

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

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
Будівельних конструкцій
_____ /Л.А.Циганенко /
підпис
«__» _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка»

Виконав (ла)	_____	Слиньок С.Г.
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)
Група		ЗПЦБ 2201м
Керівник	_____	к.т.н. Луцьковський В.М.
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)

Суми – 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: Будівельних конструкцій
Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
ОПП Будівництво та цивільна інженерія

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Слиньок Сергій Григорович

1. Тема роботи Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка

Затверджено наказом по університету №612-н від "14" березня 2023 р.

Строк здачі студентом закінченої роботи: "23" листопада 2023 р

2. Вихідні дані до роботи:

Архітектурна частина робочого проекту будівлі

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

Розділ 1. Загальна характеристика роботи

Розділ 2. Дослідження несучої здатності та конструктивні розрахунки

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

Лист 1. Фасад 1-15 (існуючий), Фасад М-А (існуючий), План підвалу в осях Г-Д (існуючий), План другого поверху (існуючий), Експлікація приміщень другого поверху, Експлікація приміщень підвалу в осях Г-Д

Лист 2. План цокольного поверху в осях Б-К (існуючий), План першого поверху (існуючий), Експлікація приміщень першого поверху, Експлікація приміщень цокольного в осях Б-К

Лист 3. Розріз 1-1 (існуючий), Розріз 2-2 (існуючий), Розріз 3-3 (існуючий), Розріз 4-4 (існуючий), Розріз 5-5 (існуючий), Розріз 6-6 (існуючий)

Лист 4. Схема розміщення плит перекриття першого поверху, Схема розміщення плит покриття другого поверху, Схема розміщення плит перекриття підвалу в осях Б-К, Схема розміщення плит перекриття підвалу в осях Г-Д, Специфікація плит перекриття першого поверху, Специфікація плит покриття другого поверху, Специфікація плит перекриття підвалу в осях Б-К, Специфікація плит перекриття підвалу в осях Г-Д

Лист 5. План підвалу в осях Б-К (після реконструкції), Прямок ПРк1, Розріз 1-1, Сітка С-1, Специфікація елементів влаштування прямока, Експлікація приміщень підвалу в осях Б-к, Експлікація підлог підвалу в осях Б-К

Лист 6. Схема підсилення плит перекриття підвалу в осях 8/1-15 / Б-К, Специфікація підсилюючих плит перекриття підвалу в осях 8/1-15 / Б-К

Лист 7. Схема підсилення ПС-1 (прийнята), Схема підсилення ПС-1 (не прийнята), Розріз 1-1, Розріз 4-4, Розріз 2-2, Розріз 5-5, Розріз 3-3, Специфікація матеріалів підсилення ПС-1, Розріз 6-6, Специфікація матеріалів підсилення ПС-1 (не прийнята)

Лист 8. Схема підсилення ПС-2, Схема підсилення ПС-3, Розріз 1-1, Розріз 4-4, Розріз 2-2, Розріз 5-5, Розріз 3-3, Специфікація матеріалів підсилення ПС-2, Розріз 6-6, Специфікація матеріалів підсилення ПС-3

Лист 9. Схема підсилення ПС-4, Схема підсилення ПС-5, Розріз 1-1, Розріз 4-4, Розріз 2-2, Розріз 5-5, Розріз 3-3, Специфікація матеріалів підсилення ПС-4, Розріз 6-6, Специфікація матеріалів підсилення ПС-5

Лист 10. Схема підсилення ПС-6, Схема підсилення ПС-7, Розріз 1-1, Розріз 4-4,
Розріз 2-2, Розріз 5-5, Розріз 3-3, Специфікація матеріалів підсилення ПС-6,
Розріз 6-6, Специфікація матеріалів підсилення ПС-7

Лист 11. Схема підсилення ПС-8, Схема підсилення ПС-9, Схема підсилення
ПС-10, Розріз 1-1, Розріз 4-4, Розріз 7-7, Розріз 2-2, Розріз 5-5, Розріз 8-8,
Розріз 3-3, Специфікація матеріалів підсилення ПС-8, Розріз 6-6, Специфікація
матеріалів підсилення ПС-9, Розріз 9-9, Специфікація матеріалів підсилення ПС-10

Лист 12. Схема підсилення ПС-11, Схема підсилення ПС-12, Схема підсилення
ПС-13, Розріз 1-1, Розріз 4-4, Розріз 7-7, Розріз 2-2, Розріз 5-5, Розріз 8-8,
Розріз 3-3, Специфікація матеріалів підсилення ПС-11, Розріз 6-6, Специфікація
матеріалів підсилення ПС-12, Розріз 9-9, Специфікація матеріалів
підсилення ПС-13

Лист 13. Прийняте розташування зон руйнування від вибуху, Максимальний
момент, який може сприймати плита, Поперечна сила, яку може сприймати плита,
Максимальний момент, який виникає у плиті під час руйнування, Поперечна сила,
яка виникає у плиті під час руйнування

Керівник:

(підпис)

к.т.н. Луцьковський В.М.

(Прізвище, ініціали)

Консультант

(підпис)

Циганенко Г.М.

(Прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач:

(підпис)

Слиньок С.Г.

(Прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Слиньок Сергій Григорович. Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2023.

В **основній частині** наведено опис конструктивних рішень будівлі, опис предмету дослідження. Викладено методика, результати дослідження, а також висновки про виконане дослідження.

Результати досліджень дозволяють оцінити несучу здатність плити перекриття підвального поверху при умовному прогресивному обваленні будівлі, виявити методи забезпечення несучої здатності цих конструктивних елементів.

Аналіз публікацій та досліджень встановив, що тема прогресивного обвалення в останні роки стає більш актуальною у зв'язку з бойовими діями. Було виявлено, що розрахунок прогресивного обвалення безкаркасних будівель поки що виконується без застосування програмних комплексів, а при зборі навантажень необхідно враховувати коефіцієнт динамічності до конструкцій, які знаходяться вище досліджуваної. Виходячи із результатів розрахунків, було виявлено що в досліджуваних конструктивних елементах будівлі недостатньо несучої здатності.

У **висновках** констатовано факт недостатньої несучої здатності в плитах перекриття підвального поверху та необхідність їх підсилення. Вибір способу підсилення залежить від зручності постачання матеріалів. Також констатовано факт того, що окремі варіанти підсилення не забезпечують несучої здатності.

Ключові слова: плита перекриття, прогресивне обвалення, підсилення, реконструкція, аналіз, дослідження.

Список публікацій

Результати дослідження опубліковано в матеріалах науково-практичної студентської конференції. // Слин'ок С.Г., Трифонов К.Д., Луцковський В.М. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ПЕРЕКРИТТЯ НАД ПРИМІЩЕННЯМИ УКРИТТЯ ПРИ РУЙНУВАННІ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента (13-17 листопада 2023 р.) – Суми, 2023.

В додатках наведено: безпека праці при виконнанні підсилення плит перекриття.

Структура роботи

Робота складається з основного тексту на 66 сторінках, у тому числі 20 таблиць, 34 рисунка. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 2 розділи, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 14 використаних джерел, 1 додатка на 2 сторінках. Графічна частина складається з 12 аркушів креслень та 1 плакату.

ЗМІСТ

1. Загальна характеристика роботи.....	8
1.1. Актуальність теми	8
1.2. Мета і завдання дослідження.....	8
1.3. Об'єкт дослідження.....	8
1.4. Предмет дослідження	8
1.5. Методи дослідження.....	8
1.6. Практичне значення одержаних результатів	8
1.7. Апробація та публікація роботи.....	9
2. Дослідження несучої здатності та конструктивні розрахунки.....	10
2.1. Коротка характеристика будівлі та предмету дослідження	10
2.1.1. Об'ємно-планувальне рішення	10
2.1.2. Архітектурно-конструктивні рішення	10
2.1.2.1. Фундаменти.....	11
2.1.2.2. Кроквяні конструкції.....	11
2.1.2.3. Плити покриття та перекриття.....	12
2.1.2.4. Зовнішні стіни та внутрішні несучі стіни	16
2.1.2.5. Сховище (укриття)	16
2.1.2.6. Сходи	18
2.1.2.7. Перемички	19
2.1.2.8. Двері та вікна	19
2.1.2.9. Перегородки	21
2.1.2.10. Покрівля	21
2.1.2.11. Підлоги	21
2.1.2.12. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....	24
2.2. Опис предмету дослідження.....	25
2.3. Методика дослідження.....	27
2.3.1. Розрахунок попередньо напруженої плити ПК 66.15 – 8 Ат-V:.....	33
2.3.2. Підсилення плити методом влаштування надбетонки	36
2.3.3. Підсилення плити методом влаштування додаткового армування.....	37
2.3.4. Підсилення плити методом влаштування армування в пустоти та надбетонки	39
2.3.5. Підсилення плити методом влаштування сталевих двотаврових балок в пустоти	43
2.3.6. Розрахунок попередньо напруженої плити ПК 63.15 – 8 Ат-IV:.....	47
2.3.7. Підсилення плити методом влаштування надбетонки	50
2.3.8. Підсилення плити методом влаштування додаткового армування.....	51
2.3.9. Підсилення плити методом влаштування армування в пустоти та надбетонки	52
2.3.10. Підсилення плити методом влаштування сталевих двотаврових балок в пустоти.....	56
2.4. Висновки.....	62
ДОДАТОК А.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	

1. Загальна характеристика роботи

1.1. Актуальність теми

Внаслідок бойових дій було уражено багато будівель. Тому актуальною темою наразі є створення сховища для забезпечення безпеки учнів та викладачів.

Створення сховища в існуючому підвальному поверсі вимагає перевірку несучої здатності перекриття з урахуванням руйнування надземної частини.

1.2. Мета і завдання дослідження

Метою та завданням є виконання перевірки конструкцій перекриття через зміну характеру навантаження при руйнуванні надземної частини будівлі, порівняння результатів несучої здатності плит до та після підсилення, виконання креслень підсилення конструкцій у разі необхідності.

1.3. Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження в даній магістерській кваліфікаційній роботі є несуча здатність плит перекриття до та після їх підсилення.

1.4. Предмет дослідження

Предметом дослідження є плити перекриття, котрі зазнають впливу від руйнування надземної частини будівлі в зонах можливого обвалення.

1.5. Методи дослідження

Було використано теоретичний метод дослідження на основі якого проведено аналіз несучої здатності плит, виконання порівняння отриманих результатів несучої здатності плит до та після підсилення.

1.6. Практичне значення одержаних результатів

Одержання результатів дослідження, визначення необхідності підсилення плит перекриття підвального приміщення.

1.7. Апробація та публікація роботи

Результати дослідження опубліковано в матеріалах науково-практичної студентської конференції. // Слиньок С.Г., Трифонов К.Д., Луцковський В.М.
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ПЕРЕКРИТТЯ НАД ПРИМІЩЕННЯМИ УКРИТТЯ ПРИ РУЙНУВАННІ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ
// Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента (13-17 листопада 2023 р.) – Суми, 2023.

2. Дослідження несучої здатності та конструктивні розрахунки

2.1. Коротка характеристика будівлі та предмету дослідження

2.1.1. Об'ємно-планувальне рішення

Будівля розміщена в м. Шостка. Будівля школи має близьку до Ш-подібної форми в плані з габаритними розмірами в плані 85,79x62,63 м.

Основним способом захисту населення від засобів масового ураження в особливий період та при надзвичайних ситуаціях є укриття його у сховищах.

Характеристика району будівництва:

- характеристичне значення снігового навантаження – 1790 Па;
- характеристичне значення вітрового навантаження – 390 Па.

Будівля в основному двоповерхова. Для зв'язку між поверхами передбачено чотири сходові клітини. Окремі частини будівлі одноповерхові: санвузли в осях (3-4/2)/(Д/1-Е), спортивні зали в осях (6-8)/(И/1-М) та в осях (9/1-15)/(К-Л). Приміщення підвального поверху розміщені в осях 4-6 та під добудованою частиною в осях 8/1-15. Цокольний поверх, який в осях 8/1-15 проектується як сховище на 600 місць.

Входи до приміщень школи розташовані зі сторони осей 1, 6/1, 9, 11, 13/1, А, Д/2, Г/1, К. Входи до приміщень підвального поверху виконано з вулиці зі сторони осей Д та Д/1. Також запроектовано ще один вихід із підвального поверху з вулиці зі сторони осі 13/1.

2.1.2. Архітектурно-конструктивні рішення

Школа в плані має близьку до Ш-подібну форму прямокутника з розмірами в плані 85,79x62,63 м. Будівля виконана по жорсткій конструктивній схемі з несучими поздовжніми та поперечними цегляними стінами. Просторова стійкість будівлі забезпечена дисками перекриття та покриття. Цокольний поверх має висоту - 2,60 м, перший – 2,93 м, другий – 2,89 м.

2.1.2.1. Фундаменти

Фундаменти виконано стрічковими з використанням монолітного залізобетону та збірних залізобетонних фундаментних блоків товщиною 400 мм та 500 мм. Глибина закладання дорівнює 3,25 м.

2.1.2.2. Кроквяні конструкції

Горище перекриття над спортивною залою в осях (6-8)/(И/1-М) та над актовою залою в осях 4-5 – А-Г виконане з використанням дерев'яних балок, що підвішені до метало дерев'яних ферм покриття.

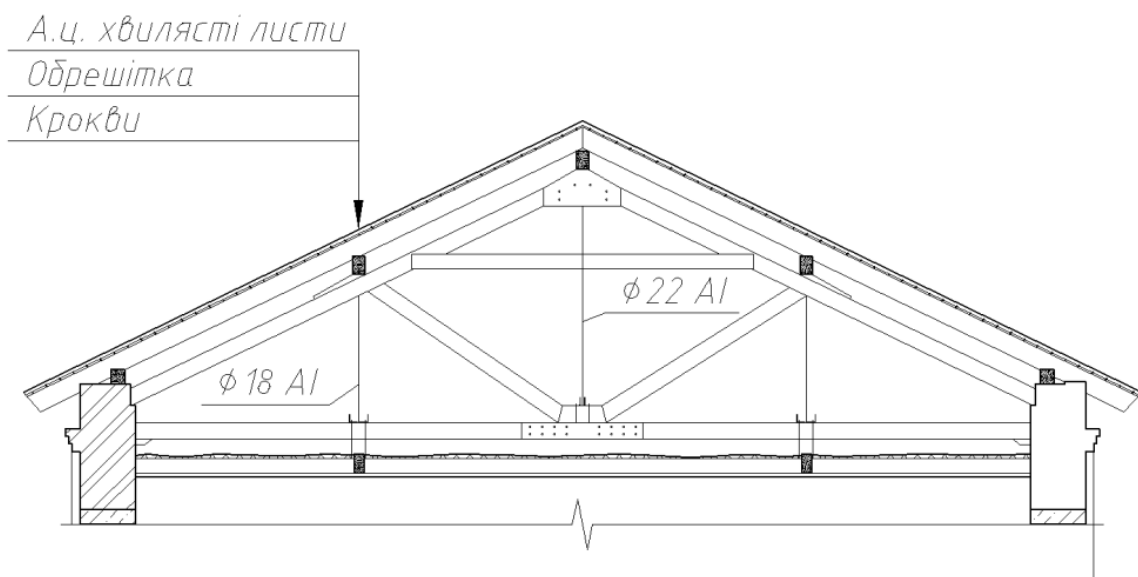


Рисунок 2.1.1 – Схема метало дерев'яної ферми в осях від М до И/1

Горище утеплено з використанням:

- котельного шлаку товщиною шару 13 см на ділянці в осях 1-8;
- плит з пінополіуретану товщиною 5 см над спортивною залою в осях (6-8)/(И/1-М) та над актовою залою в осях 4-5 – А-Г;
- керамзитового гравію товщиною шару 0-15см на ділянці в осях 8-15.

Покриття над будівлею виконано у вигляді системи наслонних крокв, що спираються по зовнішнім стін на мауэрлати та на внутрішні стіни через прогони, стійки, підкоси та трикутні ферми.

2.1.2.3. Плити покриття та перекриття

Перекриття виконано з використанням збірних залізобетонних багатопустотних плит перекриття висотою 220 мм.

Таблиця. 2.1.1 - Специфікація плит перекриття першого поверху

Марка виробу	Позначення	Найменування	Кількість, шт.	Маса од, кг.	Примітки
1	2	3	4	5	6
П1	Серія 1.141-1	ПК 24-12-8	4	857	
П2	Серія 1.141-1	ПК 24-15-8	11	1145	
П3	Серія 1.141-1	ПК 27-12-8	1	970	
П4	Серія 1.141-1	ПК 27-15-8	15	1290	
П5	Серія 1.041.1-5	ПК 8-33-12 А-III	12	1175	
П6	Серія 1.041.1-5	ПК 8-33-15 А-III	47	1560	
П7	Серія 1.141-1	ПК 54-12-8 А-V	2	1950	
П8	Серія 1.141-1	ПК 54-15-8 А-V	3	2525	
П9	Серія 1.141-1	ПК 10-57-12 А-IV	4	2000	
П10	Серія 1.141-1	ПК 10-57-15 А-IV	8	2710	
П11	Серія 1.141-1	ПК 63-12-6 А-V	18	2200	
П12	Серія 1.141-1	ПК 63-15-6 А-V	168	2950	
П13	Серія 1.090.1-1/88	ПК 66-12-8	5	2360	
П14	Серія 1.090.1-1/88	ПК 66-15-8	12	3120	
П15	Серія 1.141 КР-1	КНК 84-10-6 А-IV	16	2395	
П16	РЧ 164/07-ПР-КЖ	ЗПБ 96-12-8	17	4200	
П17	ТУ 5842-001-01217316-05	ПБ 3-102-12-8	4	3900	

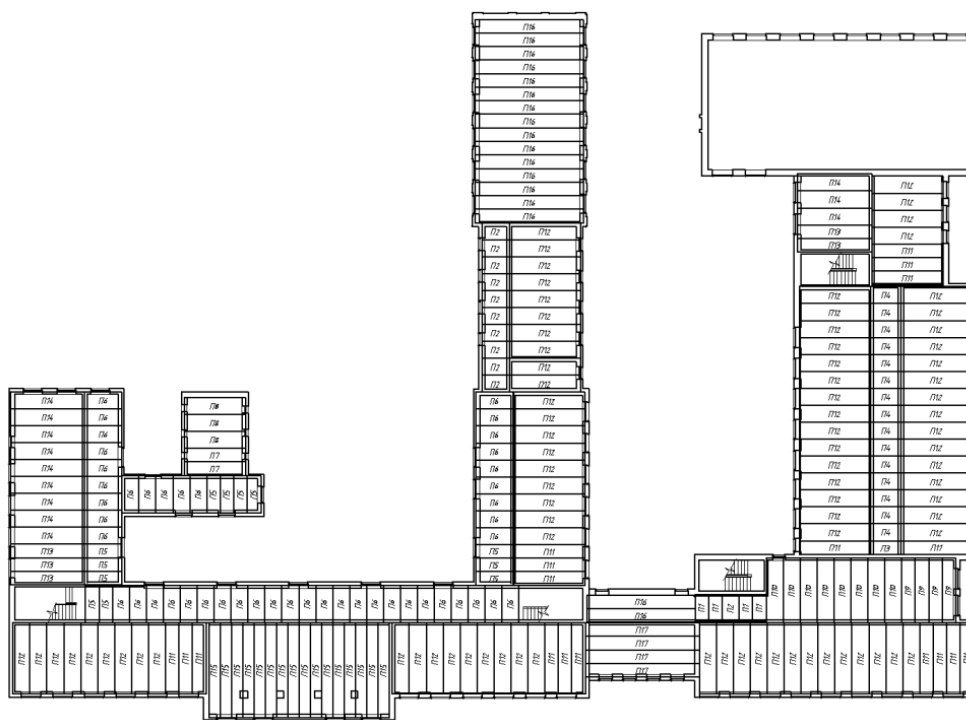


Рис. 2.1.2 – Схема розташування плит перекриття 1-го поверху

Таблиця. 2.1.2 - Специфікація плит покриття другого поверху

Марка виробу	Позначення	Найменування	Кількість, шт.	Маса од, кг.	Примітки
1	2	3	4	5	6
П1	Серія 1.141-1	ПК 24-12-8	4	857	
П2	Серія 1.141-1	ПК 24-15-8	1	1145	
П3	Серія 1.141-1	ПК 27-12-8	1	970	
П4	Серія 1.141-1	ПК 27-15-8	15	1290	
П5	Серія 1.041.1-5	ПК 8-33-12 А-III	8	1175	
П6	Серія 1.041.1-5	ПК 8-33-15 А-III	42	1560	
П9	Серія 1.141-1	ПК 10-57-12 А-IV	4	2000	
П10	Серія 1.141-1	ПК 10-57-15 А-IV	8	2710	
П11	Серія 1.141-1	ПК 63-12-6 А-V	18	2200	
П12	Серія 1.141-1	ПК 63-15-6 А-V	74	2950	
П13	Серія 1.090.1-1/88	ПК 66-12-8	5	2360	
П14	Серія 1.090.1-1/88	ПК 66-15-8	12	3120	
П15	Серія 1.141 КР-1	КНК 84-10-6 А-IV	16	2395	
П17	ТУ 5842-001-01217316-05	ПБ 3-102-12-8	4	3900	
П18	Серія 1.090.1-1	ПК 60-12-8 А-V	2	2270	
П19	Серія 1.432.10	ПСЛ АIV-1-1-1,2-12	20	2600	

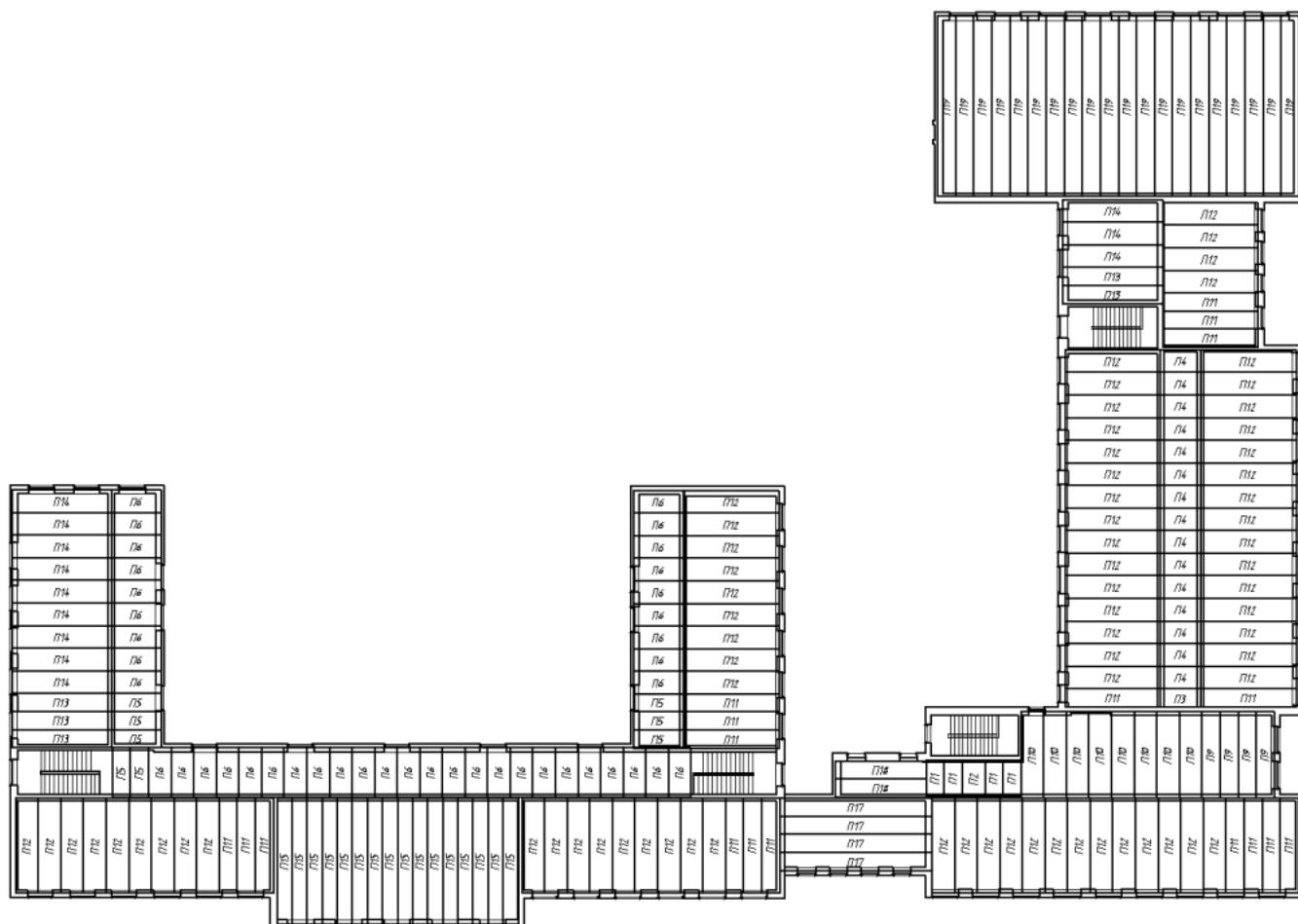


Рис. 2.1.3 – Схема розташування плит покриття 2-го поверху

На окремих ділянках горищного перекриття використано збірні залізобетонні плити типу ПРТМ («коритоподібні»).

Покриття спортивної зали в осях (9/1-15)/(К-Л) виконане з використанням збірних залізобетонних ребристих плит 1,5х12 м висотою 450 мм.

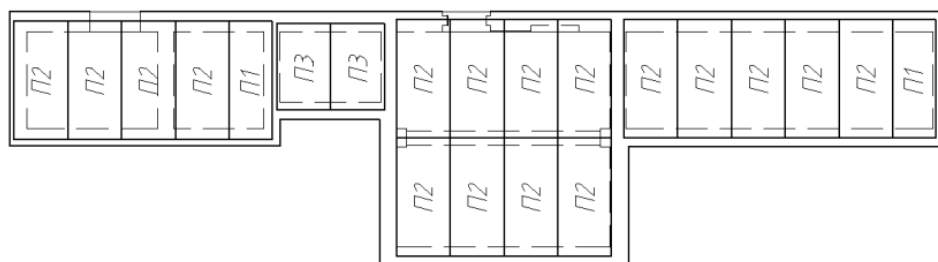


Рис. 2.1.4 – Схема розташування плит перекриття підвального поверху в осях Г-Д

Таблиця. 2.1.3 - Специфікація плит перекриття підвального поверху в осях Г-Д

Марка виробу	Позначення	Найменування	Кількість, шт.	Маса од, кг.	Примітки
1	2	3	4	5	6
П1	Серія 1.041.1-5	ПК 8-33-12 А-III	2	1175	
П2	Серія 1.041.1-5	ПК 8-33-15 А-III	17	1560	
П3	Серія 1.141-1	ПК 24-15-8	2	1145	

Таблиця. 2.1.4 - Специфікація плит перекриття підвального поверху в осях Б-К

Марка виробу	Позначення	Найменування	Кількість, шт.	Маса од, кг.	Примітки
1	2	3	4	5	6
П1	Серія 1.090.1-1/88 вип. 5-1	ПК 66-15-8	36	3120	
П2	Серія 1.090.1-1/88 вип. 5-1	ПК 66-12-8	4	2360	
П3	Серія 1.141.1-38 вип. 2	ПК 63-15-8	22	2290	
П4	Серія 1.141.1-38 вип. 2	ПК 63-12-8	1	1720	
П5	Серія 1.090.1-1	ПК 60-15-6	3	2840	
П6	Серія 1.141.1	ПК 10-57-15 А-IV	5	2710	
П7	Серія 1.141-1	ПК 10-57-12 А-IV	4	2000	
П8	Серія 1.141.1-38 вип. 2	ПК 48-15-8	1	1740	

2.1.2.4. Зовнішні стіни та внутрішні несучі стіни

Зовнішні стіни виконані цегляними товщиною 510 мм. Внутрішні несучі стіни виконано цегляними товщиною 380 мм та 510 мм. Стіни підвального поверху з бетонних блоків товщиною 400 мм та 500 мм та цегли. Цегляні стіни виконані цеглою марки М-100 на розчині марки 75. Стіни виконані згідно [1]

2.1.2.5. Сховище (укриття)

Для забезпечення безпеки учнів, викладачів та інших людей було запроєктовано укриття від бойових дій, яке розраховане на 600 місць.

Надзвичайні ситуації класифікуються за характером походження , ступенем поширення, розміром людських втрат та матеріальних збитків.

НС техногенного характеру, це порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією (на хімічно-, пожежно-, вибухонебезпечному об'єкті), катастрофічним затопленням від порушення однією або декількох гребель одночасно, порушенням умов сталого збереження ґрунту (яке може призвести до виникнення селів, лавин, зсувів тощо), що привело або може призвести до людських і матеріальних втрат.

Найпростіше укриття – це фортифікаційна споруда, цокольне або підвальне приміщення, що знижує комбіноване ураження людей від небезпечних наслідків НС. До них відносяться – підвальні поверхи виробничих, допоміжних і адміністративно-побутових будинків і споруд, окремо розташовані заглибленні споруди виробничого, господарського і побутового призначення, пустоти у великих фундаментах та інші.

Під укриття пристосовуються приміщення та споруди – споруди подвійного призначення та найпростіші укриття в житловій зоні.

У зв'язку з великою різноманітністю ситуацій, що виникають, неможливо передбачити заздалегідь місце, час і характер аварії. Тому, захист людей має передбачатися з урахуванням можливості виникнення самих несприятливих наслідків, прогноз яких можна здійснити на основі аналізу статичних даних, а також результатів аналізу аварій на аналогічних об'єктах.

У відповідності до «Вимог щодо утримання та експлуатації захисних споруд цивільного захисту» для забезпечення вільного користування сховищем особами з інвалідністю та іншими маломобільними групами населення вхід обладнується алюмінієвими трапами на кожному з сходових маршів нового входу в сховище. Вхід обладнується бездротовою кнопкою виклику персоналу для допомоги МГН, сигнал з якої подається в кімнату чергової на 1-му поверсі будівлі.

Для влаштування укриття необхідно: влаштування перегородки з газоблоку (100 мм) в приміщенні сховища (розподіл на 2 приміщення); влаштування системи пожежної сигналізації, системи оповіщення про пожежу, системи передавання тривожних сповіщень; зміна рішень по перегородках санвузлів – заміна цегли на газоблок; заробка щілин в стінах; виконати внутрішню гідроізоляцію стін приміщень сховища; виконано опорядження стін та стель; влаштування систем вентиляції із вогнезатримуючими клапанами.

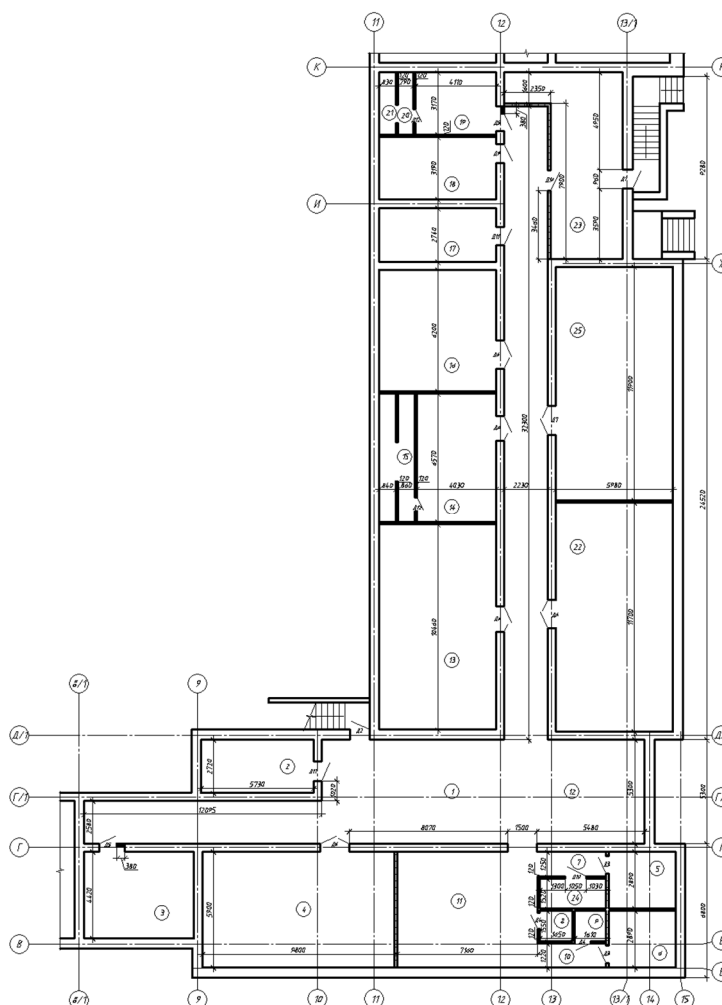


Рис. 2.1.6 – План підвального поверху в осях Б-К після реконструкції

Таблиця 2.1.5. Експлікація приміщень підвального поверху в осях Б-К

№ прим.	Найменування	Площа, м ²	Примітка
1	2	3	4
1	Укриття	76,51	
2	Укриття	15,78	
3	Електрощитова	25,05	
4	Укриття	58,11	
5	Жіноча туалет	9,88	
6	Чоловічий туалет	9,88	
7	Коридор	4,42	
8	Душова з роздягальною для жінок	2,61	
9	Душова з роздягальною для чоловіків	2,54	
10	Коридор	4,30	
11	Укриття	42,74	
12	Коридор	112,08	
13	Укриття	62,71	
14	Венткамера	26,77	
15	Венткамера	11,45	
16	Укриття	37,30	
17	Укриття	16,54	
18	Укриття	19,24	
19	Приміщення для зберігання їжі	13,48	
20	Венткамера	2,60	
21	Венткамера	2,69	
22	Укриття	70,24	
23	Приміщення для зберігання забрудненого вуличного одягу	39,12	
24	Санвузов	5,20	
25	Укриття	71,30	
Всього:		$\Sigma = 742,54$	

2.1.2.6. Сходи

Для забезпечення сполучення між поверхами будівлі існує чотири сходові клітини. Дані сходи призначені для підйому на другий поверх і має міжповерховий майданчик розташований на рівнях 0,780 м, 2,420 м, 4,130 м. Наявні зовнішні сходи по осі Д в межах осей 4-5, по осі Д/1 в межах 9-11 та запроєктовано нові сходи по осі 13/1 в межах Ж-К, які служать для спуску у цокольний поверх, їх ширина складає 1,37 м.

Сходові клітини будівлі типу СК-1 на кожному поверсі мають вікна із створками не менше 1,2 м², які обладнані пристроями для їх відчинення з рівня сходових площадок або маршів.

2.1.2.7. Перемички

Над дверними отворами в масив кам'яної кладки монтують залізобетонні перемички [2]. Перемичка являє собою залізобетонну конструкцію, перерізом схожу на «брус», вона призначена для перекриття прорізів у стінах, які зведені із малорозмірних будівельних матеріалів.

2.1.2.8. Двері та вікна

Віконні прорізи заповнені металопластиковими із подвійним склопакетом. Кріплення рам виконується в кутах і посередині, за допомогою анкерів. Всі зазори між блоком та стіною заповнені монтажною піною. Всі елементи заповнення прорізів виконані згідно [3]

Таблиця. 2.1.6 - Специфікація вікон

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, т	Примітки
1	2	3	4	5	6
1 поверх					
ВК1	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 6-4	6		
ВК2	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 10-24	1		
ВК3	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 12-18	18		
ВК4	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 15-15	6		
ВК5	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 17-24	51		
ВК6	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 18-18	39		
2 поверх					
ВК1	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 12-18	9		
ВК2	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 12-31	1		
ВК3	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 12-35,5	1		
ВК4	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 15-18	3		
ВК5	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 17-24	37		
ВК6	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 17-32,5	5		
ВК7	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 17-41	2		
ВК8	ДСТУ EN 14351-1:2020	ОР 18-18	38		

Двері відповідно норм проектування всі двері відкриваються по шляху евакуації. Двері обладнані ручками, засувками й вирізними замками.

Таблиця. 2.1.7 - Специфікація дверей

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, т	Примітки
1	2	3	4	5	6
1 поверх					
Д1	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 7.20	10		
Д2	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 7.21	7		
Д3	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 8.20	4		
Д4	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 8.26	1		
Д5	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 8.20	1		
Д6	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 9.20	15		
Д7	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 9.22	1		
Д8	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 9.25	1		
Д9	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 9.29	1		
Д10	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 10.20	4		
Д11	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 10.21	3		
Д12	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 12.20	1		
Д13	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 13.21	2		
Д14	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 13,5.24	8		
Д15	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 13,5.25	1		
Д16	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 14.21	1		
Д17	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 14.23	1		
Д18	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 15.20	4		
Д19	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 15.21	6		
Д20	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 15.23	3		
Д21	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 17.32	1		
Д22	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 19.32	1		
Д23	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 20.24	1		
2 поверх					
Д1	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 7.21	2		
Д2	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 8.20	1		
Д3	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 8.21	1		
Д4	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 9.20	4		
Д5	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 9.21	5		
Д6	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 9.20	2		
Д7	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 10.21	9		
Д8	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 10.22	3		
Д9	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 13,5.23	4		
Д10	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 13,5.24	1		
Д11	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 13,5.25	5		
Д12	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 15.21	1		

Таблиця. 2.1.8 - Специфікація дверей приміщень підвального поверху в осях Б-К

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, т	Примітки
1	2	3	4	5	6
1 поверх					
Д1	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДС – 9,6.22,7	1		
Д2	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДС – 10.21,2	1		
Д3	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 9.21	2		
Д4	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 8.21	2		
Д5	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 9.20	2		
Д6	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 14,4.21	3		
Д7	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 15.21	1		
Д8	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 12,6.21	2		
Д9	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 9,6.20	1		
Д10	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 10,5.21	2		
Д11	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 9,7.21,5	2		
Д12	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 6,7.12,7	2		

2.1.2.9. Перегородки

Перегородки [1] у будівлі виготовлені із глиняної порожнистої цегли та гіпсокартонних листів. Товщина перегородок складає 120 та 250 мм. Цегляні перегородки виконані порожнистою цеглою марки 100 на розчині 50 та виконувалось армування кладки сітками кожні 5-ть рядів.

2.1.2.10. Покрівля

Покрівля над будівлею в основному із азбестоцементних хвилястих листів по дерев'яній обрешітці з неорганізованим водовідведенням. Над спортивною залю в осях (9/1-15)/(К-Л) покрівля суміщена, руберойдна, з організованим водовідведенням.

2.1.2.11. Підлоги

Підлоги запроектовані відповідно до призначення приміщень [4], санітарно-гігієнічних вимог та режиму експлуатації. В місцях розташування підвального поверху, розташовані плити перекриття, а в інших місцях основою підлоги передбачено ущільнений ґрунт. В експлікації підлог призначено типи підлог, їх конструктивне рішення та площа надані в таблиці 2.1.9.

Таблиця. 2.1.9 - Експлікація підлог

№ приміщення	Тип підлоги	Конструкція підлоги	Площа, м ²
1	2	3	4
І поверх			
1, 67, 69, 73	1	Мозаїчні бетонні плити – 18 мм; Цементно-піщаний розчин – 10 мм; Водонепроникний папір – 2 мм; Звукоізоляція (мінераловатні плити) – 50 мм; З/б плита – 220 мм.	339,1
2, 3, 38, 44, 48, 52, 53, 56, 60, 65, 66, 70, 72, 77	2	Лінолеум безосновний – 3 мм; Бітумна мастика – 5 мм; Плита ДВП – 37 мм; Гідроізол – 5 мм; Цементне стягування – 30 мм; З/б плита – 220 мм.	232,8
4, 5, 8, 10, 19, 20, 22, 25, 26, 27, 75, 76	3	Дошате покриття – 20 мм; Цементно-піщане стягування – 14 мм; Звукоізоляція (шлакобетон) – 40 мм; Пароізоляція (обмазка бітумом за 2 рази) – 6 мм; З/б плита – 220 мм.	534,5
6, 23, 24, 32, 50, 51	4	Армоване цементно-піщане стягування – 16 мм; Поліетиленова плівка – 2 мм; Теплоізоляція (мінераловатні плити) – 50 мм; Пароізоляція – 2 мм; Вирівнююча стяжка – 10 мм; З/б плита – 220 мм.	54,3
7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 54, 55, 57, 59, 61, 62, 68	5	Керамічні плити – 10 мм; Цементно-піщаний розчин – 10 мм; 2 шари рубероїду на мастиці – 10 мм; Шлакобетон – 42 мм; Пароізоляція (обмазка бітумом за 2 рази) – 8 мм; З/б плита – 220 мм.	457
28, 74	6	Плитка ДВП – 8 мм; Цементно-піщане стягування – 26 мм; Звукоізоляція з керамзитобетону – 40 мм; Пароізоляція (обмазка бітумом) – 6 мм; З/б плита – 220 мм.	98,4

1	2	3	4
58, 63, 64	7	Резинові мати – 16 мм; Поліетиленова плівка – 2 мм; Теплоізоляція (мінераловатні плити) – 50 мм; Пароізоляція – 2 мм; Вирівнююча стяжка – 10 мм; З/б плита – 220 мм.	303,3
71	8	Плитка ДСП – 8 мм; Цементно-піщане стягування – 26 мм; Звукоізоляція з керамзитобетону – 40 мм; Пароізоляція (обмазка бітумом) – 6 мм; З/б плита – 220 мм.	47,1
II поверх			
1, 8, 9, 14, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32	9	Лінолеум безосновний – 3 мм; Бітумна мастика – 5 мм; Плита ДВП – 37 мм; Гідроізол – 5 мм; Цементне стягування – 30 мм; З/б плита – 220 мм.	671,82
2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 16, 17, 18, 41	10	Дошате покриття – 20 мм; Цементно-піщане стягування – 14 мм; Звукоізоляція (шлакобетон) – 40 мм; Пароізоляція (обмазка бітумом за 2 рази) – 6 мм; З/б плита – 220 мм.	288,24
37, 38	11	Армоване цементно-піщане стягування – 16 мм; Поліетиленова плівка – 2 мм; Теплоізоляція (мінераловатні плити) – 50 мм; Пароізоляція – 2 мм; Вирівнююча стяжка – 10 мм; З/б плита – 220 мм.	32,16
34, 35, 36, 39, 40	12	Керамічні плитки – 10 мм; Цементно-піщаний розчин – 10 мм; 2 шари рубероїду на мастиці – 10 мм; Шлакобетон – 42 мм; Пароізоляція (обмазка бітумом за 2 рази) – 8 мм; З/б плита – 220 мм.	61,92
7, 15, 19, 23	13	Плитка ДВП – 8 мм; Цементно-піщане стягування – 26 мм; Звукоізоляція з керамзитобетону – 40 мм; Пароізоляція (обмазка бітумом) – 6 мм; З/б плита – 220 мм.	189,75
12, 13, 27, 29, 33, 42	14	Плитка ДСП – 8 мм; Цементно-піщане стягування – 26 мм; Звукоізоляція з керамзитобетону – 40 мм; Пароізоляція (обмазка бітумом) – 6 мм; З/б плита – 220 мм.	256,25

Таблиця. 2.1.10 - Експлікація підлог підвального поверху в осях Б-К

№ приміщення	Тип підлоги	Конструкція підлоги	Площа, м ²
1	2	3	4
1, 3, 4, 11...13, 14, 16, 18, 19, 22, 23	15	Бетонні плити – 40 мм; Цементно-піщаний суміш – 40 мм; Пісок ущільнений – 100 мм; Грунт основи.	703,71
5...10, 24	16	Керамічні плити – 8 мм; Водостійка клеюча суміш – 8 мм; Бетонна стяжка з армуванням сіткою Ø5 ВрІ, чарунка 50х50 – 100 мм; Гідроізоляційна плівка – 2 мм; Ущільнений пісок – 100 мм; Грунт основи.	38,83

2.1.2.12. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Зовні будівля утеплена мінераловатними плитами товщиною 130 мм, поверх них виконано опорядження «Короїд» та водоемульсійне пофарбування.

Внутрішнє оздоблення включає виконане в залежності від призначення кімнати. Тобто, в коморах та підсобних приміщеннях виконане звичайне оштукатурення, водоемульсійне пофарбування – в коридорах, сходових клітинах та спортивній залі, в бібліотеках та кабінетах поклеєні шпалери, в санвузлах виконане облицювання керамічною плиткою.

2.2. Опис предмету дослідження

Перекрыття над підвальним приміщенням має витримати вагу зруйнованих конструкцій надземної частини будівлі. Перекрыття представлене у вигляді збірних залізобетонних багатопустотних плит.

