стану житлового будинку	5
2.1 Загальний опис будівлі	5
2.2 Конструктивні рішення будівлі	6
2.3 Інженерно-геологічні умови	11
2.4 Технічний стан конструкцій будівлі	13
2.5 Інженерно-геодезичні дослідження прилеглої території та будівлі	25
2.5.1 Розрахунок параметрів водозбірного басейну з боку заднього (вуличного) фасаду	25
2.5.2 Визначення величини крену споруди	28
2.6 Вимірювання міцності матеріалів	31
2.6.1 Визначення міцності бетону фундаментної плити	31
2.6.2 Визначення міцності бетону блоків ФБС	33
2.6.3 Визначення міцності цегли	35
Висновки по Розділу 2	38
Розділ 3 Розрахунки та технічне рішення щодо підсилення конструкцій житлового будинку для проведення капітального ремонту	40
3.1 Основні завдання розрахунків та розрахункова скінченно-елементна модель будівлі	40
3.2 Характеристики ґрунтів	40
3.3 Результати розрахунків	48
3.3.1 Розрахунковий випадок №1. Граничні навантаження	50
3.3.2 Розрахунковий випадок №2. Тривале навантаження	56

3.4	Технічне рішення щодо відновлення експлуатаційної придатності будівлі	58
3.4.1	Закріплення ґрунтів основи	58
3.4.2	Збільшення ширини фундаментної плити	61
	Загальні висновки	64
	Список використаних джерел	66
	Додатки:	
	Додаток 1. Матеріали конференції	68
	Додаток 2. Графічні матеріали	71

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми та постановка задачі.

Посилення фундаменту існуючого будівельного об'єкта може бути викликано необхідністю підсилення та відновлення експлуатаційної придатності, для чого необхідно збільшити несучу здатність основи. Також подібні заходи допомагають усунути наслідки деформацій та руйнувань фундаменту внаслідок порушення технології будівництва, помилок у розрахунках чи непередбачених обставин, стихійних лих тощо.

В наш час існує не один спосіб, що дозволяє виконати посилення основ. Залежно від обставин вибирається найбільш підходящий.

Особливо ефективно для поліпшення властивостей ґрунтів основи зарекомендували себе хімічні методи. Хімічне закріплення ґрунтів має два напрямки: ін'єкційне хімічне закріплення і бурозмішувальне закріплення ґрунтів. При закріпленні ґрунтів основ фундаментів доцільно застосовувати перший спосіб.

Мета і завдання дослідження.

Мета роботи полягає у розрахунку будівельних конструкцій і основи кутової секції-вставки дев'яти поверхового житлового будинку, розташованого за адресою: м. Краматорськ, вул. Двірцева, виявлення причин і характеру екстремального явища (крену будівлі) та надання рекомендацій по підсиленню та відновленню експлуатаційної придатності.

Для виконання поставленої мети були сформовані наступні завдання:

- обстеження технічного стану будівлі (кутової секції-вставки дев'яти поверхового житлового будинку);
- встановлення причин отриманих відхилень будівлі від вертикалі;
- перевірки несучої здатності стін будівлі з урахуванням відхилень;
- перевірки міцності фундаментної плити;
- одержання даних (поля напружень в основі фундаментної плити) для розробки технічних рішень по стабілізації положення будівлі.

Об'єкт дослідження – кутова секція-вставка дев'яти поверхового житлового будинку та ґрунтова основа.

Предмет дослідження – несуча здатність та напружено-деформований стан кутової секції-вставки та ґрунтової основи.

Теоретичні та методологічні принципи досліджень.

Процес чисельного дослідження базувався на закордонних та вітчизняних роботах, результатах попередніх наукових досліджень, а також на діючих законодавчих і нормативних актах.

Технічна новизна та практичне значення одержаних результатів.

По результатам розрахунків будівлі на комбінацію постійних і характеристичних тимчасових навантажень (гранична короткочасна комбінація навантажень), значення тиску на ґрунтову основу від частини фундаментної плити (53 % від площі поверхні) є більшим за значення розрахункового опору ґрунтової основи при стиску (240000 Па). На основі отриманих результатів розрахунків (ізополя розповсюдження значень тиску на ґрунтову основу) запропоновані технічні рішення з підсилення фундаментів будівлі.

Для відновлення експлуатаційної придатності будівлі запропоноване підсилення фундаментів по одній із схем:

- закріплення шарів ПЕЗ та ПЕ4 у зонах країв фундаментної плити з боку вуличного (заднього) фасаду (див. розділ 3 п. 3.4.1). Значення рекомендованого коефіцієнту зміцнення – 1.4. Значення рекомендованого розрахункового опору ґрунтової основи по завершенню підсилення – 336000 Па.

- збільшення ширини фундаментної плити у зонах країв фундаментної плити з боку вуличного (заднього) фасаду на 1 м (див. розділ 3 п. 3.4.1). Значення максимальних (по краям) напружень у ґрунтовій основі після зміцнення будуть дорівнювати 205 кПа, значення показника міцності – 1.17.

Апробація та публікація результатів магістерської роботи.

Результати роботи опубліковано у збірнику матеріалів Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Scientific Research: Modern Innovations and Future Perspectives» (November 25-27, 2024. Montreal, Canada). European Open Science Space (Інтернет конференція) [22].

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ТА ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

2.1. Загальний опис будівлі

Секція-вставка дев'яти поверхового житлового будинку (надалі – вставка), яка розміщується в Донецькій області у місті Краматорськ по вулиці Двірцева (рис. 2.1). Рік вводу будівлі в експлуатацію – 1980.

Вставка являє собою дев'яти поверхову кутову секцію житлового будинку, яка відокремлюється за допомогою двох осадочних швів, що розповсюджуються на всю висоту будівлі, та включає дверні пройоми (по 2 пройоми з кожного боку) та фундаменти. Секції будівлі, що примикають до вставки, розташовуються під кутом 90 градусів між собою.



Рис. 2.1. Загальний вигляд будівлі та кутової секції-вставки

В плані вставка умовно представляє собою трикутник з основою 18.2 м і висотою 9.3 м. Власного під'їзду вставка не має, а дозволяє отримати додаткові обсяги житлових приміщень для чотирьох квартир на кожному поверху (для кожної квартири вставка забезпечує одну додаткову кімнату).

2.2. Конструктивні рішення будівлі

Згідно з класифікацією об'єкта (державного класифікатору споруд та будинків) розглянута споруда повинна відноситися до житлових будинків (код 1122.1 – «Будинки багатоквартирні масової забудови»).

Конструктивна схема будинку є безкаркасною, у якій основними несучими елементами є зовнішні та поздовжні внутрішні стіни. Просторова жорсткість будинку забезпечена жорсткістю з'єднань капітальних стін, горизонтальними дисками міжповерхових перекриттів та конструкцій покриття. Вставка відділена від основних секцій будівлі осадочними швами.

Цокольний поверх вставки складається із стін, які виготовлені з ФБС (фундаментні блоки) з розмірами 50 см – ширина. Стіни з першого по дев'ятий поверхи виготовлені з цегляної кладки, що має ширину 510 мм. Міжповерхові перекриття складаються зі збірних залізобетонних панелей і збірно-монолітних ділянок. Фасади облицьовано керамічною плиткою.

Фундамент вставки – суцільна монолітна залізобетонна плита, що має товщину 400 мм. Армування плити зроблено сітками зі стрижнів $\varnothing 28$ мм з кроком 250 мм (локально – $\varnothing 18$ мм з кроком 100 мм). Вимощення поблизу будинку виконано з бетону шириною 2500 мм.

Техніко-економічні показники по даній будівлі:

- габаритні розміри будинку: висота трикутника – 9.3 м; основа – 18.2 м;
- загальна площа забудови – 123 м²;
- житлова площа кожного поверху – 68.0 м²;
- висота будівлі – 29.7 м;
- схема поверхів – 1 цокольний поверх висотою 2.3 м, 9 житлових поверхів висотою 2.9 м + 1 технічний поверх висотою 1.82 м;
- будівельний об'єм – 2480 м³.

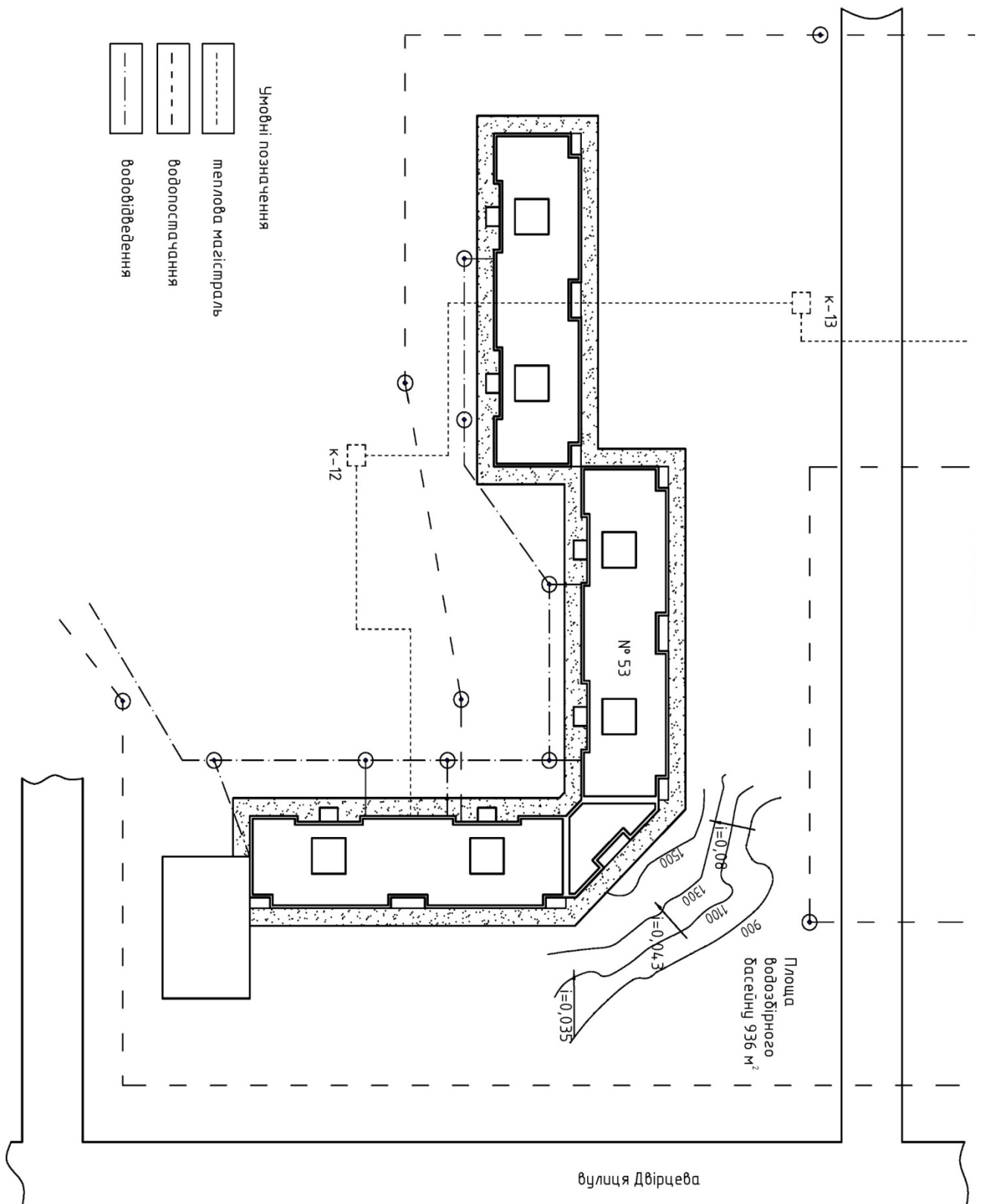


Рис. 2.2. Генеральний план

Загальна площа водозбірного
басейну 936 м²

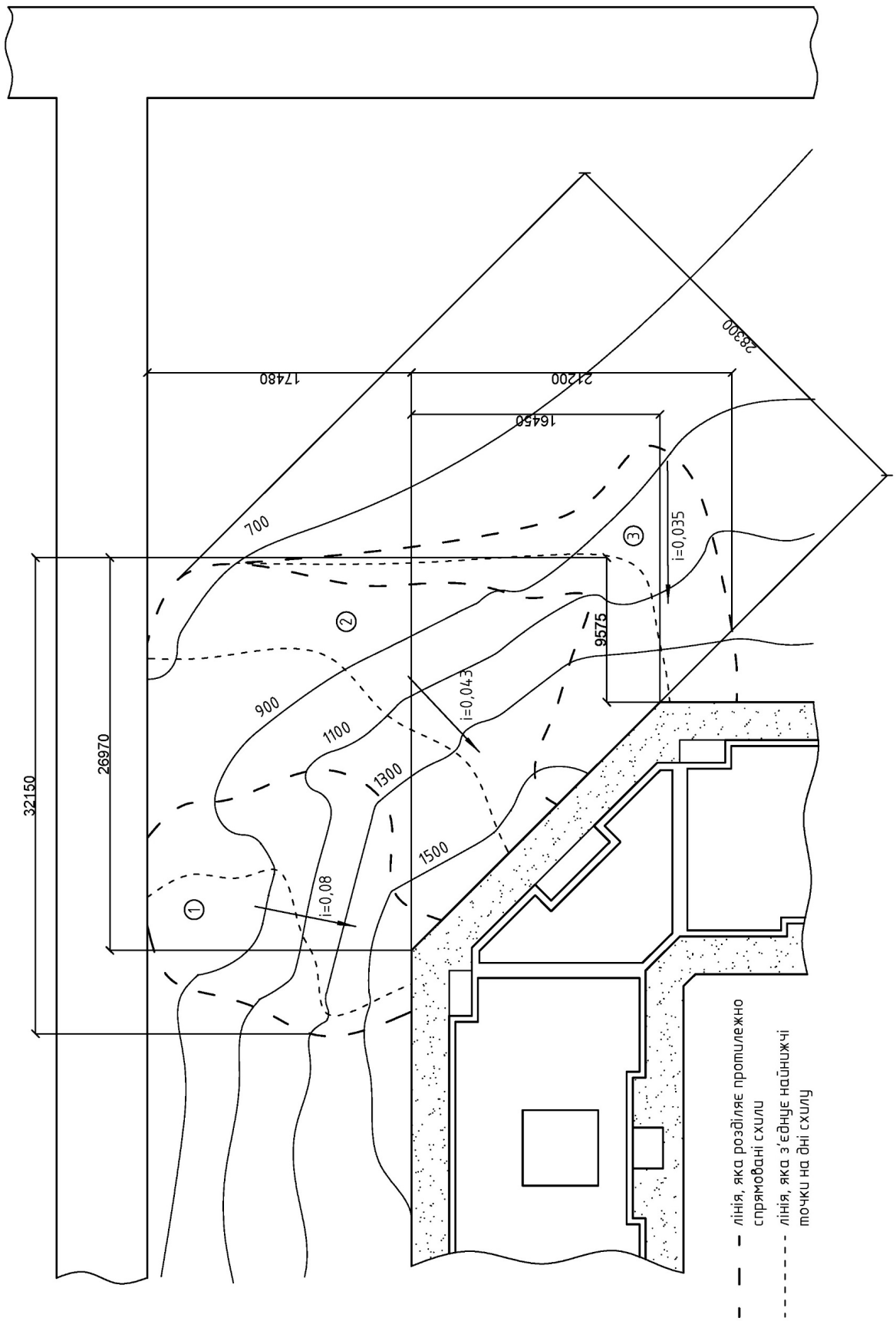
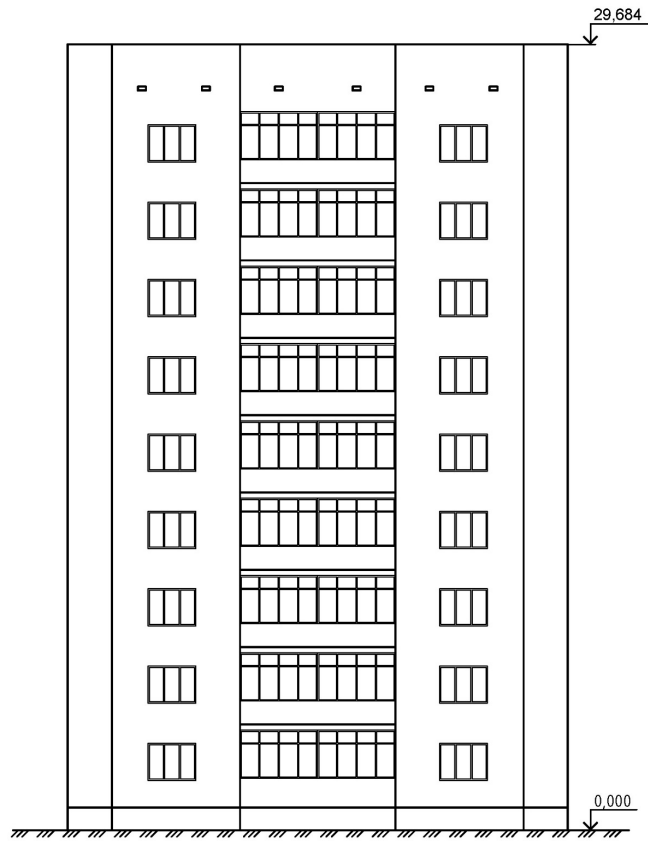


Рис. 2.3. Водозбірний басейн

Фасад



План 1-9 поверху

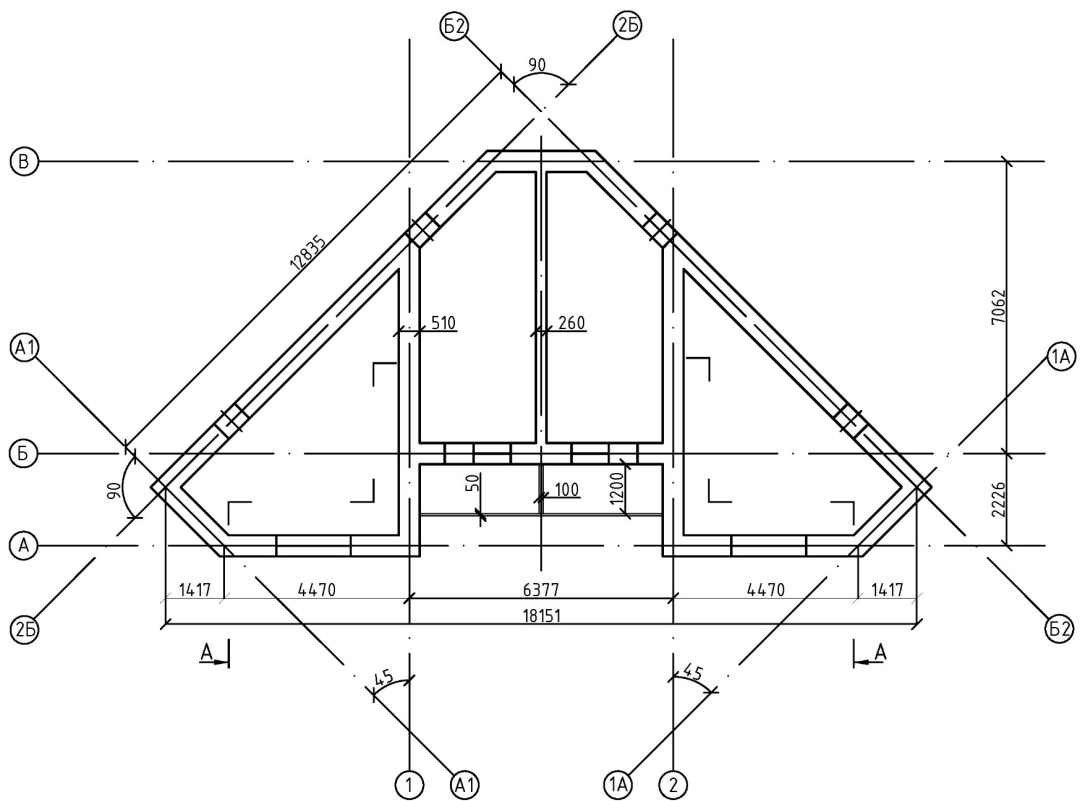


Рис. 2.4. Фасад. План 1-9-го поверхів

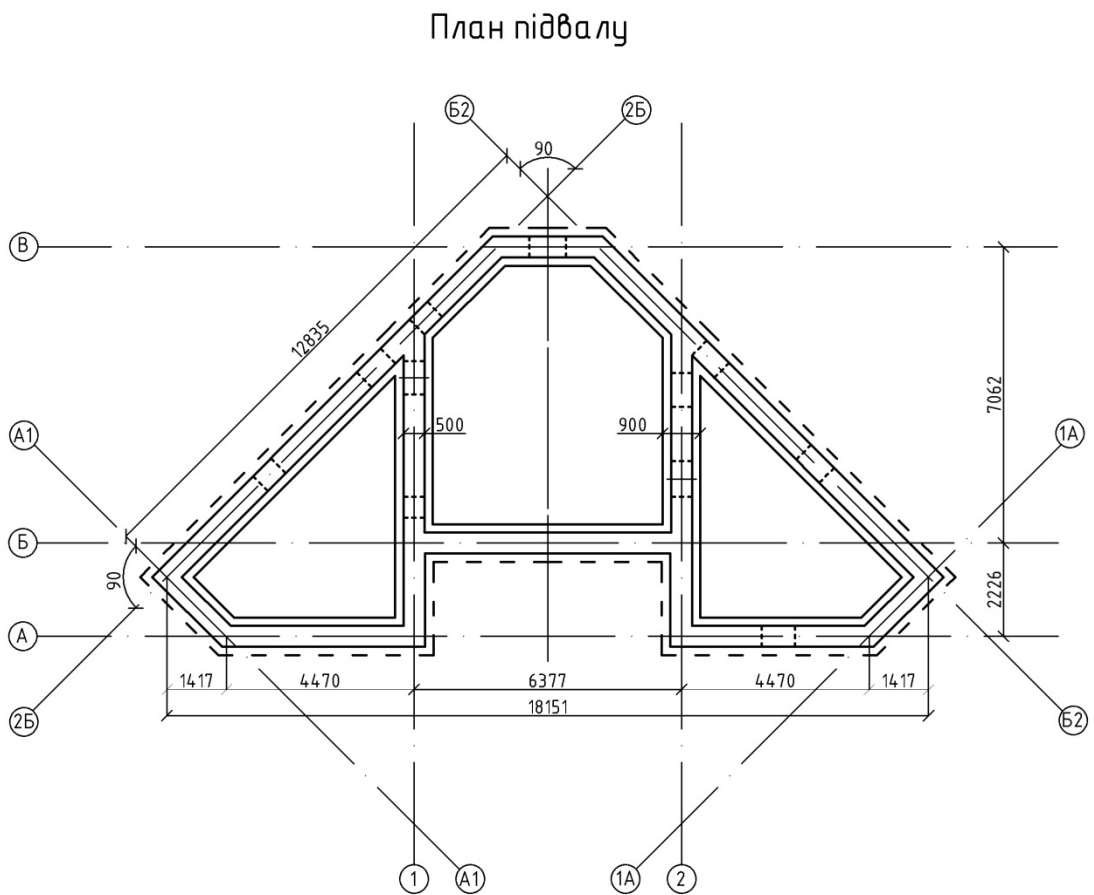
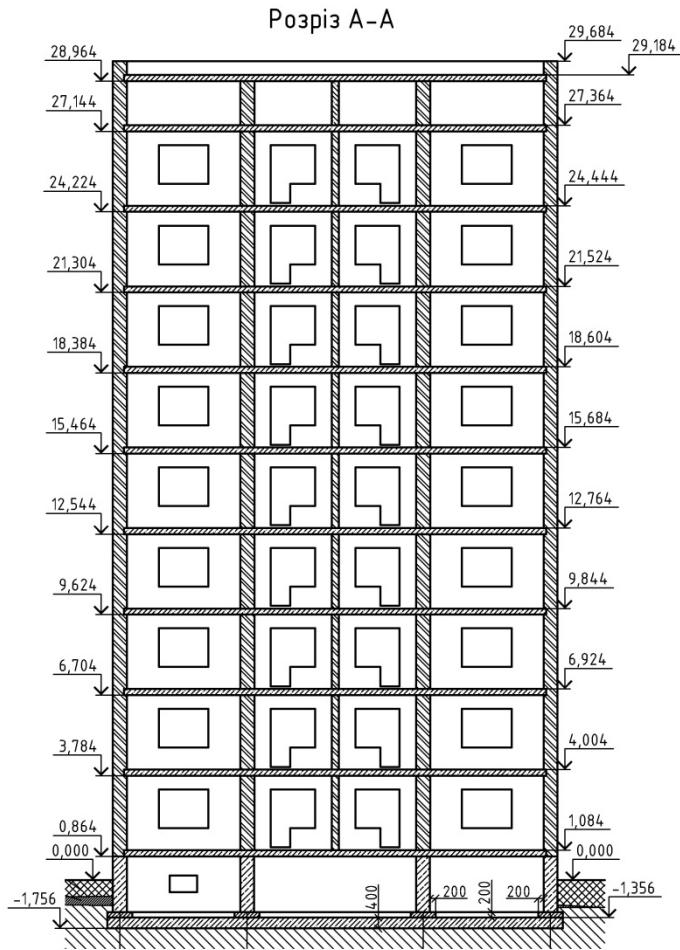


Рис. 2.5. Розріз А-А. План підвалу

2.3. Інженерно-геологічні умови

Основні висновки щодо інженерно-геологічних умов ґрунтуються на результатах технічного звіту, складеного в жовтні 2019 року (рис. 2.6, 2.8).

Відповідно до існуючих інженерно-геологічних даних ділянка відноситься до другої (середньої складності) категорії.

Ґрунти основи фундаменту складаються із бурих суглинків, суглинків коричнево-бурих, які включають карбонати, консистенція тверда (ІґЕ 3), у водонасиченому стані є тугопластичними (рис. 2.7, 2.8). Потужність 2.9 – 3.2 м. Під час замочування ґрунти основи можуть змінювати фізико-механічні характеристики. У зв'язку з цим було виконано виділення ІґЕ 3а.

Під час буріння свердловин до глибини 16000 мм ґрунтові води не зустрілися, але в інженерно-геологічному розрізі залягають водотривкі суглинки ІґЕ «4-6», на яких в період інтенсивних опадів і втрат з водогінних мереж, можуть формуватися купола ґрунтових вод типу «верховідка».

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів – 1.1 м.

Встановлено можливі фактори негативного впливу на будівлю від навколишнього середовища: порушення природного стоку поверхневих вод за рахунок планування території.

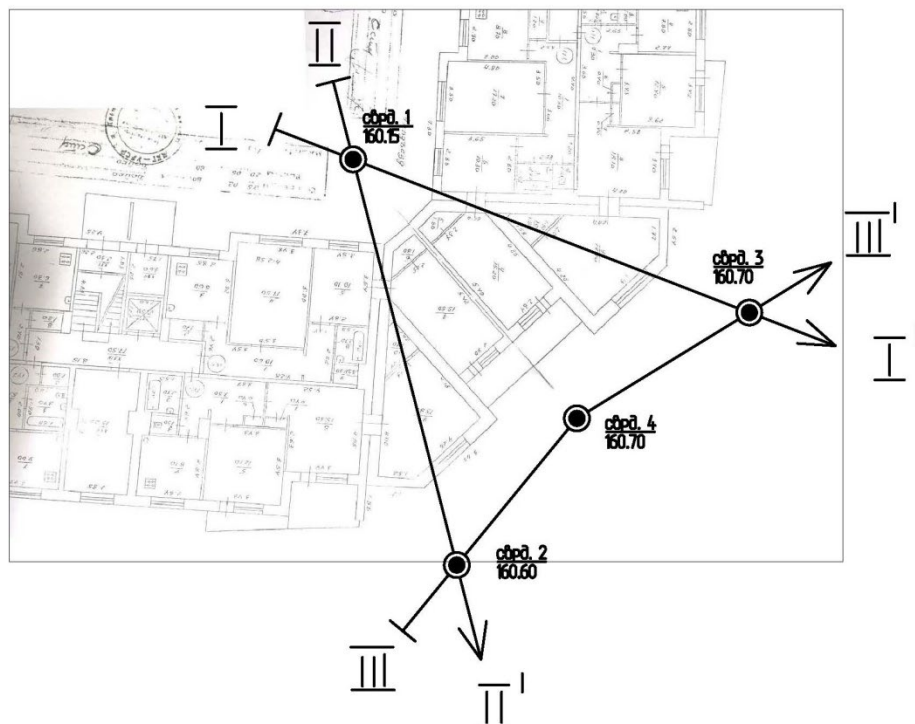


Рис. 2.6. Розташування свердловин

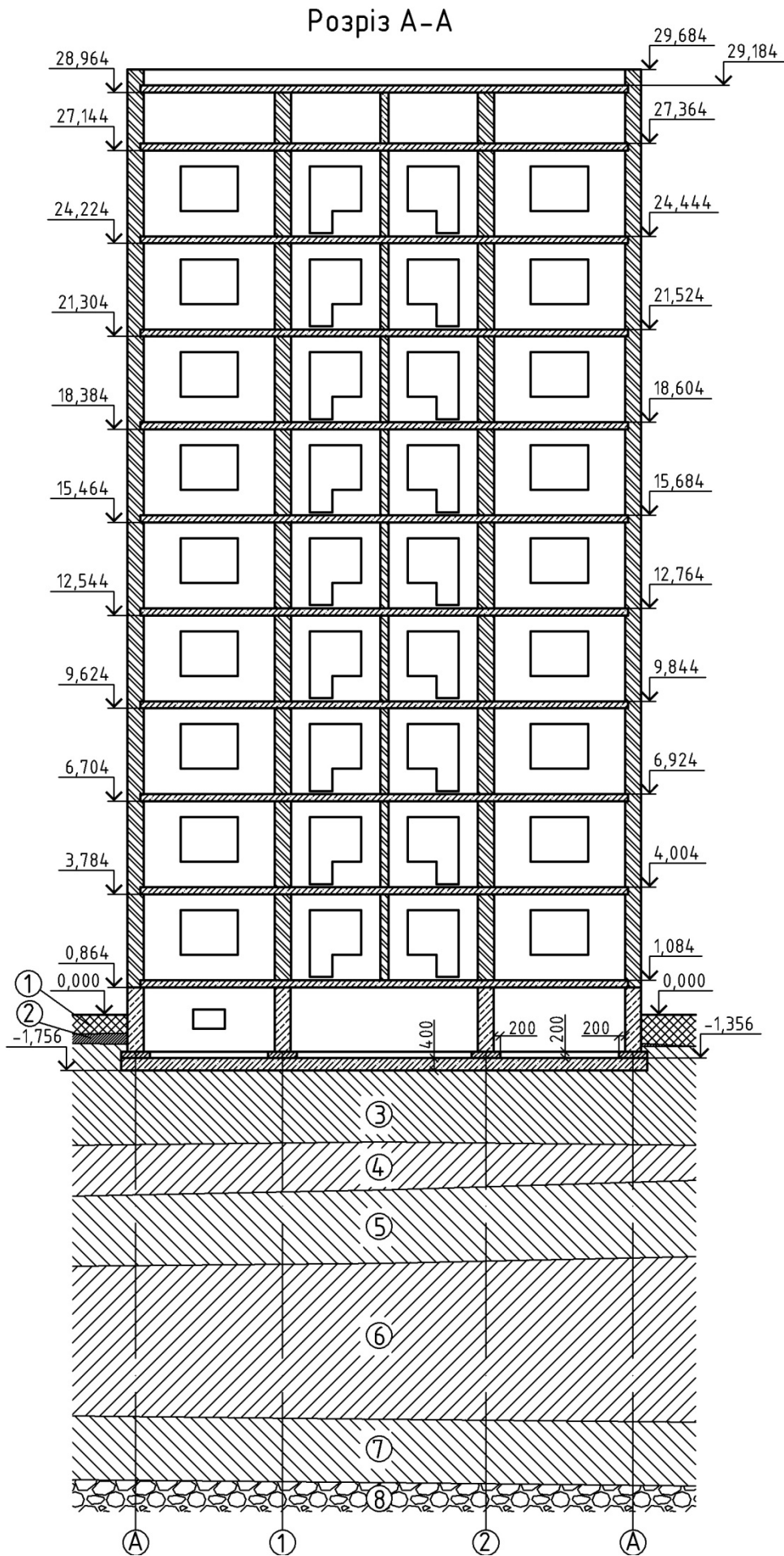


Рис. 2.7. Інженерно-геологічні елементи у перерізі будівлі









	ІГЕ-1 Насипний шар: суглинок, ґрунт, з включенням будівельного сміттям, злежаний
	ІГЕ-2 Ґрунтово – рослинний шар: чорний, коричнево-чорний, суглинистий, зумусований
	ІГЕ-3 Суглинок ґуриї, коричнево-ґуриї, з включенням карбонатів, твердої консистенції
	ІГЕ-4 Суглинок ґуриї, коричнево-ґуриї, з включенням карбонатів, твердої консистенції
	ІГЕ-5 Суглинок коричнево-ґуриї з червоним, коричнево-червоний, з включенням жовен карбонатів, твердої консистенції
	ІГЕ-6 Суглинок коричнево-ґуриї з червоним, з включенням жовен карбонатів, твердої консистенції
	ІГЕ-7 Суглинок червоно-ґуриї, коричнево-ґуриї, ґуро-жовтий, пісковистий, з включенням жорстви та щебеню
	ІГЕ-8 Крейда біла, біло-жовта, зниженої міцності, вивітріла, тріщинувата

Рис. 2.8. Характеристики інженерно-геологічних елементів

2.4. Технічний стан конструкцій будівлі

Обстеження будівельних конструкцій виконане позачерговим. Необхідність проведення позапланового обстеження обумовлена наявністю чисельних руйнувань відкосів в дверних отворах за рахунок деформацій осадочного шва.

Різде розкриття осадочного шва вставки між 4-м та 5-м під'їздами житлового будинку було зафіксовано після численних звернень громадян.

