

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
« ___ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

На тему: « Реконструкція виробничого цеху в с.м.т. Свеса »

Виконав (ла)

(підпис)

Тимошенко М.В.

(Прізвище, ініціали)

Група

ЗПЦБ 2201м

Керівник

(підпис)

к.т.н. Луцьковський В.М.

(Прізвище, ініціали)

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

Тимошенко Максима Володимировича

1. Тема роботи Реконструкція виробничого цеху в с.м.т. Свеса

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

Строк здачі студентом закінченої роботи: "___" _____ 202__ 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 напружено-деформованого стану та конструктивні розрахунки

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

Лист 1. Фасад 1-12, Фасад А-Г, Фасад Г-А, План на відм. 0.000,

План на відм. +6.000, Експлікація приміщень

Лист 2. Розріз 1-1 (існуючий), Розріз 2-2 (існуючий), Схема розташування елементів покриття на відм. +6.000, План покрівлі

Лист 3. Розріз 1-1 (після реконструкції), Розріз 2-2 (після реконструкції), Схема розміщення прогонів, План покрівлі, Специфікація сталі

Лист 4. Геометрична схема ферми, Залізобетонна ферма (опалубне креслення), Залізобетонна ферма (армування), Специфікація арматурних виробів ферми

Керівник:

_____ (підпис)

к.т.н., Луцьковський В.М.

_____ (Прізвище, ініціали)

Консультант

_____ (підпис)

Циганенко Г.М.

_____ (Прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач:

_____ (підпис)

Тимошенко М.В.

_____ (Прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тимошенко Максим Володимирович. Реконструкція виробничого цеху в с.м.т. Свеса – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

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

В **основній частині** описано архітектурно-конструктивні рішення будівлі, включаючи матеріали та конструкції, що використані. Предметом дослідження стали несучі кроквяні конструкції, які зазнають впливу від зміни нормативного навантаження.

Результати досліджень показали, що навантаження, котре розраховане за діючими нормами, збільшилося, в свою чергу, це вплинуло на елементи конструкцій, конкретніше – елементи нижнього поясу. Встановлено, що існуючі перерізи не відповідають вимогам міцності за граничною поздовжньою силою перерізу та міцності за граничним моментом перерізу.

Аналіз публікацій та досліджень встановив, що проводиться значна кількість досліджень, експериментів, щодо несучих кроквяних ферм. Ферми покриття є конструкціями, що підлягають як масовому, так і індивідуальному виготовленню. Широке застосування ферм покриття пояснюється їх високою несучою здатністю та жорсткістю при перекритті великих прольотів будівель без необхідності використання проміжних опор.

У **висновках** вказано актуальність реконструкції в даному випадку, результати, що були отримані при проведенні розрахунків, оптимальний варіант рішення, щодо забезпечення несучої здатності ферм покриття при зміні навантаження.

Ключові слова: кроквяні конструкції, реконструкція, навантаження, дослідження.

Список публікацій

Результати дослідження опубліковано в матеріалах науково-практичної студентської конференції. // Тимошенко М.В., Трифонов К.Д., Луцьковський В.М. ДОСЛІДЖЕННЯ КРОКВЯНИХ ФЕРМ ПРИ ЗМІНІ НОРМАТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ // МІЖНАРОДНІ НАУКОВІ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ. Світ наукових досліджень. Випуск 27 // <https://www.economy-confer.com.ua/full-article/5347/>

В додатках наведено: розрахунок снігового навантаження, матеріали конференції, креслення

Структура роботи

Робота складається з основного тексту на 60 сторінках, у тому числі 27 таблиць, 31 рисуноків. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 2 розділи, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 20 використаних джерел, 3 додатків на 11 сторінках. Графічна частина складається з 4 аркушів креслень.

ЗМІСТ

1. Загальна характеристика роботи	7
1.1. Актуальність теми	7
1.2. Мета і завдання дослідження	7
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 напружено деформованого стану 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	11
2.1.2.1. Фундаменти	12
2.1.2.2. Фундаментні балки	12
2.1.2.3. Колони	13
2.1.2.4. Ригелі перекриття	13
2.1.2.5. Плити перекриття	13
2.1.2.6. Кроквяні ферми	13
2.1.2.6.1. Технічний стан кроквяних ферм	14
2.1.2.7. Плити покриття	14
2.1.2.7.1. Технічний стан плит покриття	14
2.1.2.8. Покрівля	15
2.1.2.9. Зовнішні огорожувальні конструкції	15
2.1.2.10. Перегородки	16
2.1.2.11. Перемички	16
2.1.2.12. Вікна, двері, ворота	17
2.1.2.13. Підлоги	19
2.2. Опис предмету дослідження	21
2.3. Методика дослідження	23
2.4. Результати дослідження	45
2.5. Висновки	46
Список використаної літератури	48
Додаток А. Розрахунок снігового навантаження	50
Додаток Б. Матеріали конференції	56
Додаток В. Креслення	59

1. Загальна характеристика роботи

1.1. Актуальність теми

Питання реконструкції будівель і споруд на території України на сучасний момент є належно актуальним. Це обумовлено тим, що значна частина споруд із побудованих у 70-90-х роках минулого століття потребує оновлення та адаптації до сучасних стандартів і вимог.

Багато з цих споруд було зведено за тодішніми будівельними нормами, які зараз вже застарілі і не відповідають сучасним стандартам щодо навантажень, впливів та технологічних рішень у будівництві. Саме тому виникає потреба в проведенні реконструкції з метою підвищення ефективності та безпеки цих будівель, а також відповідності їхніх параметрів сучасним нормативам і вимогам робочих приміщень.

Збільшення снігового навантаження спричиняє руйнування покрівель будівель. Це призводить до пошкоджень конструкцій, розриву матеріалів покрівлі або навіть руйнування частини покрівлі або всієї.

1.2. Мета і завдання дослідження

Мета цього наукового дослідження полягала у визначенні умов, які гарантують надійність та ефективність несучих кроквяних конструкцій – ферм покриття, у зв'язку зміною нормативного навантаження та діючих нормативних документів.

Завдання досліджень полягало в наступному:

- визначенні навантаження, згідно нормативних документів, котрі були діючими на момент зведення будівлі;
- визначенні навантаження, згідно нормативних документів, котрі діють на сьогоднішній день;

- виконанні перевірочних розрахунків несучих кроквяних конструкцій за першою та другою групою граничних станів та визначенні їх працездатності;
- розробці конструктивних рішень по забезпеченню працездатності несучих кроквяних конструкцій в умовах зміни навантаження.

1.3. Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є несучі кроквяні конструкції – ферми, що зазнають впливу від зміни навантаження.

1.4. Предмет дослідження

Головним предметом цієї дослідницької роботи є працездатність кроквяних конструкцій, при зміні навантаження, котре розраховується згідно нормативних документів.

1.5. Методи дослідження

Для оцінки та визначення працездатності ферм покриття використовувався розрахунок , котрий виконаний у програмному комплексі SCAD Office 23. Розрахунки виконувались для обох груп граничних станів – як першої, так і другої, щоб повністю оцінити надійність та ефективність конструкції.

1.6. Практичне значення одержаних результатів

Згідно результатів перевірочних розрахунків було визначено та обрано обґрунтований, та менш трудовитратний варіант підсилення елементів існуючих конструкцій покриття. Такі рішення спрямовані для їх подальшої безпечної, нормальної експлуатації.

1.7. Апробація та публікація роботи

Результати дослідження опубліковано в матеріалах науково-практичної студентської конференції. // Тимошенко М.В., Трифонов К.Д., Луцьковський В.М. ДОСЛІДЖЕННЯ КРОКВЯНИХ ФЕРМ ПРИ ЗМІНІ НОРМАТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ // МІЖНАРОДНІ НАУКОВІ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ. Світ наукових досліджень. Випуск 27 // <https://www.economy-confer.com.ua/full-article/5347/>

2. Дослідження напружено деформованого стану та конструктивні розрахунки

2.1. Коротка характеристика будівлі та предмету дослідження

2.1.1. Об'ємно-планувальне рішення

Будівля, має прямокутну форму в плані, з розмірами в осях 18м – ширина, 66м – довжина будівлі. Виробничий цех має два поверхи, один проліт. Висота першого поверху – 6м. Висота до низу кроквяних конструкцій – 12м. Загальна висота становить 15,185м.

Будівля обладнана існуючими кран-балками, вантажопідйомністю 3т та 1т на першому поверсі, та 1,5т на другому поверсі.

У будівлі застосовано каркасну конструктивну схему. Каркас виконаний із застосуванням збірних залізобетонних елементів.

Відповідно до технологічного рішення в цеху розміщені наступні ділянки та приміщення: ділянка ремонту обладнання, механозбірна ділянка, ділянка ТО, заточна ділянка, приміщення фарбування, шліфувальна ділянка, ділянка механічної обробки, вузлова збірна, зварювальна ділянка, інструментально-роздаткова комора, ділянка ремонту обладнання та КВПіА, жерстяницька, вузли керування автоматичним пожежогасінням та приточно-втяжною вентиляцією, приміщення інженерів та керівництва цеху.

У вказаних вище приміщеннях здійснюються відповідні технологічні процеси, включаючи збірку та встановлення необхідного обладнання і агрегатів.

Будівля оснащена системою інженерного та санітарно-технологічного обладнання і має всі необхідні засоби для виконання своїх функцій.

2.1.2. Архітектурно-конструктивні рішення

Всі запроектовані несучі та огорожуючі конструкції відповідають вимогам діючих нормам та правилам.

Фундаменти – залізобетонні, стаканного типу.

Фундаментні балки – залізобетонні, трапецевидного перерізу.

Колони крайнього ряду – залізобетонні, одноконсольні прямокутного перерізу, з кроком бм.

Колони середнього ряду – залізобетонні, з двома консолями прямокутного перерізу, з кроком бм.

Ригелі – залізобетонні, таврового перерізу.

Стінові огорожуючі конструкції – стінові панелі, з пінополістирольним утеплювачем. Товщина сандвіч панелей – 250мм.

Стіни ліфтової шахти та сходової клітки – цегляні, товщиною 380мм.

Перегородки – цегляні, товщиною 120мм.

Перемички – залізобетонні, брускові.

Конструкції перекриття – залізобетонні з круглими пустотами.

Конструкції покриття:

- кроквяні ферми – залізобетонні арочної форми, розкісні;
- ребристі плити покриття, розміром 3хбм.

Двері – металеві.

Вікна – металеві, із спареними рамами.

Ворота – розпашні.

Будівля забезпечена необхідними інженерними мережами.

Несучий каркас складається з колон, ригелів та ферм. Скріплені між собою колони та ригелі утворюють несучі рами, котрі приймають вертикальні й горизонтальні навантаження.

Загальна жорсткість споруди забезпечена горизонтальним диском покриття вертикальними зв'язками між рамами і жорсткістним защемленням колон поперечних рам у фундаменті.

2.1.2.1. Фундаменти

Фундаменти [1] використані збірні залізобетонні, стаканного типу. Виконані з бетонної суміші класу С20/25.

Фундаменти під колони прийнято з наступними розмірами 1500х1500мм.

Гідроізоляція виконана фарбувально-бітумна, застосований метод обклеюванням рулонними матеріалами та застосуванням холодної або гарячої мастики.

Виконана щебенева підготовка під фундаменти.

2.1.2.2. Фундаментні балки

Під стінову огорожу із бетонних панелей змонтовано фундаментні балки [3] таврового перерізу згідно серії 1.415-вип.-1.

Фундаментні балки мають висоту 450мм. Балки влаштовані на ростверк через шар розчину товщиною 3см, марка розчину М150.

На верхній грані балок улаштовано два шари гідроізоляційного рулонного матеріалу на мастиці.

Для захисту фундаментів від негативного впливу атмосферних опадів виконано вимощення вздовж фундаментних балок.

Специфікація фундаментних балок

Табл. 2.1.

<i>Марка, поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Маса од., т</i>	<i>Примітки</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	Серія 1.415-вип.-1.	ФБ6-1	14		
2		ФБ6-2	4		
3		ФБ6-3	4		
4		ФБ6-4	2		

2.1.2.3. Колони

В якості несучих конструкцій каркасу використані залізобетонні колони з консолями [4], для виробничих будівель, прямокутного перерізів, з розмірами 400х600мм. Висота колон каркасу по осях А, Г становить 12м. Висота колон каркасу по осях Б, В становить 5,7м. Колони виготовлені з бетонної суміші марки С25/30. Сітка колон будівлі – 6х6м.

2.1.2.4. Ригелі перекриття

Для спирання плит перекриття використано ригелі [5]. Ригелі виконано по серії 1.480-8/81, залізобетонними, таврового перерізу, довжиною 6м, висота 350мм. Спирання ригелів перекриття виконано на консолі колон через закладні деталі та закладні болти. Ригелі виконано з бетонної суміші марки С25/30.

2.1.2.5. Плити перекриття

Перекриття в будівлі виконано з збірних залізобетонних плит [6], товщиною 220мм. Спирання плит дорівнює 120мм. Стики заповнені цементно-піщаним розчином М100. За допомогою Г - подібного анкеру виконується анкерування в місцях спирання плит на зовнішні стіни.

2.1.2.6. Кроквяні ферми

Кроквяні ферми [7] виконано залізобетонними сегментними розкісними. Ферми мають довжину 18м та змонтовані на колони. Крок ферм відповідає кроку колон. Кроквяні ферми закріплені до оголовків колон через закладні деталі. Висота в середній частині – 2,7м, на опорі – 0,78м.

2.1.2.6.1. Технічний стан кроквяних ферм

За результатами проведеного обстеження виявлено такі дефекти та пошкодження кроквяних ферм:

- повсюдні сліди зволоження на поверхні конструкцій через замочування атмосферними та технологічними водами;
- тріщини шириною розкриття до 0,3мм.

На підставі проведеного обстеження технічний стан кроквяних ферм класифікується як *задовільний*.

2.1.2.7. Плити покриття

Плити покриття [8] – попередньо-напружені ребристі, прийняті по ГОСТ 22701.0-77, з розмірами 3х6м типового виготовлення. Товщина приопорної частини складає 300мм, товщина тіла плити 30мм. Плити влаштовані на ферми і приварені до закладних деталей ферм у вузлах. Анкерування виконується за допомогою Г - подібного анкеру в місцях спирання плит на зовнішні стіни.

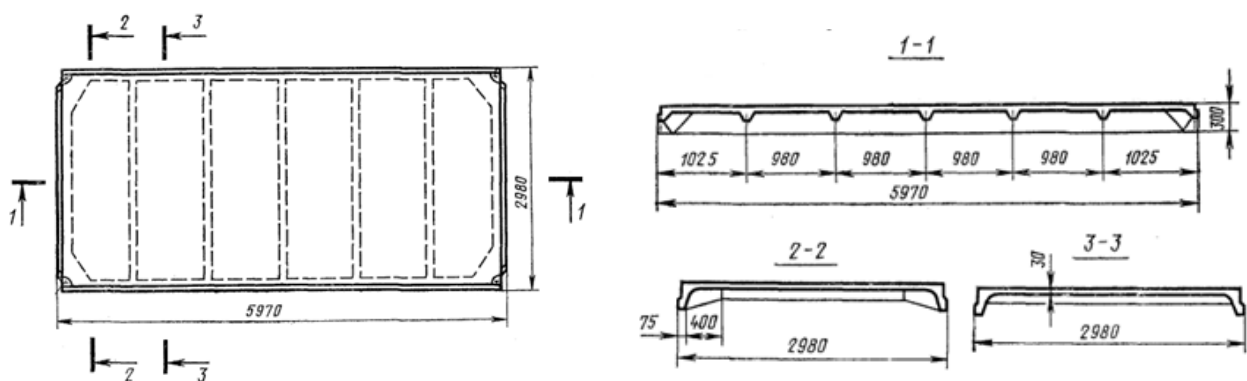


Рис. 2.1.2.7.1. Схема плити покриття

2.1.2.7.1. Технічний стан плит покриття

За результатами проведеного обстеження виявлено такі дефекти та пошкодження плит покриття:

- корозія бетону;
- відшарування захисного шару бетону плит покриття;
- корозія арматурних стержнів;
- повсюдні відколи бетону.

На підставі проведеного обстеження технічний стан кроквяних ферм класифікується як *непридатний до нормальної експлуатації*.

2.1.2.8. Покрівля

Покрівля [9] виконана з 2-х шарів наплавленого руберойду на антисептичній мастиці. По залізобетонних плитах влаштована цементно-піщана стяжка товщиною 0,015 м, на котру влаштовано пароізоляційну плівку та паробар'єр, потім пінобетонний утеплювач завтовшки 100 мм. По утеплювачу виконана стяжка товщиною 15мм на яку вкрито рулонний килим.

Покрівля не вентилявана, ухил 3%.

Для відводу талих та атмосферних опадів передбачено внутрішній водопровід. Підвищена водопроникність покрівлі в місцях установки водостічних воронок досягнута шляхом наклеювання на фланець чаші воронки шарів гідроізоляційного килима з трьома мастиковими шарами.

2.1.2.9. Зовнішні огорожувальні конструкції

Зовнішніми огорожуючими конструкціями у виробничій будівлі слугують бетонні панелі [10] товщиною 250мм. З пінополістирольним утеплювачем товщиною 100мм. Зовнішня грань панелі поштукатурена цементно-піщаним розчином товщина якого становить 15мм.

Перший ряд спирається, через шар густого кладочного розчину, марки М100, на фундаментні балки, послідовні ряди спираються на нижче розташовані конструкції (панелі) також через шар розчину, також панелі

кріпляться до колон каркасу за допомогою закладних деталей панелей та колон, котрі зварені між собою.

Стіни [11] ліфтової шахти та сходової клітини виконано із червоної рядової цегли М75. Цегляна кладка додатково зміцнена металевими сітками ВР-І, з розміром чарунок 30х30мм, Ø6мм

2.1.2.10. Перегородки

Зонування робочих зон на першому та другому поверхах виконано за допомогою цегляних перегородок[11], товщиною 120мм. Перегородки армовані дротом Ø6мм. В місцях стикування перегородок між собою та в місцях стикування їх до стінових панелей виконано анкерування.

2.1.2.11. Перемички

Для перекриття дверних та віконних прорізів, та передавання навантаження від вище розташованих ділянок цегляних стін влаштовано перемички [12] брускового типу. Перемички прийняті по серії 1.038.1-1 марки ЗПБ10-1, 2ПБ15-1, 2ПБ19-3, ЗПБ36-4. Перемички влаштовуються на шар розчину марки М75.

Специфікація перемичок

Табл. 2.2.

<i>Марка, поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Маса, т</i>	<i>Примітки</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	Серія 1.038.1-1 вип.1	ЗПБ 10-1	15	42	
2		ЗПБ 36-4	14	222	
3		2ПБ 19-3	4	64	
4		2ПБ 15-1	8	54	

2.1.2.12. Вікна, двері, ворота

Віконні блоки [13] виконано металевими із спареними рамами по серії 1.436.4-20. У спарених рамах внутрішні стулки навішені на віконний короб, а зовнішні – на зовнішню сторону рам. Підвіконні дошки – залізобетонні з оштукатуреною поверхнею, марки ПД-9А.

Специфікація вікон

Табл. 2.3.

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, т	Примітки
1	2	3	4	5	6
ВК1	Серія 1.436.4-20	ОПР 48-30РТ	17	-	
ВК2		ОПР 24-30РТ	2	-	
ВК3		ОПР 48-18РТ	21	-	
ВК4		ОПР 48-12РТ	1	-	
ВК5		ОПР 24-12РТ	1	-	
ВК6		ОПР 18-30РТ	1	-	

Двері [13] згідно серії 2435-6, металеві, фарбовані. Кріплення дверної рами в стіни здійснено за допомогою йоршів.

Металеві двері виготовлені зі стійких до механічних впливів матеріалів, що надає їм високу міцність та надійність. Вони стійкі до ударів, зносу і можуть витримувати великі навантаження.

Двері оснащені системами захисту від вторгнень, такими як сучасні замки, броньовані петлі і антивандальні елементи.

Специфікація дверей

Табл. 2.4.

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, т	Примітки
1	2	3	4	5	6
Д1	-	ДБ ДНГ 24-10	1		
Д2	-	ДБ ДВГ 21-10	2		
Д3	-	ДБ ДВГ 21-15	2		
Д4	Серія 2435-6	ДБ ПД 5	10		
Д5		ДБ ПД 6	1		
Д6		ДБ ПД 3	1		
Д7		ДБ ПДН 6	2		
Д8		ДБ ПД 1	1		

Ворота – металеві, промислові, розпашні розміром 3,0х3,6.

Ворота виконані стійкими до механічних впливів, герметичними, для запобігання проникненню в виробничу будівлю пилу, бруду, вологи та інших сторонніх речовин.

Ворота оснащені відповідними системами захисту, які запобігають травмуванню людей під час їх відкривання та закривання.

Специфікація воріт

Табл. 2.5.

<i>Марка, поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Маса, т</i>	<i>Примітки</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	-	Ворота В1	1		
2	-	Ворота В30х36	2		

2.1.2.13. Підлоги

Підлоги [14] у виробничому цеху виконані бетонні, мозаїчні, дерев'яні.

Підлоги влаштовані на попередньо вирівняну і ущільнену поверхню.

