

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

Шестак Олександра Володимировича

1. Тема роботи Цех по збиранню комбайнів потужністю 50 одиниць
на рік

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 1-25. Фасад 25-1. Фасад А-К. Фасад К-А.

Лист 2. План на відм. 0,000. Розріз 1-1.

Лист 3. Розріз 2-2. Вузли 1-6.

Лист 4. Схема розташування конструкцій покриття. Ферма ФС1 Геометрична схема. Ферма ФС1 Відправочні елементи. Вузли 1-6. Специфікація на відправочний елемент ферми ФС1.

Лист 5. Ферма ФС1 підсилення. Вузли 1-4. Перерізи а-а – в-в. Специфікація елементів підсилення ферми ФС1

Науковий керівник:

_____ (підпис)

к.т.н., Луцьковський В.М.

_____ (Прізвище, ініціали)

Консультант

_____ (підпис)

Циганенко Г.М.

_____ (Прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач:

_____ (підпис)

Шестак О.В.

_____ (Прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Шестак Олександр Володимирович. Цех по збиранню комбайнів потужністю 50 одиниць на рік – 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 наведено докладний опис архітектурно-конструктивних рішень будівлі, включаючи використані матеріали та конструкції. Предметом дослідження стали несучі конструкції покриття, які зазнають впливу від підвісного крану більшої вантажопідйомності.

Результати досліджень показали, що монтаж нового підйомного обладнання з вантажопідйомністю більшою від проектної до існуючих конструкцій покриття впливає на елементи нижнього поясу ферм покриття. Встановлено, що існуючі елементи не мають достатньої несучої спроможності, по критерію міцності елемента.

Аналіз публікацій та досліджень встановив, що проведено значну кількість експериментальних досліджень щодо деформативності елементів несучих кроквяних ферм проведених в [14, 15].

Ферми покриття є масовими конструкціями котрі підлягають як серійному так і індивідуальному виготовленню. Широке використання ферм покриття визначається високою несучою здатністю та жорсткістю при перекритті великих прольотів будівель без використання проміжних опор. Розрахунок ферм покриття здійснюється як розрахунок балкових конструкцій, що працюють на поперечний згин.

У **висновках** приведено раціональний варіант щодо забезпечення несучої здатності ферм покриття при зміні технологічного обладнання з більшою вантажопідйомністю. Розроблений варіант може бути корисними для забезпечення надійності будівельних конструкцій у подібних ситуаціях.

Ключові слова: конструкції покриття, реконструкція, підвісний кран, дослідження.

/

Список публікацій

Результати дослідження опубліковано в матеріалах науково-практичної студентської конференції. // Шестак О.В., Волков Д.Г., Луцьковський В.М. ДОСЛІДЖЕННЯ ФЕРМ ПОКРИТТЯ ПРИ ЗМІНІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ // МІЖНАРОДНІ НАУКОВІ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ. Світ наукових досліджень. Випуск 27 // <https://www.economy-confer.com.ua/full-article/5356/>.

В **додатках** наведено: розрахунок снігового навантаження, розрахунок кранових навантажень, матеріали конференції, креслення

Структура роботи

Робота складається з основного тексту на 72 сторінках, у тому числі 24 таблиці, 65 рисунків. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 2 розділи, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 18 використаних джерел, 4 додатків на 19 сторінках. Графічна частина складається з 5 аркушів креслень та 12 плакатів.

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.....	8
2. Дослідження напружено деформованого стану та конструктивні розрахунки	9
2.1. Коротка характеристика будівлі та предмету дослідження	9
2.1.1. Об'ємно-планувальне рішення	9
2.1.2. Архітектурно-конструктивні рішення	10
2.1.2.1. Фундаменти.....	10
2.1.2.2. Фундаментні балки.....	11
2.1.2.3. Колони	11
2.1.2.4. Фахверкові колони	12
2.1.2.5. Кроквяні ферми.....	12
2.1.2.6. Підкроквяні ферми	13
2.1.2.7. Плити покриття.....	13
2.1.2.8. Зовнішні огорожувальні конструкції	14
2.1.2.9. Ворота, двері, вікна	14
2.1.2.10. Перегородки.....	15
2.1.2.11. Покрівля	16
2.1.2.12. Підлоги	16
2.2. Опис предмету дослідження.....	18
2.3. Методика дослідження.....	20
2.4. Результати дослідження.....	57
2.5. Висновки.....	58
Список використаної літератури	60
Додаток А. Розрахунок снігового навантаження.....	62
Додаток Б. Розрахунок кранових навантажень	67
Додаток В. Матеріали конференції	71
Додаток Г. Креслення	74

1. Загальна характеристика роботи

1.1. Актуальність теми

Сумщина історично є аграрним регіоном, з обширною площею сільськогосподарських угідь. Для обробки цих земель регіон використовує новітні машини та механізми. Виникло питання про обслуговування цієї техніки, оскільки не всі існуючі підприємства в змозі забезпечити належний сервіс через конструктивні зміни у обладнанні та його фізичний знос.