При обстеженні будівлі виявлено пошкодження та дефекти, що наведені у таблиці 2.1.

Основними дефектами, виявленими в результаті обстеження є:

- руйнування відкосів та порогів в дверних отворах у всіх квартирах 1-9 поверхів з розкриттям деформаційного шва внаслідок різкого деформування будівлі по вертикалі;

- неякісне виконання опалубних робіт при будівництві, та, як наслідок – кам'янистий бетон цоколя між фундаментом плитою і фундаментними блоками, місцями з поверхневими раковинами і порожнечами (пошкодження не знижують міцність конструкції);

- тріщини в фундаментних блоках розкриттям від 0.5 до 3 мм в місцях обпирання та в прогонах над отворами цокольного поверху;
- бетон зовнішньої поверхні фундаментної плити внаслідок вилуговування і морозного руйнування низької якості, містить поверхневі раковини і порожнечі (пошкодження не знижують міцність конструкції).

Таблиця 2.1. Відомість виявлених дефектів і ушкоджень конструкцій

№ п/п	Опис дефекту (ушкодження)	Категорія Технічного стану*	Рекомендації з усунення виявлених дефектів (ушкоджень)
1	2	3	4
Д1	<p>Кам'янистий бетон цоколя між фундаментною плитою і фундаментними блоками (місцями містить поверхневі раковини і порожнечі) – див. рисунок 2.15.</p> <p>Неякісне виконання опалубних робіт при будівництві (пошкодження не знижують міцність конструкції)</p>	2	<p>Цоколь перебуває у задовільному стані й вимагає невеликого ремонту. При плановому технічному обслуговуванні рекомендується виконати наступні роботи:</p> <ul style="list-style-type: none"> – очищення поверхні в місцях значного руйнування, розбирання слабого бетону; – виконання зачеканки цементно-піщаним розчином пустот і раковин.
Д2	<p>Тріщини в фундаментних блоках розкриттям від 0.5 до 3 мм в місцях обпирання та в прогонах над отворами цокольного поверху – див. рисунок 2.16 (пошкодження не знижують загальну міцність будівлі).</p>	2	<p>У разі появи тріщин в маячках спостереження (встановлені на тріщинах) виконати установку сталених перемичок під бетонними блоками над отворами або розвантажувальних рам.</p>

Продовження таблиці 3.1

Д3	<p>Бетон зовнішньої поверхні фундаментної плити внаслідок вилуговування і морозного руйнування низької якості, містить поверхневі раковини і порожнечі (пошкодження не знижують міцність конструкції)</p>	2	<p>При плановому технічному обслуговуванні виконати відновлення гідроізоляційних властивостей зовнішньої поверхні фундаментної плити за допомогою захисної стяжки із модифікованого бетону товщиною 60 мм.</p> <p>Рекомендується виконання робіт із застосуванням матеріалів системи BASF або «ПЕНЕТРОН» - (MasterSeal 588 або ПЕНЕТРОН АДМИКС [8]).</p>
Д4 Д5	<p>Руйнування відкосів (Д4) та порогів (Д5) в дверних отворах у всіх квартирах 1-9 поверхів внаслідок деформування будівлі по вертикалі;</p> <p>Розкриття деформаційного шва з боку 4-го під'їзду від 10 мм (1-й поверх) до 70 мм (9-й поверх), з боку 5-го під'їзду – від 20 мм (1-й поверх) до 11 мм (поверх). Рисунки 2.17, 2.18.</p> <p>Максимальне векторне значення відхилення вставки становить 161 мм, що перевищує граничне значення (148.5 мм) за технологічними та архітектурними вимогами (див. п. 2.6).</p>	3	<p>З метою ліквідації нерівномірних деформацій ґрунтів, а також для підвищення несучої здатності основи необхідно виконати підсилення фундаментів по одній із запропонованих схем</p>
<p>* - категорії технічного стану відповідають 1 – нормальний стан, 2 – задовільний стан, 3 - непридатне до подальшої експлуатації; 4 – аварійний стан.</p>			



Рис. 2.9. Розкрита арматури фундаментної плити



Рис. 2.10. Загальний вигляд стін цокольного поверху



Рис. 2.11. Отвори та комунікації в стінах цокольного поверху



Рис. 2.12. Загальний вигляд прилеглої території заднього фасаду будівлі



Рис. 2.13. Загальний вигляд вимощення заднього фасаду будівлі



Рис. 2.14. Вигляд осадочного шва на рівні цокольного поверху



Рис. 2.15. Кам'янистий бетон цоколя між фундаментної плитою і фундаментними блоками (місцями з раковинами). Неякісне виконання опалубних робіт при будівництві.



Рис. 2.16. Тріщини розкриттям від 0.5 до 3 мм в фундаментних блоках, розташованих над отворами цокольного поверху



Рис. 2.17. Розкриття осадочного шва з боку заднього (вуличного) фасаду



Рис. 2.18. Руйнування відкосів в дверних отворах 5-го поверху



Рис. 2.19. Руйнування відкосів в дверних отворах 9-го поверху



Рис. 2.20. Руйнування порогів в дверних отворах

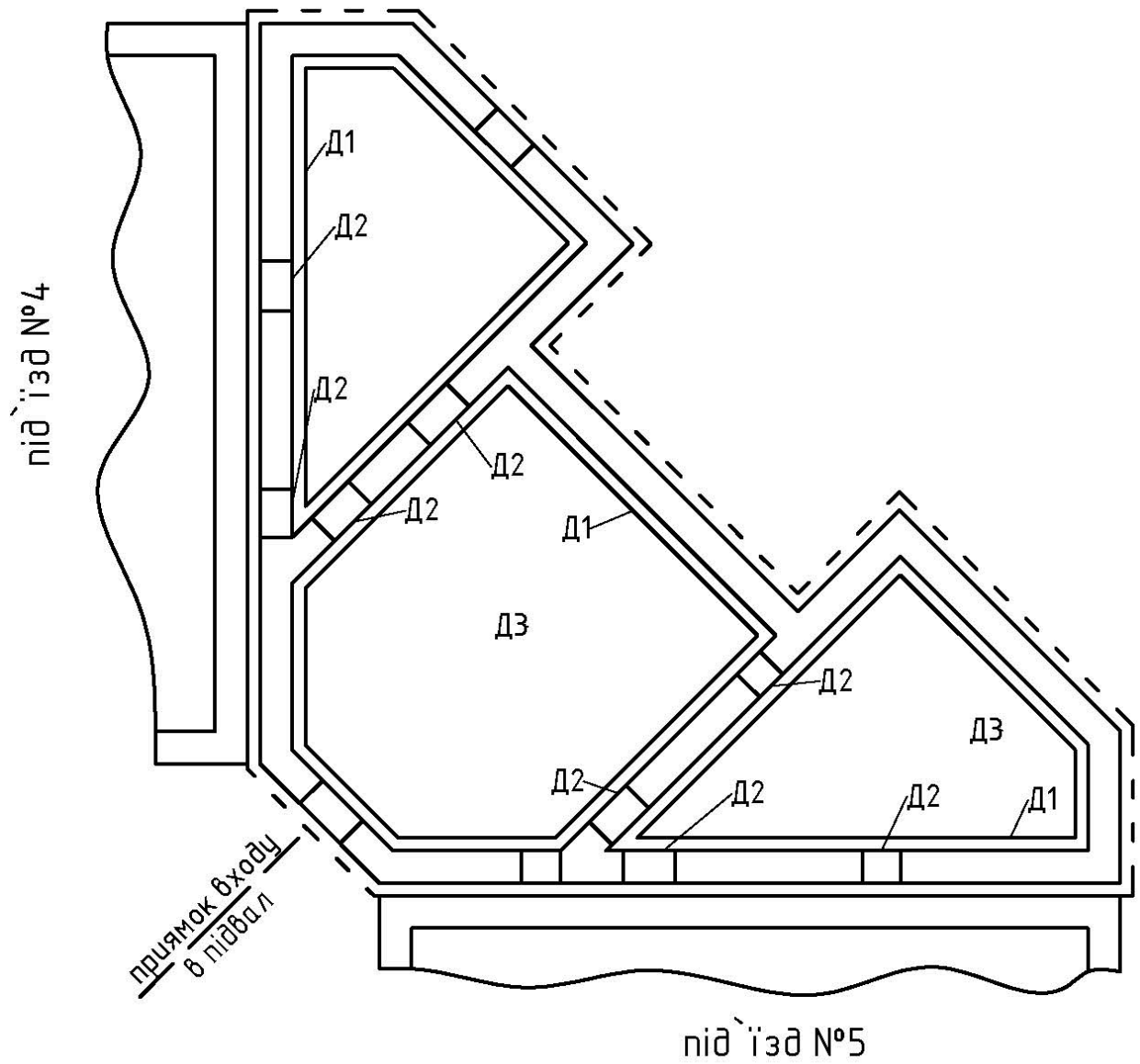


Рис. 2.21. Карта дефектів підвалу

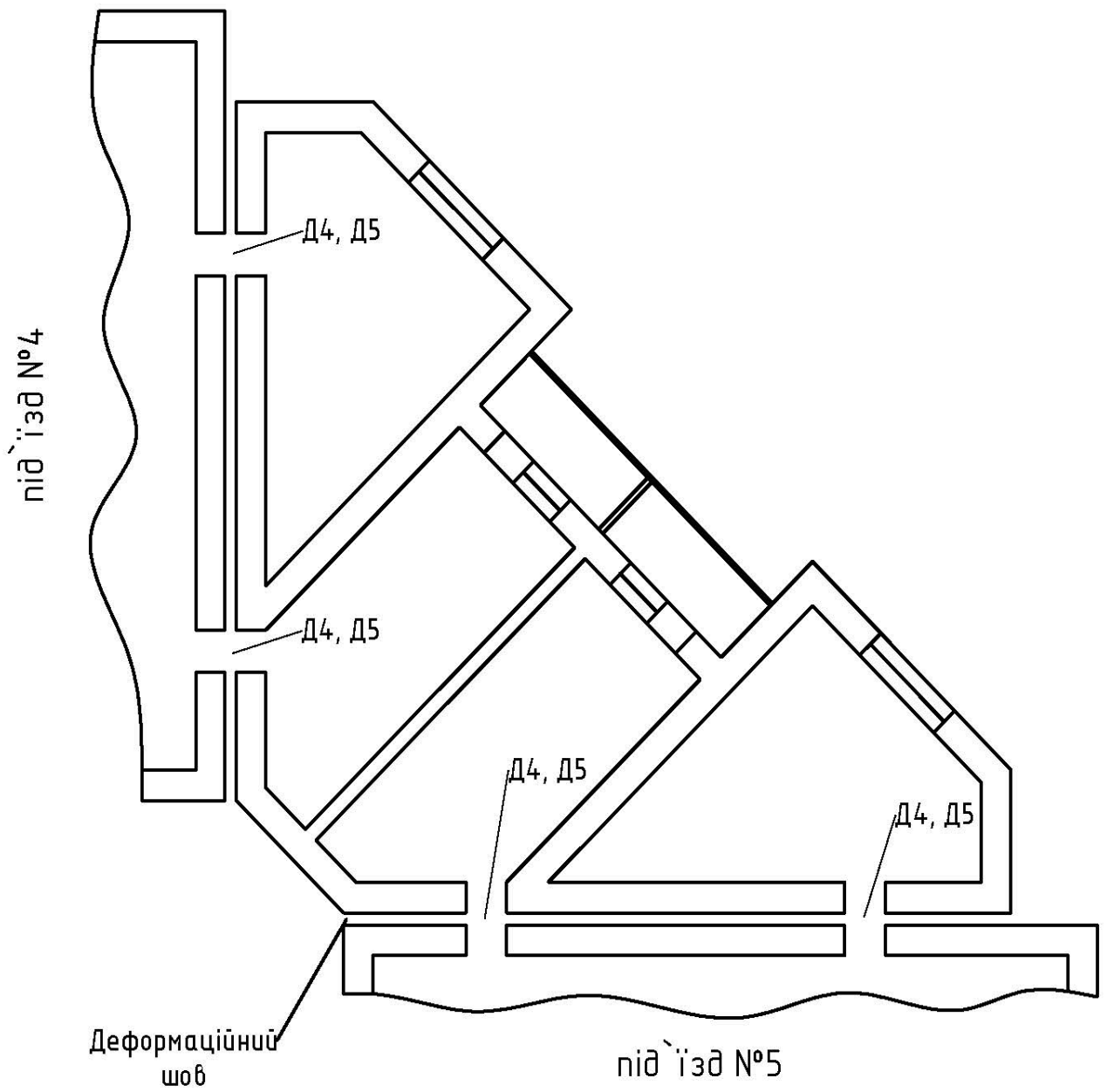


Рис. 2.22. Карта дефектів 1-9 поверхів

2.5. Інженерно-геодезичні дослідження прилеглої території та будівлі

2.5.1. Розрахунок параметрів водозбірного басейну з боку заднього (вуличного) фасаду

Максимальна витрата зливових вод визначається за формулою

$$Q_{зл} = 16.7 \alpha_{зод} K_t F \varphi, \quad (2.1)$$

де $\alpha_{зод}$ – інтенсивність зливи часової тривалості, обрана з таблиці для зливого району, номер якого встановлюють по карті, мм/мін;

K_t – значення коефіцієнту, що робить перехід від зливи у одну годину до інтенсивності розрахункової;

F – площа водозбору, км²;

φ – коефіцієнт редукції.

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[4]{10F}} = \frac{1}{\sqrt[4]{10 \cdot 0.000936}} = 3.2$$

$$Q_{зл} = 16.7 \cdot 0.81 \cdot 5.24 \cdot 0.000936 \cdot 3.2 = 0.21 \text{ м}^3/\text{с}$$

Об'єм зливого стоку розраховується як:

$$W = \frac{60000 \alpha_{зод} F \varphi}{\sqrt{K_t}}; \quad (2.2)$$

$$W = \frac{60000 \cdot 0.81 \cdot 0.000936 \cdot 3.2}{\sqrt{5.24}} = 339 \text{ м}^3.$$

Розрахункова максимальна витрата талих вод:

$$Q_t = \frac{k_o h_p F}{(F + 1)^n} \delta_1 \delta_2, \quad (2.3)$$

де k_o – коефіцієнт дружності повені;

h_p – розрахунковий шар стоку весняних вод;

n – кліматична зона;

δ_1, δ_2 – коефіцієнти зниження витрат на басейнах ($\delta_1 = 1, \delta_2 = 1$),

$$h_p = K_p h', \quad (2.4)$$

де K_p – множник коефіцієнта варіації, який визначається за картою;

h' – значення шару стоку вод талих (визначається за картою).

$$h_p = 3.8 \cdot 40 = 152 \text{ мм}$$

$$Q_t = \frac{0.02 \cdot 152 \cdot 0.000936}{(0.000936 + 1)^{0.25}} 1 \cdot 1 = 0.003 \text{ м}^3/\text{с}$$

Із обох витрат, стоку талих вод та зливого стоку, вибирається найбільшу та приймаємо її у розрахункову витрату.

Зведені результати розрахунків характеристик водозбірного басейну зі сторони заднього (вуличного) фасаду зазначено у таблиці 2.2, креслення на рисунку 2.23.

Таблиця 2.2. Відомість результатів розрахунків стоку з водозбору

Параметри стоку з водозбору	Одиниця вимірювання	Значення
Площа басейну	км ²	0.000936
Витрата зливого стоку	м ³ /с	0.21
Витрата стоку талих вод	м ³ /с	0.003
Розрахункова витрата стоку	м ³ /с	0.21
Об'єм зливого стоку	м ³	339

Загальна площа водозбірного
басейну 936 м²

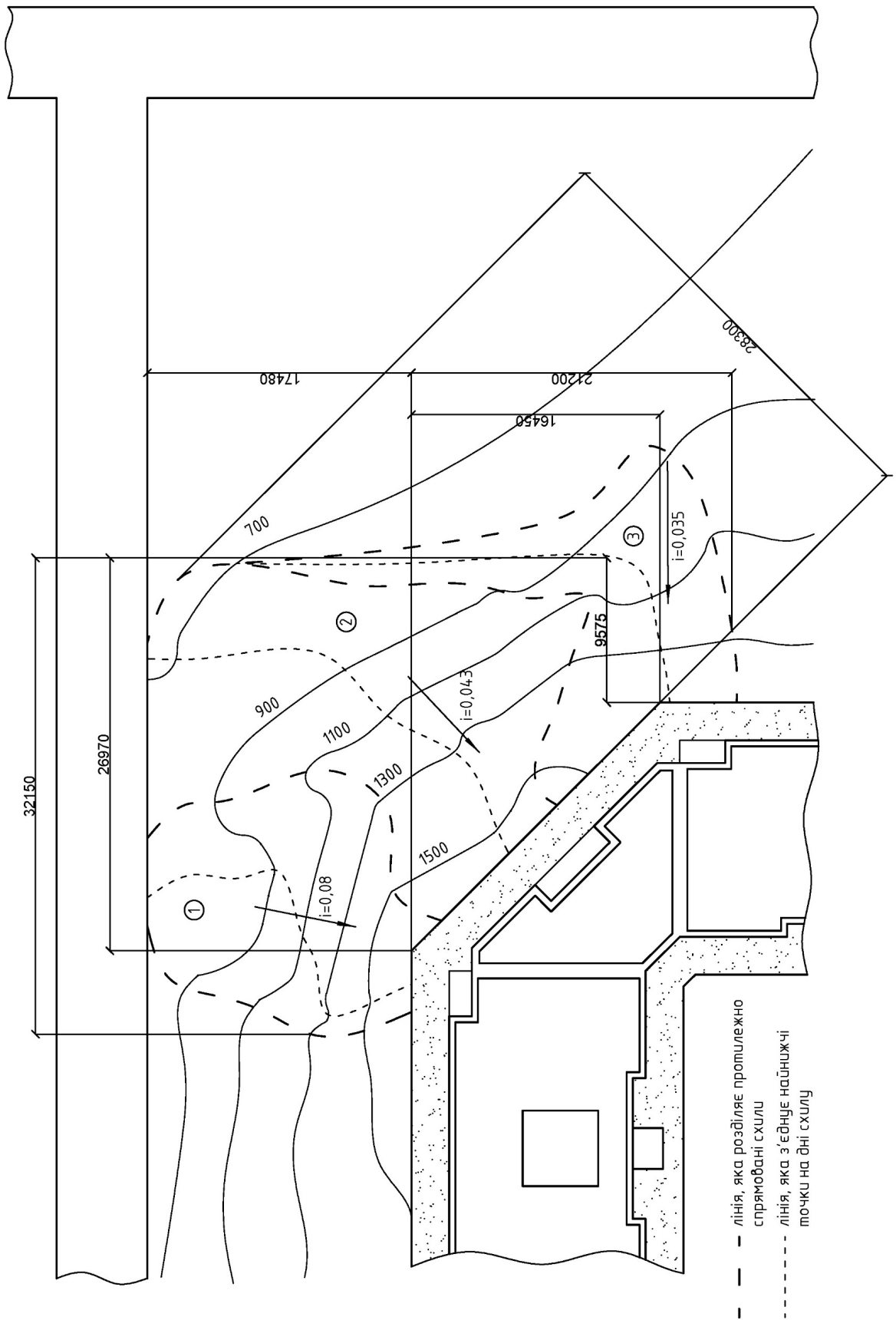


Рис. 2.23. Водозбірний басейн

2.5.2. Визначення величини крену споруди

Визначення величини крену споруди приймається по горизонтальному колу (лімбу), що відповідає напрямкам на нижню та верхню частини вставки будівлі. Оскільки лімб теодоліту під час вимірювання знаходиться у нерухомому стані, лінія, що відповідає його нульовому відліку, приймається в якості опорного напрямку. Визначення нахилу кута споруди проводиться за такою послідовністю. Теодоліт встановлюється на першій станції у робочий стан, наводиться візирний промінь на нижню та верхню частини вставки споруди. По величинам значень на лімбі береться різниця їх різниця, і якщо вона дорівнює нулю – то нахилу будівлі немає. Така процедура проводиться двічі – для більшої точності, коли вертикальний круг знаходиться у двох станах. За знаком та величиною крену визначається напрямок та характер нахилу будівлі у вертикальній площині.

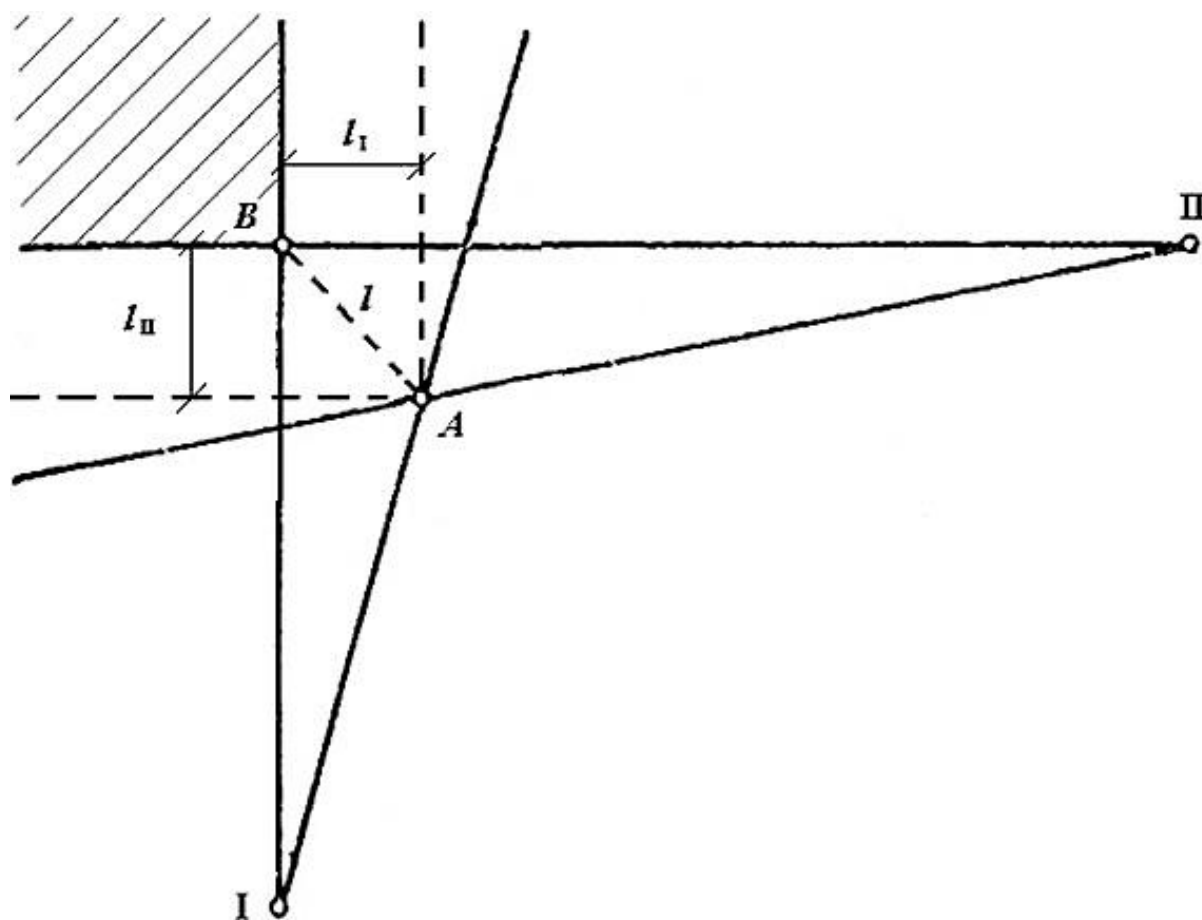


Рис. 2.23. План для встановлення величини нахилу будівлі

При встановленні лінійного переміщення у горизонтальній площині береться значення відстані між теодолітом та кутом споруди ϕ застосовуються формули тригонометрії.

Додатково використовується метод вертикального проектування, суть якого описується наступним, із верхньої точки опускається вниз промінь візирний у нижню точку, а потім прикладається рівень або балка, яка ставиться ортогонально по відношенню до променю візирного, та визначається лінійний розмір горизонтального переміщення.

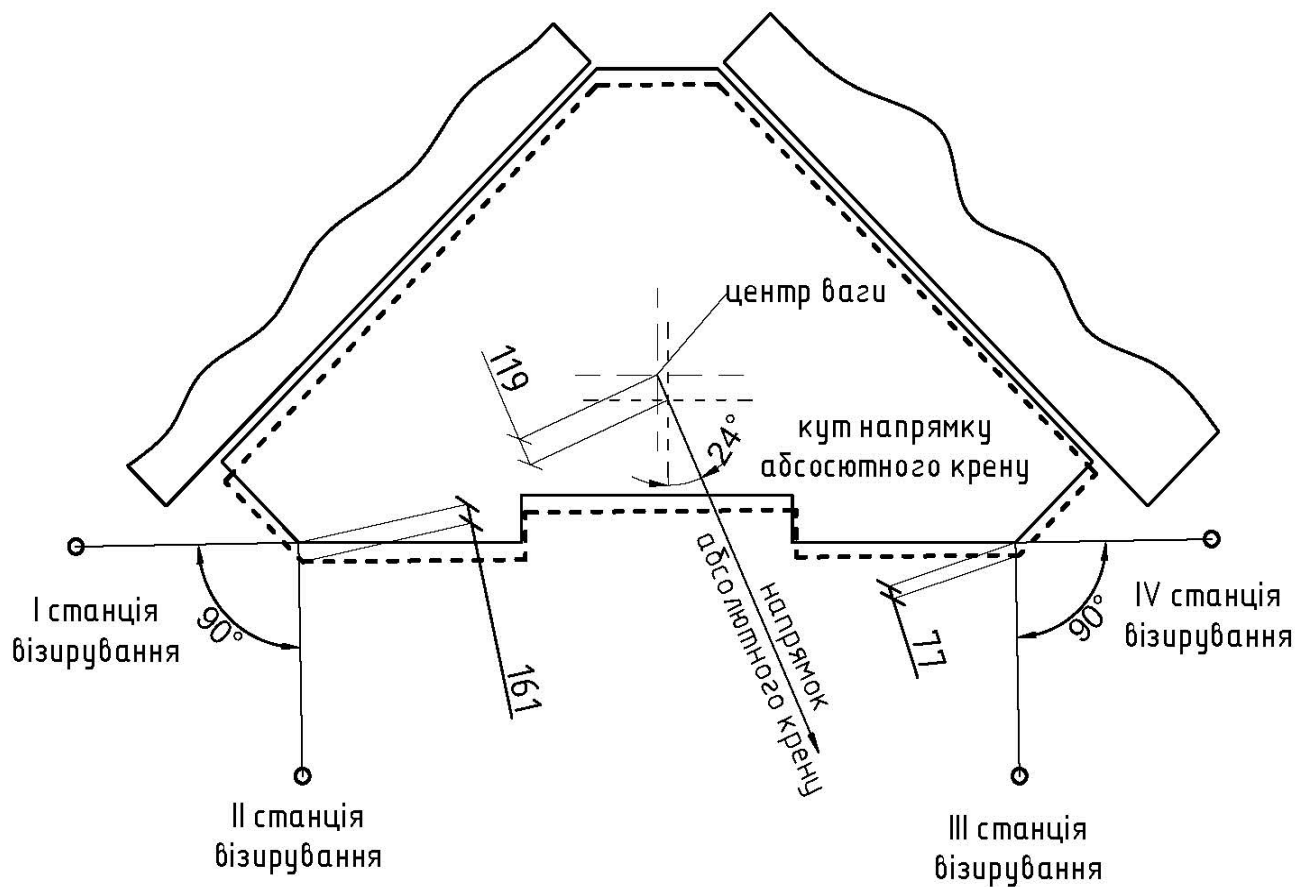
Значення кута крену визначається через відношення сумарного горизонтального лінійного зсуву l до висоти конструкції. У цьому випадку висоту можна визначити за допомогою методу нівелювання тригонометричного.

Результати вимірювань абсолютного вектору та крену будівлі наведено в зведеній таблиці 2.3 та на рисунку 2.24

Таблиця 2.3. Результати вимірювань абсолютного вектору та крену будівлі

№	Характеристика крену	Результати вимірювань	Допустиме значення *
		мм	мм
1	Максимальне векторне значення відхилення	161	148.5**/237.6***
2	Лінійна величина абсолютного крену	119	
3	Крен	0.0041	0.005**/0.008***

* Встановлено у відповідності до ДБН В.1.1-45:2017 [9]
 ** Граничне значення за технологічними та архітектурними вимогами
 *** Граничне значення за умови міцності, стійкості і тріщиностійкості



Умовні позначення:



максимальна векторна величина крену



контур стін (низ) 9-ти поверхового житлового будинку



контур стін (верх) 9-ти поверхового житлового будинку
(на висоті 29.70 м)

Рис. 2.23. Визначення величини крену вставки

2.6. Вимірювання міцності матеріалів

2.6.1. Визначення міцності бетону фундаментної плити

Нормативне значення кубкової міцності обчислюється за формулою:

$$f_{ck,cube} = f_{cm,cube,min} - \beta \cdot S_f \quad (2.5)$$

де $f_{cm,cube}$ – середнє значення кубкової міцності при випробуваннях:

$$f_{cm,cube} = \sum_{i=1}^n \frac{f_i}{n} \quad (2.5)$$

$$\beta = 1.65 \cdot (1 + 1.28 / \sqrt{n} - 1.5 / n) = 1.65 \cdot (1 + 1.28 / \sqrt{10} - 1.5 / 10) = 2.1$$

S_f – середнє квадратичне відхилення результатів вимірювань:

$$S_f = \sqrt{\sum_{i=1}^n (f_i - f_{cm,cube})^2 / (n-1)} \quad (2.6)$$

Середнє значення величини пружного відскоку

$$H_{сер} = \sum_{i=1}^{10} \frac{H_i}{10}$$

Таблиця 2.4. Результати міцності бетону фундаментної плити

1	H	30	29	30	28	31	29	30	28	29	30	Величина пружного відскоку
	$R_{i,MPa}$	21	20	21	19	22	20	21	19	20	21	Міцність бетону (за графіком МШ-225)
2	H	32	29	28	29	28	29	32	31	32	30	Величина пружного відскоку
	$R_{i,MPa}$	23	20	19	20	19	20	23	22	23	21	Міцність бетону (за графіком МШ-225)
3	H	28	30	26	30	27	30	29	27	28	30	Величина пружного відскоку
	$R_{i,MPa}$	19	21	17	21	18	21	20	18	19	21	Міцність бетону (за графіком МШ-225)
4	H	32	31	32	30	28	31	29	30	28	30	Величина пружного відскоку
	$R_{i,MPa}$	23	22	23	21	19	22	20	21	19	21	Міцність бетону (за графіком МШ-225)
5	H	26	30	27	28	26	27	29	26	28	27	Величина пружного відскоку
	$R_{i,MPa}$	17	21	18	19	17	18	20	17	19	18	Міцність бетону (за графіком МШ-225)

Похибка визначення міцності Δ визначається за графіком МШ-225,
тоді

$$f_{cm,cube,min} = f_{cm,cube} - \Delta$$

$$f_{ck,cube} = 19.87 \div 22.16 \text{ МПа}$$

За таблицею 3.1 ДБН В.2.6-98:2009 визначаємо клас бетону С 16/20.