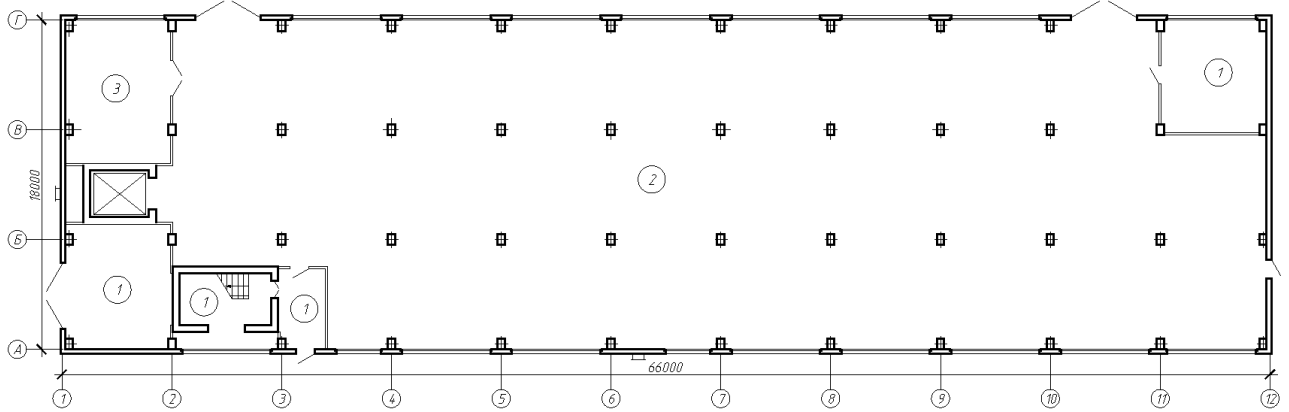


Рис. 2.1.2.13.1. План підлог на відм.0,000

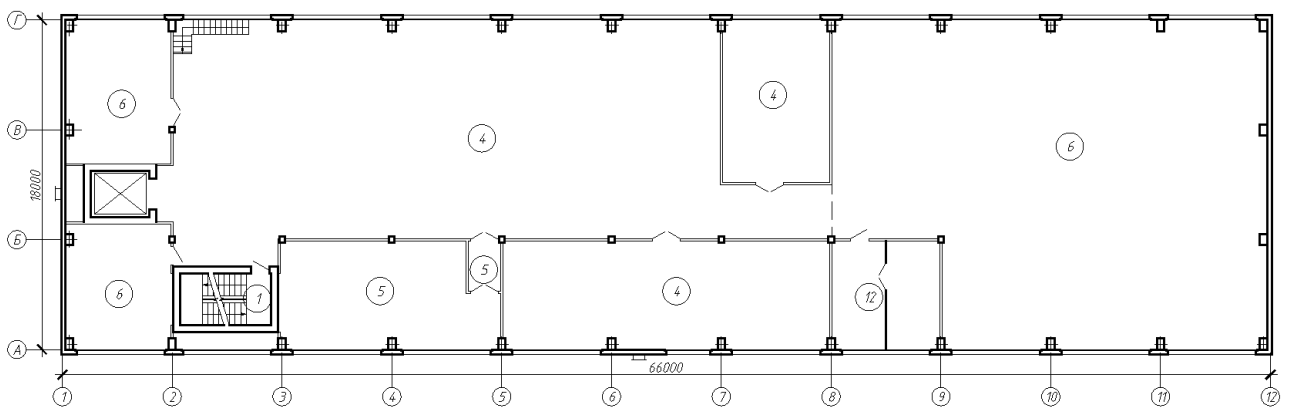

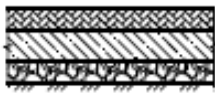

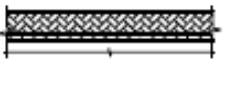





Рис. 2.1.2.13.1. План підлог на відм.+6,000

Експлікація підлог

Табл. 2.1.2.13.

Номер приміщення	Тип підлоги	Схема підлоги або тип підлоги по серії	Дані елементів підлоги (найменування, товщина, основа та ін.), мм	Площа м ²
Вхідний тамбур	1		Бетон класу В15, - 150	120.0
сходникова			підстилюючий шар із сульфатостійкого бетону В7.5 -300	
квітка, вузол			шар щєбно политого бітумом - 200	
управління			грунт основи з втрамбованим щєбнем фракцією 40 мм	
автоматичним пожежогасінням				
Механо-збірна ділянка, ділянка ТО.	2		Торцове покриття - 200	150.0
			прошарок з бітумної мастики	
			підстилюючий шар із сульфатостійкого бетону В7.5 -250	
			шар щєбно политого бітумом - 200	
		грунт основи з втрамбованим щєбнем		
Дільниця ремонту обладнання	3		Мозаїчне шліфоване покриття з бетону В22.5 - 150	50.0
			підстилюючий шар з бетону класу В7.5 - 300	
			шар щєбно пролитого бітумом - 200	
		грунт основи з втрамбованим щєбнем		
Вузлова збірна ділянка, шліфувальна ділянка, приміщення керівництва підприємством	4		Торцове покриття (із дерев'яної шашки) - 200	980.0
			прошарок із цементно-піщаного розчину М100 - 50	
			2 шари гідроізолу на холодній бітумній мастиці	
			стяжка із легкого бетону класу В7,5 - 100	
			збірні з/б плити	
Приміщення фарбування, тамбур	5		Мозаїчне шліфоване покриття з бетону класу В22.5 - 200	71.0
			прошарок з цементно-піщаного розчину М100 - 80	
			2 шари гідроізолу на холодній бітумній мастиці	
			стяжка із легкого бетону класу В7.5 - 80	
			збірні з/б плити - 400	
Заточна дільниця інструментально-роздаточна кладова	6		Мозаїчне шліфоване покриття з бетону класу В22.5 - 200	90
			цементно-піщана стяжка М200 - 80	
			стяжка із легкого бетону класу В7.5 - 80	
			збірні з/б плити - 400	
Вентприміщення машинне приміщення ліфта	7		Бетон класу В15 - 200	220.0
			збірні з/б плити - 400	

2.2. Опис предмету дослідження

Предметом дослідження, у цій роботі, є залізобетонні ферми покриття типового виготовлення згідно серії 1.463.1-16.

Необхідність реконструкції цеху виникла внаслідок змін в будівельних норм, які відбулися після його будівництва. На момент спорудження цеху використовувалися діючі, на той час, будівельні норми, але з часом вимоги та норми зазнали змін.

Зміни в будівельних нормах включили в себе оновлені стандарти безпеки, норми навантажень. Відповідно до [15] снігове навантаження в районі розташування будівлі збільшилося з $71,4\text{кг/м}^2$ до 180кг/м^2 . Це вплинуло на величину та тип навантажень, які будівля повинна витримувати, згідно норм.

Задача роботи виконати перевірку чи відповідають несучі конструкції покриття, котрі були розраховані на навантаження відповідно до СНиП 2.01.07-85, що було нормою на момент будівництва, навантаження згідно [15].

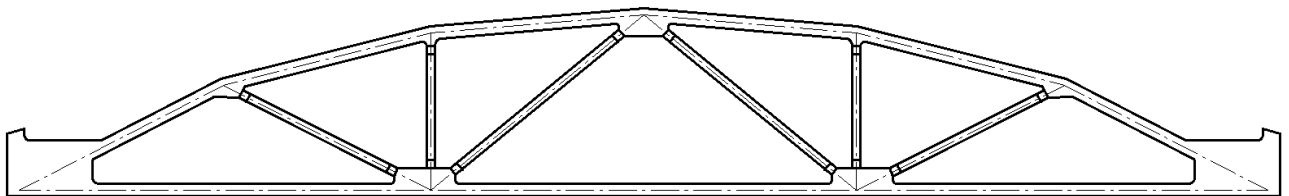


Рис. 2.2.1. Схема ферми

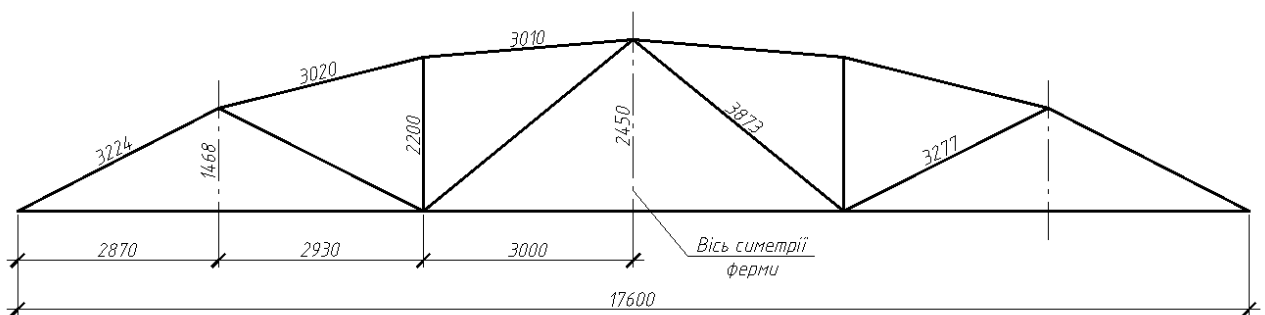


Рис. 2.2.2. Геометрична схема ферми

Ферма покриття – це конструкція, яка є геометрично незмінною, та складається з прямих стержнів, що з'єднані між собою.

Місце з'єднання стержнів називають вузлами, вертикальні елементи – стійки, похилі стержні – розкоси, стержні, що розташовані по контуру вгорі і внизу утворюють відповідно верхній та нижній пояси.

Ферми котрі розглядаються в цій роботі – арконого (сегментного) типу. Елементи решітки розташовані під кутом до нижнього поясу, що становить близько 45° ... 50° .

Ферми виготовлені із важкого високо-міцного бетону класу C20/25, використана арматура класів A400C, A240C.

Переріз верхнього поясу становить 250x250(h), нижнього поясу становить 250x300(h), елементів решітки – 150x150(h).

Особливістю роботи ферми, яка правильно спроектована і правильно експлуатується, є те, що всі елементи підлягають лише поздовжнім розтягуючим чи стискуючим зусиллям. Щоб уникнути зусиль згинальних моментів та зусиль поперечної сили, в елементах, повинні бути додержані наступні умови:

- а) осі елементів ферм повинні зосереджуватися в одній точці – вузлах;
- б) елементи ферми мають бути прямолінійними;
- в) сила навантажень повинна бути прикладена тільки у вузли ферми.

За результатами проведеного попереднього технічного обстеження ферми покриття знаходяться в задовільному технічному стані. Збірні залізобетонні плити покриття, які спираються на ферми мають чисельні пошкодження, а саме: повсюдні тріщини корозійного характеру в ребрах, сліди корозії бетону, відшарування бетону з оголенням та без оголення арматури.

2.3. Методика дослідження

Створюємо модель розрахункової схеми ферми у ПК SCAD Office 23.



Рисунок 2.3.1. Створення елементів нижнього поясу ферми

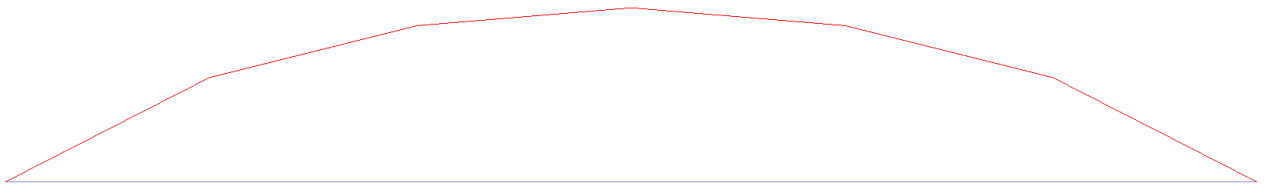


Рисунок 2.3.2. Створення елементів верхнього поясу ферми

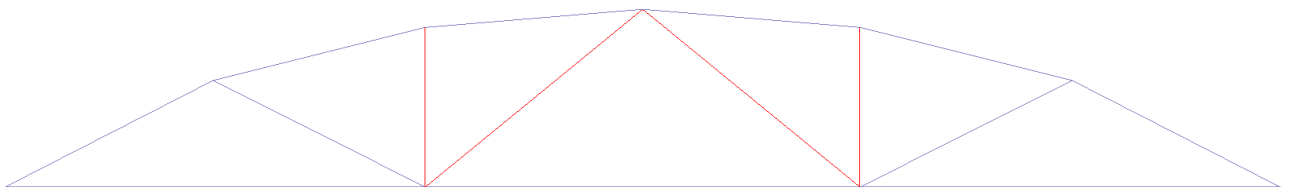


Рисунок 2.3.3. Створення елементів решітки ферми

Після моделювання схеми несучих конструкцій покриття, наступним кроком є задання їм жорсткостей:

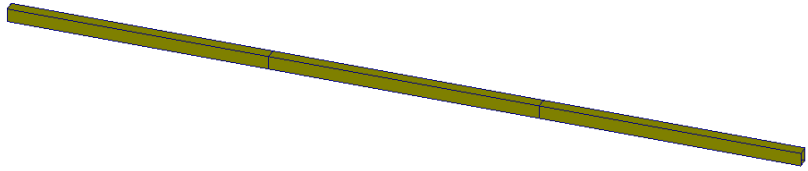
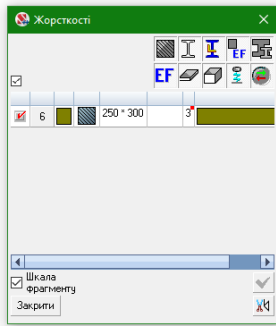


Рисунок 2.3.4. Задання жорсткостей для елементів нижнього поясу

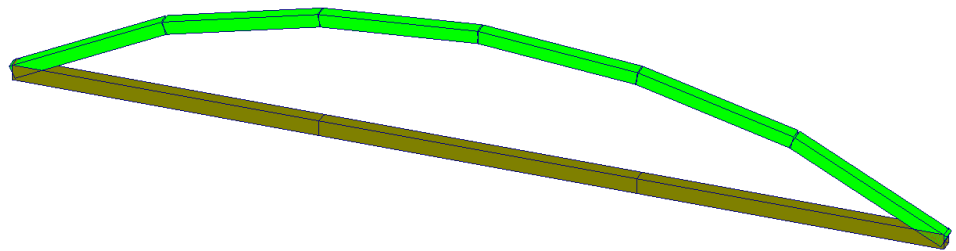
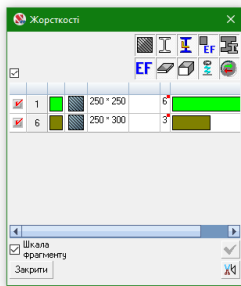


Рисунок 2.3.5. Задання жорсткостей для верхнього поясу

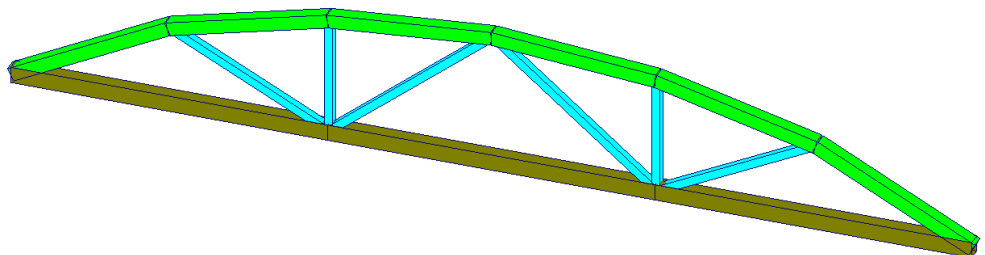
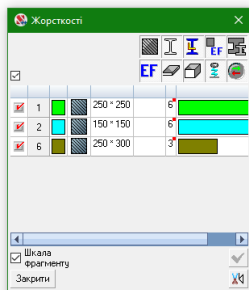


Рисунок 2.3.6. Задання жорсткостей для елементів решітки

Розрахунок ферм покриття (з урахуванням СНиП 2.01.07-85):

Види навантажень

Табл. 2.3.1.

Номер	Назва
L1	Власна вага
L2	Вага плит покриття
L3	Вага покрівлі
L4	Снігове навантаження

Комбінації навантажень

Табл. 2.3.2.

Номер	Формула
1	$L1+L2+L3+L4$

Розрахункові сполучення зусиль і переміщень

Табл. 2.3.3.

	Назва	Тип завантаження	Вид навантаження	Коеф. надійності	Частка тривалості
1	Власна вага	Постійні навантаження	Вага бетонних (густина більша за 1.6т/м ³), залізобетонних, кам'яних, дерев'яних конструкцій	1,1	1
2	Вага плит покриття	Постійні навантаження	Вага бетонних (густина більша за 1.6т/м ³), залізобетонних, кам'яних, дерев'яних конструкцій	1,1	1
3	Вага покрівлі	Постійні навантаження	Вага бетонних конструкцій (густина дорівнює або менша за 1.6т/м ³), ізоляційні та інші шари, виконані у заводських умовах	1,2	1
4	Снігове навантаження	Короткочасні навантаження	Повні снігові навантаження	1,4	0,5

Збір навантажень від шарів покрівлі на 1м²

Табл. 2.3.4.

Навантаження	Експлуатаційне значення (нормативне) кгс/м ²	γ_f	Граничне розрахункове значення кгс/м ²	Примітка
<i>Постійне</i>				
3 шари руберойду на антисептичній мастиці $\delta=0,025\text{м.}, \gamma=5,2\text{кгс/м}^3$	0,13	1,2	0,156	
Цементно-піщана стяжка $\delta=0,015\text{м.}, \gamma=1800\text{кгс/м}^3$	27	1,3	35,1	
Утеплювач (пінобетон) $\delta=0,1\text{м.}, \gamma=60\text{кгс/м}^3$	6	1,2	7,2	
Пароізоляція $\delta=0,015\text{м.}, \gamma=1,12\text{кгс/м}^3$	0,017	1,2	0,020	
Залізобетонна ребриста плита, розміром 3х6м, h=300мм	164	1,1	180,4	
Всього	197,15		222,88	
<i>Тимчасове</i>				
Снігове навантаження	71,4	1,4	99,96	
Всього	268,55		322,84	

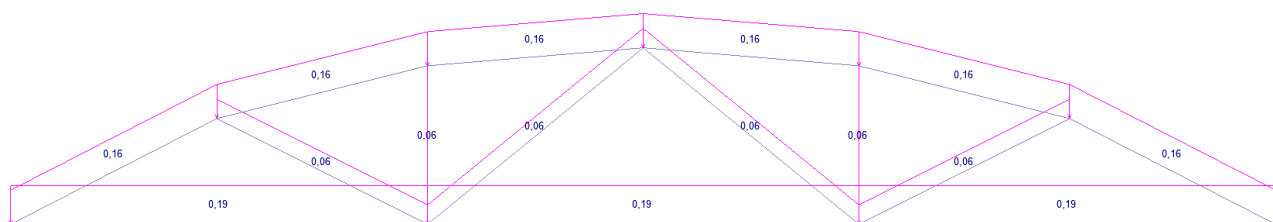


Рисунок 2.3.7. Задання навантаження від власної ваги

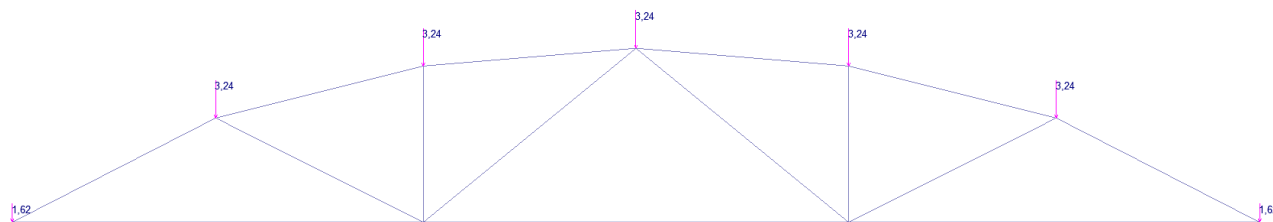


Рисунок 2.3.8. Задання навантаження від плит покриття

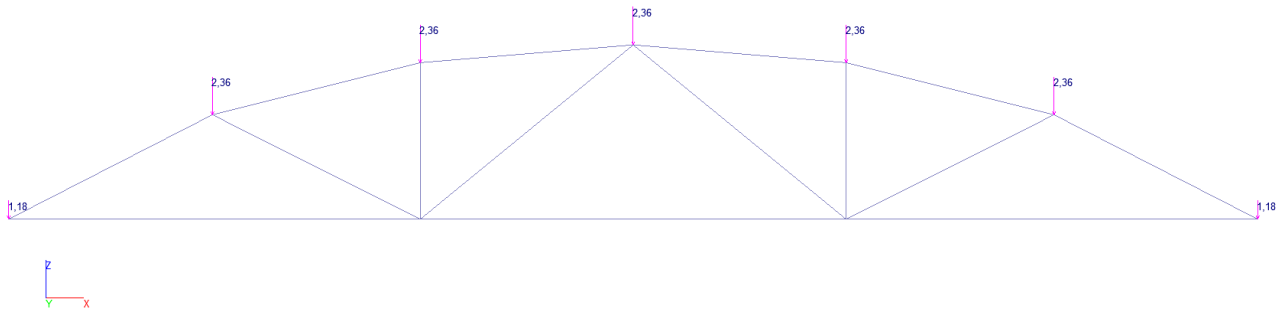


Рисунок 2.3.9. Задання навантаження від ваги покрівлі

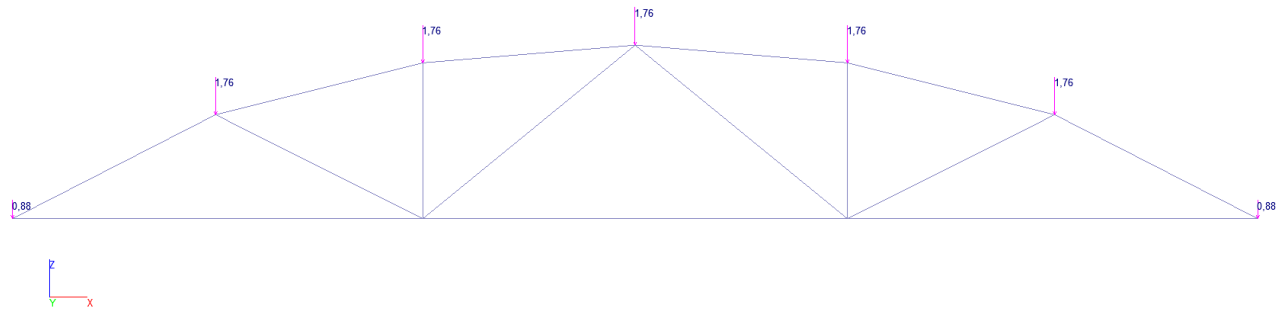


Рисунок 2.3.10. Задання снігового навантаження

Армування елементів нижнього поясу:

поздовжнє – $7\text{Ø}16$, класу – А400С;

поперечне – $2\text{Ø}5$, класу – А240С, влаштовані з кроком 200мм.

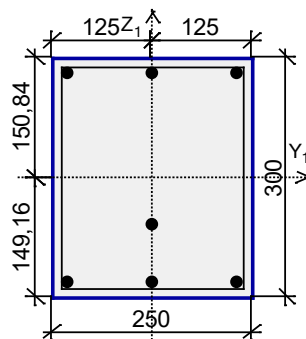


Рисунок 2.3.11. Схема армування елементів нижнього поясу

Армування елементів верхнього поясу:

поздовжнє – $4\varnothing 12$, класу – А400С;

поперечне – $2\varnothing 5$, класу – А240С, влаштовані з кроком 200мм.

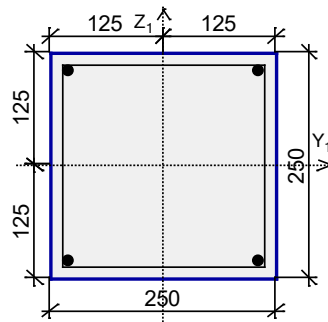


Рисунок 2.3.12. Схема армування елементів верхнього поясу

Армування елементів решітки:

поздовжнє – $4\varnothing 10$, класу – А400С;

поперечне – $2\varnothing 5$, класу – А240С, влаштовані з кроком 200мм.