Багатопустотна плита перекрыття - це конструкція для перекрыття горизонтальних просторів у будівлях, яка складається з плити з отворами або порожнинами (пустотами) всередині неї. Ці пустоти можуть бути виготовлені в результаті відлиття плити з використанням спеціальних форм, або можуть бути створені шляхом вирізання чи витискування ділянок плити після її виготовлення. Цей тип плити використовується для перекрыття горизонтальних просторів у будівлях, і він має кілька важливих особливостей та переваг:

- багатопустотні плити мають порожнини всередині, що дозволяє зменшити вагу конструкції. Це зроблено з метою зменшення навантаження на фундаменти та зниження витрат на матеріали, особливо у дуже затратних проектах;
- незважаючи на наявність порожнин, багатопустотні плити перекрыття зазвичай дуже міцні і можуть переносити значні навантаження. Вони розроблені таким чином, щоб забезпечити високу стійкість і безпеку;
- багатопустотні плити можуть покращити звукоізоляцію в будівлі завдяки здатності поглинати звукові коливання у своїх порожнинах. Це особливо корисно в житлових будівлях та комерційних приміщеннях;
- виготовлення багатопустотних плит вимагає менше будівельних матеріалів, таких як бетон або сталь. Це допомагає зменшити вплив на навколишнє середовище та економію коштів;
- багатопустотні плити зазвичай легше встановлювати порівняно з традиційними монолітними плитами завдяки їхній легкості;
- існує багато різних типів багатопустотних плит з різними формами і розмірами порожнин, які можуть задовольнити різні потреби та дизайнерські вимоги.

Багатопустотні плити перекрыття можуть бути використані в різних типах будівель, включаючи житлові, комерційні та промислові споруди. Вони

дозволяють покращити конструкцію будівлі з точки зору міцності, звукоізоляції та витрат на будівельні матеріали.

В досліджуваній будівлі плити перекриття підвального поверху виконані по серіям:

- 1) [5] марок ПК 66-15-8 та ПК 66-12-8 із розмірами 6,6x1,5 м та 6,6x1,2 м;
- 2) [6] марок ПК 63-15-8, ПК 63-12-8, ПК 48-15-8 та ПК 48-12-8 із розмірами 6,3x1,5 м, 6,3x1,2 м, 4,8x1,5 м та 4,8x1,2 м;
- 3) [7] марки ПК 60-15-6 із розміром 6x1,5 м;
- 4) [8] марок ПК 10-57-15 А-IV, ПК 10-57-12 А-IV, ПК 27-15-8 та ПК 27-15-8 із розмірами 5,7x1,5 м, 5,7x1,2 м, 2,7x1,5 м та 2,7x1,2 м;
- 5) [9] марок ПК 8-33-15 А-III та ПК 8-33-12 А-III із розмірами 3,3x1,5 м та 3,3x1,2 м.

2.3. Методика дослідження

Для дослідження стійкості конструкцій до дії прогресуючого обвалення, науковці зазвичай використовують експериментальні і чисельні методи. Лабораторні експерименти в основному фокусуються на плоских рамних конструкціях, з'єднанні балок з колонами і масштабованих тривимірних залізобетонних конструкціях.

Результати цих експериментів вказують на те, що основними механізмами, що запобігають руйнуванню залізобетонних конструкцій, є опір вигину, розпори і додаткові шляхи передачі навантаження.

Для аналізу руйнування при прогресуючому обваленні широко використовують спрощені скінченно-елементні моделі залізобетонних конструкцій, які базуються на рамних елементах через їх високу обчислювальну ефективність. На жаль, такі структурні моделі не враховують руйнування з'єднань, втрату спрямованого зчеплення між арматурою і бетоном при великих деформаціях та інші важливі аспекти.

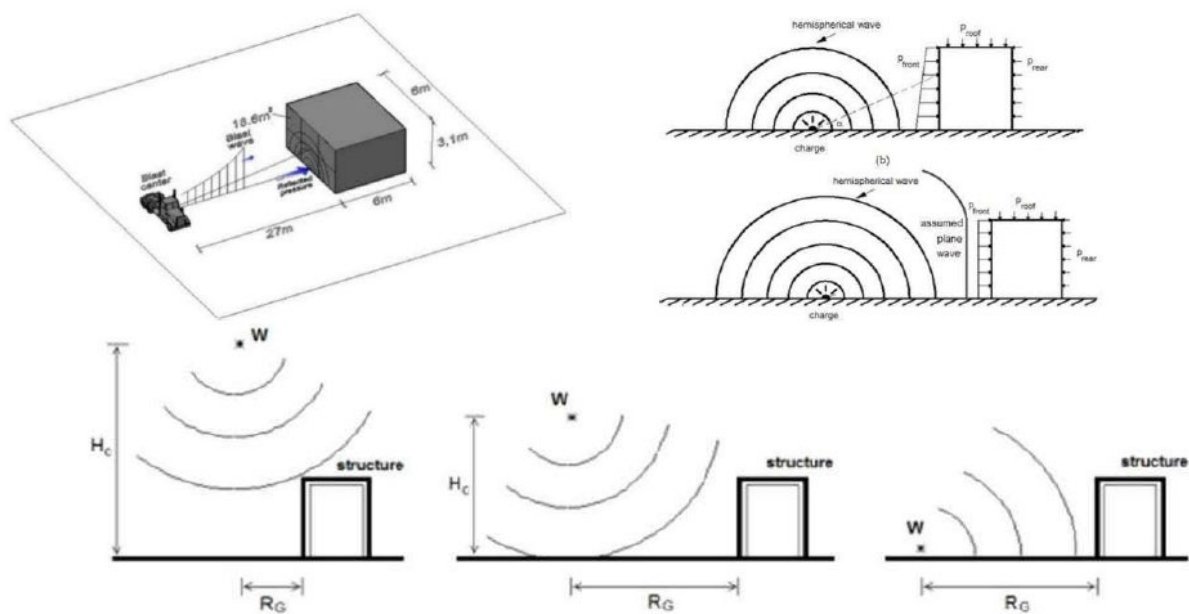


Рисунок 2.3.1 Різні сценарії навантаження від зовнішніх вибухів

Як небезпечні значення вражаючих факторів для об'єкта приймаються: надлишковий тиск у фронті ударної хвилі в результаті вибуху; інтенсивність теплового випромінювання при пожежі, тепловий імпульс під час вибуху.

Для оцінки можливих руйнувань основного технологічного устаткування, будівель і травмування людей враховувались наступні критерії:

Слабкі руйнування – ушкодження або руйнування дахів, віконних і дверних прорізів. Збиток – 10-15 % від вартості будинків.

Середні руйнування – руйнування дахів, вікон, перегородок, горищних перекриттів, верхніх поверхів. Збиток 30-40 %.

Сильні руйнування – руйнування несучих конструкцій і перекриттів. Збиток - 50 %. Ремонт недоцільний.

Ступінь ураження людей в залежності від надлишкового тиску ударної хвилі, кПа наведено в таблиці 2.3.1.

Таблиця 2.3.1 – Ступінь ураження людей

Надлишкового тиску ударної хвилі, кПа	Ступінь ураження
100	Смертельні (безповоротні)
60-100	Важкі травмування (контузії)
40-60	Середні травмування (кровотечі, вивихи)
10-40	Легка (забиті місця, утрата слуху)
< 10	Безпечний

Величини теплових імпульсів, що приводять до ураження людей та запаленню матеріалів, кДЖ/м² наведено в таблиці 2.3.2.

Таблиця 2.3.2 – Величини теплових імпульсів

Ступінь опіку	Тепловий імпульс, що приводить до ураження	Матеріал	Тепловий імпульс, що приводить до запалення
Безпечна	< 80	Дошки темні, гума	230-300
Легка	80-100	Стружка, папір	330-500
Середня	100-400	Брезент	420-500
Важка	400-600	Дерево сухе	500-670
Смертельна	> 600	Крони дерев	500-750
		Покрівля (рубери́д)	580-810
		Дерев'яна стругальна плита	160-200

Гранично допустимий тиск в приміщеннях або відкритому просторі подано в таблиці 2.3.3.

Таблиця 2.3.3 – Гранично допустимий надлишковий тиск

Ступінь ураження	Надлишковий тиск, кПа
Повне руйнування будівель	100
50 % руйнування будівель	53
Середні ушкодження будівель	28
Помірні ушкодження будівель (ушкодження внутрішніх перегородок, рам, дверей і т.ін.)	12
Нижній поріг ушкодження людини хвилиною тиску	5
Малі ушкодження (розбита частина застелення вікон)	3

Граничні (критичні) величини інтенсивного теплового випромінювання для людини і матеріалів наведено в таблиці 2.3.4.

Таблиця 2.3.4 – Гранично величини інтенсивності теплового випромінювання

Ступінь ураження	Інтенсивність теплового випромінювання, кВт/м ²
Без негативних наслідків протягом тривалого часу	1,4
Безпечно для людини в брезентовій одежі	4,2
Сильний біль через 20-30 с. Опік 1-го ступені через 15-20 с. Опік 2-го ступені через 30-40 с. Запалення бавовняного полотна 15 хв.	7,0
Сильний біль через 3-50 с. Опік 1-го ступені через 6-8 с. Опік 2-го ступені через 12-16 с.	28
Запалення деревини з шорсткою поверхнею (вологість 12 %) при тривалості опромінення 15 хв.	10,5
Запалення деревини з гладкою поверхнею (вологість 12 %) при тривалості опромінення 15 хв.	12,9
Запалення деревини, пофарбованої масляною фарбою по струганій поверхні, запалення деревини.	17,0

Не можна виділити якийсь один тип будівель і стверджувати, що він був схильний до руйнувань менше або більше.

Сучасні цегляні будинки з перекриттями з пустотних попередньо-напружених залізобетонних плит часто об'єднані в єдині диски. Просторова жорсткість в усіх типах цегляних будівель є значною завдяки багатьом

вертикальним несучим стінам. Проте, при локальних пошкодженнях в опорній зоні плити можливий обвал однієї або декількох плит перекриття. Крім того, товщина зовнішніх стін в таких будинках може становити всього 380 мм, що є недостатнім для захисту від прямих попадань снарядів. На даний час є випадки руйнування стін, товщина яких становить 510 мм, внаслідок прямого попадання снаряду.

Більш високу просторову жорсткість мають панельні будівлі, де всі внутрішні панелі, на додачу до зовнішніх, виступають як несучі елементи. Серед конструктивних елементів панельних будівель, які мають найбільшу вразливість до руйнування під впливом різних чинників, особливими точками є з'єднання панелей. Якщо з'єднання має недостатню жорсткість, це може призвести до обвалення значної частини або навіть всієї будівлі.

При потраплянні снаряду варто враховувати не тільки вихід з ладу якогось одного вертикального елемента конструкції, але й додаткові дії вибухової хвилі.

Виконувати розрахунок доцільно за такою схемою:

- спочатку виконується розрахунок будівлі на постійні й тимчасові навантаження, включені до аварійного сполучення, у фізично нелінійній постановці;

- напружено-деформований стан, отриманий на попередньому етапі, зазначається стартовим для подальшого розрахунку на дію навантажень від тих елементів, що були вилучені в результаті руйнування;

- проводиться розрахунок на додаткове навантаження від вилучених елементів у фізично та геометрично нелінійних постановках.

Навантаження, що виникає від падіння зруйнованих елементів, має відповідати навантаженням, що були отримані в цих елементах на попередньому етапі розрахунку з урахуванням збільшення на коефіцієнт динамічності $k_f = 1,5$ відповідно [10].

Заходи з підвищення надійності об'єкту з питань цивільного захисту включають:

– по-перше, повна заборона соціально-економічної діяльності (проживання людей, будівництво, функціонування об'єктів, технологій та ін.) у тих випадках, коли рівень ризику неприпустимо великий. Наприклад, в разі надзвичайно високого ризику природних лих, забороняти розселення людей безпосередньо в зонах затоплення тощо;

– по-друге, постійне обмеження деяких видів господарської діяльності та/або використання (застосування) спеціальних способів діяльності у районах, де рівень ризику прийнятний за деяких умов. Це означає, що слід застосовувати спеціальні організаційні, технічні та інші заходи щодо захисту людей і об'єктів господарювання. Наприклад, використання спеціальних захисних споруд і особливих конструкцій на радіаційно-, вибухо- і пожежонебезпечних об'єктах, будівництво дамб і обвалування в районах можливих затоплень, укріплення схилів у районах з підвищеним ризиком зсувів тощо;

– по-третє, тимчасове обмеження проживання і господарської діяльності (тимчасова евакуація) на визначених територіях, рівень ризику для яких підвищений у зв'язку з порушенням умов безпеки у процесі вказаної діяльності. Наприклад, провали та осідання ґрунту, руйнування будівель через незадовільну якість будівництва водопровідних мереж міста.

Для розв'язання проблеми зниження ризику НС важливим є прогнозування і попередження аварій, катастроф, різних нестабільних ситуацій у природній і техногенній сферах.

Успіхи використання спрощених обчислювальних моделей для безкаркасних будівель є досить обмеженими. Тому було прийнято рішення виконати розрахунки без залучення просторових комп'ютерних моделей.

Відповідно нормативних документів у якості локального (гіпотетичного) обвалення слід розглядати руйнування несучих конструкцій на площі в 80 м² (або діаметром 10 м).

Для розрахунку несучої здатності попередньо напружених плит перекриття сховища умовно приймемо, що були два вибуха та розподілили їх на дві зони діаметром 10 м навантаження прийняти із урахуванням коефіцієнту динамічності.

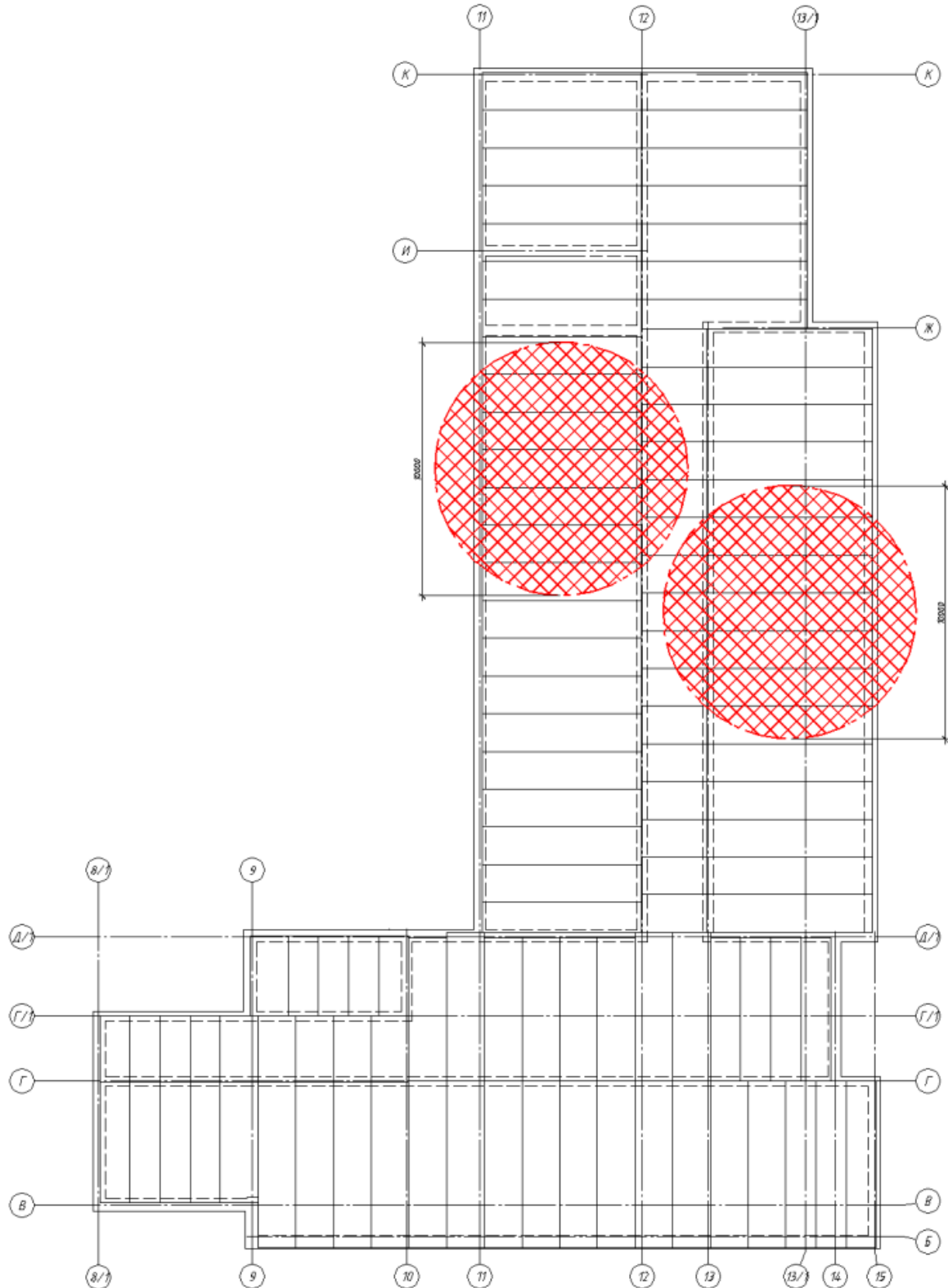


Рисунок 2.3.2 - Схема розташування плит зон руйнування

Плити, які підлягають розгляду серійні:

- ПК 66.15-8 Ат-V по [5];
- ПК 63.15-8 Ат-IV по [6].

Підсилення багатопустотних плит перекриття можна виконувати різними методами. Розглянемо підсилення двома методами:

- 1) Влаштування армування в пустоти та надбетонки;
- 2) Влаштування сталевих двотаврових балок в пустоти.

2.3.1. Розрахунок попередньо напруженої плити ПК 66.15 – 8 Ат-V:

Розрахунок міцності та стійкості проводять на аварійне сполучення навантажень і впливів, що включає постійні і тривалі тимчасові навантаження, а також вплив на конструкцію будинку локальних гіпотетичних обваленню Локальне обвалення може бути розташоване в будь-якому місці будинку. Збір навантажень на 1 м² перекриття виконується згідно [11]

Кожне перекриття будинку повинне бути розраховане на сприйняття ваги ділянки перекриття вищого поверху (постійне й тривале навантаження з коефіцієнтом динамічності $k_f = 1,5$) на площі 80 м².

Таблиця 2.3.1.1 – Збір навантажень на 1 м² перекриття

Навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності	Граничне розрахункове значення навантаження, кН/м ²
1	2	3	4
<i>Постійне:</i>			
Покрівля			
Азбесто-цементні листи $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 10 \text{ мм}$	0,18	1,1	0,198
Обрешітка 50x50 $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 50 \text{ мм}$	0,25	1,1	0,275
Кроква 60x170 $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 170 \text{ мм}$	0,85	1,1	0,935

1	2	3	4
Керамзитовий гравій $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 100 \text{ мм}$	0,7	1,2	0,84
Всього:	1,98		2,248
Навантаження з урах. коеф. динам.(1,5):	2,97		3,372
Плита покриття			
Власна вага плити покриття $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 220 \text{ мм}$	5,5	1,1	6,05
Всього:	5,5		6,05
Навантаження з урах. коеф. динам.(1,5):	8,25		9,075
Перегородки			
Перегородки з ГКЛ $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 70 \text{ мм}$	0,9	1,1	0,99
Всього:	0,9		0,99
Навантаження з урах. коеф. динам.(1,5):	1,35		1,485
ДСП підлога			
ДСП $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 10 \text{ мм}$	0,07	1,1	0,077
Цементно-піщане стягування $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 24 \text{ мм}$	0,432	1,3	0,5616
Звукоізоляція (керамзитбетон) $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 70 \text{ мм}$	0,84	1,2	1,008
Пароізоляція (бітумна мастика) $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 6 \text{ мм}$	0,012	1,3	0,0156
Всього:	1,354		1,662
Навантаження з урах. коеф. динам.(1,5):	2,031		2,493
Плита перекриття			
Власна вага плити покриття $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 220 \text{ мм}$	5,5	1,1	6,05
Всього:	5,5		6,05
Навантаження з урах. коеф. динам.(1,5):	8,25		9,075

1	2	3	4
Мозаїчна підлога			
Мозаїчні бетонні плити $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 18 \text{ мм}$	0,324	1,2	0,3888
Цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 10 \text{ мм}$	0,18	1,3	0,234
Водонепроникний папір $\rho = 150 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 2 \text{ мм}$	0,003	1,2	0,0036
Звукоізоляція (мінераловатні плити) $\rho = 300 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 50 \text{ мм}$	0,15	1,3	0,195
Всього:	0,657		0,821
Стіни			
Внутрішня цегляна стіна $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 380 \text{ мм}$	6,84	1,1	7,524
Внутрішня цегляна стіна $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 490 \text{ мм}$	8,82	1,1	9,702
Зовнішня цегляна стіна $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 510 \text{ мм}$	9,18	1,1	10,098
Всього:	24,84		27,324
Навантаження з урах. коеф. динам.(1,5):	37,26		40,986
Повне навантаження:	60,768		67,307

По серії плита розрахована на сприймання навантаження:

$$800 \text{ кгс/м}^2 = 7,85 \text{ кН/м}^2$$

Навантаження на 1 м^2 довжини плити шириною $b = 1,5 \text{ м}$:

- повне розрахункове існуюче:

$$V_{п.р.} = 7,85 \cdot 1,5 = 11,78 \text{ кН/м}$$

- повне розрахункове від руйнування конструкцій:

$$V_{п.р.1} = 67,307 \cdot 1,5 = 100,96 \text{ кН/м.}$$

Розрахункові згинальні моменти:

- від розрахункового серійного навантаження:

$$M = (V_{п.р.} \cdot l_0^2 / 8) = (11,78 \cdot 6,38^2 / 8) = 59,94 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

- від розрахункового повного навантаження при руйнуванні будівлі в 2-ій зоні:

$$M_1 = (V_{п.р} \cdot l_o^2 / 8) = (100,96 \cdot 6,38^2 / 8) = 513,69 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Розрахункова поперечна сила:

- максимальна розрахункова існуюча:

$$V = (V_{п.р} \cdot l_o / 2) = (11,78 \cdot 6,38 / 2) = 37,58 \text{ кН}$$

- максимальна розрахункова від руйнування конструкцій:

$$V_1 = (V_{п.р} \cdot l_o / 2) = (100,96 \cdot 6,38 / 2) = 322,06 \text{ кН.}$$

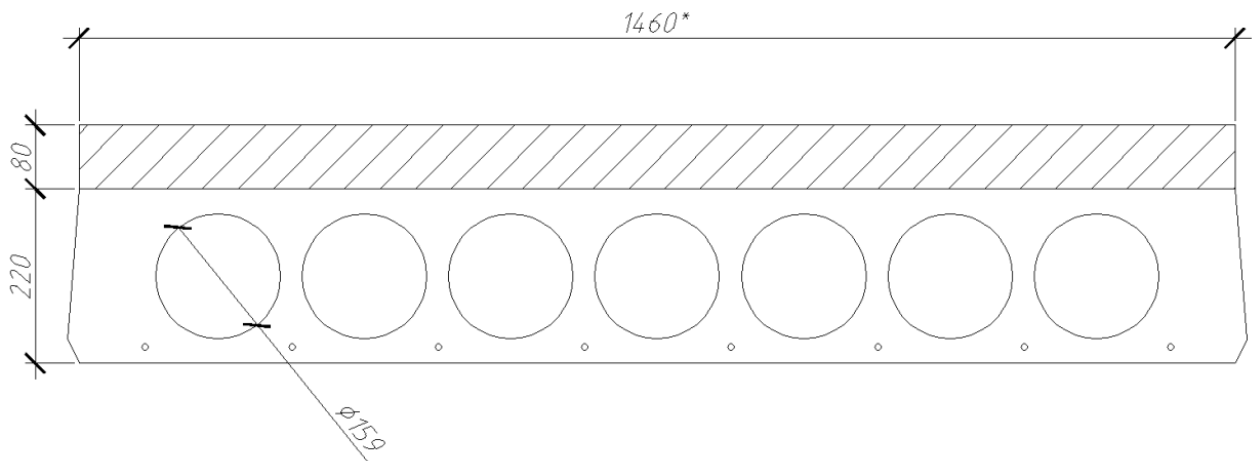
Перевіряємо умову:

$$M \geq M_1; 59,94 \text{ кН}\cdot\text{м} < 513,69 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

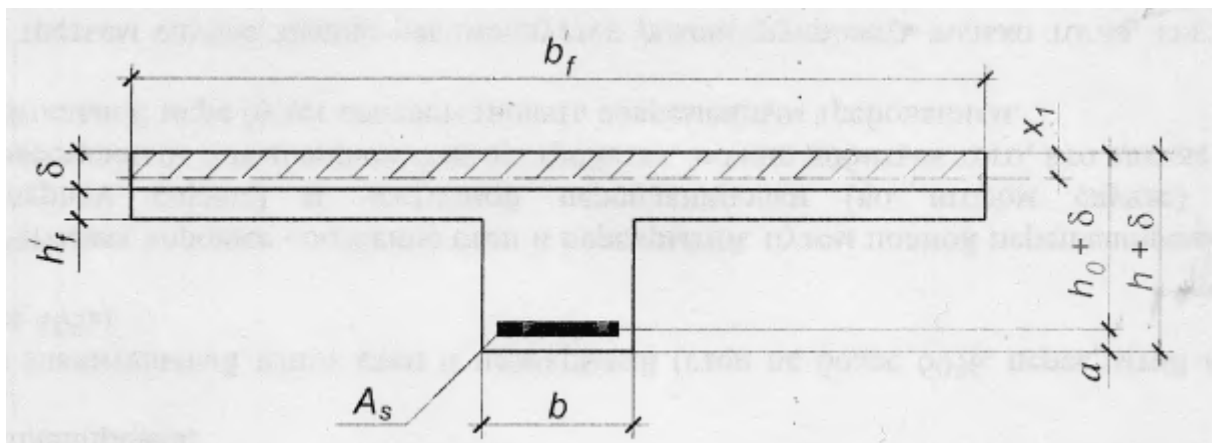
Умова не виконується, необхідне підсилення плити.

2.3.2. Підсилення плити методом влаштування надбетонки

Схема підсилення:



Розрахунковий переріз:



Приймаємо клас бетону підсилення С25/30

$f_{cd1} = 17$ МПа - розрах. опір бетону на стиск надбетонки;

Визначаємо висоту стиснутої зони, припускаючи, що нейтральна ось знаходиться в межах товщі нового бетону:

$$x_1 = \frac{R_s A_s}{f_{cd1} \gamma_{b2} b'_f} = \frac{680 \cdot 628}{17 \cdot 0,9 \cdot 1460} = 19 \text{ мм.}$$

Визначаємо товщину надбетонки з урахуванням її довантажуючої дії із виразу:

$$M_1 = f_{cd1} \gamma_{b2} b'_f x_1 (h + \delta - 0,5x_1) - \frac{\rho \cdot \delta \cdot b'_f \cdot l_0^2 \cdot \gamma_f}{8};$$

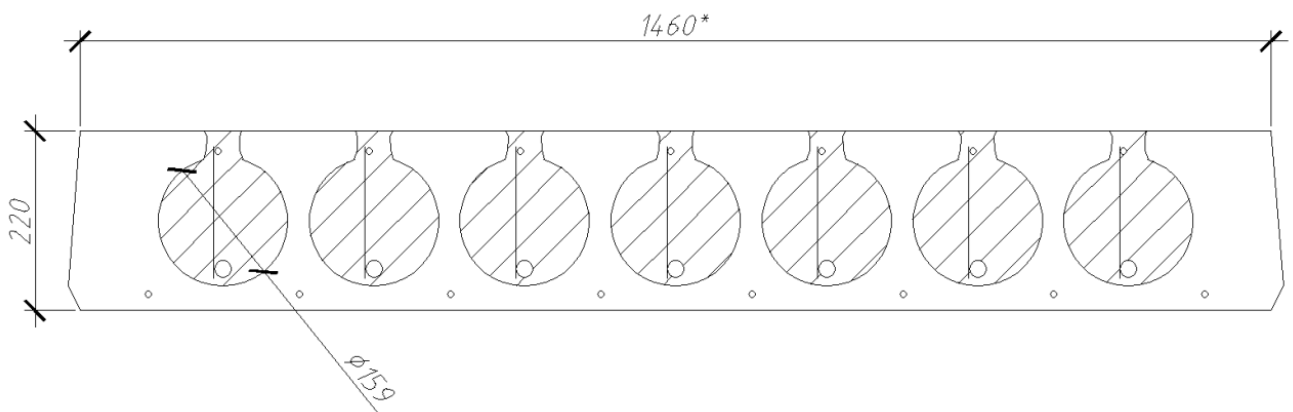
$$\delta = \frac{M_1 - f_{cd1} \cdot \gamma_{b2} \cdot b'_f \cdot x_1 \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x_1)}{f_{cd1} \cdot \gamma_{b2} \cdot b'_f \cdot x_1 - \frac{\rho \cdot b'_f \cdot l_0^2 \cdot \gamma_f}{8}} = \frac{513,69 - 17 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1,46 \cdot 0,019 \cdot (0,2 - 0,5 \cdot 0,019)}{17 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1,46 \cdot 0,019 - \frac{25 \cdot 1,46 \cdot 6,38^2 \cdot 1,1}{8}} =$$

$$= 1,97 \text{ м} = 1970 \text{ мм} > \delta_{\max} = 100 \text{ мм.}$$

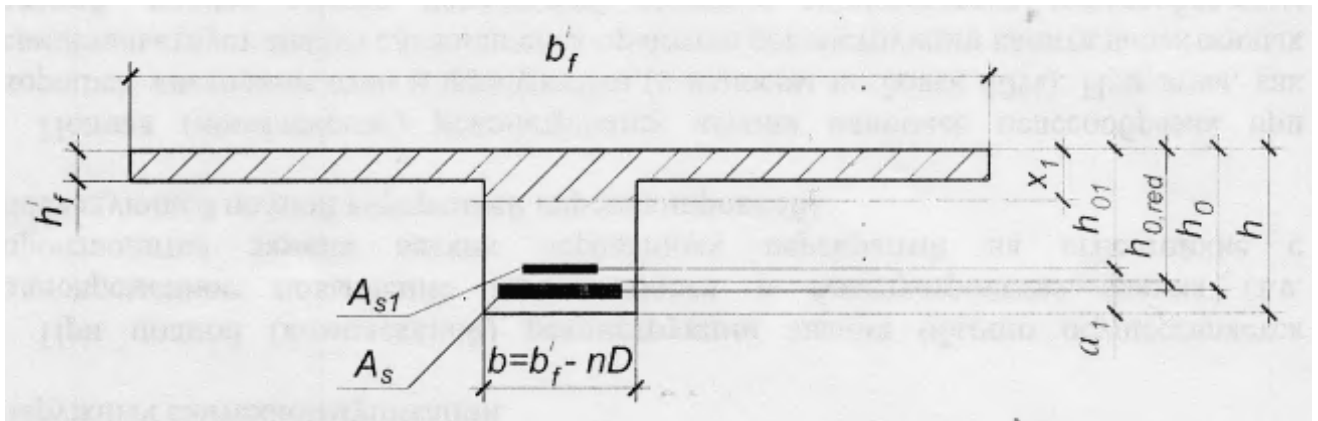
Товщина шару нового бетону перевищує 100 мм, що не бажано внаслідок значного зменшення корисної висоти приміщення. Виконуємо розрахунок додатковим армуванням.

2.3.3. Підсилення плити методом влаштування додаткового армування

Схема підсилення:



Розрахунковий переріз:



Прийнято клас бетону підсилення С25/30

Перевіряємо умову:

$$M_1 \leq f_{cd} \gamma_{b2} b'_f h'_f (h_{0,red} - 0,5h'_f),$$

$$\text{де } h_{0,red} = \frac{h_0 + h_{01}}{2} = \frac{200 + 169}{2} = 185 \text{ мм}$$

$$513,69 \text{ кН*м} > 17 * 10^3 * 0,9 * 1,46 * 0,031 (0,185 - 0,5 * 0,031) = \\ = 117,38 \text{ кН*м}$$

Умова не виконується, тобто нейтральна ось підсиленого перерізу розташована в ребрі.

Визначаємо коефіцієнт α_m

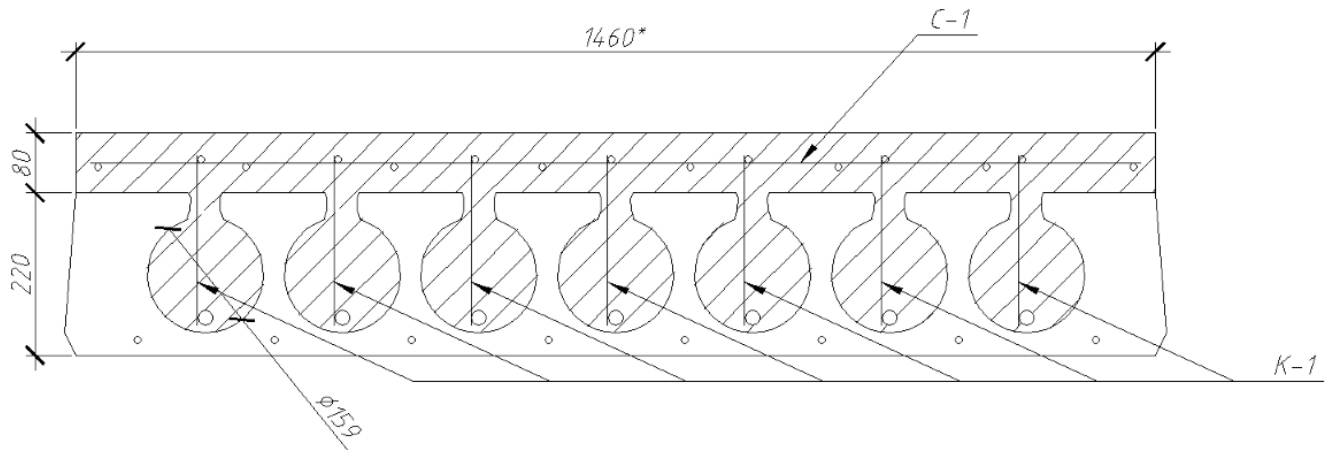
$$\alpha_m = \frac{M_1 - f_{cd} * \gamma_{b2} * (b'_f - b) * h'_f * (h_{0,red} - 0,5h'_f)}{f_{cd} * \gamma_{b2} * b * h_{0,red}^2} = \\ = \frac{513,69 - 17 * 10^3 * 0,9 * (1,46 - 0,347) * 0,031 * (0,185 - 0,5 * 0,031)}{17 * 10^3 * 0,9 * 0,347 * 0,185^2} = \\ = 2,33 > \alpha_R = 0,413$$

Так, як значення $\alpha_m > 1$, тобто більше табличного значення. Подальший розрахунок неможливий.

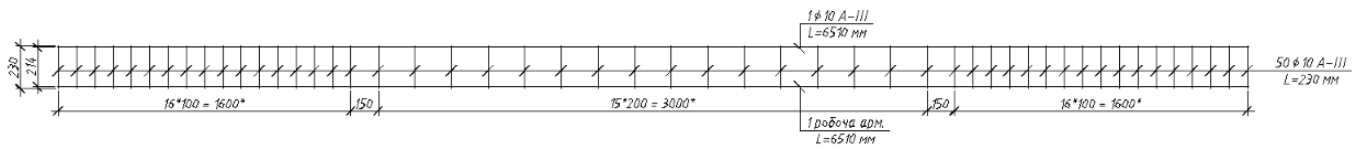
Виконуємо розрахунок влаштування армування в пустоти та надбетонки.

2.3.4. Підсилення плити методом влаштування армування в пустоти та надбетонки

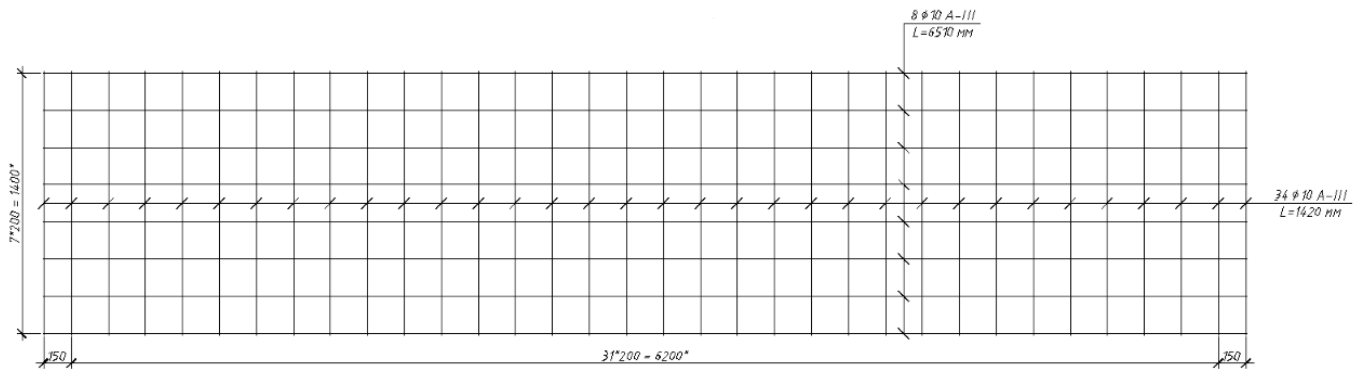
Схема підсилення:



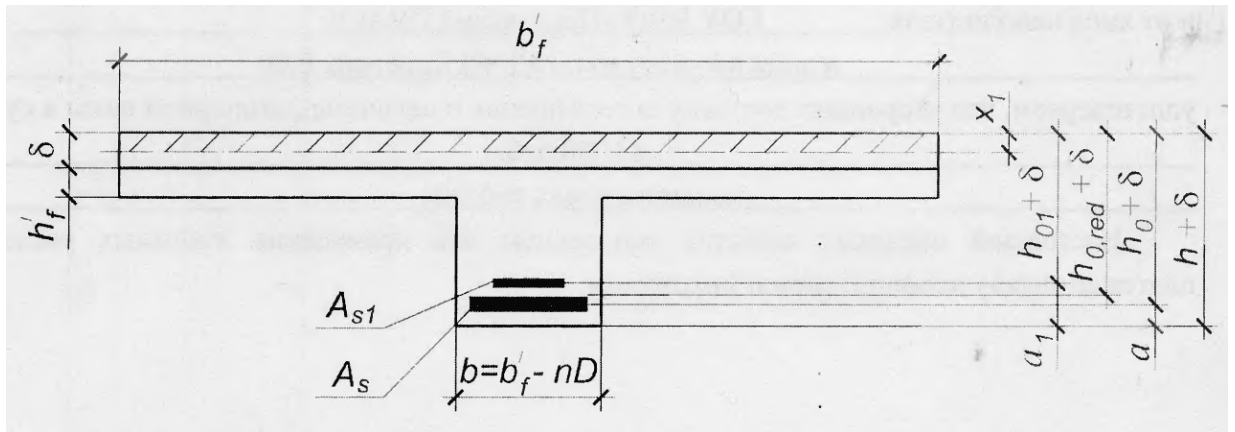
Каркас-1 (К-1)



Сітка-1 (С-1)



Розрахунковий переріз:



Вихідні дані для подальшого розрахунку:

$M_1 = 513,69 \text{ кН}\cdot\text{м}$ – максимальний згинальний момент;

$V_1 = 322,06 \text{ кН}$ – максимальна поперечна сила;

$b_f = 1460 \text{ мм} = 1,46 \text{ м}$ – ширина плити;

$b = 1460 - 7 \cdot 159 = 347 \text{ мм} = 0,347 \text{ м}$ – ширина ребра розрах. перерізу;

$h = 220 \text{ мм} = 0,22 \text{ м}$ – висота розрах. перерізу;

$h_{01} = 169 \text{ мм} = 0,169 \text{ м}$ – висота від верха перерізу до армування підсилення;

$h'_f = 31 \text{ мм} = 0,031 \text{ м}$ – товщина полиці розрах. перерізу;

$l = 6580 \text{ мм} = 6,58 \text{ м}$ – довжина плити;

$f_{cd} = 11,5 \text{ МПа}$ – розрах. опір бетону на стиск;

$f_{ck,0.05} = 0,9 \text{ МПа}$ – розрах. опір бетону на розтяг;

$f_{cd1} = 17 \text{ МПа}$ – розрах. опір бетону на стиск надбетонки;

$R_s = 680 \text{ МПа}$ – розрах. опір арм. розтягу для розрах. по I групі граничних станів;

$R_{s,ser} = 785 \text{ МПа}$ – розрах. опір арм. розтягу для розрах. по II групі граничних станів;

$E_s = 190000 \text{ МПа}$ – модуль пружності арматурної сталі;

$E_b = 24000 \text{ МПа}$ – початковий модуль пружності бетону;

$\gamma_{b2} = 0,9$ – коефіцієнт умов роботи бетону;

$m = 0,95$ – коефіцієнт;

$8\text{Ø}10 \text{ A-V}$ з $A_{sp} = 6,28 \text{ см}^2$ – армування плити по серії.

Приймаємо верхній шар бетону завтовшки $\delta = 80$ мм ($\delta_{\min} = 50$ мм) з класом бетону C25/30

Робоча висота перерізу:

$$h_0 = h - a = 22 - 2 = 20 \text{ см,}$$

де $a = 1,5 \dots 2$ см приймаємо коефіцієнт.

Перевіряємо умову:

$$M_1 \leq f_{cd} \gamma_b b_f' \delta ((h_{0,red} + \delta) - 0,5\delta)$$

$$513,69 \text{ кН}\cdot\text{м} > 17 * 10^3 * 0,9 * 1,46 * 0,08 ((0,185 + 0,08) - 0,5 * 0,08) = \\ = 402,08 \text{ кН}\cdot\text{м,}$$

$$\text{де } h_{0,red} = \frac{h_0 + h_{01}}{2} = \frac{200 + 169}{2} = 185 \text{ мм}$$

Умова не виконується. Отже, нейтральна ось проходить у ребрі.

Визначаємо коефіцієнт:

$$\alpha_m = \frac{M_1}{f_{cd} \gamma_b b_f' (h_{0,red} + \delta)^2} = \frac{513,69}{17 * 10^3 * 0,9 * 1,46 (0,185 + 0,08)^2} = 0,327$$

$$0,327 < \alpha_R = 0,43$$

Визначаємо коефіцієнт:

$$\zeta = 0,794$$

Необхідна площа арматури:

$$A_{s,tot} = \frac{M_1}{R_s (h_{0,red} + \delta) \zeta} = \frac{513,69}{680 * 10^3 (0,185 + 0,08) * 0,794} 10^6 = 3590 \text{ мм}^2$$

Знаходимо площу перерізу арматури підсилення, яку також приймаємо Ат-

V:

$$A_{sl} = (A_{s,tot} - A_s) * \frac{R_s}{R_{s1} * m} = (3590 - 628) * \frac{680}{680 * 0,95} = 3118 \text{ мм}^2 = \\ = 31,18 \text{ см}^2$$

Приймаємо 7Ø32 А-V з $A_{sl,f} = 4310 \text{ мм}^2 = 4310 \text{ см}^2$

Знаходимо фактичну несучу здатність нормального перерізу після підсилення

Висота стиснутої зони:

$$x_1 = \frac{R_s A_s + R_{s1} A_{s1,f} m}{f_{cd1} \gamma_{b2} b'_f} = \frac{680 * 628 + 680 * 4310 * 0,95}{17 * 0,9 * 1460} = 143,76 \text{ мм} \approx 144 \text{ мм.}$$

Робоча висота:

$$h_{0,red}^{(f)} = \frac{A_s h_0 + R_{s1} A_{s1,f} m}{A_s + A_{s1,f}} = \frac{628 * 200 + 4310 * 169}{628 + 4310} = 173 \text{ мм}$$

Відносна висота стиснутої зони підсиленого перерізу

$$\xi = \frac{x_1}{h_{0,red}^{(f)} + \delta} = \frac{144}{173 + 80} = 0,569 < \xi_R = 0,582$$

Умова виконується.