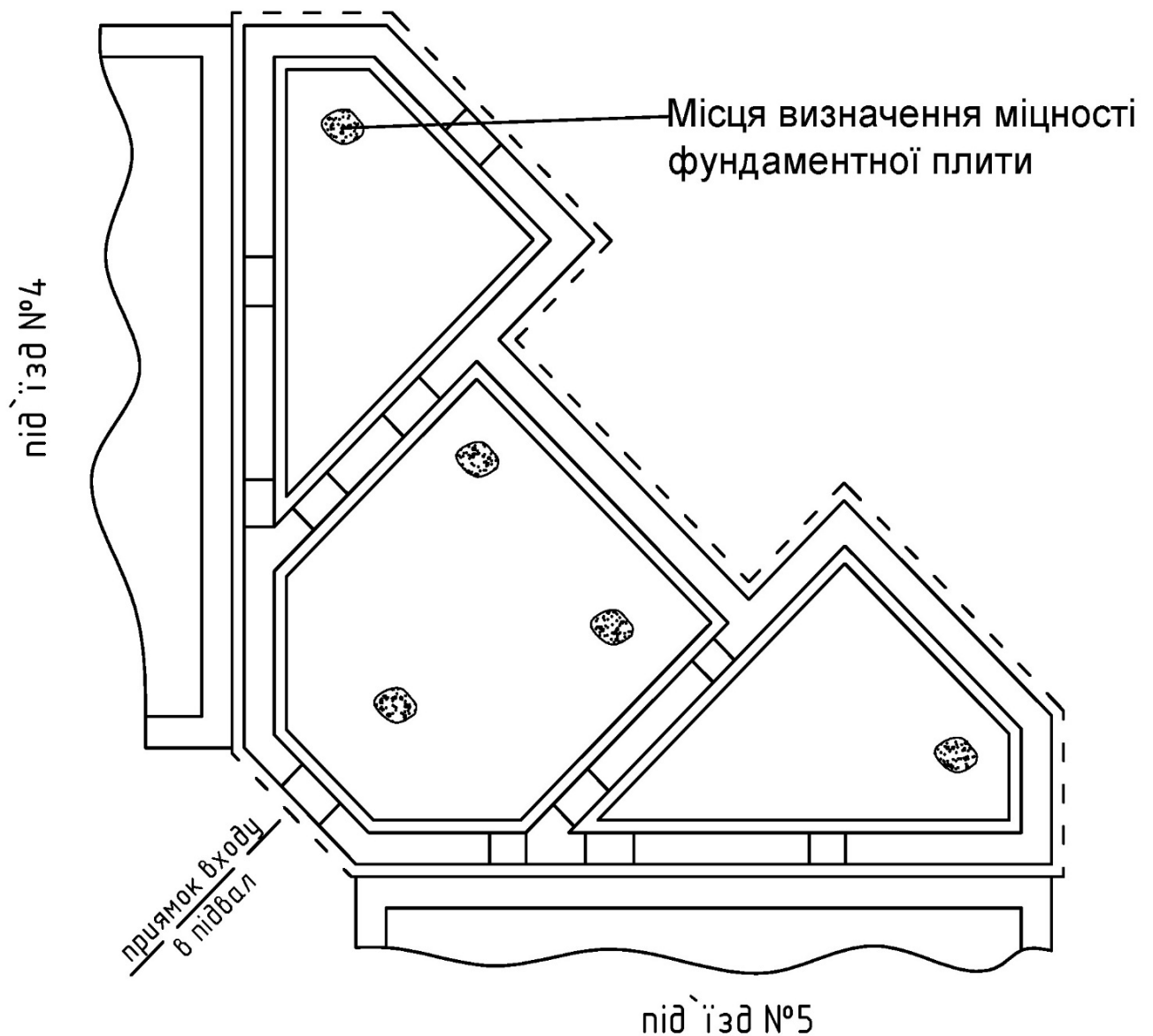


Рис. 2.24. Місця визначення міцності бетону фундаментної плити

2.6.2. Визначення міцності бетону блоків ФБС

Нормативне значення кубкової міцності обчислюється за формулою:

$$f_{ck,cube} = f_{cm,cube,min} - \beta \cdot S_f$$

де $f_{cm,cube}$ – середнє значення кубкової міцності при випробуваннях:

$$f_{cm,cube} = \sum_{i=1}^n \frac{f_i}{n}$$

$$\beta = 1.65 \cdot (1 + 1.28 / \sqrt{n} - 1.5 / n) = 1.65 \cdot (1 + 1.28 / \sqrt{10} - 1.5 / 10) = 2.1$$

S_f – середнє квадратичне відхилення результатів вимірювань:

$$S_f = \sqrt{\sum_{i=1}^n (f_i - f_{cm,cube})^2 / (n-1)}$$

Середнє значення величини пружного відскоку

$$H_{сер} = \sum_{i=1}^{10} \frac{H_i}{10}$$

Таблиця 2.5. Результати міцності бетону блоків ФБС

1	H	30	29	30	28	31	29	30	28	29	30	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	21	20	21	19	22	20	21	19	20	21	Міцність бетону (за графіком МШ-225)
2	H	32	29	28	29	28	29	32	31	32	30	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	23	20	19	20	19	20	23	22	23	21	Міцність бетону (за графіком МШ-225)
3	H	28	30	26	30	27	30	29	27	28	30	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	19	21	17	21	18	21	20	18	19	21	Міцність бетону (за графіком МШ-225)
4	H	32	31	32	30	28	31	29	30	28	30	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	23	22	23	21	19	22	20	21	19	21	Міцність бетону (за графіком МШ-225)
5	H	26	30	27	28	26	27	29	26	28	27	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	17	21	18	19	17	18	20	17	19	18	Міцність бетону (за графіком МШ-225)

Похибка визначення міцності Δ визначається за графіком МШ-225,
тоді

$$f_{cm, cube, min} = f_{cm, cube} - \Delta$$

$$f_{ck, cube} = 10.32 \div 11.47 \text{ МПа}$$

За таблицею 3.1 ДБН В.2.6-98:2009 визначаємо клас бетону С 8/10.

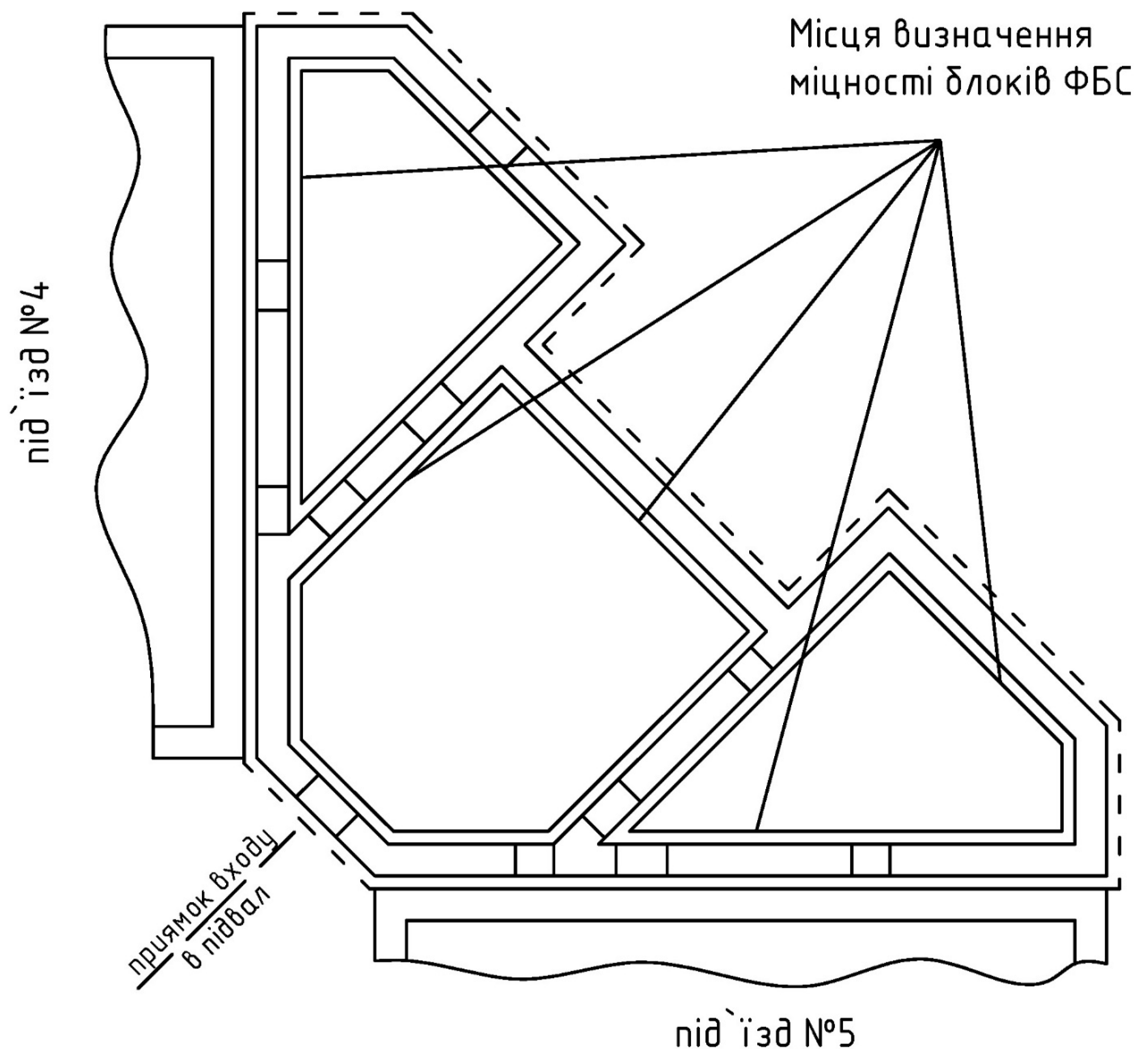


Рис. 2.25. Місця визначення міцності бетону блоків ФБС

2.6.3. Визначення міцності цегли

Марка цегли визначається за допомогою склерометру МШ-75 та згідно з ДСТУ Б В.2.7-61 (EN 771-1:2003, NEQ). Визначення марки цегли проводять за аналогією визначення міцності бетону. Вимірювання проводили на 10-ти ділянках, площею 10 м² кожна.

Розрахунок міцності:

Нормативне значення міцності обчислюється за формулою:

$$f_{ck,cube} = f_{cm,cube,min} - \beta \cdot S_f$$

де $f_{cm,cube}$ – середнє значення міцності при випробуваннях:

$$f_{cm,cube} = \sum_{i=1}^n \frac{f_i}{n}$$

$$\beta = 1.65 \cdot (1 + 1.28 / \sqrt{n} - 1.5 / n) = 1.65 \cdot (1 + 1.28 / \sqrt{10} - 1.5 / 10) = 2.1$$

S_f – середнє квадратичне відхилення результатів вимірювань:

$$S_f = \sqrt{\sum_{i=1}^n (f_i - f_{cm,cube})^2 / (n - 1)}$$

Середнє значення величини пружного відскоку

$$H_{сер} = \sum_{i=1}^{10} \frac{H_i}{10}$$

Похибка визначення міцності Δ визначається за графіком МШ-75, тоді

$$f_{cm,cube,min} = f_{cm,cube} - \Delta$$

$$f_{ck,cube} = 16.21 \div 17.89 \text{ МПа}$$

За таблицею ДСТУ Б В.2.7-61:2008 визначаємо марку цегли М 150.

Таблиця 2.6. Результати міцності цегли

1	H	41	40.5	41.5	40	42	40	41.5	42	40	42	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	16.4	15.8	17	15.3	17.6	15.3	17	17.6	15.3	17.6	Міцність (за графіком МШ-75)
2	H	42	41	42.5	41.5	41	42	41.5	41	41.5	42	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	17.6	16.4	18.3	17	16.4	17.6	17	16.4	17	17.6	Міцність (за графіком МШ-75)
3	H	43	42	41.5	41	42.5	43	41.5	41	42	43	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	18.9	17.6	17	16.4	18.3	18.9	17	16.4	17.6	18.9	Міцність (за графіком МШ-75)
4	H	40	39.5	40.5	41	40.5	42	40	41	41	40	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	15.3	14.7	15.8	16.4	15.8	17.6	15.3	16.4	16.4	15.3	Міцність (за графіком МШ-75)
5	H	40.5	41.5	42	41.5	41	42	43	42	40	42	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	15.8	17	17.6	17	16.4	17.6	18.9	17.6	15.3	17.6	Міцність (за графіком МШ-75)
6	H	41.5	41	42	41.5	40	42	40	42	41.5	41	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	17	16.4	17.6	17	15.3	17.6	15.3	17.6	17	16.4	Міцність (за графіком МШ-75)
7	H	40.5	42	43	42	40	41	42.5	43	40	41.5	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	15.8	17.6	18.9	17.6	15.3	16.4	18.3	18.9	15.3	17	Міцність (за графіком МШ-75)
8	H	40	41.5	42.5	43	40	41	41.5	42	43	42	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	15.3	17	18.3	18.9	15.3	16.4	17	17.6	18.9	17.6	Міцність (за графіком МШ-75)
9	H	42.5	43	40	41	43	42	40	41.5	41.5	42	Величина пружного відскоку
	R_i , МПа	18.3	18.9	15.3	16.4	18.9	17.6	15.3	17	17	17.6	Міцність (за графіком МШ-75)
10	H	41.5	42	43	42	40	41	40	41.5	42.5	43	Величина пружного відскоку

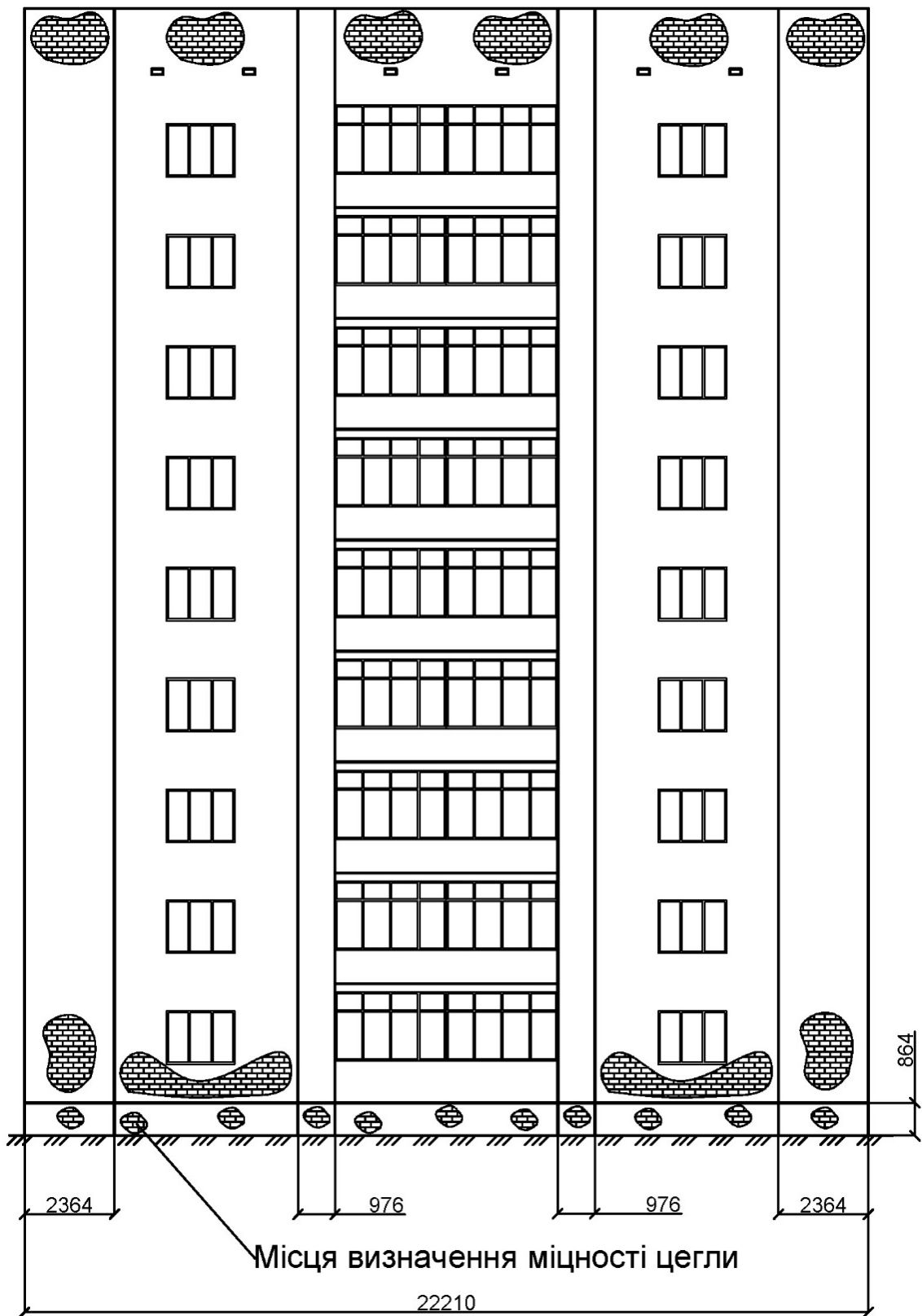


Рис. 2.26. Розгортка фасаду. Місця визначення міцності цегли

Висновки за розділом 2

1. При обстеженні конструкцій секції-вставки 9-и поверхового житлового будинку, розташованого за адресою: м. Краматорськ, вул. Двірцева, встановлено наступні дефекти та пошкодження (див. табл. 2.1):

- руйнування відкосів та порогів в дверних отворах у всіх квартирах 1-9 поверхів з розкриттям деформаційного шва внаслідок відхилення будівлі від вертикалі;

- неякісне виконання опалубних робіт при будівництві, та, як наслідок – кам'янистий бетон цоколя між фундаментом плитою і фундаментними блоками, місцями з поверхневими раковинами і порожнечами;

- тріщини в фундаментних блоках розкриттям від 0.5 до 3 мм в місцях обпирання та в прогонах над отворами цокольного поверху;

- бетон зовнішньої поверхні фундаментної плити внаслідок вилуговування і морозного руйнування низької якості містить поверхневі раковини і порожнечі.

2. За результатами інженерно-геодезичних досліджень території, що примикає до заднього (вуличного) фасаду вставки будівлі, встановлено значний водозбірний басейн з ухілами до $i = 0.043$ в сторону будівлі. При цьому, витрата стоку талих вод досягає $0.003 \text{ м}^3/\text{с}$, розрахункова витрата зливного стоку $0.21 \text{ м}^3/\text{с}$, об'єм зливного стоку – 339 м^3 . При таких характеристиках водозбірного басейну створюються передумови для зволоження ґрунтів з боку заднього (вуличного) фасаду в період активних опадів або танення снігу.

3. За результатами визначення крену споруди встановлено, що максимальне векторне значення відхилення становить 161 мм, що перевищує граничне значення за технологічними та архітектурними вимогами (148.5 мм). Лінійна величина абсолютного крену складає 119 мм, крен – 0.0041 (визначені відхилення не перевищують граничних значень, встановлених будівельними нормами за умови міцності, стійкості і тріщиностійкості самої споруди). Але, приймаючи до уваги статистику змін відхилень у часі, необхідно вжити комплексних заходів щодо стабілізації процесів деформацій, які передбачають водовідведення та закріплення ґрунтів основи.

4. Наявність значного водозбірною басейну з боку вулиці з ухилами убік будівлі провокує зволоження ґрунтів з боку заднього (вуличного) фасаду в період активних опадів або танення снігу (розділ 2.5.1). В результаті, з боку вулиці під фундаментною плитою знижується модуль деформації ґрунтів до 11 МПа, а розрахунковий опір до 240 кПа. У зв'язку з геометричними особливостями будівлі в ту саму сторону має місце зсув центру ваги, що призводить до збільшення тиску на ґрунт по краях фундаментної плити вище розрахункового опору. У комбінації ці два фактори створюють умови для відхилень будівлі від вертикалі, які здатні тривати довгий час.

5. Враховуючи виявлені пошкодження і дефекти конструкцій будівельних, загальний технічний стан будинку оцінено як непридатний для подальшого використання (категорія «3» по класифікації [2]). Причиною виникнення крену будівлі слід вважати невідале конструктивне рішення, яке допущене при проектуванні, а також (як супутній фактор) – замочування ґрунтів основи з боку заднього (вуличного) фасаду.

6. Для відновлення експлуатаційної придатності будівлі та забезпечення категорії технічного стану «2» (задовільний), необхідно виконати підсилення фундаментів.

7. Дефекти та пошкодження, які не знижують міцність конструкції рекомендується виправити при плановому технічному обслуговуванні будівлі.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНКИ ТА ТЕХНІЧНЕ РІШЕННЯ ЩОДО ПІДСИЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ

3.1. Основні завдання розрахунків та розрахункова скінченно-елементна модель будівлі

Розрахунок будівлі призначено для розв'язання наступних питань:

- встановлення причин отриманих відхилень будівлі від вертикалі;
- перевірки несучої здатності стін будівлі з урахуванням відхилень;
- перевірки міцності фундаментної плити;
- одержання даних (поля напружень в основі фундаментної плити) для

розробки технічних рішень по стабілізації положення будівлі.

Розрахунки будівлі виконано методом у програмному комплексі Ліра-САПР.

Розрахункова скінченно-елементна модель будинку (рисунки 3.3, 3.4) виконана за допомогою скінченних елементів оболонки. Для фундаментної плити використані універсальні скінченні елементи, що враховують параметри пружної основи, що обчислені на тривимірній моделі ґрунту.

Тривимірну модель ґрунтової основи виконано за даними інженерно-геологічних вишукувань (розділ 2). Розташування свердловин показано на рисунку 3.2. Характеристики вилучених зі свердловин ґрунтів показано в таблиці 3.1 та 3.2.

3.2. Характеристики ґрунтів

Інженерно-геологічні вишукування встановили, що в основі фундаментів залягають ґрунти, які здатні до зміни фізико-механічних характеристик при зволоженні (ІГЕ 3 і 3а). Приймаючи до уваги, що геодезична зйомка встановила наявність значного водозбірного басейну з боку вулиці з ухілами убік будівлі (див. рис. 2.23), в розрахунках прийнято випадок, що припускає зволоження ґрунтів з боку заднього (вуличного) фасаду в період опадів або активного танення снігу. Таким чином, з боку вулиці приймається зниження модуля деформації ґрунтів основи до 11 МПа, а розрахункового опору – до 240 кПа (визначено у відповідності до вимог [4]).

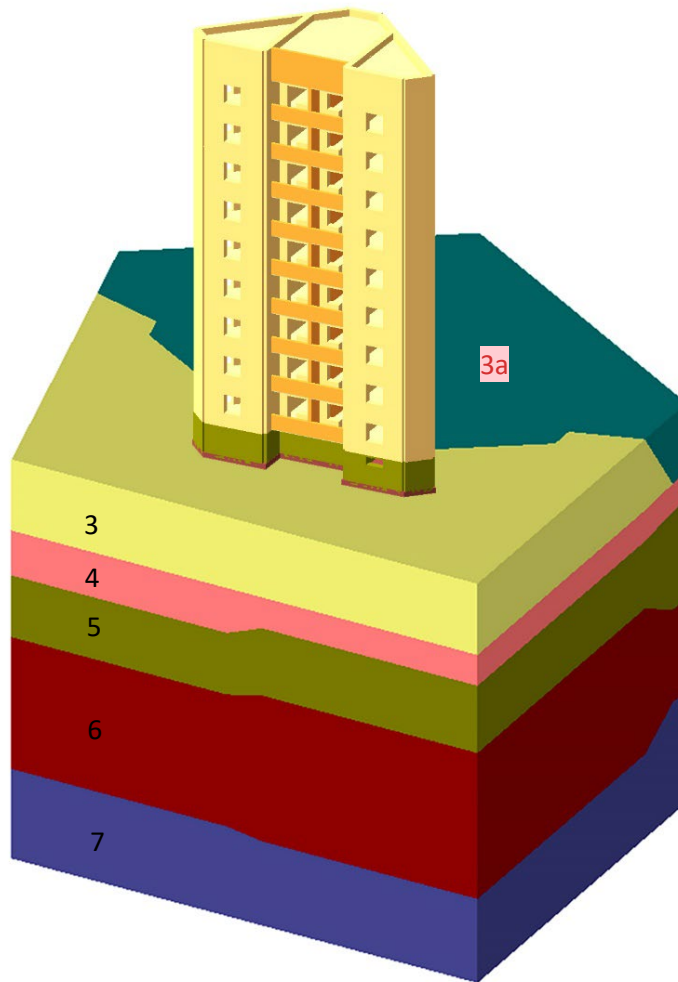


Рис. 3.1. Модель розрахунку будівлі із ґрунтовим масивом

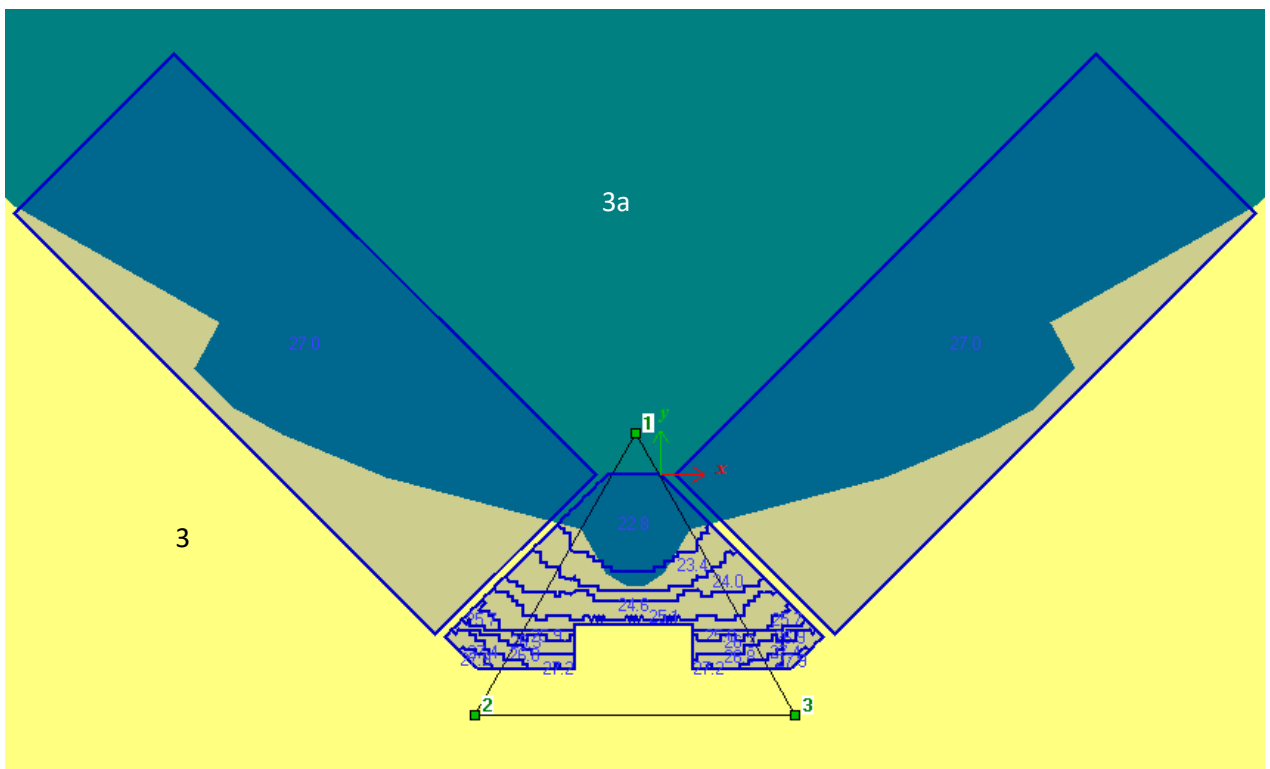


Рис. 3.2. Розташування свердловин

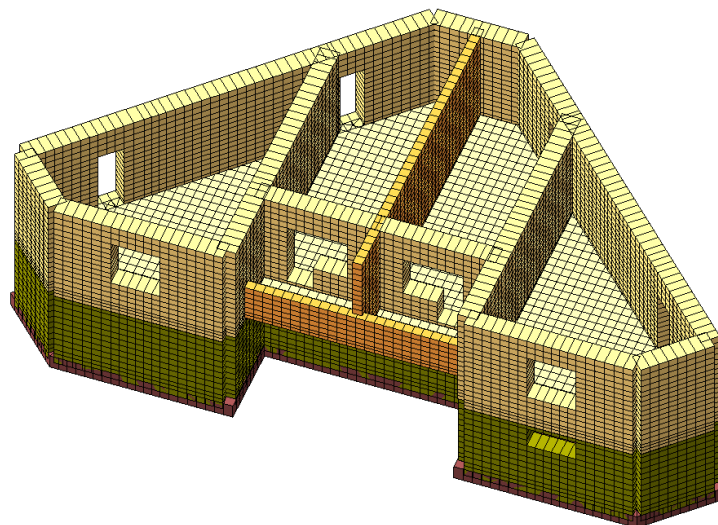
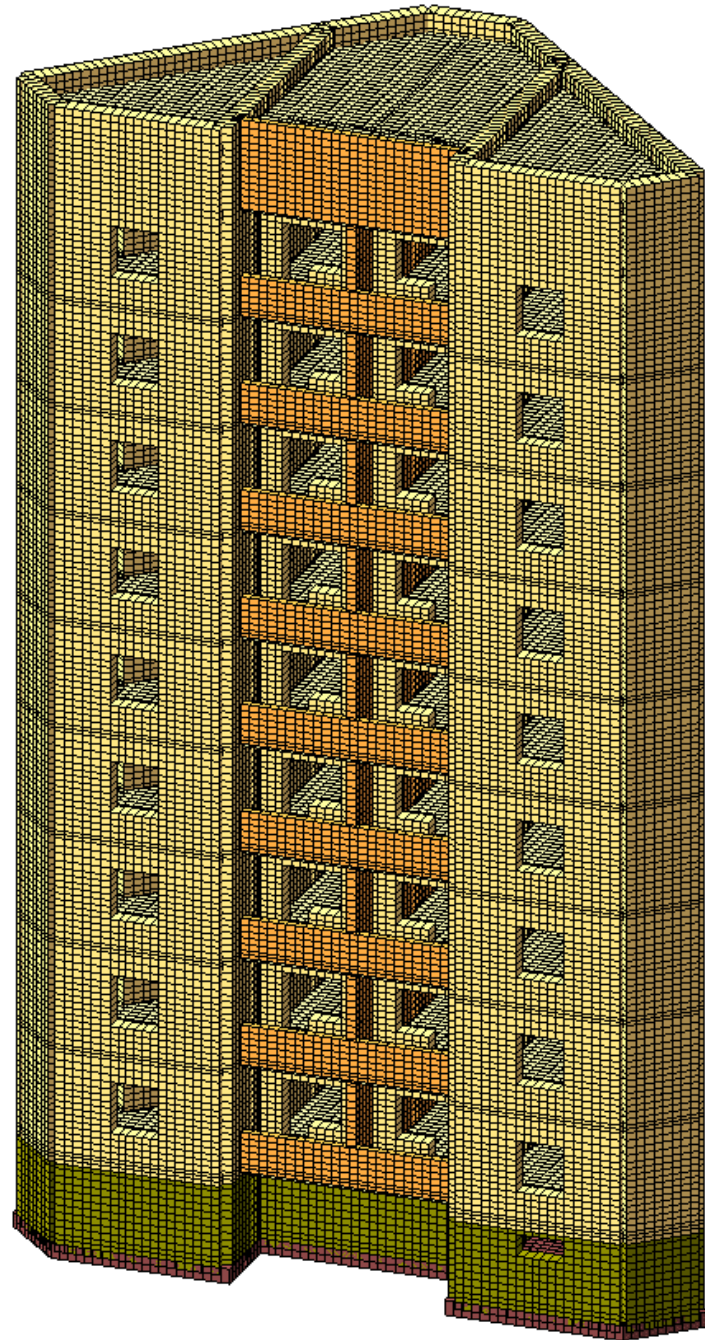


Рис. 3.3. Розрахункова скінченно-елементна модель вставки (фасад)



Рис. 3.4. Розрахункова скінченно-елементна модель вставки (двір)

По розрахункам на тривимірній моделі ґрунтової основи обчислюються величини коефіцієнтів постелі С1, С2 по всій площі фундаментів, які обумовлені власними силовими факторами на фундаменти та зусиллями, що передають прилеглі будинки, розраховується значення глибини стиснутої товщі і осідання за схемою лінійно-деформованого півпростору. Параметри пружної основи визначаються за модифікованою моделлю Пастернака. При цьому, коефіцієнт постелі С1 зв'язує інтенсивність вертикальної відпору ґрунту з його осіданням (коефіцієнт стиску), а коефіцієнт постелі С2 (коефіцієнт зсуву) – визначає інтенсивність сил зсування.

Таблиця 3.1. Характеристики ґрунтів

№ ПЕ	Природна вологість (частки)	Коефіцієнт пористості	Модуль деформації (МПа)	Коефіцієнт Пуассона	Питома вага ґрунту (МН/м ³)
3а	0.19	0.69	13.729	0.30	0.017
3	0.19	0.76	10.787	0.30	0.019
4	0.16	0.67	13.729	0.30	0.019
5	0.17	0.71	17.652	0.30	0.018
6	0.18	0.72	17.652	0.30	0.018
7	0.15	0.68	22.555	0.30	0.017

Тиск на ґрунт від будинків, розташованих у безпосередній близькості з розглянутим будинком, визначається приблизно. У розрахунках прийнято постійний тиск на ґрунт від сусідніх будинків інтенсивністю 240 кПа.

У розрахунковій схемі враховано постійні (вага несучих і не несучих конструкцій) і тимчасові навантаження [3]. При цьому, для оцінки граничного тиску на основу та перевірки несучої здатності будівлі, приймалися характеристичні значення тимчасових навантажень (розрахунковий випадок № 1). Для оцінки середнього тиску на основу з умови тривалої дії тимчасового навантаження, окремо розглядався розрахунковий випадок № 2, при якому завантаження здійснювалося постійними та квазіпостійними навантаженнями.

Власна вага конструкцій приймалася з коефіцієнтом надійності 1.05.

Питома вага цегляної кладки прийнято 1.65 т/м³, для залізобетону – 2.4 т/м³. Характеристичне значення тимчасового навантаження на 1-9 поверхах прийнято 150 кг/м², на технічних поверхах – 100 кг/м². Квaziпостійне значення тимчасових навантажень прийнято 35 кг/м². Коефіцієнт надійності для характеристичних навантажень прийнято 1.3, для квaziпостійних – 1.0.

Таблиця 3.2 .Характеристики ґрунтів (свердловина 1)

ПЕ	Найменування ґрунту	Абсолютна відмітка підшви, м	Потужність шару, м	Глибина залягання, м
Свердловина 1				
Координати (-1.25, 2.0)				
Абсолютна відмітка устя 100.0				
Глибина свердловини 12.34 м				
3а	Суглинок бурий, коричнево-бурий, з включенням карбонатів, твердої консистенції	97.56	2.44	2.44
4	Суглинок бурий, коричнево-бурий, з включенням карбонатів, твердої консистенції	96.56	1.00	3.44
5	Суглинок коричнево-бурий з червоним, коричнево-червоний, з включенням жовен карбонатів, твердої консистенції	93.06	3.50	6.94
6	Суглинок коричнево-бурий з червоним, з включенням жовен карбонатів, твердої консистенції	89.76	3.30	10.24
7	Суглинок червоно-бурий, коричнево-бурий, буро-жовтий, пісковистий, з включенням жорстви та щебеню пісковика до 30-40%, та крейди, твердої консистенції	87.66	2.10	12.34

Таблиця 3.2 .Характеристики ґрунтів (свердловина 2)

ПЕ	Найменування ґрунту	Абсолютна відмітка підшви, м	Потужність шару, м	Глибина залягання, м
Свердловина 2				
Координати (-9.25, -12.0)				
Абсолютна відмітка устя 100.0				
Глибина свердловини 13.04 м.				
3	Суглинок бурий, коричнево-бурий, з включенням карбонатів, твердої консистенції	97.46	2.54	2.54
4	Суглинок бурий, коричнево-бурий, з включенням карбонатів, твердої консистенції	95.86	1.60	4.14
5	Суглинок коричнево-бурий з червоним, коричнево-червоний, з включенням жовен карбонатів, твердої консистенції	93.66	2.20	6.34
6	Суглинок коричнево-бурий з червоним, з включенням жовен карбонатів, твердої консистенції	88.96	4.70	11.04
7	Суглинок червоно-бурий, коричнево-бурий, буро-жовтий, пісковистий, з включенням жорстви та щебеню пісковика до 30-40%, та крейди, твердої консистенції	86.96	2.00	13.04

Таблиця 3.4 .Характеристики ґрунтів (свердловина 3)

ПЕ	Найменування ґрунту	Абсолютна відмітка підшви, м	Потужність шару, м	Глибина залягання, м
Свердловина 3				
Координати (6.75, -12.00)				
Абсолютна відмітка устя 100.00				
Глибина свердловини 13.24 м				
3	Суглинок бурий, коричнево-бурий, з включенням карбонатів, твердої консстенції	97.46	2.54	2.54
4	Суглинок бурий, коричнево-бурий, з включенням карбонатів, твердої консистенції	96.36	1.10	3.64
5	Суглинок коричнево-бурий з червоним, коричнево-червоний, з включенням жовен карбонатів, твердої консистенції	93.96	2.40	6.04
6	Суглинок коричнево-бурий з червоним, з включенням жовен карбонатів, твердої консистенції	88.76	5.20	11.24
7	Суглинок червоно-бурий, коричнево-бурий, буро-жовтий, пісковистий, з включенням жорстви та щебеню пісковика до 30-40%, та крейди, твердої консистенції	86.76	2.00	13.24

3.3. Результати розрахунків

Результати представлено для двох розрахункових випадків:

- розрахунковий випадок № 1 (комбінація постійних і характеристичних тимчасових навантажень);
- розрахунковий випадок № 2 (комбінація постійних і квазіпостійних тимчасових навантажень).