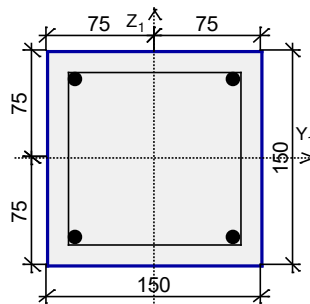


Рисунок 2.3.13. Схема армування елементів решітки

Розглядаємо результати розрахунку:

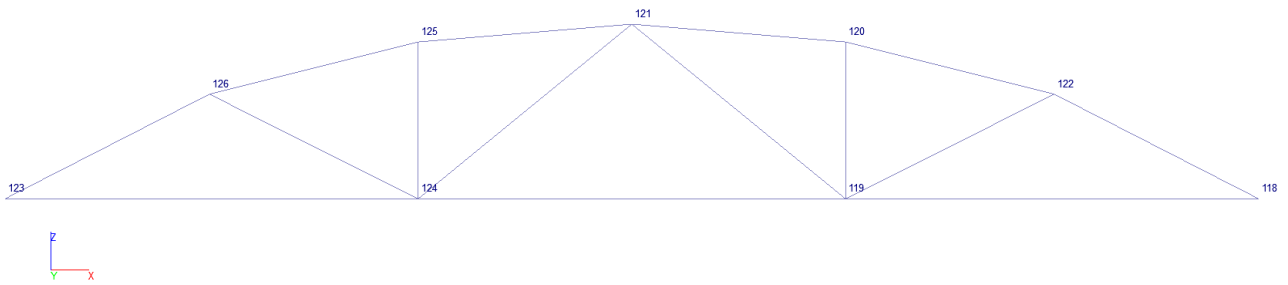


Рисунок 2.3.14. Схема ферм із зазначенням номерів вузлів

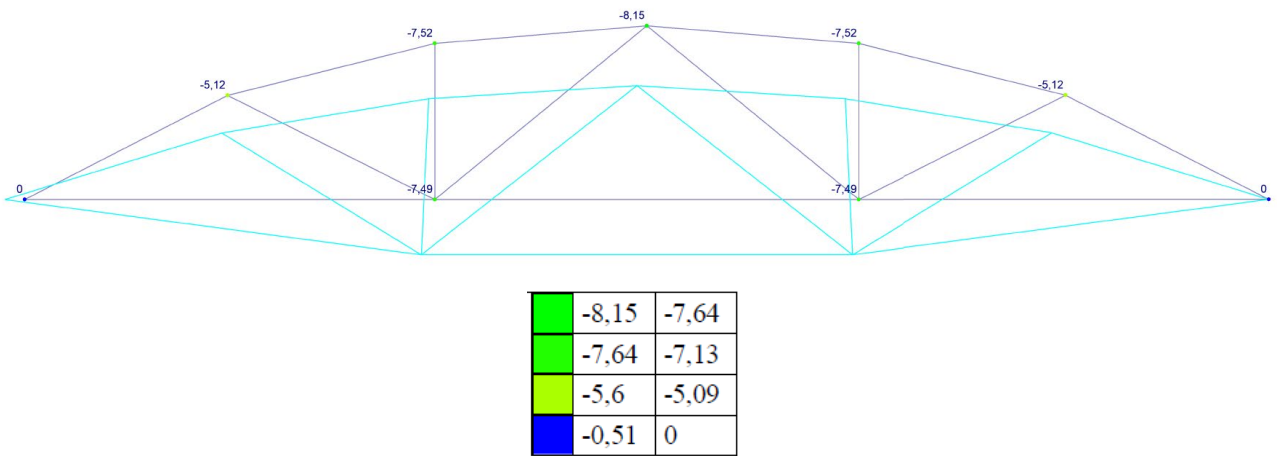


Рисунок 2.3.15. Схема ферм до реконструкції із зазначенням величини переміщень (мм) вузлів

Прогин ферми складає 0,82см, що знаходиться в межах норми (7,7см)

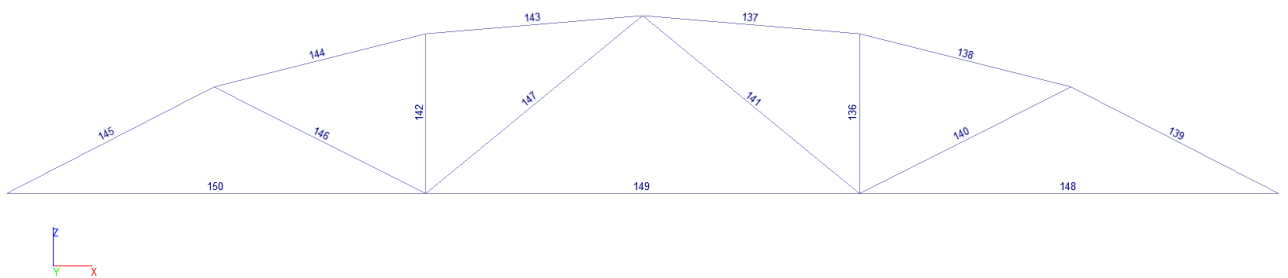


Рисунок 2.3.16. Схема ферм із зазначенням номерів елементів

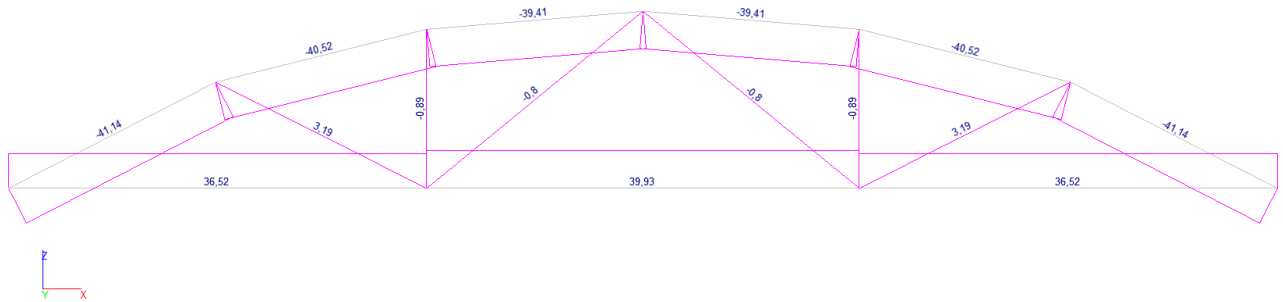


Рисунок 2.3.17. Схема ферм із зазначенням величин зусиль N(т)

**Зведена таблиця зусиль, що виникають в елементах ферми
(з урахуванням СНиП 2.01.07-85)**

Табл. 2.3.5.

№ елемента	Величина переміщень, мм	Величина зусиль N, т
Елемент №136	8,15	-0,89
Елемент №137		-39,41
Елемент №138		-40,52
Елемент №139		-41,14
Елемент №140		3,19
Елемент №141		-0,8
Елемент №142		-0,89
Елемент №143		-39,41
Елемент №144		-40,52
Елемент №145		-41,14
Елемент №146		3,19
Елемент №147		-0,8
Елемент №148		36,52
Елемент №149		39,93
Елемент №150		36,52

Розрахунок ферм покриття (з урахуванням ДБН В.1.2-2:2006):

Види навантажень

Табл. 2.3.6.

Номер	Назва
L1	Власна вага
L2	Вага плит покриття
L3	Вага покрівлі
L4	Снігове навантаження

Комбінації навантажень

Табл. 2.3.7.

Номер	Формула
1	$L1+L2+L3+L4$

Розрахункові сполучення зусиль і переміщень

Табл. 2.3.8.

	Назва	Тип завантаження	Вид навантаження	Коеф. надійності	Частка тривалості
1	Власна вага	Постійні навантаження	Вага бетонних (густина більша за 1.6т/м3), залізобетонних, кам'яних, дерев'яних конструкцій	1,1	1
2	Вага плит покриття	Постійні навантаження	Вага бетонних (густина більша за 1.6т/м3), залізобетонних, кам'яних, дерев'яних конструкцій	1,1	1
3	Вага покрівлі	Постійні навантаження	Вага бетонних конструкцій (густина дорівнює або менша за 1.6т/м3), ізоляційні та інші шари, виконані у заводських умовах	1,2	1
4	Снігове навантаження	Короткочасні навантаження	Повні снігові навантаження	2,12	0,5

Реконструкція цеху була зумовлена змінами в будівельних нормах після його будівництва. Будівництво виробничої будівлі відбувалося за чинними на той час будівельними нормами, але з часом вимоги та стандарти змінилися.

Також реконструкція покрівлі необхідна через непридатний стан плит покриття.

Виконуємо збір навантаження на кроквяні ферми від ваги шарів покрівлі з урахуванням снігового навантаження (розраховане згідно діючих норм).

Збір навантажень від шарів покрівлі на 1м²

Табл. 2.3.9.

Навантаження	Характеристичне значення	Експлуатаційне значення кгс/м ²	γ_f	Граничне розрахункове значення кгс/м ²	Примітка
<i>Постійне</i>					
3 шари руберойду на антисептичній мастиці $\delta=0,025\text{м.}, \gamma=5,2\text{кгс/м}^3$	0,13	0,13	1,2	0,156	
Цементно-піщана стяжка $\delta=0,015\text{м.}, \gamma=1800\text{кгс/м}^3$	27	27	1,3	35,1	
Утеплювач (пінобетон) $\delta=0,1\text{м.}, \gamma=60\text{кгс/м}^3$	6	6	1,2	7,2	
Пароізоляція $\delta=0,015\text{м.}, \gamma=1,12\text{кгс/м}^3$	0,017	0,017	1,2	0,020	
Залізобетонна ребриста плита, розміром 3х6м, h=300мм	164	164	1,1	180,4	
Всього		197,15		222,88	
<i>Тимчасове</i>					
Снігове навантаження	180	88,2		187,20	
Всього		285,35		410,08	

Розрахунок снігового навантаження приведено в Додаток А.

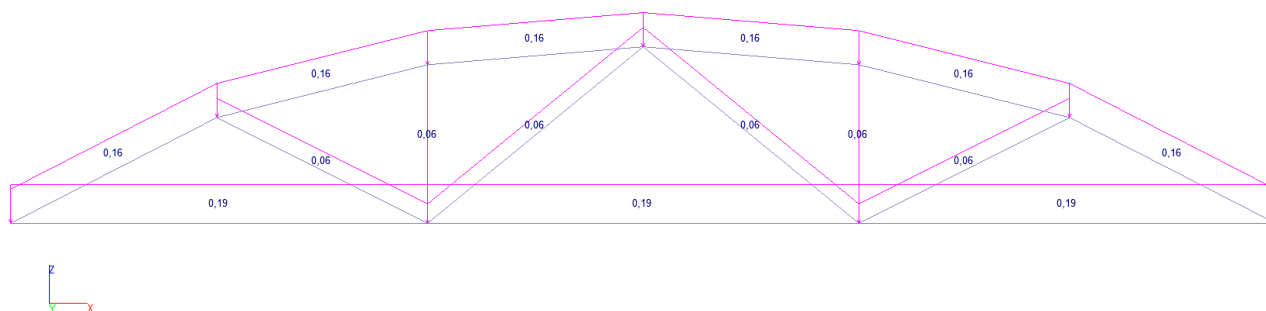


Рисунок 2.3.18. Задання навантаження від власної ваги

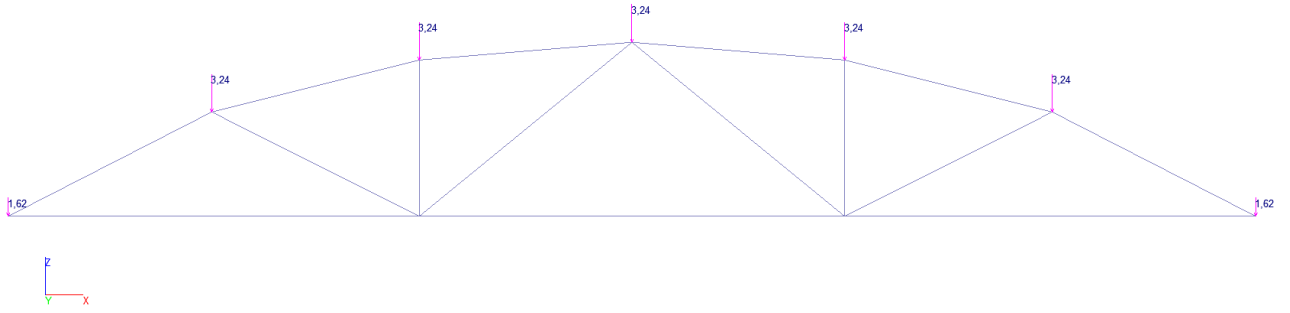


Рисунок 2.3.19. Задання навантаження від плит покриття

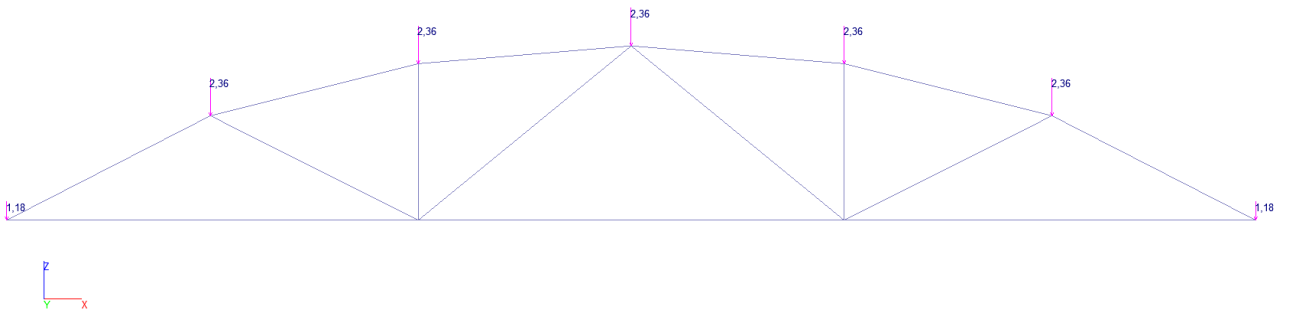


Рисунок 2.3.20. Задання навантаження від ваги покрівлі

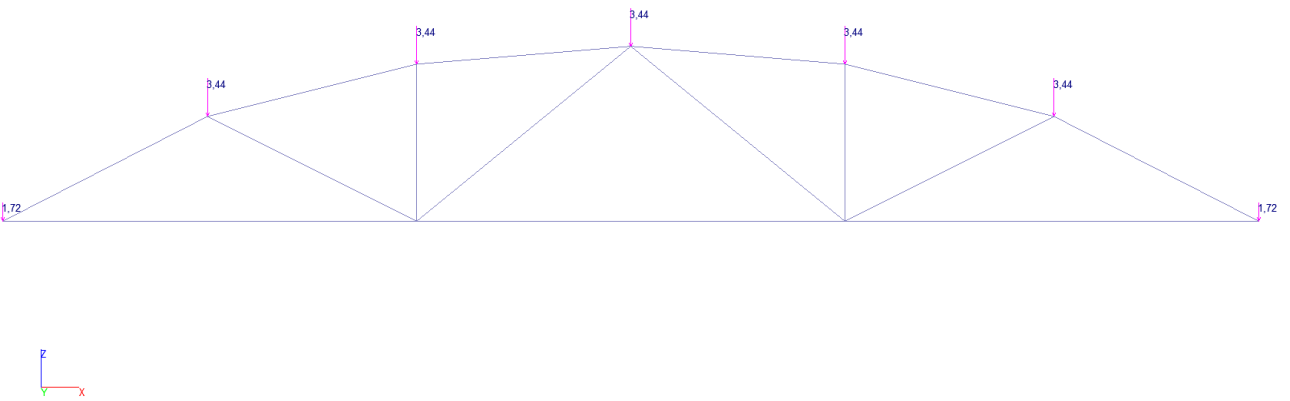


Рисунок 2.3.21. Задання снігового навантаження

Розглядаємо результати розрахунку:

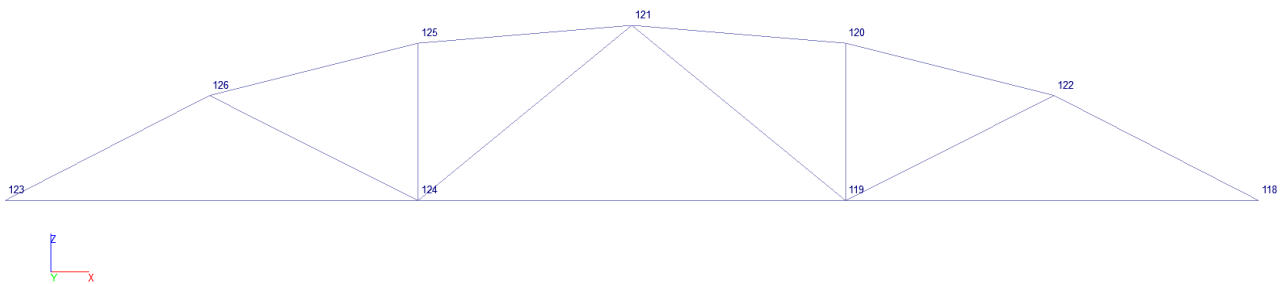


Рисунок 2.3.22. Схема ферм після реконструкції із зазначенням номерів вузлів

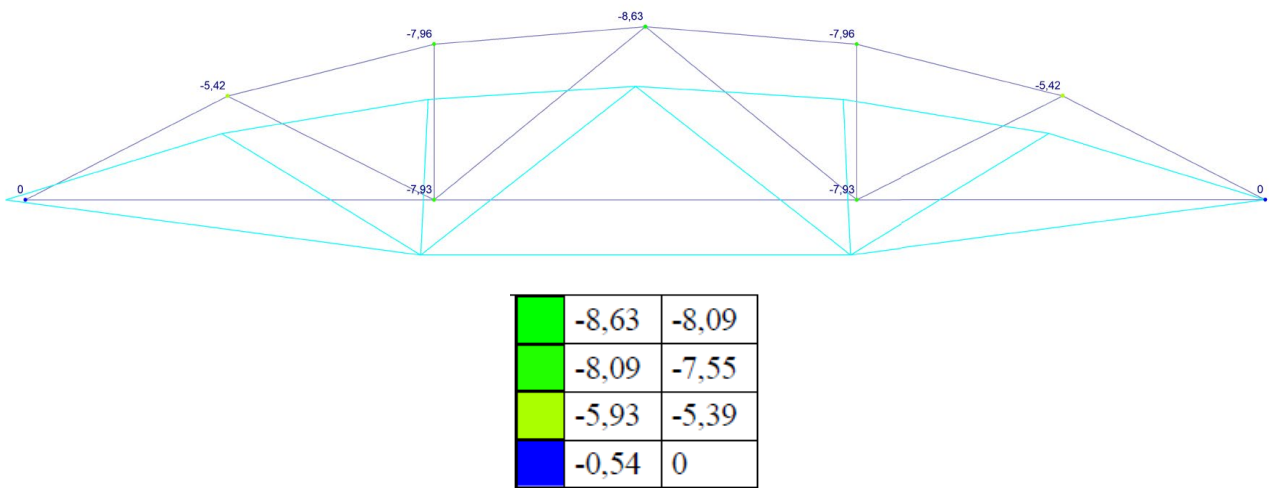


Рисунок 2.3.23. Схема ферм після реконструкції із зазначенням величини переміщень (мм) вузлів

Прогин ферми складає 0,8см, що знаходиться в межах норми (7,7см)

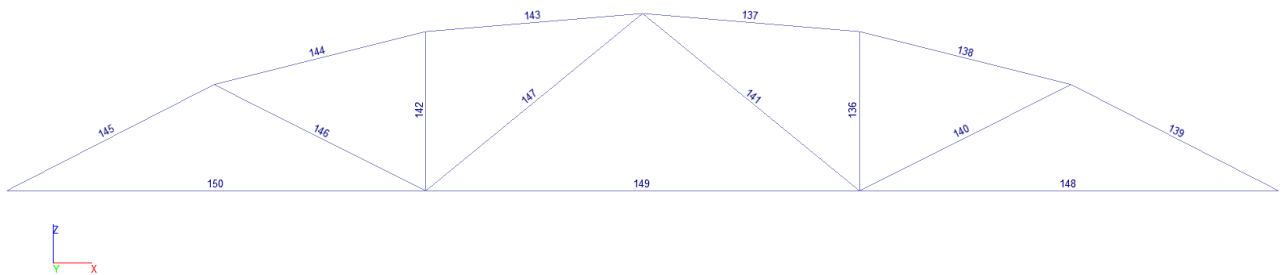


Рисунок 2.3.24. Схема ферм після реконструкції із зазначенням номерів елементів

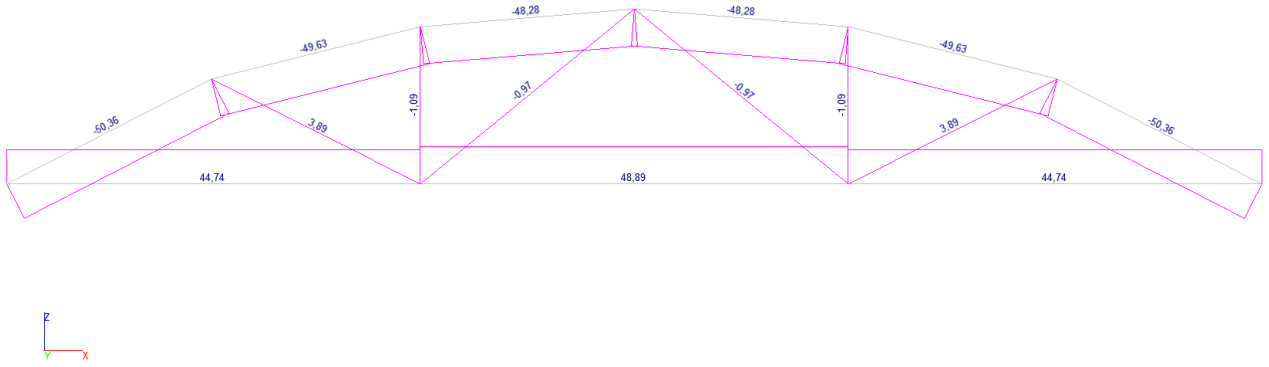


Рисунок 2.3.25. Схема ферм після реконструкції із зазначенням величин зусиль $N(t)$

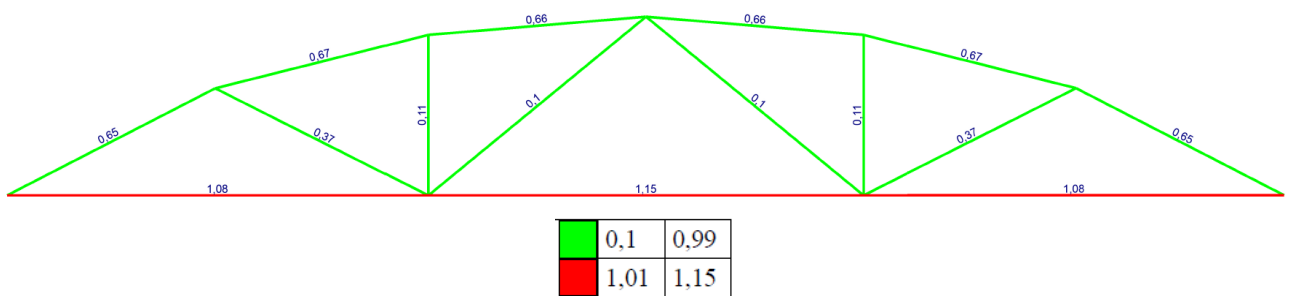
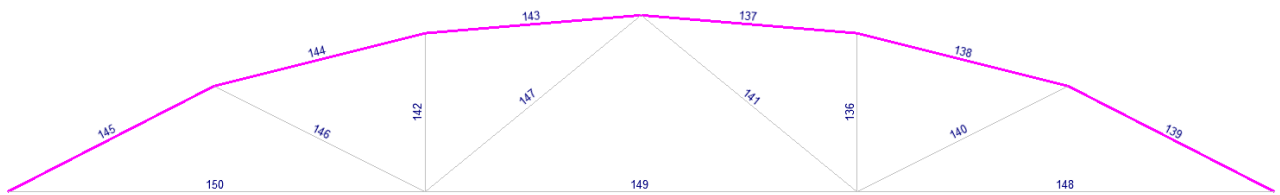


Рисунок 2.3.26. Схема ферм після реконструкції із зазначенням величини критичного фактору K_{max}

Зведена таблиця величин, що виникають в елементах ферми (з урахуванням ДБН В.1.2-2:2006)

Табл. 2.3.10.