Визначаємо коефіцієнт:

$$\alpha_m = 0,351$$

Фактичний згинальний момент, сприймається перерізом плити, підсиленої комбінованим способом:

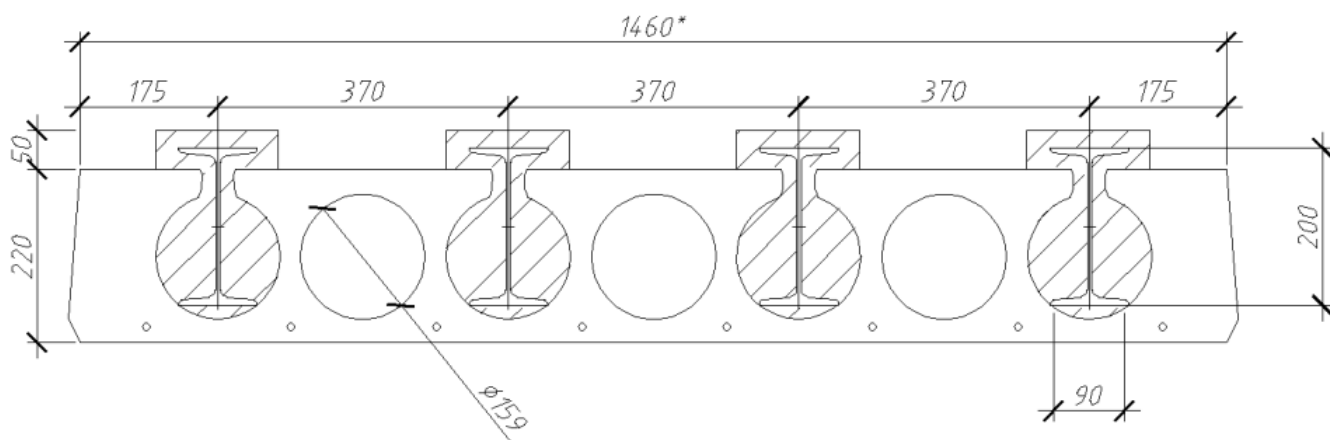
$$M_f = \alpha_m f_{cd1} \gamma_{b2} b'_f (h_{0,red}^{(f)} + \delta)^2 = 0,351 * 17 * 10^3 * 0,9 * 1,46 (0,173 + 0,08)^2 = 521,90 \text{ кН} * \text{м} > M_1 = 513,69 \text{ кН} * \text{м}$$

Запас міцності:

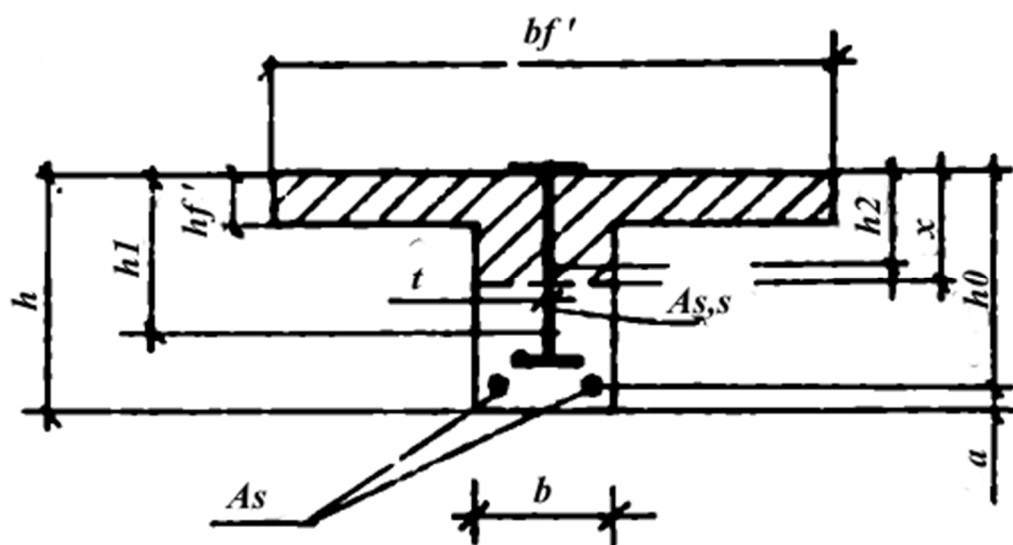
$$\frac{M_f - M_1}{M_1} * 100\% = \frac{521,90 - 513,69}{513,69} * 100\% = 1,6\%$$

2.3.5. Підсилення плити методом влаштування сталевих двотаврових балок в пустоти

Схема підсилення:



Розрахунковий переріз:



Розрахунок по нормальним перерізам:

Положення нейтральної осі для таврового перерізу за умовою:

$$M_1 \leq f_{cd} b_f h'_f (h_0 - 0,5 h'_f) = 11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,46 \cdot 0,031 (0,2 - 0,5 \cdot 0,031)$$

$$= 96,03 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$513,69 \text{ кН} \cdot \text{м} > 96,03 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Умова не виконується. Нейтральна ось проходить в ребрі.

Таблиця 2.3.5.1 – Геометричні характеристики 20 двотавра по сортаменту

	Параметр	Значення	Одиниця вимірювання
A	Площа поперечного перерізу	26,8	см ²
A _{v,y}	Умовна площа зрізу вздовж осі U	16,8	см ²
A _{v,z}	Умовна площа зрізу вздовж осі V	9,963	см ²
a	Кут нахилу головних осей інерції	0	град
I _y	Момент інерції відносно центральної осі Y1 паралельної осі Y	1840	см ⁴
I _z	Момент інерції відносно центральної осі Z1 паралельної осі Z	115	см ⁴
I _t	Момент інерції за вільного крутіння	6,92	см ⁴
i _y	Радіус інерції відносно осі Y1	8,286	см
i _z	Радіус інерції відносно осі Z1	2,071	см
W _{u+}	Максимальний момент опору відносно осі U	184	см ³
W _{u-}	Мінімальний момент опору відносно осі U	184	см ³
W _{v+}	Максимальний момент опору відносно осі V	23	см ³
W _{v-}	Мінімальний момент опору відносно осі V	23	см ³
W _{pl,u}	Пластичний момент опору відносно осі U	207,899	см ³
W _{pl,v}	Пластичний момент опору відносно осі V	34,62	см ³
I _u	Максимальний момент інерції	1840	см ⁴
I _v	Мінімальний момент інерції	115	см ⁴
i _u	Максимальний радіус інерції	8,286	см
i _v	Мінімальний радіус інерції	2,071	см
a _{u+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Y(U)	0,858	см
a _{u-}	Ядрова відстань вздовж негативного напрямку осі Y(U)	0,858	см
a _{v+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Z(V)	6,866	см
a _{v-}	Ядрова відстань вздовж негативного напрямку осі Z(V)	6,866	см
y _m	Координата центру мас по осі Y	5	см
z _m	Координата центру мас по осі Z	10	см
I ₁	Момент інерції відносно глобальної осі Y	2510	см ⁴
I ₂	Момент інерції відносно глобальної осі Z	2795	см ⁴
I _p	Полярний момент інерції	1955	см ⁴
i _p	Полярний радіус інерції	8,541	см
W _p	Полярний момент опору	174,861	см ³

Для підсилення приймаємо по сортаменту 20 двотавр з наступними характеристиками:

$$R_{ss} = 240 \text{ МПа};$$

$$t = 5,2 \text{ мм};$$

$$W_x = 184 \text{ см}^3;$$

$$h_{ss} = 200 \text{ мм} = 0,20 \text{ м}$$

Висота стиснутої зони перерізу:

$$x = \frac{2R_{ss}h_2t + R_sA_s - f_{cd}(b'_f - b)h'_f}{f_{cd}b + 2R_{ss}t} =$$

$$= \frac{2 \cdot 240000 \cdot 0,076 \cdot 0,0052 + 680000 \cdot 0,000628 - 11500(0,370 - 0,347) \cdot 0,031}{11500 \cdot 0,347 + 2 \cdot 240000 \cdot 0,0052} \cdot 1000 = 93,82 \text{ мм},$$

$$x > h'_f; 93,82 \text{ мм} > 31 \text{ мм}$$

Несуча здатність перерізу:

$$M_1 \leq (((b'_f - b)h'_f(x - 0,5h'_f) + 0,5bx^2)f_{cd1} + R_{ss}(W_{pl} + (h_2 - x)^2t) + R_sA_s(h_0 - x)) \cdot n = ((0,370 - 0,347) \cdot 0,031 \cdot (0,0938 - 0,5 \cdot 0,031) + 0,5 \cdot 0,347 \cdot 0,0938^2) \cdot 19500 + 240000(0,000215 + (0,076 - 0,0938)^2 \cdot 0,0051) + 680000 \cdot 0,000628 \cdot (0,2 - 0,0938) \cdot 4 = 528,61 \text{ кН*м}$$

де $W_{pl} = 1,17W_x = 1,17 \cdot 184 = 215 \text{ см}^3$ – пластичний момент опору металевих балок; $b'_f = 370 \text{ мм} = 0,37 \text{ м}$ – відстань між балками підсилення; n – кількість ділянок між балками.

$$513,69 \text{ кН*м} < 528,61 \text{ кН*м}$$

Умова виконується.

Запас міцності:

$$\frac{M_f - M_1}{M_1} \cdot 100\% = \frac{528,61 - 513,69}{513,69} \cdot 100\% = 2,90 \%$$

Розрахунок по похилим перерізам:

Розрахунок похилих перерізів по поперечній силі дозволяється не виконувати, якщо одна із умов виконуватиметься:

$$1. V_1 \leq 0,8h_{ss}tR_{ss}; 322,06 \text{ кН} > 0,8 * 0,2 * 0,0052 * 240000 = 199,68 \text{ кН}$$

Умова не виконується.

$$2. V_1 \leq \gamma_{b3}f_{ck,0.05}bh_0 * n = 149,92 \text{ кН} \leq \frac{\gamma_{b4}+f_{ck,0.05}bh_0^2}{C} * n = \\ = \frac{1,5+900*0,347*0,2^2}{0,4} * 4 = 187,4 \text{ кН} > 2,5f_{ck,0.05}bh_0^2 * n = 124,92 \text{ кН},$$

де $\gamma_{b3} = 0,6$ та $\gamma_{b4} = 1,5$

Умова не виконується.

Умова міцності:

$$V_1 \leq (tR_{ss} \frac{h_{ss}}{h_0} + R_{sw}A_{sw} \frac{n}{S})C + \frac{\gamma_{b2}(1+\gamma_f)f_{ck,0.05}bh_0^2}{C}$$

де коефіцієнт $C = 2*h_0 = 2*0,2 = 0,4$ м; $\gamma_f = \frac{0,75(b'_f-b)h'_f}{bh_0} = 0,0077 < 0,5$;

$S = 0,185$ м – крок між стрижнями робочої арматури.

$$(0,0052 * 240000 \frac{0,2}{0,2} + 545000 * 0,0000785 \frac{8}{0,185})0,4 + \\ + \frac{0,9(1 + 0,0077) * 900 * 0,347 * 0,2^2}{0,4} = 1267,55 \text{ кН}$$

$$322,06 \text{ кН} < 1267,55 \text{ кН}$$

При розрахунку посиленних плит має бути забезпечена міцність бетону по похилій смузї між похилими тріщинами з умови:

$$V_1 \leq V_{\text{розрах.}} = 0,3\gamma_{\omega 1}\gamma_{b1}f_{cd1}bh_0,$$

де $\gamma_{\omega 1} = 1+5 \alpha * \mu_{\omega} = 1+5*7,92*0,0012 = 1,048 < 1,3$;

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{190000}{24000} = 7,92;$$

$$\mu_{\omega} = \frac{A_{sw}}{b*S} = \frac{0,0000785}{0,347*0,185} = 0,0012;$$

$$\gamma_{b1} = 1 - \beta f_{cd} = 1-0,01*11,5 = 0,885$$

$S = 185$ мм = 0,185 м – крок робочої арматури плити

$\beta = 0,01$ - для важкого дрібнозернистого бетону

$\beta = 0,02$ - для легкого бетону

$$322,06 \text{ кН} < 0,3 * 1,048 * 0,885 * 22000 * 0,347 * 0,2 = 424,82 \text{ кН}$$

Запас міцності:

$$\frac{V-V_1}{v_1} * 100\% = \frac{424,82-322,06}{322,06} * 100\% = 31,91 \%$$

2.3.6. Розрахунок попередньо напруженої плити ПК 63.15 – 8 Ат-IV:

Таблиця 2.3.6.1 – Збір навантажень на 1 м² перекриття

Навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності	Граничне розрахункове значення навантаження, кН/м ²
1	2	3	4
<u>Постійне:</u>			
Покрівля			
Азбесто-цементні листи $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 10 \text{ мм}$	0,18	1,1	0,198
Обрешітка 50x50 $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 50 \text{ мм}$	0,25	1,1	0,275
Кроква 60x170 $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 170 \text{ мм}$	0,85	1,1	0,935
Керамзитовий ґравій $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 100 \text{ мм}$	0,7	1,2	0,84
Всього:	1,98		2,248
Навантаження з урах. коеф. динам.(1,5):	2,97		3,372
Плита покриття			
Власна вага плити покриття $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 220 \text{ мм}$	5,5	1,1	6,05
Всього:	5,5		6,05
Навантаження з урах. коеф. динам.(1,5):	8,25		9,075
Перегородки			
Перегородки з ГКЛ 50 кгс/м^2	0,49	1,1	0,54
Всього:	0,49		0,54
Навантаження з урах. коеф. динам.(1,5):	0,735		0,81

1	2	3	4
Лінолеумна підлога			
Лінолеум на холодній мастиці $\rho = 1800$ кг/м ³ , $\delta = 5$ мм	0,09	1,2	0,108
Цементно-піщане стягування $\rho = 1800$ кг/м ³ , $\delta = 25$ мм	0,45	1,3	0,585
Звукоізоляція (шлак) $\rho = 700$ кг/м ³ , $\delta = 80$ мм	0,56	1,2	0,672
Всього:	1,1		1,365
Навантаження з урах. коеф. динам.(1,5):	1,65		2,048
Плита перекриття			
Власна вага плити покриття $\rho = 2500$ кг/м ³ , $\delta = 220$ мм	5,5	1,1	6,05
Всього:	5,5		6,05
Навантаження з урах. коеф. динам.(1,5):	8,25		9,075
Перегородки			
Перегородки з ГКЛ 50 кгс/м ²	0,49	1,1	0,54
Всього:	0,49		0,54
Лінолеумна підлога			
Лінолеум на холодній мастиці $\rho = 1800$ кг/м ³ , $\delta = 5$ мм	0,09	1,2	0,108
Цементно-піщане стягування $\rho = 1800$ кг/м ³ , $\delta = 25$ мм	0,45	1,3	0,585
Звукоізоляція (шлак) $\rho = 700$ кг/м ³ , $\delta = 50$ мм	0,35	1,2	0,42
Всього:	0,89		1,113
Стіни			
Внутрішня цегляна стіна $\rho = 1800$ кг/м ³ , $\delta = 400$ мм	7,2	1,1	7,92
Внутрішня цегляна стіна $\rho = 1800$ кг/м ³ , $\delta = 440$ мм	7,92	1,1	8,712
Зовнішня цегляна стіна $\rho = 1800$ кг/м ³ , $\delta = 510$ мм	9,18	1,1	10,098

1	2	3	4
Всього:	24,3		26,73
Навантаження з урах. коеф. динам.(1,5):	36,45		40,095
Повне навантаження:	59,685		66,128

По серії плита розрахована на сприймання навантаження:

$$800 \text{ кгс/м}^2 = 7,85 \text{ кН/м}^2$$

Навантаження на 1 м² довжини плити шириною $b = 1,5$ м:

- повне розрахункове існуюче:

$$V_{п.р.} = 7,85 \cdot 1,5 = 11,78 \text{ кН/м}$$

- повне розрахункове від руйнування конструкцій:

$$V_{п.р.1} = 66,128 \cdot 1,5 = 99,19 \text{ кН/м.}$$

Розрахункові згинальні моменти:

- від розрахункового серійного навантаження:

$$M = (V_{п.р.1} \cdot l_0^2 / 8) = (11,78 \cdot 6,08^2 / 8) = 54,43 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

- від розрахункового повного навантаження при руйнуванні будівлі в 1-ій зоні:

$$M_{1.} = (V_{п.р.} \cdot l_0^2 / 8) = (99,19 \cdot 6,08^2 / 8) = 458,34 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Розрахункова поперечна сила:

- максимальна розрахункова існуюча:

$$V = (V_{п.р.} \cdot l_0 / 2) = (11,78 \cdot 6,08 / 2) = 35,81 \text{ кН}$$

- максимальна розрахункова від руйнування конструкцій:

$$V_1 = (V_{п.р.1} \cdot l_0 / 2) = (99,19 \cdot 6,08 / 2) = 301,54 \text{ кН}$$

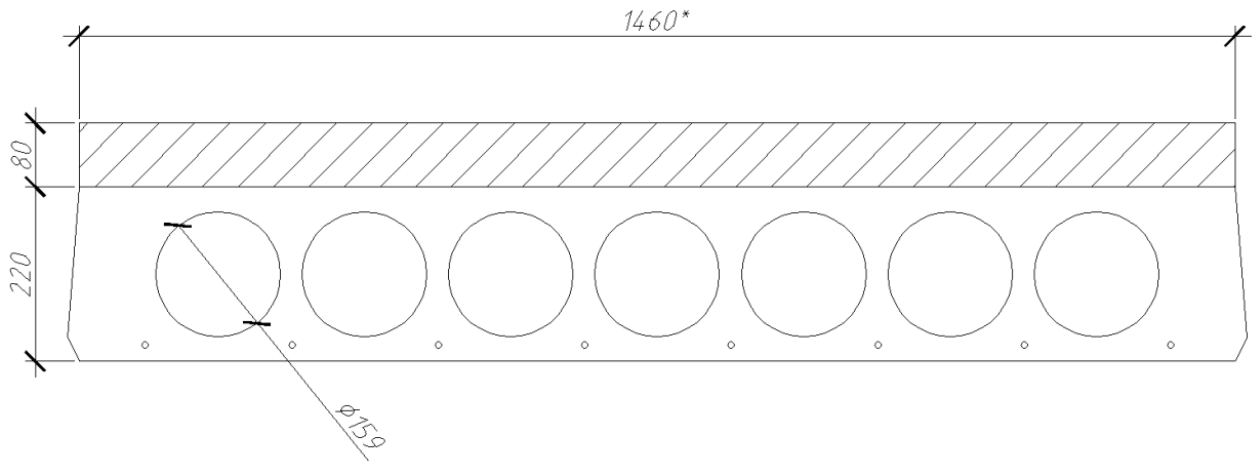
Перевіряємо умову:

$$M \geq M_1; 54,43 \text{ кН} \cdot \text{м} < 458,34 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

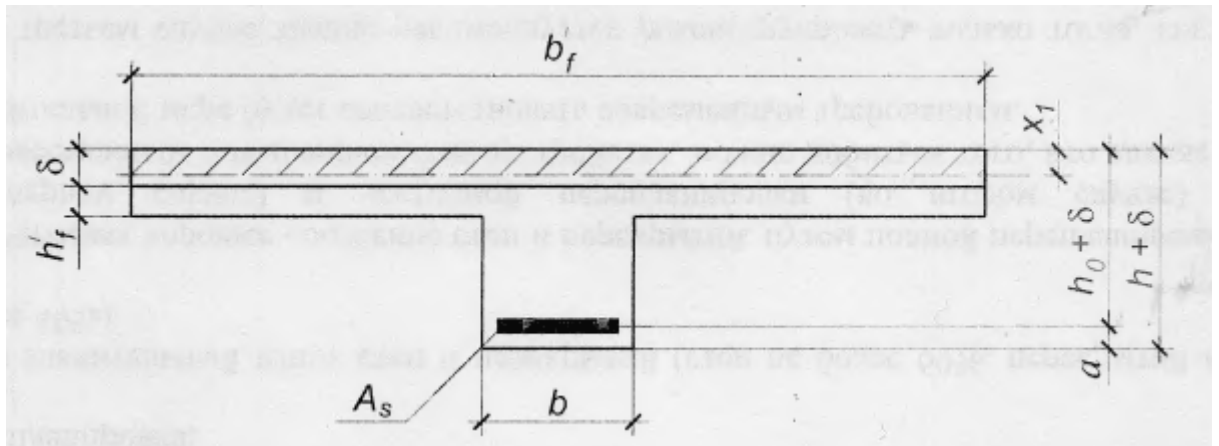
Умова не виконується, необхідне підсилення плити.

2.3.7. Підсилення плити методом влаштування надбетонки

Схема підсилення:



Розрахунковий переріз:



Приймаємо клас бетону підсилення С25/30

$f_{cd1} = 17$ МПа - розрах. опір бетону на стиск надбетонки;

Визначаємо висоту стиснутої зони, припускаючи, що нейтральна ось знаходиться в межах товщі нового бетону:

$$x_1 = \frac{R_s A_s}{f_{cd1} \gamma_{b2} b'_f} = \frac{510 \cdot 769}{17 \cdot 0,9 \cdot 1460} = 17,56 = 18 \text{ мм.}$$

Визначаємо товщину надбетонки з урахуванням її довантажуючої дії із виразу:

$$M_1 = f_{cd1} \gamma_{b2} b'_f x_1 (h + \delta - 0,5x_1) - \frac{\rho \cdot \delta \cdot b'_f \cdot l_0^2 \cdot \gamma_f}{8};$$

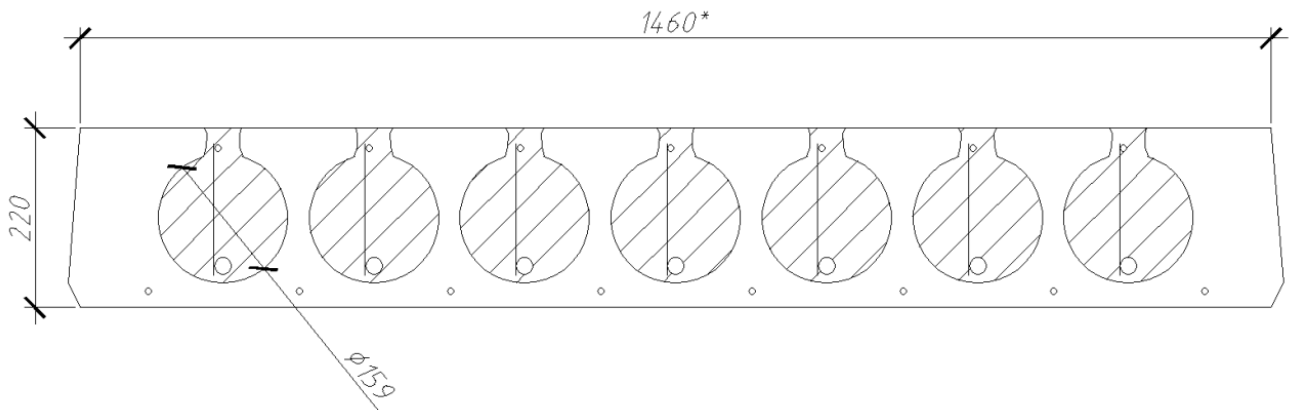
$$\delta = \frac{M_1 - f_{cd1} \cdot \gamma_{b2} \cdot b'_f \cdot x_1 \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x_1)}{f_{cd1} \cdot \gamma_{b2} \cdot b'_f \cdot x_1 - \frac{\rho \cdot b'_f \cdot l_0^2 \cdot \gamma_f}{8}} = \frac{458,34 - 17 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1,46 \cdot 0,018 \cdot (0,2 - 0,5 \cdot 0,018)}{17 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1,46 \cdot 0,018 - \frac{25 \cdot 1,46 \cdot 6,08^2 \cdot 1,1}{8}} =$$

$$= 1,762 \text{ м} = 1762 \text{ мм} > \delta_{\max} = 100 \text{ мм.}$$

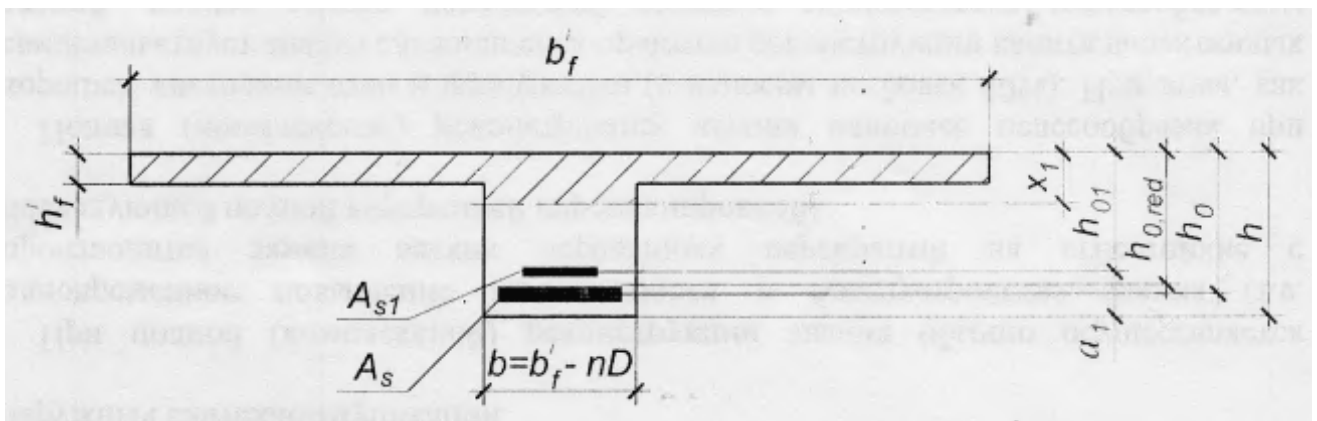
Товщина шару нового бетону перевищує 100 мм, що не бажано внаслідок значного зменшення корисної висоти приміщення. Виконуємо розрахунок додатковим армуванням.

2.3.8. Підсилення плити методом влаштування додаткового армування

Схема підсилення:



Розрахунковий переріз:



Прийнято клас бетону підсилення С25/30

Перевіряємо умову:

$$M_1 \leq f_{cd} \gamma_b b'_f h'_f (h_{0,red} - 0,5h'_f),$$

$$\text{де } h_{0,red} = \frac{h_0 + h_{01}}{2} = \frac{200 + 169}{2} = 185 \text{ мм}$$

$$458,34 \text{ кН*м} > 17 * 10^3 * 0,9 * 1,46 * 0,031 (0,185 - 0,5 * 0,031) = \\ = 117,38 \text{ кН*м}$$

Умова не виконується, тобто нейтральна ось підсиленого перерізу розташована в ребрі.

Визначаємо коефіцієнт α_m

$$\alpha_m = \frac{M_1 - f_{cd} * \gamma_{b2} * (b'_f - b) * h'_f * (h_{0,red} - 0,5h'_f)}{f_{cd} * \gamma_{b2} * b * h_{0,red}^2} =$$

$$= \frac{458,34 - 17 * 10^3 * 0,9 * (1,46 - 0,347) * 0,031 * (0,185 - 0,5 * 0,031)}{17 * 10^3 * 0,9 * 0,347 * 0,185^2} =$$

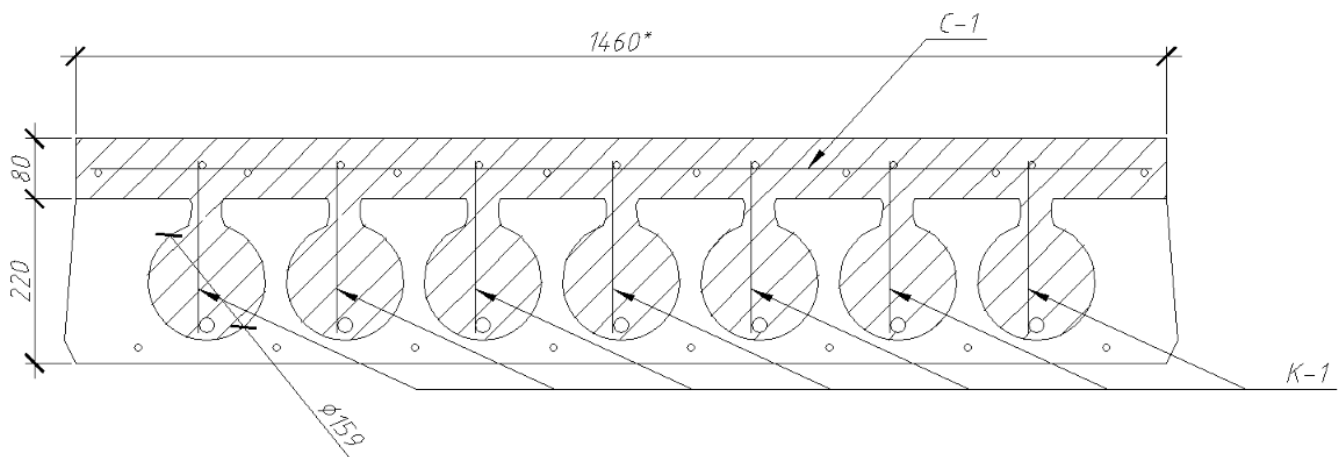
$$= 2,03 > \alpha_R = 0,418$$

Так, як значення $\alpha_m > 1$, тобто більше табличного значення. Подальший розрахунок неможливий.

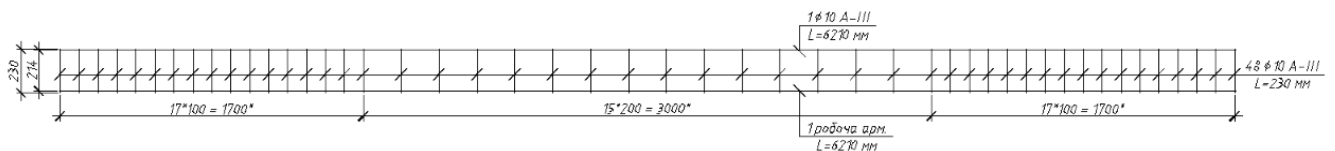
Виконуємо розрахунок влаштування армування в пустоти та надбетонки.

2.3.9. Підсилення плити методом влаштування армування в пустоти та надбетонки

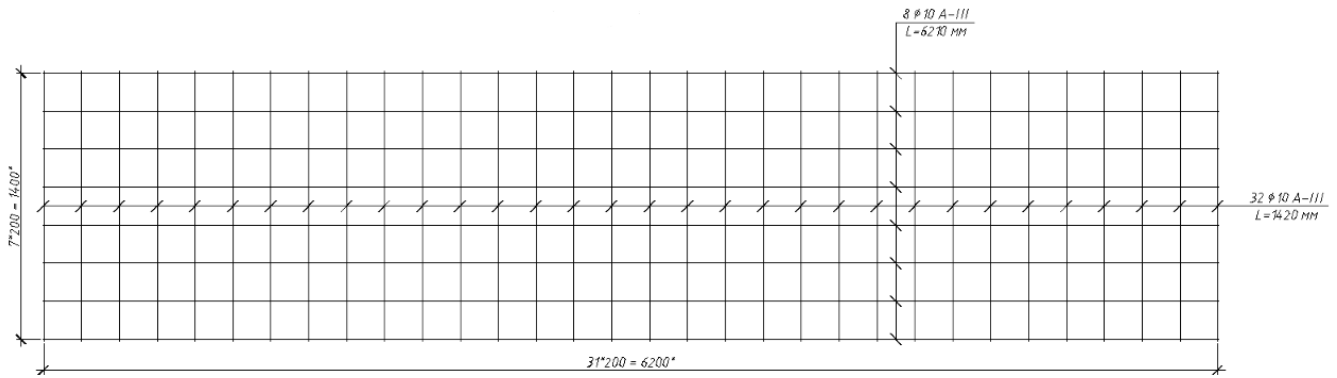
Схема підсилення:



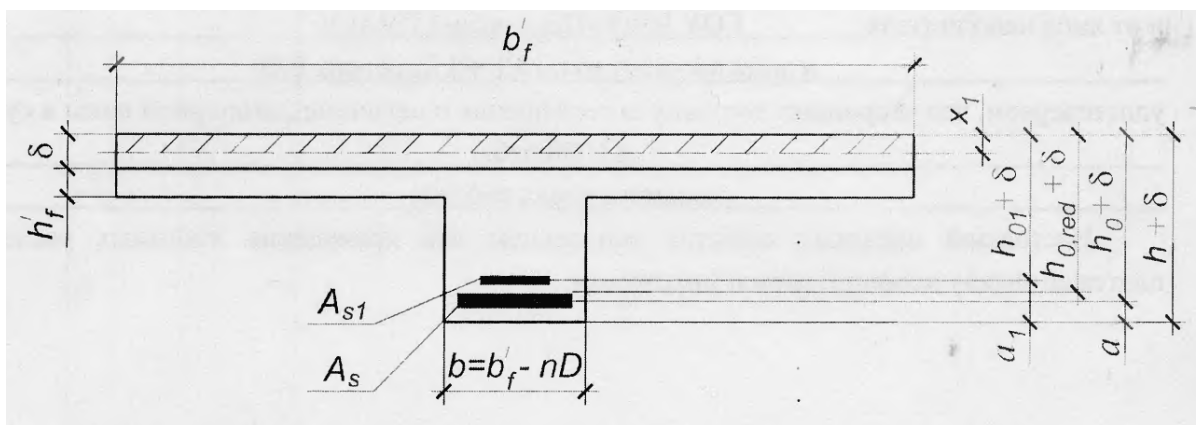
Каркас-1 (К-1)



Сітка-1 (С-1)



Розрахунковий переріз:



Вихідні дані для подальшого розрахунку:

$M_1 = 458,34 \text{ кН}\cdot\text{м}$ – максимальний згинальний момент;

$V_1 = 301,54 \text{ кН}$ – максимальна поперечна сила;

$l = 6280 \text{ мм} = 6,28 \text{ м}$ – довжина плити;

$f_{cd} = 8,5 \text{ МПа}$ – розрах. опір бетону на стиск;

$f_{ck,0.05} = 0,75 \text{ МПа}$ – розрах. опір бетону на розтяг;

$f_{cd1} = 17,0 \text{ МПа}$ – розрах. опір бетону на стиск надбетонки;

$R_s = 510 \text{ МПа}$ – розрах. опір арм. розтягу для розрах. по I групі граничних станів;

$R_{s,ser} = 590 \text{ МПа}$ – розрах. опір арм. розтягу для розрах. по II групі граничних станів;

$E_s = 190000 \text{ МПа}$ – модуль пружності арматурної сталі;

$E_b = 20500 \text{ МПа}$ – початковий модуль пружності бетону;

$\gamma_{b2} = 0,9$ – коефіцієнт умов роботи бетону;

$m = 0,95$ – коефіцієнт;

$5\text{Ø}14 \text{ A-IV}$ з $A_{sp} = 7,69 \text{ см}^2$ – армування плити по серії.

Приймаємо верхній шар бетону завтовшки $\delta = 80 \text{ мм}$ ($\delta_{\min} = 50 \text{ мм}$) з класом бетону C30/35

Робоча висота перерізу:

$$h_0 = h - a = 22 - 2 = 20 \text{ см},$$

Перевіряємо умову:

$$M_1 \leq f_{cd} \gamma_b b' f'_f \delta ((h_{0,red} + \delta) - 0,5\delta)$$

$$458,34 \text{ кН}\cdot\text{м} < 17,0 * 10^3 * 0,9 * 1,46 * 0,08 ((0,185 + 0,08) - 0,5 * 0,08) = \\ = 461,21 \text{ кН}\cdot\text{м},$$

$$\text{де } h_{0,red} = \frac{h_0 + h_{01}}{2} = \frac{200 + 169}{2} = 185 \text{ мм}$$

Умова виконується. Отже, нейтральна вісь проходить у межах нового бетону.

Визначаємо коефіцієнт:

$$\alpha_m = \frac{M_1}{R_{b1} \gamma_b b' f'_f (h_{0,red} + \delta)^2} = \frac{458,34}{17,0 * 10^3 * 0,9 * 1,46 (0,185 + 0,08)^2} = 0,292$$

$$0,292 < \alpha_R = 0,418$$

Визначаємо коефіцієнт:

$$\zeta = 0,822$$

Необхідна площа арматури:

$$A_{s,tot} = \frac{M_1}{R_s (h_{0,red} + \delta) \zeta} = \frac{458,34}{510 * 10^3 (0,185 + 0,08) * 0,822} * 10^6 = 4126 \text{ мм}^2$$

Знаходимо площу перерізу арматури підсилення, яку також приймаємо А-IV:

$$A_{sl} = (A_{s,tot} - A_s) * \frac{R_s}{R_{s1} * m} = (4126 - 769) * \frac{510}{510 * 0,95} = 3534 \text{ мм}^2 = \\ = 35,34 \text{ см}^2$$

Приймаємо $7\text{Ø}28 \text{ A-IV}$ з $A_{sl,f} = 4310 \text{ мм}^2 = 43,10 \text{ см}^2$

Знаходимо фактичну несучу здатність нормального перерізу після підсилення

Висота стиснутої зони:

$$x_1 = \frac{R_s A_s + R_{s1} A_{s1,f} m}{R_{b1} \gamma_{b2} b'_f} = \frac{510 \cdot 769 + 510 \cdot 4310 \cdot 0,95}{17,0 \cdot 0,9 \cdot 1460} = 111 \text{ мм.}$$

Робоча висота:

$$h_{0,red}^{(f)} = \frac{A_s h_0 + R_{s1} A_{s1,f} m}{A_s + A_{s1,f}} = \frac{769 \cdot 200 + 4310 \cdot 169}{769 + 4310} = 174 \text{ мм}$$

Відносна висота стиснутої зони підсиленого перерізу

$$\xi = \frac{x_1}{h_{0,red}^{(f)} + \delta} = \frac{111}{174 + 80} = 0,437 < \xi_R = 0,582$$

Умова виконується.

Визначаємо коефіцієнт:

$$\alpha_m = 0,289$$

Фактичний згинальний момент, сприймається перерізом плити, підсиленої комбінованим способом:

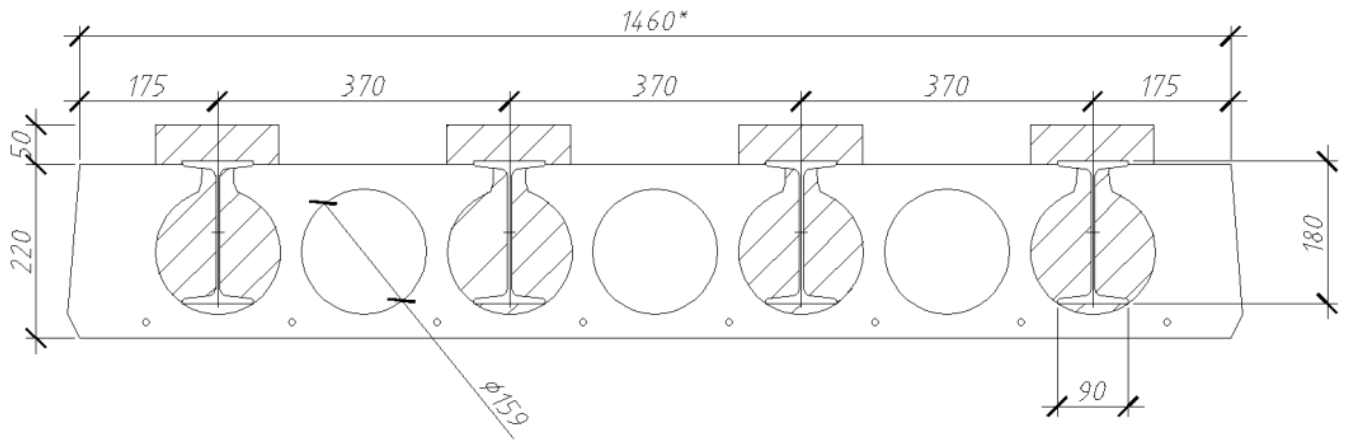
$$M_f = \alpha_m R_{b1} \gamma_{b2} b'_f (h_{0,red}^{(f)} + \delta)^2 = 0,289 \cdot 17,0 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1,46 (0,174 + 0,08)^2 = 467,24 \text{ кН} \cdot \text{м} > M_1 = 458,34 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Запас міцності:

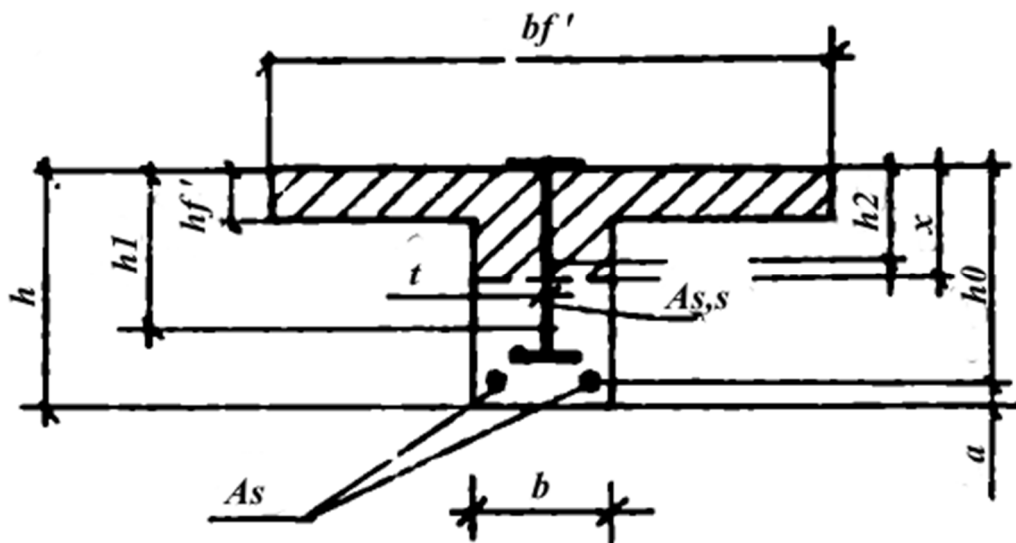
$$\frac{M_f - M_1}{M_1} \cdot 100\% = \frac{467,24 - 458,34}{458,34} \cdot 100\% = 1,94 \%$$

2.3.10. Підсилення плити методом влаштування сталевих двотаврових балок в пустоти

Схема підсилення:



Розрахунковий переріз:



Розрахунок по нормальним перерізам:

Положення нейтральної осі для таврового перерізу за умовою:

$$M_1 \leq f_{cd} b_f h'_f (h_0 - 0,5h'_f) = 8,5 \cdot 10^3 \cdot 1,46 \cdot 0,031 (0,2 - 0,5 \cdot 0,031) =$$

$$= 70,98 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$458,34 \text{ кН} \cdot \text{м} > 70,98 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Умова не виконується. Нейтральна ось проходить в ребрі.

Таблиця 2.3.10.1 – Геометричні характеристики 18 двотавра по сортаменту

	Параметр	Значення	Одиниця вимірювання
A	Площа поперечного перерізу	23,4	см ²
A _{v,y}	Умовна площа зрізу вздовж осі U	14,58	см ²
A _{v,z}	Умовна площа зрізу вздовж осі V	8,767	см ²
a	Кут нахилу головних осей інерції	0	град
I _y	Момент інерції відносно центральної осі Y1 паралельної осі Y	1290	см ⁴
I _z	Момент інерції відносно центральної осі Z1 паралельної осі Z	82,6	см ⁴
I _t	Момент інерції за вільного крутіння	5,6	см ⁴
i _y	Радіус інерції відносно осі Y1	7,425	см
i _z	Радіус інерції відносно осі Z1	1,879	см
W _{u+}	Максимальний момент опору відносно осі U	143,333	см ³
W _{u-}	Мінімальний момент опору відносно осі U	143,333	см ³
W _{v+}	Максимальний момент опору відносно осі V	18,356	см ³
W _{v-}	Мінімальний момент опору відносно осі V	18,356	см ³
W _{pl,u}	Пластичний момент опору відносно осі U	161,97	см ³
W _{pl,v}	Пластичний момент опору відносно осі V	27,543	см ³
I _u	Максимальний момент інерції	1290	см ⁴
I _v	Мінімальний момент інерції	82,6	см ⁴
i _u	Максимальний радіус інерції	7,425	см
i _v	Мінімальний радіус інерції	1,879	см
a _{u+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Y(U)	0,784	см
a _{u-}	Ядрова відстань вздовж негативного напрямку осі Y(U)	0,784	см
a _{v+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Z(V)	6,125	см
a _{v-}	Ядрова відстань вздовж негативного напрямку осі Z(V)	6,125	см
y _m	Координата центру мас по осі Y	4,5	см
z _m	Координата центру мас по осі Z	9	см
I ₁	Момент інерції відносно глобальної осі Y	1763,85	см ⁴
I ₂	Момент інерції відносно глобальної осі Z	1978	см ⁴
I _p	Полярний момент інерції	1372,6	см ⁴
i _p	Полярний радіус інерції	7,659	см
W _p	Полярний момент опору	136,41	см ³

Для підсилення приймаємо по сортаменту 18 двотавр з наступними характеристиками:

$$R_{ss} = 240 \text{ МПа};$$

$$t = 5,1 \text{ мм};$$

$$W_x = 143 \text{ см}^3;$$

$$h_{ss} = 180 \text{ мм} = 0,18 \text{ м}$$

Висота стиснутої зони перерізу:

$$x = \frac{2R_{ss}h_2t + R_sA_s - f_{cd}(b'_f - b)h'_f}{f_{cd}b + 2R_{ss}t} =$$

$$= \frac{2 \cdot 240000 \cdot 0,086 \cdot 0,0051 + 510000 \cdot 0,000769 - 8500(0,370 - 0,347) \cdot 0,031}{8500 \cdot 0,347 + 2 \cdot 240000 \cdot 0,0051} \cdot 1000 = 110,54 \text{ мм}$$

$$x > h'_f; 110,54 \text{ мм} > 31 \text{ мм}$$

Несуча здатність перерізу:

$$M_1 \leq (((b'_f - b)h'_f(x - 0,5h'_f) + 0,5bx^2)f_{cd1} + R_{ss}(W_{pl} + (h_2 - x)^2t) + R_sA_s(h_1 - x)) \cdot n = ((0,370 - 0,347) \cdot 0,031 \cdot (0,11054 - 0,5 \cdot 0,031) + 0,5 \cdot 0,347 \cdot 0,11054^2) \cdot 19500 + 240000(0,000167 + (0,086 - 0,11054)^2 \cdot 0,0051) + 510000 \cdot 0,000769 \cdot (0,193 - 0,11054) \cdot 4 = 463,27 \text{ кН*м}$$

$$458,34 \text{ кН*м} < 463,27 \text{ кН*м}$$

Умова виконується.