Для розрахункового випадку № 1 наведено ізополя коефіцієнтів постелі C1 і C2, навантаження (тиск) на ґрунтову основу Pz, ізополя вертикальних переміщень, ізополя напружень у стінах будівлі та у фундаментній плиті, а також ізополя розрахункового армування фундаментної плити.

Для розрахункового випадку № 2 наведено ізополя коефіцієнтів постелі C1 і C2, ізополя вертикальних переміщень, ізополя тиску на ґрунтову основу Pz.

Зведені результати розрахунків представлено в таблицях 6.5 (результати розрахунків коефіцієнтів постелі C1 і C2), 6.6 (результати розрахунків тиску на ґрунтову основу Pz), 6.7 (результати розрахунків власних деформацій фундаментної плити), 6.8 (результати розрахунків напружень у стінах і фундаментної плити) і 6.9 (результати підбору арматури фундаментної плити).

Таблиця 6.5. Результати розрахунків коефіцієнтів постелі C1 і C2

Розрахунковий випадок		Інтервали коефіцієнтів постелі	
		C ₁ , кН/м ³	C ₂ , кН/м
1	Комбінація постійних і характеристичних тимчасових навантажень	$3.21 \times 10^3 - 3.95 \times 10^3$	$1.33 \times 10^5 - 1.65 \times 10^5$
2	Комбінація постійних і квазіпостійних тимчасових навантажень	$3.24 \times 10^3 - 4.03 \times 10^3$	$1.36 \times 10^5 - 1.67 \times 10^5$

Таблиця 6.6. Результати розрахунків тиску на ґрунт P_z

Розрахунковий випадок		Тиск на ґрунт, кПа	Тиск на ґрунт, що допускається, кПа
1	Комбінація постійних і характеристичних тимчасових навантажень	221 – 277	240
2	Комбінація постійних і квазіпостійних тимчасових навантажень	207 – 262	

Таблиця 6.7. Результати розрахунків деформацій фундаментної плити

Розрахунковий випадок		Інтервал деформацій фундаментів, мм	Деформації, що допускаються, мм
1	Комбінація постійних і характеристичних тимчасових навантажень	67.5 – 70.3	100
2	Комбінація постійних і квазіпостійних тимчасових навантажень	62.8 – 65.4	

Таблиця 6.8. Напруження у стінах і фундаментній плиті

Елементи будівлі	Розрахункові напруження, МПа	Напруження, що допускаються, МПа
Цегельні стіни будівлі	-1.47	-2.2
Стіни підвального поверху (виконані з фундаментних блоків)	-3.45	-6
Напруження стиску у фундаментній плиті	-6.91	-11.5

Таблиця 6.9. Результати добору арматури фундаментної плити

Орієнтація стрижнів	Розрахункова площа (см ² /п.м) / параметри армування (крокØдіаметр)	
	Отримане за розрахунком	Встановлено при обстеженні
Арматури по осі «Х» біля нижньої грані фундаментної плити	15.2 / 250Ø22	24.6 / 250Ø28**
Арматури по осі «Х» біля верхньої грані фундаментної плити	15.2 / 250Ø22	24.6 / 250Ø28*
Арматури по осі «У» біля нижньої грані фундаментної плити	12.6 / 250Ø20	24.6 / 250Ø28*
Арматури по осі «У» біля верхньої грані фундаментної плити	15.2 / 250Ø22	24.6 / 250Ø28** (25.4 / 100Ø18*)
* – фізично встановлено при обстеженні		
** – припущення		

3.3.1. Розрахунковий випадок №1. Граничні навантаження

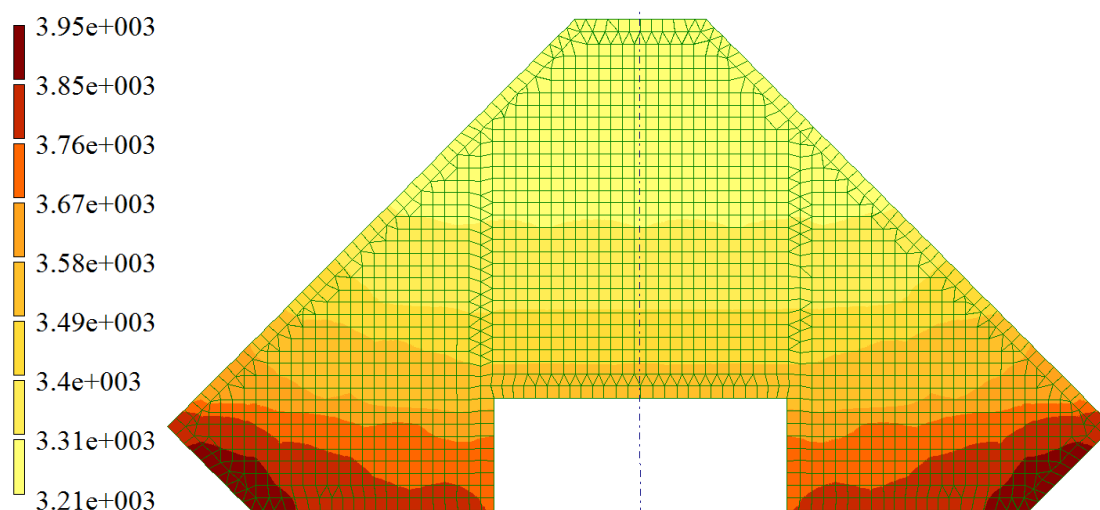


Рис. 3.5. Ізополя коефіцієнтів постелі C_1 , кН/м³

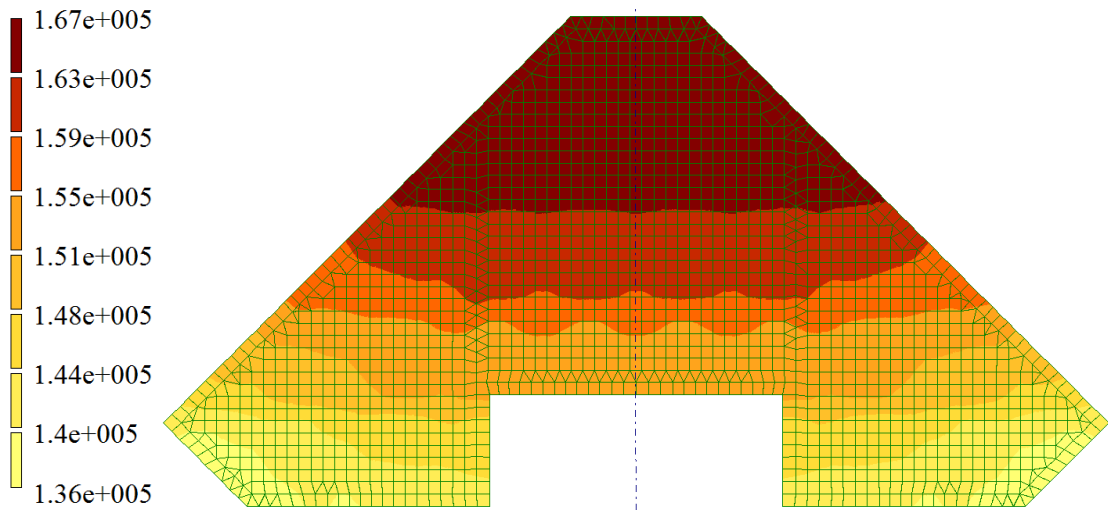


Рис. 3.6. Ізополя коефіцієнтів постелі C_2 , кН/м

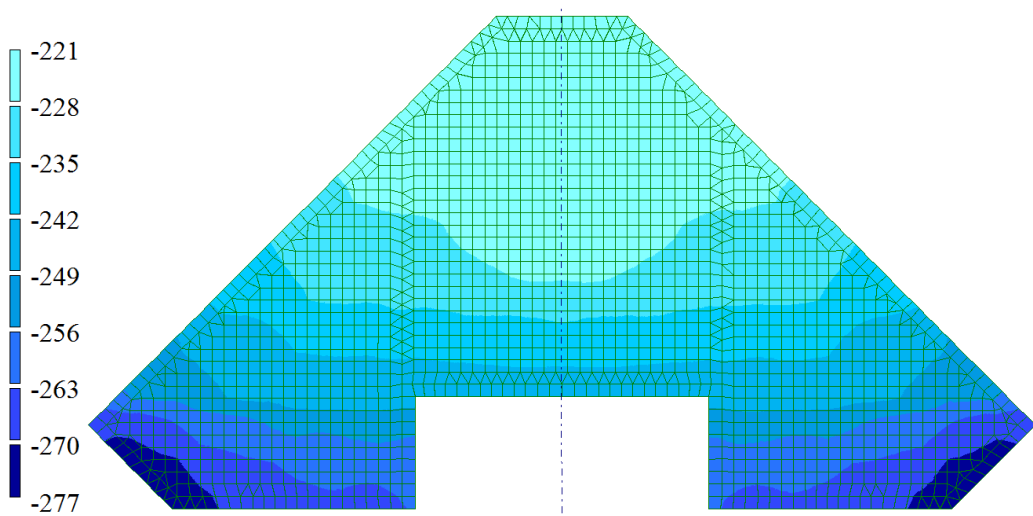


Рис. 3.7. Ізополя тиску на ґрунт основи P_z , кПа

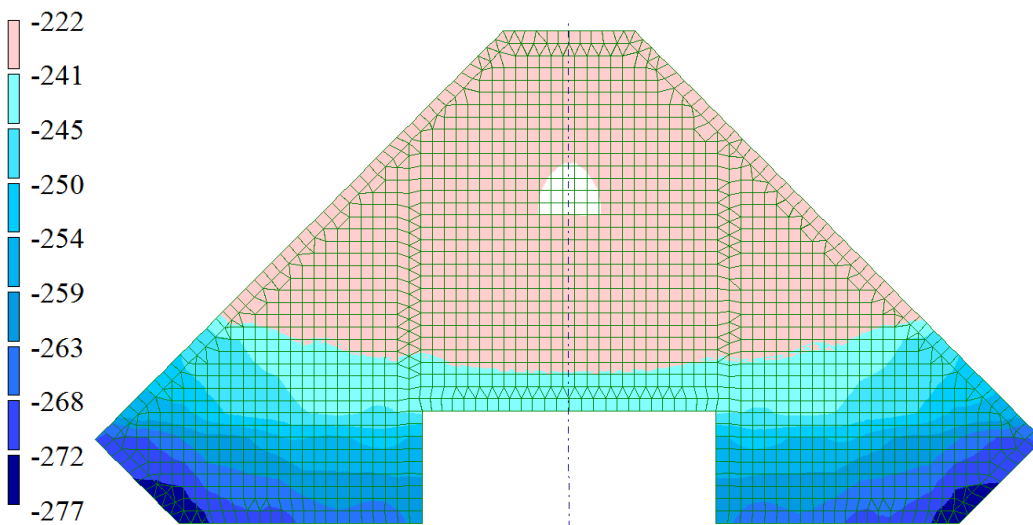


Рис. 3.8. Ізополя тиску на ґрунт основи P_z , який перевищує розрахунковий опір ґрунту, кПа

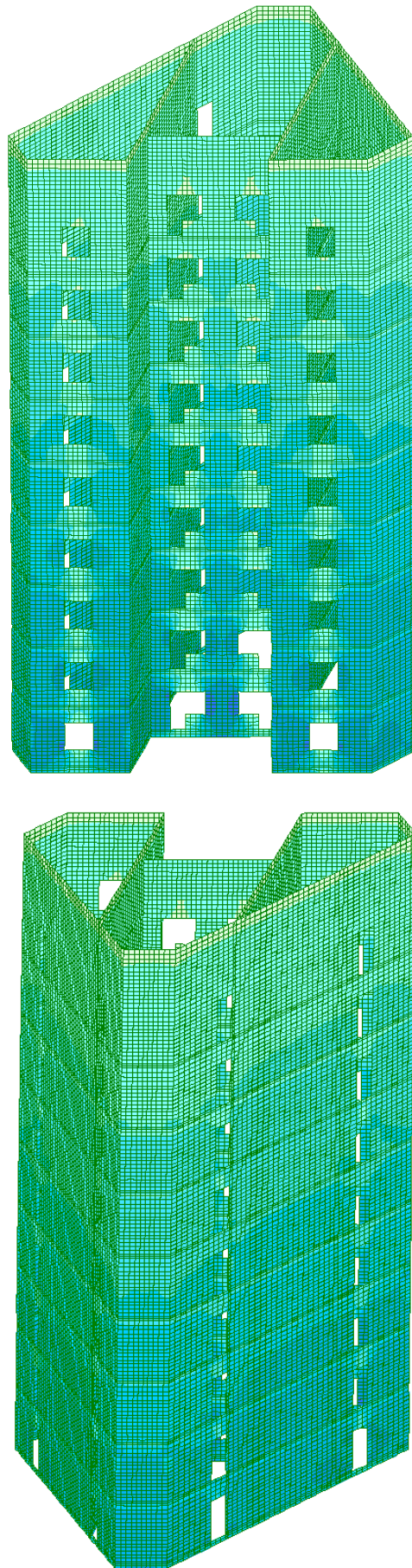


Рис. 3.9. Ізополя напружень у цегляних стінах, МПа

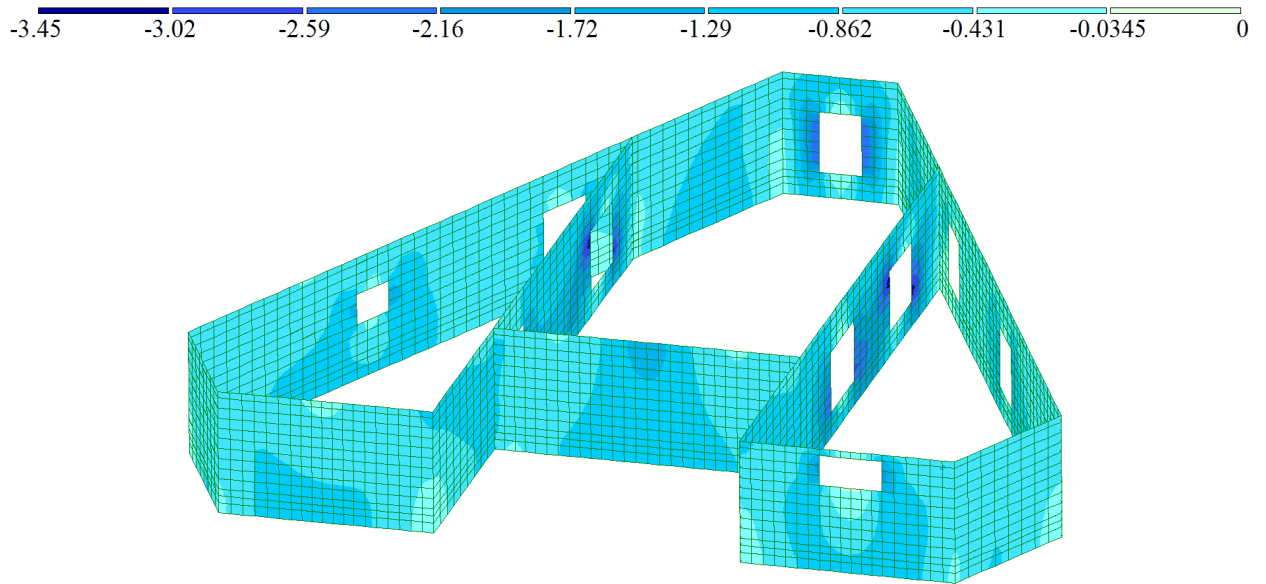


Рис. 3.10. Ізополя напружень у стінах підвалу, МПа

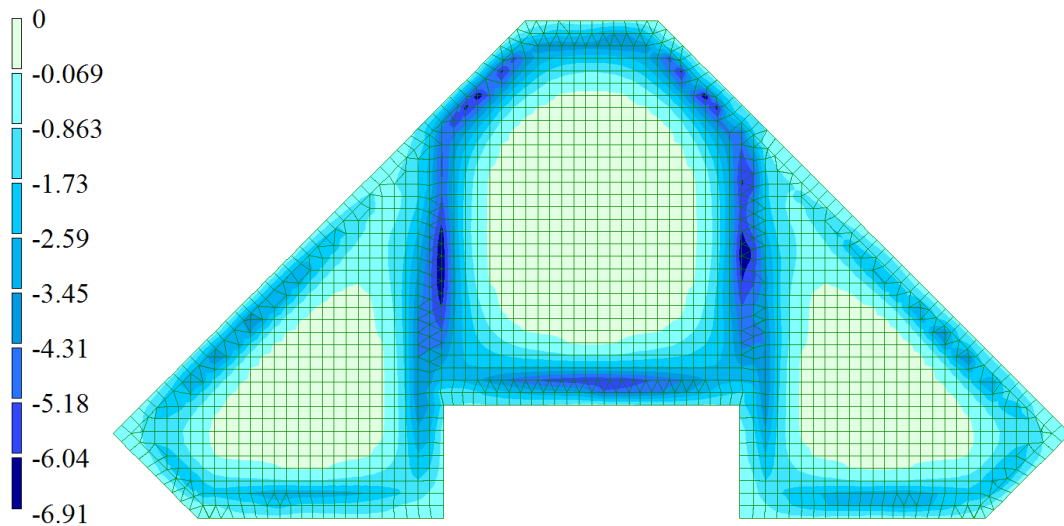


Рис. 3.11. Ізополя напружень у фундаментній плиті, МПа

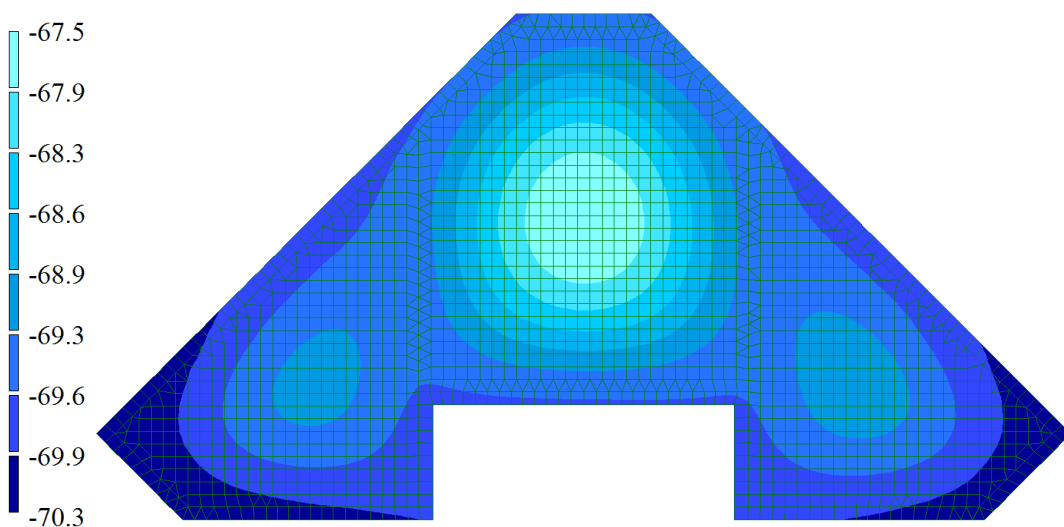


Рис. 3.12. Ізополя деформацій фундаментної плити, мм

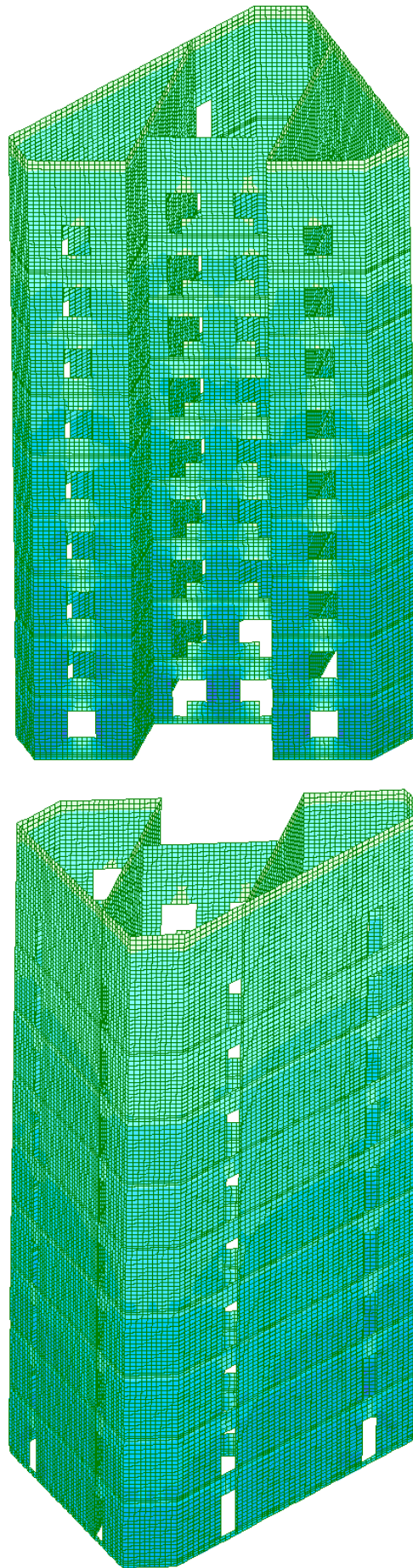


Рис. 3.13. Ізополя напружень у цегляних стінах з урахуванням крену, МПа

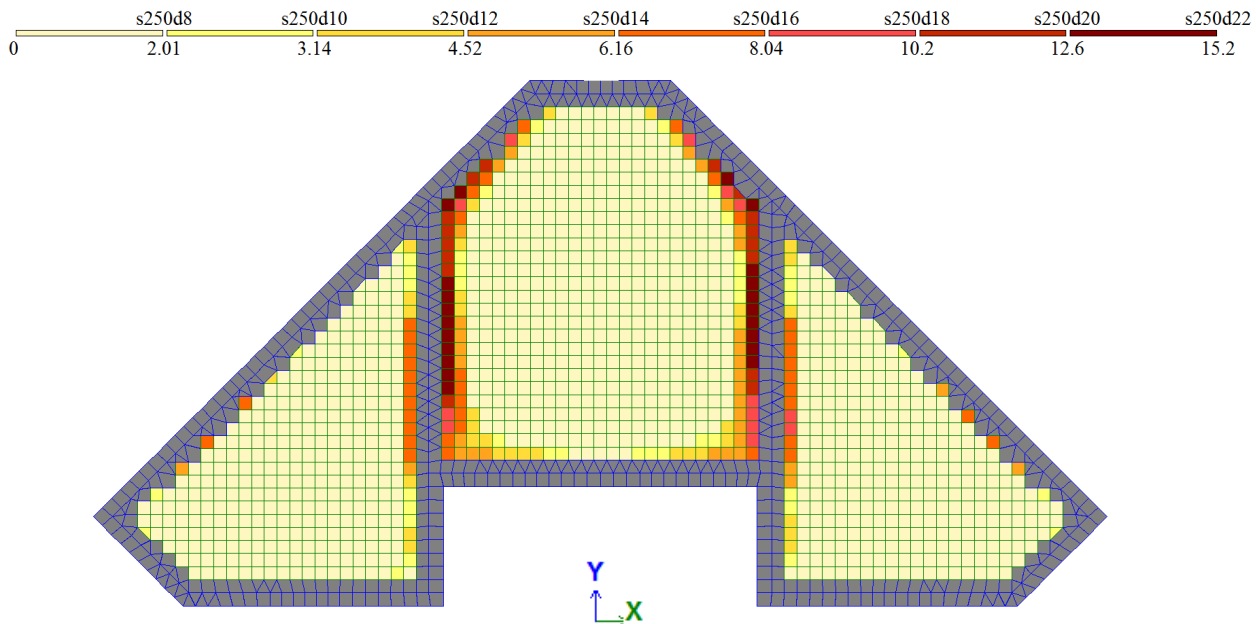


Рис. 3.14. Розрахункова площа арматур по осі «X» у нижньої грані плити

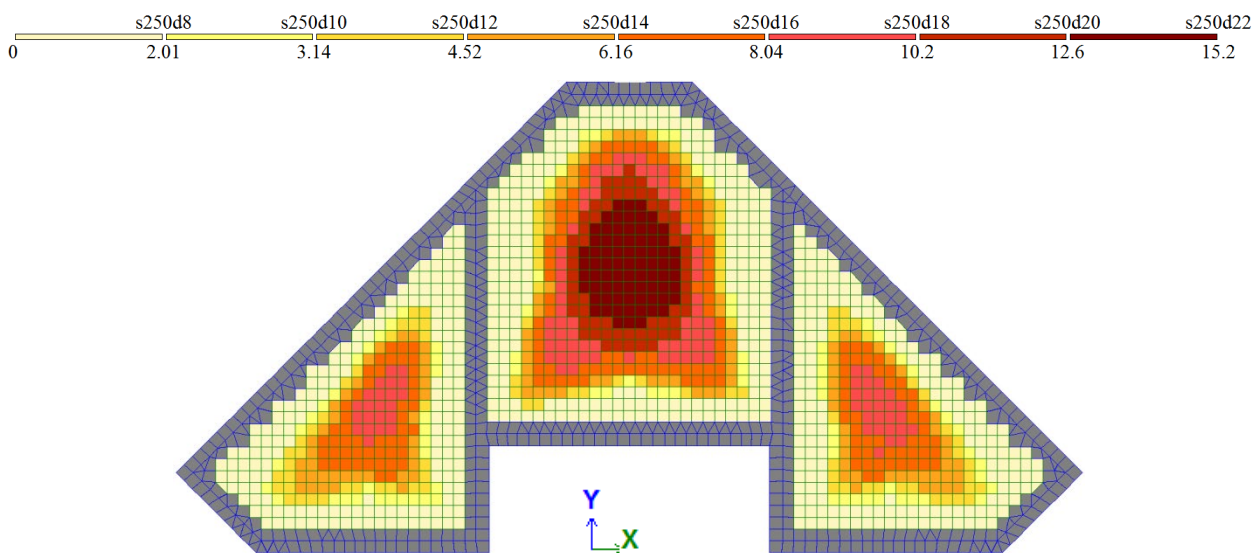


Рис. 3.15. Розрахункова площа арматур по осі «X» у верхньої грані

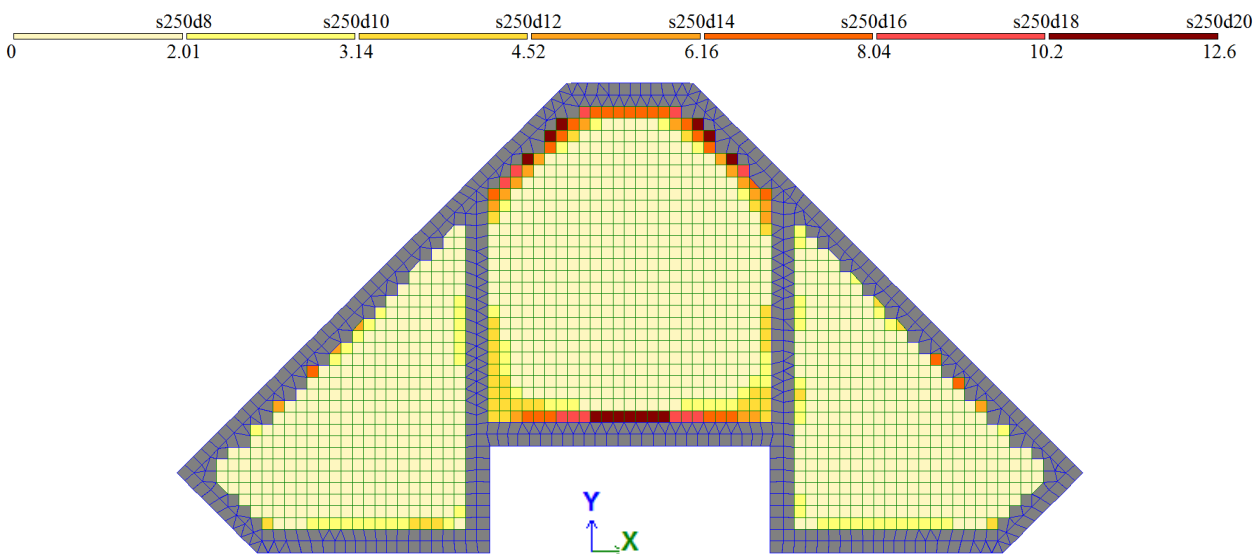


Рис. 3.16. Розрахункова площа арматур по осі «Y» у нижньої грані плити

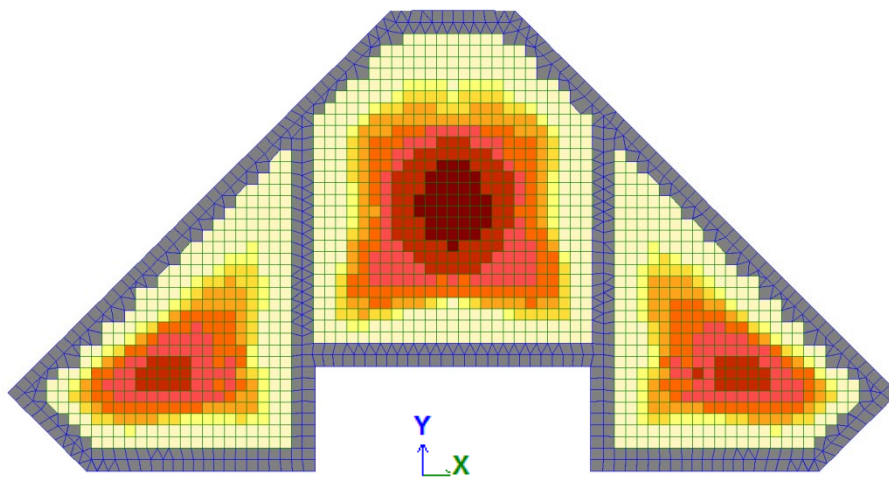


Рис. 3.17. Розрахункова площа арматур по осі «Y» у верхньої грані

3.3.2. Розрахунковий випадок №2. Тривале навантаження

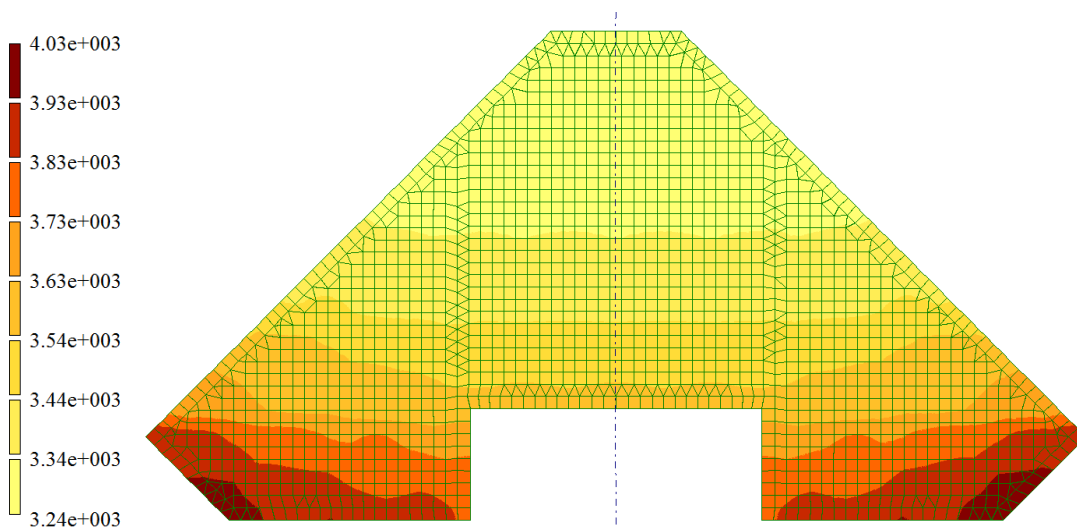


Рис. 3.18. Ізополя коефіцієнтів постелі C_1 , kN/m^3

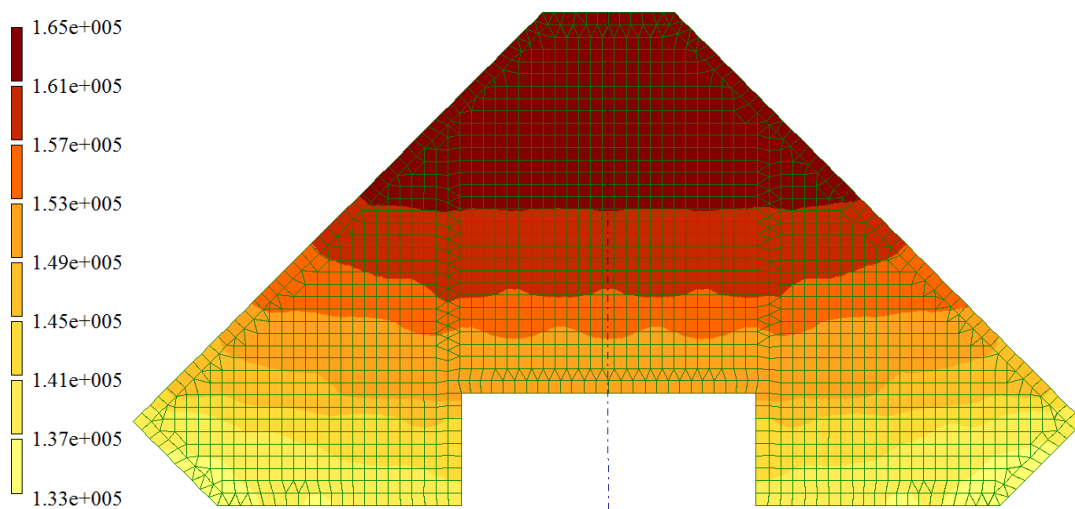


Рис. 3.19. Ізополя коефіцієнтів постелі C_2 , kN/m

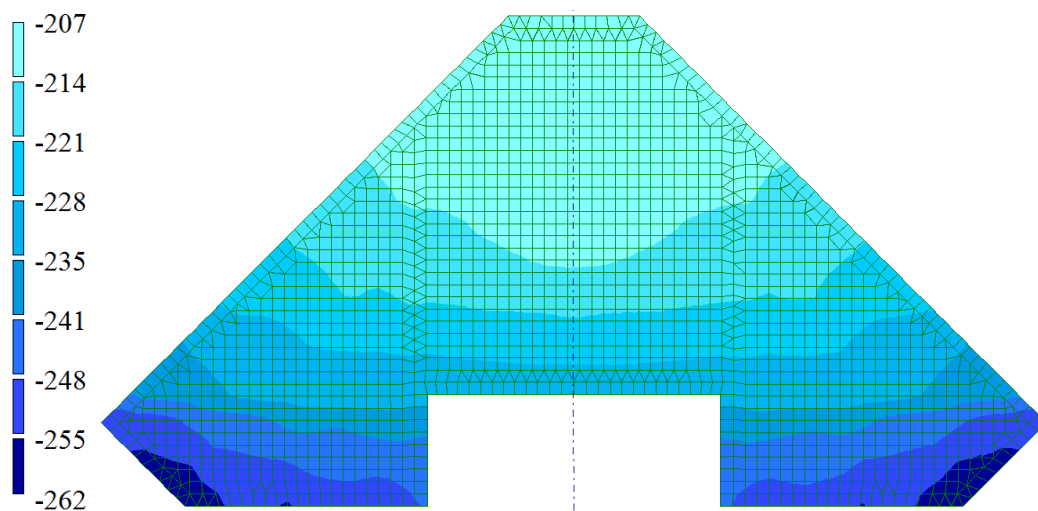


Рис. 3.20. Ізополя тиску на ґрунт основи P_z , кПа

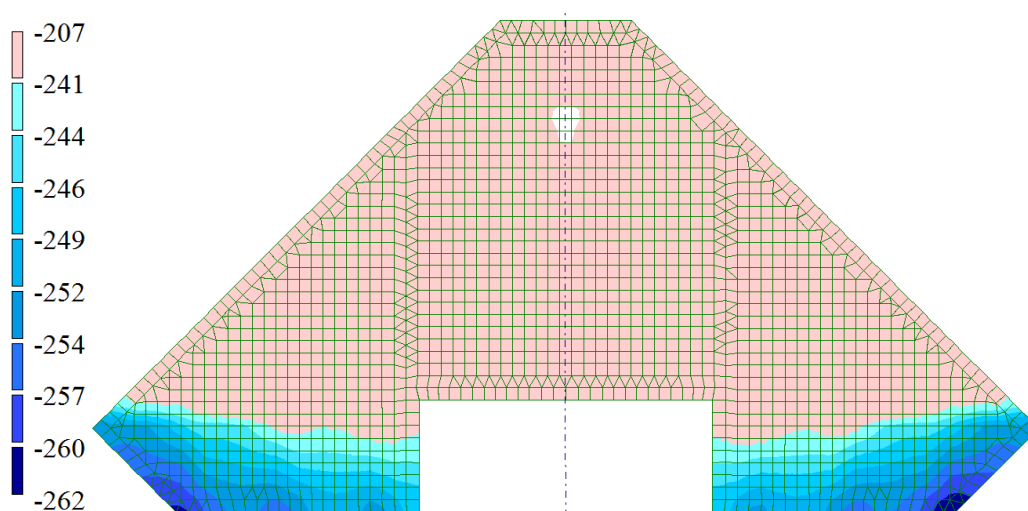


Рис. 3.21. Ізополя тиску на ґрунт основи P_z , який перевищує розрахунковий опір ґрунту, кПа