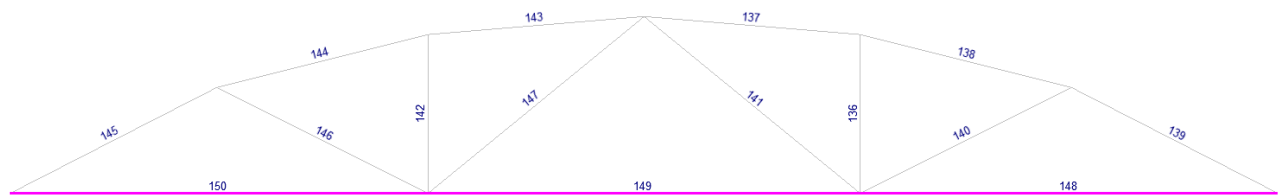
№ елемента	Величина переміщень, мм	Величина зусиль N, t	Величина критичного фактору
Елемент №136	8,63	-1,09	0,11
Елемент №137		-48,28	0,66
Елемент №138		-49,63	0,67
Елемент №139		-50,36	0,65
Елемент №140		3,89	0,37
Елемент №141		-0,97	0,1
Елемент №142		-1,09	0,11
Елемент №143		-48,28	0,66
Елемент №144		-49,63	0,67
Елемент №145		-50,36	0,65
Елемент №146		3,89	0,37
Елемент №147		-0,97	0,1
Елемент №148		44,74	1,08
Елемент №149		48,99	1,15
Елемент №150		44,74	1,08



Екстремальні значення факторів. Група ВП

Табл. 2.3.11.

Екстремальні значення факторів. Група Верхній пояс						
Фактор	Мінімум			Максимум		
	Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
Міцність за граничною поздовжньою силою перерізу	137	0,3	L1+L2+L3+L4~Переріз 3	138	0,31	L1+L2+L3+L4~Переріз 1
Міцність за граничним моментом перерізу	145	0,65	L1+L2+L3+L4~Переріз 3	138	0,67	L1+L2+L3+L4~Переріз 1
Поздовжня сила при врахуванні прогину при гнучкості $L0/i > 14$	137	0,15	L1+L2+L3+L4~Переріз 2	139	0,16	L1+L2+L3+L4~Переріз 2
Міцність за похилою смугою між похилими тріщинами	139	0,01	L1+L2+L3~Переріз 1	137	0,01	L1+L2+L3~Переріз 1
Міцність за похилою тріщиною	139	0,03	L1+L2+L3~Переріз 1	137	0,03	L1+L2+L3~Переріз 1



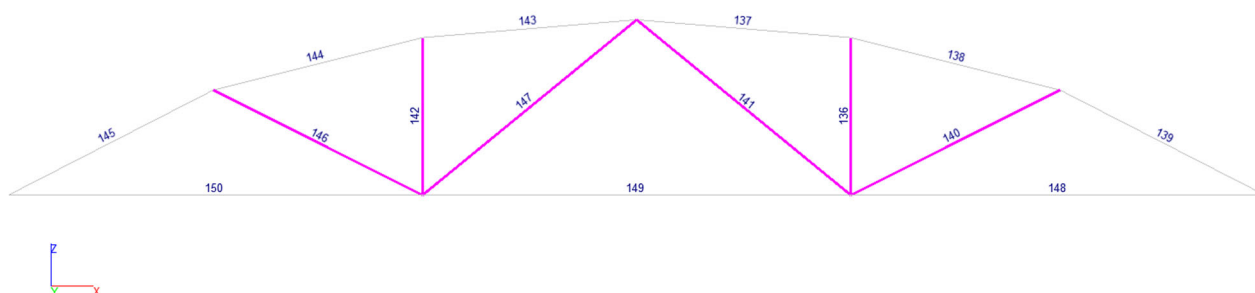
Екстремальні значення факторів. Група НП

Табл. 2.3.12.

Екстремальні значення факторів. Група Нижній пояс ферми						
Фактор	Мінімум			Максимум		
	Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
Міцність за граничною поздовжньою силою перерізу	148	0,98	L1+L2+L3+L4~Переріз 1	149	1,07	L1+L2+L3+L4~Переріз 1

Продовження табл. 2.3.12.

Міцність за граничним моментом перерізу	148	1,08	L1+L2+L3+L4~Переріз 2	149	1,15	L1+L2+L3+L4~Переріз 2
Ширина розкриття тріщин (короткочасна)	148	0,47	L1+L2+L3~Переріз 2	149	0,51	L1+L2+L3~Переріз 2
Ширина розкриття тріщин (тривала)	148	0,47	L1+L2+L3~Переріз 2	149	0,51	L1+L2+L3~Переріз 2
Міцність за похилою смугою між похилими тріщинами	148	0,02	L1+L2+L3~Переріз 1	149	0,02	L1+L2+L3~Переріз 1
Міцність за похилою тріщиною	148	0,2	L1+L2+L3~Переріз 1	149	0,21	L1+L2+L3~Переріз 1



Екстремальні значення факторів. Група Р

Табл. 2.3.13.

Екстремальні значення факторів. Група Решітка ферм						
Фактор	Мінімум			Максимум		
	Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
Міцність за граничною поздовжньою силою перерізу	141	0,02	L1+L2+L3+L4~Переріз 1	140	0,37	L1+L2+L3+L4~Переріз 3
Міцність за граничним моментом перерізу	141	0,1	L1+L2+L3+L4~Переріз 1	140	0,34	L1+L2+L3+L4~Переріз 3
Поздовжня сила при врахуванні прогину при гнучкості $L0/i > 14$	136	0,01	L1+L2+L3+L4~Переріз 1	141	0,03	L1+L2+L3+L4~Переріз 1

При збільшенні снігового навантаження, деякі елементи не відповідають вимогам міцності за граничним моментом перерізу (Рис. 2.3.26, табл. 2.3.12.), та вимогам міцності за граничною поздовжньою силою перерізу (Рис. 2.3.26, табл. 2.3.12.), а саме елементи нижнього поясу.

Для забезпечення подальшої експлуатації пропонується раціональне рішення про зменшення навантажень, що сприймають кроквяні ферми, шляхом демонтажу важких залізобетонних плит покриття.

Оскільки технічний стан плит покриття не придатний до нормальної експлуатації, то найбільш раціональним рішенням, для зменшення навантаження на ферми покриття, є демонтаж плит та покрівлі. З подальшим улаштуванням металевих прогонів та покрівлі з профільованих листів.

Таке рішення пов'язане з тим, що при влаштуванні нової покрівлі використовуються матеріали, котрі значно легші ніж матеріали рулонної покрівлі. Це не лише дозволить зменшити навантаження на кроквяні ферми, але й сприятиме поліпшенню загального функціоналу та довговічності конструкції. Нові матеріали мають покращену міцність та стійкість до впливу навколишнього середовища, що позитивно вплине на їхню тривалу службу.

Перед влаштування покрівлі по профільованому листу необхідно виконати такі роботи:

- 1) видалення рулонного матеріалу (руберойду);
- 2) розбирання цементно-піщаної стяжки;
- 3) розбирання утеплювача із пінобетону;
- 4) зняття пароізоляції;
- 5) зняття плит покриття.

Перед влаштуванням профільованих листів необхідно виконати монтаж прогонів із гарячекатаного швелера №24У на існуючі закладні деталі залізобетонних ферм згідно наступних вимог:

1. Монтаж конструкцій необхідно виконувати за затвердженим проектом виробництва робіт;

2. Всі монтажні кріплення, прихватки, тимчасові пристосування після закінчення монтажу повинні бути зняті;
3. З'єднання всіх металевих елементів між собою виконувати зварюванням по всіх контурах примикання;
4. Зварювання металевих елементів виконувати електродами Э50А-УОНИ-13/55-d-УД/Е514-Б20. Катет шва за найменшою товщиною зварюваного елемента. Для елементів, товщина яких перевищує 6мм, прийняти катет зварних швів 6мм;
5. Металоконструкції повинні бути заґрунтовані в один шар ґрунтовкою ГФ-021 і захищені від корозії двома шарами емалі ПФ-115.

При виконанні робіт керуватись вимогами [20]

Нова покрівля має такий склад:

- ПВХ мембрана, $t=2\text{мм}$;
- утеплювач із жорстких мінераловатних плит, $t=300\text{мм}$;
- паробар'єр, $t=0,2\text{мм}$;
- профільований лист $t=0,5\text{мм}$.

Виконуємо збір навантаження від шарів покрівлі з профільованого листа:

Збір навантаження на 1 м² покриття

Табл. 2.3.14.

Навантаження	Характеристичне значення	Експлуатаційне значення кгс/м ²	γf	Граничне розрахункове значення кгс/м ²	Примітка
<i>Постійне</i>					
ПВХ мембрана	2,6	2,6	1,2	3,12	
Утеплювач (мінеральна вата) $\delta=0,1\text{м.}, \gamma=150\text{кгс/м}^3$	15	15	1,2	18	
Пароізоляція	0,10	0,10	1,2	0,12	
Металевий профільований лист	5,7	5,7	1,05	5,98	
Всього		23,4		27,22	
<i>Тимчасове</i>					
Снігове навантаження	180	88,2		187,20	
Всього		111,60		214,42	

Розрахункові сполучення зусиль і переміщень

Табл. 2.3.15.

	Назва	Тип завантаження	Вид навантаження	Коеф. надійності	Частка тривалості
1	Власна вага	Постійні навантаження	Вага бетонних (густина більша за 1.6т/м ³), залізобетонних, кам'яних, дерев'яних конструкцій	1,1	1
2	Вага покрівлі	Постійні навантаження	Вага бетонних конструкцій (густина дорівнює або менша за 1.6т/м ³), ізоляційні та інші шари, виконані у заводських умовах	1,2	1
3	Снігове навантаження	Короткочасні навантаження	Повні снігові навантаження	2,12	0,5

Виконуємо розрахунок із врахуванням ваги нової покрівлі, та отримуємо такі результати:

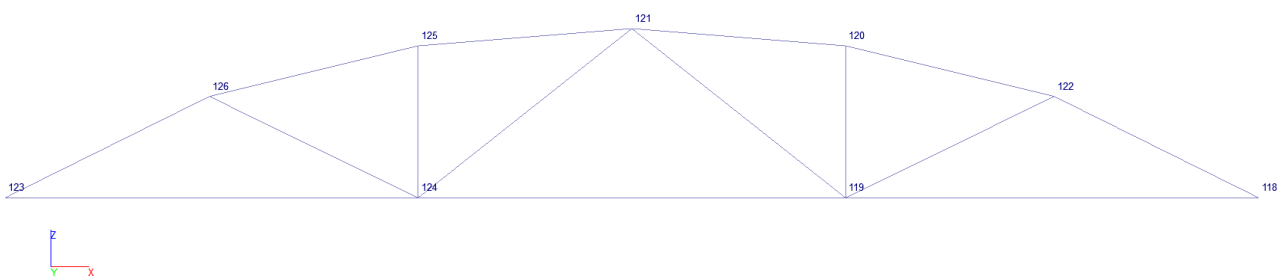


Рисунок 2.3.27. Схема ферм після реконструкції з врахуванням нової покрівлі із зазначенням номерів вузлів

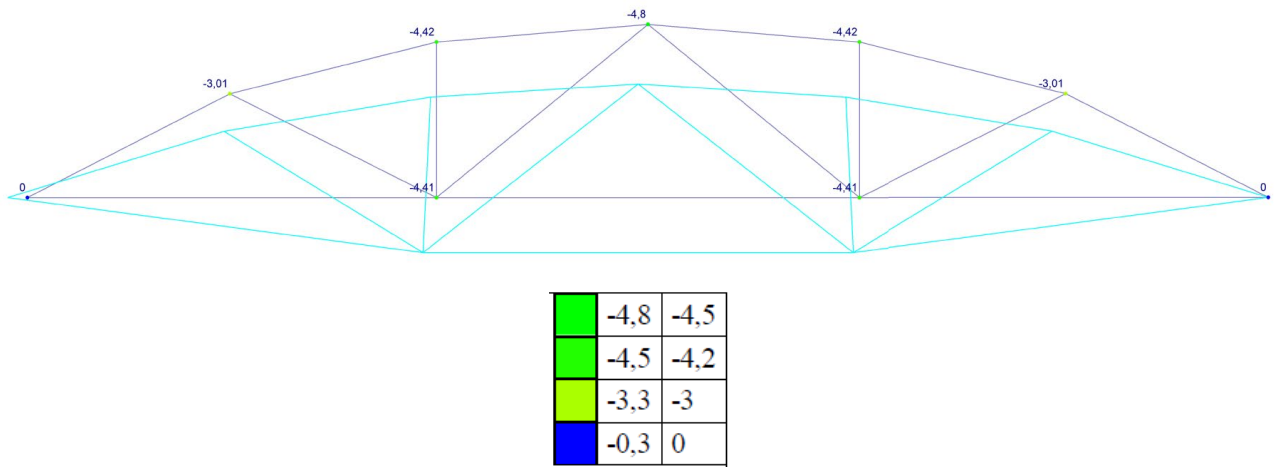


Рисунок 2.3.28. Схема ферм після реконструкції з врахуванням нової покрівлі із зазначенням величини переміщень (мм) вузлів

Прогин ферми складає 0,48см, що знаходиться в межах норми (7,7см)

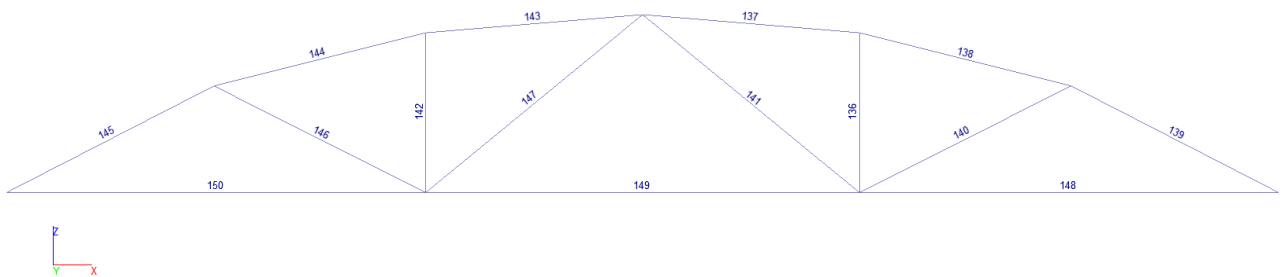


Рисунок 2.3.29. Схема ферм після реконструкції з врахуванням нової покрівлі із зазначенням номерів елементів

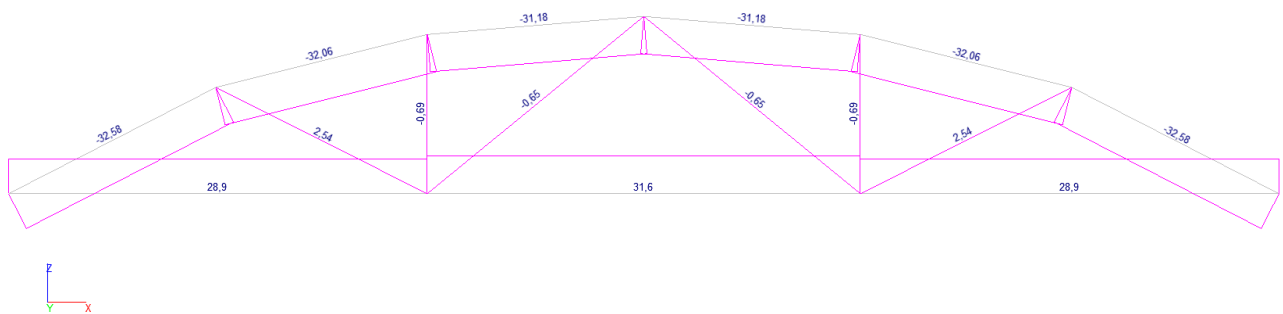


Рисунок 2.3.30. Схема ферм після реконструкції з врахуванням нової покрівлі із зазначенням величин зусиль N(T)

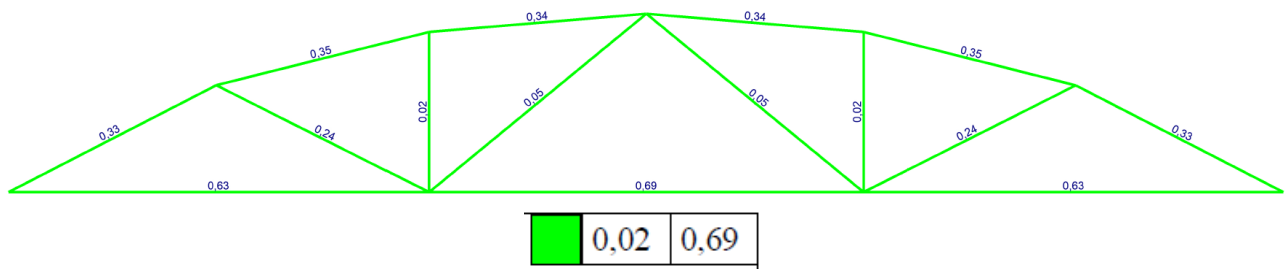
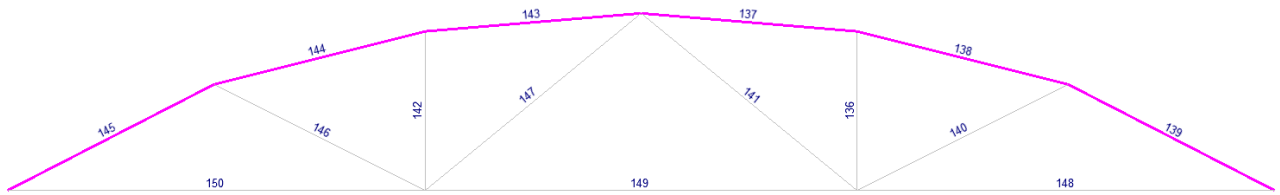


Рисунок 2.3.31. Схема ферм після реконструкції з врахуванням нової покрівлі із зазначенням величини критичного фактору K_{\max}

Зведена таблиця зусиль, що виникають в елементах ферми (згідно ДБН В.1.2-2:2006 з урахуванням нової покрівлі)

Табл. 2.3.16.

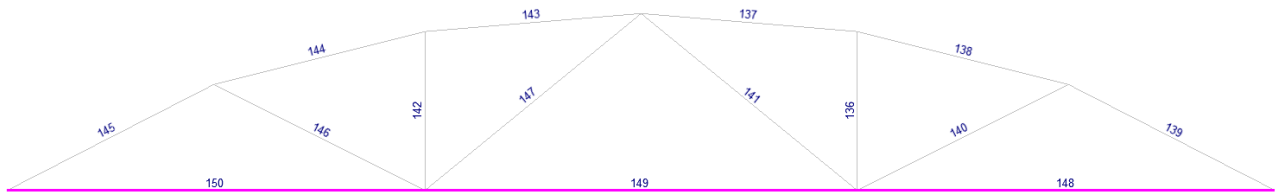
№ елемента	Величина переміщень, мм	Величина зусиль N, т	Величина критичного фактору
Елемент №136	4,8	-0,69	0,02
Елемент №137		-31,18	0,034
Елемент №138		-32,06	0,35
Елемент №139		-32,58	0,33
Елемент №140		2,54	0,24
Елемент №141		-0,65	0,05
Елемент №142		-0,69	0,02
Елемент №143		-31,18	0,34
Елемент №144		-32,06	0,35
Елемент №145		-32,58	0,33
Елемент №146		2,54	0,24
Елемент №147		-0,65	0,05
Елемент №148		28,9	0,63
Елемент №149		31,6	0,69
Елемент №150		28,9	0,63



Екстремальні значення факторів. Група ВП

Табл. 2.3.17.

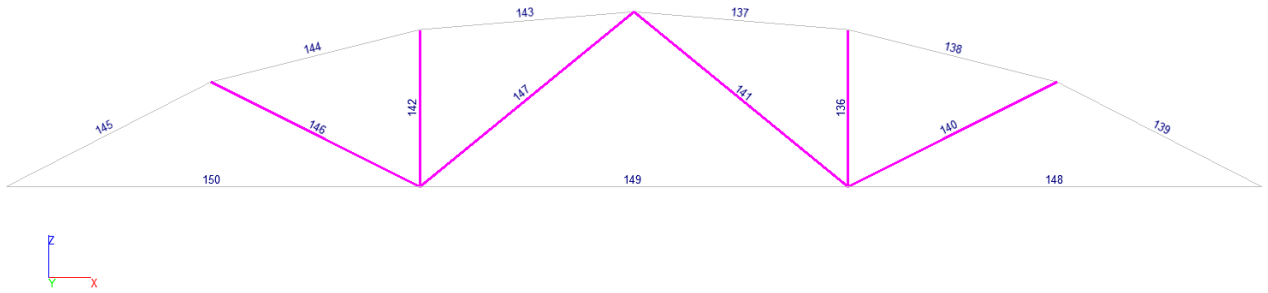
Екстремальні значення факторів. Група Верхній пояс						
Фактор	Мінімум			Максимум		
	Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
Міцність за граничним моментом перерізу	139	0,33	L1+L2+L3~ Переріз 2	138	0,35	L1+L2+L3~ Переріз 2
Деформації у стиснутому бетоні	139	0,13	L1+L2+L3~ Переріз 2	138	0,14	L1+L2+L3~ Переріз 2
Поздовжня сила при врахуванні ефектів другого порядку	145	0,22	L1+L2+L3~ Переріз 3	138	0,25	L1+L2+L3~ Переріз 1
Опір зрізу при дії Vz з поперечною арматурою	139	0,19	L1+L2~ Переріз 1	137	0,2	L1+L2~ Переріз 1



Екстремальні значення факторів. Група НП

Табл. 2.3.18.