Запас міцності:

$$\frac{M_f - M_1}{M_1} \cdot 100\% = \frac{463,27 - 458,34}{458,34} \cdot 100\% = 1,08 \%$$

Розрахунок по похилим перерізам:

Розрахунок похилих перерізів по поперечній силі дозволяється не виконувати, якщо одна із умов виконуватиметься:

$$1. \quad V_1 \leq 0,8h_{ss}tR_{ss}; 301,54 \text{ кН} > 0,8 \cdot 0,18 \cdot 0,0051 \cdot 240000 = 176,26 \text{ кН}$$

Умова не виконується.

$$2. \quad V_1 \leq \gamma_{b3}f_{ck,0.05}bh_0 \cdot n = 124,92 \text{ кН} \leq \frac{\gamma_{b4} + f_{ck,0.05}bh_0^2}{c} \cdot n =$$

$$= \frac{1,5 + 750 \cdot 0,347 \cdot 0,2^2}{0,4} \cdot 4 = 156,15 \text{ кН} > 2,5f_{ck,0.05}bh_0^2 \cdot n = 104,1 \text{ кН},$$

Умова не виконується.

Умова міцності:

$$V_1 \leq \left(tR_{ss} \frac{h_{ss}}{h_0} + R_{sw} A_{sw} \frac{n}{s} \right) C + \frac{\gamma_{b2}(1+\gamma_f) f_{ck,0.05} b h_0^2}{c}$$

$$(0,0051 * 240000 \frac{0,18}{0,2} + 545000 * 0,0001131 \frac{5}{0,370}) 0,4 +$$

$$+ \frac{0,9(1+0,0077) * 900 * 0,347 * 0,2^2}{0,4} = 802,15 \text{ кН}$$

$$301,54 \text{ кН} < 802,15 \text{ кН}$$

При розрахунку посиленних плит має бути забезпечена міцність бетону по похилій смугі між похилими тріщинами з умови:

$$V_1 \leq V_{\text{розрах.}} = 0,3 \gamma_{\omega 1} \gamma_{b1} f_{cd1} b h_0,$$

$$\text{де } \gamma_{\omega 1} = 1 + 5 \alpha * \mu_{\omega} = 1 + 5 * 9,27 * 0,0009 = 1,042 < 1,3;$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{190000}{20500} = 9,27;$$

$$\mu_{\omega} = \frac{A_{sw}}{b * s} = \frac{0,0001131}{0,347 * 0,370} = 0,0009;$$

$$\gamma_{b1} = 1 - \beta f_{cd} = 1 - 0,02 * 8,5 = 0,83$$

$$301,54 \text{ кН} < 0,3 * 1,042 * 0,83 * 19500 * 0,347 * 0,2 = 351,12 \text{ кН}$$

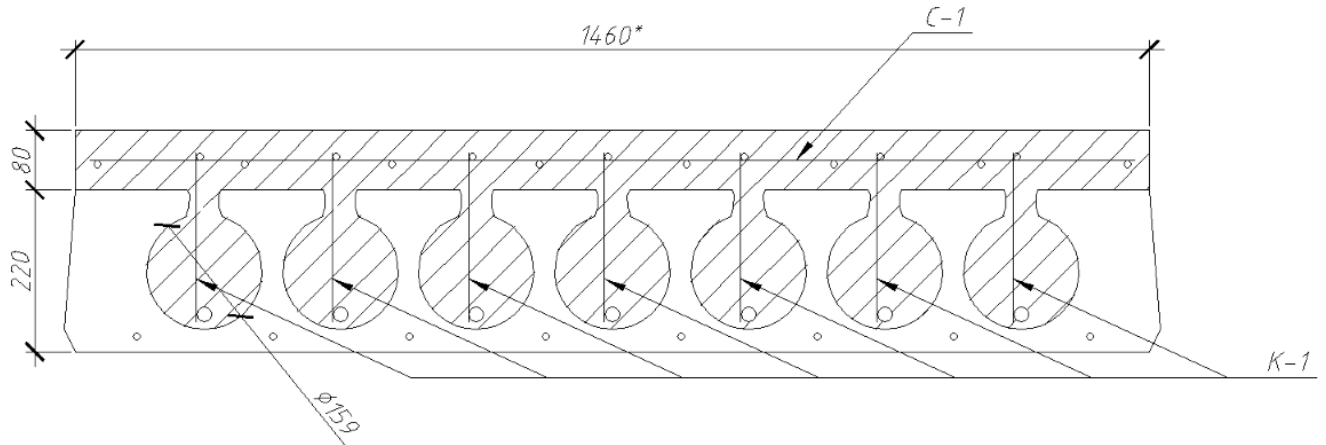
Запас міцності:

$$\frac{V - V_1}{v_1} * 100\% = \frac{351,12 - 301,54}{301,54} * 100\% = 16,44 \%$$

Розрахунок було виконано плити найбільшої по габаритам, яка розташована в на плані перекриття підвального поверху. Виконано креслення підсилення із зазначенням розмірів.

Вибрано підсилення методом влаштування армування в пустоти та надбетонки, бо воно найбільш економічне та легко монтувати. Розміри із «*» означають, що вони змінюються в залежності від габаритів підсилюючих плит, які зазначені в табл. 2.3.11.1 та 2.3.11.2.

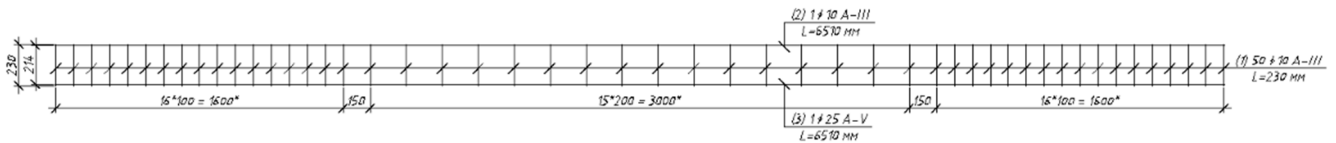
Конструктивна схема підсилення плити ПК 66-15-8:



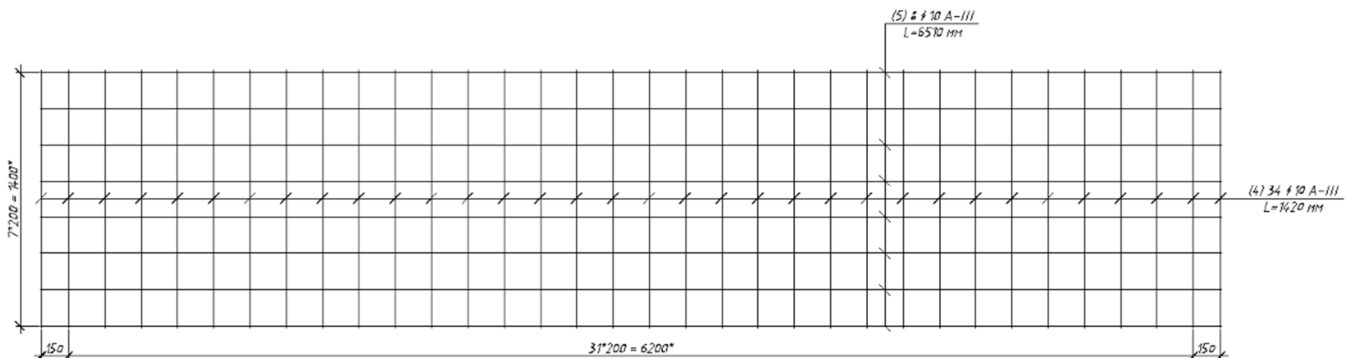
Таблиця 2.3.11.1 - Специфікація елементів підсилення для плити ПК 66-15-8

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кількість, шт.	Маса од, кг.	Примітки
1	2	3	4	5	6
1	ДСТУ 3760:2019	Ø10 А-III, L = 230 мм	350	0,18	
2	ДСТУ 3760:2019	Ø 10 А-III, L = 6510 мм	7	4,02	
3	ДСТУ 3760:2019	Ø 25 А-V, L = 6510 мм	7	25,08	
4	ДСТУ 3760:2019	Ø 10 А-III, L = 1420 мм	34	0,88	
5	ДСТУ 3760:2019	Ø 10 А-III, L = 6510 мм	8	4,02	

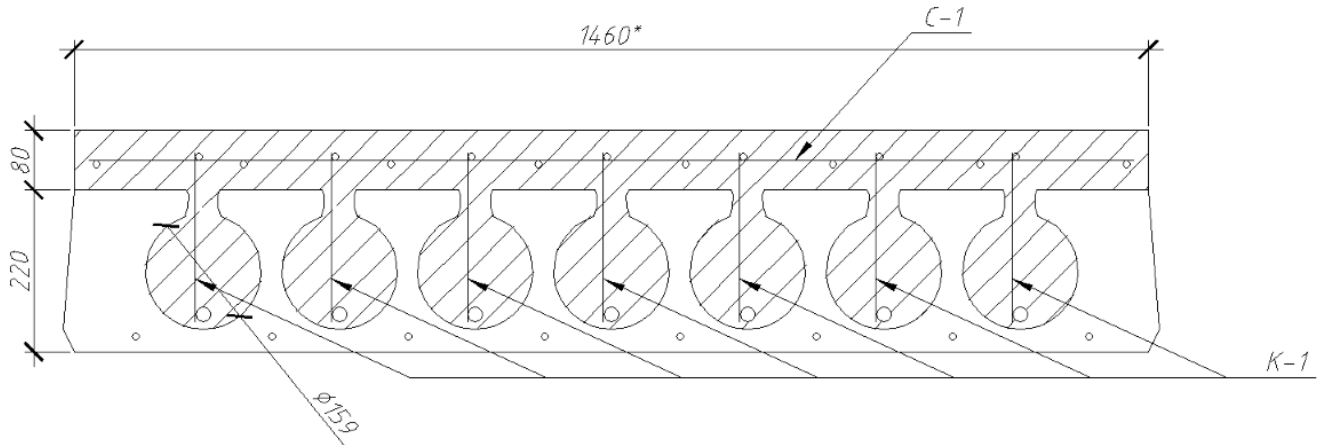
Каркас – 1 (К-1):



Сітка – 1 (С-1):



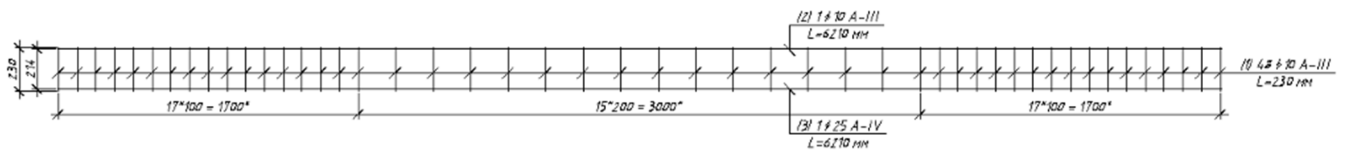
Конструктивна схема підсилення плити ПК 63-15-8:



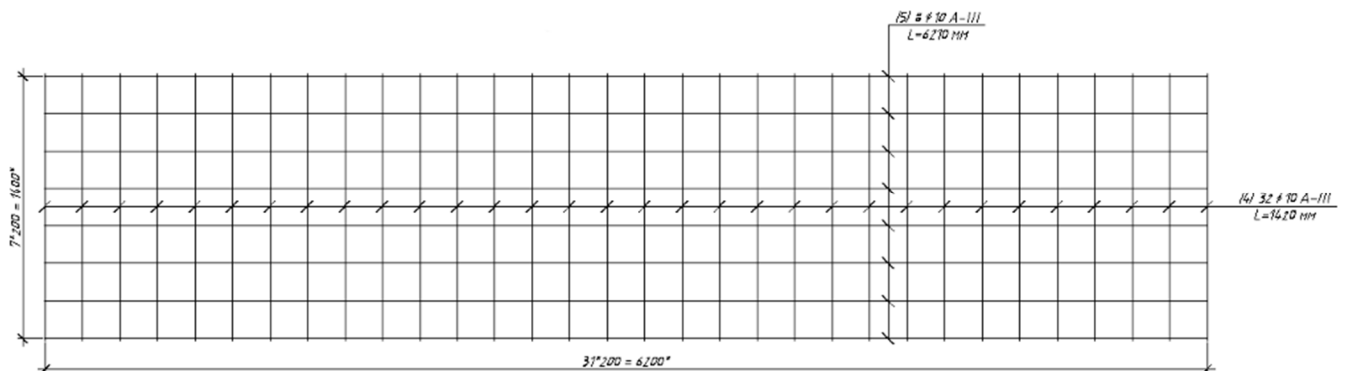
Таблиця 2.3.11.2 - Специфікація елементів підсилення для плити ПК 63-15-8

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кількість, шт.	Маса од, кг.	Примітки
1	2	3	4	5	6
1	ДСТУ 3760:2019	Ø10 А-III, L = 230 мм	336	0,18	
2	ДСТУ 3760:2019	Ø 10 А-III, L = 6210 мм	7	3,83	
3	ДСТУ 3760:2019	Ø 25 А-V, L = 6210 мм	7	23,91	
4	ДСТУ 3760:2019	Ø 10 А-III, L = 1420 мм	32	0,88	
5	ДСТУ 3760:2019	Ø 10 А-III, L = 6210 мм	8	3,83	

Каркас – 1 (К-1):



Сітка – 1 (С-1):



2.4. Висновки

Задачею кваліфікаційної роботи було перевірити конструкції перекриття через зміну характеру навантаження при руйнуванні надземної частини будівлі та порівняти результати розрахунку несучої здатності самих плит та після їх підсилення.

Було створено сховище в існуючому підвальному поверсі школи, що привело до необхідності перевірити несучої здатності перекриття з урахуванням руйнування надземної частини.

Для початку було виконано збір навантажень з урахуванням коефіцієнту динамічності згідно [11] та [10].

Так, як в результаті розрахунків було виявлено, що серійні плити не забезпечують достатньої несучої здатності. Тому, було прийнято рішення розглянути декілька методів підсилення плит перекриття.

Було розглянуто такі методи підсилення:

- влаштування шару бетону на верхній частині плити;
- влаштування додаткового армування;
- влаштування армування в пустоти та надбетонки;
- влаштування сталевих двотаврових балок в пустоти.

Влаштування підсилення методом влаштування армування в пустоти та надбетонки та влаштування двотавра в пустоти забезпечують несучу здатність плит перекриття сховища. Але було більш доцільно прийняти метод влаштування армування в пустоти та надбетонки.

Необхідністю було підсилити, всі існуючі плити перекриття підвального поверху. Було виконано креслення прийнятого методу для всіх типів плит.

ДОДАТОК А

Безпека праці при виконанні підсилення плит перекриття

При виконанні бетонних робіт необхідно дотримуватись вимог:

- до роботи по бетонуванню допускаються робочі, які пройшли навчання, здали екзамени на певну кваліфікацію, навчені безпечним методам праці і пройшовши інструктаж по техніці безпеки, в тому числі і на робочому місці;
- розбирання опалубки забетонованих конструкцій допускається тільки з дозволом і під наглядом майстра або виконроба;
- бетонувальники повинні працювати в відповідному спецодязі і користуватися індивідуальними засобами захисту;
- до роботи з вібраторами допускаються бетонувальники, які попередньо пройшли медичний огляд, який періодично повинен повторюватись. Провода, які йдуть від розподільного щита до вібраторів, повинні бути заключені в резиновій оболонці, а корпус вібратора - заземлений;
- при експлуатації ручного електрифікованого інструмента на будівельному об'єкті повинні виконуватись всі загальні правила техніки безпеки і спеціальні вимоги, передбачені правилами безпечної роботи, вказані в паспорті і інструкції по експлуатації на кожну ручну машину;
- при подачі бункера краном до місця вкладання бетону вантаж не повинен переноситись над місцями, де ведуться будівельні роботи;
- при виконанні бетонних робіт приміняється електрофікований інструмент - електровібратор;
- при ущільненні бетоної суміші глибинними вібраторами слід: надівати на держак вібратора амортизатори, що забезпечують амплітуду коливань не вище норми для ручного електромеханічного вібратора;
- робітників, зайнятих з вібраційним інструментом, постачати серійно випускаючими віброзахисними рукавицями з бавовняної тканини з паролоновою прокладкою в області долоні і брезентовою накладкою на долоній частині;

- бетонувальники, які обслуговують електровібратори, повинні бути навчені і атестовані на I групу допуску по електробезпеці.

При виконанні бетонних робіт слід враховувати можливість виникнення наступних небезпечних виробничих факторів:

- засмічення очей цементним розчином при бетонуванні;
- враженні електричним струмом;
- падіння людей з висоти.

При виконанні технологічних операцій на прийомі і вкладанні бетону, на очистці арматурної сталі від ржавчини, окалини робочі зобов'язані надівати захисні окуляри, які задовільняють нормам.

Щоб уникнути падіння людей з висоти при прийомі вантажу і виконанні робіт, робочі кріпляться монтажним поясом. Місця кріплення вказує майстер або виконроб.

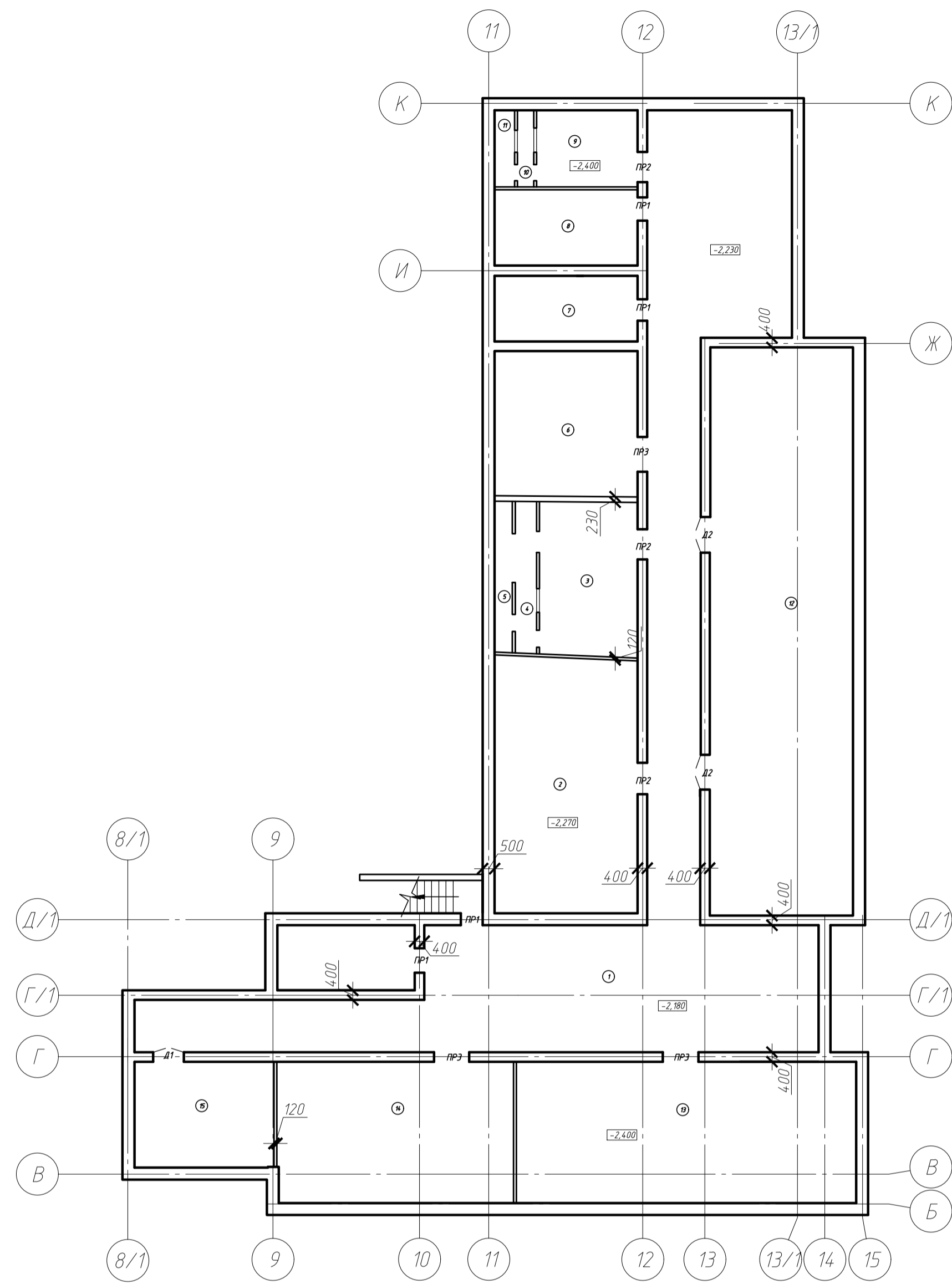
Для уникнення враження людей електричним струмом ремонтні роботи, заземлення, підключення до електромережі електрообладнання в технологічній карті передбачається тільки черговим електрослюсарем, який має групу допуску не нижче II.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1. Київ Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2022.
2. ДСТУ Б В.2.6-55:2008 Конструкції будинків і споруд. Перемички залізобетонні для будівель з цегляними стінами. Технічні умови. Київ Мінрегіон України, 2009.
3. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері. Технічний комітет стандартизації «Двері та вікна» (ТК 300), ТОВ «ВЕКА УКРАЇНА», ТОВ «МІРОПЛАСТ», 2021.
4. ДСТУ Б В.2.7-57-96 Будівельні матеріали. Підлоги. Метод випробування на стійкість до ударних дій. Держкоммістобудування, 1996.
5. Серія 1.090.1-1/88. Збірні залізобетонні конструкції міжвидового застосування для великопанельних громадських будівель та допоміжних будівель з висотою поверху 3,3 м. Випуск 5-1. Робочі креслення. ЦНИИПЗП Торгівельно-побутових будівель та туристичних комплексів, 1989.
6. Серія 1.141.1-38. Попередньо напружені плити з круглими порожнечами довжиною 6280, 5980, 5380, 5080 і 4780 мм, шириною 1790, 1490, 1190 і 990 мм, армовані стрижнями з термічно зміцненої сталі класу А-IV. Випуск 2. Технічні умови та робочі креслення. ЦНИИПЗП Житлові будинки, 1989.
7. Серія 1.090.1-1. Збірні залізобетонні конструкції міжвидового застосування для великопанельних громадських будівель та допоміжних будівель промислових підприємств з висотою поверхів 3,0 та 3,3 м. Випуск 5-1. ЦІТП Держбуду СРСР, 1983.
8. Серія 1.141.1. Панелі перекриттів залізобетонні багатопустотні. ЦІТП Держбуду СРСР, 1974.
9. Серія 1.041.1-5. Багатопустотні плити перекриттів міжвидового призначення. Робочі креслення. ЦНИИ, 1994.
10. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту. Київ Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023.

11. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ Мінбуд України, 2006.
12. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. Київ Мінрегіон України, 2018.
13. В.И. Муленкова, Д.В. Артюшин, «Проектування підсилення залізобетонних та кам'яних несучих конструкцій багатоповерхових будівель», 2011.
14. А.И. Мальганов, В.С. Плевков, А.И. Полищук , «Відновлення та посилення будівельних конструкцій аварійних та реконструйованих будівель», 1992.

План підвалу в осях 8/1-15 / Б-К (існуючий)



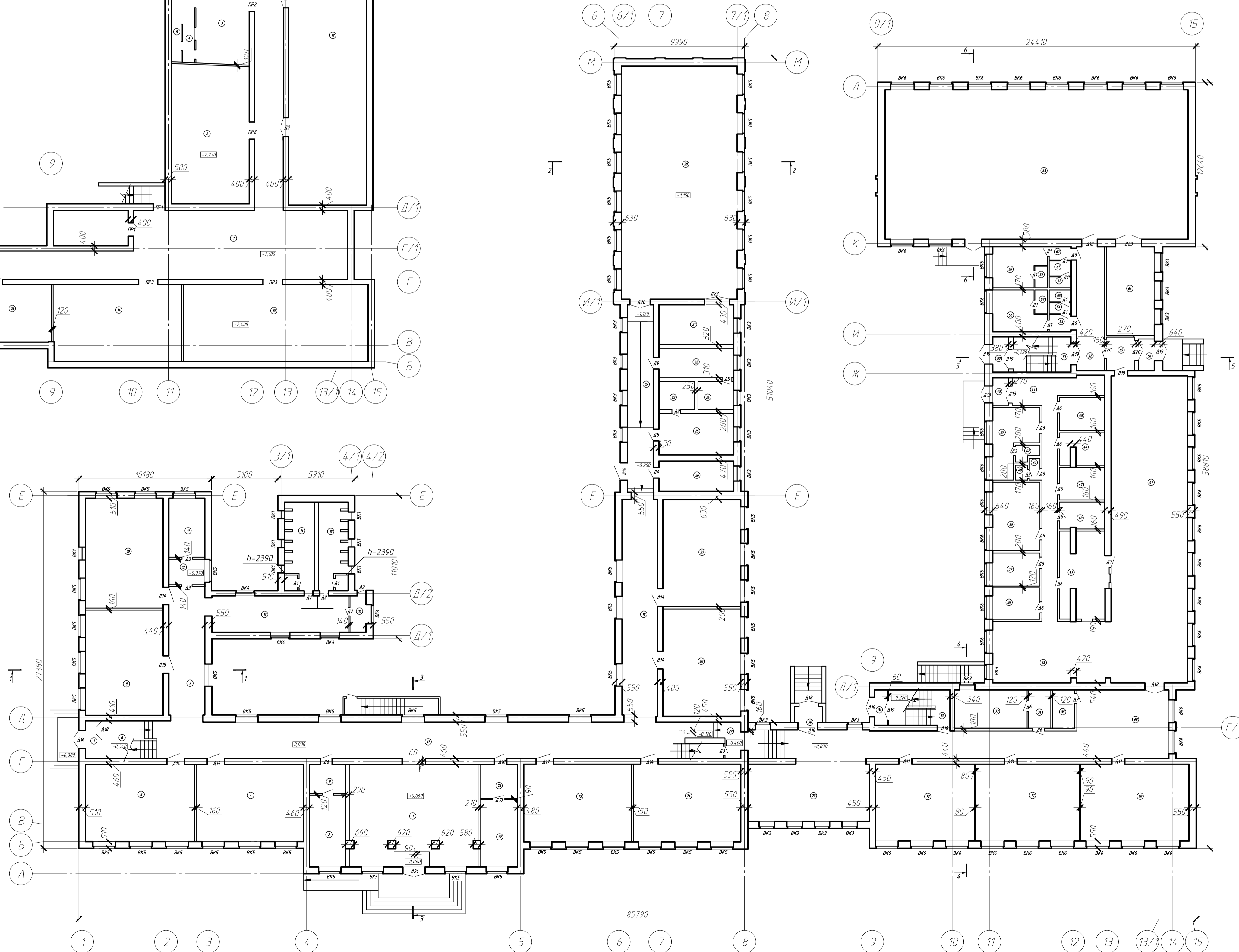
Експлікація приміщень підвалу в осях Б-К

Номер приміщення	Назва приміщення	Площа, м ²	Покриття підлоги	Примітка
1	Підвальне приміщення	225,40	Земляне	
2	Підвальне приміщення	63,40	Земляне	
3	Підвальне приміщення	26,40	Земляне	
4	Підвальне приміщення	5,60	Земляне	
5	Підвальне приміщення	4,70	Земляне	
6	Підвальне приміщення	36,20	Земляне	
7	Підвальне приміщення	16,40	Земляне	
8	Підвальне приміщення	18,90	Земляне	
9	Підвальне приміщення	13,50	Земляне	
10	Підвальне приміщення	2,20	Земляне	
11	Підвальне приміщення	2,70	Земляне	
12	Підвальне приміщення	14,80	Земляне	
13	Підвальне приміщення	83,70	Земляне	
14	Підвальне приміщення	58,10	Земляне	
15	Щитова	24,60	Земляне	

Експлікація приміщень першого поверху

Номер приміщення	Назва приміщення	Площа, м ²	Покриття підлоги	Примітка
1	Хол	73,40	Бетонна мозаїка	
2	Кабінет	15,20	Лінолеум	
3	Кабінет	6,20	Лінолеум	
4	Навчальна аудиторія	48,50	Дошате	
5	Навчальна аудиторія	49,60	Дошате	
6	Сходава клітина	14,40	Бетонне	
7	Предбанник	3,70	Керамічна плитка	
8	Навчальна аудиторія	48,20	Дошате	
9	Коридор	27,20	Керамічна плитка	
10	Навчальна аудиторія	50,20	Дошате	
11	Підсобне приміщення	12,50	Керамічна плитка	
12	Підсобне приміщення	5,40	Керамічна плитка	
13	Санвузол	29,30	Керамічна плитка	
14	Туалет	15,70	Керамічна плитка	
15	Туалет	15,70	Керамічна плитка	
16	Підсобне приміщення	3,40	Керамічна плитка	
17	Коридор	111,40	Керамічна плитка	
18	Коридор	45,50	Керамічна плитка	
19	Коридор	28,80	Дошате	
20	Спортивний зал	159,10	Дошате	
21	Інвентарна	17,30	Бетонне	
22	Роздягальня	12,70	Дошате	
23	Душова	5,90	Бетонне	
24	Душова	5,90	Бетонне	
25	Роздягальня	18,30	Дошате	
26	Кабінет	13,40	Дошате	
27	Навчальна аудиторія	49,00	Дошате	
28	Навчальна аудиторія	49,30	ДВП	
29	Сходава клітина	17,70	Керамічна плитка	
30	Тамбур	2,70	Керамічна плитка	
31	Предбанник	2,80	Керамічна плитка	
32	Сходава клітина	12,90	Бетонне	
33	Туалет	16,6	Керамічна плитка	
34	Санвузол	5	Керамічна плитка	
35	Підсобне приміщення	5	Керамічна плитка	
36	Кухня	8,8	Керамічна плитка	
37	Кухня	9,2	Керамічна плитка	
38	Комора	19	Лінолеум	
39	Гардероб	14,3	Керамічна плитка	
40	Туалет	1,1	Керамічна плитка	
41	Туалет	1,4	Керамічна плитка	
42	Душова	2	Керамічна плитка	
43	Тамбур	2,6	Керамічна плитка	
44	Коридор	32,3	Лінолеум	
45	Комора	8,9	Керамічна плитка	
46	Комора	8,1	Керамічна плитка	
47	Комора	8,7	Керамічна плитка	
48	Електро-щитова	7,2	Лінолеум	
49	Мийка	22,6	Керамічна плитка	
50	Предбанник	3,3	Бетонне	
51	Сходава клітина	11,9	Бетонне	
52	Коридор	20,3	Лінолеум	
53	Санвузол	2,2	Лінолеум	
54	Туалет	1,4	Керамічна плитка	
55	Туалет	1,5	Керамічна плитка	
56	Санвузол	11,5	Лінолеум	
57	Санвузол	1,7	Керамічна плитка	
58	Санвузол	11,4	Резинові мати	
59	Санвузол	1,6	Керамічна плитка	
60	Санвузол	1,7	Лінолеум	
61	Туалет	2	Керамічна плитка	
62	Туалет	1,4	Керамічна плитка	
63	Спортивний зал	266,9	Резинові мати	
64	Інвентарна	25	Резинові мати	
65	Коридор	5,6	Лінолеум	
66	Предбанник	3	Лінолеум	
67	Столова	133,5	Бетонна мозаїка	
68	Кухня	42,4	Керамічна плитка	
69	Коридор	91,2	Бетонна мозаїка	
70	Навчальна аудиторія	49,1	Лінолеум	
71	Навчальна аудиторія	47,1	ДСП	
72	Навчальна аудиторія	44,9	Лінолеум	
73	Коридор	41	Бетонна мозаїка	
74	Навчальна аудиторія	49,1	ДВП	
75	Навчальна аудиторія	49,4	Дошате	
76	Кабінет	7,3	Дошате	
77	Кабінет	14,6	Лінолеум	

План першого поверху (існуючий)



Положено:
Формат А3 Колясов
Інв. № оп. План та бітва
Зам. Інв. №

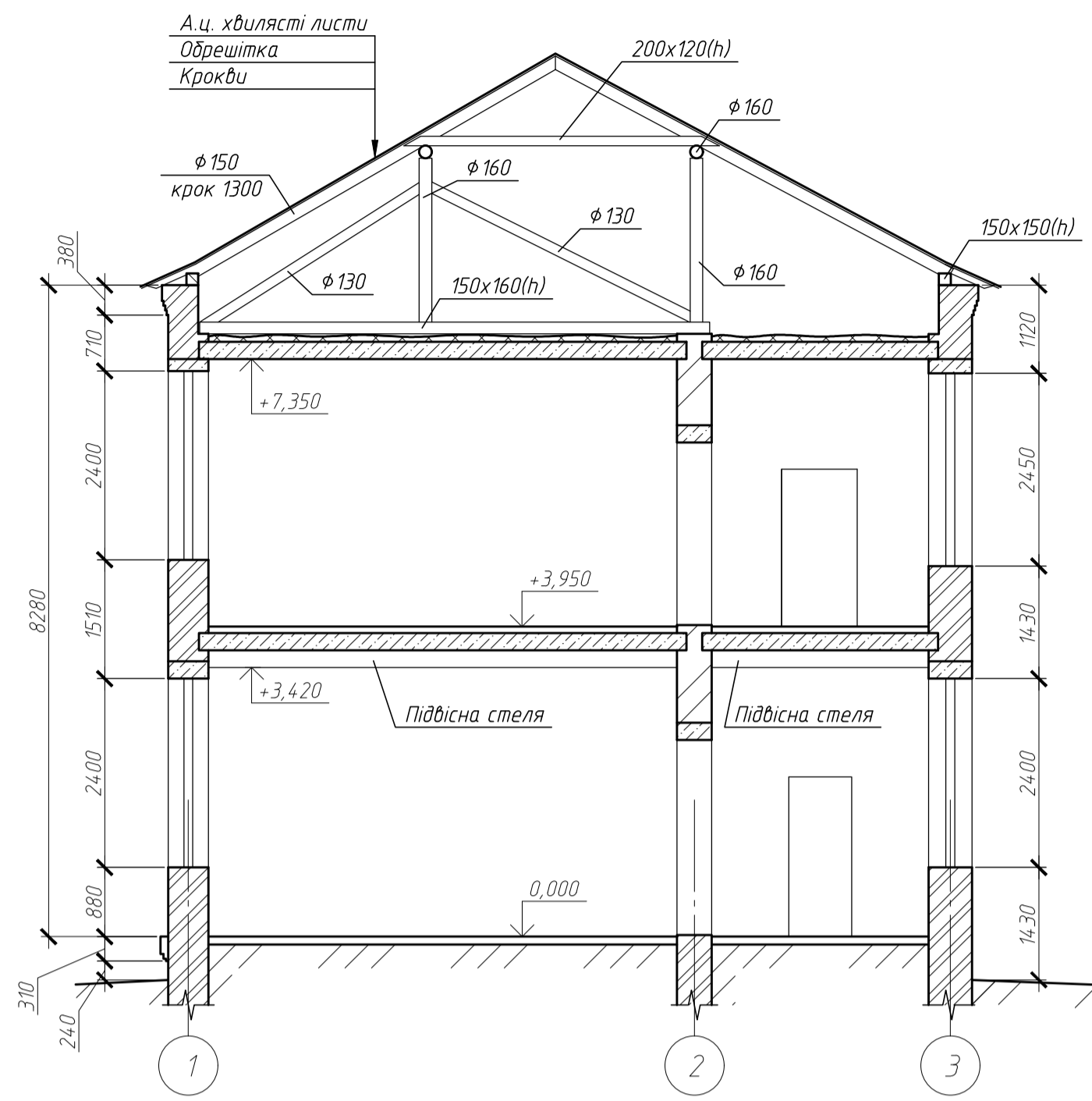
МР 35.23. БК ДР

Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Стадія	Маса	Масштаб
Виконав	Арх.	Стьожак С.Г.			Н		
Керівник	Арх.	Альмашов В.М.					
					Аркш 1	Аркшів 13	
Затвердив	Циганенко Л.А.				СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м		

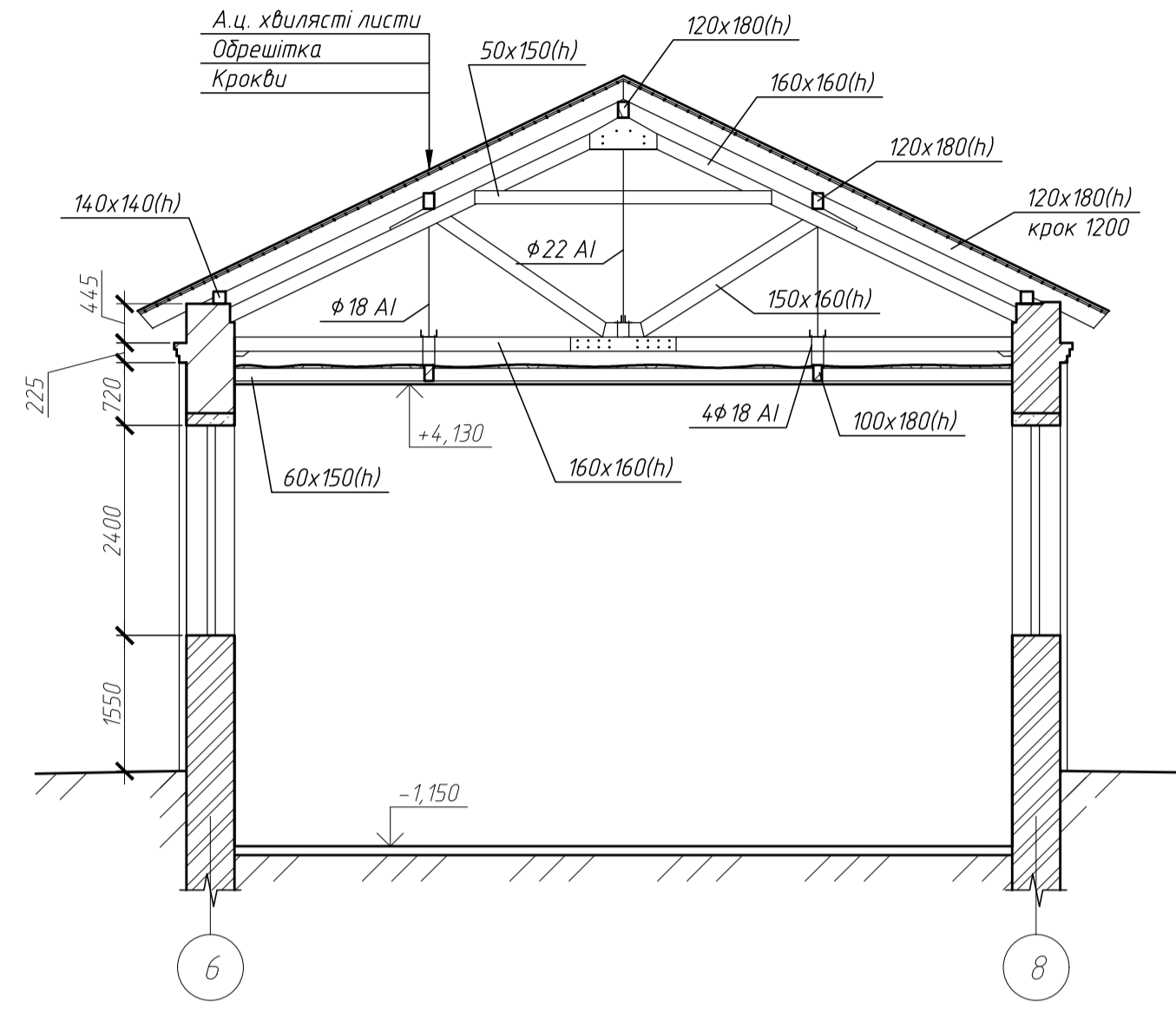
Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка

План підвалу в осях 8/1-15 / Б-К (існуючий), План першого поверху (існуючий), Експлікація приміщень першого поверху, Експлікація приміщень підвалу в осях Б-К

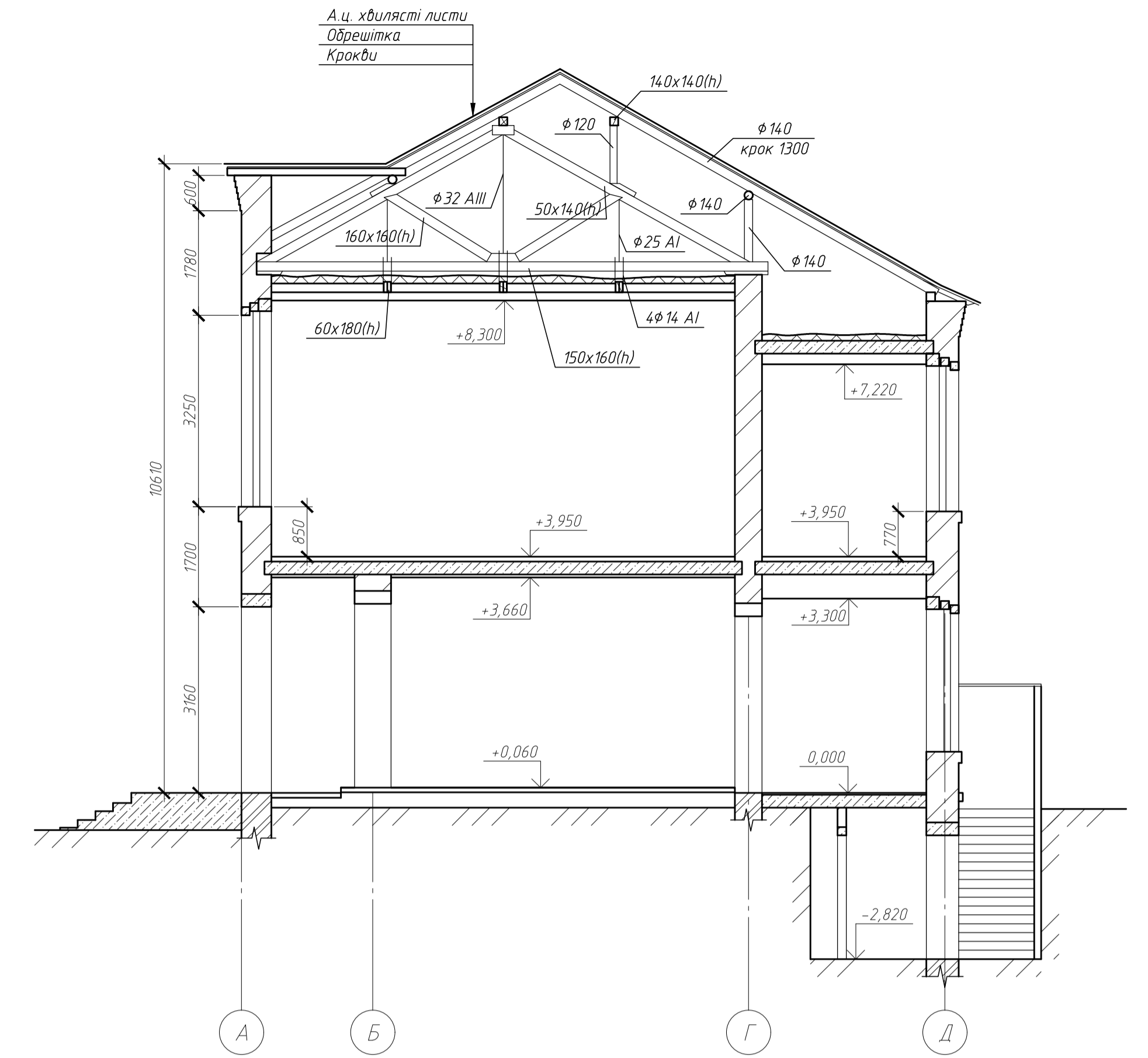
Розріз 1-1 (існуючий)