В результаті перед існуючими підприємствами постає питання розширення потужностей виробництва, покращенні ефективності робочих процесів, модернізації технологічної лінії.

В даній роботі це відображено шляхом влаштування підвісного крану з більшою вантажопідйомністю. Дане рішення пов'язано зі оптимізацією робочих процесів, збільшенням обсягу підйому вантажів.

1.2. Мета і завдання дослідження

Мета проведення цього дослідження полягала у визначенні умов забезпечення працездатності несучих кроквяних конструкції – ферм, у зв'язку з влаштуванням нового обладнання – підвісного крану.

Завдання досліджень полягало в наступному:

- визначенні напружень в елементах кроквяних конструкції від ваги крану існуючого та з вантажопідйомністю 10т;
- проведенні перевірочних розрахунків несучих кроквяних конструкцій за першою та другою групою граничних станів та визначенні їх працездатності;
- порівняння варіантів рішень по забезпеченню подальшої експлуатації із підрахунком трудовитрат;
- розробці конструктивних рішень по забезпеченню працездатності несучих кроквяних конструкцій в умовах зміни навантаження від підвісного крану.

1.3. Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є ферми будівлі, що зазнають впливу від навантажень котрі виникають при роботі підвісного крану, з більшою вантажопідйомністю.

1.4. Предмет дослідження

В даному дослідженні проводився аналіз щодо працездатності кроквяних ферм за умови зміни навантаження від нового технологічного обладнання – підвісного крану, вантажопідйомність якого становить 10т.

1.5. Методи дослідження

Для оцінки та визначення працездатності ферм покриття було проведено розрахунок у програмному комплексі SCAD Office 23. Розрахунок проводився за першою та другою групою граничних станів.

1.6. Практичне значення одержаних результатів

За результатами перевірочних розрахунків було визначено необхідність підсилення елементів існуючих конструкцій покриття для їх подальшої нормальної експлуатації.

1.7. Апробація та публікація роботи

Результати дослідження опубліковано в матеріалах науково-практичної студентської конференції. // Шестак О.В., Волков Д.Г., Луцьковський В.М. ДОСЛІДЖЕННЯ ФЕРМ ПОКРИТТЯ ПРИ ЗМІНІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ // МІЖНАРОДНІ НАУКОВІ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ. Світ наукових досліджень. Випуск 27 // <https://www.economy-confer.com.ua/full-article/5356/>

2. Дослідження напружено деформованого стану та конструктивні розрахунки

2.1. Коротка характеристика будівлі та предмету дослідження

2.1.1. Об'ємно-планувальне рішення

Будівля, що була обрана для дослідження, має форму прямокутника в плані. Розміри в осях становлять 48,00х144,00м. Виробнича будівля – одноповерхова, двопролітна, висота до низу несучих конструкцій покриття дорівнює 9,6м, величина прольоту становить 24м. Розглядається будівля де використано збірний каркас із залізобетонних колон з фахверковими колонами по торцям будівлі та з використанням металевих ферм в якості несучих кроквяних конструкцій покриття.

У будівлі цеху використано традиційну схему повного каркасу з колон квадратного та прямокутного перерізу, підкроквяних ферм, довжина котрих дорівнює 12м, несучих кроквяних конструкцій прольотом 24м з кроком 6м і в якості конструкцій покриття використано збірні залізобетонні ребристі плити покриття 3х6м.

Будівля обладнана підвісними кран-балками, вантажопідйомністю 5т.

В будівлі розташовані наступні приміщення:

- виробнича частина цеху, що складається з:
 - ділянки для збирання комбайнів;
 - ділянки виготовлення кузовів та агрегатів;
 - ділянки для збирання і діагностики двигунів;
- майстерні;
- комора;
- кабінет начальника цеху;
- складські приміщення.

2.1.2. Архітектурно-конструктивні рішення

Всі запроєктовані несучі та огороджуючі конструкції відповідають діючим нормами та правилами.