Екстремальні значення факторів. Група Нижній пояс ферми						
Фактор	Мінімум			Максимум		
	Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
Міцність за граничним моментом перерізу	148	0,63	L1+L2+L3~ Переріз 2	149	0,69	L1+L2+L3~ Переріз 2
Деформації у розтягнутій арматурі	148	0,05	L1+L2+L3~ Переріз 2	149	0,06	L1+L2+L3~ Переріз 2
Опір зрізу при дії Vz з поперечною арматурою	148	0,39	L1+L2+L3~ Переріз 1	149	0,4	L1+L2+L3~ Переріз 1



Екстремальні значення факторів. Група Р

Табл. 2.3.19.

Екстремальні значення факторів. Група Решітка ферм						
Фактор	Мінімум			Максимум		
	Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
Міцність за граничним моментом перерізу	141	0,02	L1+L2+L3~ Переріз 1	140	0,24	L1+L2+L3~ Переріз 3
Деформації у стиснутому бетоні	141	0,01	L1+L2+L3~ Переріз 1	136	0,01	L1+L2+L3~ Переріз 1
Деформації у розтягнутій арматурі	140	0,02	L1+L2+L3~ Переріз 3	140	0,02	L1+L2+L3~ Переріз 3
Поздовжня сила при врахуванні ефектів другого порядку	136	0,02	L1+L2+L3~ Переріз 1	141	0,05	L1+L2+L3~ Переріз 1

2.4. Результати дослідження

Зведена таблиця величин переміщень, зусиль, критичних факторів в елементах ферм

Табл. 2.4.1.

№ елемента	Ферма до реконструкції		Ферма після реконструкції			Ферма після реконструкції з урахуванням нової покрівлі		
	Величина переміщень, мм	Величина зусиль N, т	Величина переміщень, мм	Величина зусиль N, т	Величина критичного фактору	Величина переміщень, мм	Величина зусиль N, т	Величина критичного фактору
Елемент №136	8,15	-0,89	8,63	-1,09	0,11	4,8	-0,69	0,02
Елемент №137		-39,41		-48,28	0,66		-31,18	0,034
Елемент №138		-40,52		-49,63	0,67		-32,06	0,35
Елемент №139		-41,14		-50,36	0,65		-32,58	0,33
Елемент №140		3,19		3,89	0,37		2,54	0,24
Елемент №141		-0,8		-0,97	0,1		-0,65	0,05
Елемент №142		-0,89		-1,09	0,11		-0,69	0,02
Елемент №143		-39,41		-48,28	0,66		-31,18	0,34
Елемент №144		-40,52		-49,63	0,67		-32,06	0,35
Елемент №145		-41,14		-50,36	0,65		-32,58	0,33
Елемент №146		3,19		3,89	0,37		2,54	0,24
Елемент №147		-0,8		-0,97	0,1		-0,65	0,05
Елемент №148		36,52		44,74	1,08		28,9	0,63
Елемент №149		39,93		48,99	1,15		31,6	0,69
Елемент №150		36,52		44,74	1,08		28,9	0,63

2.5. Висновки

На сьогоднішній момент, реконструкція будівель і споруд на території України є актуальною. Це обумовлено з необхідністю оновлення та адаптації значної кількості будівель і споруд, побудованих в кінці минулого століття, до сучасних стандартів та вимог.

Багато з цих будівель було споруджено відповідно до будівельних норм минулого часу, які зараз мають статус недіючих і не відповідають сучасним стандартам у сфері навантажень, впливів та технологічних рішень у будівництві. Саме тому виникає необхідність в проведенні реконструкцій з метою підвищення ефективності та безпеки цих будівель.

Головна задача даної роботи полягала в тому, щоб перевірити чи витримують конструкції покриття нові нормативні навантаження, оскільки ці конструкції були розраховані на інші, менші, навантаження.

При виконанні дослідження було виявлено, що навантаження, котре розраховане за діючими нормами, збільшилося на 27,8%, що, в свою чергу, вплинуло на елементи конструкцій, конкретніше – елементи нижнього поясу.

При перевірці розрахунки показали, що існуючі перерізи не відповідають вимогам критерія міцності за граничною поздовжньою силою перерізу та критерій міцності за граничним моментом перерізу.

Для забезпечення несучої здатності було обрано такий варіант рішення – зменшення ваги на ферми покриття за рахунок заміни існуючої покрівлі на більш легшу покрівлю, що влаштовується на профільовані листи. Таке рішення викликане через незадовільний стан залізобетонних плит покриття.

При перерахунку ферм з навантаженням від ваги покрівлі по профільованим листам було визначено, що існуючі перерізи з армуванням

конструкції покриття витримують сучасні навантаження.

За рахунок реконструкції покрівлі, граничне навантаження на ферми знизилось на 29,7%

Вертикальний прогин ферми після реконструкції становить 4,8мм що знаходиться в межах норми (7,7см). Коефіцієнт використання елементів конструкції становить:

для верхнього поясу – 0,33-0,35;

для нижнього поясу – 0,63-0,69;

для решітки – 0,02-0,24.

В умовах збільшення величини снігового навантаження перевірка несучої здатності ферми покриття показала недостатню несучу здатність її окремих елементів. Отже виконувати підсилення конструкцій покриття чи зменшити навантаження на них. В даному конкретному випадку найбільш раціональним є демонтаж важких залізобетонних плит покриття, через їх непридатний до нормальної експлуатації технічний стан, що призводить до зменшення навантаження на ферми.

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд.
2. ДБН В.1.2-6:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість.
3. ДСТУ Б В.2.6-143:2010 Конструкції будинків і споруд. Балки фундаментні залізобетонні для стін будівель промислових і сільськогосподарських підприємств.
4. ДСТУ Б В.2.6-63:2008 Колони залізобетонні для одноповерхових будівель підприємств.
5. ДСТУ Б В.2.6-54:2008. Конструкції будинків і споруд. Ригелі залізобетонні для багатоповерхових будівель.
6. ДСТУ Б В.2.6-53:2008 Конструкції будинків і споруд. Плити перекриттів залізобетонні багатопустотні для будівель і споруд.
7. ДСТУ Б В.2.6-118:2010 Конструкції будинків і споруд. Ферми залізобетонні.
8. ДСТУ Б В.2.6-59:2008 Плити перекриттів залізобетонні ребристі заввишки 300мм для будівель і споруд.
9. ДБН В.2.6-220:2017 Покриття будівель і споруд.
10. ДСТУ Б В.2.6-84:2009 Конструкції будинків і споруд. Панелі стінові тришарові залізобетонні з утеплювачем.
11. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції.
12. ДСТУ Б В.2.6-55:2008 Конструкції будинків і споруд. Перемички залізобетонні для будівель з цегляними стінами.
13. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері.
14. ДСТУ Б В.2.7-57-96 Будівельні матеріали. Підлоги.

15. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування.
16. ДБН В.1.2-12-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів.
17. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій;
18. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі.
19. Методичні вказівки до виконання випускної магістерської кваліфікаційної роботи в галузі знань: 19 «Архітектура і будівництво» спеціальності: 192 «Будівництво та цивільна інженерія».
20. ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013 "Настанова щодо захисту будівельних конструкцій будівель та споруд від корозії".

Розрахунок снігового навантаження

До тимчасових навантажень відноситься вага снігового покриву, який визначається згідно [11] п.8. Необхідно обчислити граничне та експлуатаційне розрахункові значення.

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на плоску покрівлю обчислювали за формулою:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C,$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності по граничному значенню снігового навантаження, визначається залежно від заданого середнього періоду повторюваності T за табл. А.1.

Таблиця А.1

T , років	1	5	10	20	40	50	60	80	100	150	200	300	500
γ_{fm}	0,24	0,55	0,69	0,83	0,96	1,00	1,04	1,10	1,14	1,22	1,26	1,34	1,44

В нашому випадку $\gamma_{fm}=1,04$

S_0 – характеристичне значення снігового навантаження (в Па), визначається залежно від снігового району по карті (рис. А.1) або за додатком Е [11].

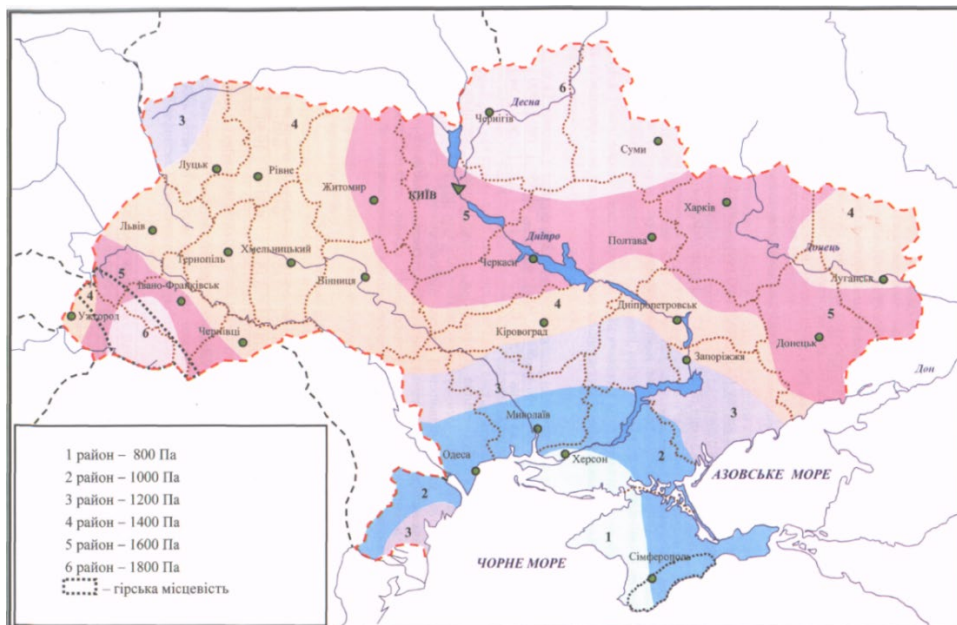


Рисунок А.1. Карта районування території України за характеристичними значеннями ваги снігового покриву

В нашому випадку $S_0 = 1800\text{Па}$ для с.м.т. Свеса, Шосткинського р-ну., Сумської обл. згідно [11], у розрахунку приймаємо $180\text{кгс}/\text{м}^2$.

Коефіцієнт C визначається за формулою:

$$C = \mu C_e C_{alt},$$

де μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю, визначали за додатком Ж [11] залежно від форми покрівлі і схеми розподілу снігового навантаження, при цьому проміжні значення коефіцієнта слід визначати лінійною інтерполяцією;

C_e – коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі, даний коефіцієнт враховує вплив особливостей режиму експлуатації на накопичення снігу на покрівлі (очищення, танення тощо) і встановлюється завданням на проектування, оскільки такі дані відсутні, то згідно [11] коефіцієнт допускається приймати таким, що дорівнює одиниці.

C_{alt} – коефіцієнт, що враховує висоту H (у кілометрах) розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря і визначається за формулою:

$$C_{alt} = 1,4H + 0,3 \text{ (при } H \geq 0,5 \text{ км)}; C_{alt} = 1 \text{ (при } H < 0,5 \text{ км)}$$

Примітка: формула, що зазначена вище використовується для об'єктів, розташованих у гірській місцевості, і дає орієнтовне значення в запас надійності. При наявності результатів снігомірних зйомок, проведених у зоні будівельного майданчика, характеристичне значення снігового навантаження визначається шляхом статистичного оброблення даних снігомірних зйомок і при цьому приймається $C_{alt} = 1$.

В нашому випадку коефіцієнт C :

$$C = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

З урахуванням вище вказаного, обчислюємо граничне розрахункове значення снігового навантаження:

$$S_m = 1,04 \times 180 \times 1 = 187,20 \text{ кгс/м}^2$$

Експлуатаційне розрахункове значення обчислюється за формулою:

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C,$$

де γ_{fe} – коефіцієнт надійності за експлуатаційним значенням снігового навантаження, що визначається за табл. А.3 залежно від частки часу η , протягом якої можуть порушуватися умови другого граничного стану.

Таблиця А.3

η	0,002	0,005	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,1
γ_{fe}	0,88	0,74	0,62	0,49	0,40	0,34	0,28	0,10

Проміжні значення коефіцієнта γ_{fe} слід визначати лінійною інтерполяцією.

Значення η приймається за нормами проектування конструкцій або встановлюється завданням на проектування залежно від їхнього призначення, відповідальності та наслідків виходу за граничний стан. Для об'єктів масового будівництва допускається приймати $\eta = 0,02$.

В нашому випадку $\gamma_{fe} = 0,49$.

S_0 – характеристичне значення снігового навантаження (в Па), визначається залежно від снігового району по карті (рис. А.1.) або за додатком Е [11].

В нашому випадку $S_0 = 1800$ Па для с.м.т. Свеса, Шосткинського р-ну., Сумської обл. згідно [11], у розрахунку приймаємо 180 кгс/м².

Коефіцієнт C визначається за формулою:

$$C = \mu C_e C_{alt},$$

де μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю, визначали за додатком Ж [11] залежно від форми покрівлі і схеми розподілу снігового навантаження, при цьому проміжні значення коефіцієнта слід визначати лінійною інтерполяцією;

C_e – коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі, даний коефіцієнт враховує вплив особливостей режиму експлуатації на накопичення снігу на покрівлі (очищення, танення тощо) і встановлюється завданням на проектування, оскільки такі дані відсутні, то згідно [11] коефіцієнт допускається приймати таким, що дорівнює одиниці.

C_{alt} – коефіцієнт, що враховує висоту H (у кілометрах) розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря і визначається за формулою:

$$C_{alt} = 1,4H + 0,3 \text{ (при } H \geq 0,5 \text{ км); } C_{alt} = 1 \text{ (при } H < 0,5 \text{ км)}$$

Примітка: формула, що зазначена вище використовується для об'єктів, розташованих у гірській місцевості, і дає орієнтовне значення в запас надійності. При наявності результатів снігомірних зйомок, проведених у зоні будівельного майданчика, характеристичне значення снігового навантаження визначається шляхом статистичного оброблення даних снігомірних зйомок і при цьому приймається $C_{alt} = 1$.

В нашому випадку коефіцієнт C :

$$C = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

З урахуванням вище вказаного, обчислюємо експлуатаційне розрахункове значення снігового навантаження:

$$S_e = 0,49 \times 180 \times 1 = 88,2 \text{ кгс/м}^2$$

Матеріали конференції

- ↳ 17. Соціальні комунікації;
- ↳ 18. Медичні науки;
- ↳ 19. Фармацевтичні науки;
- ↳ 20. Ветеринарні науки;
- ↳ 21. Сільськогосподарські науки;
- ↳ 22. Хімічні науки;
- ↳ 23. Біологічні науки;
- ↳ 24. Геологічні науки;
- ↳ 25. Фізико-математичні науки;
- ↳ 26. Технічні науки;
- ↳ 27. Архітектура;
- ↳ 28. Військова справа

- ↳ Конференції 2023
- ↳ Конференції 2022
- ↳ Конференції 2021
- ↳ Конференції 2020
- ↳ Конференції 2019
- ↳ Конференції 2018
- ↳ Конференції 2017
- ↳ Конференції 2016
- ↳ Конференції 2015
- ↳ Конференції 2014
- ↳ Конференції 2013
- ↳ Конференції 2012
- ↳ Конференції 2011
- ↳ Конференції 2010

- ↳ Лінки
- ↳ Форум



Рис. 3. Схема ферми після розрахунку згідно діючих норм

Було прийнято рішення про зменшення навантаження від ваги покрівлі, шляхом демонтажу існуючої рулонної покрівлі, та влаштуванням нової покрівлі що влаштовується по профільованим листам.

Під час повторного розрахунку встановлено, що кроквяні конструкції з існуючими перерізами та ариуванням витримують діюче навантаження. За рахунок проведеної заміни покрівлі з більш легких матеріалів, граничне навантаження зменшилося майже на 30%, а саме 29,7%.

Вертикальний прогин кроквяних конструкцій після реконструкції становить 0,48см що знаходиться в межах норми (7,7см).

Табл. 1.

Зведена таблиця величин перемішень, зусиль, критичних факторів в елементах ферми

№ елемента	Ферма до реконструкції		Ферма після реконструкції			Ферма після реконструкції з урахуванням нової покрівлі		
	Величина переміщень, мм	Величина зусиль N, т	Величина переміщень, мм	Величина зусиль N, т	Величина критичного фактору	Величина переміщень, мм	Величина зусиль N, т	Величина критичного фактору
Елемент №136		-0,89		-1,09	0,11		-0,69	0,02
Елемент №137		-39,41		-48,28	0,66		-31,18	0,034
Елемент №138		-40,52		-49,63	0,67		-32,06	0,35
Елемент №139		-41,14		-50,36	0,65		-32,58	0,33
Елемент №140		3,19		3,89	0,37		2,54	0,24
Елемент №141		-0,8		-0,97	0,1		-0,65	0,05
Елемент №142		-0,89		-1,09	0,11		-0,69	0,02
Елемент №143	8,15	-39,41	8,63	-48,28	0,66	4,8	-31,18	0,34
Елемент №144		-40,52		-49,63	0,67		-32,06	0,35
Елемент №145		-41,14		-50,36	0,65		-32,58	0,33
Елемент №146		3,19		3,89	0,37		2,54	0,24
Елемент №147		-0,8		-0,97	0,1		-0,65	0,05
Елемент №148		36,52		44,74	1,08		28,9	0,63
Елемент №149		39,93		48,99	1,15		31,6	0,69
Елемент №150		36,52		44,74	1,08		28,9	0,63

Список використаних джерел:

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування;
2. ДБН В.1.2-6:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість;
3. ДБН В.1.2-12:2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів.

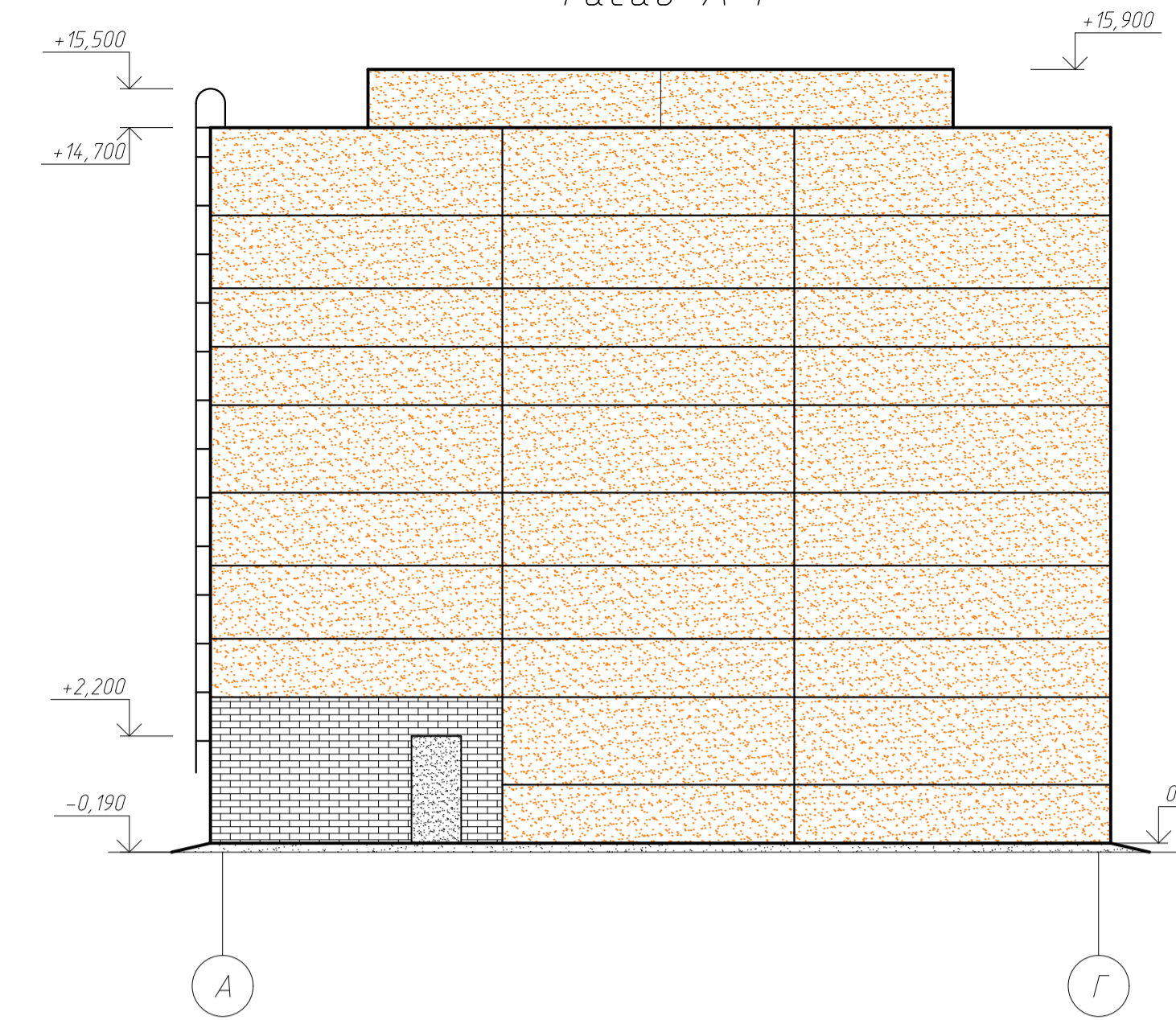
Ця робота ліцензується відповідно до Creative Commons Attribution 4.0 International