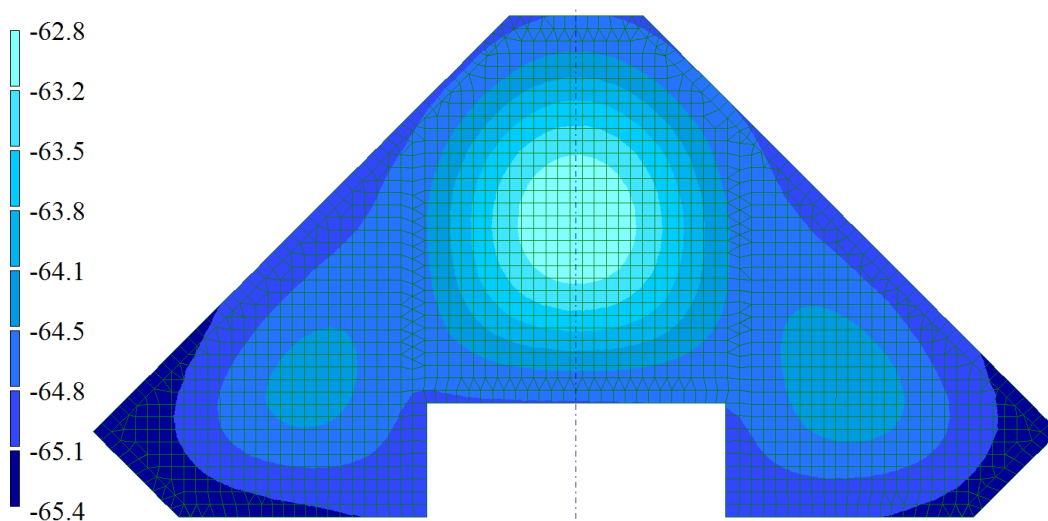


Рис. 3.22. Ізополя деформацій фундаментної плити, мм

3.4. Технічне рішення щодо відновлення експлуатаційної придатності будівлі

3.4.1. Закріплення ґрунтів основи

Для усунення нерівномірних деформацій ґрунтів (внаслідок невиконання умов міцності), а також для збільшення тримальної здатності основи, запропоновано технічний засіб для підсилення ґрунтів інженерно-геологічних елементів 3 та 4 у крайніх зонах опорної плити з вуличного боку (фасаду) на плані 9-ти поверхової вставки. (див. рисунок 3.24).

Технічне рішення по нагнітання ущільнюючої цементної композиції передбачає підвищення несучої здатності ґрунтів основи і виключення нерівномірних осадок будівлі в ході її подальшої експлуатації.

За результатами розрахунків від дії тривалої і граничної комбінацій навантажень одержано розподіли тиску на ґрунт у вигляді ізополів (див. рисунок 3.23).

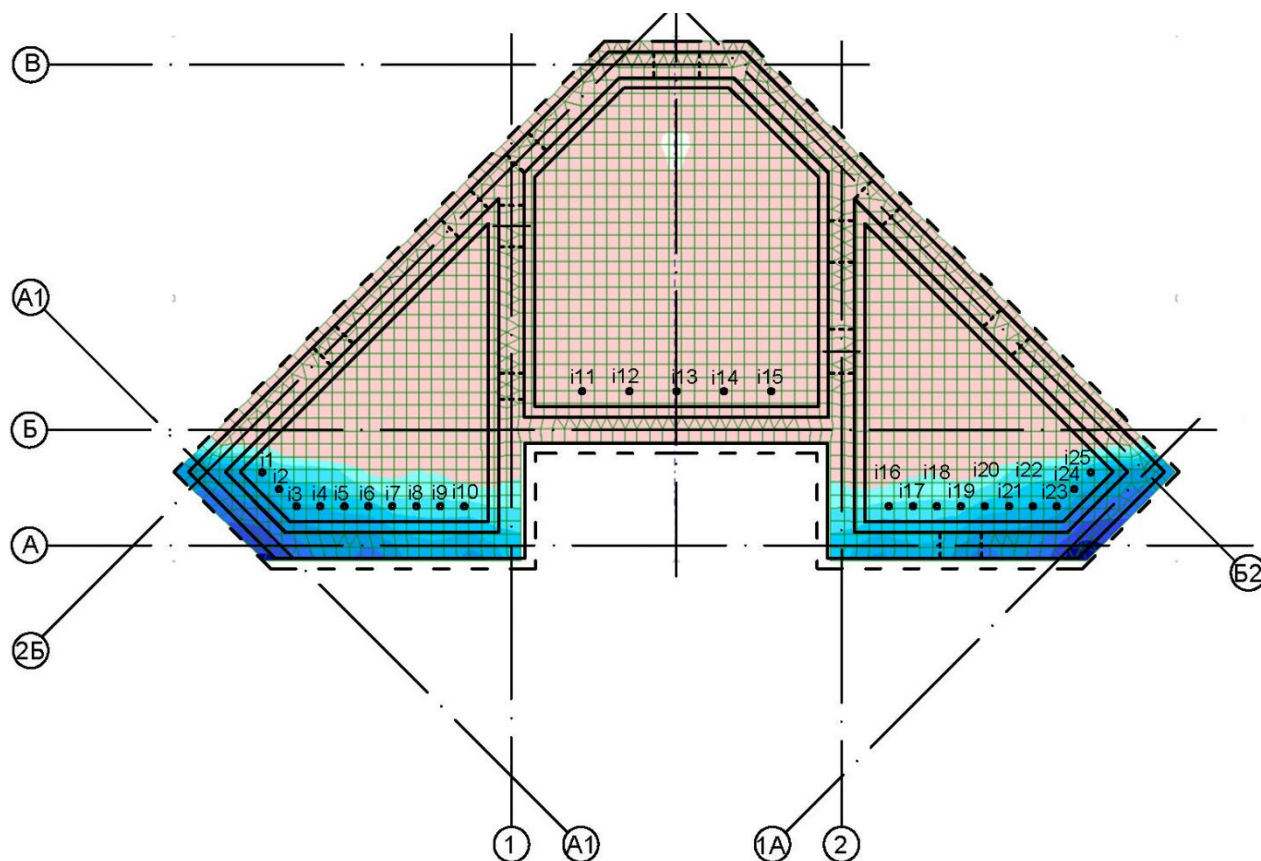


Рис. 3.23. Схема закріплення ґрунтів основи

У відповідності до розрахунків (див. пункт 3.3), значення рекомендованого коефіцієнту зміцнення становить 1.4. Величина рекомендованого розрахункового опору ґрунтів основи після підсилення становить 336 кПа. Значення мінімального коефіцієнту зміцнення, що допускається за першою групою граничних станів становить 1.2.

У процесі підсилення (нагнітання розчину у об'єм ґрунту під тиском до 25 атм) виконується покращення фізико-механічних характеристик ґрунтів за рахунок ущільнення та армування ґрунтового об'єму жорсткими тілами затверділої цементної композиції (рис. 3.24). Висока вибірковість ущільнюючого розчину дозволяє посилювати найбільш слабкі зони ґрунтового масиву, створюючи тим самим однорідну основу з високою несучою здатністю.

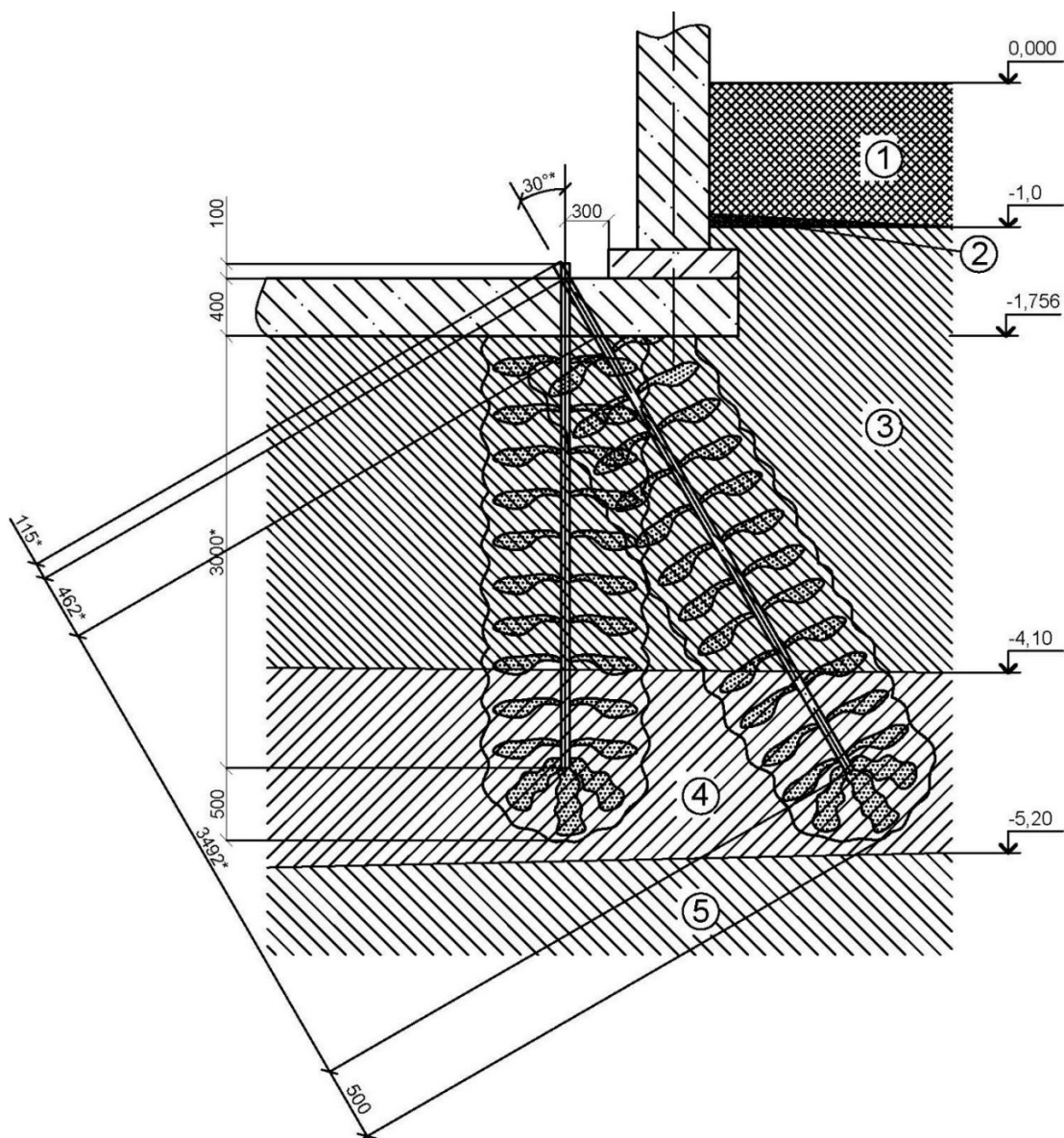


Рис. 3.24. Схема армування ґрунтового масиву жорсткими тілами затверділої цементної композиції

Залежно від інтервалу закріплення, витрат цементно-піщаного розчину і обсягу оброблюваного масиву ґрунту, на плані передбачено точки ін'єктування. Нагнітання розчину проводиться віялоподібно під фундаменти.

Після виконання вище вказаних технологічних процесів, у зоні основи фундаментної плити з'являться несучі грантові масиви, що будуть мати армування затверділою цементною композицією. Вони стануть природно-техногенним композитом з високою жорсткістю та хаотичною структурою, де ущільнений ґрунт слугуватиме матрицею, а затверділий цементно-піщаний розчин – жорсткими включеннями.

Технічне рішення передбачає використання ін'єкторів, які не виймаються, а постійно виконують роль додаткових елементів армування.

Занурення ін'єкторів проводиться в заздалегідь пробурені свердловини. Буріння свердловин виконується малогабаритними установками. Нагнітання цементно-піщаного розчину проводиться за допомогою бурових насосів. Розчин готується на будівельному майданчику в штукатурній станції або в розчино-бетонозмішувачі.

Роботи по кожній точці виконуються в наступній послідовності:

- в зазначених точках на плані проводиться буріння свердловини (з використанням долота і шнека) до позначки вище проектною на довжину перфорованої частини ін'єктора;

- в пробурену свердловину занурюється сталевий ін'єктор. До проектною позначки ін'єктор доводять за допомогою перфораторів, вручну кувалдою або вдавлюється домкратами;

- затрубний простір свердловини тампонується цементно-піщаним розчином і через добу проводиться нагнітання розчином-композицією в обсягах, передбачених проектом або до відмови.

Склад композиції для ін'єктування, розміри і кількість ін'єкторів остаточно встановлює спеціалізована проектна організація, що має відповідні сертифікати і досвід проведення подібних робіт.

3.4.2. Збільшення ширини фундаментної плити

Альтернативним рішенням для забезпечення несучої здатності основи (якщо порівнювати із закріпленням ґрунтів) є збільшення ширини фундаментної плити. При цьому, додаткова стрічка фундаментів повинна працювати спільно із існуючою плитою за рахунок об'єднання арматурних сіток (рис. 3.25).

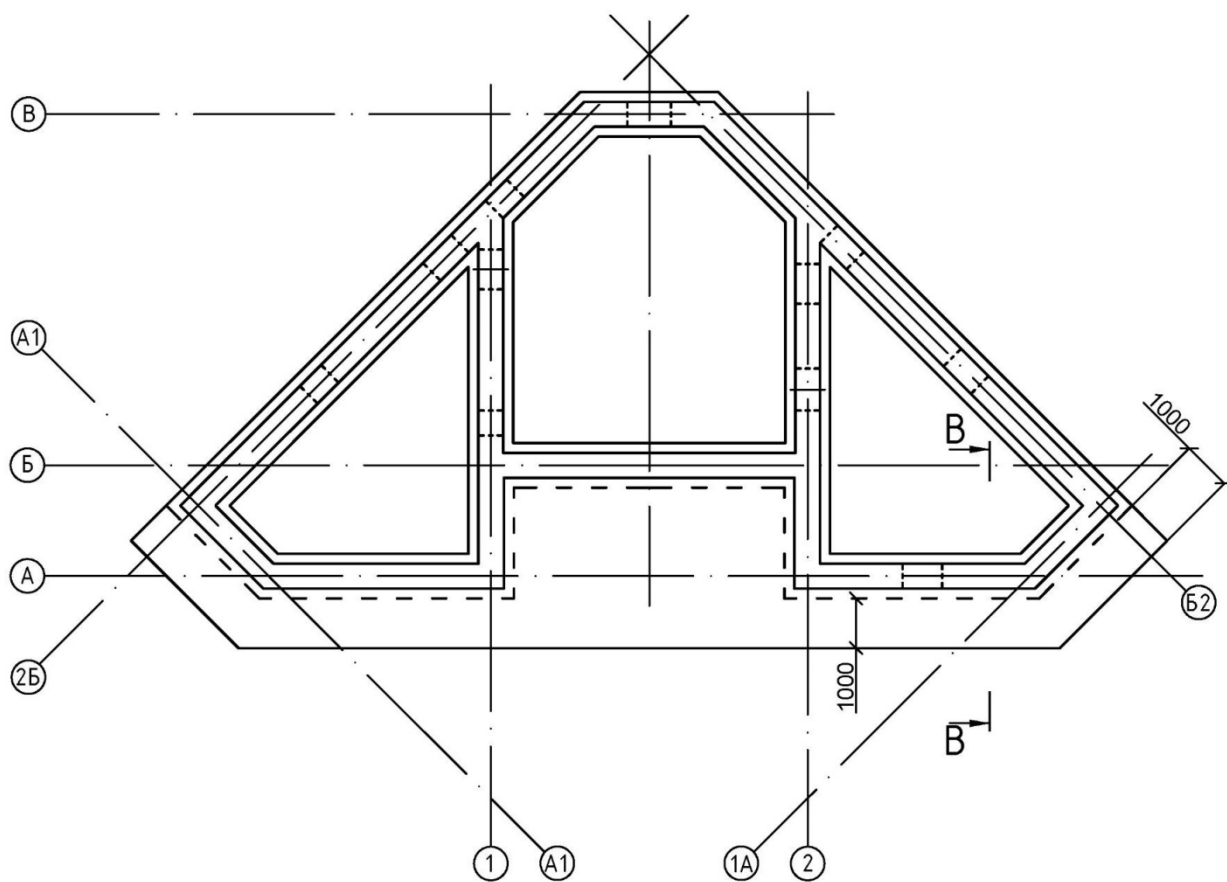
Як показують розрахунки будівлі з урахуванням реконструкції за схемою збільшення ширини фундаментної плити, мінімальна ширина нарощування повинна становити 1000 мм при товщині 400 мм. У цьому випадку найбільші (по краях) величини значень напружень у ґрунтах дорівнюють 205000 Па, коефіцієнт запасу міцності становить 1.17 (значення, що допускається – не менше за 1.0).

Результати розрахунків наведено на рисунку 3.26. Арматування додатковою стрічки з розрахунку має здійснюватися сітками $\varnothing 25$ з кроком 250 мм.

Дане рішення має право на існування, але має наступні недоліки:

- трудомісткість робіт, що викликано влаштуванням котловану по всій довжині будівлі з боку заднього (вуличного) фасаду на глибину 1.8 м (орієнтовний обсяг виїмки ґрунту – 150 м³);
- необхідність у тимчасовому відселенні мешканців (остаточно приймається при проектуванні), викликана потребою часткового руйнування існуючої плити для оголення арматури і її подальшого об'єднання в загальний каркас з арматурою додаткової фундаментної стрічки;
- виконувати будівельні роботи необхідно повністю виключаючи попадання технологічних або атмосферних вод;
- розуцільнення ґрунтів зворотної засипки;
- значне (в порівнянні з хімічним закріпленням ґрунтів) збільшення термінів проведення будівельних робіт;
- необхідність руйнувати існуюче вимощення.

Нарощування фундаментної плити



Розріз В-В

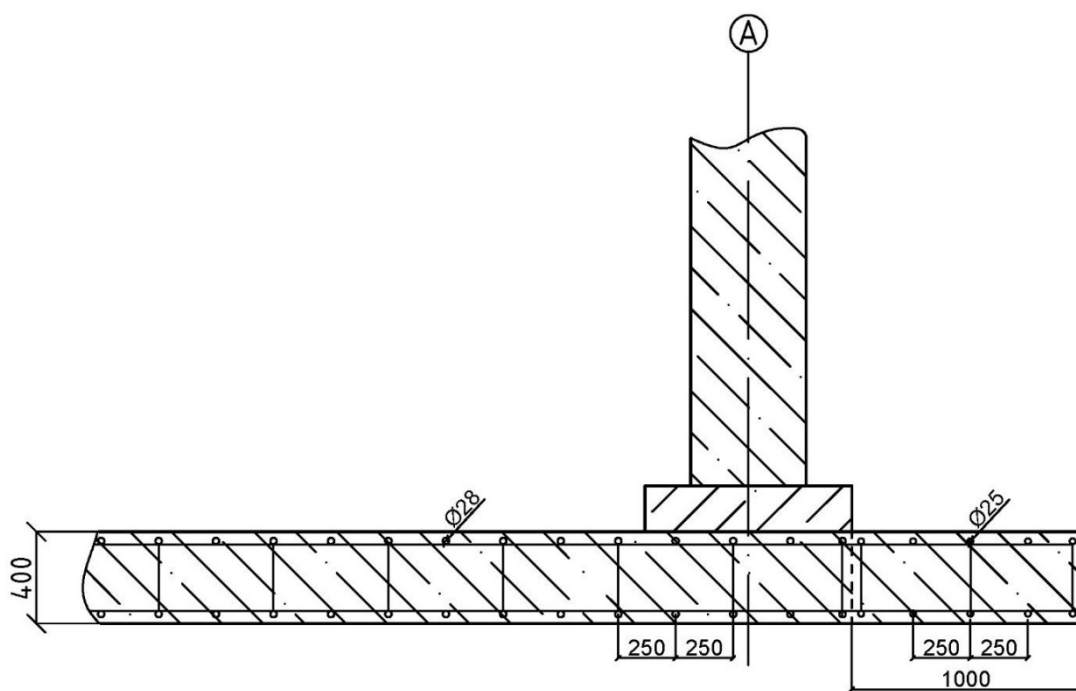


Рис. 3.25. Нарощування фундаментної плити

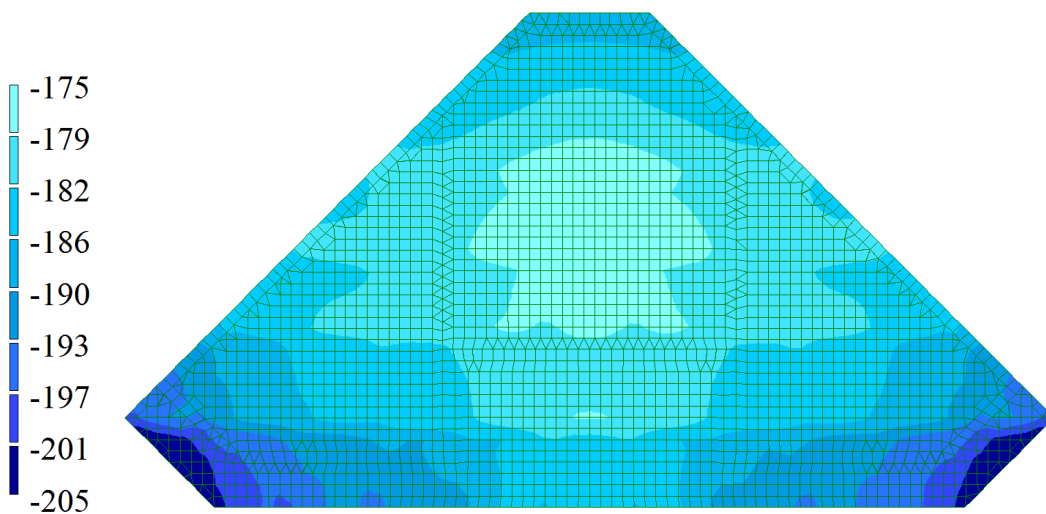
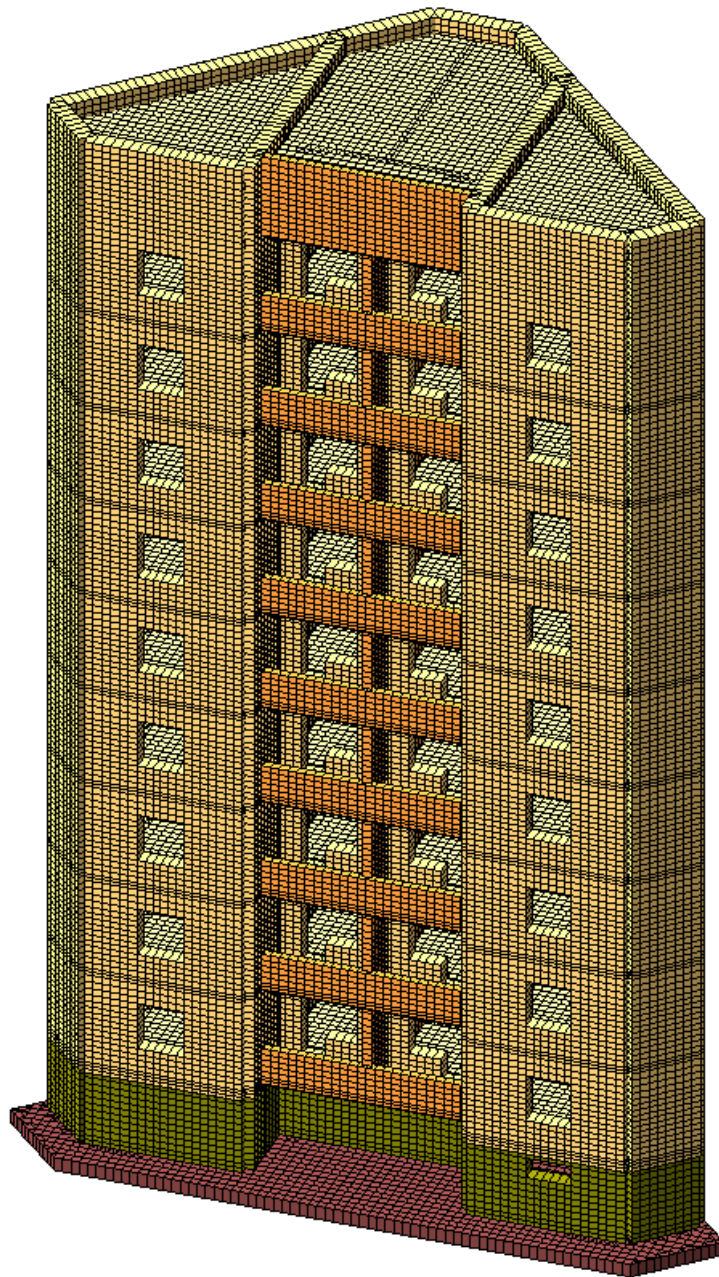


Рис. 3.26. Розрахунок будівлі з урахуванням підсилення за схемою збільшення ширини фундаментної плити

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. При обстеженні конструкцій секції-вставки 9-и поверхового житлового будинку встановлено наступні дефекти та пошкодження:

- руйнування відкосів та порогів в дверних отворах з розкриттям деформаційного шва внаслідок відхилення будівлі від вертикалі;

- неякісне виконання опалубних робіт при будівництві, та, як наслідок – кам'янистий бетон цоколя між фундаментною плитою і фундаментними блоками, місцями з поверхневими раковинами і порожнечами;

- тріщини в фундаментних блоках розкриттям від 0.5 до 3 мм в місцях обпирання та в прогонах над отворами цокольного поверху;

- бетон зовнішньої поверхні фундаментної плити внаслідок вилуговування і морозного руйнування низької якості містить поверхневі раковини і порожнечі.

2. За результатами інженерно-геодезичних досліджень території, що примикає до заднього (вуличного) фасаду вставки будівлі, встановлено значний водозбірний басейн з ухілами до $i = 0.043$ в сторону будівлі. При цьому, витрата стоку талих вод досягає $0.003 \text{ м}^3/\text{с}$, розрахункова витрата зливного стоку $0.21 \text{ м}^3/\text{с}$, об'єм зливного стоку – 339 м^3 . При таких характеристиках водозбірного басейну створюються передумови для зволоження ґрунтів з боку заднього (вуличного) фасаду в період активних опадів або танення снігу.

3. По результатам розрахунку крену будівлі з'ясовано, що найбільше векторне число відхилення складає 0.16 м, що є більшим за допустиме значення по технологічним та архітектурним вимогами (148.5 мм).

4. По результатам розрахунків будівлі на комбінацію постійних і характеристичних тимчасових навантажень (гранична короткочасна комбінація навантажень), значення тиску на ґрунтову основу від частини фундаментної плити (53 % від площі поверхні) є більшим за значення розрахункового опору ґрунтової основи при стиску (240000 Па). Значення максимальних (по краям) напружень у ґрунтовій основі складають 277000 Па, показник міцності – 0.86 (значення, що допускається, – не менше за 1.0).

5. Наявність значного водозбірною басейну з боку вулиці з ухилами убік будівлі провокує зволоження ґрунтів з боку заднього (вуличного) фасаду в період активних опадів або танення снігу. В результаті, з боку вулиці під фундаментною плитою знижується модуль деформації ґрунтів до 11 МПа, а розрахунковий опір до 240 кПа. У зв'язку з геометричними особливостями будівлі в ту саму сторону має місце зсув центру ваги. У комбінації ці два фактори створюють умови для відхилень будівлі від вертикалі, які здатні тривати довгий час.

6. Несуча здатність цегляних стін, стін підвалу та фундаментної плити забезпечується з коефіцієнтами запасу, відповідно, 1.49, 1.73 і 1.6.

7. На основі отриманих результатів розрахунків (ізополя розповсюдження значень тиску на ґрунтову основу) запропоновані технічні рішення з підсилення фундаментів будівлі.

8. Для відновлення експлуатаційної придатності будівлі необхідно виконати підсилення фундаментів будівлі по одній із запропонованих схем:

- закріплення шарів ПЕ3 та ПЕ4 у зонах країв фундаментної плити з боку вуличного (заднього) фасаду (див. розділ 3 п. 3.4.1). Значення рекомендованого коефіцієнту зміцнення – 1.4. Значення рекомендованого розрахункового опору ґрунтової основи по завершенню підсилення – 336000 Па. Значення мінімального коефіцієнту зміцнення, що допускається за першою групою граничних станів – 1.2.