Фундаменти – залізобетонні, стаканного типу.

Колони крайнього ряду – залізобетонні, квадратного перерізу, з кроком 6м.

Колони середнього ряду – залізобетонні, прямокутного перерізу, з кроком 12м.

Стінові огороджуючі конструкції – стінові сандвіч-панелі, з утеплювачем із жорстких плит із мінеральної вати. Товщина сандвіч панелей – 200мм.

Конструкції покриття:

- підкроквяні ферми – з металевого профілю типу "Молодечно";
- кроквяні ферми – металеві профіль типу "Молодечно";
- ребристі плити покриття, розміром 3х6м.

Будівля розроблена з використанням жорстких поперечних рам, що створені за допомогою залізобетонних збірних колон і кроквяних металевих ферм. Колони мають жорстке защемлення в фундамент, сполучення між кроквяними конструкціями і колонами є шарнірними. 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 монолітні, залізобетонні, стаканного типу серії 1.412-1/77 вип. 1. Виконані з бетонної суміші класу С12/15, С16/20.

Фундаменти під колони крайніх рядів прийнято з наступними розмірами 2100х2400мм, розміри підколонника – 900х1200мм. Тіло фундаменту виконано з уступами по висоті. Висота уступу 300мм.

Фундаменти під колони середнього ряду з наступними розмірами 2700х3300мм, розміри підколонника – 900х1200мм. Тіло фундаменту виконано з уступами по висоті. Висота уступу становить 300мм.

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

Передбачена щебенева підготовка під фундаменти.

Глибина закладання -3,000м

2.1.2.2. Фундаментні балки

Під стінову огорожу із сандвіч панелей було передбачено фундаментні балки [3] таврового перерізу згідно серії КЭ-01-23 вип.-1.

Фундаментні балки мають висоту 450мм.

По верхній грані фундаментних балок влаштовано гідроізоляцію з двох шарів рулонного матеріалу на мастиці.

Для запобігання негативного впливу на фундаменти від атмосферних опадів вздовж фундаментних балок влаштовано вимощення.

2.1.2.3. Колони

В якості несучих елементів каркасу використовуються залізобетонні колони [4], для одноповерхових виробничих будівель, квадратного та прямокутного перерізів, з розмірами 400х400мм та 400х500мм відповідно. Висота колон каркасу становить 10,5м.

Крок колон крайнього ряду – 6м. Крок колон середнього ряду – 12м.

Колони крайнього ряду мають постійний переріз по висоті і тільки колони середнього ряду мають двосторонні консолі, для обпирання конструкцій.

Колони мають жорстке заземлення в фундаменті.

Колони крайнього ряду мають металеві надколоники, які призначені для з'єднання колон та кроквяних конструкцій.

Специфікація колон

Табл. 2.1.

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітки
1	2	3	4	5	6
К1	Серія КЭ-0,1-49 в.3	КП III-44	54	2600	
К2	Серія КЭ-0,1-56 в.3	КП III-46	15	3200	
К3	Серія КЭ-0,1-55 в.2	КП II-14	12	4100	

2.1.2.4. Фахверкові колони

Фахверкові колони виконано по серіям КЭ-0.1-49.вип.,1-7,
КЭ-0.1-56. вип.,1-5,
КЭ-0.1-55, вип.,1-6.

Висота колон фахверку – 10,5м. Крок колон фахверків дорівнює 6м.

Колони виготовлені з бетонного розчину кл.С16/20, С25/30.

Фахверкові колони використовуються для кріплення торцевих стінових панелей.

2.1.2.5. Кроквяні ферми

Кроквяні ферми [5] виконано металевими трапецевидними по серії 1.460.3-23 вип.1. з спиранням на верхній пояс. Існуючі ферми мають довжину 24м та змонтовані через 6м. Верхній пояс ферм виконано з ухилом 10%, нижній пояс – горизонтальний. Решітка має вигляд рівнобедреного трикутника з низхідними розкосами.

Елементи ферм виконано з труб квадратного та прямокутного профілю типу «Молодечно» та мають такі розміри перерізів:

верхній пояс – 180x140x8мм;

нижній пояс – 140x140x8мм;

опорний розкос – 120x120x6мм;

елементи решітки – 120x120x6мм, та 100x100x4мм.

Ферми виконані з двох напівферм, котрі перед монтажем з'єднують між собою за допомогою високоміцних болтів М24.