Креслення

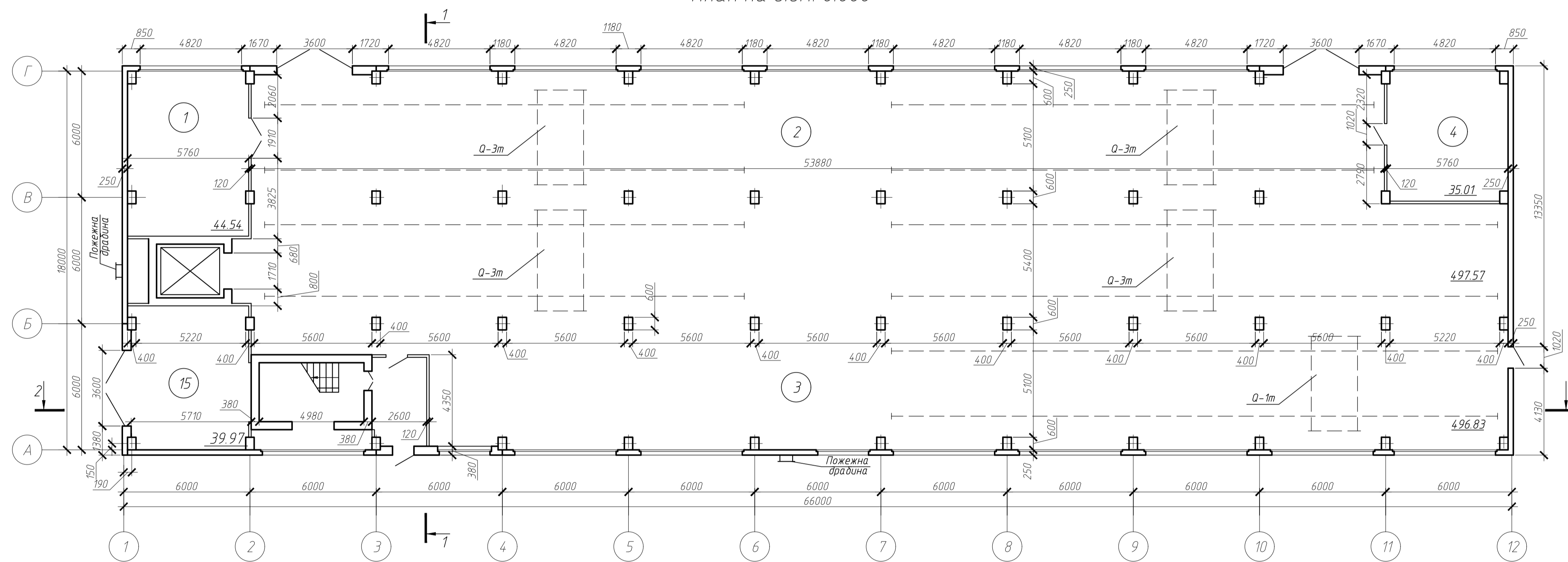
Фасад 1-12



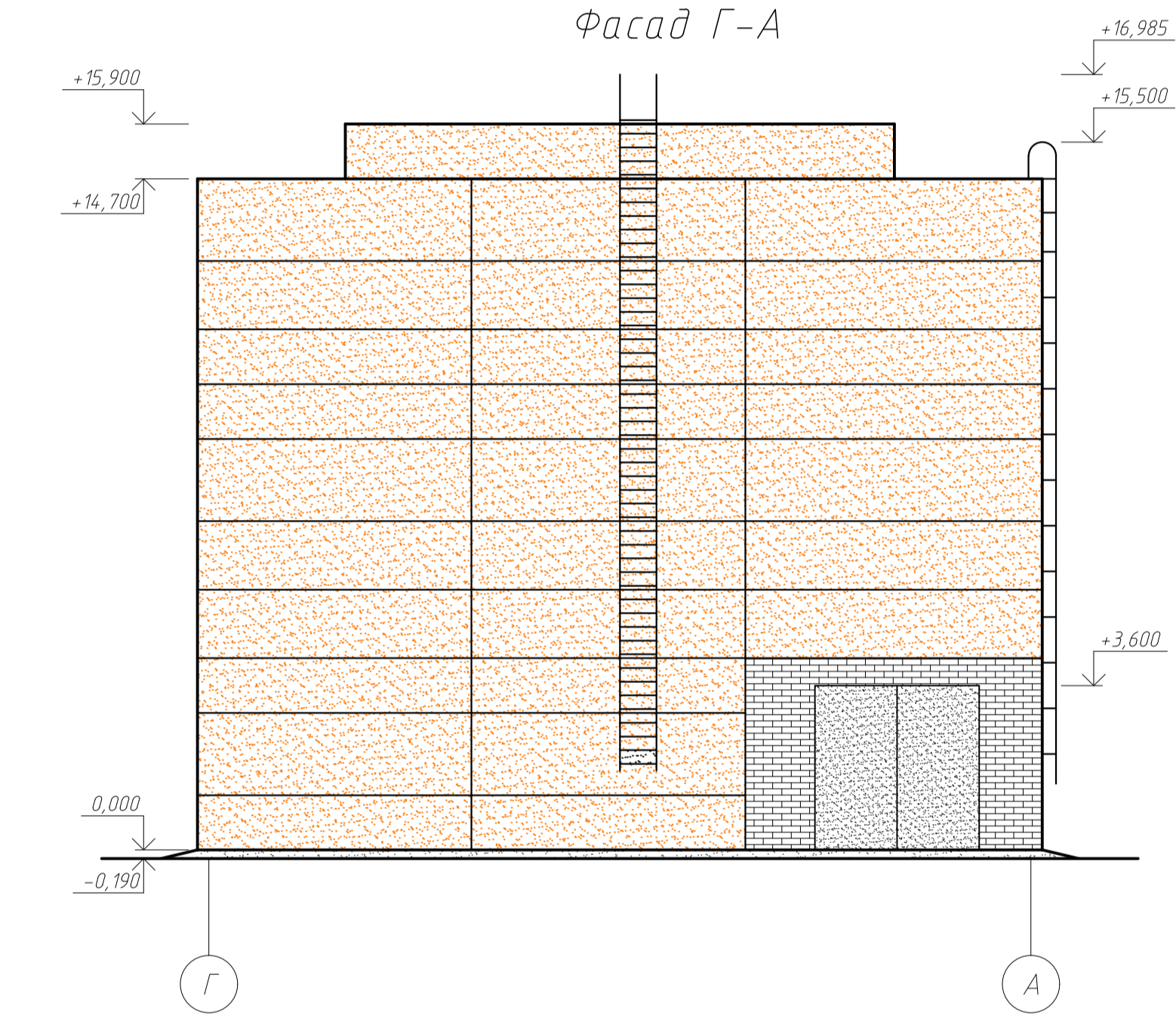
Фасад А-Г



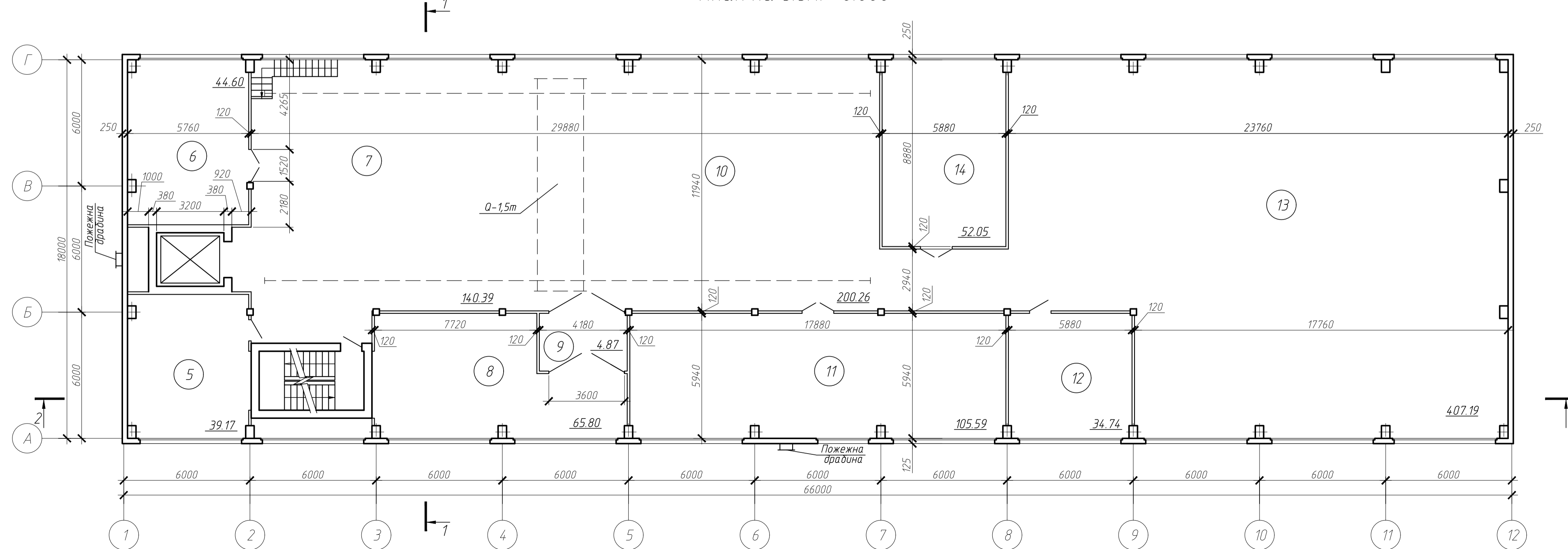
План на відм. 0.000



Фасад Г-А



План на відм. +6.000



Експлікація приміщень

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²
1	Ділянка ремонту обладнання	44.54
2	Механозбирна ділянка	497.57
3	Ділянка ТО	496.83
4	Вузел керування автоматичним пожегогасінням	35.01
5	Інструментально-роздаткова кладова	39.17
6	Заточна ділянка	44.60
7	Жестяницька ділянка	140.39
8	Приміщення фарбування	65.80
9	Тамбур шляз	4.87
10	Вузлова збирна ділянка	200.26
11	Шліфувальна ділянка	105.49
12	Приміщення керівництва підприємством	34.74
13	Ділянка механічної обробки	407.19
14	Приміщення моделвальників	52.05
15	Гараж	39.97

				МР 38.24. БК ДР				
Зм.	Арх.	М. документа	Підпис	Дата	Реконструкція виробничого цеху в с.м.т. Свеса	Стадія	Маса	Масштаб
Виконав	Тимошенко М.В.					Н		
Керівник	Архитектор В.М.					Архшп 1	Архшп 2	
Затвердив	Циганенко Л.А.					СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м		

Розріз 2-2 (існуючий)

3 шари руберойду на антисептичній мастіці 25 мм
цементно-піщана стяжка 15 мм
утеплювач пінопстан 600 кг/м³ 100 мм
парозахисник 15 мм
збірні з/в плити 300 мм

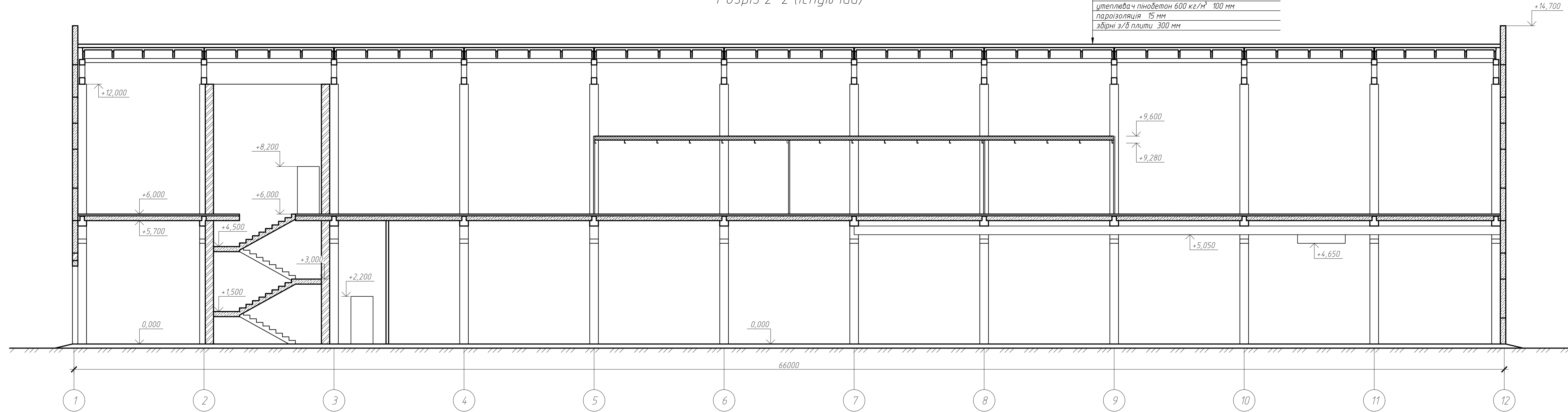


Схема розташування елементів перекриття на відм. + 6.000

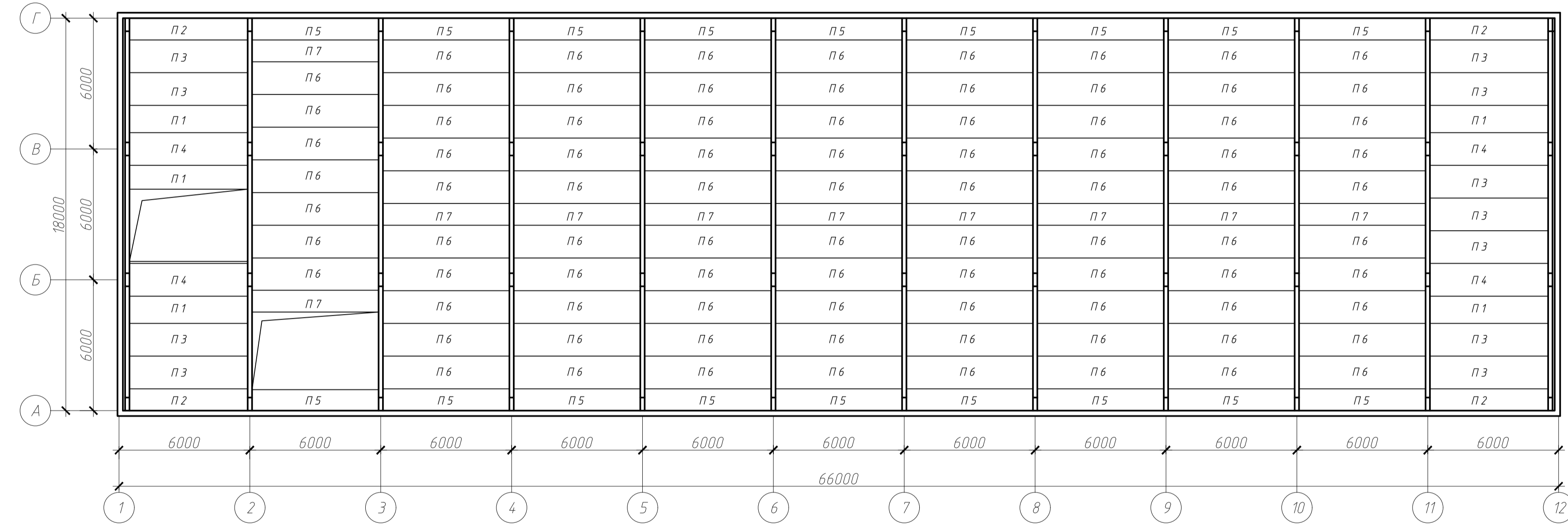
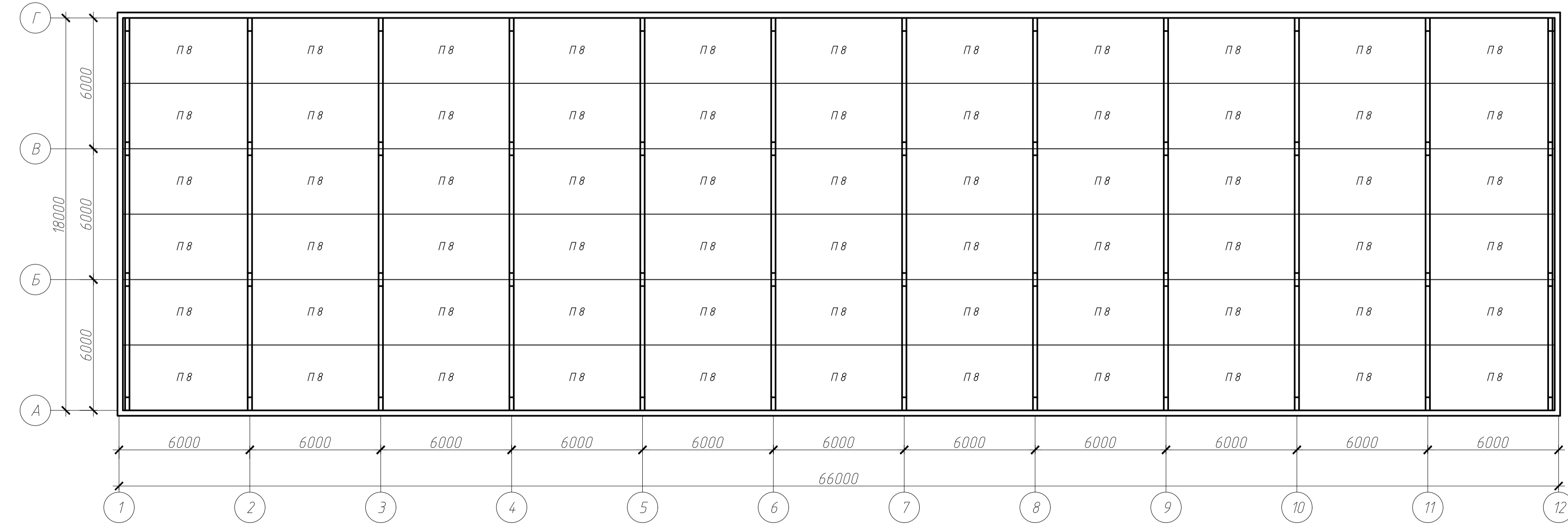
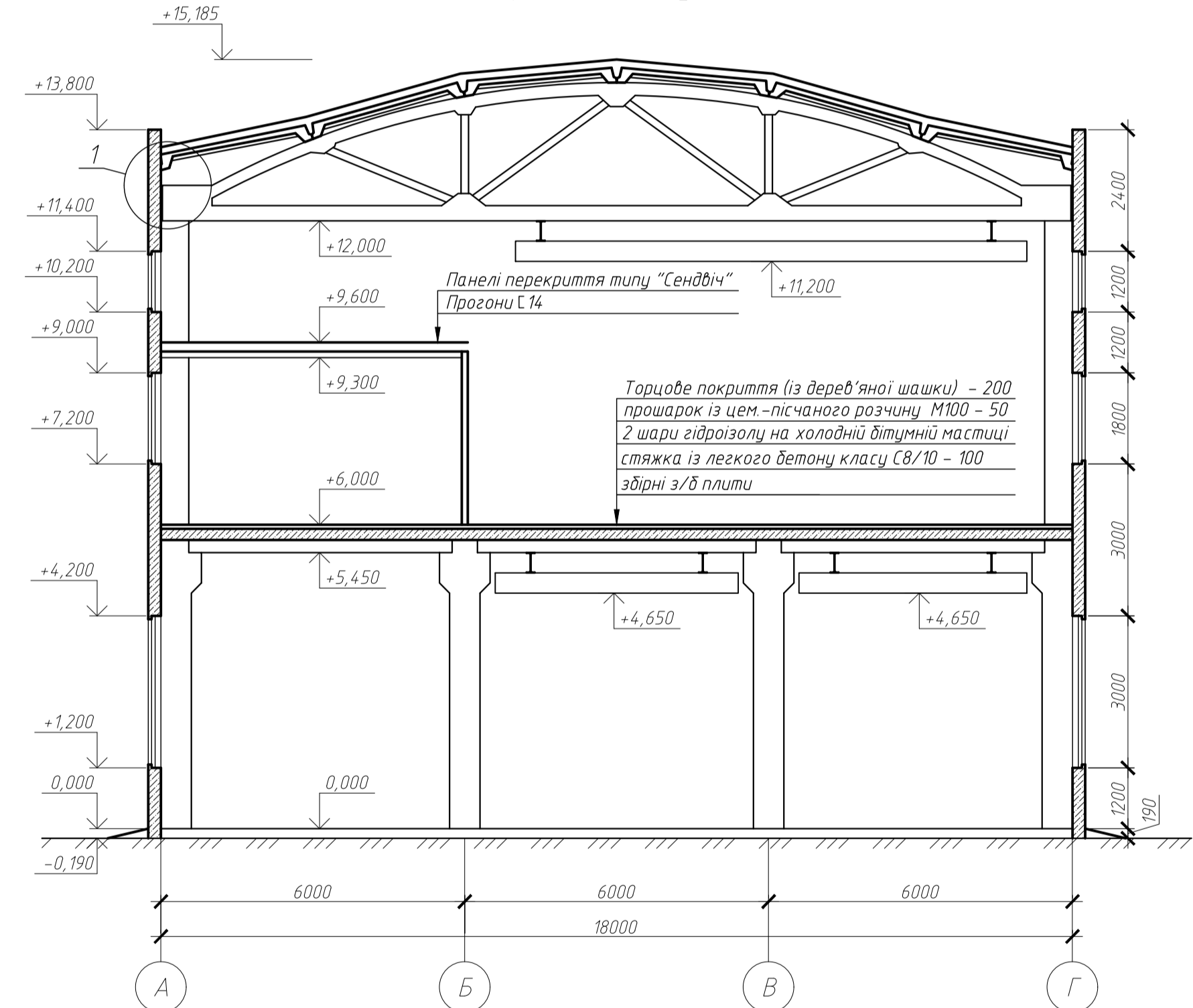


Схема розташування елементів покриття

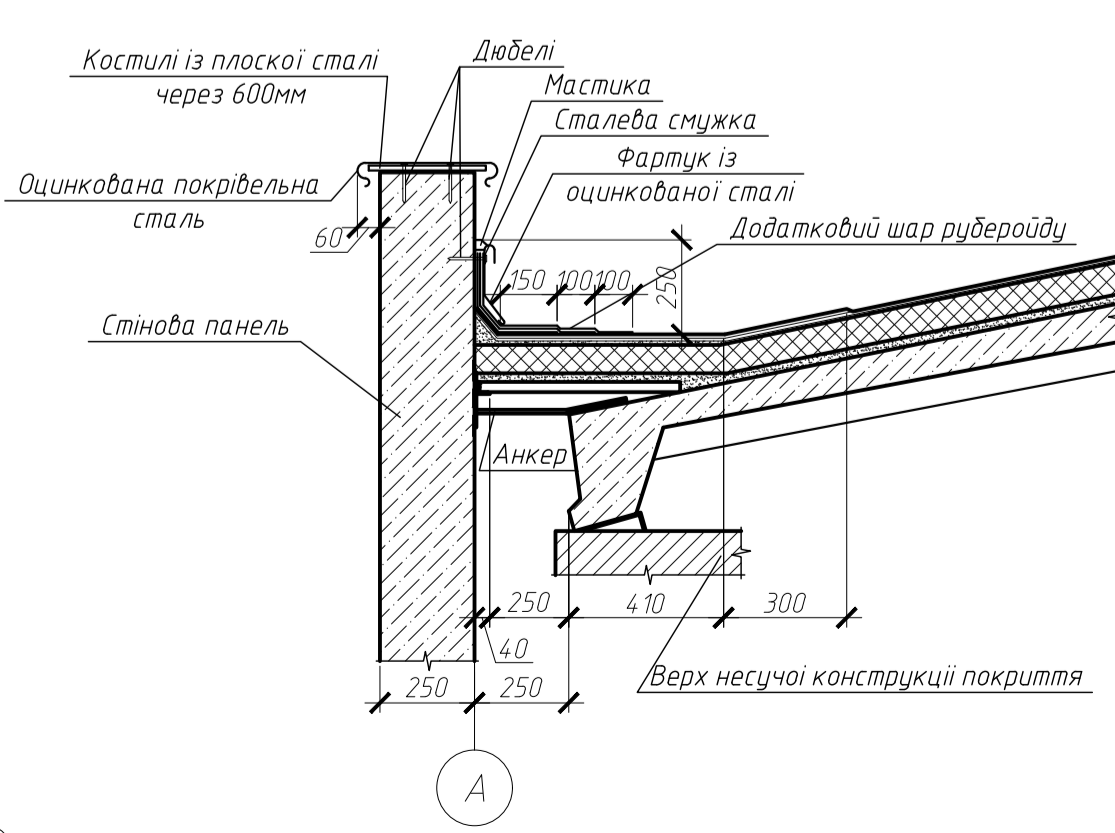


Розріз 1-1 (існуючий)