- збільшення ширини фундаментної плити у зонах країв фундаментної плити з боку вуличного (заднього) фасаду на 1 м (див. розділ 3 п. 3.4.1). Значення максимальних (по краям) напружень у ґрунтовій основі після зміцнення будуть дорівнювати 205 кПа, значення показника міцності – 1.17 (значення, що допускається, – не менше за 1.0).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ Б В.2.1-4-96 (ГОСТ 12248-96) Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформації. Київ: НДІОСП, 1997. 102с. (Національний стандарт України: інформація та документація).
2. Зоценко М.Л. Бурові ґрунтоцементні палі, які виготовляються за бурозмішувальним методом / Зоценко М.Л., Винников Ю.Л., Зоценко В.М. Монографія – Харків: «Друкарня Мадрид», 2016. – 94 с.
3. Lobiak, O., Vatulia, G., Pavliuchenkov, M., Petrenko, D., Voskobiinyk, O. Using mathematical modeling for stabilization of soil foundations of buildings with the injection technique. AIP Conference Proceedings, 2023, 2684, 030023.
4. S V Panchenko, G L Vatulia, O V Lobiak, M V Pavliuchenkov, O S Herasymenko and S M Bohdan. Soil stabilization with modern TM MAPEI materials in reconstruction of buildings and structures. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2019. Volume 708. 012066
5. A. Gorodetsky, Computer models of structures, Fact, Kyiv, 394 (2007)
6. ДБН В.2.1-10-2009 (Зміна № 2) «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування» (Національний стандарт України: інформація та документація).
7. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи». (Національний стандарт України: інформація та документація).
8. Ігошева Л.А., Гришина А.С. Огляд основних методів зміцнення ґрунтів основи. Вісник ПНДПУ. Будівництво та архітектура Т. 7, №2 (2016) С. 5-21.
9. Допомога з хімічного закріплення ґрунтів ін'єкцією. НДІОСП ім. Герсеванова, М.: Будвидав, 1986. 128 с.
10. ДБН В. 1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ». (Національний стандарт України: інформація та документація)
11. ДСТУ-Н Б В.1.1-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану». (Національний стандарт України: інформація та документація)

12. ДБН В.2.1-10-2009 (Зміна № 2) «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування». (Національний стандарт України: інформація та документація).
13. ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції». (Національний стандарт України: інформація та документація).
14. ДБН В. 1.2-6-200.8 «Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість». (Національний стандарт України: інформація та документація).
15. ДБН В. 1.2-9-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації». (Національний стандарт України: інформація та документація).
16. СОУ 35417345 91.080.40-002:2017 «Гідроізоляція бетонних та залізобетонних споруд із застосуванням матеріалів системи ПЕНЕТРОН».
17. ДБН В.1.1-45:2017 «Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах». (Національний стандарт України: інформація та документація).
18. ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України». (Національний стандарт України: інформація та документація).
19. ДСТУ Б Д.2.2-4:2012 «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Свердловини (Збірник 4) (ДБН Д.2.2-4-99, MOD)». (Національний стандарт України: інформація та документація).
20. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 «Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ). (Національний стандарт України: інформація та документація).
21. ДСТУ Б В.2.7-220:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю». (Національний стандарт України: інформація та документація).
22. Коблюк В., Роговий С. Капітальний ремонт 9-ти поверхового житлового будинку з метою підсилення та відновлення експлуатаційної придатності. Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Scientific Research: Modern Innovations and Future Perspectives» (November 25-27, 2024. Montreal, Canada). European Open Science Space (Інтернет конференція). – 2024. – С. 45-47.

Додаток 1. Матеріали конференції

Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference
"Scientific Research: Modern Innovations and Future Perspectives"
November 25-27, 2024
Montreal, Canada



References

1. Fathy, H. (1986). Natural energy and vernacular architecture: Principles and examples with reference to hot arid climates. University of Chicago Press.
2. McHarg, I. (1969). Design with nature. Doubleday/Natural History Press.
3. Gehl, J. (2010). Cities for people. Island Press.
4. Alexander, C. (1977). A pattern language: Towns, buildings, construction. Oxford University Press.
5. Olgyay, V. (1963). Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism. Princeton University Press.
6. Santamouris, M. (2015). Cooling the cities: A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*, 103, 682–703. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.007>
7. Beckers, B., & Berardi, U. (2019). Sustainable building design in hot and arid climates: Lessons from vernacular architecture in Morocco. *Building and Environment*, 154, 219–231. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.03.018>
8. Bentahar, Z. (2017). Tourism and heritage in Morocco: Landscape urbanism and sustainable development. *Journal of Tourism Studies*, 29(1), 55–75.

КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ 9-ТИ ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З МЕТОЮ ПІДСИЛЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ

Коблюк Віталій

здобувач вищої освіти

Роговий Станіслав

д.т.н., професор

Кафедра будівельних конструкцій

Сумський національний аграрний університет, Україна

Посилення фундаменту існуючого будівельного об'єкта може бути викликано необхідністю підсилення та відновлення експлуатаційної придатності, для чого необхідно збільшити несучу здатність основи. Також подібні заходи допомагають усунути наслідки деформацій та руйнувань фундаменту внаслідок порушення технології будівництва, помилок у розрахунках чи непередбачених обставин, стихійних лих тощо.

В наш час існує не один спосіб, що дозволяє виконати посилення основ. Залежно від обставин вибирається найбільш підходящий.

Особливо ефективно для поліпшення властивостей ґрунтів основи зарекомендували себе хімічні методи. Хімічне закріплення ґрунтів має два напрямки: ін'єкційне хімічне закріплення і бурозмішувальне закріплення ґрунтів. При закріпленні ґрунтів основ фундаментів доцільно застосовувати перший спосіб.

При обстеженні конструкцій секції-вставки 9-и поверхового житлового будинку встановлено наступні дефекти та пошкодження:

- руйнування відкосів та порогів в дверних отворах з розкриттям деформаційного шва внаслідок відхилення будівлі від вертикалі;
- неякісне виконання опалубних робіт при будівництві, та, як наслідок – кам'янистий бетон цоколя між фундаментною плитою і фундаментними блоками, місцями з поверхневими раковинами і порожнечами;
- тріщини в фундаментних блоках розкриттям від 0.5 до 3 мм в місцях обпирання та в прогонах над отворами цокольного поверху.

За результатами інженерно-геодезичних досліджень території, що примикає до заднього (вуличного) фасаду вставки будівлі, встановлено значний водозбірний басейн з ухілами до $i = 0.043$ в сторону будівлі. При цьому, витрата стоку талих вод досягає $0.003 \text{ м}^3/\text{с}$, розрахункова витрата зливної стоку $0.21 \text{ м}^3/\text{с}$, об'єм зливного стоку – 339 м^3 . При таких характеристиках водозбірного басейну створюються передумови для зволоження ґрунтів з боку заднього (вуличного) фасаду в період активних опадів або танення снігу.

По результатам розрахунку крену будівлі з'ясовано, що найбільше векторне число відхилення складає 0.16 м, що є більшим за допустиме значення по технологічним та архітектурним вимогами (148.5 мм).

По результатам розрахунків будівлі на комбінацію постійних і характеристичних тимчасових навантажень (гранична короткочасна комбінація навантажень), значення тиску на ґрунтову основу від частини фундаментної плити (53 % від площі поверхні) є більшим за значення розрахункового опору ґрунтової основи при стиску (240000 Па). Значення максимальних (по краям) напружень у ґрунтовій основі складають 277000 Па, показник міцності – 0.86 (значення, що допускається, – не менше за 1.0).

Наявність значного водозбірного басейну з боку вулиці з ухілами убік будівлі провокує зволоження ґрунтів з боку заднього (вуличного) фасаду в період активних опадів або танення снігу. В результаті, з боку вулиці під фундаментною плитою знижується модуль деформації ґрунтів до 11 МПа, а розрахунковий опір до 240 кПа. У зв'язку з геометричними особливостями будівлі в ту саму сторону має місце зсув центру ваги. У комбінації ці два фактори створюють умови для відхилень будівлі від вертикалі, які здатні тривати довгий час.

Несуча здатність цегляних стін, стін підвалу та фундаментної плити забезпечується з коефіцієнтами запасу, відповідно, 1.49, 1.73 і 1.6.

На основі отриманих результатів розрахунків (ізополя розповсюдження значень тиску на ґрунтову основу) запропоновані технічні рішення з підсилення фундаментів будівлі.

Для відновлення експлуатаційної придатності будівлі необхідно виконати підсилення фундаментів будівлі по одній із запропонованих схем:

- закріплення шарів ПЕЗ та ПЕ4 у зонах країв фундаментної плити з боку вуличного (заднього) фасаду. Значення рекомендованого коефіцієнту зміцнення – 1.4. Значення рекомендованого розрахункового опору ґрунтової основи по

завершенню підсилення – 336000 Па. Значення мінімального коефіцієнту зміцнення, що допускається за першою групою граничних станів – 1.2.

- збільшення ширини фундаментної плити у зонах країв фундаментної плити з боку вуличного (заднього) фасаду на 1 м. Значення максимальних (по краям) напружень у ґрунтовій основі після зміцнення будуть дорівнювати 205 кПа, значення показника міцності – 1.17 (значення, що допускається, – не менше за 1.0).

Список використаних джерел

1. ДСТУ Б В.2.1-4-96 (ГОСТ 12248-96) Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформації. Київ: НДІОСП, 1997. 102с. (Національний стандарт України: інформація та документація).
2. Зоценко М.Л. Бурові ґрунтоцементні палі, які виготовляються за бурозмішувальним методом / Зоценко М.Л., Винников Ю.Л., Зоценко В.М. Монографія – Харків: «Друкарня Мадрид», 2016. – 94 с.
3. Lobiak, O., Vatulia, G., Pavliuchenkov, M., Petrenko, D., Voskobiinyk, O. Using mathematical modeling for stabilization of soil foundations of buildings with the injection technique. AIP Conference Proceedings, 2023, 2684, 030023.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БАЛОЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СКЛАДЕНОГО ПЕРЕРІЗУ ІЗ ЛСТ ПРОФІЛІВ

Ковшик Олександр¹

здобувач вищої освіти

Павлюченков Михайло^{1,2}

к.т.н., доцент

¹Кафедра будівельних конструкцій

Сумський національний аграрний університет, Україна

²Кафедра теоретичної та будівельної механіки

Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова, Україна

Сьогодні до будівництва висувають ряд вимог, серед яких економічність є однією з основних. Це вимагає постійного зменшення обсягу матеріалів та загальної ваги конструкцій. Сталеві конструкції відповідають цим вимогам, що зробило їх популярними. Вони можуть бути реалізовані за каркасною технологією, а наступним кроком у зменшенні ваги є застосування більш ефективних профілів.

Легкі сталеві тонкостінні конструкції (ЛСТК) – це новітній метод у будівництві, який здобуває зростаючу популярність як в Україні, так і в усьому світі. Завдяки цим конструкціям можна швидко будувати будівлі на каркасній

Додаток 2. Графічні матеріали

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет
Кафедра будівельних конструкцій

Капітальний ремонт 9-ти поверхового житлового будинку з метою підсилення та відновлення експлуатаційної придатності

Розробив: студент групи ЗПЦБ 2301м спеціальності 192 “Будівництво та цивільна інженерія”

Віталій Коблюк

Керівник: доктор технічних наук, професор
Роговий С.І.

Об'єкт, предмет, мета і завдання дослідження

Об'єкт дослідження – кутова секція-вставка дев'яти поверхового житлового будинку та ґрунтова основа.

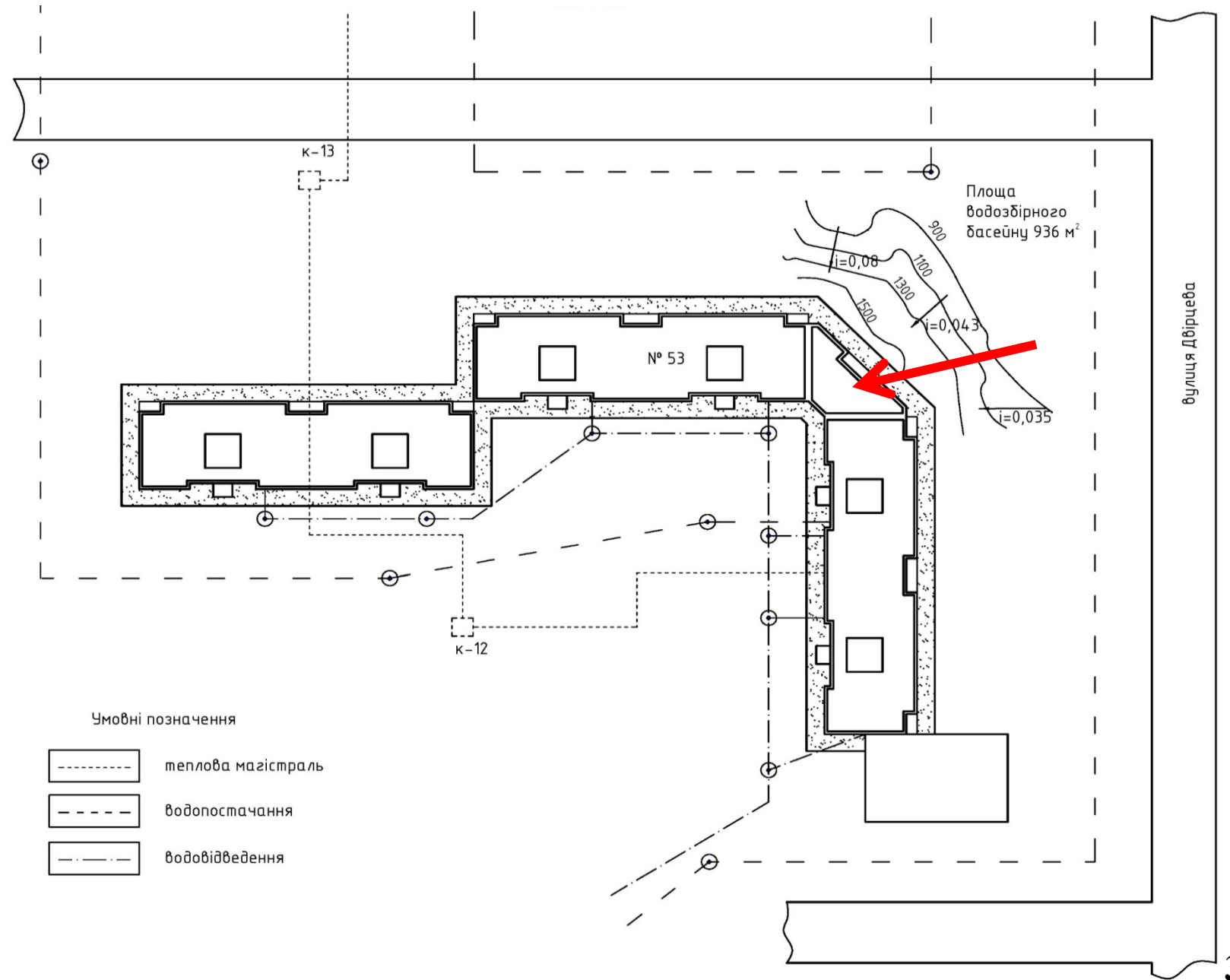
Предмет дослідження – несуча здатність та напружено-деформований стан кутової секції-вставки та ґрунтової основи.

Мета роботи полягає у розрахунку будівельних конструкцій і основи кутової секції-вставки дев'яти поверхового житлового будинку, розташованого за адресою: м. Краматорськ, вул. Двірцева, виявлення причин і характеру екстремального явища (крену будівлі) та надання рекомендацій по підсиленню та відновленню експлуатаційної придатності.

Завданням цього дослідження є

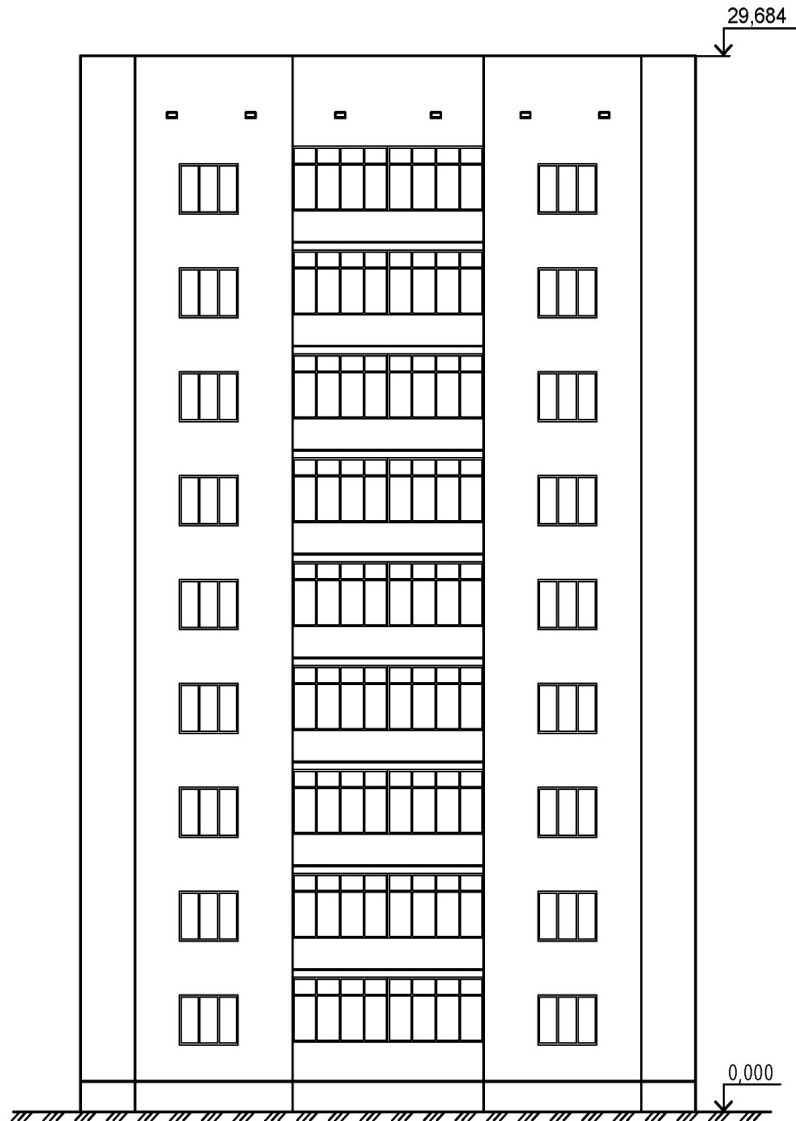
- обстеження технічного стану будівлі (кутової секції-вставки дев'яти поверхового житлового будинку);
- встановлення причин отриманих відхилень будівлі від вертикалі;
- перевірки несучої здатності стін будівлі з урахуванням відхилень;
- перевірки міцності фундаментної плити;
- одержання даних (поля напружень в основі фундаментної плити) для розробки технічних рішень по стабілізації положення будівлі.

Загальний вигляд будівлі з кутовою секцією-вставкою та генплан

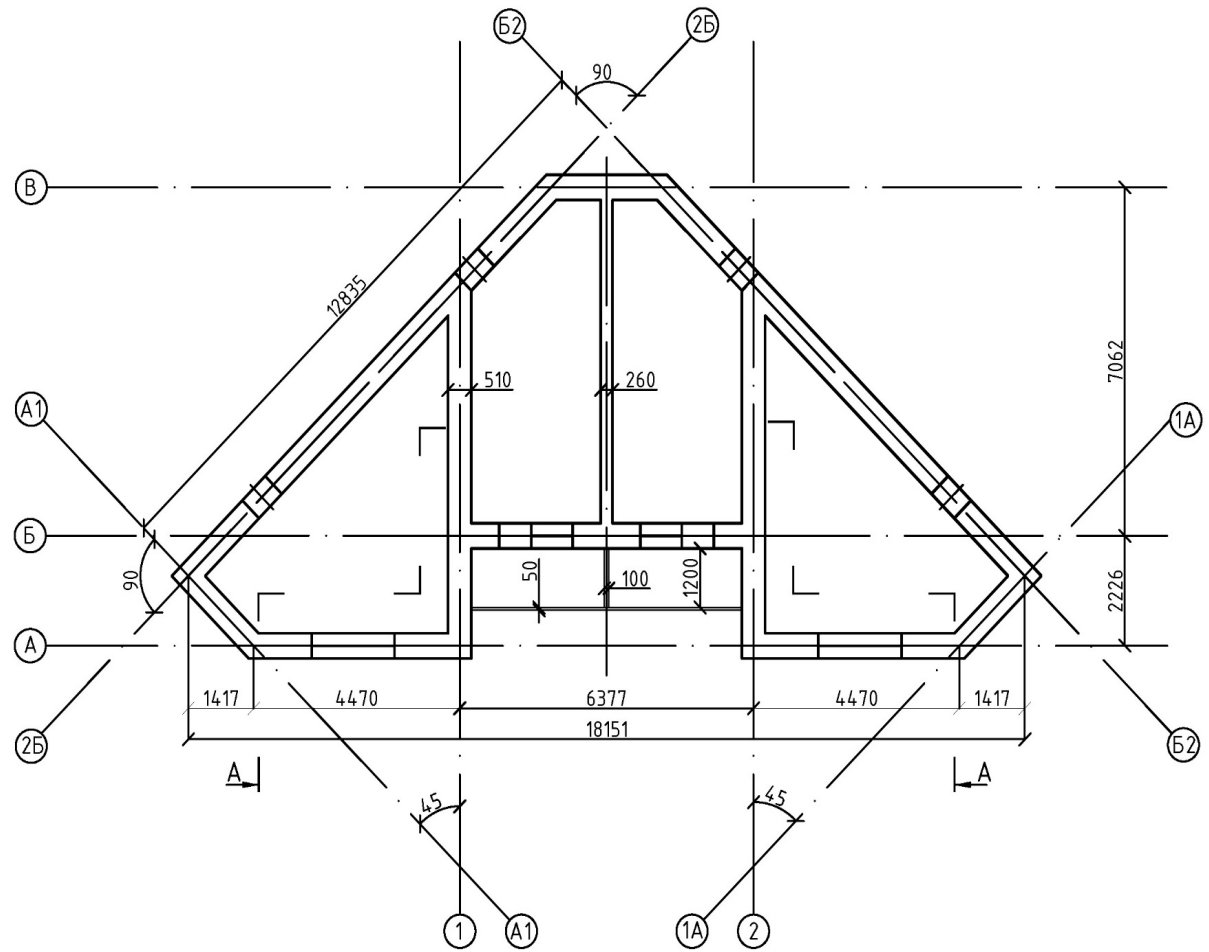


Конструктивні рішення будівлі

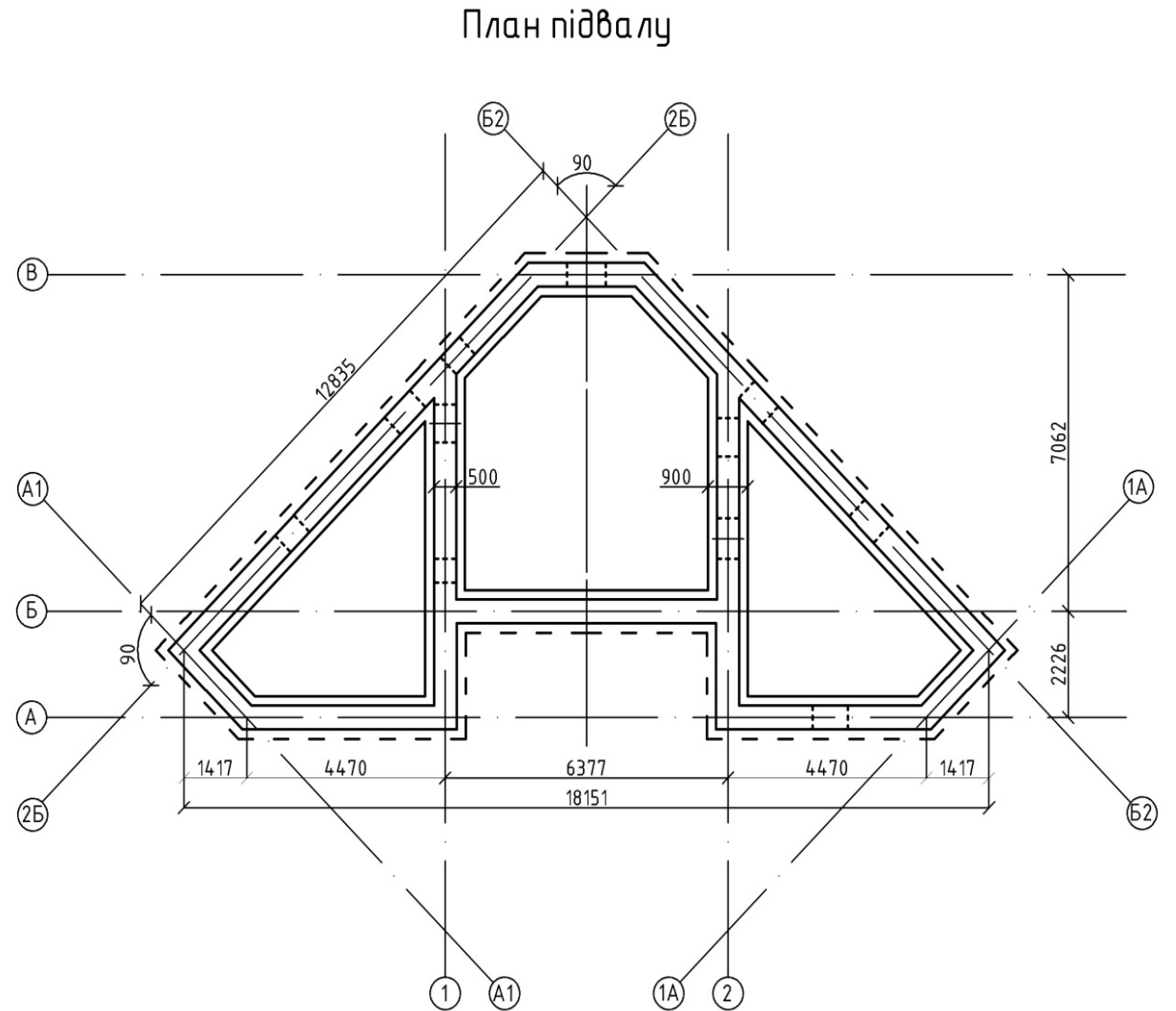
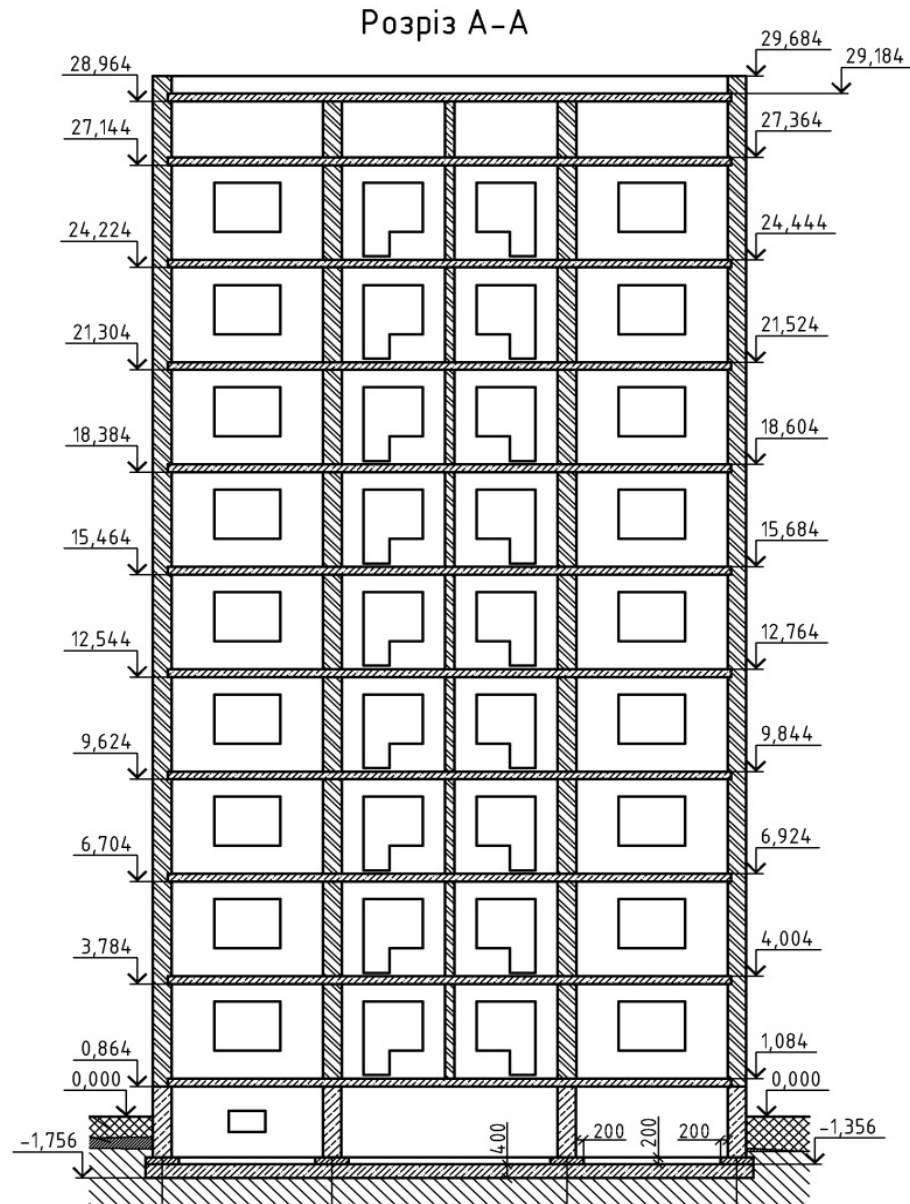
Фасад



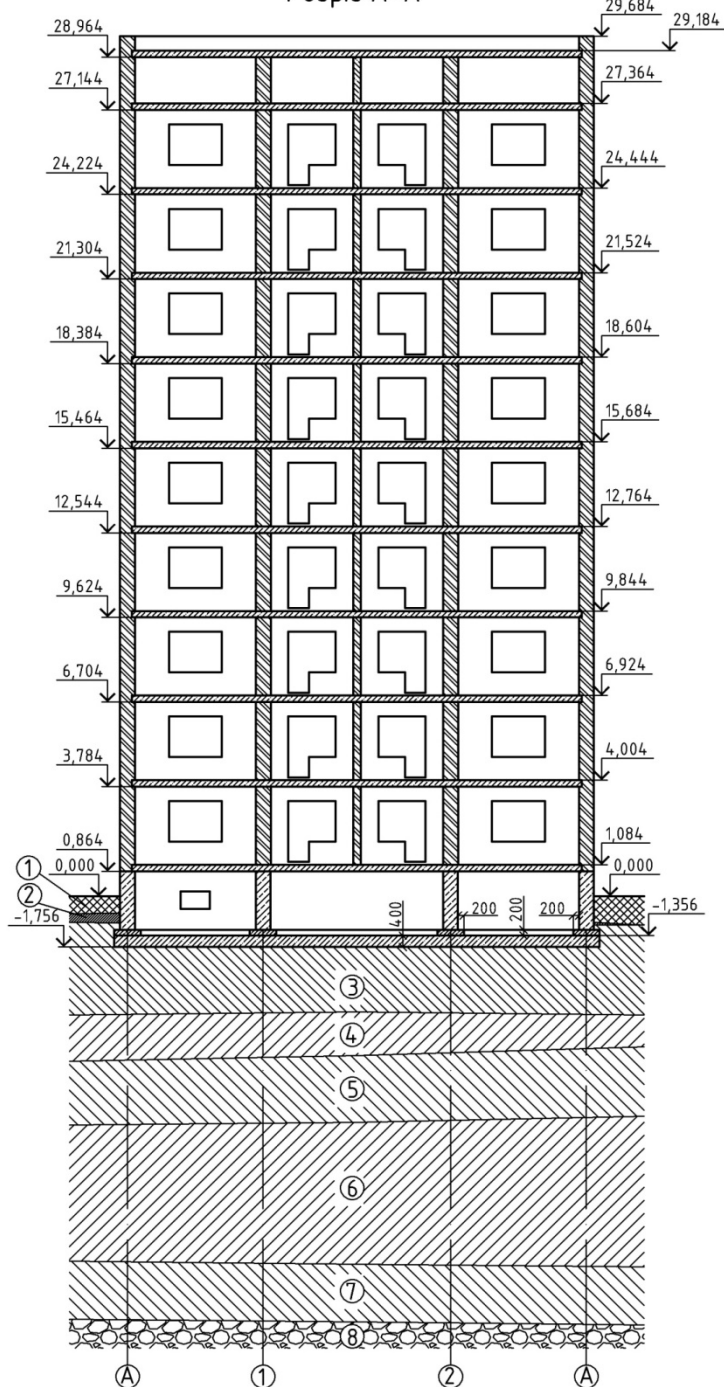
План 1-9 поверху











Конструктивні рішення будівлі



Розріз А-А

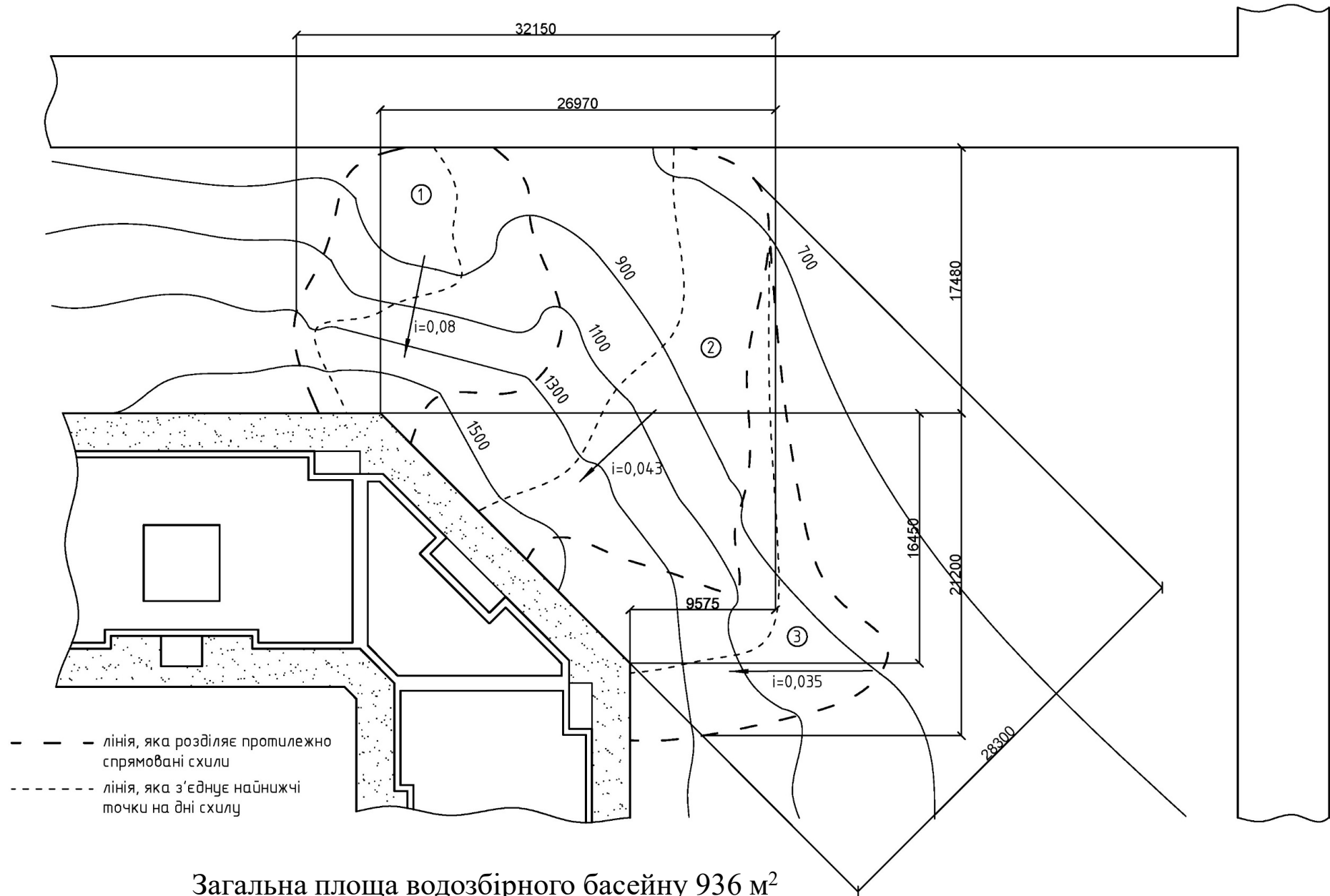


Інженерно-геологічні умови

	ІГЕ-1 Насипний шар: суглинок, ґрунт, з включенням будівельного сміття, злежаний
	ІГЕ-2 Ґрунтово – рослинний шар: чорний, коричнево-чорний, суглинистий, гумусований
	ІГЕ-3 Суглинок ґурий, коричнево-ґурий, з включенням карбонатів, твердої консистенції
	ІГЕ-4 Суглинок ґурий, коричнево-ґурий, з включенням карбонатів, твердої консистенції
	ІГЕ-5 Суглинок коричнево-ґурий з червоним, коричнево-червоний, з включенням жовен карбонатів, твердої консистенції
	ІГЕ-6 Суглинок коричнево-ґурий з червоним, з включенням жовен карбонатів, твердої консистенції
	ІГЕ-7 Суглинок червоно-ґурий, коричнево-ґурий, ґуро-жовтий, пісковистий, з включенням жорстви та щебеню
	ІГЕ-8 Крейда біла, біло-жовта, зниженої міцності, вивітріла, тріщинувата