Ферми спираються на металеві надколоники по осям А та К, та на підкроквяну металеву ферму, що розташована по осі Д.

Монтажні знання – фланцеві. З'єднання елементів решітки з поясами – безфасоночне.

Основні габаритні розміри ферми:

довжина – 24м, висота на опорі – 1,04м, висота в центрі прольоту – 2,4м, відстань між розкосами – 3м.

Для запобігання корозійного руйнування структури металу, металеві поверхні ферми пофарбовано.

Специфікація кроквяних ферм

Табл. 2.2.

<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>
ФС1	Серія 1.460.3-23-98	ФС 24-3.0	54	9800	

2.1.2.6. Підкроквяні ферми

Підкроквяні ферми виконано металевими згідно серії 1.460.3-14.

Такі ферми мають прольот 12м. Верхній та нижні пояси ферм запроектовано горизонтальними (паралельними). Решітку виконано у вигляді рівнобедреного трикутника з низхідними розкосами.

Елементи ферм виконано з профілю типу «Молодечно».

Ферми розташовані по осі Д та спираються на металеві надколоники колон середнього ряду.

Монтажні з'єднання – фланцеві. З'єднання елементів решітки з поясами – безфасоночне.

Основні габаритні розміри підкроквяних ферм:

проліт - 12м, висота – 1,77м, відстань між розкосами – 3м.

Для запобігання прояву та розвитку корозійного руйнування елементів підкроквяних ферм виконано їх пофарбування емаллю.

Специфікація підкроквяних ферм

Табл. 2.3.

<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>
ФП1	Серія 1.460.3-14	ФП 12	12		

2.1.2.7. Плити покриття

У якості елементів покриття використано великопанельні залізобетонні попередньо-напружені плити [6], з розмірами 3х6м типового виготовлення (серія ПК-01-74/62).

Поздовжні ребра плит мають висоту 300мм, довжину 6м. Згідно інформації серії такі плити розраховані на рівномірне розподілення навантаження до 140 кг/м².

Для влаштування вентиляційних шахт та zenітних ліхтарів, у плитах виконано обрамлені отвори Ø0,4м. Плита закріплена до кроквяних конструкцій в чотирьох місцях, шляхом зварювання закладних деталей плити до верхнього поясу кроквяної конструкції. Шви заповнені бетонним розчином М150. Великопанельні залізобетонні попередньо-напружені плити виготовлені з бетону марки М200.

Специфікація підкроквяних ферм

Табл. 2.4.

<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>
П1	Серія ПК-01-74/62	ПНС-1	384	2380	

2.1.2.8. Зовнішні огорожувальні конструкції

У якості зовнішніх огорожувальних конструкцій використовуються сандвіч-панелі [7], товщиною 200 мм. Висотою 1,0м 1,2м шириною - 6 та 3 м. Утеплювач – жорсткі мінераловатні плити. Поверхня зовнішньої частини панелей має лінійне профілювання, тоді як внутрішня сторона – гладка.

Специфікація сандвіч-панелей

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>
ПС1	ТП503-2-40.90	ПС 60.12.2,5-6Л-1	872	88,56	

2.1.2.9. Ворота, двері, вікна

Вікна виконано згідно серії 1.436-10. Вікна мають три стулки по довжині та дві по висоті. Вікна виконано з сталевим каркасом та одинарним склінням. Вікна розміром 3,0x4,8 та 3,0x2,4 розміщено на фасадах 1-25 та 25-1. Вікна розміром 3,0x2,4 розміщено на фасадах А-К та К-А.

Специфікація вікон

Табл. 2.6.

<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>
ВК1	Серія 1.436-10	ДО 3,0x4,8	46		
ВК2		ДО 3,0x2,4	62		

Внутрішні двері виконані згідно серії 1.435-4, в.2. Розмір дверей дорівнює наступним величинам 2390x1480мм. Двері облицьовані фанерою та пофарбовані.

Специфікація дверей

Табл. 2.7.

<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>
Д1	ДСТУ EN 14351-1:2020	ДГ – 24-15	10		

У досліджуваній будівлі встановлені ворота промислові Normann з такими розмірами 4,9x4,5м. Створки воріт відкриваються за допомогою механізмів. Ворота виконані сталевими, утеплені з середини пінополістирол зсередини.

Специфікація воріт

Табл. 2.8.

<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>
ВР	-	Normann 4,9x4,5	5		

2.1.2.10. Перегородки

Внутрішні перегородки у будівлі цеху виготовлені із глиняної цегли товщиною 120 мм. Перегородки оштукатурені та оздоблені пофарбуванням.