Специфікація плит покриття

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
П1	Серія 1442.1-1	ПК 54.12 - 4Ат Vm	5	1500	
П2	Серія 1442.1-1	ПК 54.10 - 4Ат Vm	4	1380	
П3	Серія 1442.1-1	ПК 54.15 - 4Ат Vm	11	2100	
П4	Серія 1442.1-1	ПК 54.15 - 4Ат Vm	4	2100	
П5	Серія 1442.1-1	ПК 57.10 - 4Ат Vm	18	1500	
П6	Серія 1442.1-1	ПК 57.15 - 4Ат Vm	87	2200	
П7	Серія 1442.1-1	ПК 57.10 - 4Ат Vm	10	1500	
П8	Серія 1442.1-1	ПК 57.30 - 4Ат Vm	66	4730	

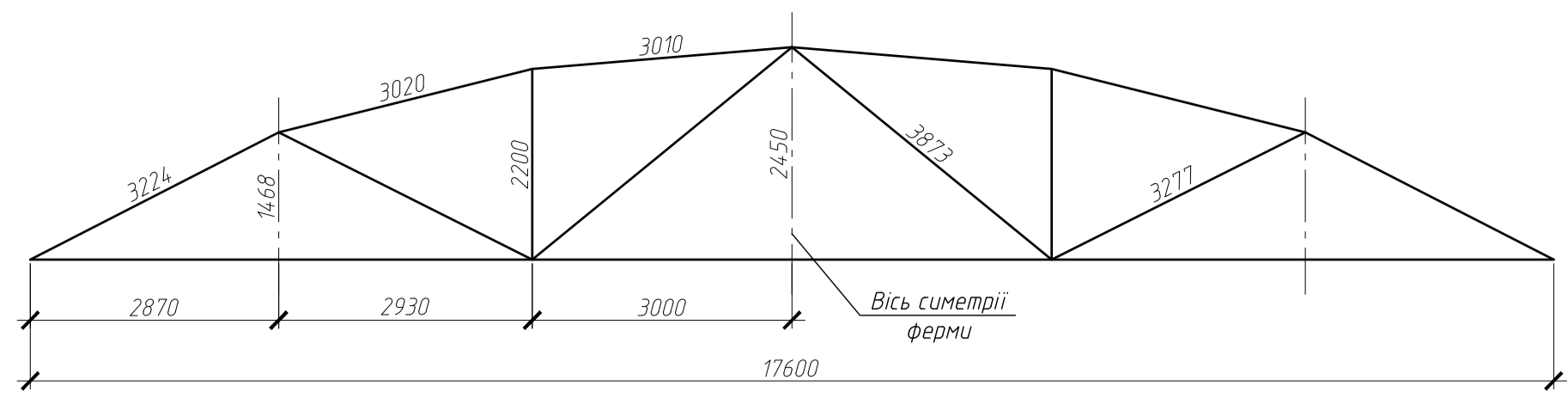


МР 38.24. БК ДР

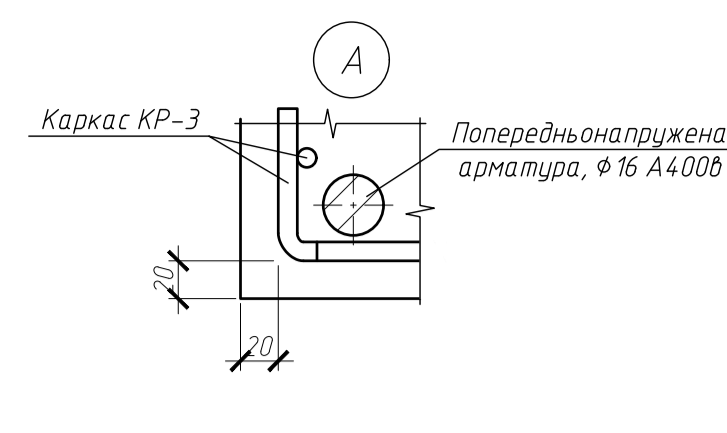
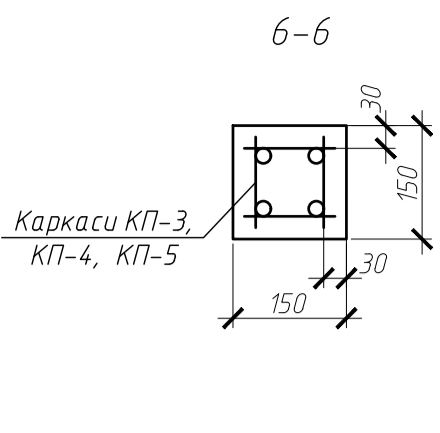
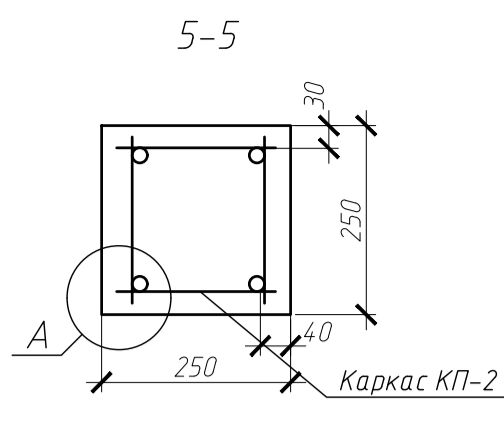
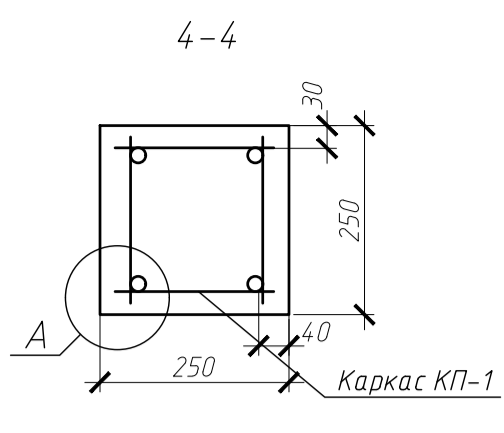
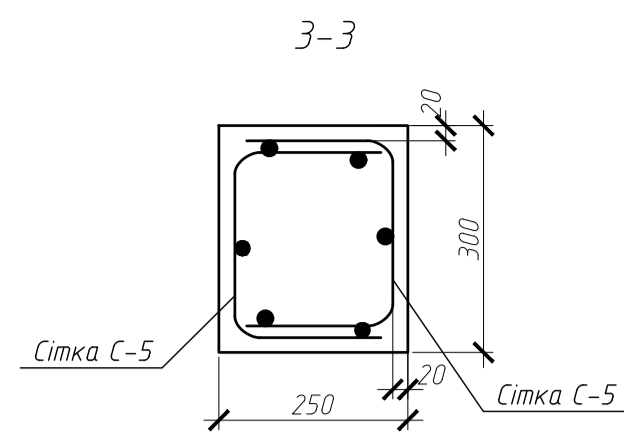
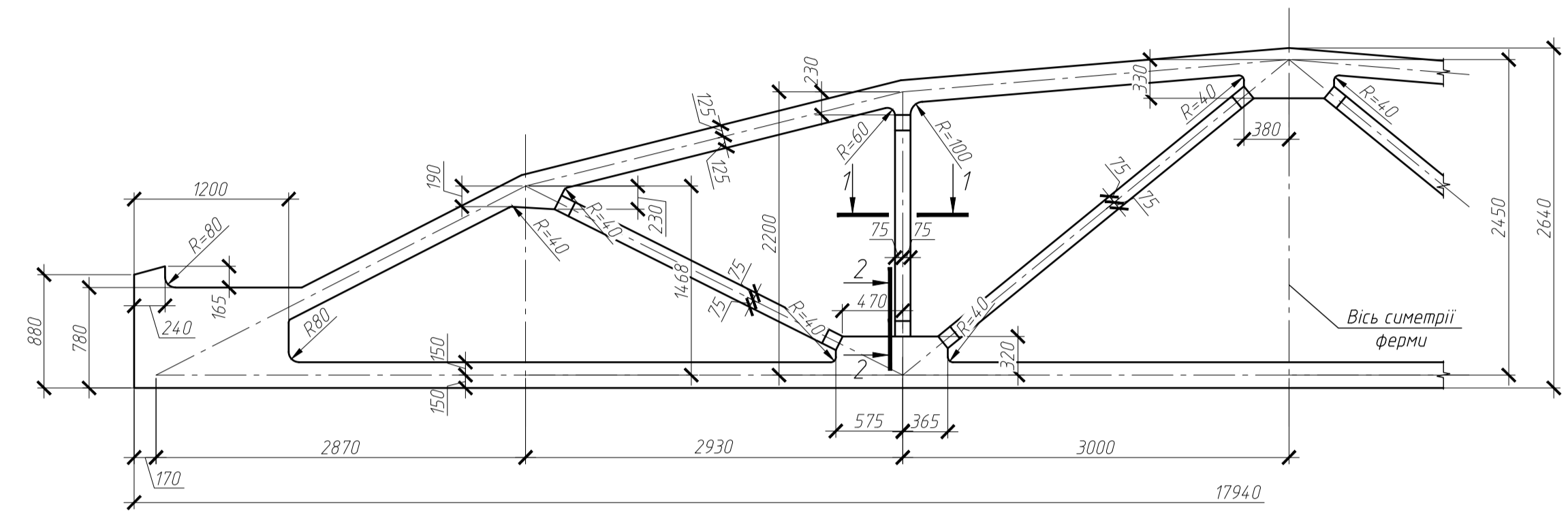
Зм.	Арх.	М. документа	Підпис	Дата	Реконструкція виробничого цеху в с.м.т. Свеса	Стая	Маса	Масштаб
Виконав	Тимощенко МВ					Н		
Керівник	Альохинський ВМ					Аркш 2	Аркшів	
Затвердив	Циганенко ЛА					СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м		

Розріз 1-1 (існуючий), Розріз 2-2 (існуючий),
Схема розташування елементів покриття на відм. +6.000, План покриття