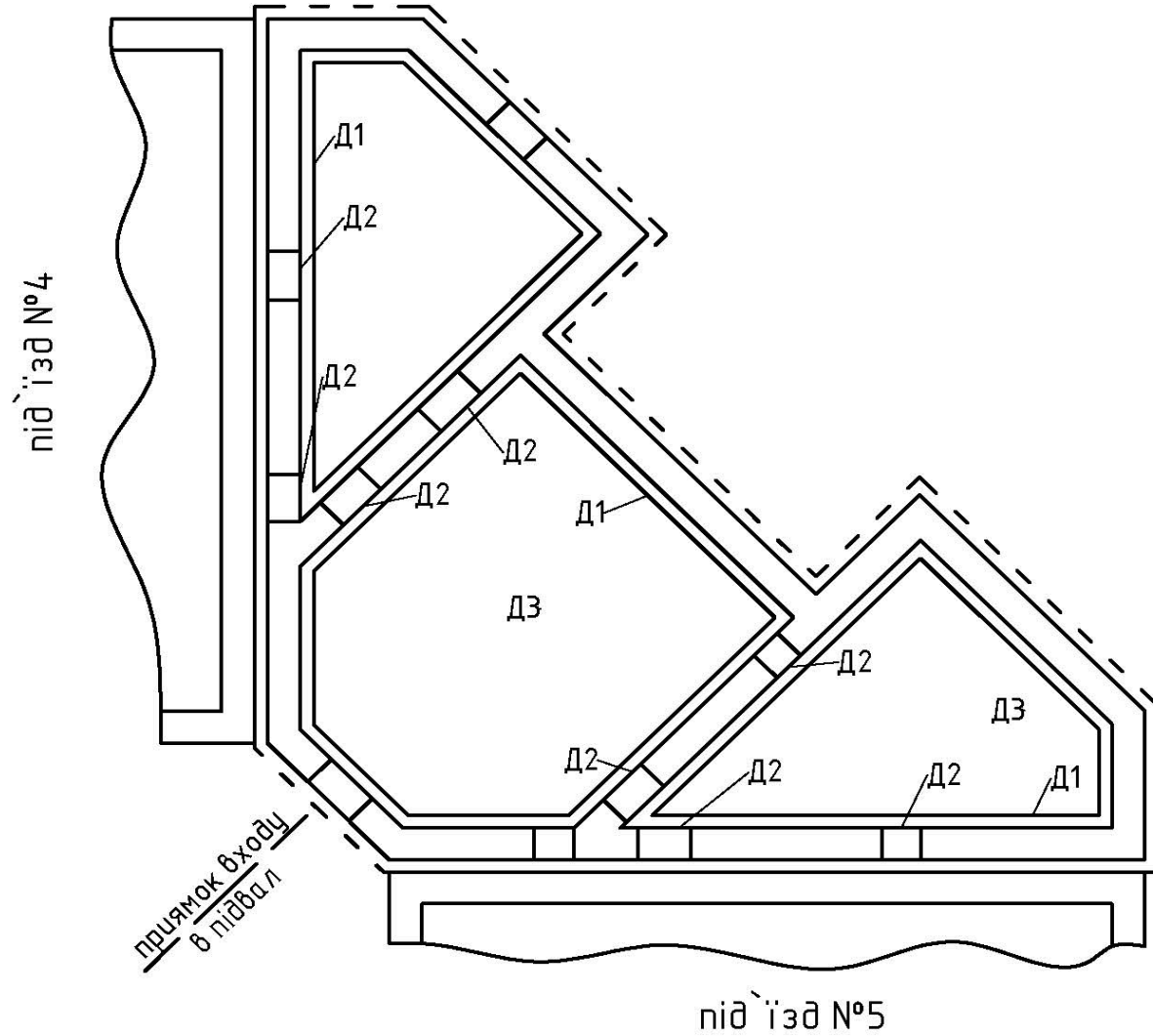
№ ІГЕ	Природна вологість (частки)	Коефіцієнт пористості	Модуль деформації (МПа)	Коефіцієнт Пуассона	Питома вага ґрунту (МН/м ³)
3а	0.19	0.69	13.729	0.30	0.017
3	0.19	0.76	10.787	0.30	0.019
4	0.16	0.67	13.729	0.30	0.019
5	0.17	0.71	17.652	0.30	0.018
6	0.18	0.72	17.652	0.30	0.018
7	0.15	0.68	22.555	0.30	0.017

Водозбірний басейн

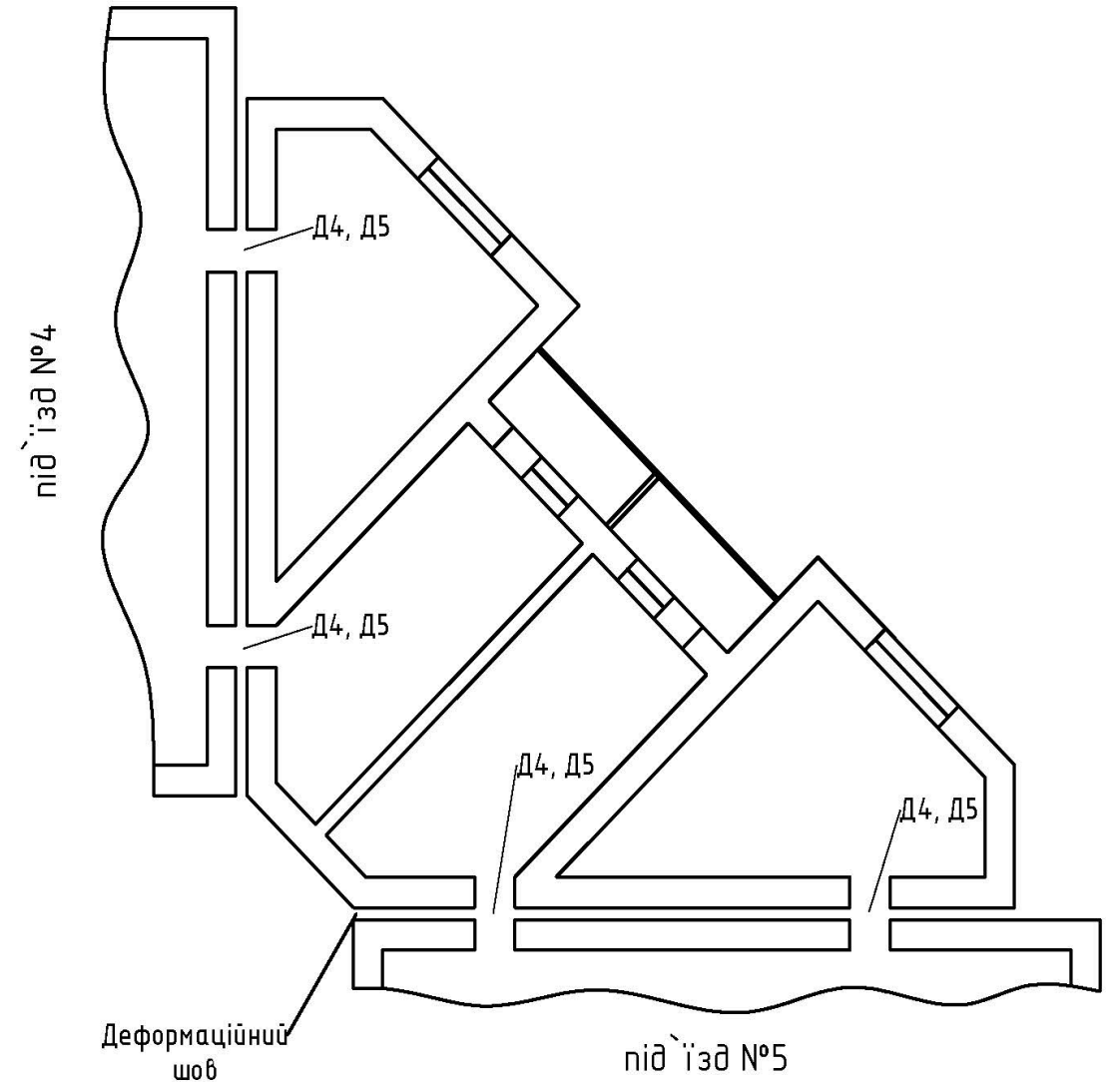


Загальна площа водозбірного басейну 936 м²

Технічний стан конструкцій будівлі



Карта дефектів підвалу



Карта дефектів 1-9 поверхів

Технічний стан конструкцій будівлі

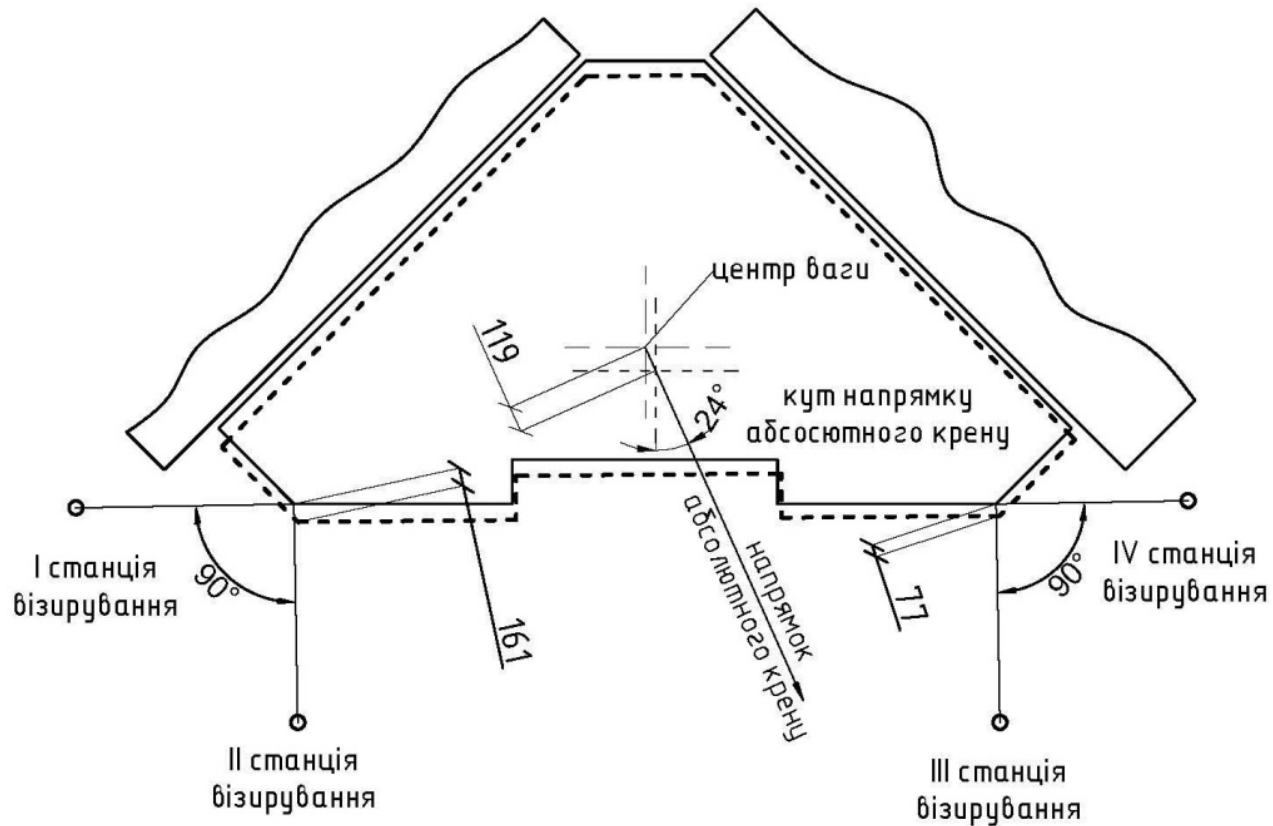


Розкриття осадочного шва з боку заднього (вуличного) фасаду

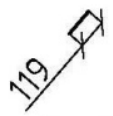
Руйнування відкосів в дверних отворах 5, 9-го поверхів

Кам'янистий бетон цоколя, тріщини в фундаментних блоках

Визначення величини крену споруди



Умовні позначення:



максимальна векторна величина крену



контур стін (низ) 9-ти поверхового житлового будинку



контур стін (верх) 9-ти поверхового житлового будинку
(на висоті 29.70 м)

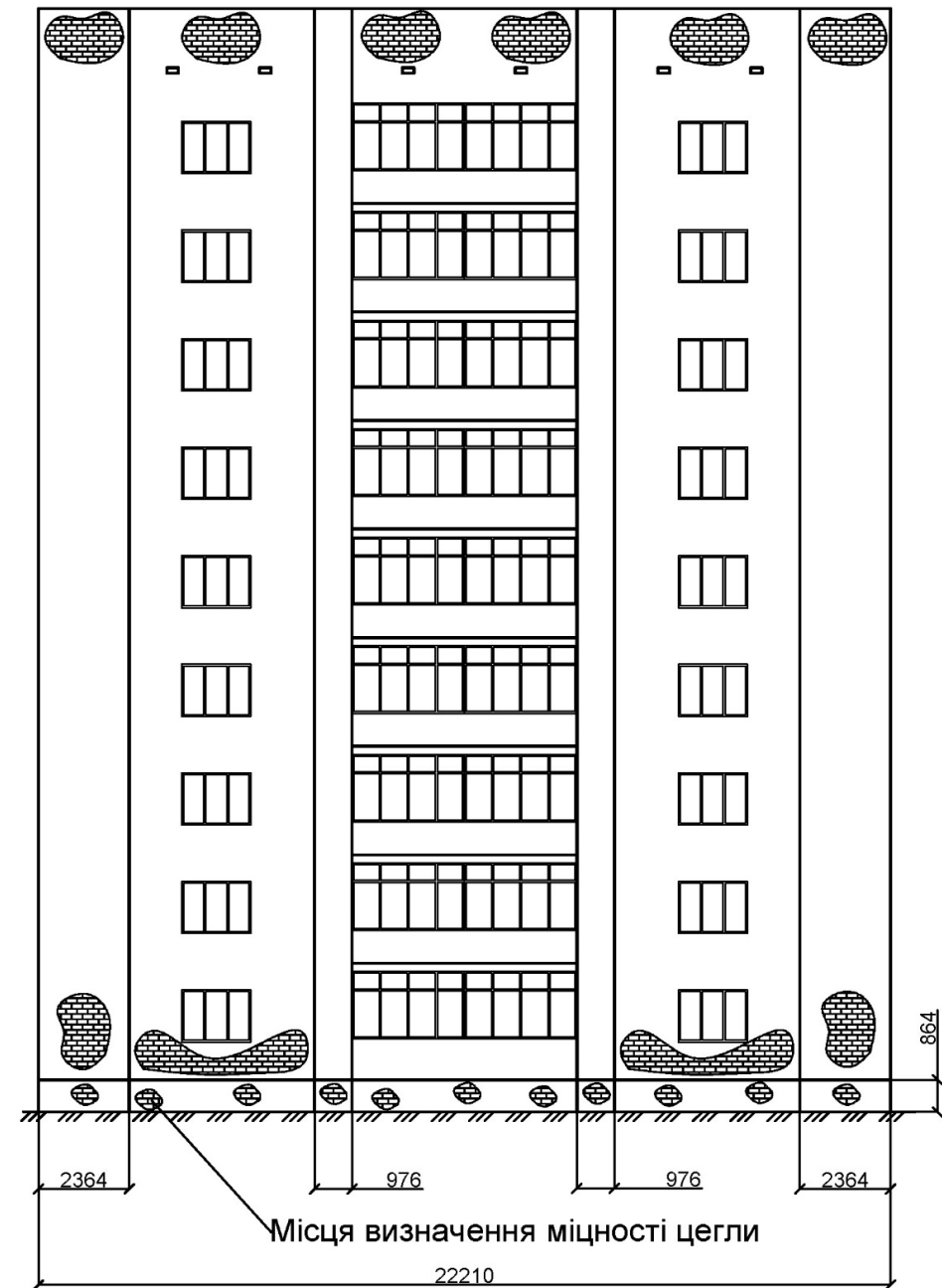
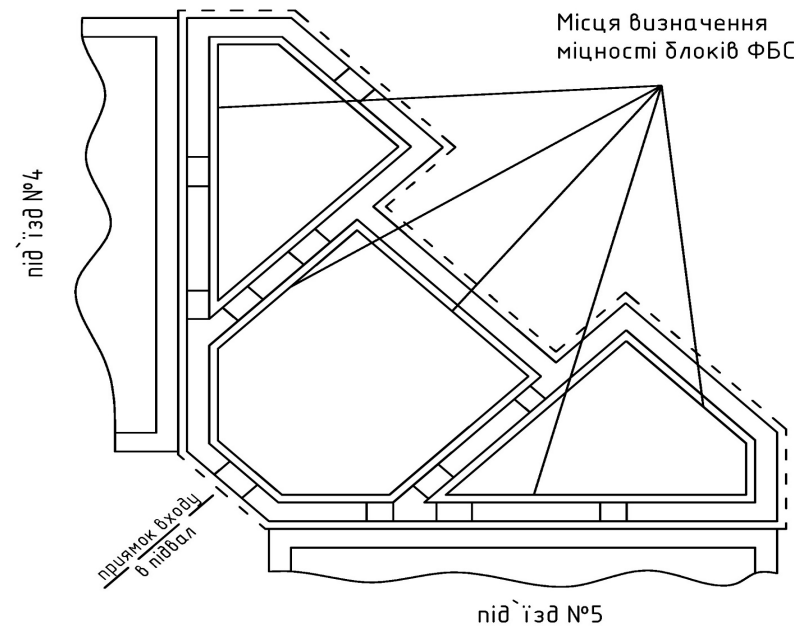
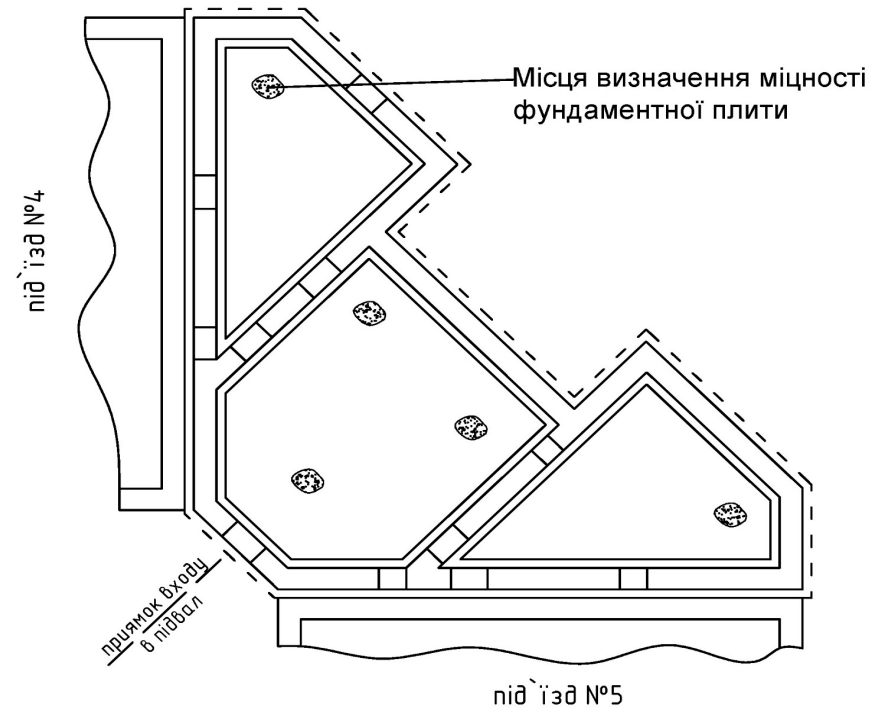
№	Характеристика крену	Результати вимірювань	Допустиме значення*
		мм	мм
1	Максимальне векторне значення відхилення	161	148.5**/237.6***
2	Лінійна величина абсолютного крену	119	
3	Крен	0.0041	0.005**/0.008***

* Встановлено у відповідності до ДБН В.1.1-45:2017 [9]

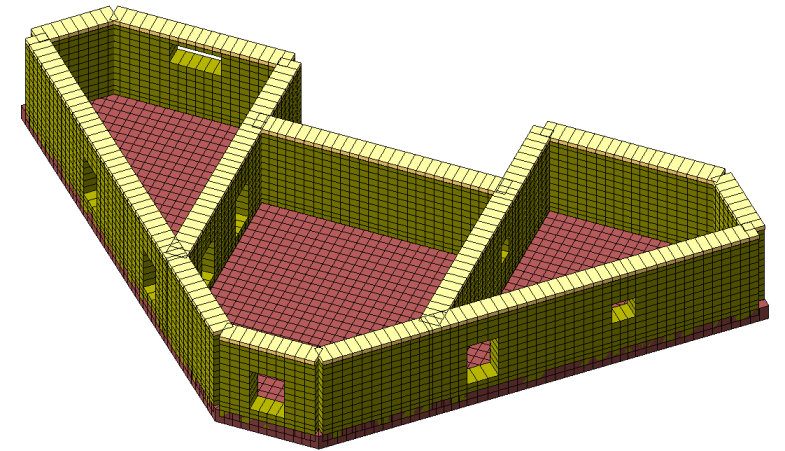
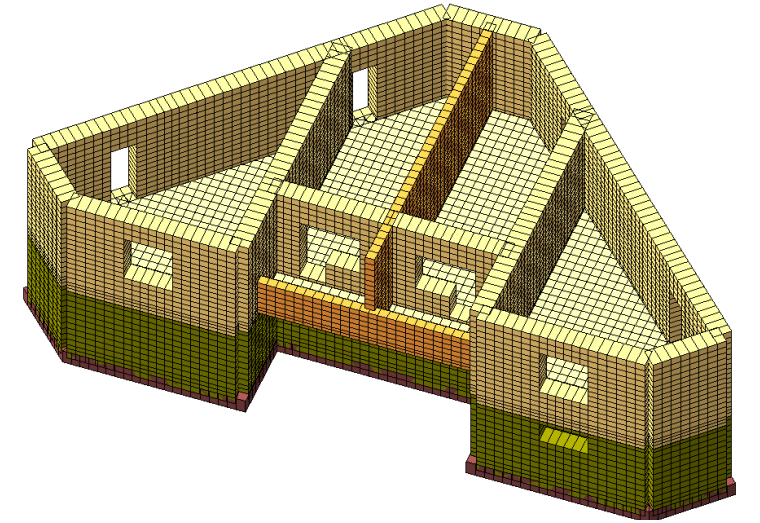
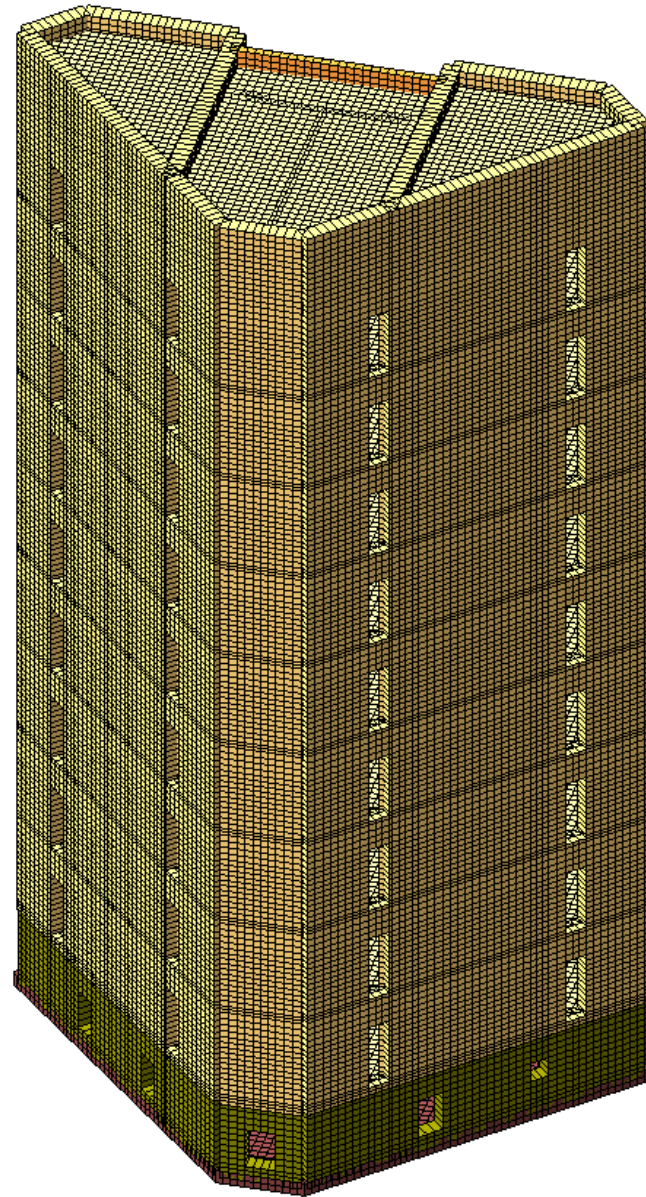
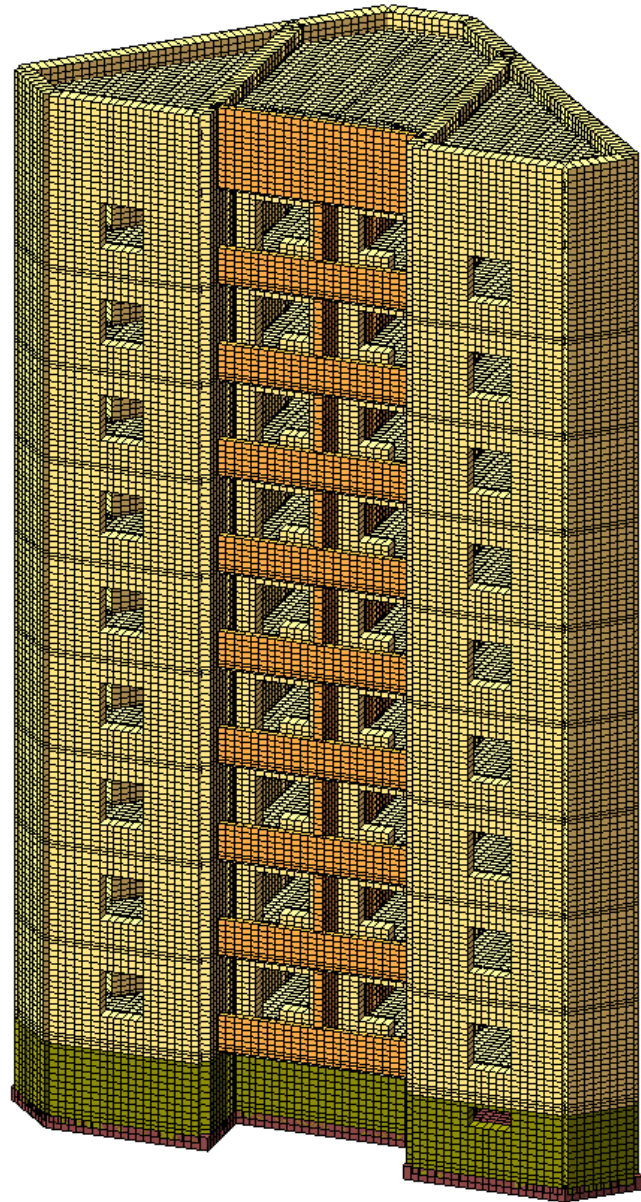
** Граничне значення за технологічними та архітектурними вимогами

*** Граничне значення за умови міцності, стійкості і тріщиностійкості

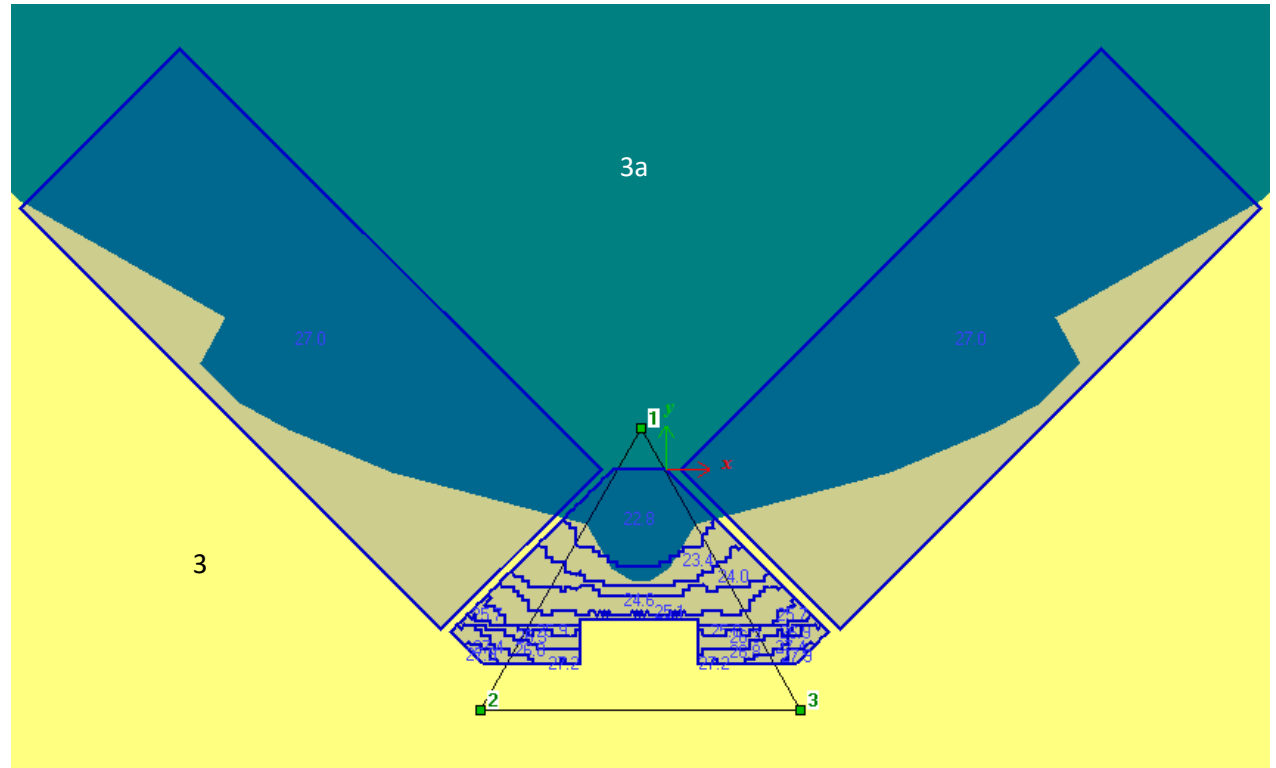
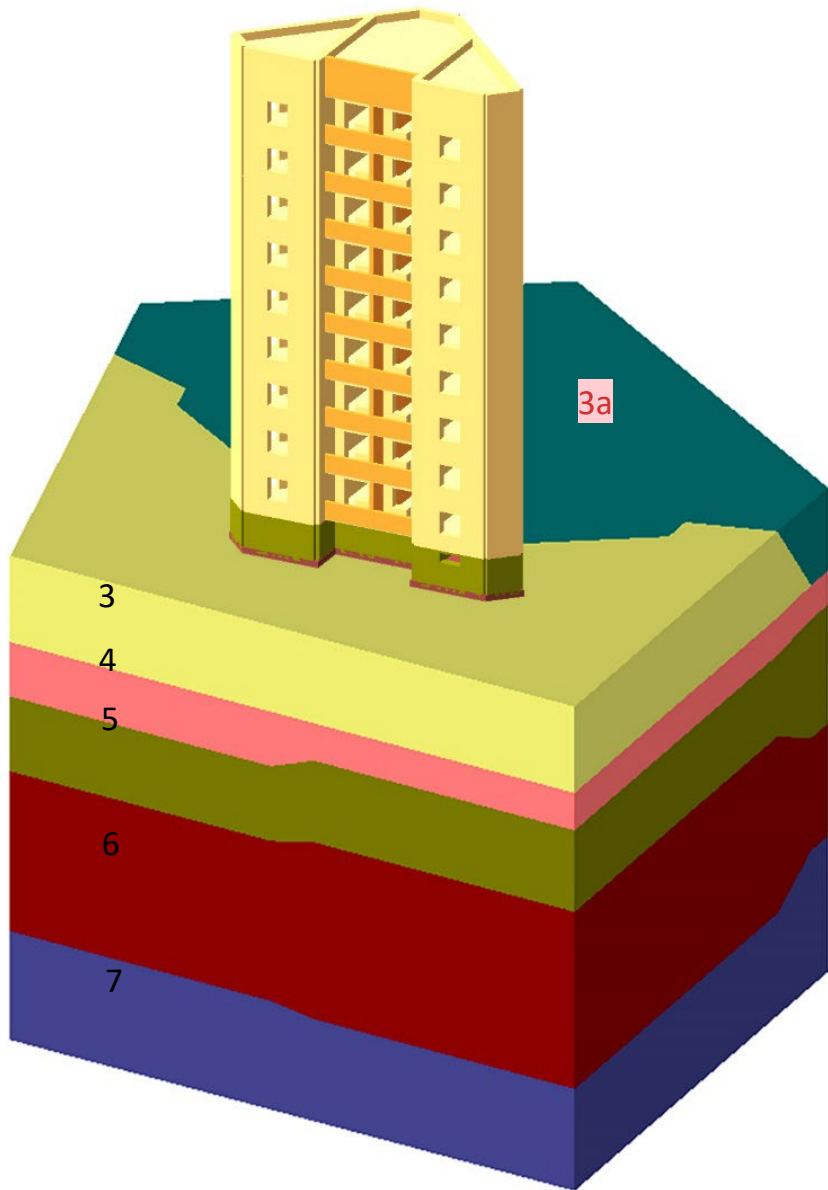
Визначення міцності бетону фундаментної плити, блоків ФБС, цегли