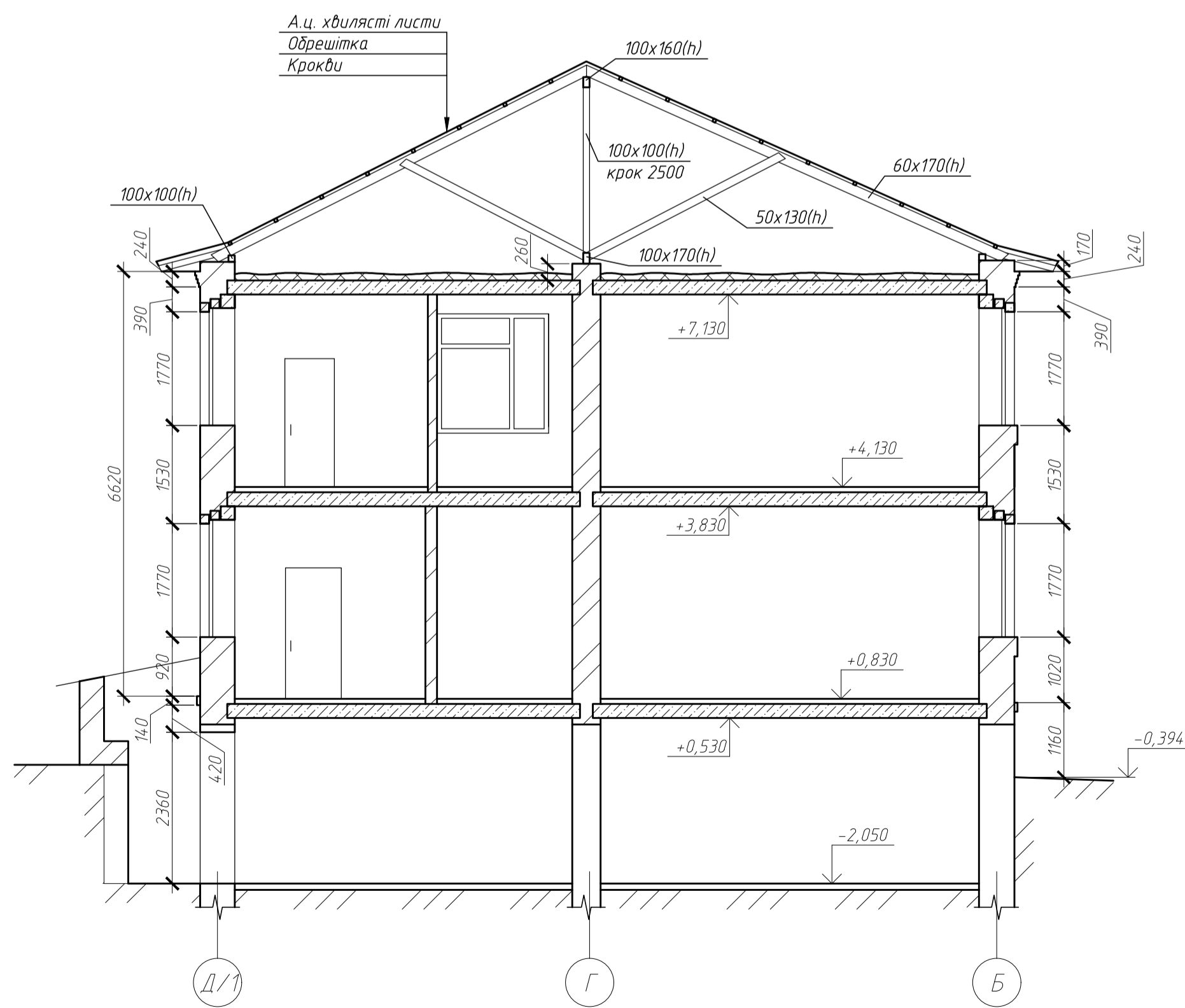
Розріз 2-2 (існуючий)



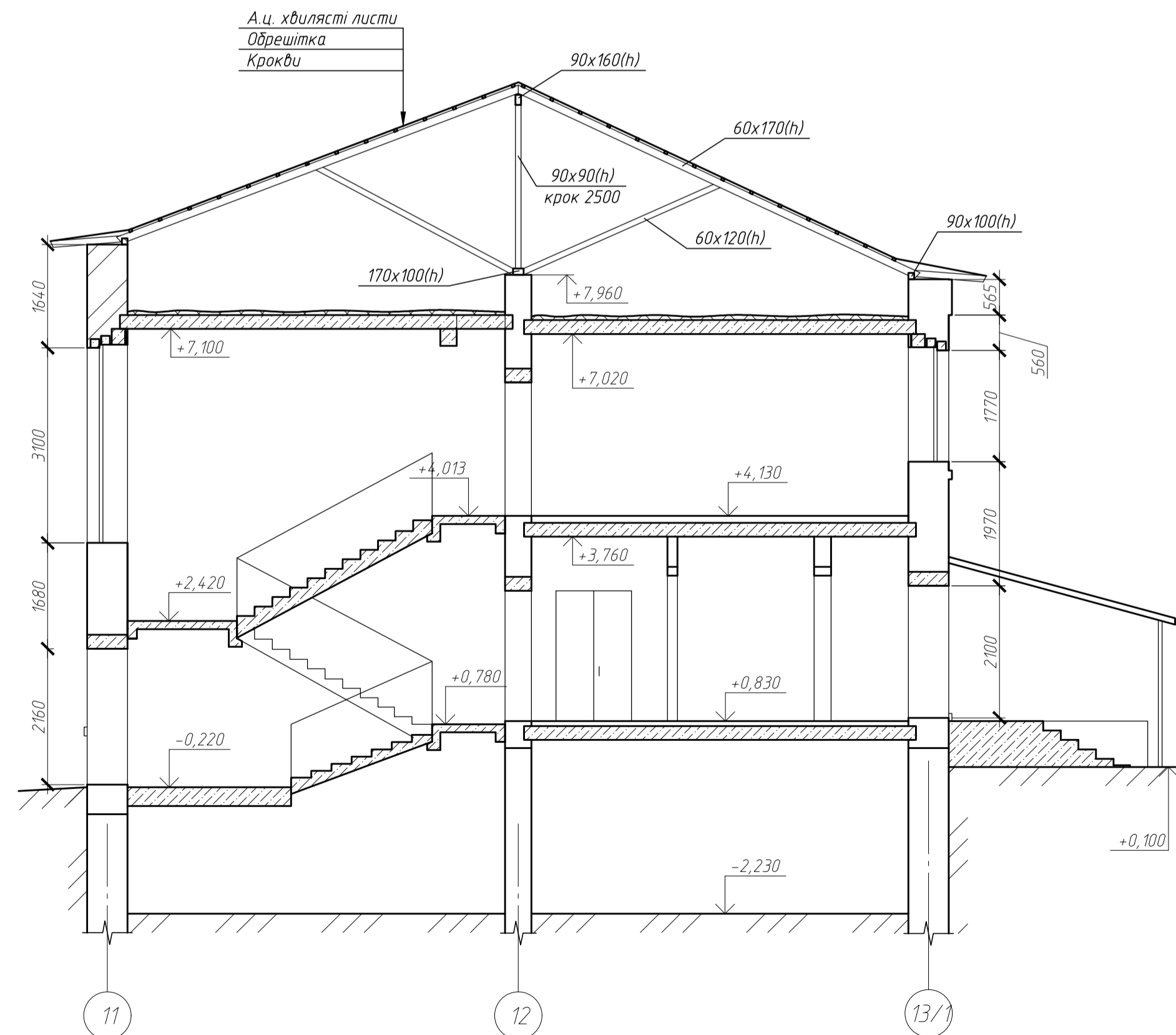
Розріз 3-3 (існуючий)



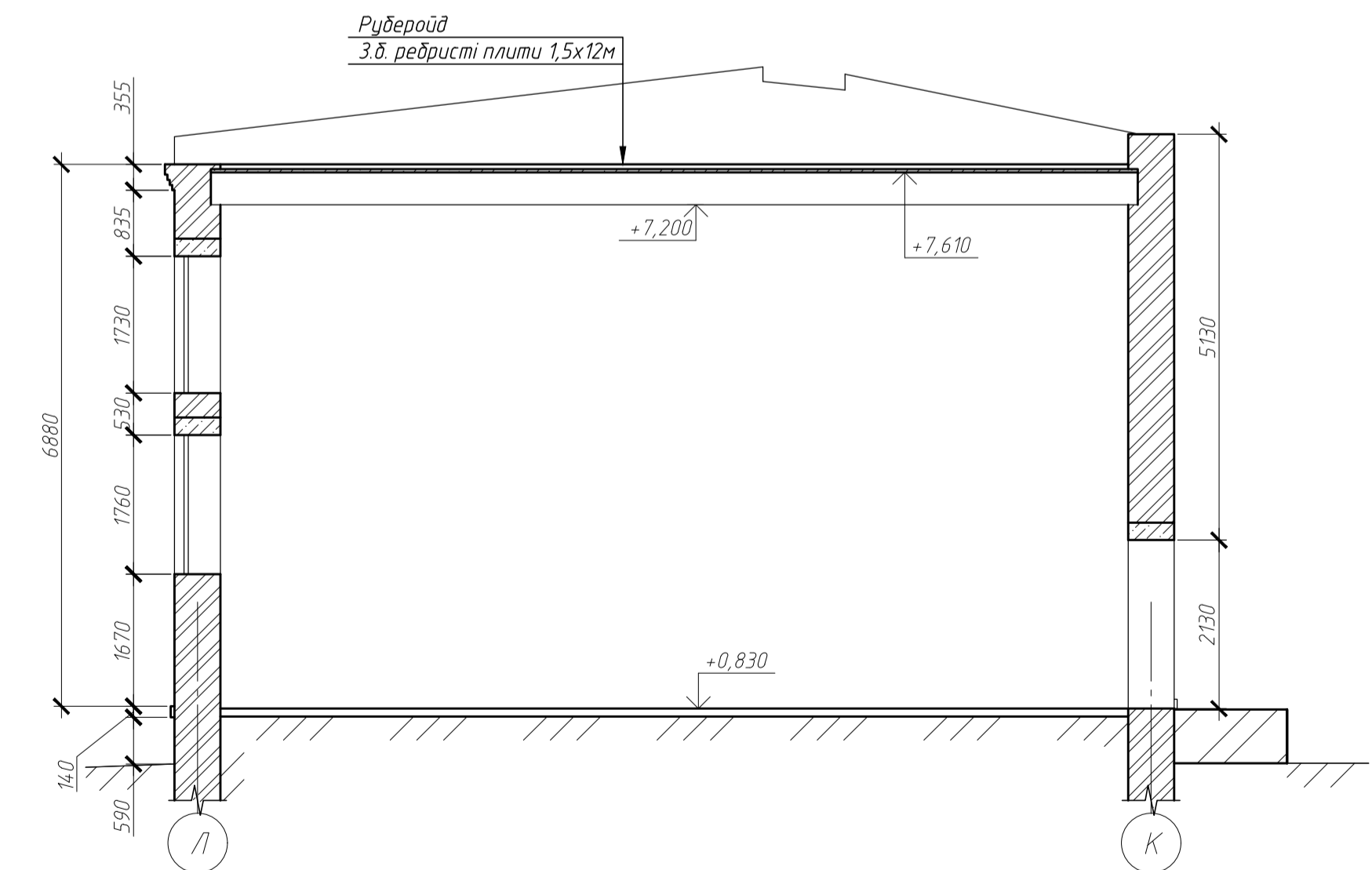
Розріз 4-4 (існуючий)



Розріз 5-5 (існуючий)



Розріз 6-6 (існуючий)



Погоджено
Формат А3
Копія
Інв. № 01
Підп. та дата
Зам. Інв. №

				МР 35.23. БК ДР			
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка		
Виконав	Арх.	Стьожак С.Г.					
Керівник	Арх.	Циганенко В.М.			Стан	Маса	Масштаб
					Н		
					Аркуш 3	Аркушів 13	
					СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м		
Затвердив	Циганенко Л.А.						

Схема розміщення плит перекриття першого поверху

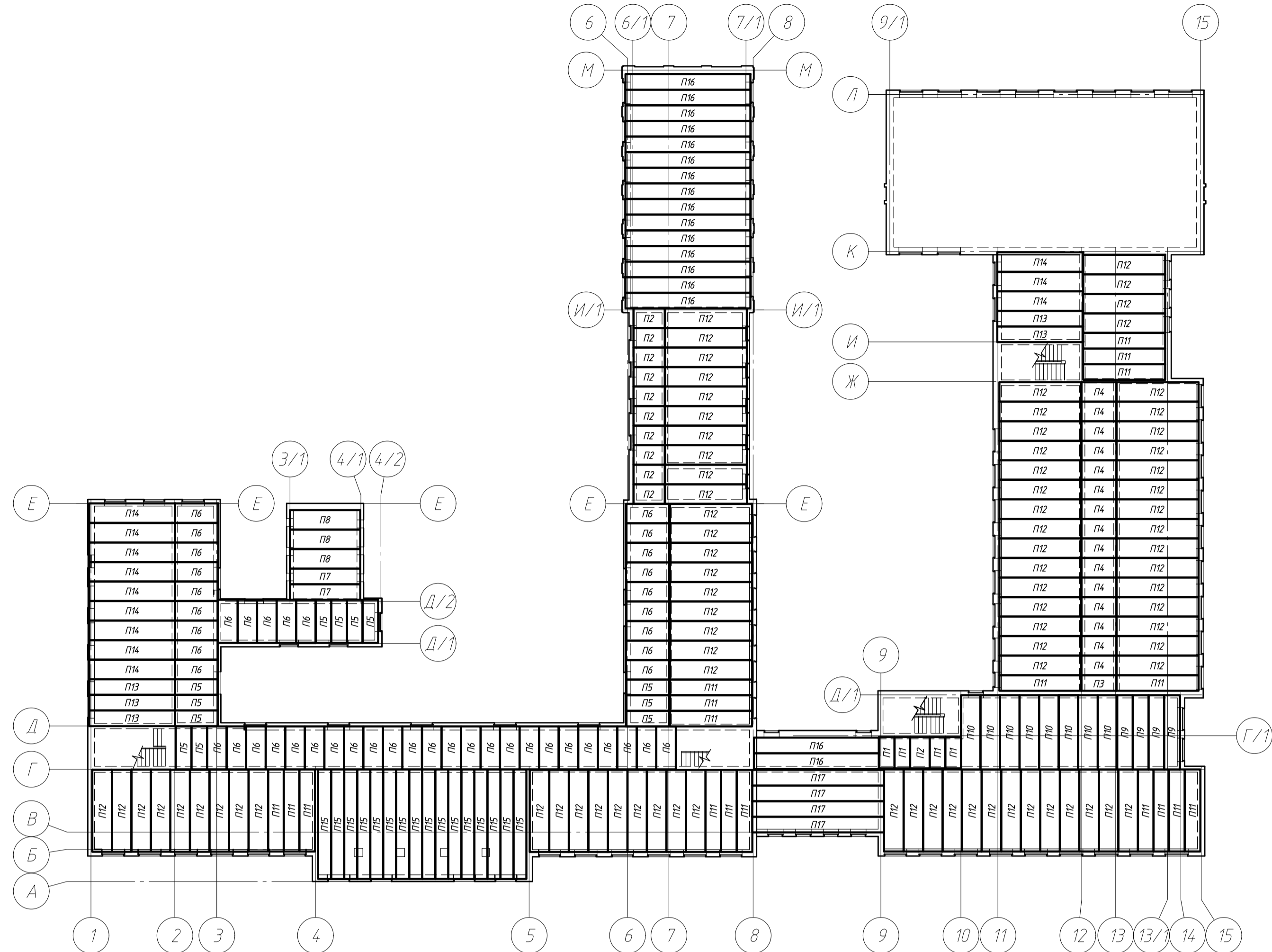


Схема розміщення плит покриття другого поверху

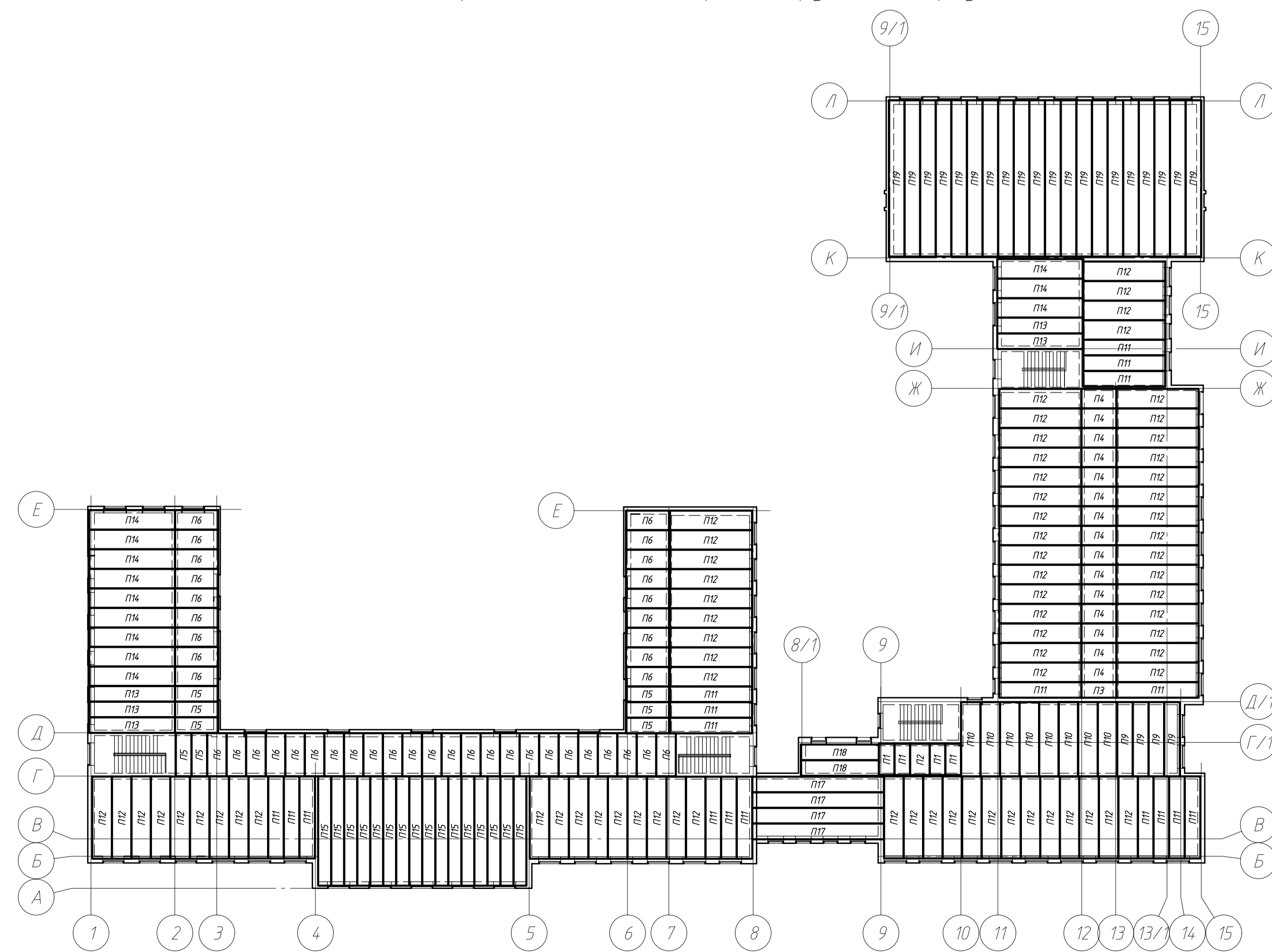
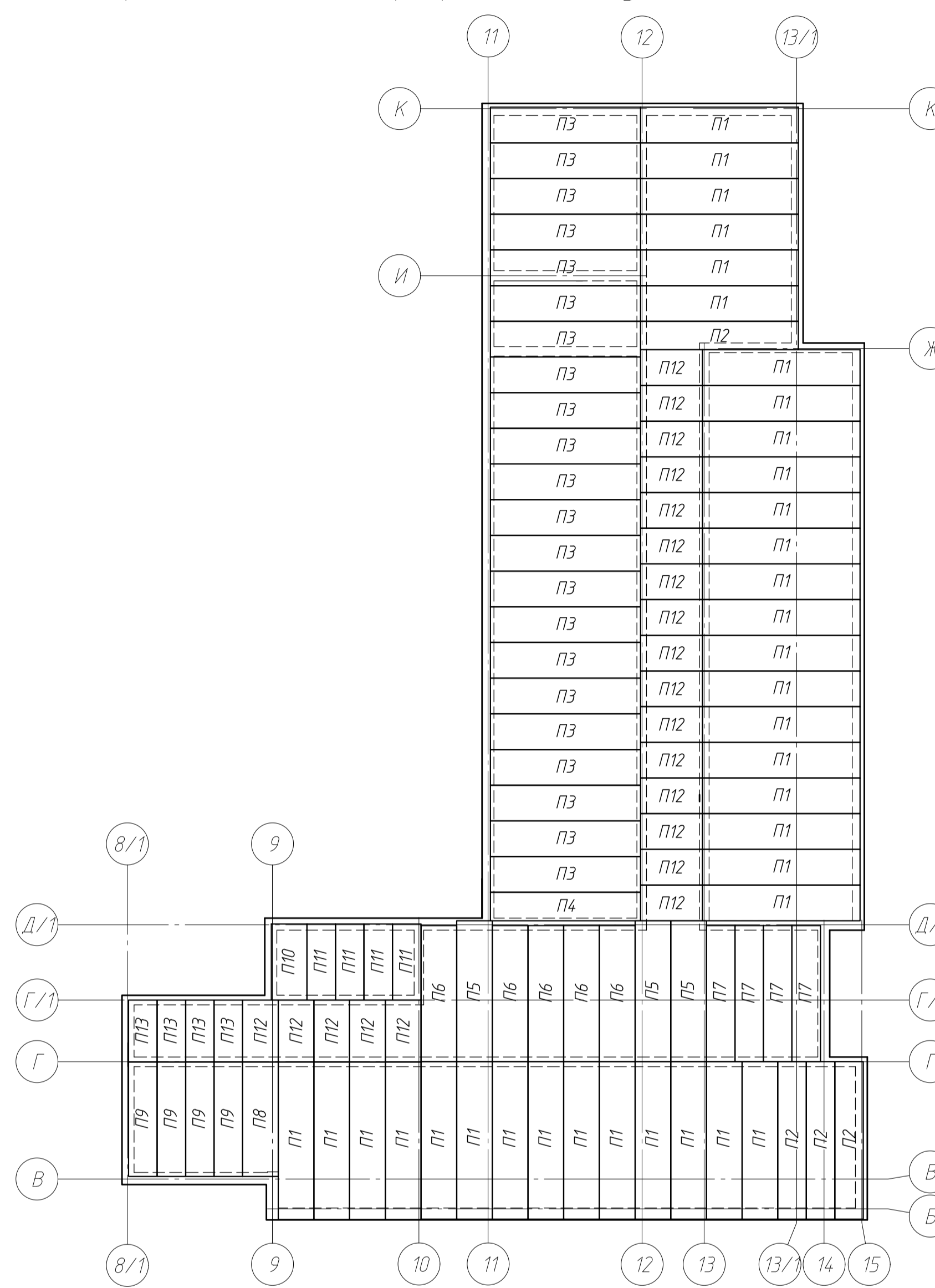
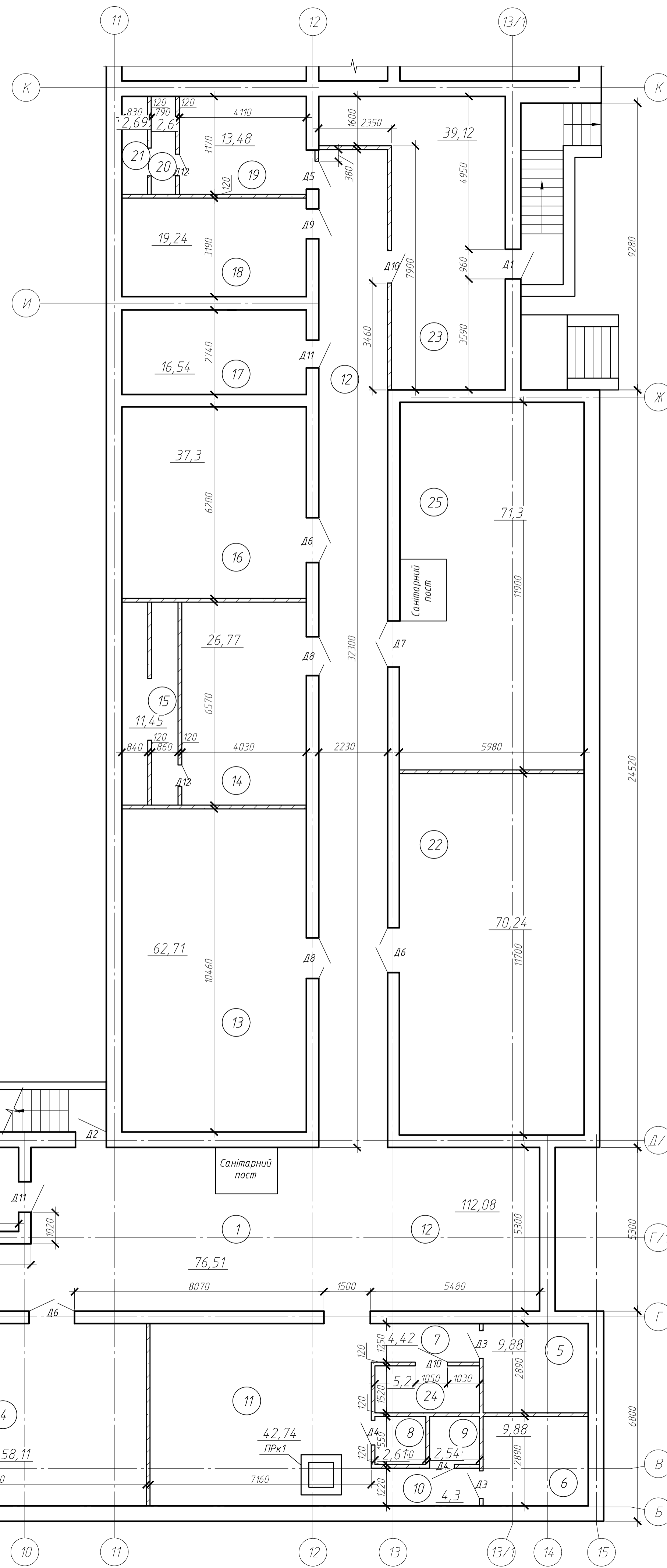


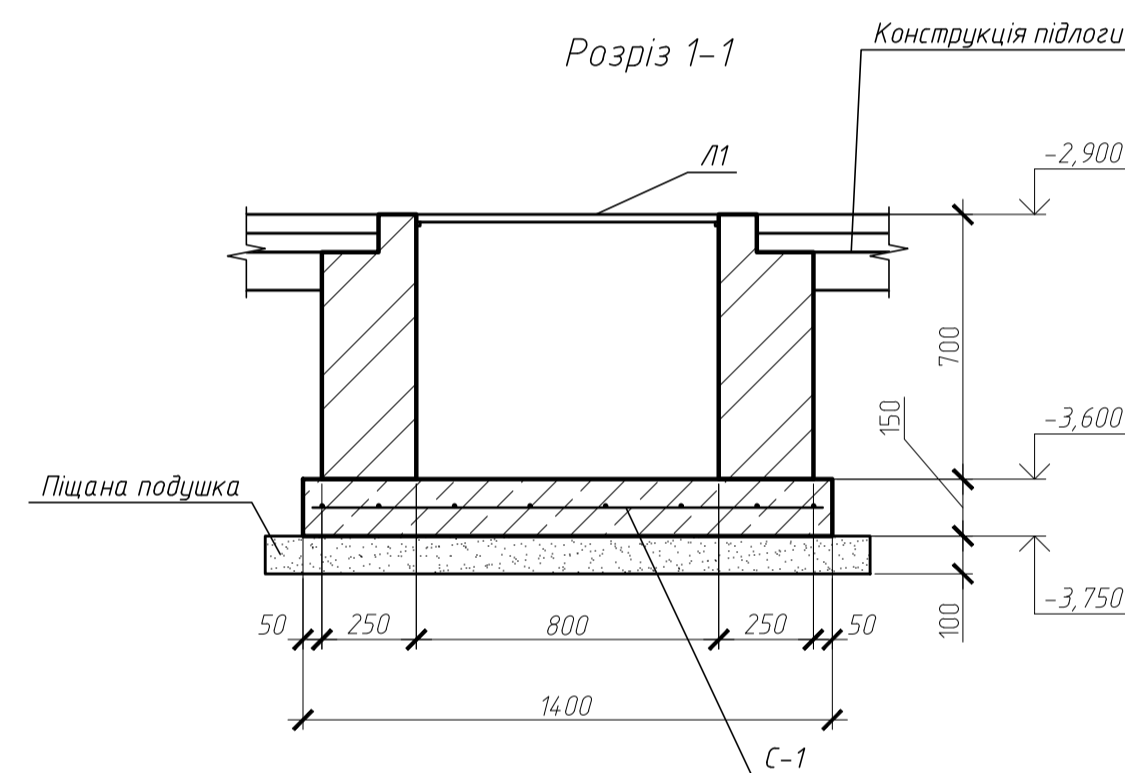
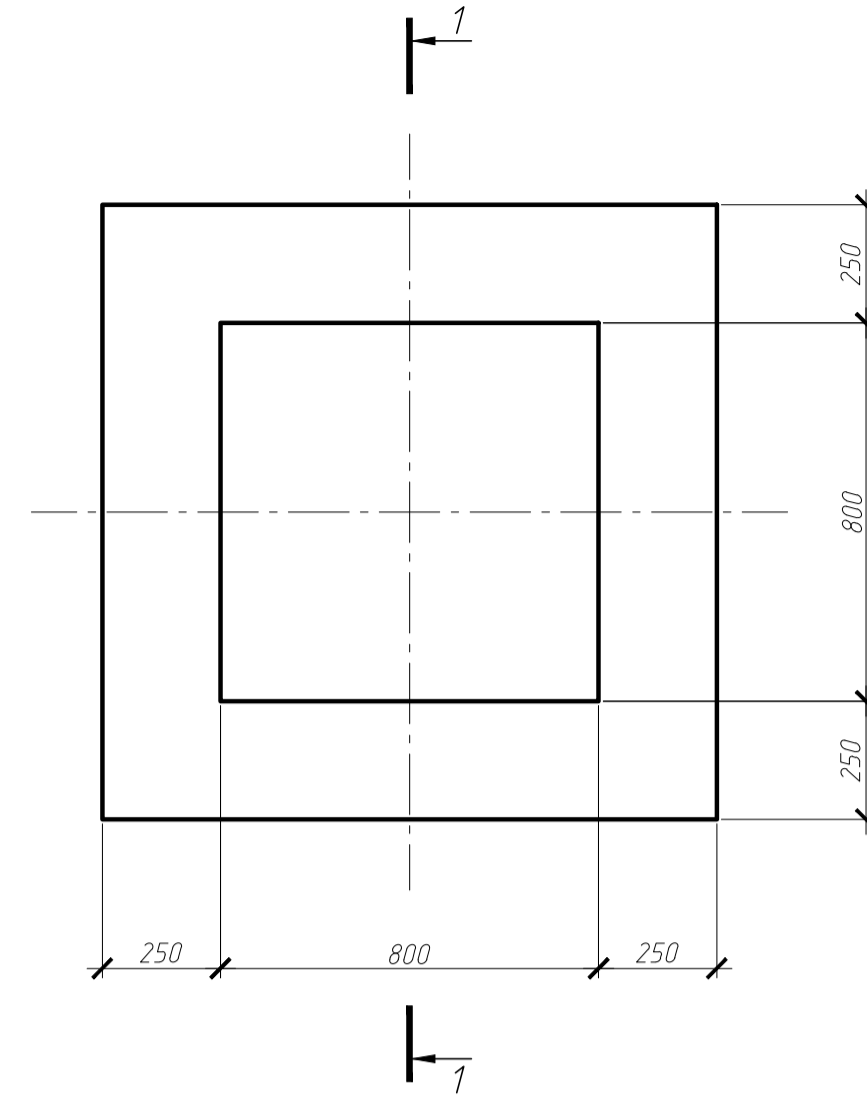
Схема розміщення плит перекриття підвалу в осях 8/1-15 / Б-К



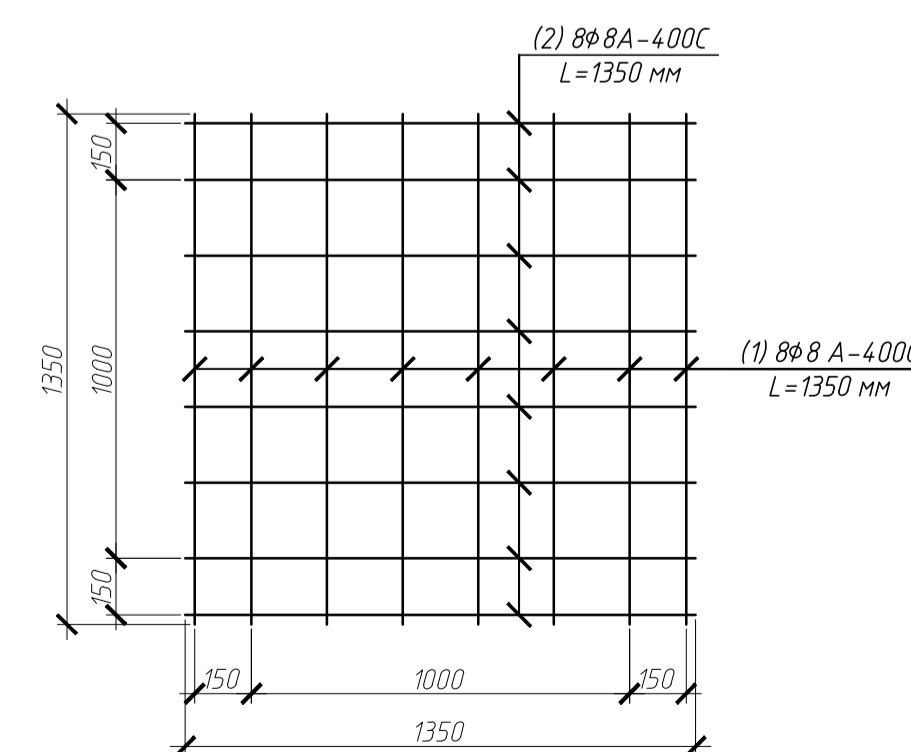
План підвалу в осях 8/1-15 / Б-К (після реконструкції)



Прямок ПРк1



Сітка С-1



Специфікація елементів влаштування прямка

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
		ПРк1			
1	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень Ф8 А-400С, L=1350 мм	8	0,53	4,24
2	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень Ф8 А-400С, L=1350 мм	8	0,53	4,24
Л1		Ліж напольний 800x800 мм	1		
		Матеріали			
		Бетон			0,3 м³

Експлікація приміщень підвалу в осях Б-К

Номер приміщення	Найменування	Площа, м²	Кат. приміщення
1	Укриття	76,51	
2	Укриття	15,78	
3	Електрощитова	25,05	
4	Укриття	58,11	
5	Жіноча туалет	9,88	
6	Чоловічий туалет	9,88	
7	Коридор	4,42	
8	Душова з роздягальною для жінок	2,61	
9	Душова з роздягальною для чоловіків	2,54	
10	Коридор	4,30	
11	Укриття	42,74	
12	Коридор	112,08	
13	Укриття	62,71	
14	Венткамера	26,77	
15	Венткамера	11,45	
16	Укриття	37,30	
17	Укриття	16,54	
18	Укриття	19,24	
19	Приміщення для зберігання тієї	13,48	
20	Венткамера	2,60	
21	Венткамера	2,69	
22	Укриття	70,24	
23	Приміщення для зберігання забрудненого вуличного одягу	39,12	
24	Сандузод	5,20	
25	Укриття	71,30	

Експлікація підлог підвалу в осях Б-К

Номер приміщення	Тип підлоги	Схема підлоги або тип підлоги по серіям	Дані елементів статі (найменування, товщина, основа та ін.), мм	Площа, м²
1, 3, 4, 11, 13, 14, 16, 18, 19, 22, 23	15		Бетонні плитки - 40 мм; Цементно-піщаний суміш - 40 мм; Пісок ущільнений - 100 мм; Грунт основи.	703,71
5, 10, 24	16		Керамічні плитки - 8 мм; Водостійка клеюча суміш - 8 мм; Бетонна стяжка з армуванням сіткою Ø5 Вр1, шарушка 50x50 - 100 мм; Гідроізоляційна плівка - 2 мм; Ущільнений пісок - 100 мм; Грунт основи.	38,83

В основі конструкції виконати піщану подушку товщиною 100 мм, ущільнену до щільності 1,70 т/м³
Бічні поверхні конструкції, дотичні з ґрунтом, покрити гарячим бітумом за 2 рази.
Зварювання проводити електродами З-42 по ДСТУ EN ISO 18273:2018.
Цегляну кладку виконувати з цегли КРПб-1НФ-М100-1800-Ф-25-1 ДСТУ Б.В.2.7-61:2008 на цементно-піщаному розчині М100. Об'єм цегляної кладки - 0,74 м³.
Прямок ПРк1 будувати після закінчення монтажу трубопроводів.

МР 35.23. БК ДР

Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Стадія	Маса	Масштаб
Виконав	Сльожак С.Г.				Н		
Керівник	Арматурний ВМ				Аркш 5	Аркшів 13	
Затвердив	Циганенко Л.А.				СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м		

Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка

Вказівки до виконання робіт з підсилення плит

- демонтаж існуючої підлоги першого поверху приміщень в осях 8/1-15 /Б-К;
- прорізання штроб в пустотах плити;
- монтаж арматурного каркасу К-1 в кожну пустоту;
- влаштування сітки С-1;
- виконати бетонні роботи.

Контроль якості зварювальних робіт

Зовнішній огляд і виміри зварних швів є першими контрольними операціями по прийманню готового зварного виробу чи вузла. Цьому способу контролю підлягають заготовлені деталі, на етапі збирання їх під зварювання і готові вузли після зварювання. Цим способом виявляють наступні групи дефектів:

- дефекти підготовки і зборки деталей під зварювання неправильний кут скоосу кромок, непостійний зазор, роздіжність кромок, по стікуються;
- дефекти форми швів непостійні розміри (ширина і висота посилення), місцеві бугри та сідловини, хвилястість;
- зовнішні і внутрішні макродефекти підрізи, напливи, пропали, газобі пори, неметалеві вклучення та ін.

Дефекти зварювання призводять до зниження площі перетину шва, або до появи концентраторів напружки, тим самим зменшують міцність зварних з'єднань і призводять до руйнування зварних виробів.

Зовнішні дефекти небезпечні, оскільки вони зменшують працездатність швів, але їх порівняно легко знайти.

Зовнішнім оглядом неозброєним оком чи за допомогою лупи виявляються, насамперед, дефекти швів у вигляді тріщин, підрізів, пор, свищів, пропалив, напливів і непроварів наприкінці шва.

Усі перераховані дефекти неприпустимі і підлягають вирубці і повторному зварюванню. Неприпустимість перерахованих дефектів встановлюється технічними умовами на виготовлення зварних виробів. При огляді виявляються також дефекти форми швів і характер розподілу металу в посиленні шва. Добре виконаний тов має плавний перехід до основного металу, без напливів і підрізів, рівномірну ширину і висоту по довжині шва.

Зовнішній огляд до деякої встановити не тільки зовнішні дефекти, але і деякі внутрішні. Внутрішні приховані дефекти швів становлять найбільшу небезпеку. Так, наприклад, нерівномірність складок (лусочок), різна ширина і висота шва вказують на часті обриви дуги і зміну її потужності, то зазвичай призводить до появи непроварів і нещільності шва.

Технологія візуального контролю. Перед зовнішнім оглядом зварені ви прилягаючий до шва основний метал на ширині до 20 мм із кожної сторони очищається від шлаку, окалини й інших забруднень. По зовнішньому вигляді пта можна встановити причину появи тих чи інших дефектів.

Так, при малому струмі ноб виходить занадто високий, із закругленими краями і неглибоким проваром. Завищений струм веде до нерівностей країв шва і пони підрізів. При зварюванні довгою дугою відбудеться інтенсивне розрізку ваня металу і ноб неоднаковий по пирині. Нерівномірні чотуїча-тість (лускатість), ширина і висота шва вказують на порушення режиму зварювання і чисельні обриви дуги. У цих випадках можливі не провари і пори.

Особливо ретельно оглядають не зварені кратери, тому то в них найбільш часто утворюються тріщини і газобі пори. При виявленні тріщин їх границі виявляють шліфуванням дефектного міста наждаковим папером і травленням 20% розчином азотної кислоти, а в окремих випадках заствердлюванням чи підрублюванням зубилом. Дрібні тріщини виявляють при нагріванні звареного з'єднання до вишнево-червоного кольору, коли вони яскраво виділяються на світлому тлі нагрітого металу.

Виявлені тріщини обробляють до основного металу, після чого їх зварюють і проводять повторний контроль шва. Результати зовнішнього огляду дозволяють приблизно судити про міця розташування внутрішніх дефектів і їхній характер.

Так, наприклад, підріз на одній зі сторін шва і наплив на іншій вказують на можливий непровар по його кромі; непостійна ширина шва часто є наслідком нерівномірної ширини зазору між кромками, що зварюються.

Якість зварного з'єднання значною мірою характеризується розмірами зварних швів. Недостатній перетин шва зменшує його міцність, завищений збільшує внутрішні напруження і деформації в ньому.

Для перевірки розмірів перетину в стикових швах заміряють їхню ширину, висоту посилення і розмір зворотної подварки, у куткових швах, теседаннях в напустку ів табр катет шва. Значення цих величин, а також відхилення, по допускаються, встановлюються технічними умовами чи стандартами.

Техніка безпеки при виконанні підсилення плит

При виконанні бетонних робіт необхідно дотримуватись вимог:

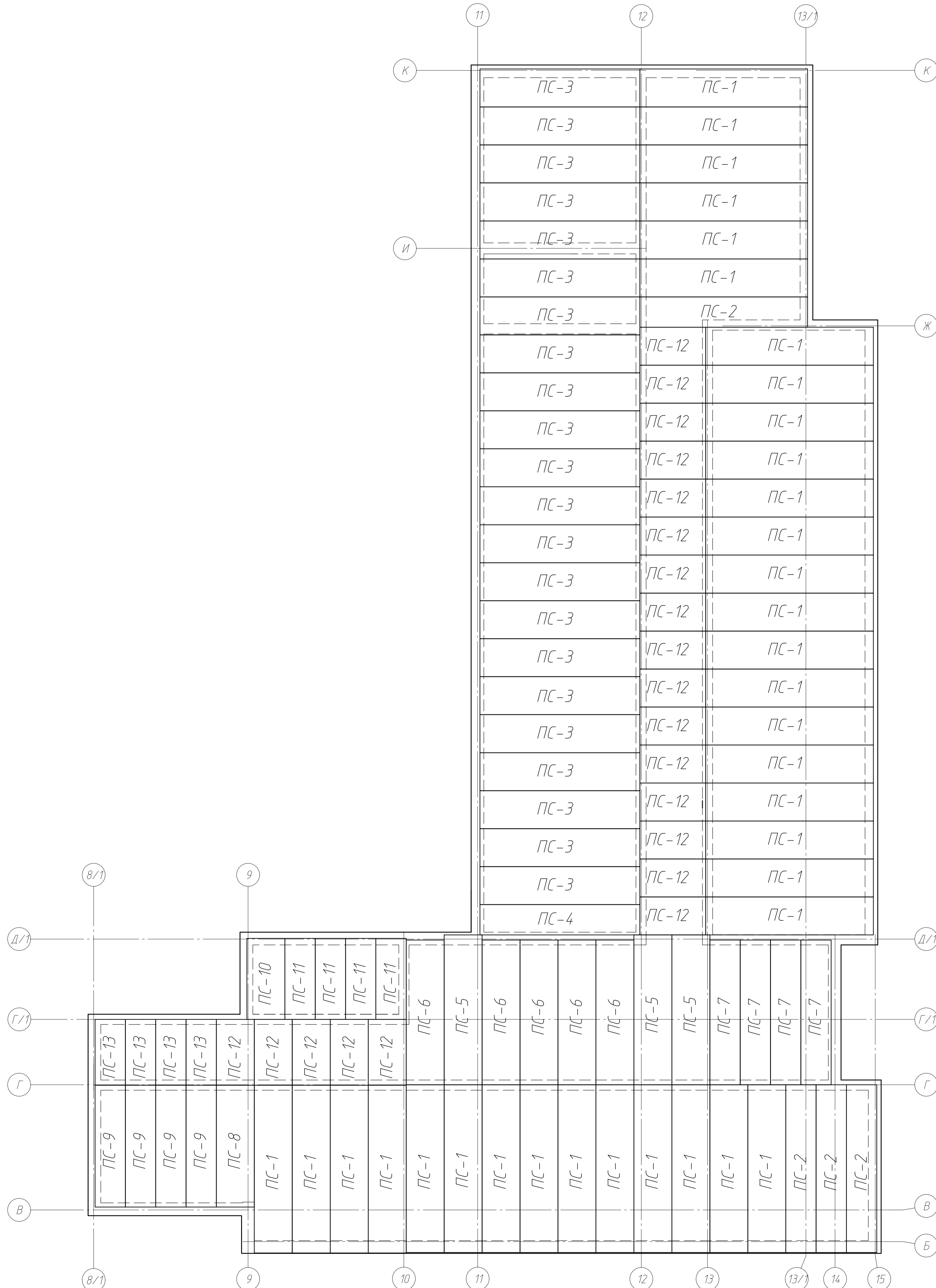
- до роботи по бетонуванню допускаються робочі, які пройшли навчання, здали екзамени на певну кваліфікацію, навчені безпечним методам праці і пройшовши інструктаж по техніці безпеки, в тому числі і на робочому місці;
- розбирання опалудки за бетонованих конструкцій допускається тільки з дозволом і під наглядом майстра або виконроба;
- бетонувальники повинні працювати в відповідному спеодязі і користуватися індивідуальними засобами захисту;
- до роботи з вібраторами допускаються бетонувальники, які попередньо пройшли медичний огляд, який періодично повинен повторюватись. Провода, які йдуть від розподільного щита до вібраторів, повинні бути заключені в резиновій оболонці, а корпус вібратора - заземлений;
- при експлуатації ручного електрифікованого інструмента на будівельному об'єкті повинні виконуватись всі загальні правила техніки безпеки і спеціальні вимоги, переддані правилами безпечної роботи, вказані в паспорті і інструкції по експлуатації на кожну ручну машину;
- при подачі дункера краном до місця вкладання бетону вантаж не повинен переноситись над місцями, де ведуться будівельні роботи;
- при виконанні бетонних робіт приміняється електрофікований інструмент - електровібратор;
- при ущільненні бетоної суміші глибокими вібраторами слід надіати на держак вібратора амортизатори, що забезпечують амплітуду коливань не вище норми для ручного електромеханічного вібратора;
- робітників, зайнятих з вібраційним інструментом, постачати серійно випускаючими віброзахисними рукавицями з двобовняної тканини з паролонною прокладкою в області долоні і брезентовою накладкою на долоній частині;
- бетонувальники, які обслуговують електровібратори, повинні бути навчені і атестовані на I групу допуску по електробезпеці.