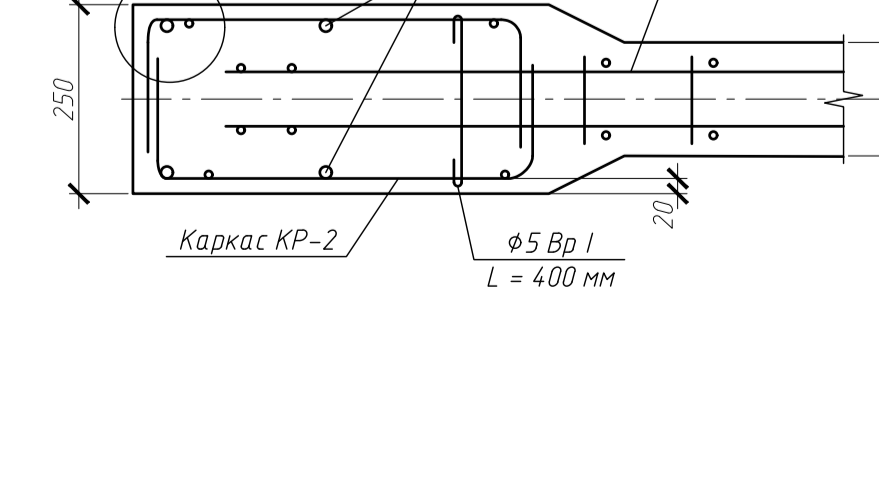
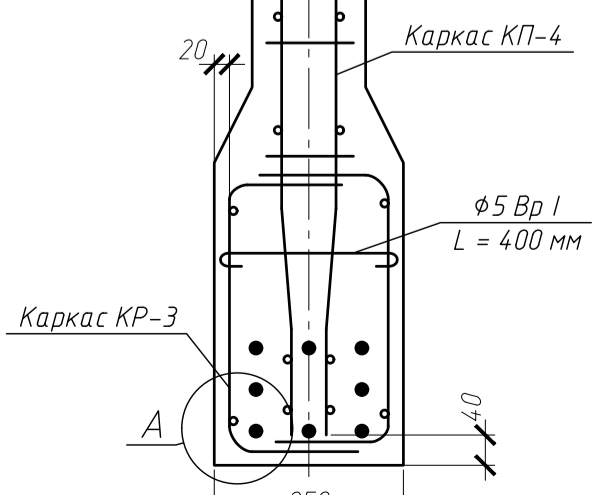
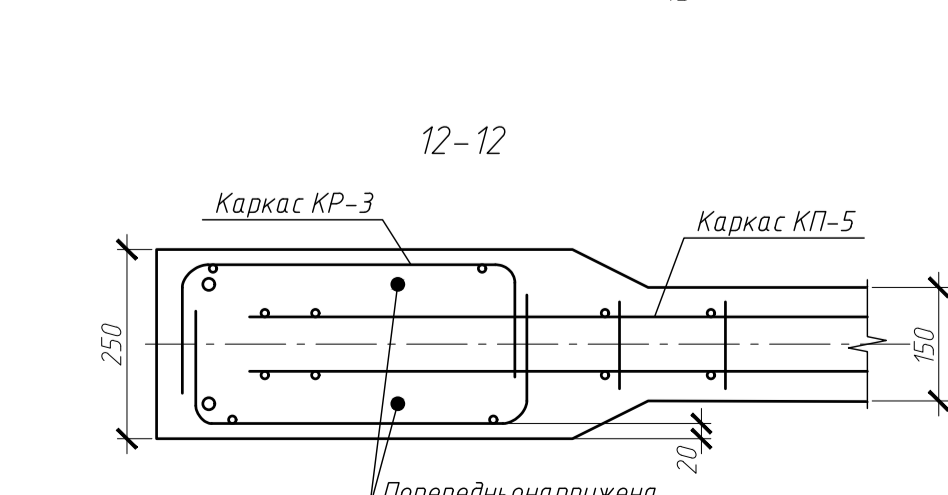
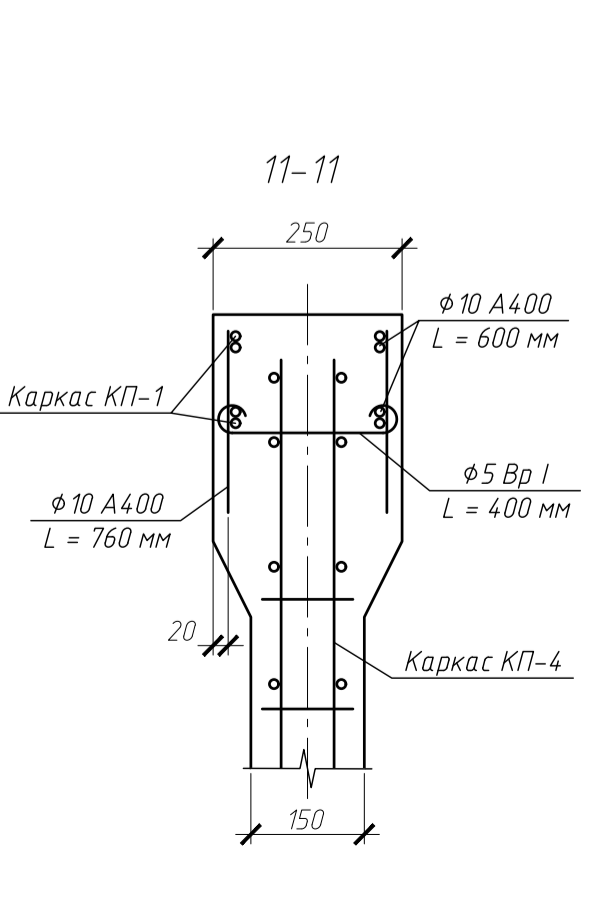
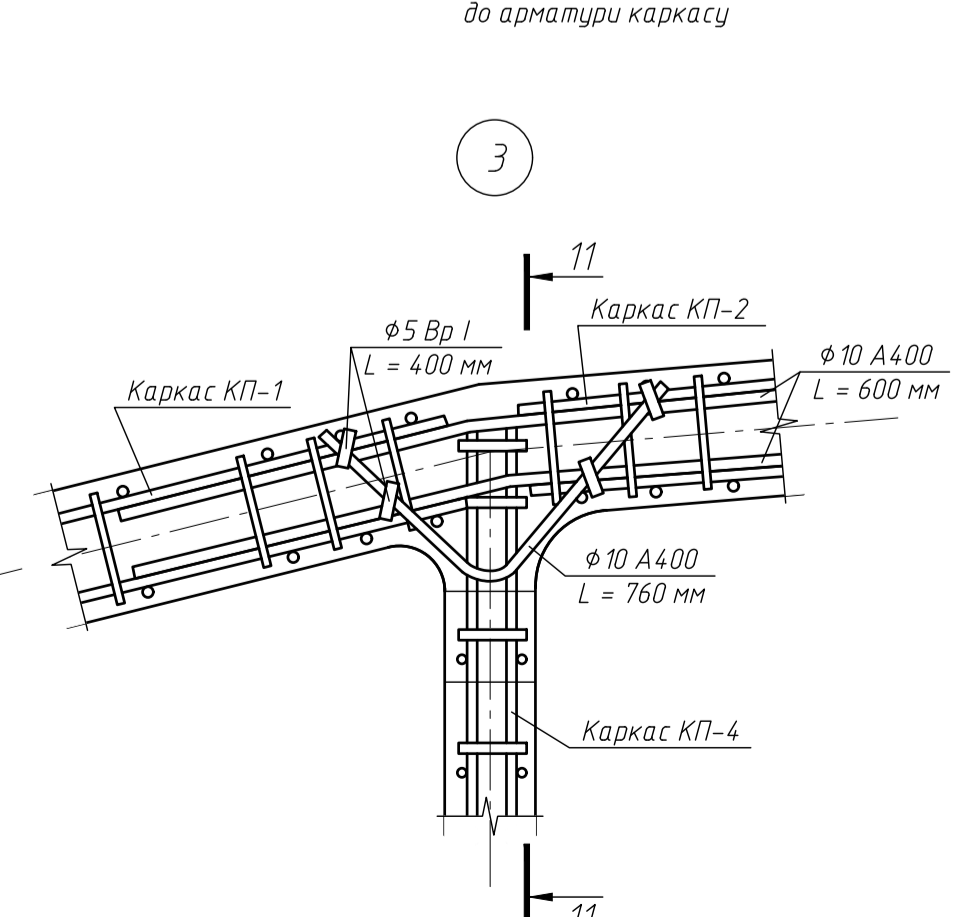
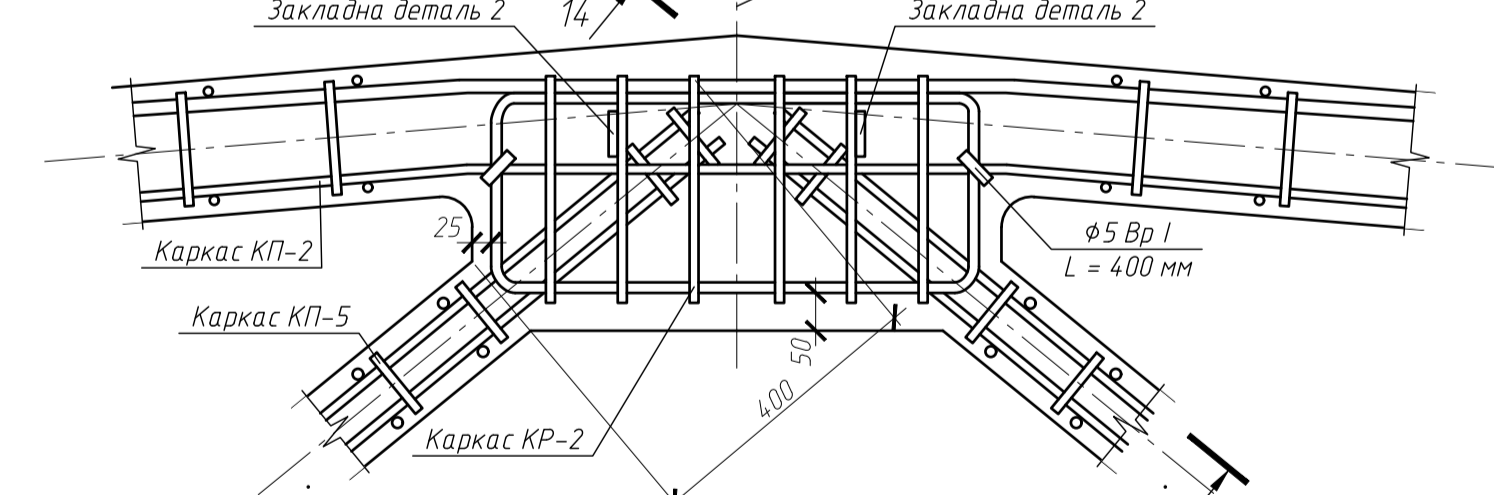
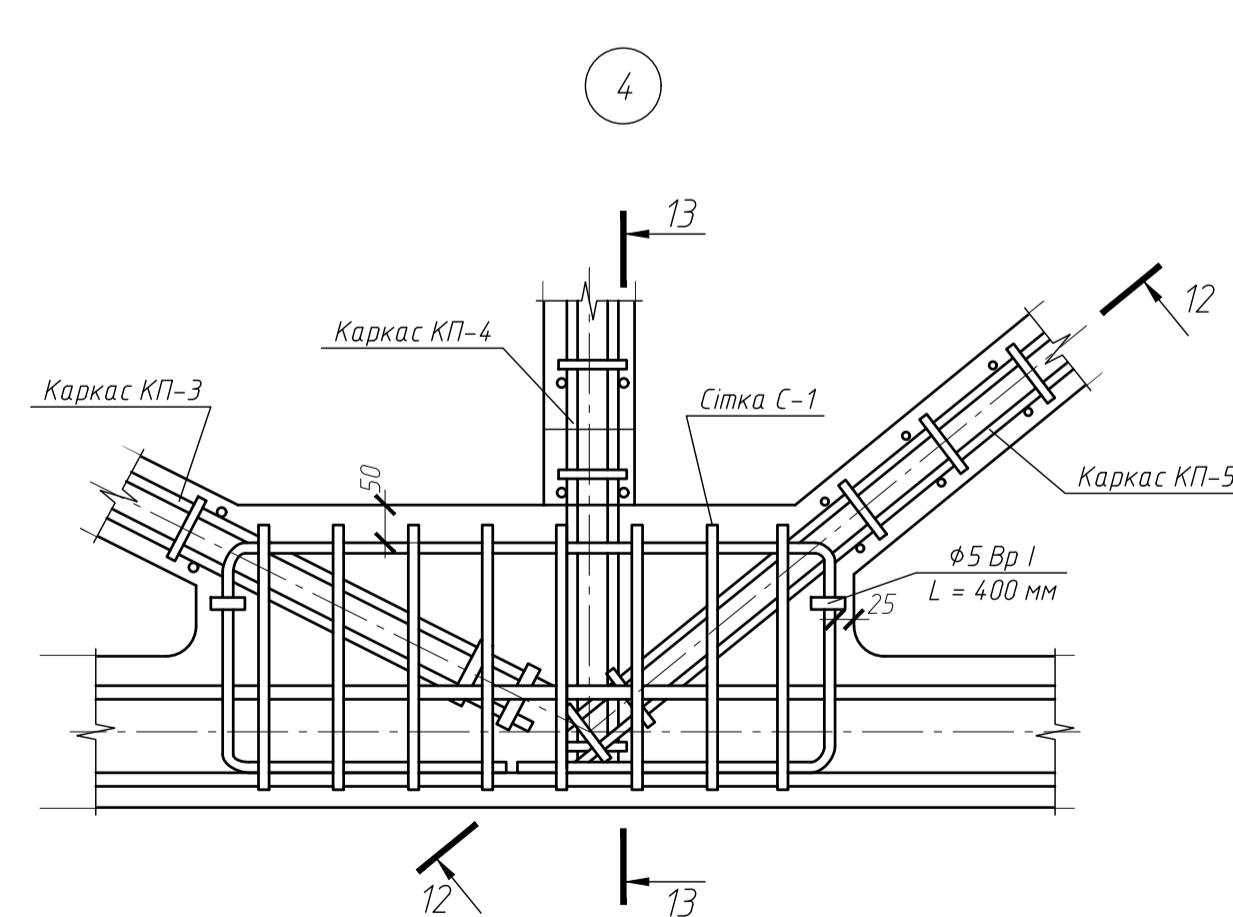
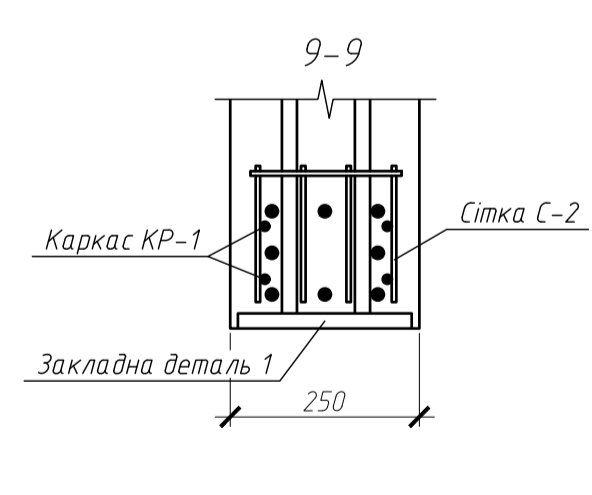
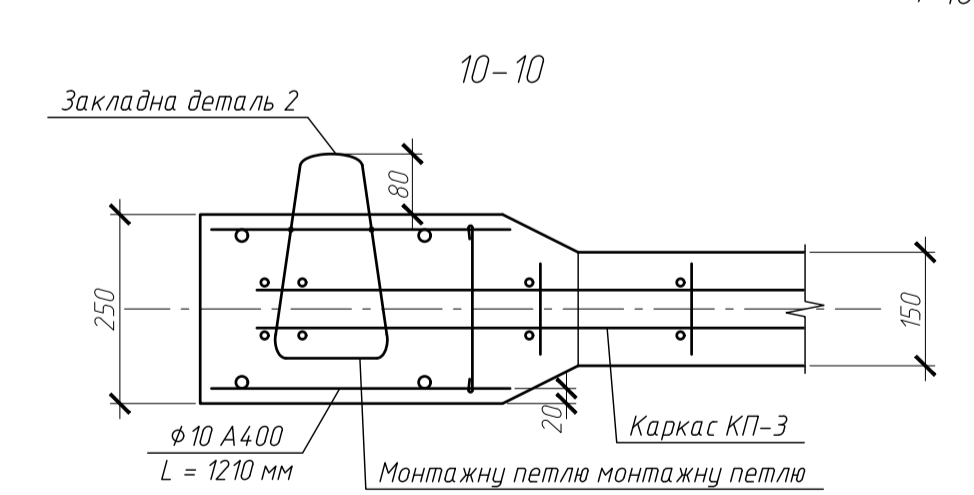
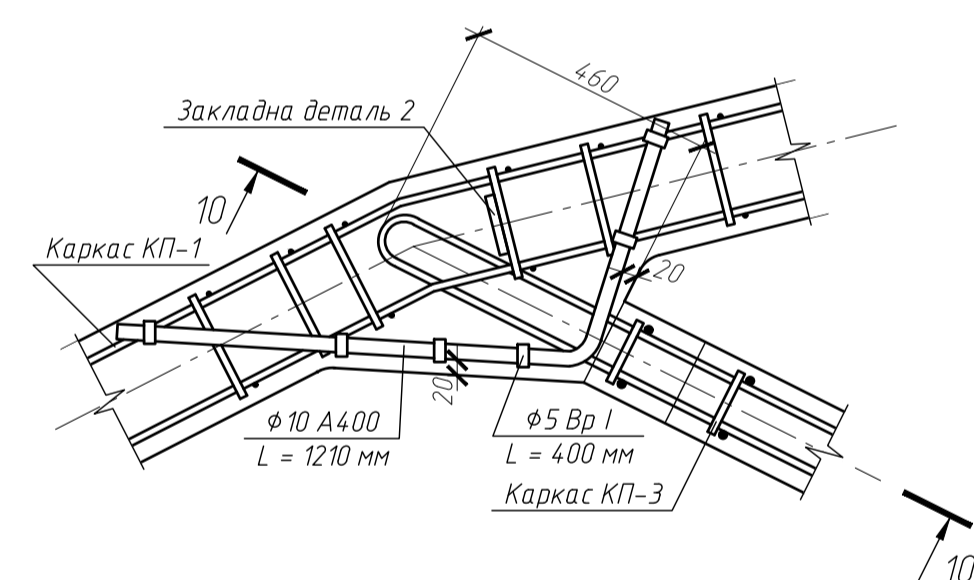
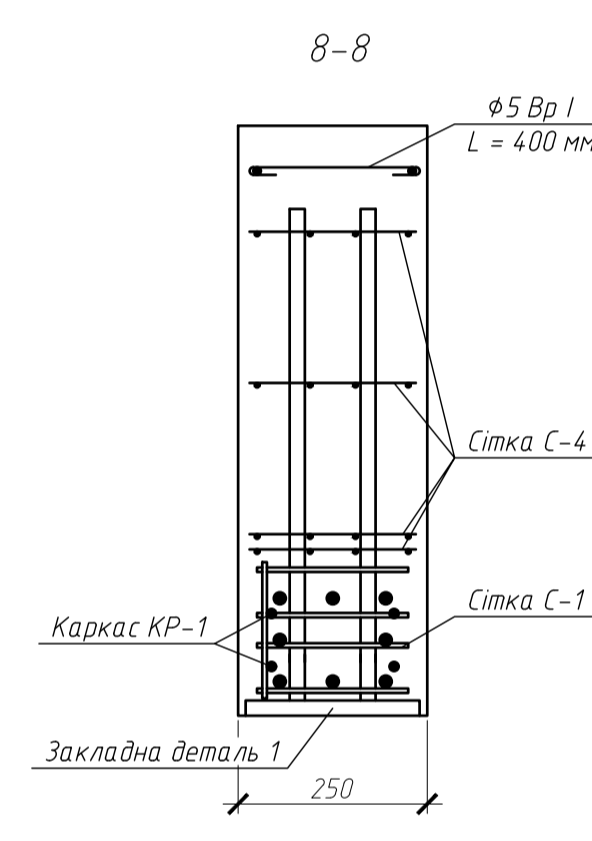
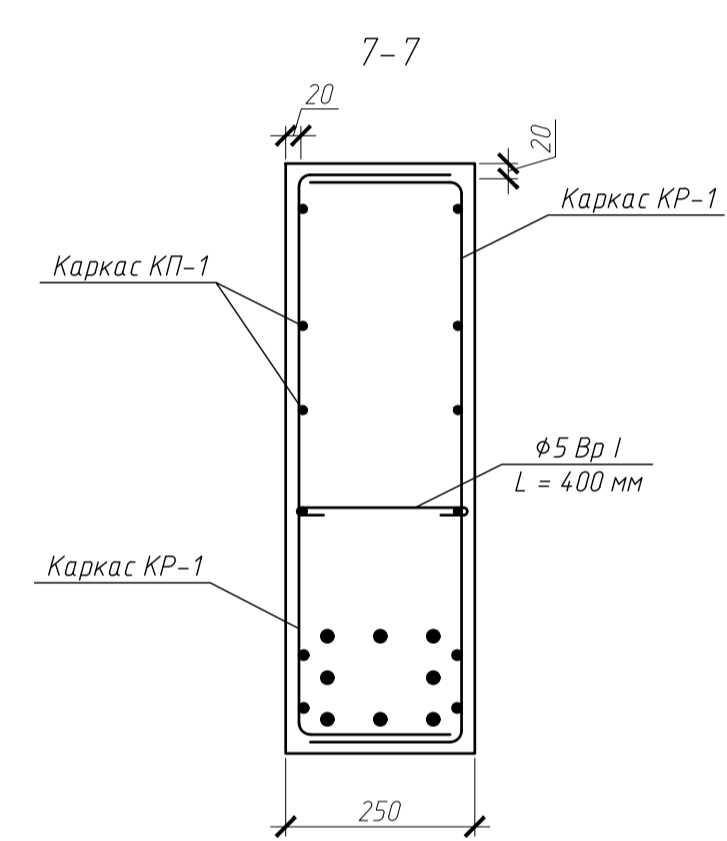
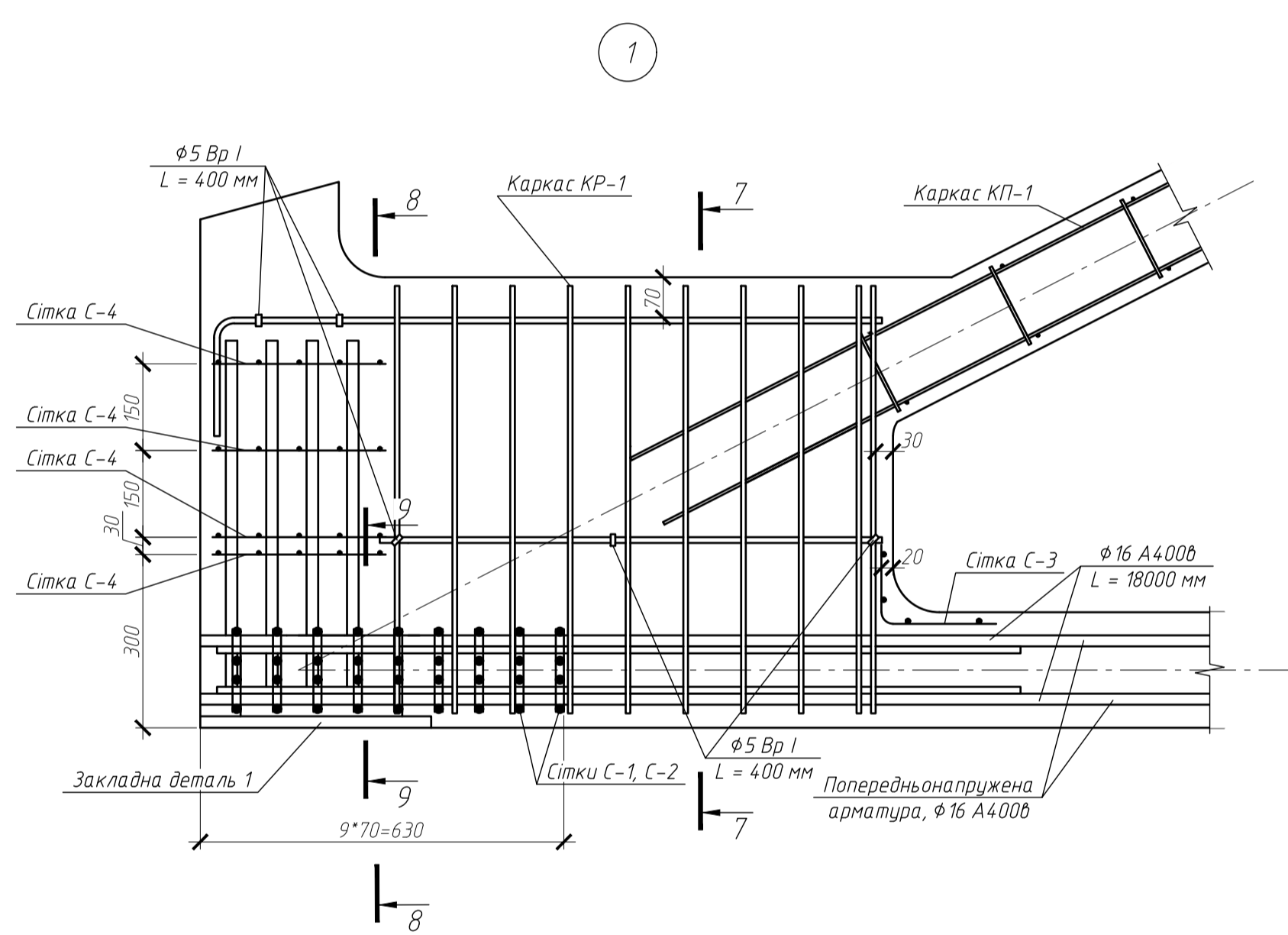
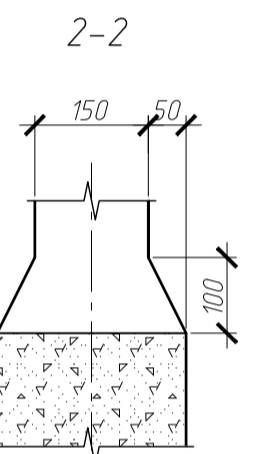
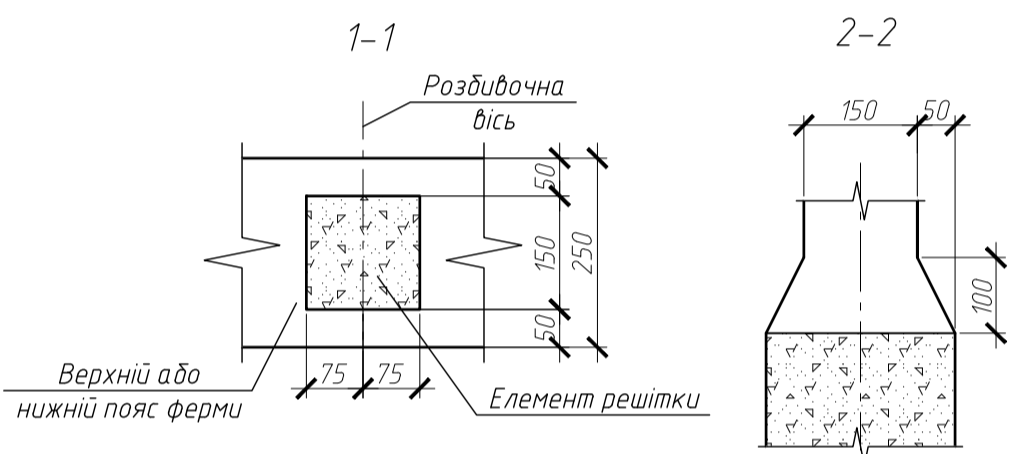
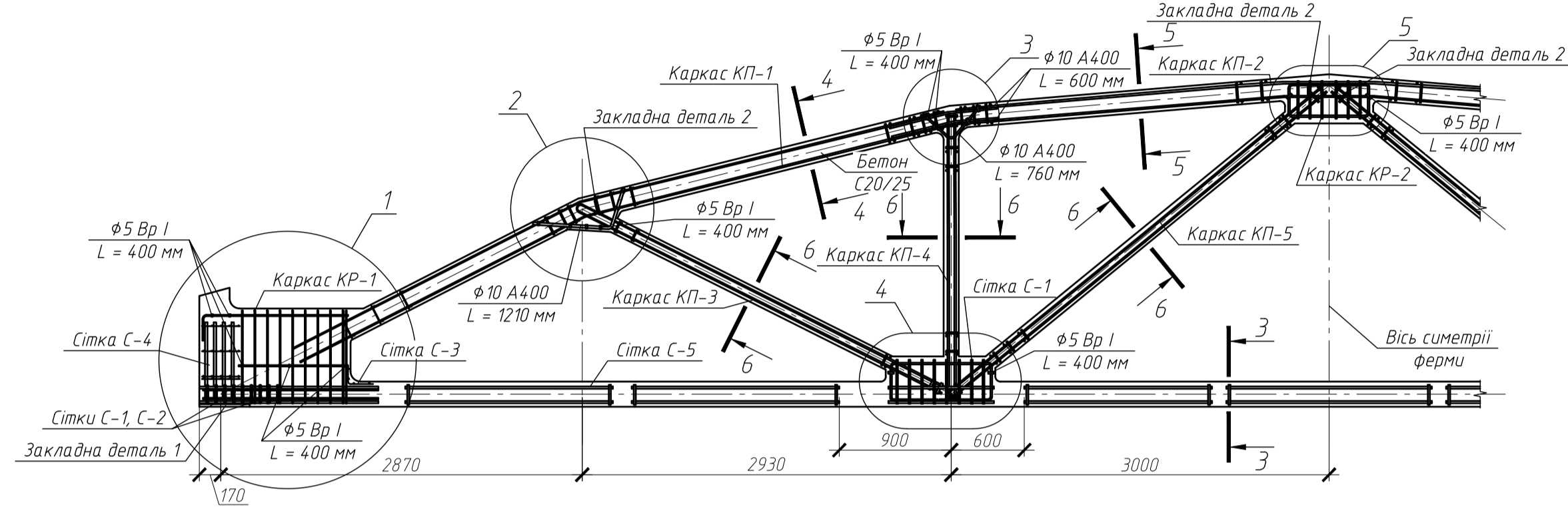
Геометрична схема ферми



Залізобетонна ферма (опалубне креслення)



Залізобетонна ферма (армування)



Специфікація арматурних виробів ферми

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
		Каркас просторовий			
		КП-1	2	17,89	35,79
	ДСТУ 3760.2019	φ10 А400, l = 5630 мм	4	3,47	13,89
	ДСТУ 3760.2019	φ5 Вр1, l = 220 мм	118	0,03	4
		КП-2	1	18,87	18,87
	ДСТУ 3760.2019	φ10 А400, l = 6000 мм	4	3,7	14,81
	ДСТУ 3760.2019	φ5 Вр1, l = 220 мм	120	0,03	4,07
		КП-3	2	12,81	25,62
	ДСТУ 3760.2019	φ12 А400, l = 3240 мм	4	2,88	11,51
	ДСТУ 3760.2019	φ10 А240, l = 190 мм	2	0,12	0,23
	ДСТУ 3760.2019	φ6 А240, l = 120 мм	4	0,03	0,11
	ДСТУ 3760.2019	φ5 Вр1, l = 120 мм	52	0,02	0,96
		КП-4	2	6,76	13,52
	ДСТУ 3760.2019	φ10 А400, l = 2470 мм	4	1,49	5,95
	ДСТУ 3760.2019	φ5 Вр1, l = 120 мм	44	0,02	0,81
		КП-5	2	7,06	14,11
	ДСТУ 3760.2019	φ10 А400, l = 2320 мм	4	1,43	5,73
	ДСТУ 3760.2019	φ5 Вр1, l = 120 мм	72	0,02	1,33
		Каркас плоский			
		КР-1	4	6,78	27,14
	ДСТУ 3760.2019	φ14 А400, l = 1420 мм	2	1,72	3,44
	ДСТУ 3760.2019	φ10 А400, l = 1360 мм	1	0,84	0,84
	ДСТУ 3760.2019	φ6 А400, l = 1130 мм	10	0,25	2,51
		КР-2	2	2,3	4,6
	ДСТУ 3760.2019	φ10 А400, l = 2040 мм	1	1,26	1,26
	ДСТУ 3760.2019	φ6 А400, l = 780 мм	6	0,17	1,04
		КР-3	4	2,99	11,95
	ДСТУ 3760.2019	φ10 А400, l = 2480 мм	1	1,53	1,53
	ДСТУ 3760.2019	φ6 А400, l = 820 мм	8	0,18	1,46
		Сітка арматурна			
		С-1	8	0,26	2,1
	ДСТУ 3760.2019	φ6 А400, l = 260 мм	1	0,06	0,06
	ДСТУ 3760.2019	φ6 А400, l = 230 мм	4	0,05	0,2
		С-2	8	0,26	2,1
	ДСТУ 3760.2019	φ6 А400, l = 230 мм	1	0,06	0,06
	ДСТУ 3760.2019	φ6 А400, l = 260 мм	4	0,05	0,2
		С-3	14	1,15	16,04
	ДСТУ 3760.2019	φ5 Вр1, l = 1600 мм	3	0,25	0,74
	ДСТУ 3760.2019	φ5 Вр1, l = 660 мм	4	0,1	0,41
		С-4	2	0,32	0,64
	ДСТУ 3760.2019	φ5 Вр1, l = 200 мм	4	0,03	0,12
	ДСТУ 3760.2019	φ5 Вр1, l = 320 мм	4	0,05	0,2
		С-5	8	0,51	4,08
	ДСТУ 3760.2019	φ6 А400, l = 220 мм	5	0,05	0,24
	ДСТУ 3760.2019	φ6 А400, l = 300 мм	4	0,07	0,27
		Закладна деталь			
		ЗД-1	2	13,58	27,15
	ДСТУ 8539.2015	-240x12, l = 300 мм	1	6,8	6,8
	ДСТУ 3760.2019	φ14 А400, l = 700 мм	8	0,85	6,78
		ЗД-2	4	1,44	5,74
	ДСТУ 3760.2019	φ16 А240, l = 910 мм	1	1,44	1,44
		Деталі			
	ДСТУ 3760.2019	φ10 А400, l = 1210 мм	4	0,75	2,99
	ДСТУ 3760.2019	φ10 А400, l = 760 мм	4	0,47	1,88
	ДСТУ 3760.2019	φ10 А400, l = 600 мм	8	0,37	2,96
	ДСТУ 3760.2019	φ5 Вр1, l = 400 мм	36	0,06	2,22
	ДСТУ 3760.2019	φ16 А400, l = 18000 мм	8	28,44	227,52
		Матеріали			
		Бетон С20/25, м³	3,11		

Погоджено:
Формат А3
Копія
Інв. № ар.
Підп. та дата
Зам. інв. №

МР 38.24. БК ДР

Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Стадія	Маса	Масштаб
Виконав	Тимошенко МВ				Н		
Керівник	Альмольський ВМ				Аркш 4	Аркшів	
Затвердив	Щегаленко АА				СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м		

Реконструкція виробничого цеху в с.м.т. Свєса
Геометрична схема ферми, залізобетонна ферма (опалубне креслення), залізобетонна ферма (армування), специфікація арматурних виробів ферми