Розрахункова скінченно-елементна модель вставки

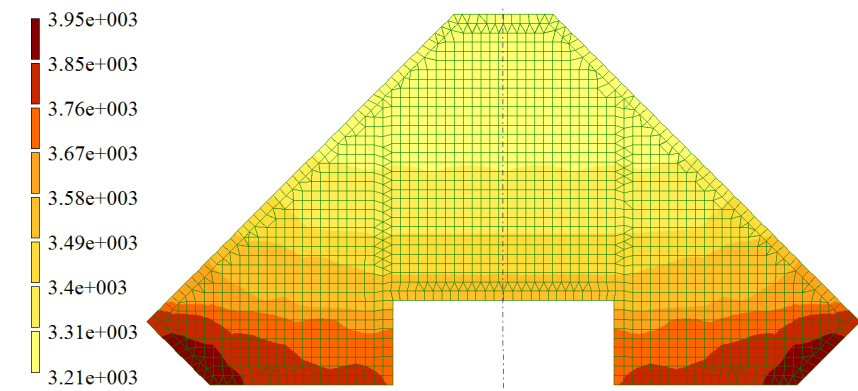


Модель розрахунку будівлі із ґрунтовим масивом

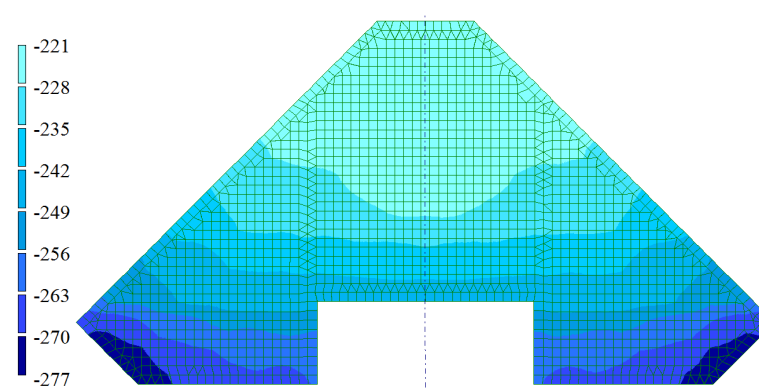


№ ІГЕ	Природна вологість (частки)	Коефіцієнт пористості	Модуль деформації (МПа)	Коефіцієнт Пуассона	Питома вага ґрунту (МН/м ³)
3a	0.19	0.69	13.729	0.30	0.017
3	0.19	0.76	10.787	0.30	0.019
4	0.16	0.67	13.729	0.30	0.019
5	0.17	0.71	17.652	0.30	0.018
6	0.18	0.72	17.652	0.30	0.018
7	0.15	0.68	22.555	0.30	0.017

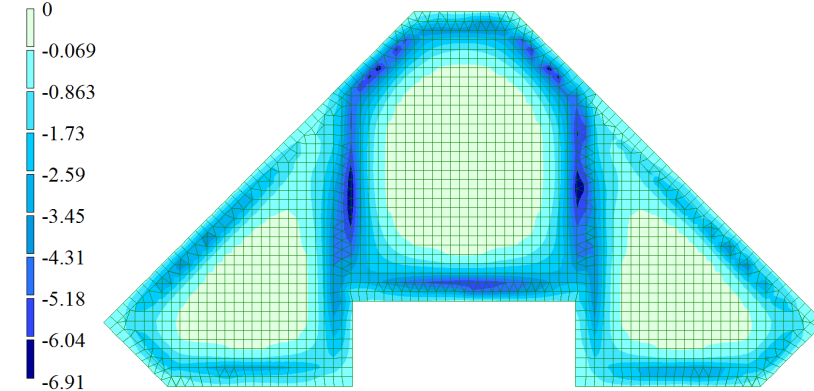
Результати розрахунків. Розрахунковий випадок № 1



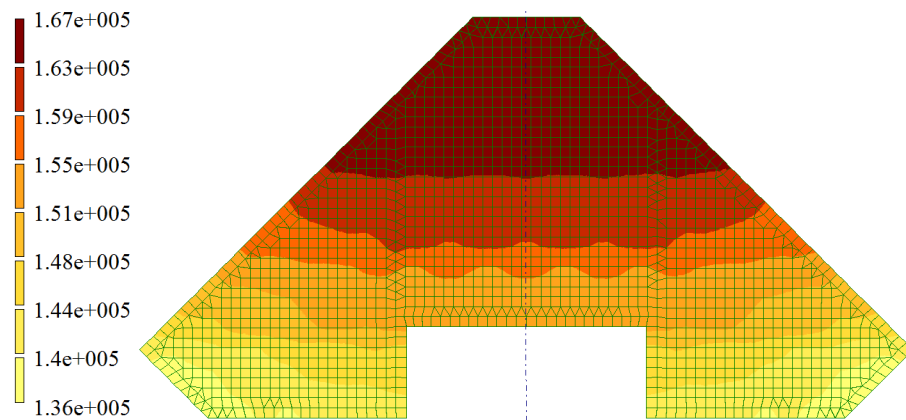
Ізополя коефіцієнтів постелі C_1 , кН/м³



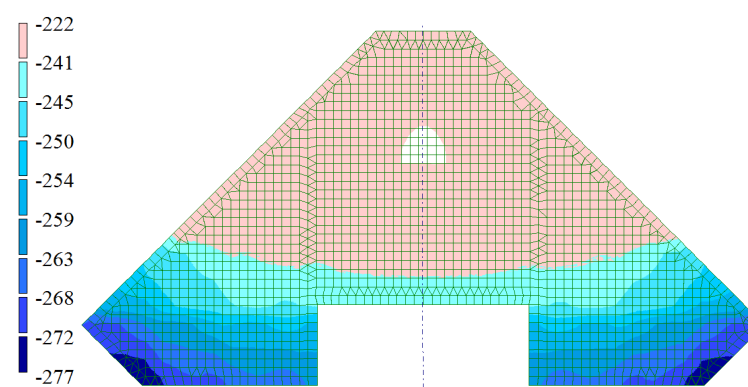
Ізополя тиску на ґрунт основи P_z , кПа



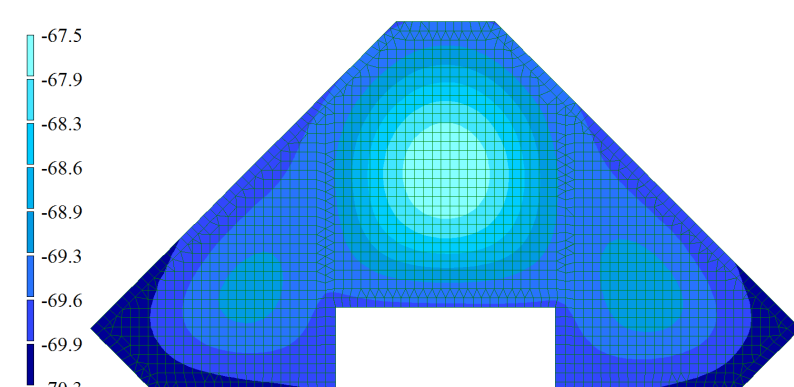
Ізополя напружень у фундаментній плиті, МПа



Ізополя коефіцієнтів постелі C_2 , кН/м

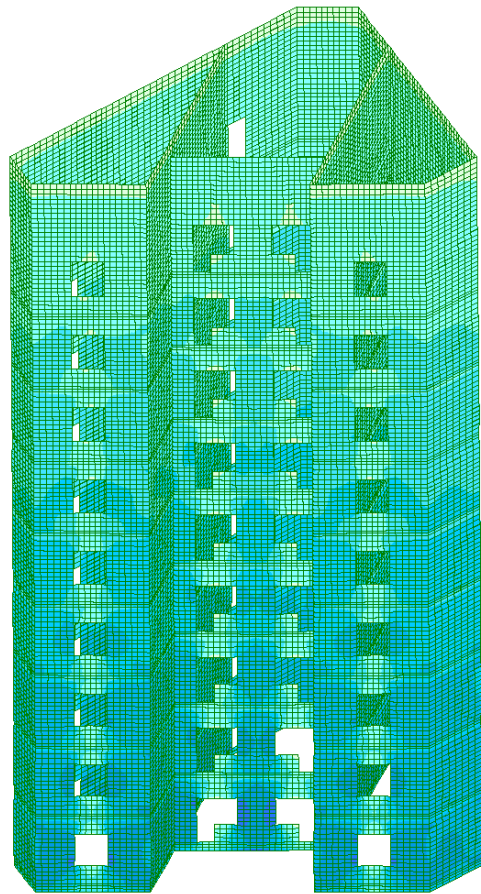
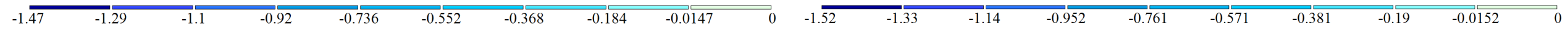


Ізополя тиску на ґрунт основи P_z , який перевищує розрахунковий опір ґрунту, кПа

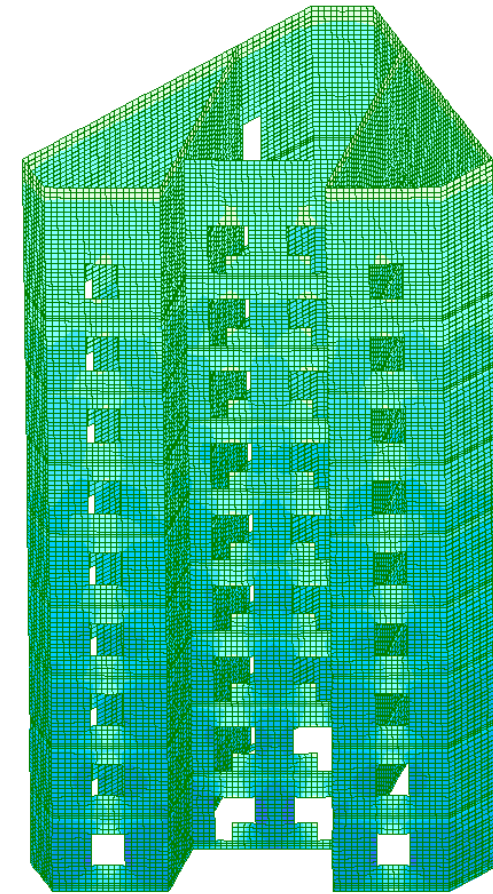


Ізополя деформацій фундаментної плити, мм

Результати розрахунків. Розрахунковий випадок № 1

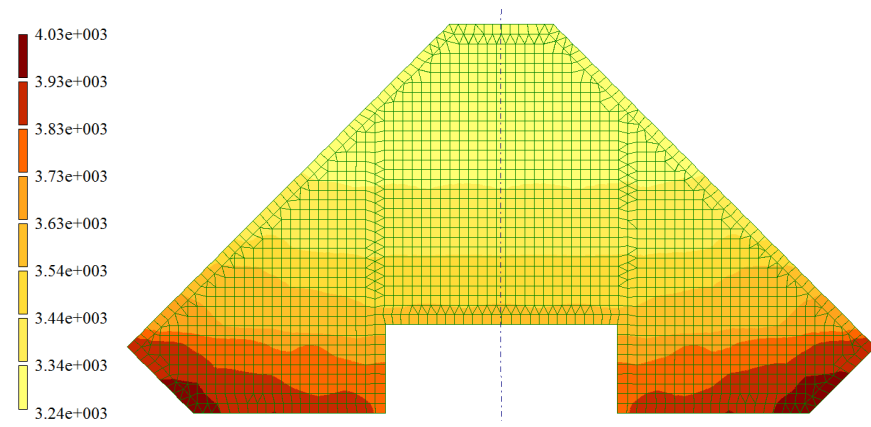


Ізополя напружень у цегляних стінах, МПа

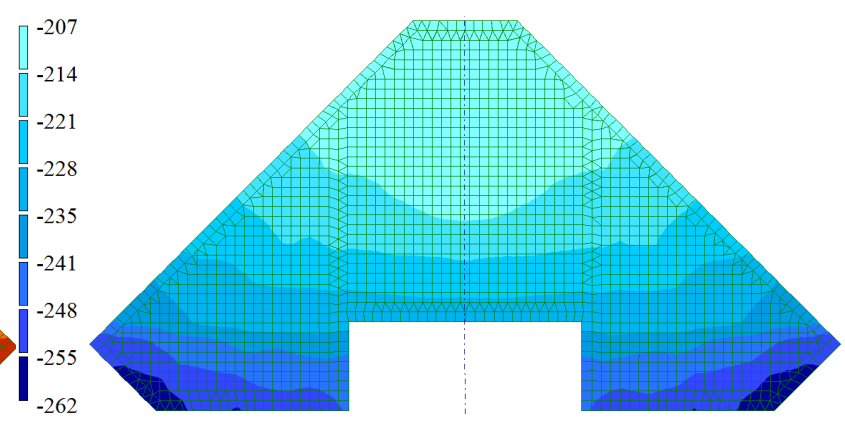


Ізополя напружень у цегляних стінах з урахуванням крену, МПа

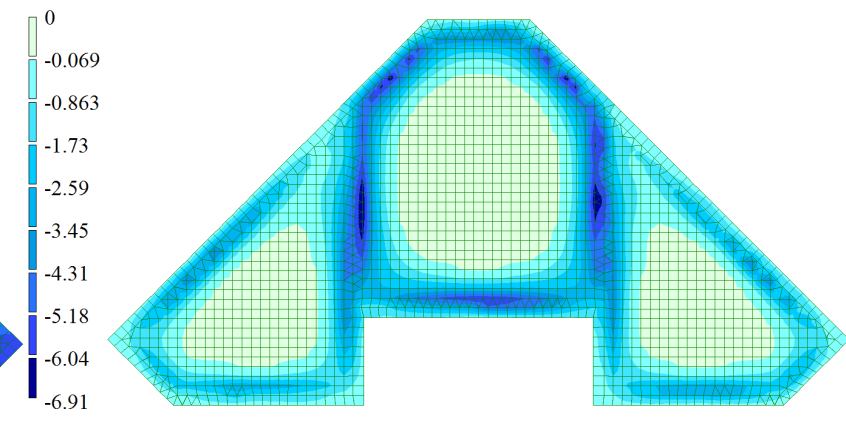
Результати розрахунків. Розрахунковий випадок № 2



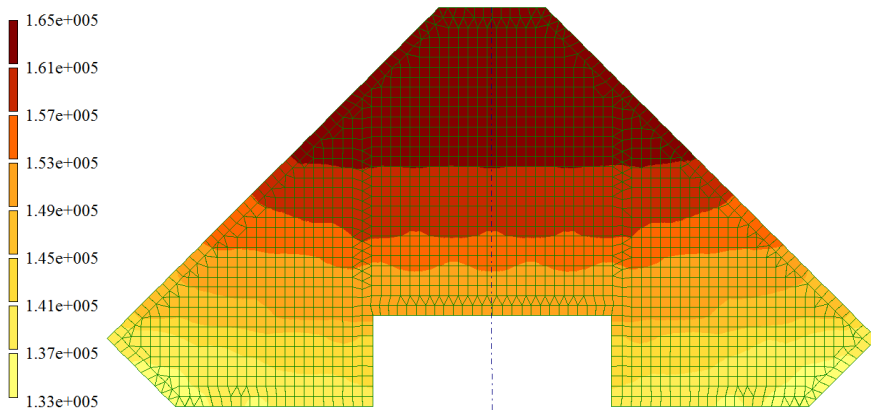
Ізополя коефіцієнтів постелі C_1 , кН/м³



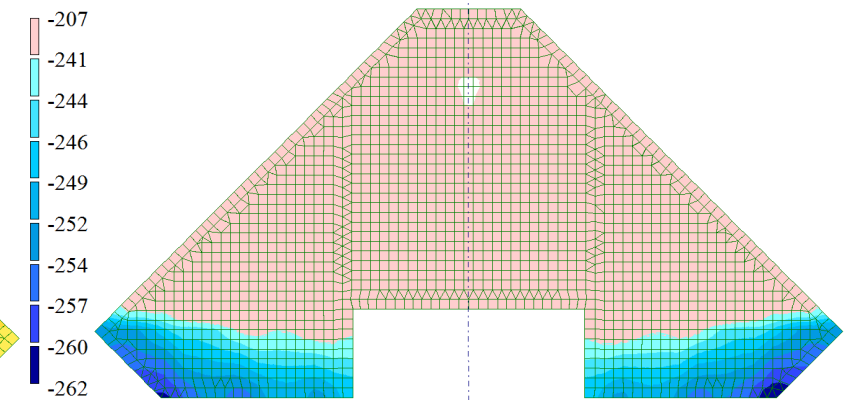
Ізополя тиску на ґрунт основи P_z , кПа



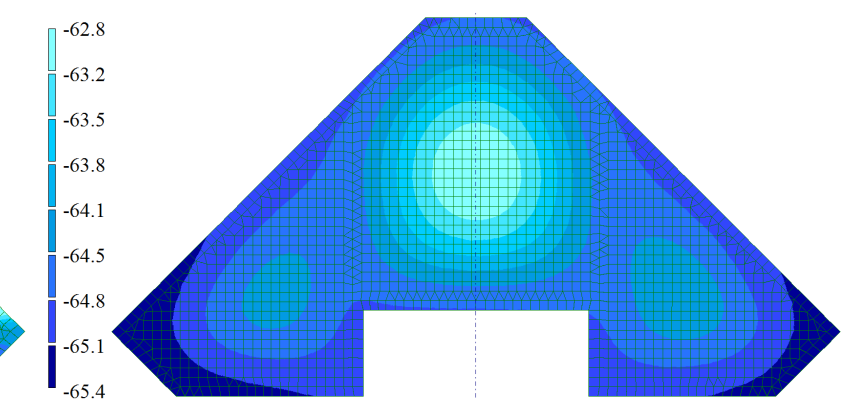
Ізополя напружень у фундаментній плиті, МПа



Ізополя коефіцієнтів постелі C_2 , кН/м



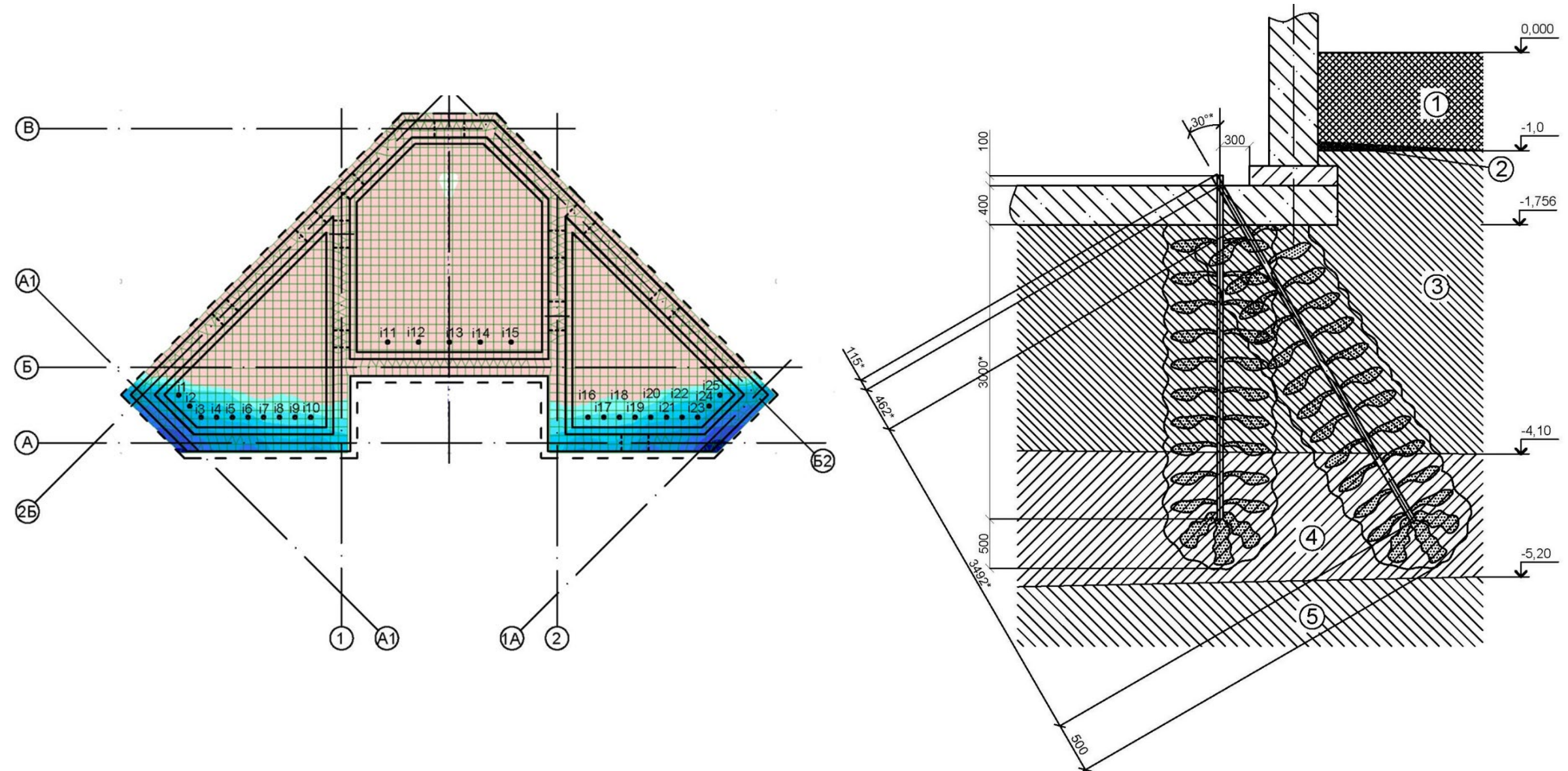
Ізополя тиску на ґрунт основи P_z , який перевищує розрахунковий опір ґрунту, кПа



Ізополя деформацій фундаментної плити, мм

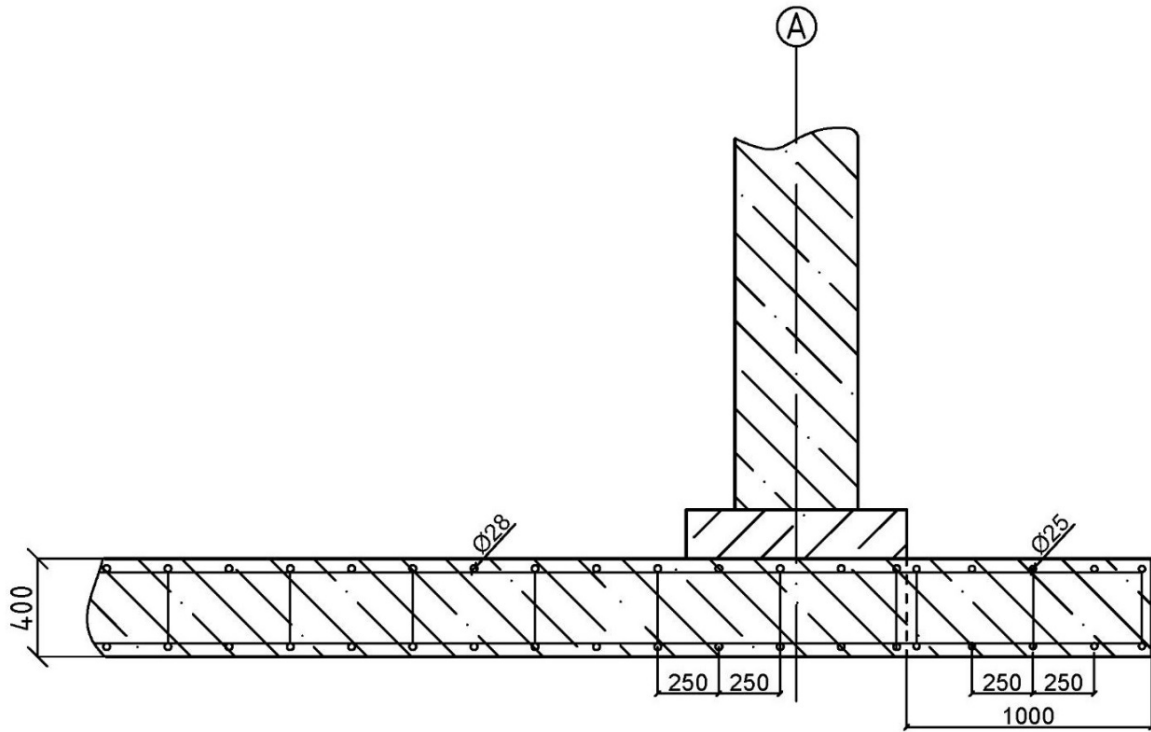
Технічне рішення щодо відновлення експлуатаційної придатності будівлі

Закріплення ґрунтів основи

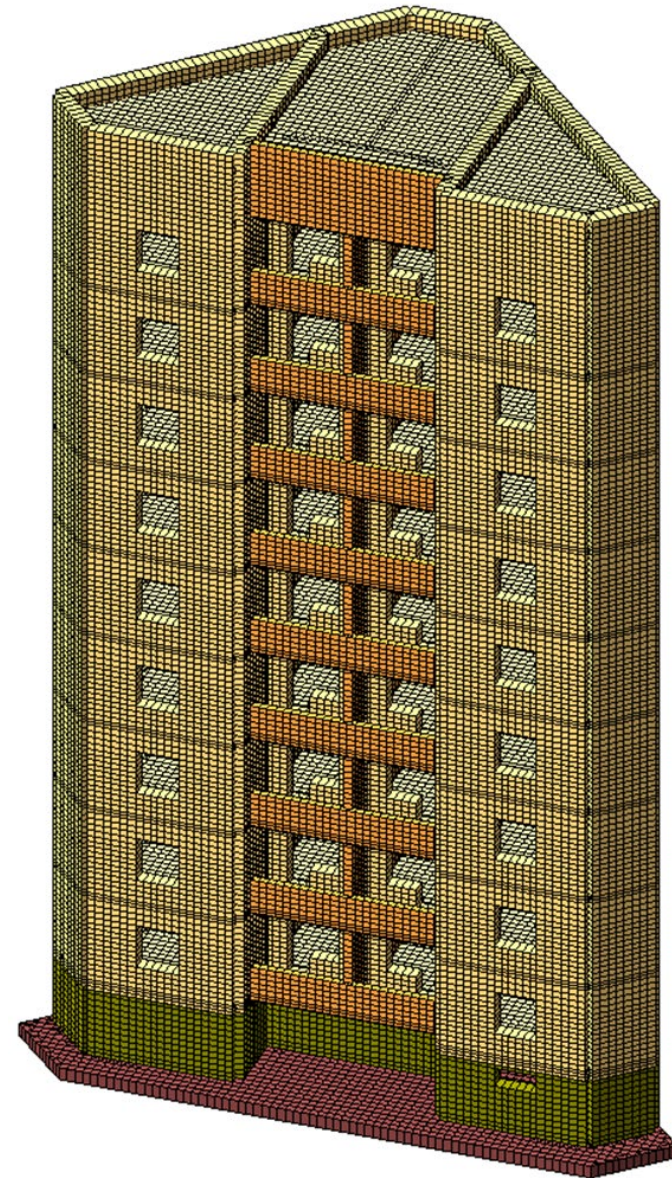


Технічне рішення щодо відновлення експлуатаційної придатності будівлі

Збільшення ширини фундаментної плити



Нарощування фундаментної плити



Загальні висновки

1. При обстеженні конструкцій секції-вставки 9-и поверхового житлового будинку встановлено наступні дефекти та пошкодження:

- руйнування відкосів та порогів в дверних отворах з розкриттям деформаційного шва внаслідок відхилення будівлі від вертикалі;
- неякісне виконання опалубних робіт при будівництві, та, як наслідок – кам'янистий бетон цоколя між фундаментною плитою і фундаментними блоками, місцями з поверхневими раковинами і порожнечами;
- тріщини в фундаментних блоках розкриттям від 0.5 до 3 мм в місцях обпирання та в прогонах над отворами цокольного поверху;
- бетон зовнішньої поверхні фундаментної плити внаслідок вилуговування і морозного руйнування низької якості містить поверхневі раковини і порожнечі.

2. За результатами інженерно-геодезичних досліджень території, що примикає до заднього (вуличного) фасаду вставки будівлі, встановлено значний водозбірний басейн з ухилами до $i = 0.043$ в сторону будівлі. При цьому, витрата стоку талих вод досягає $0.003 \text{ м}^3/\text{с}$, розрахункова витрата зливного стоку $0.21 \text{ м}^3/\text{с}$, об'єм зливого стоку – 339 м^3 . При таких характеристиках водозбірного басейну створюються передумови для зволоження ґрунтів з боку заднього (вуличного) фасаду в період активних опадів або танення снігу.

3. По результатам розрахунку крену будівлі з'ясовано, що найбільше векторне число відхилення складає 0.16 м, що є більшим за допустиме значення по технологічним та архітектурним вимогами (148.5 мм).

4. По результатам розрахунків будівлі на комбінацію постійних і характеристичних тимчасових навантажень (гранична короткочасна комбінація навантажень), значення тиску на ґрунтову основу від частини фундаментної плити (53 % від площі поверхні) є більшим за значення розрахункового опору ґрунтової основи при стиску (240000 Па). Значення максимальних (по краям) напружень у ґрунтовій основі складають 277000 Па, показник міцності – 0.86 (значення, що допускається, – не менше за 1.0).

Загальні висновки

5. Наявність значного водозбірного басейну з боку вулиці з ухилами убік будівлі провокує зволоження ґрунтів з боку заднього (вуличного) фасаду в період активних опадів або танення снігу. В результаті, з боку вулиці під фундаментною плитою знижується модуль деформації ґрунтів до 11 МПа, а розрахунковий опір до 240 кПа. У зв'язку з геометричними особливостями будівлі в ту саму сторону має місце зсув центру ваги. У комбінації ці два фактори створюють умови для відхилень будівлі від вертикалі, які здатні тривати довгий час.
6. Несуча здатність цегляних стін, стін підвалу та фундаментної плити забезпечується з коефіцієнтами запасу, відповідно, 1.49, 1.73 і 1.6.
7. На основі отриманих результатів розрахунків (ізополя розповсюдження значень тиску на ґрунтову основу) запропоновані технічні рішення з підсилення фундаментів будівлі.
8. Для відновлення експлуатаційної придатності будівлі необхідно виконати підсилення фундаментів будівлі по одній із запропонованих схем:
 - закріплення шарів ІГЕ3 та ІГЕ4 у зонах країв фундаментної плити з боку вуличного (заднього) фасаду (див. розділ 3 п. 3.4.1). Значення рекомендованого коефіцієнту зміцнення – 1.4. Значення рекомендованого розрахункового опору ґрунтової основи по завершенню підсилення – 336000 Па. Значення мінімального коефіцієнту зміцнення, що допускається за першою групою граничних станів – 1.2.
 - збільшення ширини фундаментної плити у зонах країв фундаментної плити з боку вуличного (заднього) фасаду на 1 м (див. розділ 3 п. 3.4.1). Значення максимальних (по краям) напружень у ґрунтовій основі після зміцнення будуть дорівнювати 205 кПа, значення показника міцності – 1.17 (значення, що допускається, – не менше за 1.0)..