Специфікація підсилюючих плит перекриття підвалу в осях Б-К

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
ПС-1	Див. аркуш 7	Підсилення ПС-1	36		
ПС-2	Див. аркуш 8	Підсилення ПС-2	4		
ПС-3	Див. аркуш 8	Підсилення ПС-3	22		
ПС-4	Див. аркуш 9	Підсилення ПС-4	1		
ПС-5	Див. аркуш 9	Підсилення ПС-5	3		
ПС-6	Див. аркуш 10	Підсилення ПС-6	5		
ПС-7	Див. аркуш 10	Підсилення ПС-7	4		
ПС-8	Див. аркуш 11	Підсилення ПС-8	1		
ПС-9	Див. аркуш 11	Підсилення ПС-9	3		
ПС-10	Див. аркуш 11	Підсилення ПС-10	1		
ПС-11	Див. аркуш 12	Підсилення ПС-11	4		
ПС-12	Див. аркуш 12	Підсилення ПС-12	21		
ПС-13	Див. аркуш 12	Підсилення ПС-13	4		

МР 35.23. БК ДР

Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Стадія	Маса	Масштаб
Виконав	Сльож С.Г.				Н		
Керівник	Альмольскі ВМ						
					Аркуш 6	Аркушів 13	
					СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м		
Затвердив	Циганенко А.А.				Схема підсилення плит перекриття підвалу в осях 8/1-15 / Б-К, Специфікація підсилюючих плит перекриття підвалу в осях 8/1-15 / Б-К		



Положено
Формат А3 Конкретно
Інв. № оп.
Підп. на білота
Зам. Інв. №

Схема підсилення ПС-1 (прийнята)

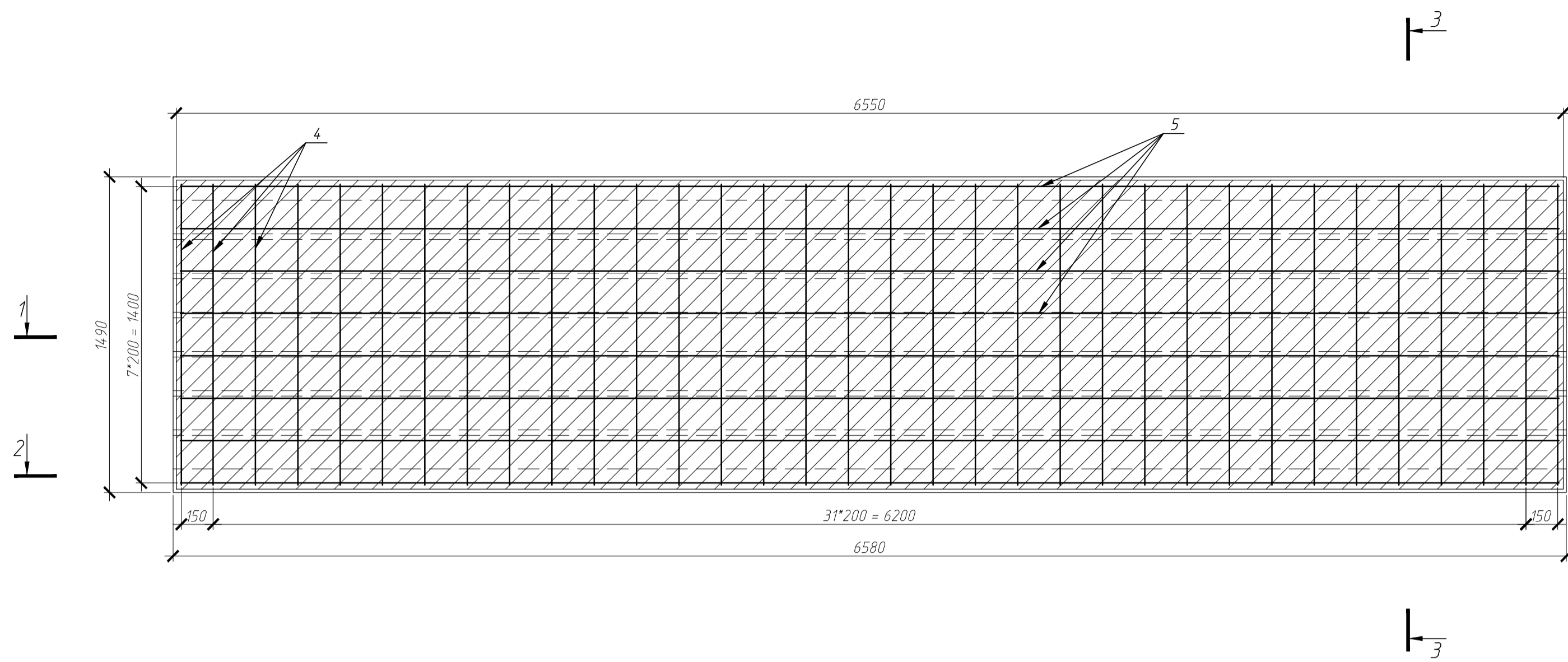
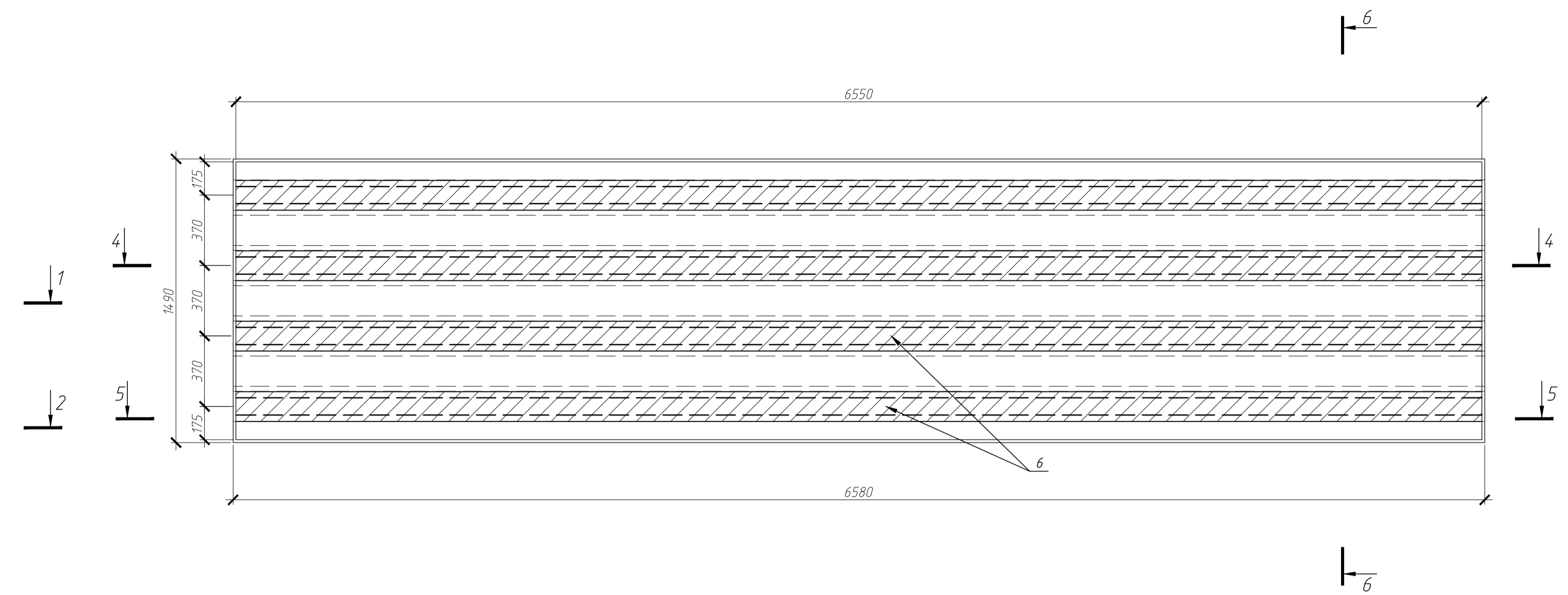
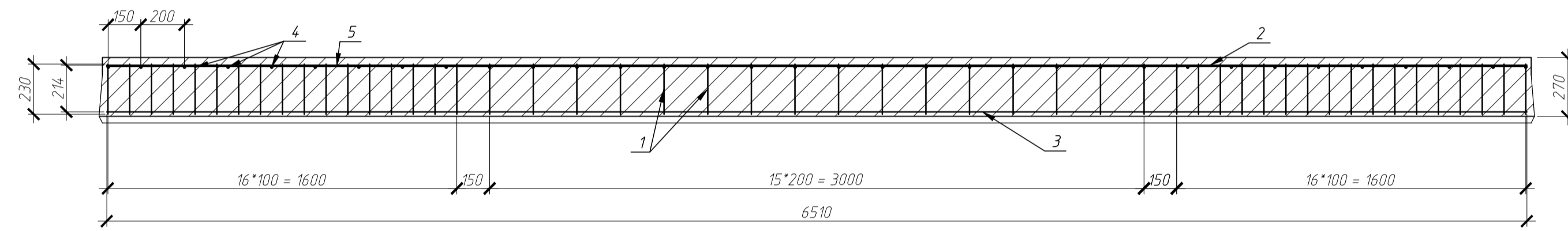


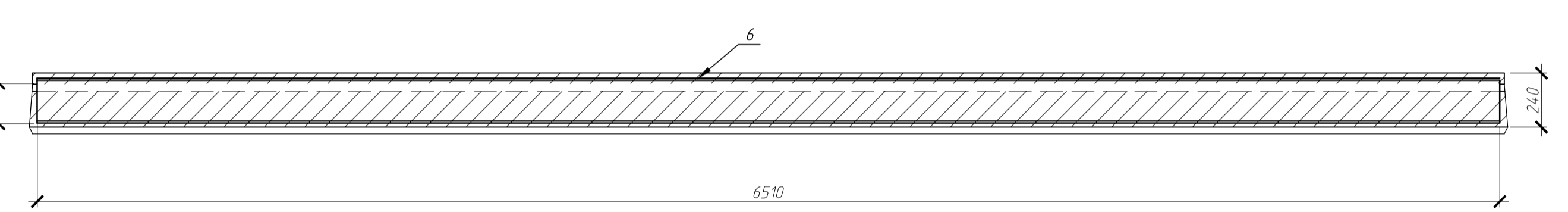
Схема підсилення ПС-1 (не прийнята)



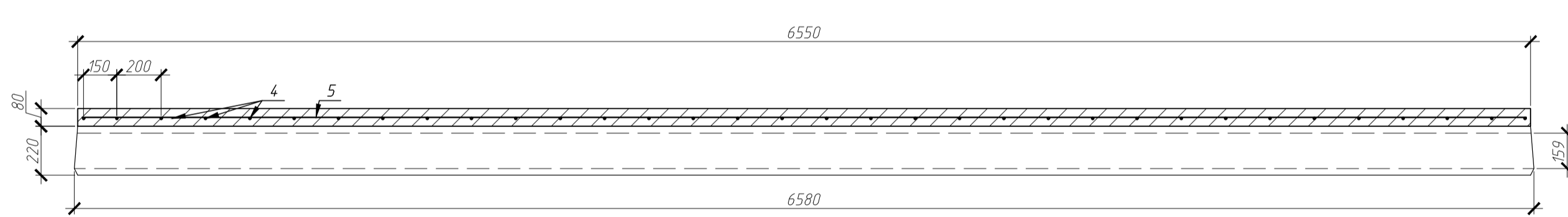
Розріз 1-1



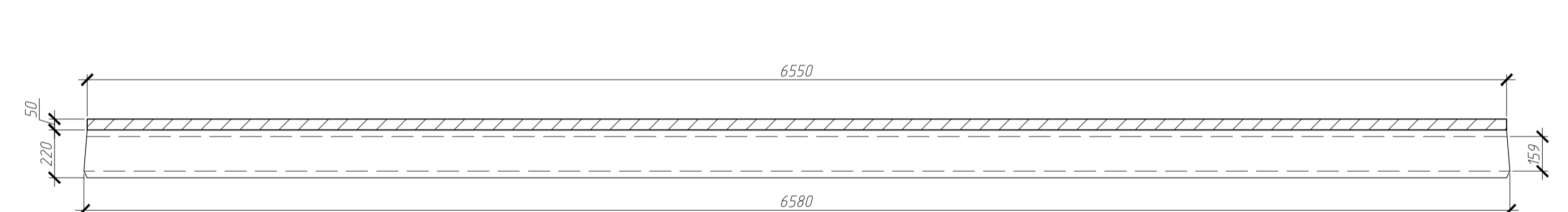
Розріз 4-4



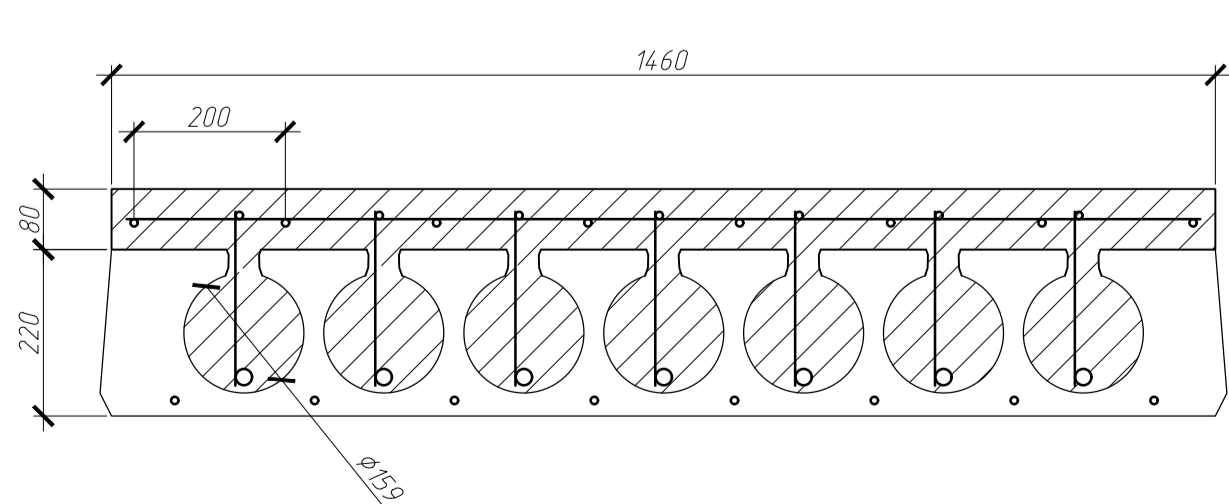
Розріз 2-2



Розріз 5-5



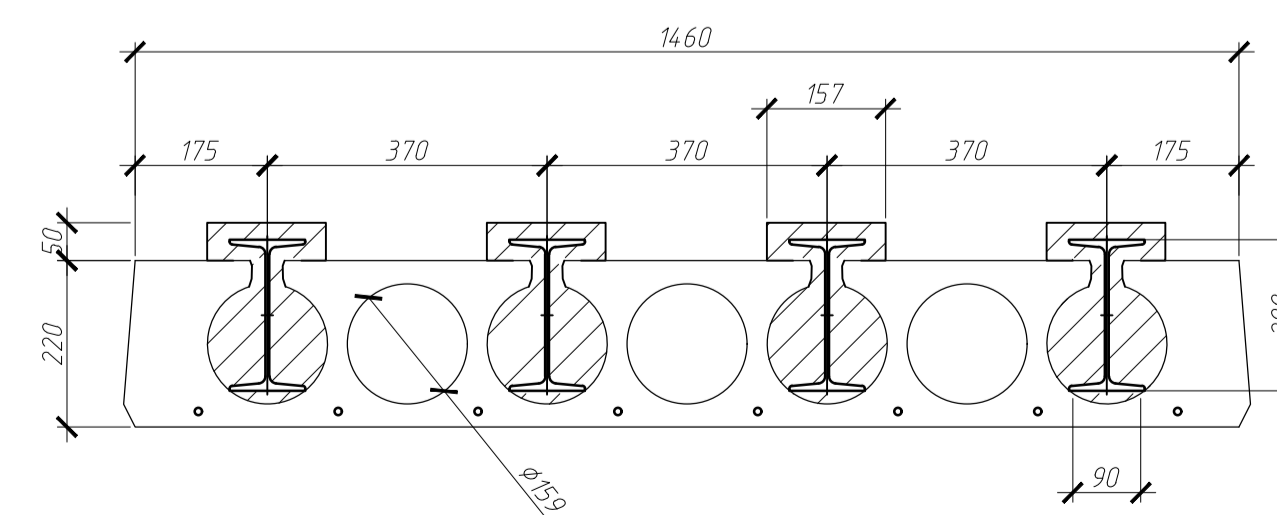
Розріз 3-3



Специфікація матеріалів підсилення ПС-1

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	350	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 6510 мм	7	4,02	
3	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 6510 мм	7	19,43	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1420 мм	34	0,88	
5	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 6510 мм	8	4,02	
В/н		Бетон С25/30	1,72		в м ³

Розріз 6-6



Специфікація матеріалів підсилення ПС-1 (не прийнята)

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
6	ДСТУ 8768.2018	І Дюбелі №20, L = 6510 мм	4	136,71	21 кг/м.п.
В/н		Бетон С25/30	1,015		в м ³

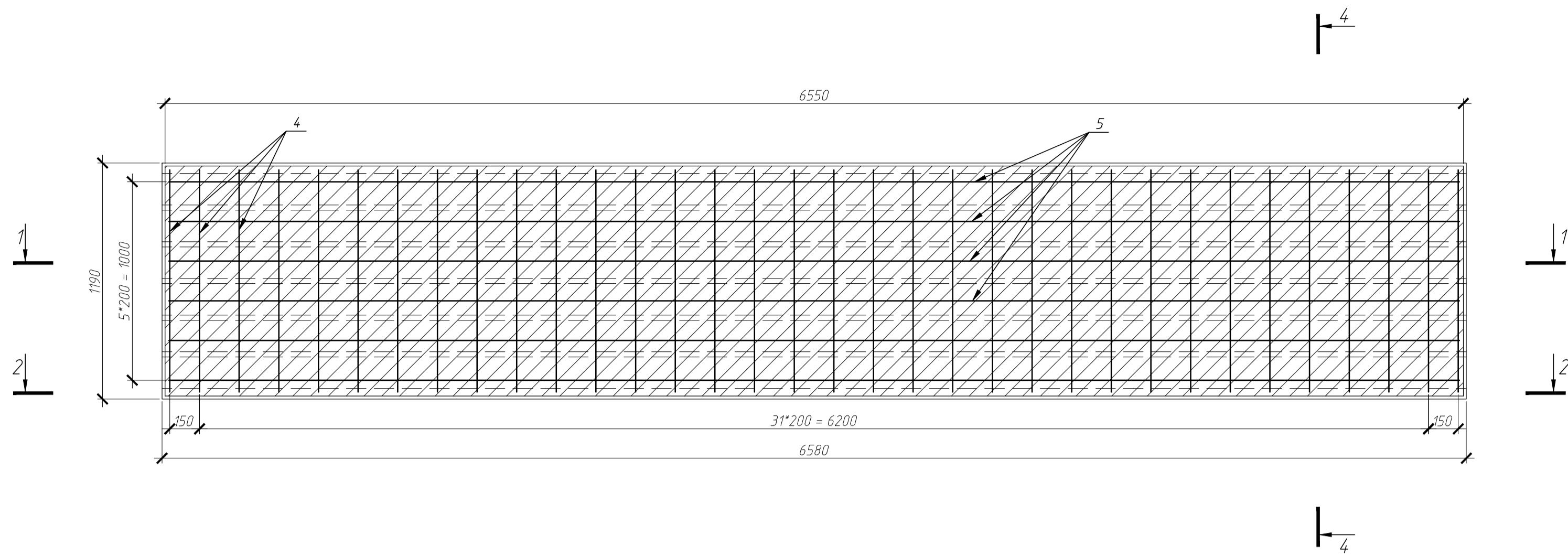
МР 35.23. БК ДР

Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Статус	Маса	Масштаб
Виконав	Сльожак С.Г.				Н		
Керівник	Альоханов В.М.						
					Аркшів 7	Аркшів 13	
					СНАУ зр. ЗПЦБ 2201м		
Затвердив	Циганенко Л.А.						

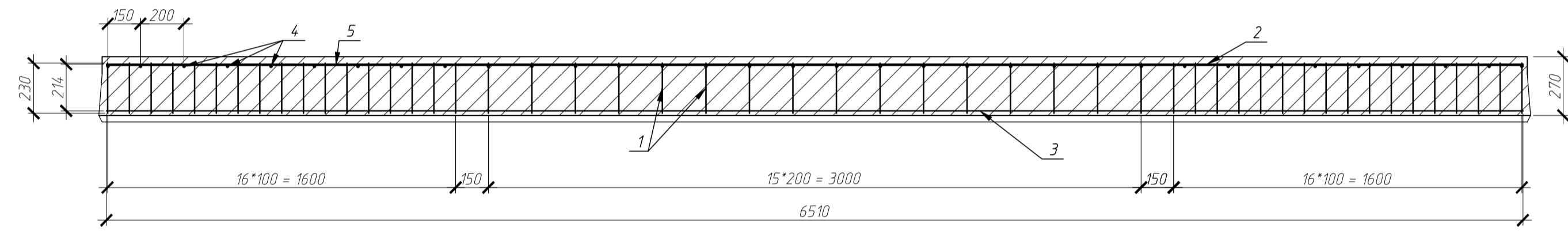
Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка

Схема підсилення ПС-1 (прийнята), Схема підсилення ПС-1 (не прийнята), Розріз 1-1, Розріз 4-4, Розріз 2-2, Розріз 5-5, Розріз 3-3, Специфікація матеріалів підсилення ПС-1, Розріз 6-6, Специфікація матеріалів підсилення ПС-1 (не прийнята)

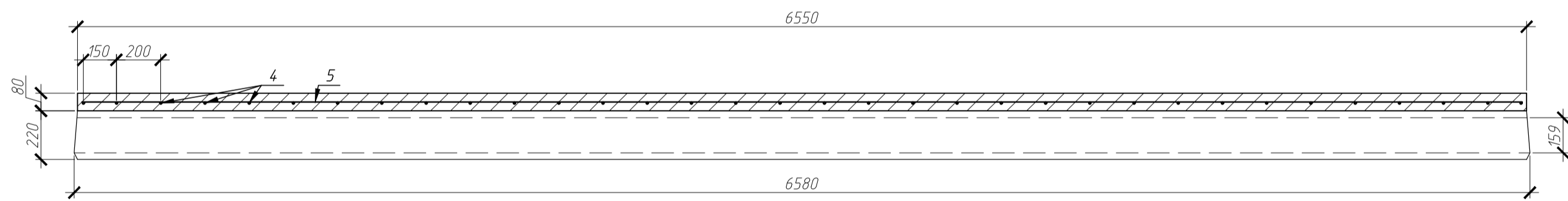
Схема підсилення ПС-2



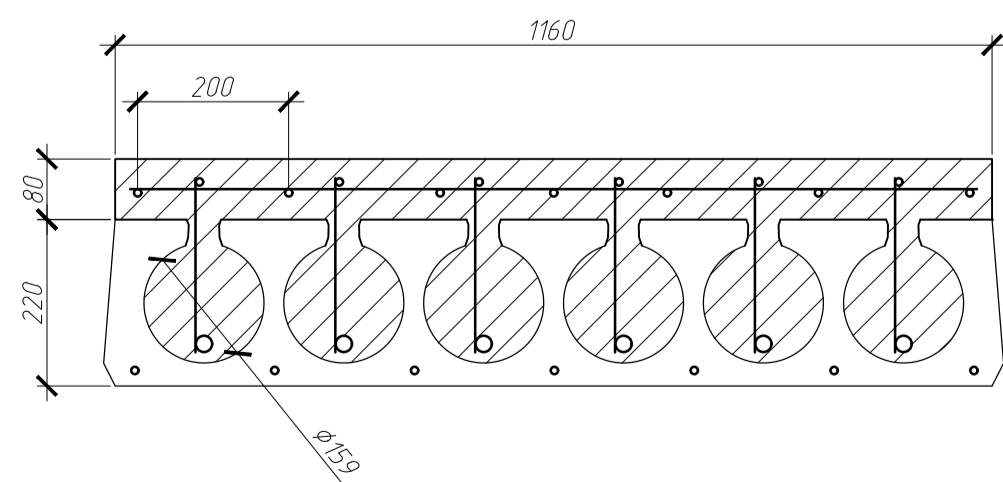
Розріз 1-1



Розріз 2-2



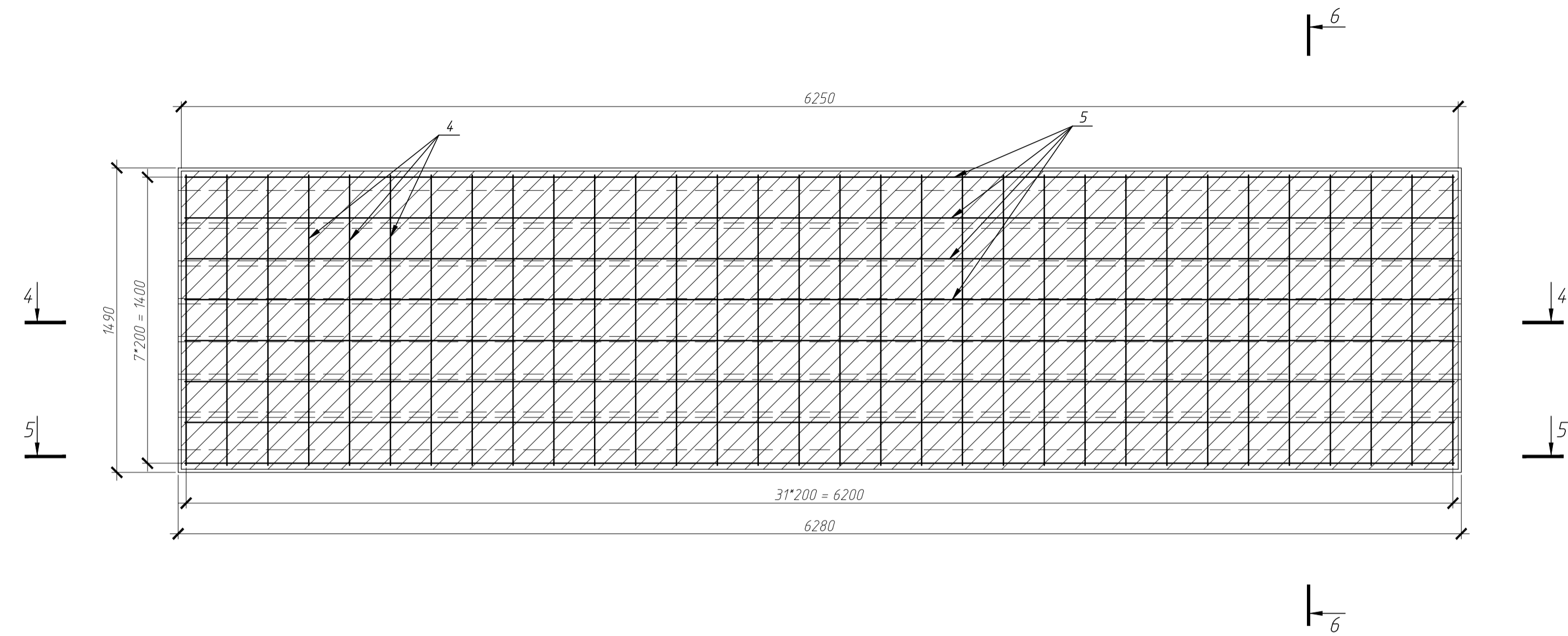
Розріз 3-3



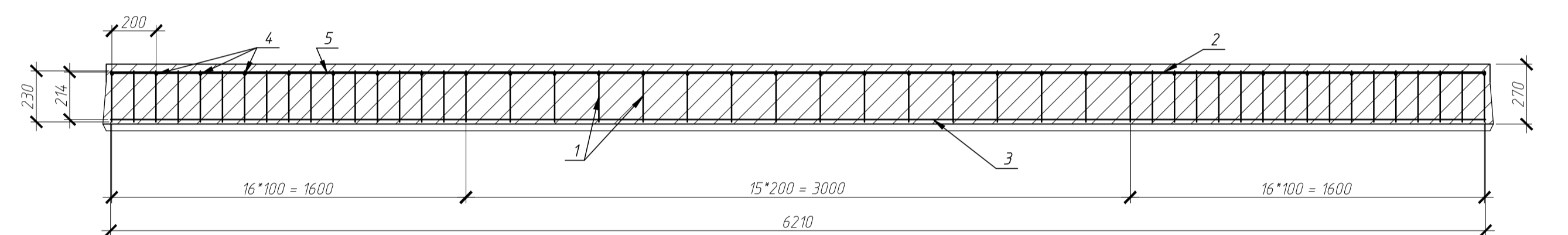
Специфікація матеріалів підсилення ПС-2

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	300	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 6510 мм	6	4,02	
3	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 6510 мм	6	19,43	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1120 мм	34	0,69	
5	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 6510 мм	6	4,02	
В/Н		Бетон С25/30	1,43		В м ³

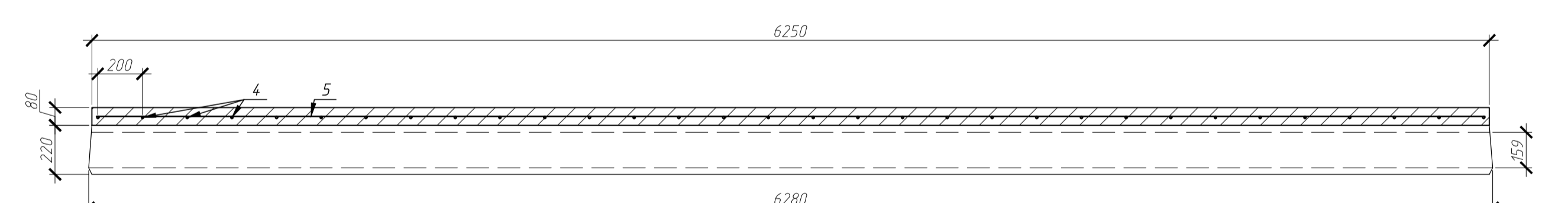
Схема підсилення ПС-3



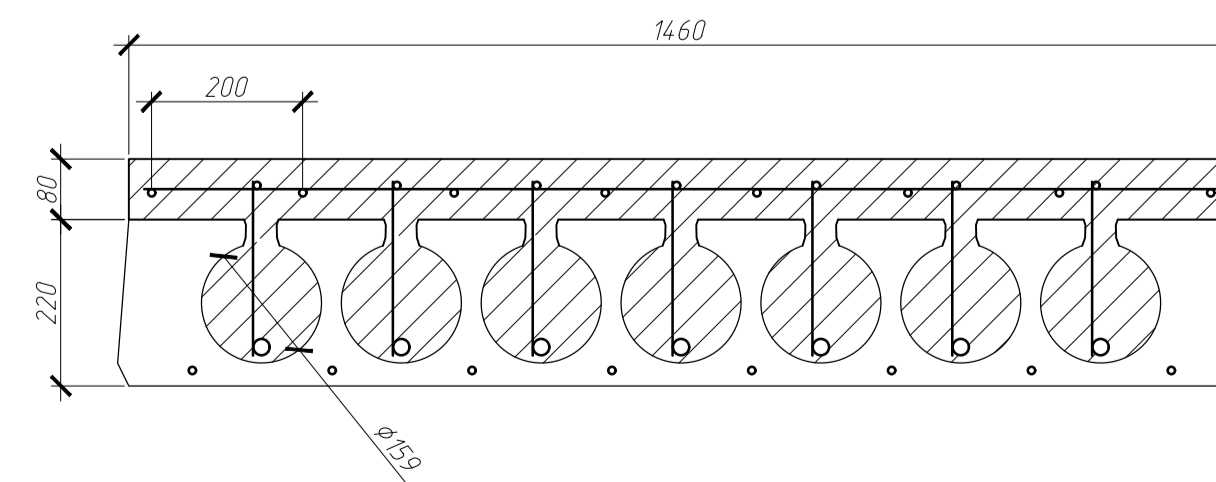
Розріз 4-4



Розріз 5-5



Розріз 6-6



Специфікація матеріалів підсилення ПС-3

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	350	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 6210 мм	7	4,02	
3	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 6210 мм	7	18,53	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1420 мм	32	0,88	
5	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 6210 мм	8	4,02	
В/Н		Бетон С25/30	1,68		В м ³

МР 35.23. БК ДР

Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Статус	Маса	Масштаб
Виконав	Сльняк С.Г.				Н		
Керівник	Альматовий ВМ						
Затвердив	Циганенко Л.А.						

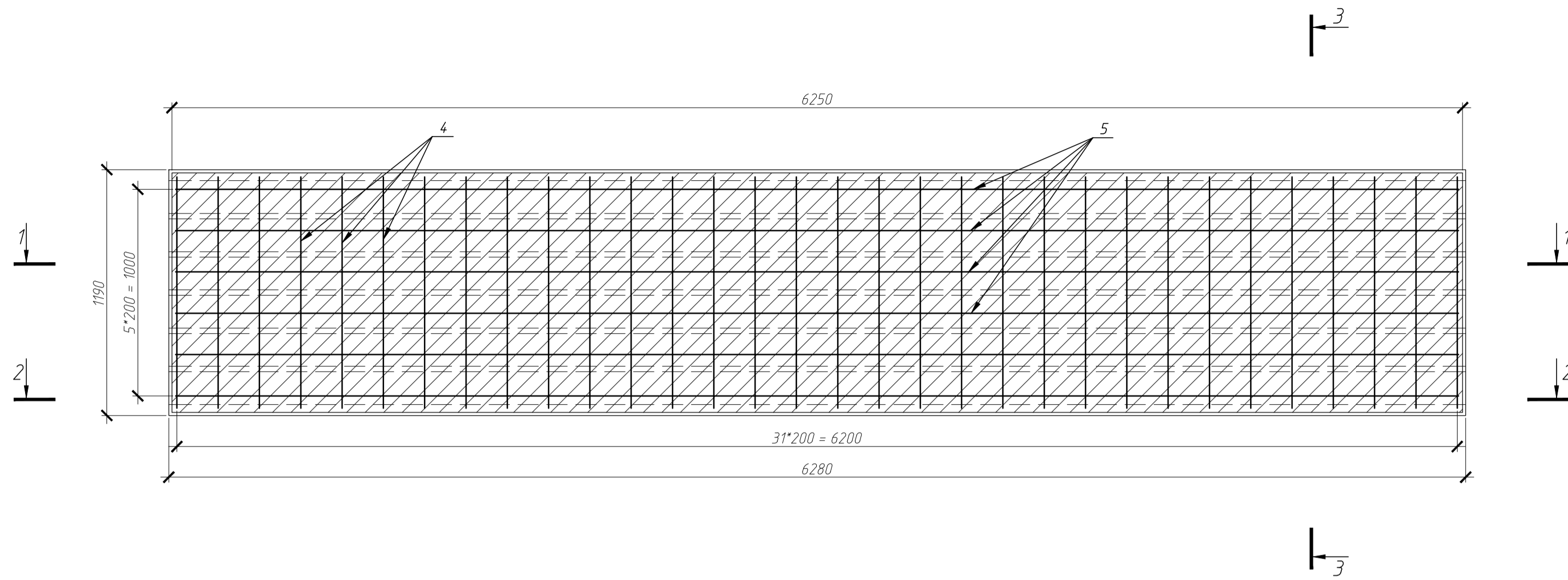
Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка

Схема підсилення ПС-2, Схема підсилення ПС-3, Розріз 1-1, Розріз 4-4, Розріз 2-2, Розріз 5-5, Розріз 3-3, Специфікація матеріалів підсилення ПС-2, Розріз 6-6, Специфікація матеріалів підсилення ПС-3

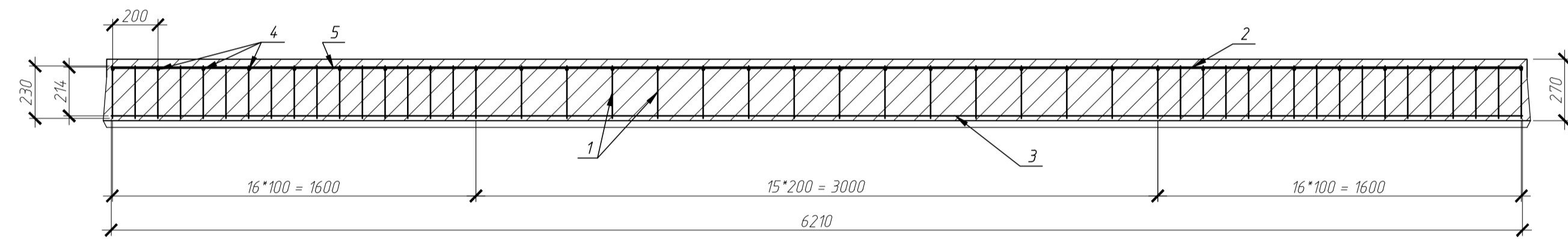
Аркшів 8 Аркшів 13
СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м

Погоджено
Формат А3 Колясов
Зам. Інв. №
Підп. та дата
Інв. № ар.

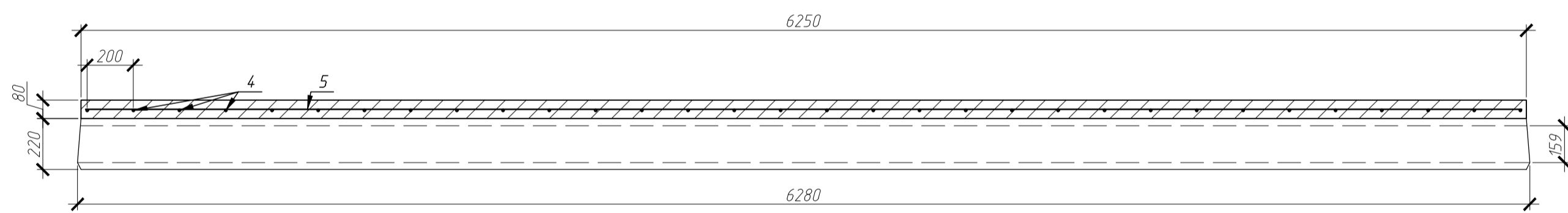
Схема підсилення ПС-4



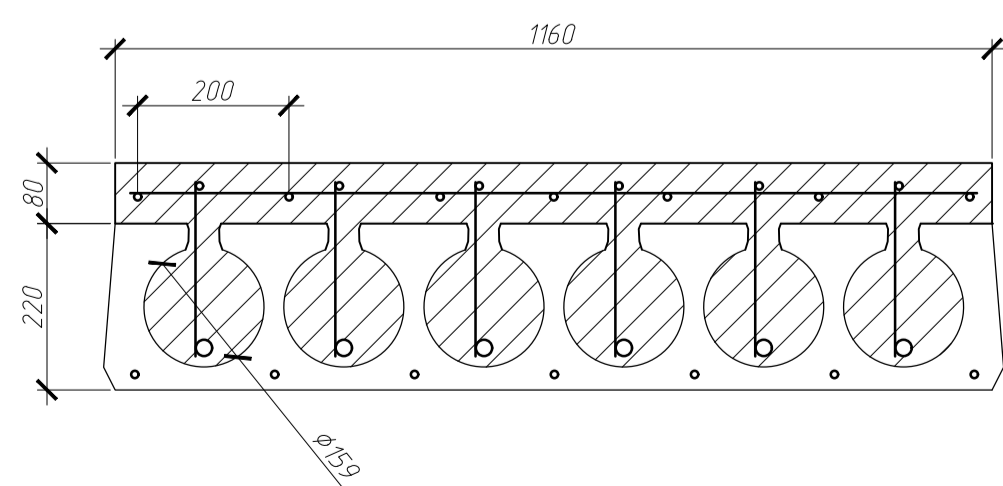
Розріз 1-1



Розріз 2-2



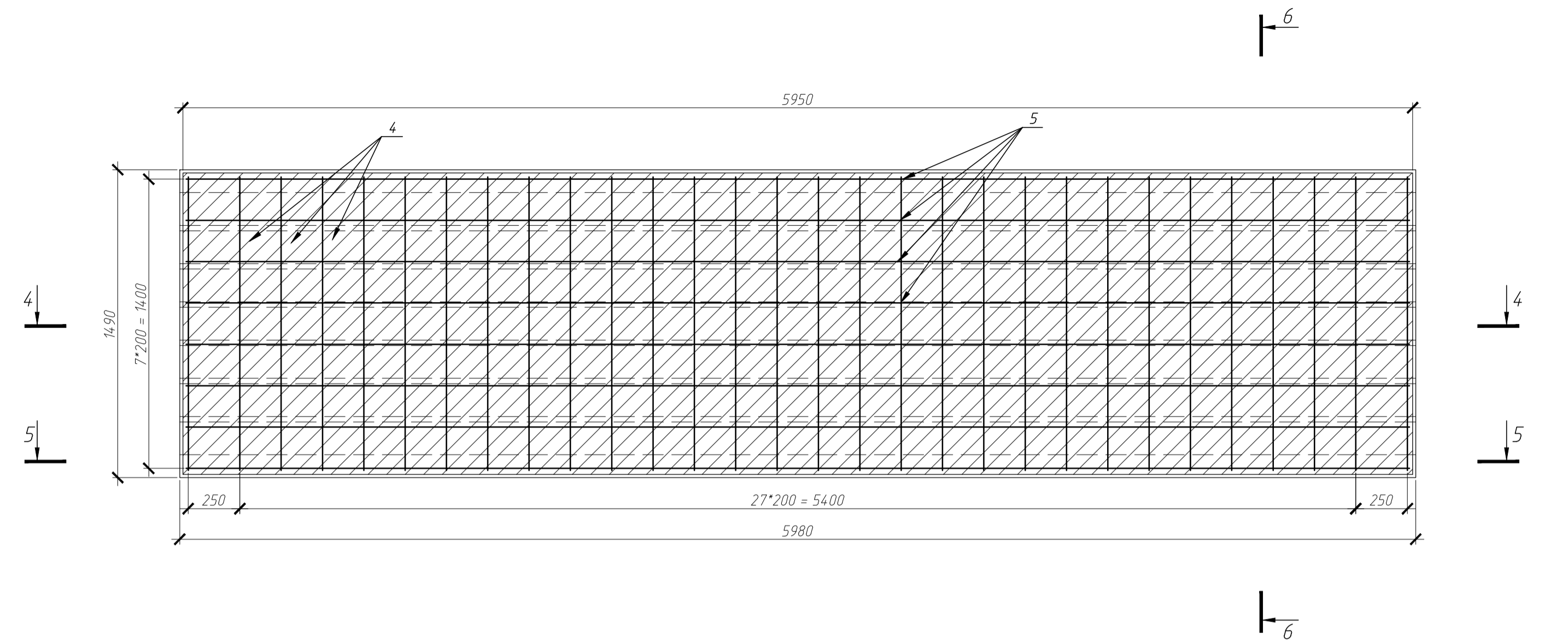
Розріз 3-3



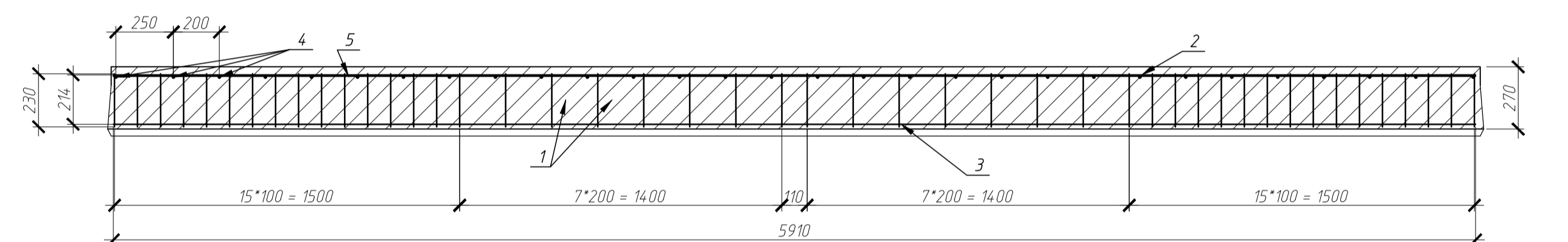
Специфікація матеріалів підсилення ПС-4

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	288	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 5920 мм	6	4,02	
3	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 6210 мм	6	18,53	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1120 мм	32	0,69	
5	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 6210 мм	6	4,02	
В/Н		Бетон С25/30	1,37		в м ³

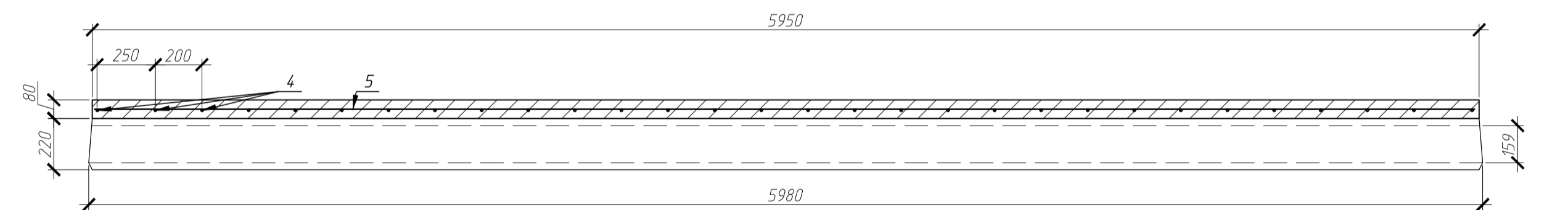
Схема підсилення ПС-5



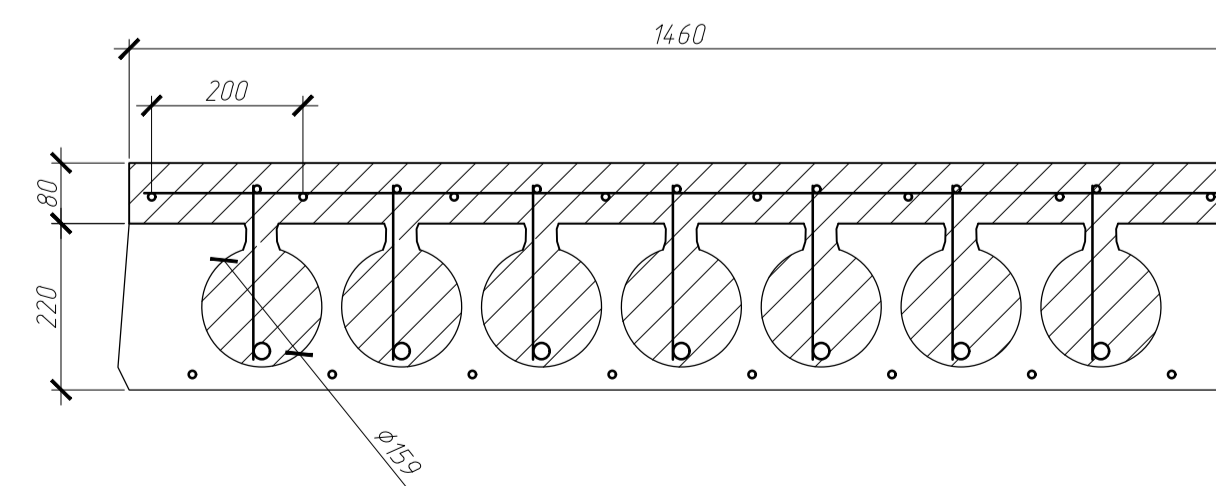
Розріз 4-4



Розріз 5-5



Розріз 6-6



Специфікація матеріалів підсилення ПС-5

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	350	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 5920 мм	7	3,65	
3	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 5920 мм	7	17,64	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1420 мм	30	0,88	
5	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 5920 мм	8	3,65	
В/Н		Бетон С25/30	1,56		в м ³

МР 35.23. БК ДР

Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Статус	Маса	Масштаб
Виконав	Сльож С.Г.				Н		
Керівник	Альмольскій ВМ						
Затвердив	Циганенко Л.А.						

Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка

Аркш 9 Аркшів 13

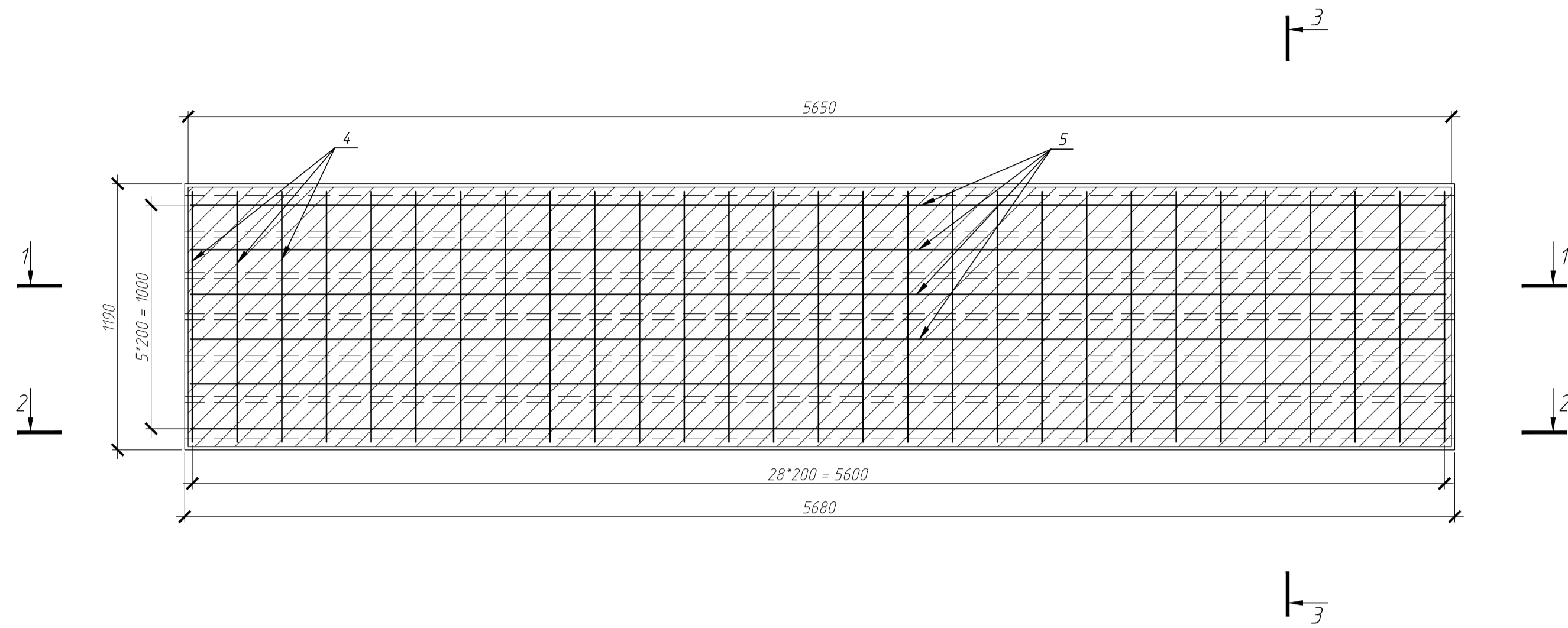
Схema підсилення ПС-4, Схema підсилення ПС-5, Розріз 1-1, Розріз 4-4, Розріз 2-2, Розріз 5-5, Розріз 3-3, Специфікація матеріалів підсилення ПС-4, Розріз 6-6, Специфікація матеріалів підсилення ПС-5

СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м

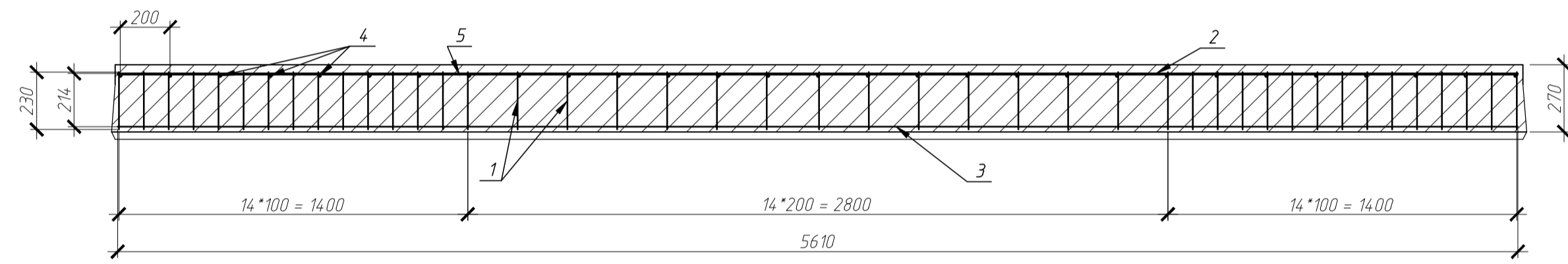
Формат А1

Погоджено
Зам. інж. МР
Інж. МР
Формат А3
Колієва
Підп. та дата

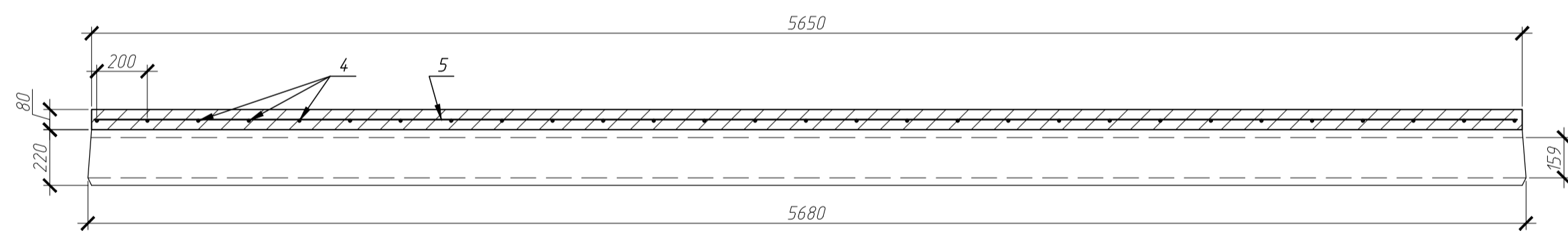
Схема підсилення ПС-6



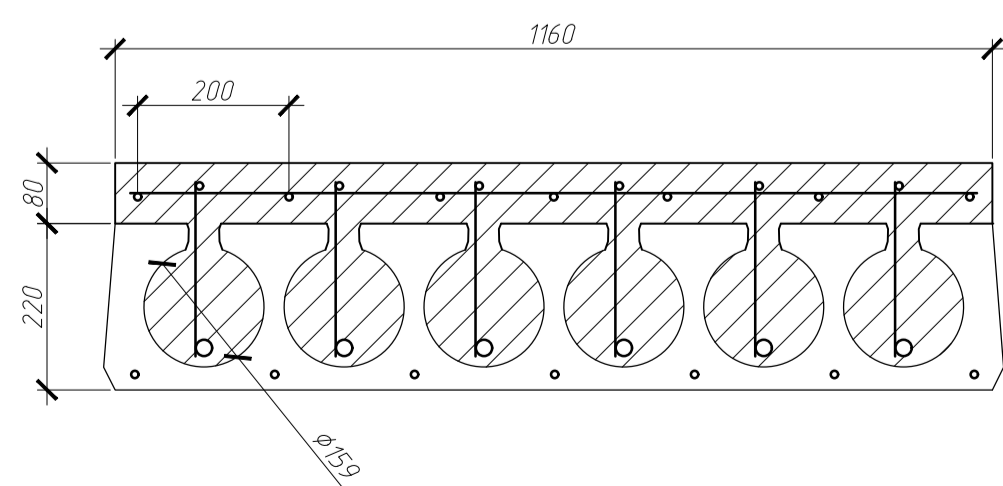
Розріз 1-1



Розріз 2-2



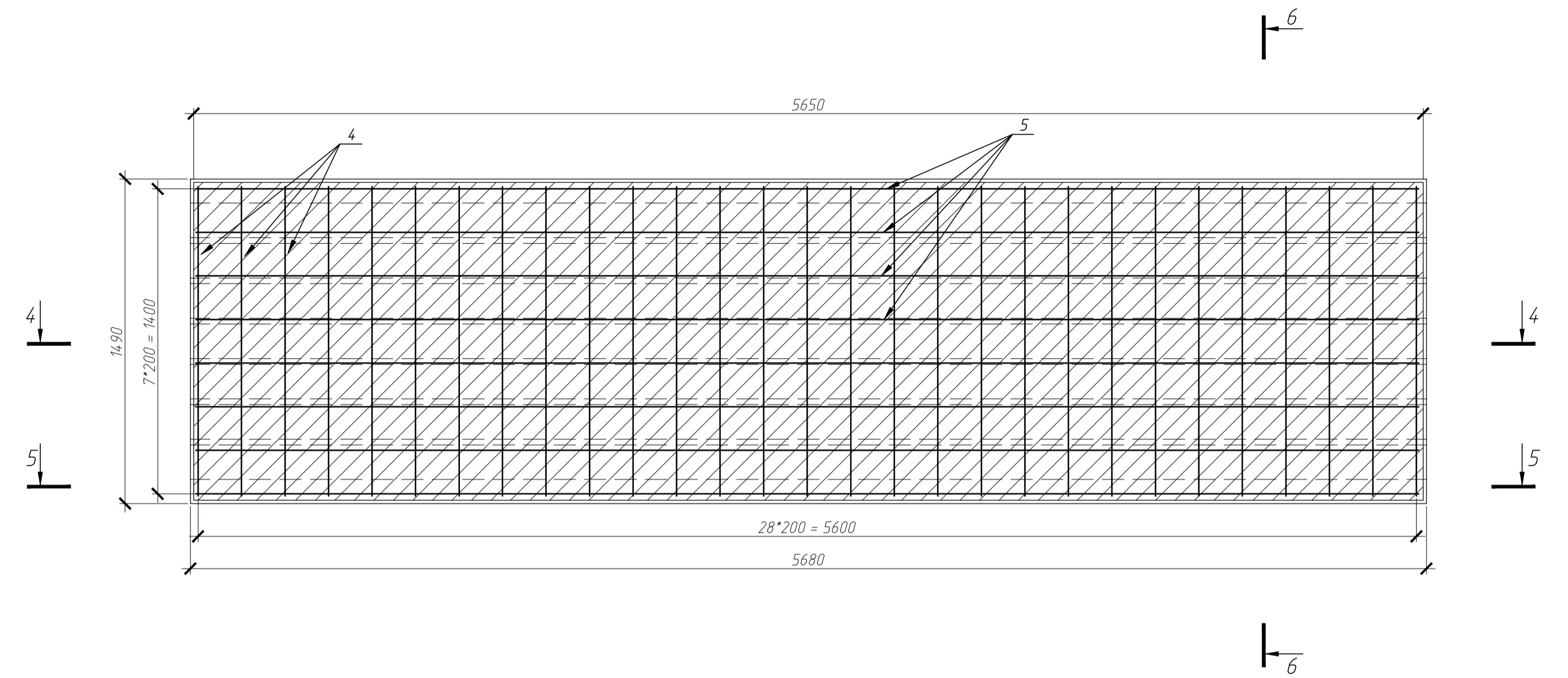
Розріз 3-3



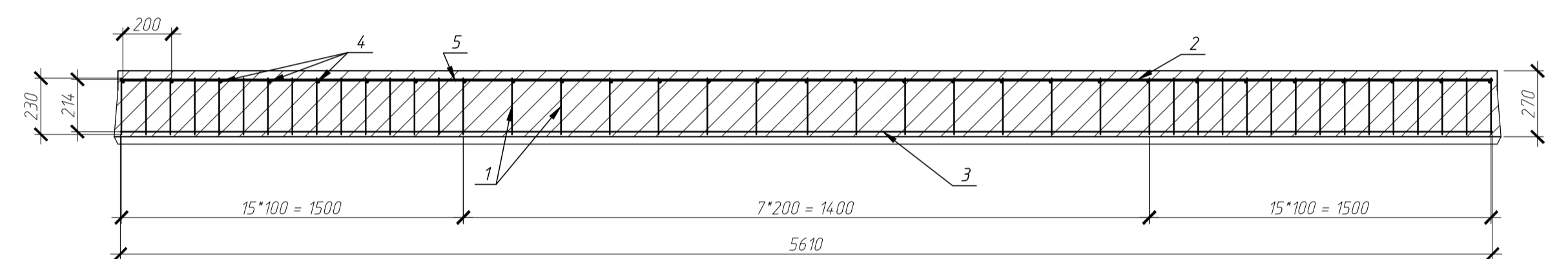
Специфікація матеріалів підсилення ПС-6

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	258	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 5620 мм	6	3,47	
3	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 5620 мм	6	16,77	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1120 мм	29	0,69	
5	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 5620 мм	8	3,47	
В/Н		Бетон С25/30	1,24		в м ³

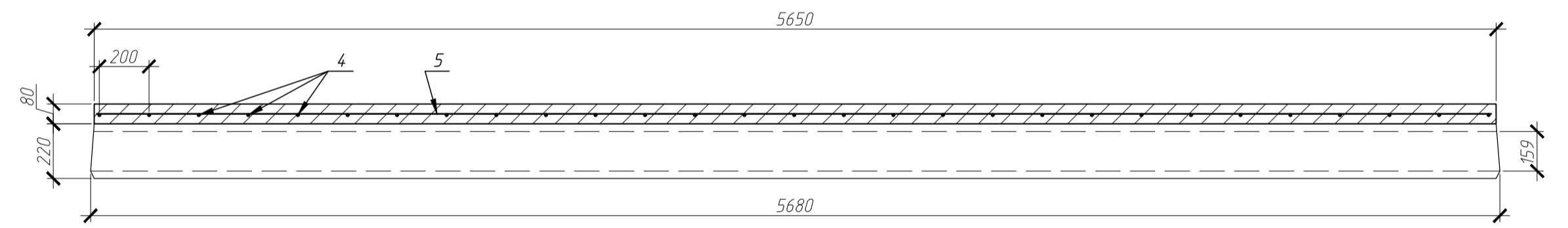
Схема підсилення ПС-7



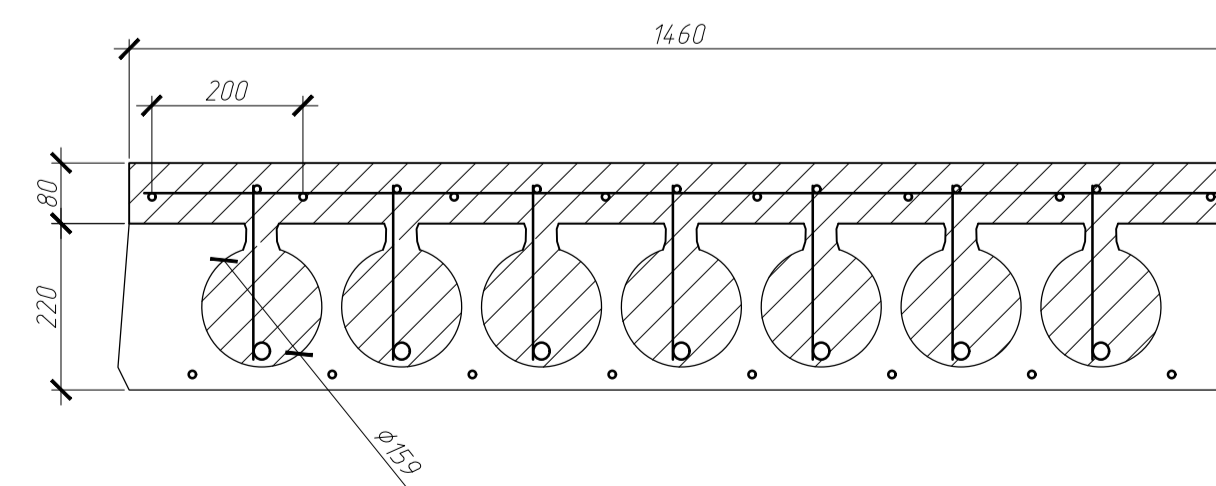
Розріз 5-5



Розріз 6-6



Розріз 6-6



Специфікація матеріалів підсилення ПС-7

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	301	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 5620 мм	7	3,47	
3	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 5620 мм	7	16,77	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1420 мм	29	0,69	
5	ДСТУ 3760.2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 5620 мм	8	3,47	
В/Н		Бетон С25/30	1,49		в м ³

МР 35.23. БК ДР

Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Статус	Маса	Масштаб
Виконав	Сльняк С.Г.				Н		
Керівник	Альматовий ВМ						
Затвердив	Циганенко Л.А.						

Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка

Аркш 10 Аркшів 13

Схema підсилення ПС-6, Схema підсилення ПС-7, Розріз 1-1, Розріз 4-4, Розріз 2-2, Розріз 5-5, Розріз 3-3, Специфікація матеріалів підсилення ПС-6, Розріз 6-6, Специфікація матеріалів підсилення ПС-7

СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м

Схема підсилення ПС-8

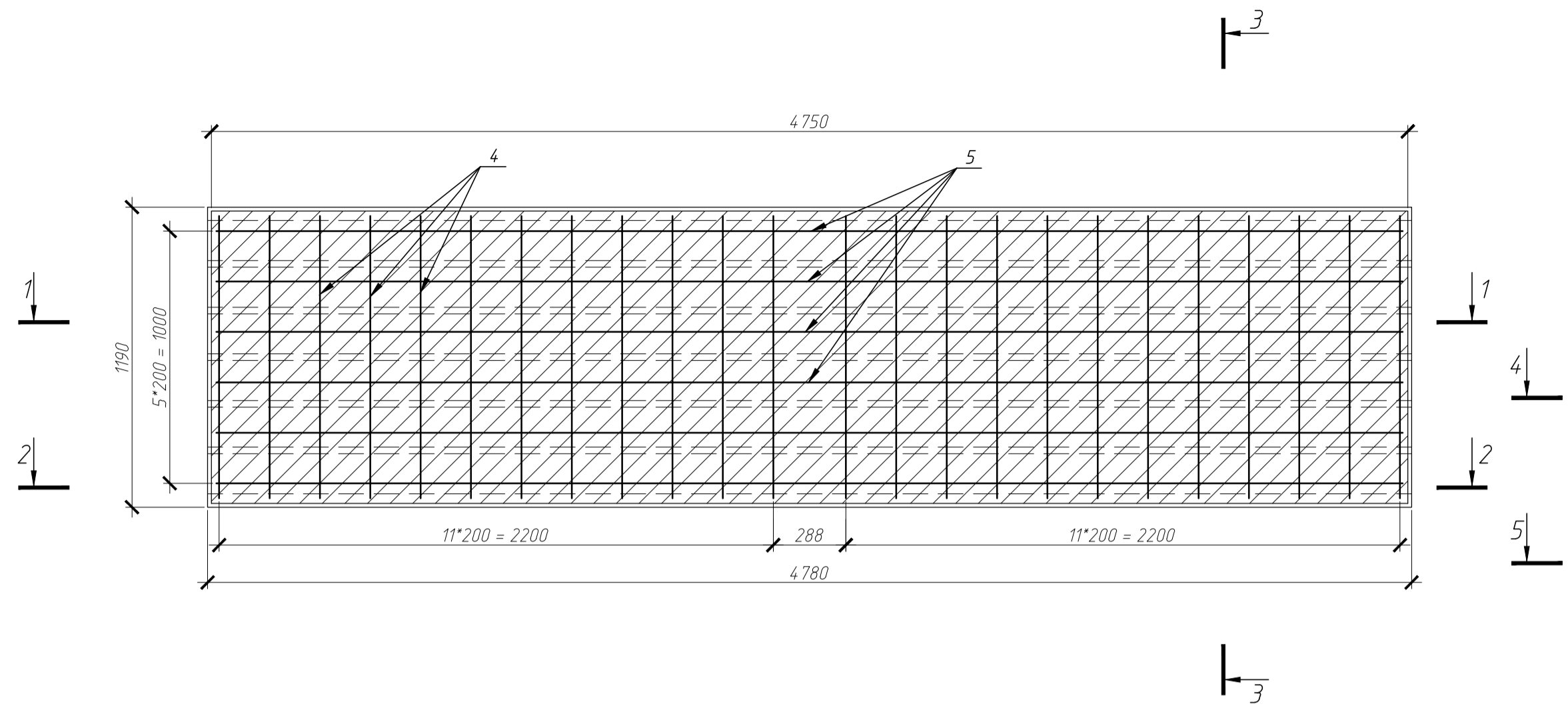


Схема підсилення ПС-9

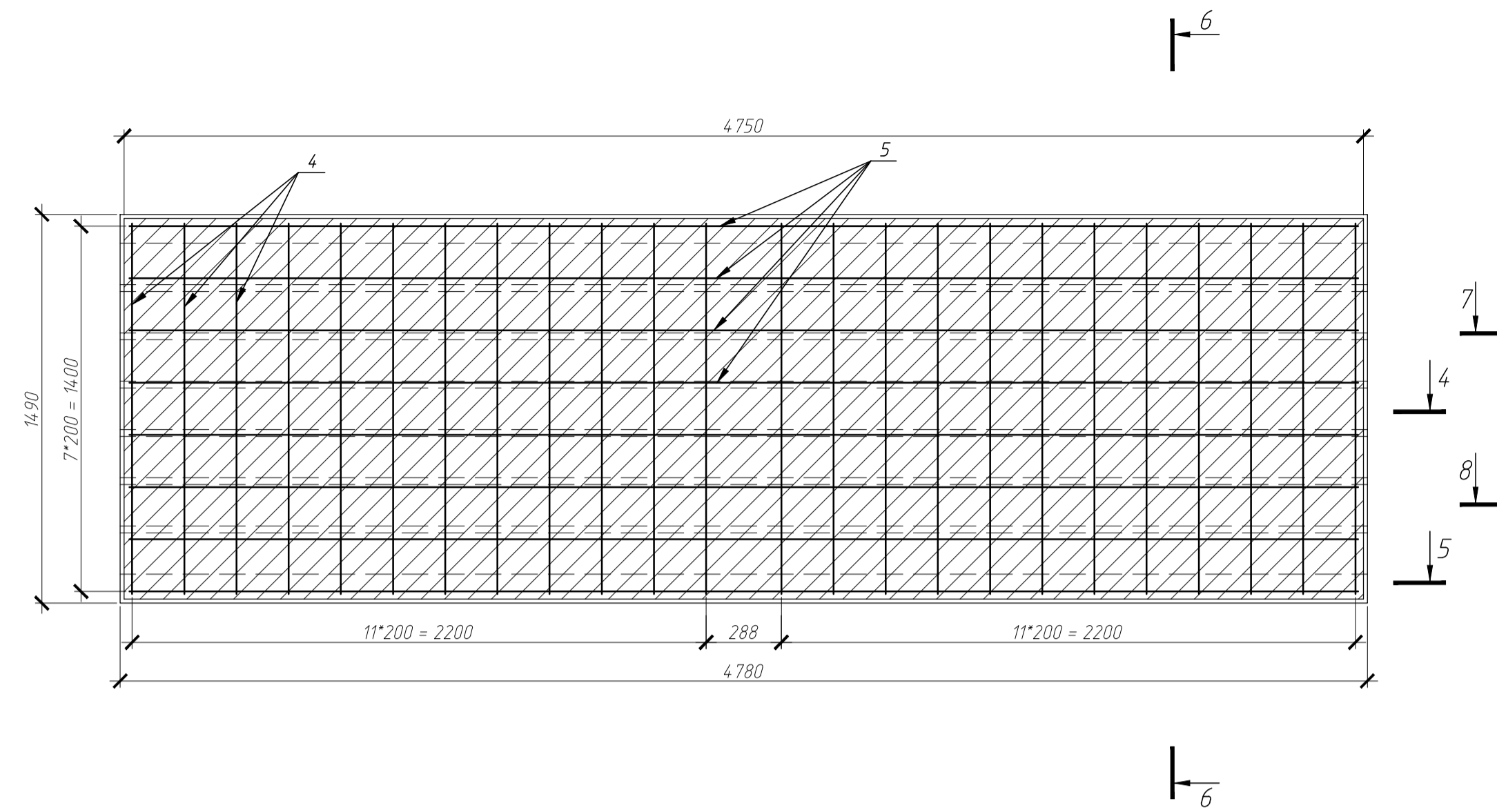
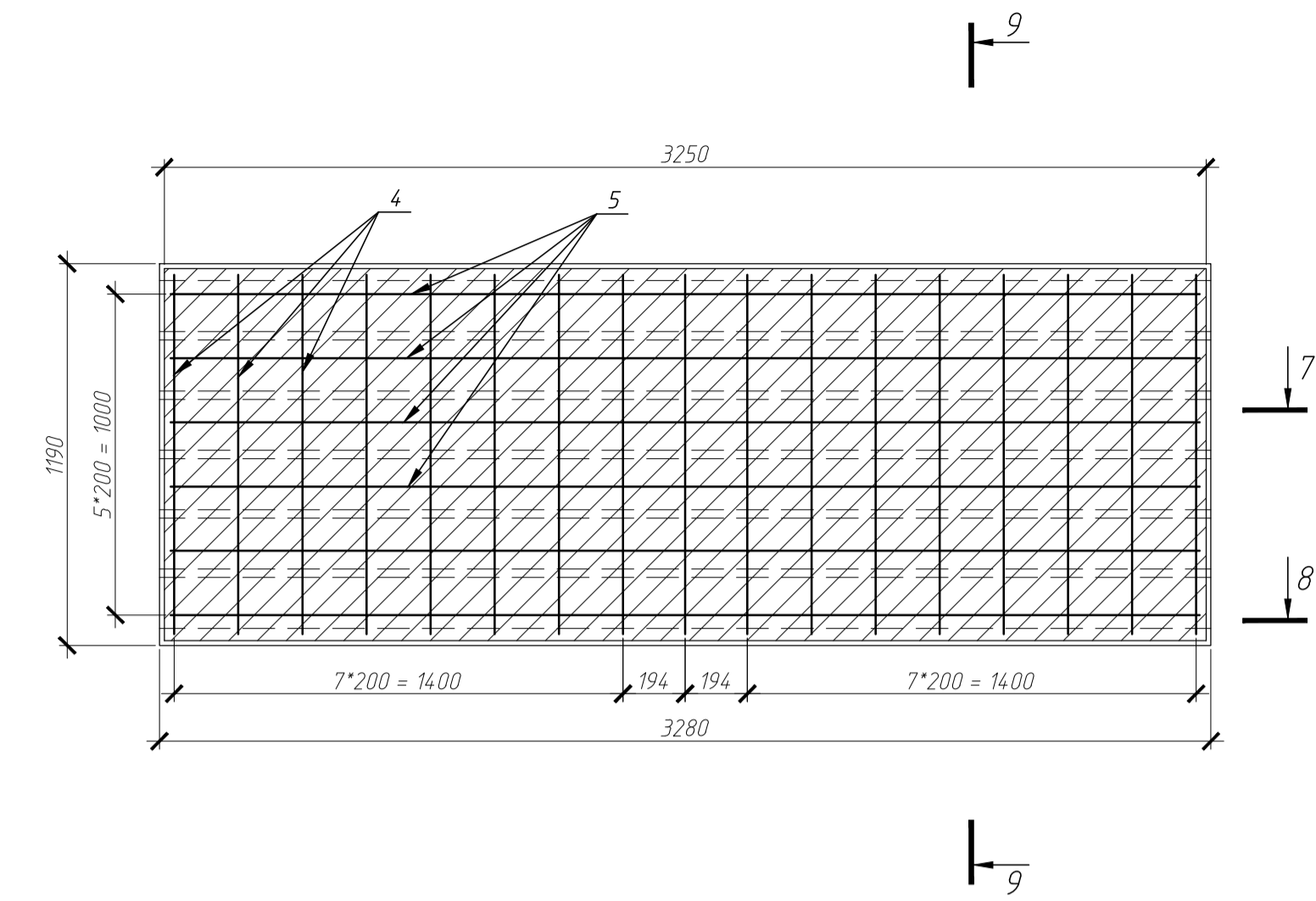
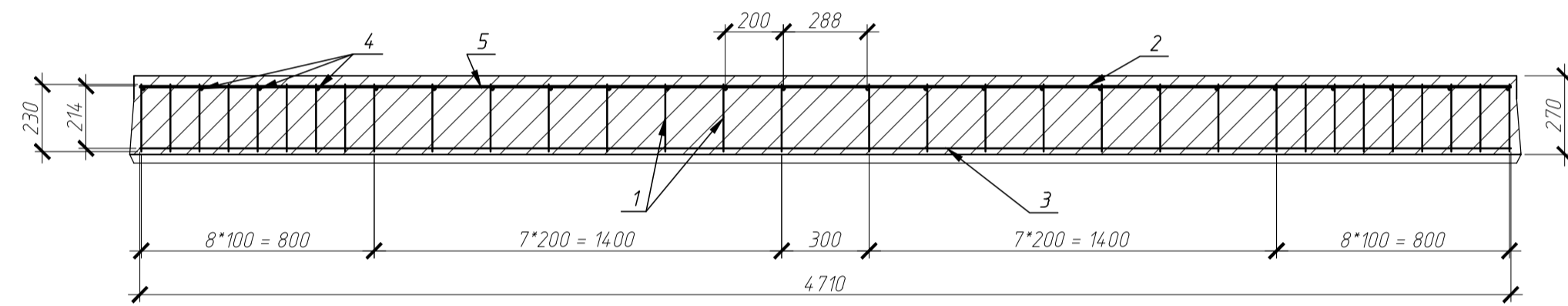


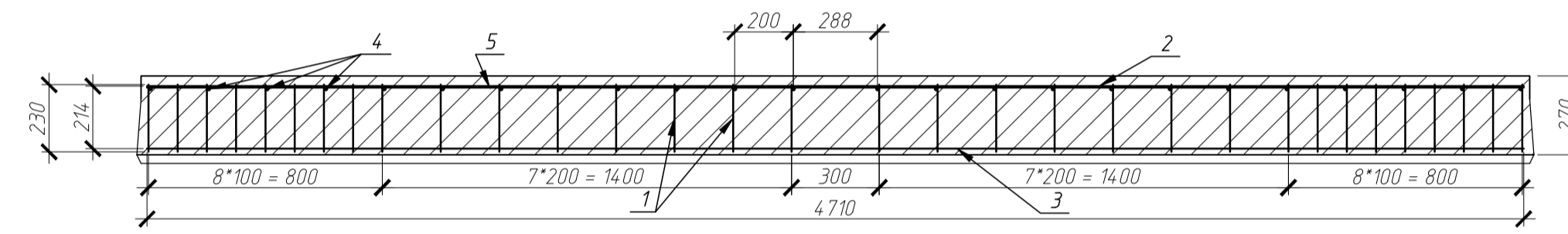
Схема підсилення ПС-10



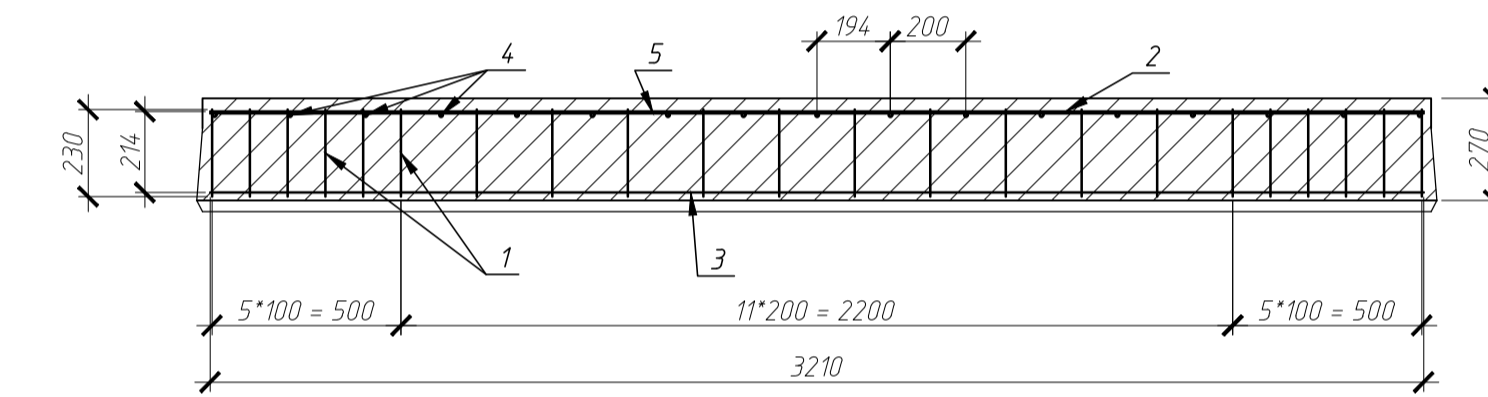
Розріз 1-1



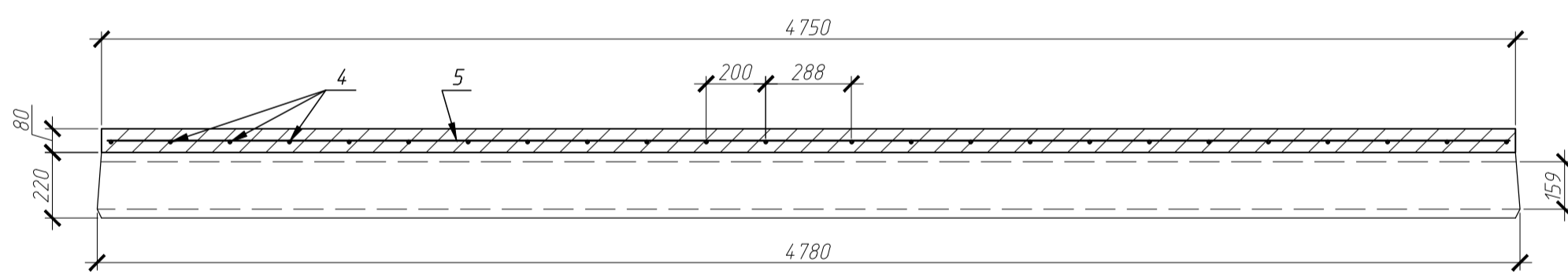
Розріз 4-4



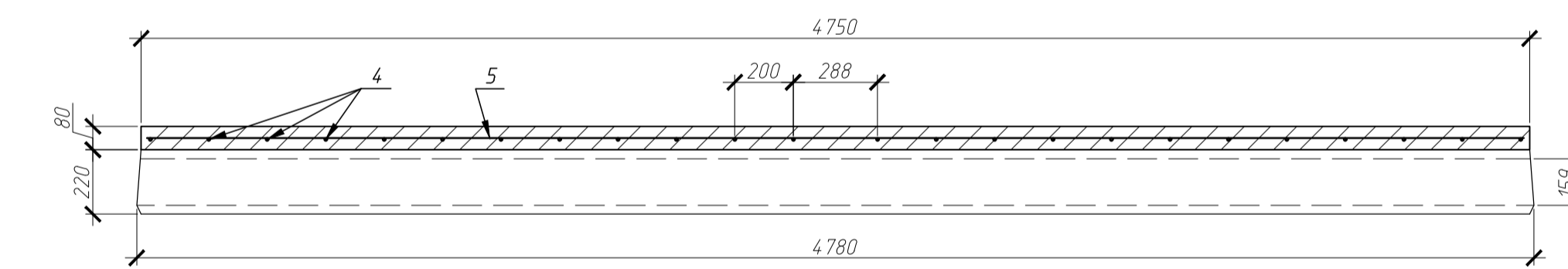
Розріз 7-7



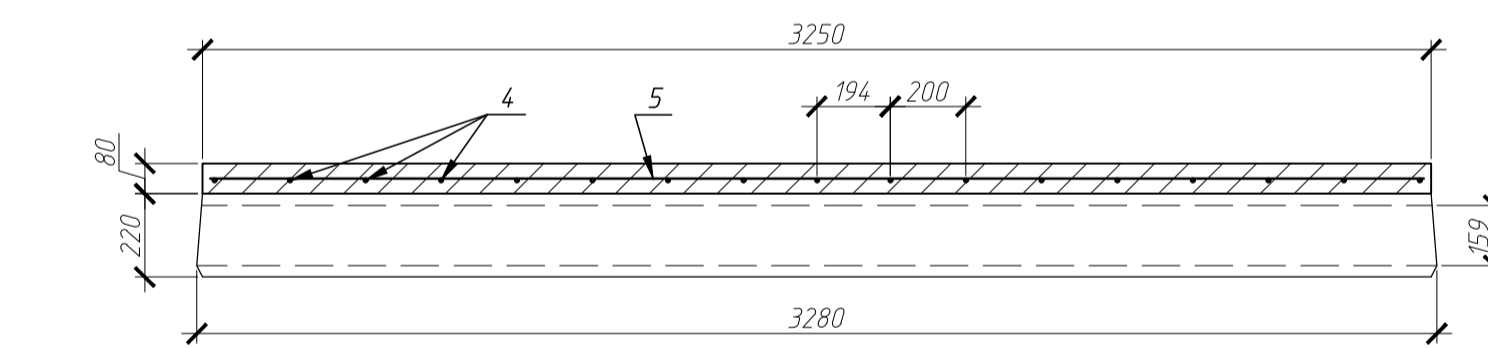
Розріз 2-2



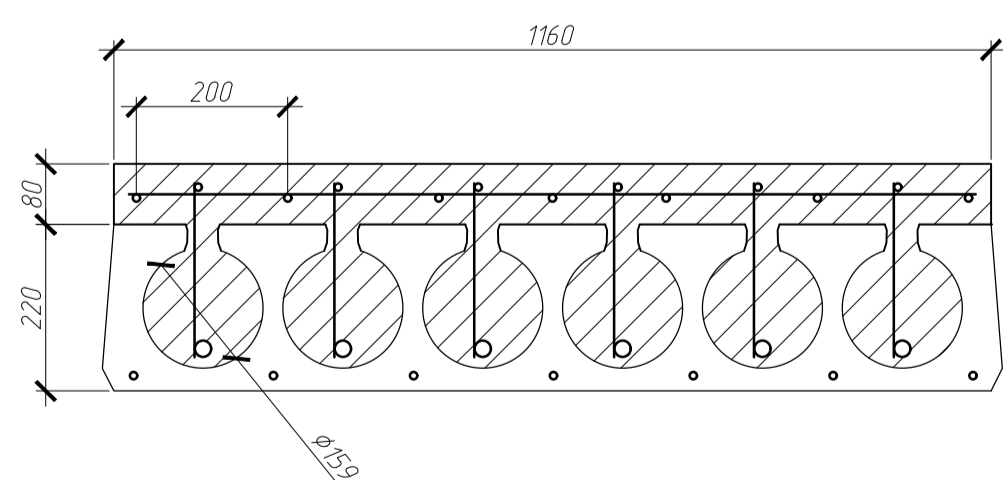
Розріз 5-5



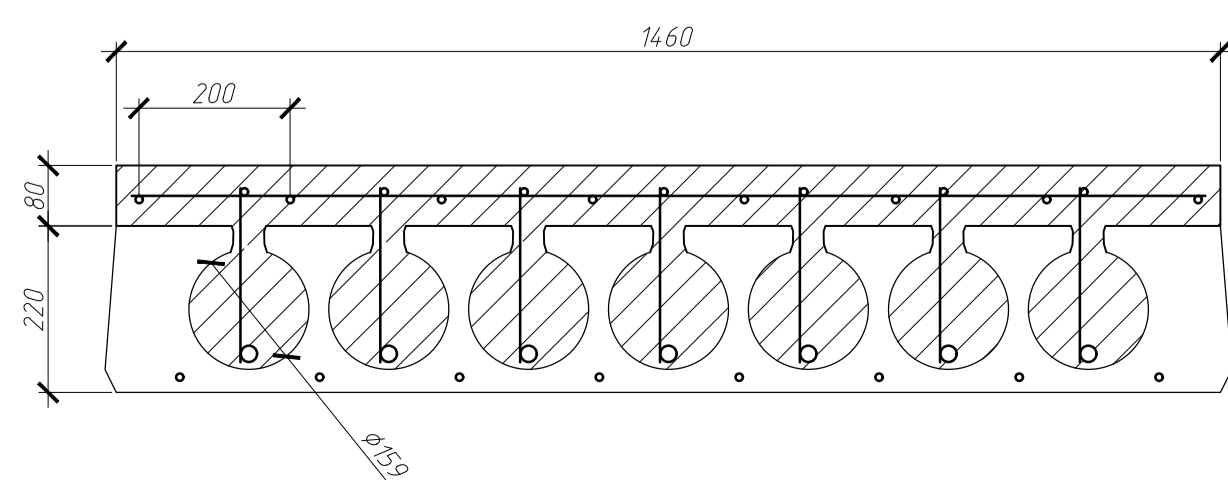
Розріз 8-8



Розріз 3-3



Розріз 6-6



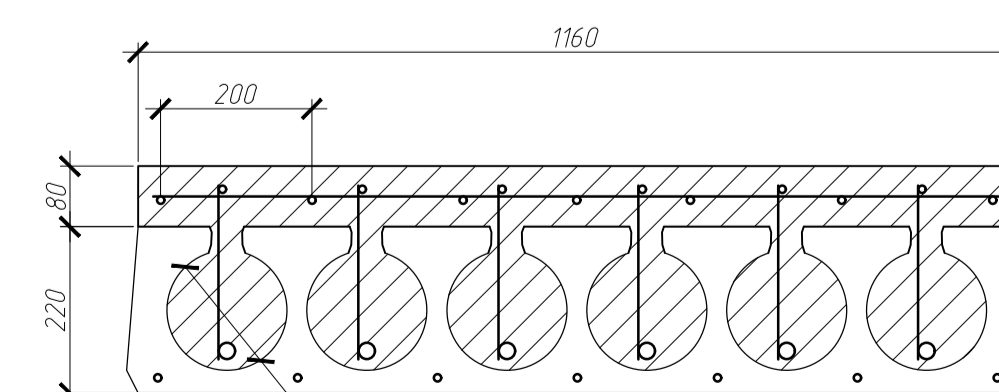
Специфікація матеріалів підсилення ПС-8

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	192	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 4720 мм	6	2,91	
3	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 4720 мм	6	14,08	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1120 мм	24	0,69	
5	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 4720 мм	8	2,91	
б/н		Бетон С25/30	1,04		в м ³

Специфікація матеріалів підсилення ПС-9

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	224	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 4720 мм	7	2,91	
3	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 4720 мм	7	14,08	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1420 мм	24	0,88	
5	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 4720 мм	8	2,91	
б/н		Бетон С25/30	1,16		в м ³

Розріз 9-9



Специфікація матеріалів підсилення ПС-10

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	132	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 3220 мм	6	1,99	
3	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 3220 мм	6	9,61	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1120 мм	17	0,69	
5	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 3220 мм	8	1,99	
б/н		Бетон С25/30	0,71		в м ³

МР 35.23. БК ДР

Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Стаття	Маса	Масштаб
Виконав	Сльняк С.Г.				Н		
Керівник	Альматовий В.М.						
					Аркуш 11	Аркушів 13	
					СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м		
Затвердив	Циганенко Л.А.						

Схема підсилення ПС-8, Схема підсилення ПС-9, Схема підсилення ПС-10, Розріз 1-1, Розріз 4-4, Розріз 7-7, Розріз 2-2, Розріз 5-5, Розріз 8-8, Розріз 3-3, Специфікація матеріалів підсилення ПС-8, Розріз 6-6, Специфікація матеріалів підсилення ПС-9, Розріз 9-9, Специфікація матеріалів підсилення ПС-10

Схема підсилення ПС-11

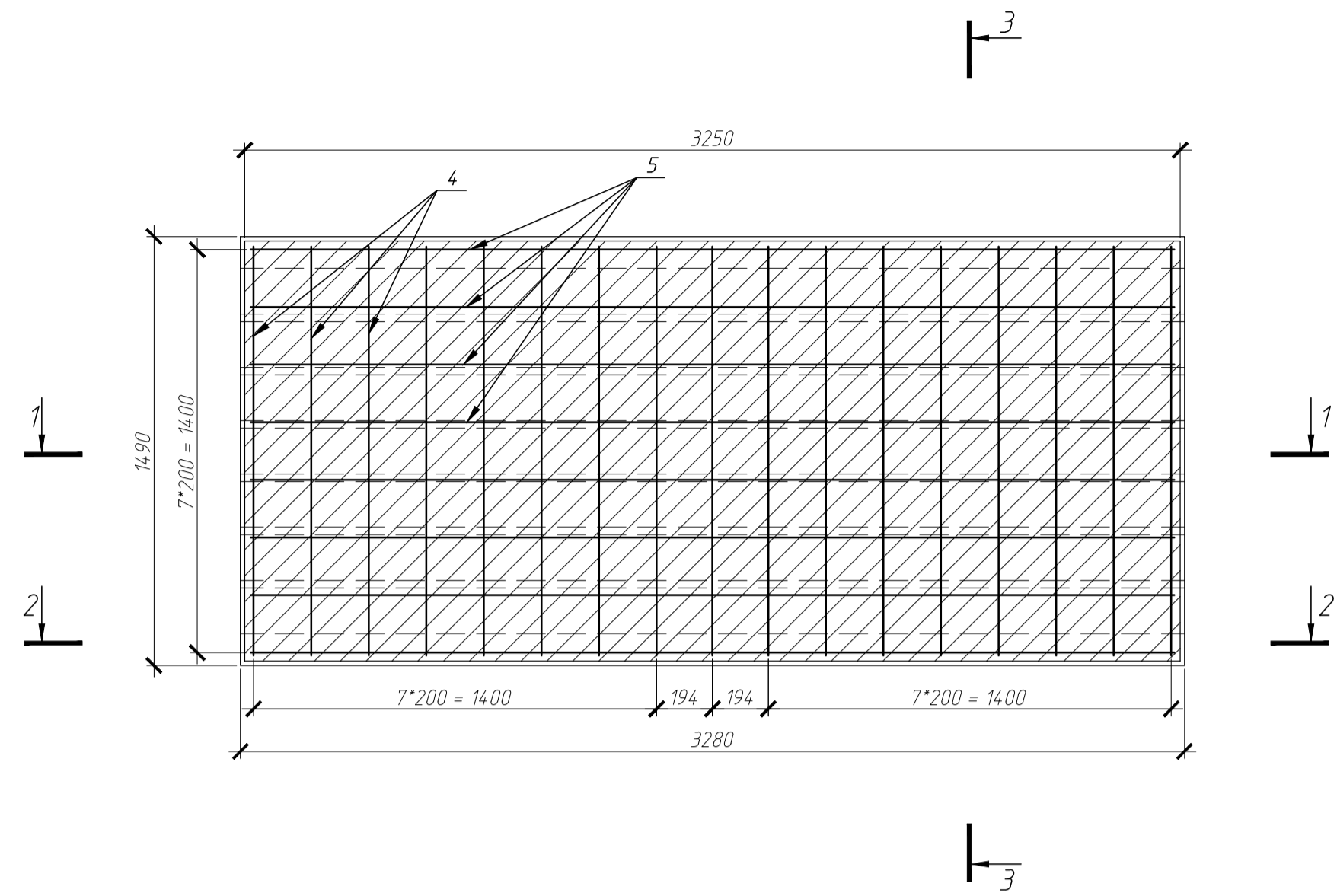


Схема підсилення ПС-12

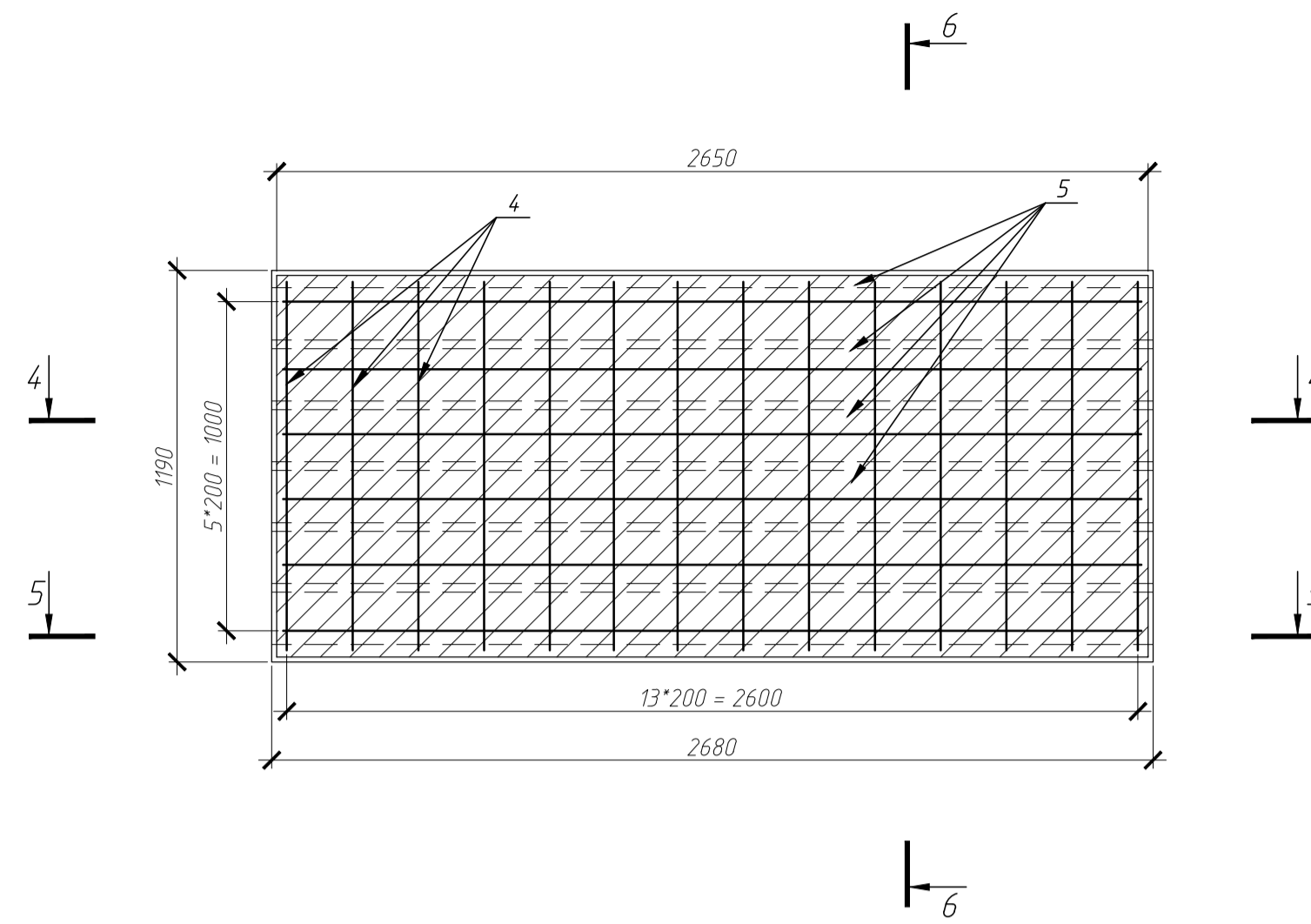
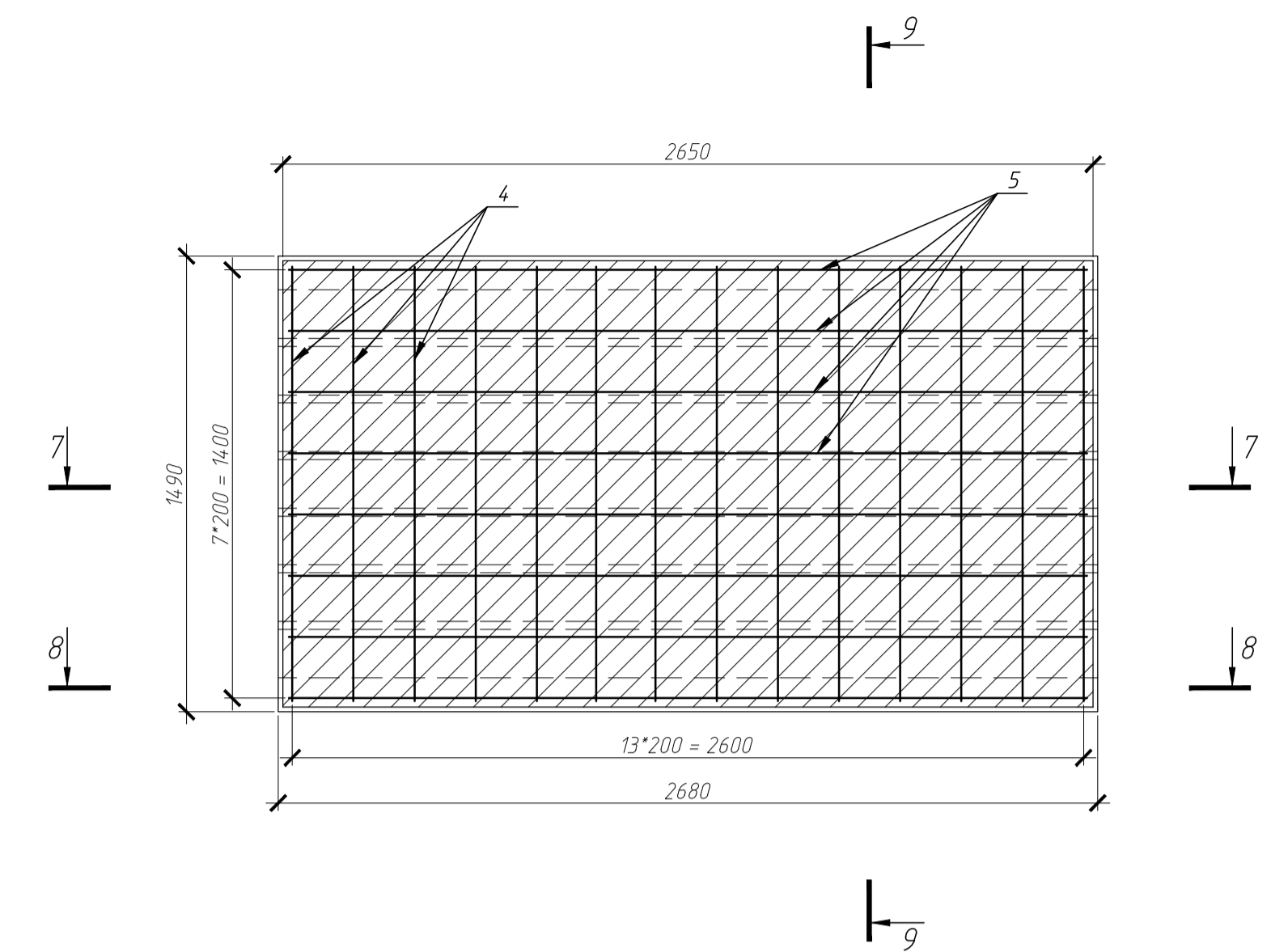
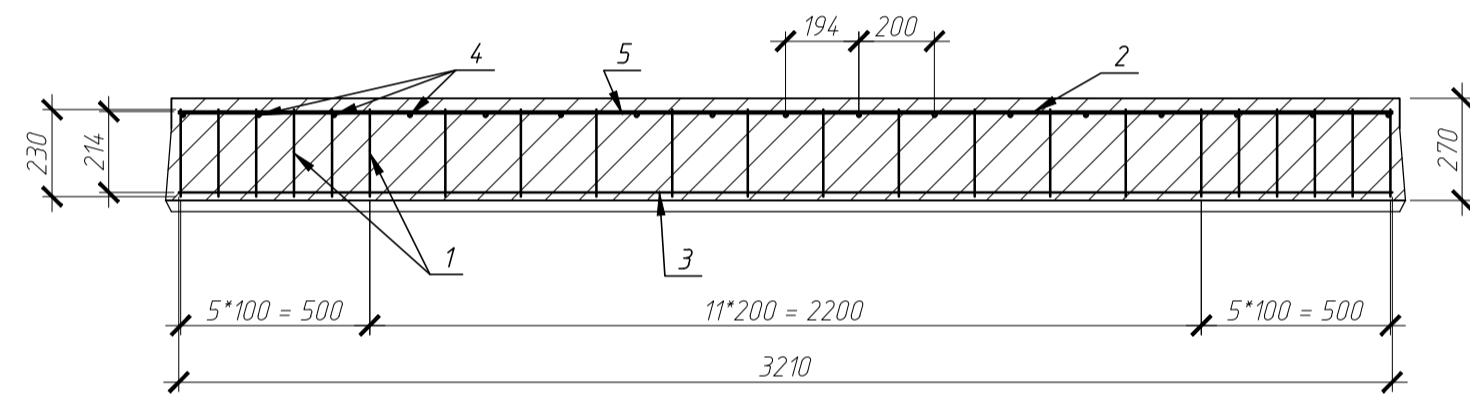


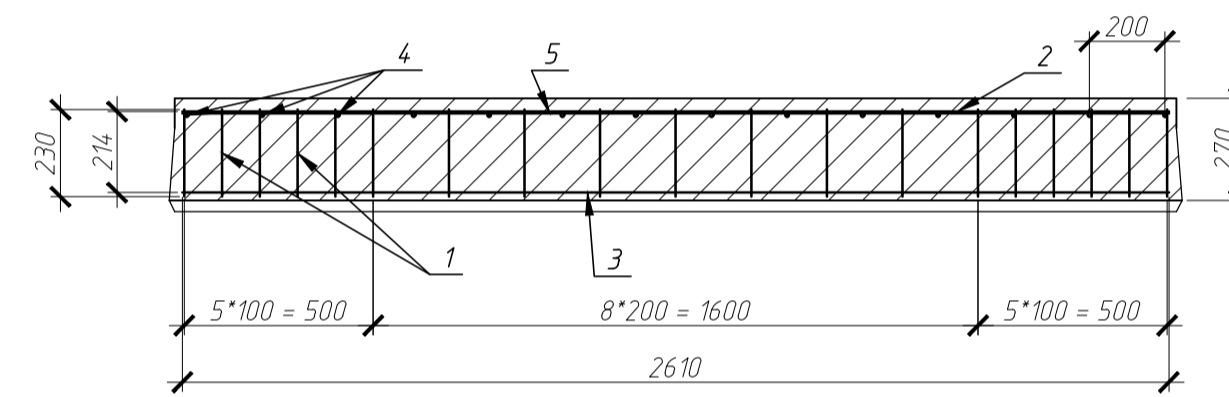
Схема підсилення ПС-13



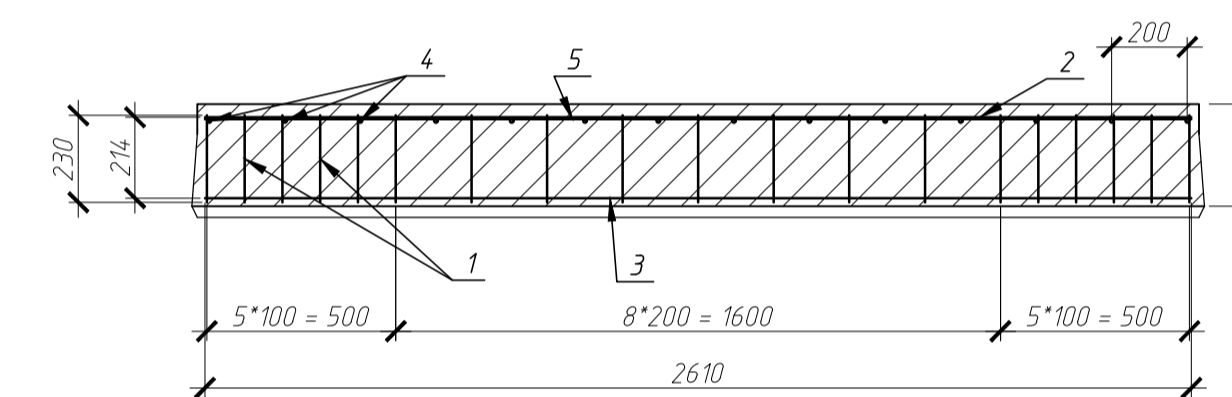
Розріз 1-1



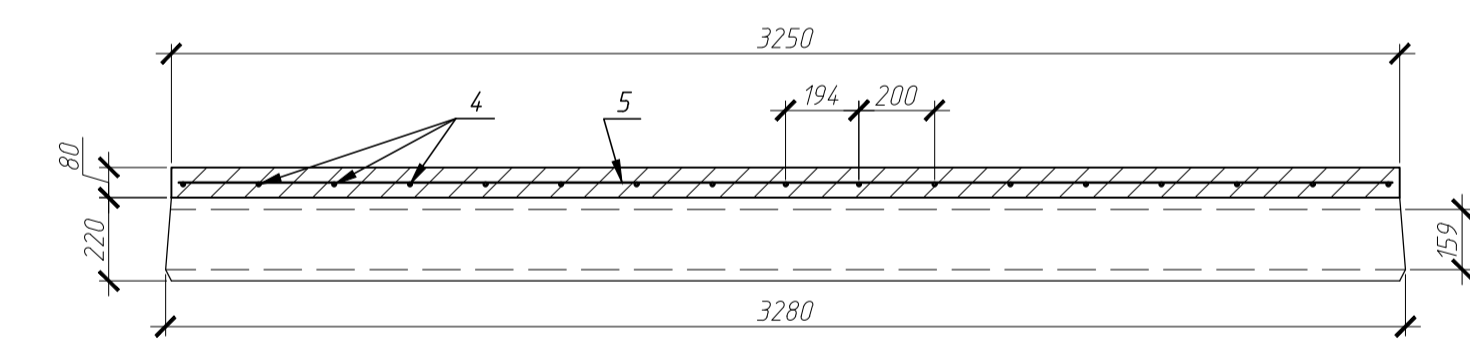
Розріз 4-4



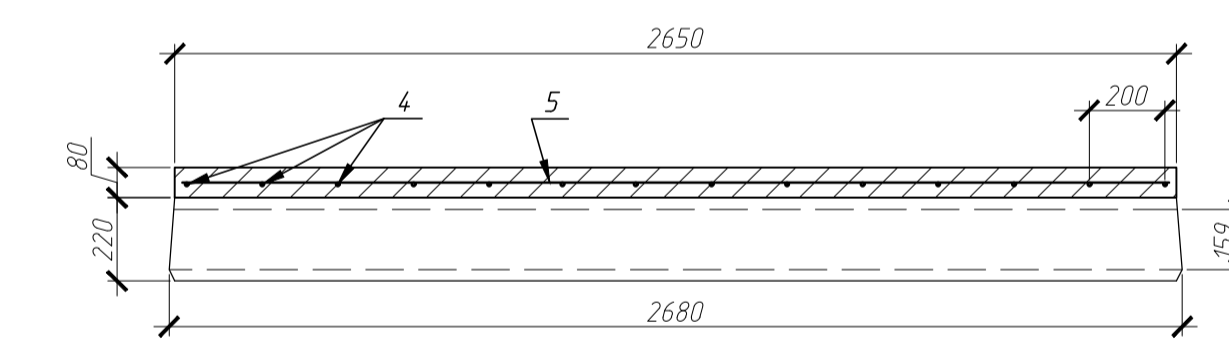
Розріз 7-7



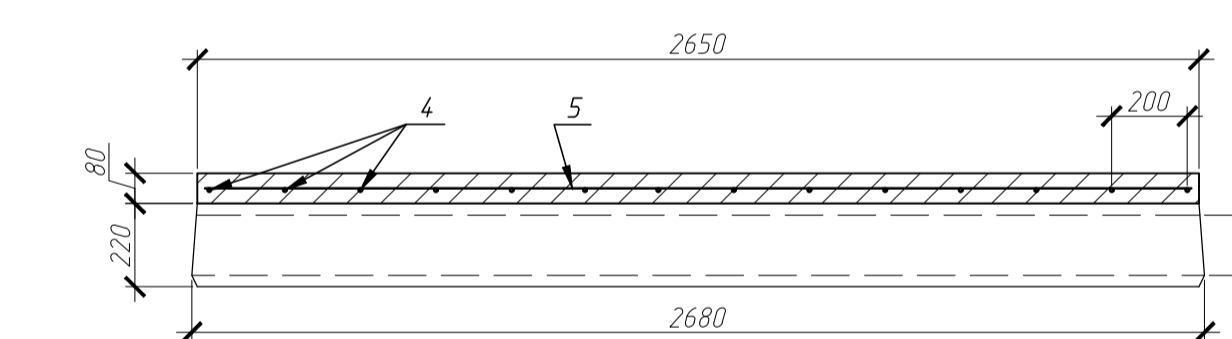
Розріз 2-2



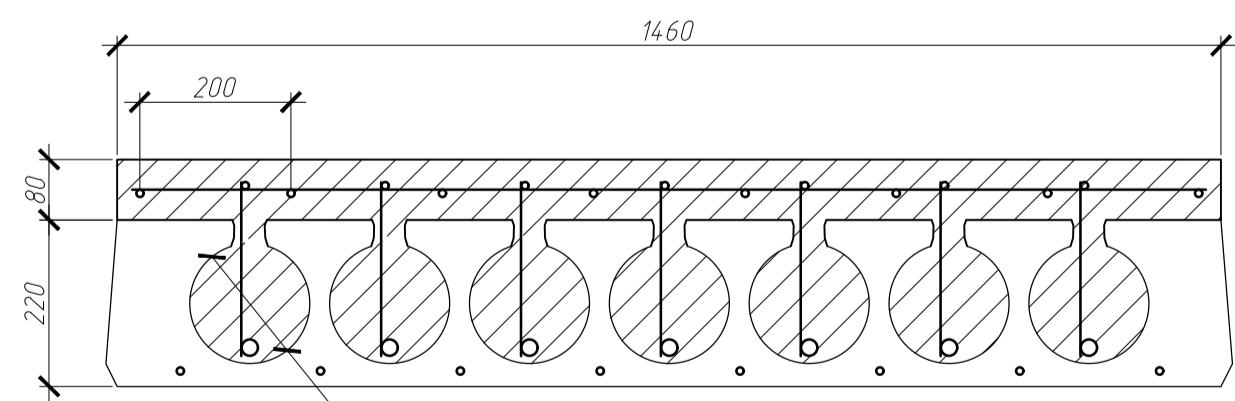
Розріз 5-5



Розріз 8-8



Розріз 3-3



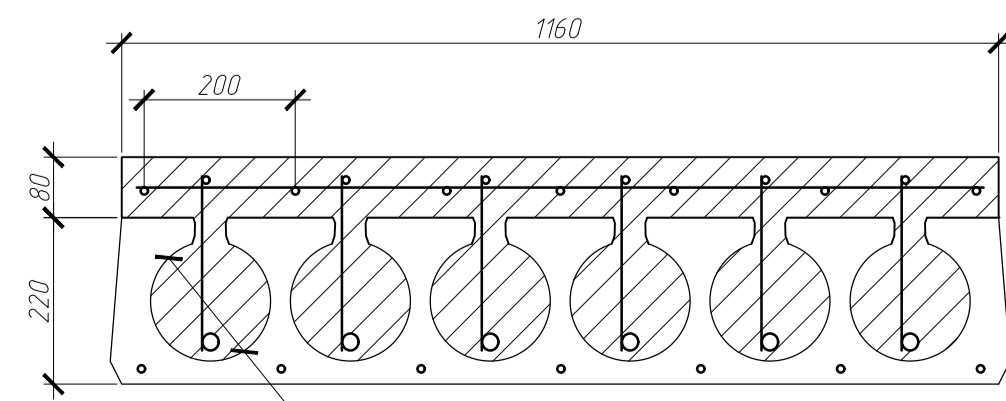
Специфікація матеріалів підсилення ПС-11

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	154	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 3220 мм	7	1,99	
3	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 3220 мм	7	9,61	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1420 мм	17	0,88	
5	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 3220 мм	8	1,99	
б/н		Бетон С25/30	0,86		0 м ³

Специфікація матеріалів підсилення ПС-13

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	133	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 2620 мм	7	1,62	
3	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 2620 мм	7	7,82	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1420 мм	14	0,88	
5	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 2620 мм	8	1,62	
б/н		Бетон С25/30	0,7		0 м ³

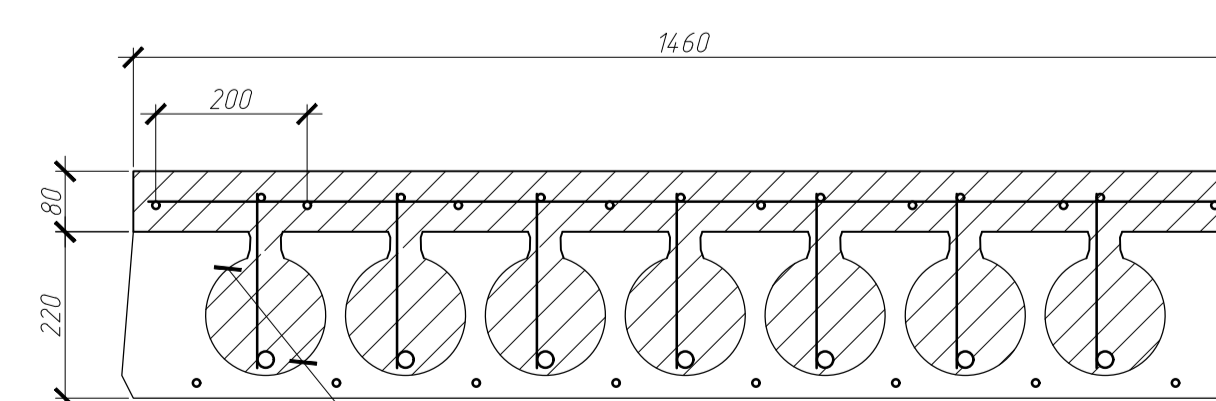
Розріз 6-6



Специфікація матеріалів підсилення ПС-12

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
1	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 230 мм	114	0,14	0,617 кг/м.п.
2	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 2620 мм	6	1,62	
3	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 22$ А-V, L = 2620 мм	6	7,82	2,984 кг/м.п.
4	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 1120 мм	14	0,69	
5	ДСТУ 3760:2019	Арматурний стрижень $\Phi 10$ А-III, L = 2620 мм	8	1,62	
б/н		Бетон С25/30	0,58		0 м ³

Розріз 9-9



МР 35.23. БК ДР

Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Стаття	Маса	Масштаб
Виконав	Сльожак С.Г.				Н		
Керівник	Альматовий ВМ				Аркш 12	Аркшів 13	
Затвердив	Циганенко Л.А.				СНАУ зр. ЗПЦБ 2201м		

Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка

Схема підсилення ПС-11, Схема підсилення ПС-12, Схема підсилення ПС-13, Розріз 1-1, Розріз 4-4, Розріз 7-7, Розріз 2-2, Розріз 5-5, Розріз 8-8, Розріз 3-3, Специфікація матеріалів підсилення ПС-11, Розріз 6-6, Специфікація матеріалів підсилення ПС-12, Розріз 9-9, Специфікація матеріалів підсилення ПС-13

Тема : Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка

Актуальність теми:

Внаслідок бойових дій було уражено багато закладів освіти. Тому актуальною темою наразі є створення сховища для забезпечення безпеки учнів та викладачів. Створення сховища із існуючого підвалу вимагає перевірити несучу здатність перекриття з урахуванням руйнування надземної частини.

Мета дослідження і завдання дослідження:

Метою та завданням є виконання перевірки конструкції перекриття через зміну характеру навантаження при руйнуванні надземної частини будівлі, порівняння результатів несучої здатності плит до та після підсилення, виконання креслень підсилення конструкцій у разі необхідності.

Методи дослідження:

Було використано теоретичний метод дослідження на основі якого проведено аналіз несучої здатності плит, виконання порівняння отриманих результатів несучої здатності плит до та після підсилення.

В даній кваліфікаційній роботі розглядається вплив навантажень від зруйнованих конструкцій на плити перекриття укриття, тобто підвалу в осях Б-К. Таким чином перекриття над підвалом може зазнати додаткового завантаження від вище розташованих зруйнованих конструкцій будівлі – стін, несучих конструкцій перекриттів, перегородок, підлог, конструкцій даху та покрівлі. Умовно було прийнято дві зони руйнування діаметром 10 м.

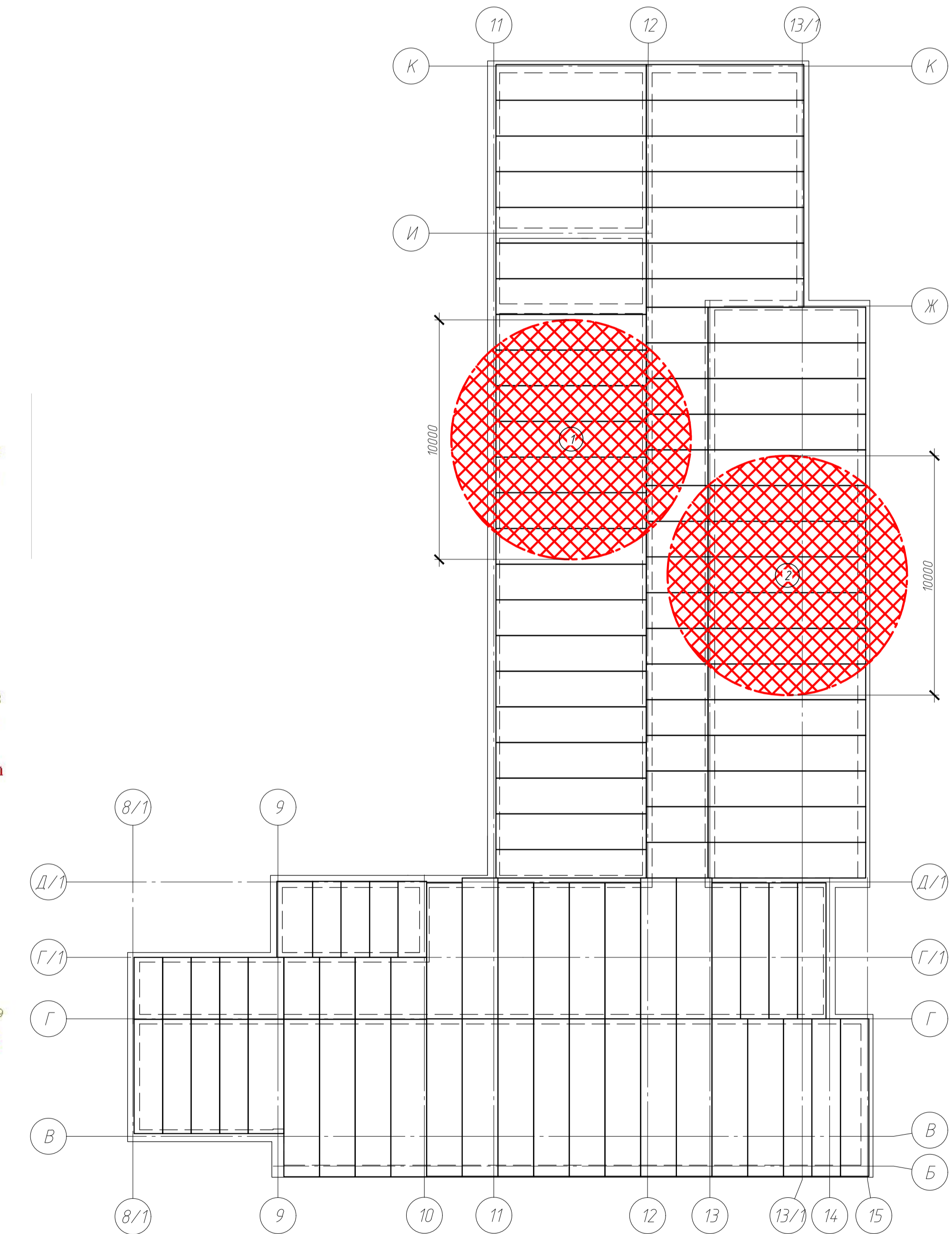
Було виконано збір навантажень на плити в зонах руйнування та виявлено моменти, які виникають:

Момент в зоні №1 = 365,69 кН*м, що в 6,83 більше ніж момент, який виникає при достатній несучій здатності.

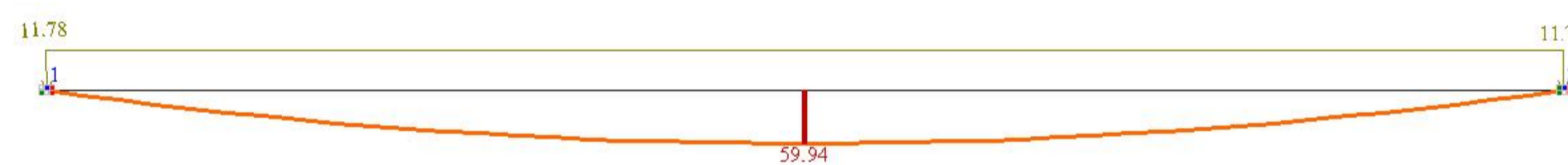
Момент в зоні №2 = 409,49 кН*м, що в 6,72 більше.

Виходячи із цього, необхідно виконати підсилення плит. Так, як розрахунки були виконані взявши найбільші плити по габаритам, тоді підсилення інших плит перекриття виконувати по аналогії креслень на акруші 6.

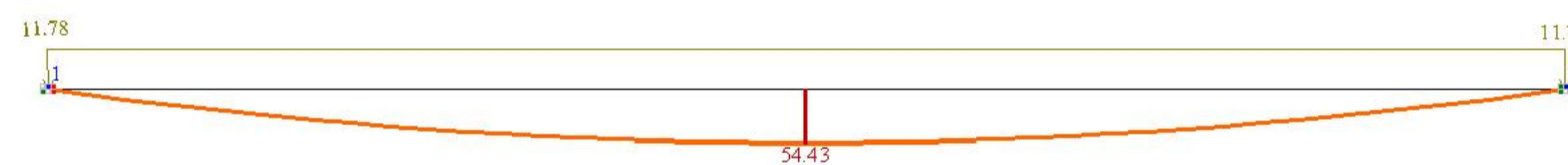
Прийняте розташування зон руйнування від вибуху



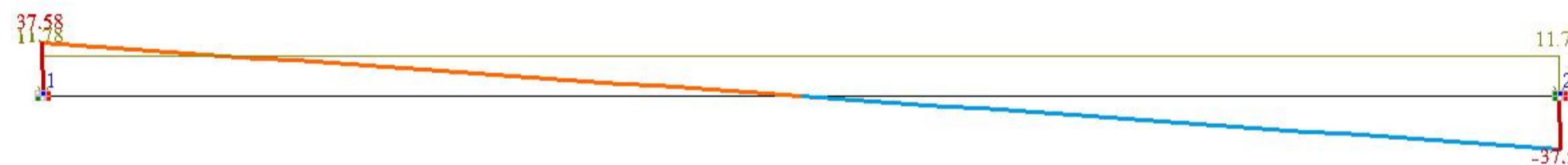
Максимальний момент, який може сприймати плита ПК 66-15-8



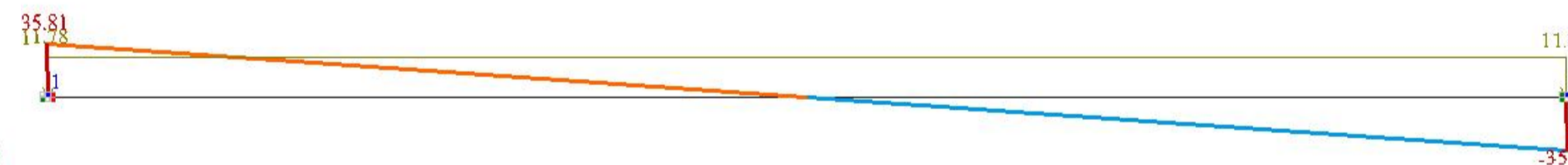
Максимальний момент, який може сприймати плита ПК 63-15-8



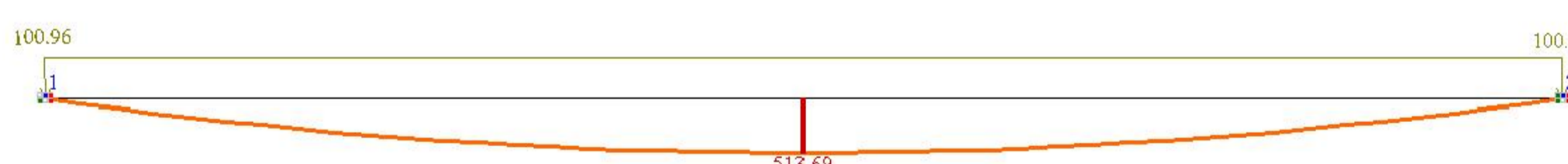
Поперечна сила, яку може сприймати плита ПК 66-15-8



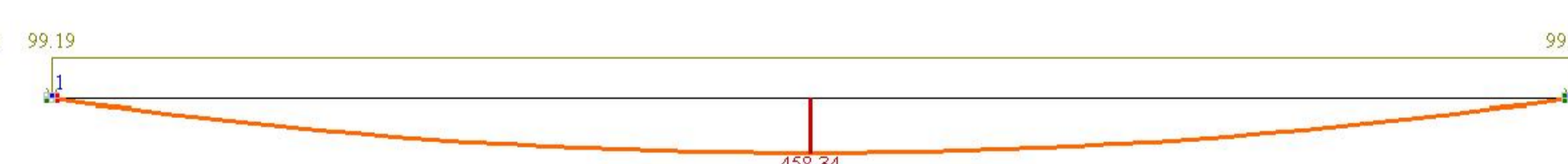
Поперечна сила, яку може сприймати плита ПК 63-15-8



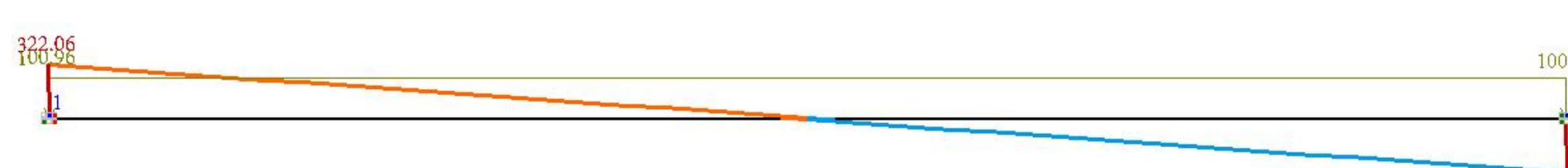
Максимальний момент, який виникає у плиті ПК 66-15-8 під час руйнування



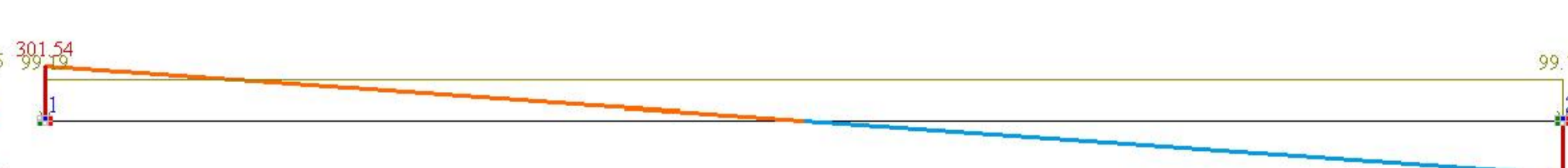
Максимальний момент, який виникає у плиті ПК 63-15-8 під час руйнування



Поперечна сила, яка виникає у плиті ПК 66-15-8 під час руйнування



Поперечна сила, яка виникає у плиті ПК 63-15-8 під час руйнування



МР 35.23. БК ДР				Старий	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата		
Виконав	Сльож С.Г.					
Керівник	Альчинович ВМ					
Затвердив				Циганенко Л.А.		
Реконструкція середньоосвітньої школи в м. Шостка				Аркш 13	Аркшів 13	
Прийняте розташування зон руйнування від вибуху. Максимальний момент, який може сприймати плита. Поперечна сила, яку може сприймати плита. Максимальний момент, який виникає у плиті під час руйнування. Поперечна сила, яка виникає у плиті під час руйнування.				СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м		

Погоджено
Зам. інж. ЛК
Інж. ЛК оп.
Підп. та дата
Формат А3
Копія
Лист