2.1.2.11. Покрівля

Покрівля [8] виконана з таких шарів:

<i>Шар гравію на бітумній мастиці $\gamma=2000\text{кг/м}^3-20$</i>
<i>Три шари рулонного килиму на бітумній мастиці</i>
<i>Асфальтобетонна стяжка $\gamma=1800\text{кг/м}^3-20$</i>
<i>Утеплювач (пінобетон) $\gamma=550\text{кг/м}^3-100$</i>
<i>Обмазочна пароізоляція-2 шари пергаміну</i>
<i>Збірні з/б ребристі плити</i>

Місця примикання гідроізоляційного килиму обклеєно зверху, додатковими шарами рулонного матеріалу, внапуск. Верхній край гідроізоляційного килиму заведено у борозну парапетної частини стіни та прикріплений дерев'яними рейками та захищений фартухом з оцинкованої покрівельної сталі. В місцях примикання рулонного гідроізоляційного килима до труб, влаштовані додаткові шари рулонного матеріалу.

Для відводу талих та атмосферних опадів передбачено внутрішній водопровід.

2.1.2.12. Підлоги

Підлога [10] у виробничому цеху виконана бетонною.

Підлогу у побутових приміщеннях виконано з керамічної плитки та лінолеуму. У місцях прилягання до стін та перегородок, влаштовано плінтус з керамічної плитки чи з ПВХ матеріалу

Плінтуси в приміщенні з бетонною підлогою виготовлено за допомогою шаблону, із такого ж розчину, що і фінішне покриття бетонної підлоги.

План підлог

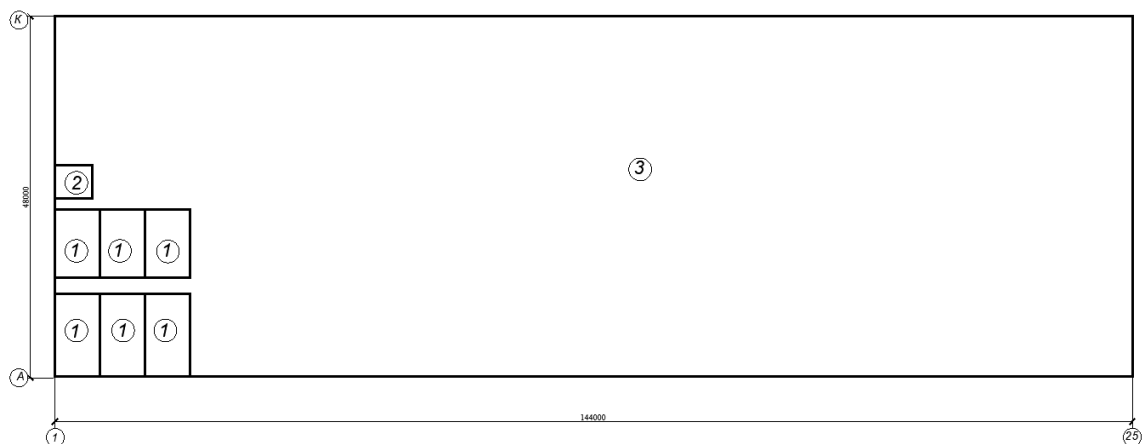


Рис. 2.1.Схема підлог на відм. 0,000 м

Експлікація підлог

Табл. 2.9.

Тип підлоги за планом	Схема підлоги або номер вузла за серією	Елементи підлоги та їх товщина	Площа підлоги м2
1		Мозаїчні бетонні плити - 30мм Цементно піщаний розчин М150 - 20мм Бетон класу В15 - 100мм Ущільнений щебнем ґрунт	64125
2		Керамічна плитка - 13мм Цементно-піщаний розчин М300 з добавками - 20мм Цементно піщаний розчин М150 - 20мм 2 шари гідроізолю на бітумній мастиці Бетон класу В15 - 100мм Ущільнений щебнем ґрунт	20.25
3		Бетон класу В22.5 - 25мм Бетон класу В15 - 100мм Ущільнений щебнем ґрунт	365.5

2.2. Опис предмету дослідження

Предметом дослідження в даному випадку є металеві ферми які виготовлені за серією 1.460.3-23 вип.1. Існуючі ферми передбачено для прийняття навантаження від крану вантажопідйомністю 5т. В ході модернізації виробничого цеху виконується влаштування крану із більшою вантажопідйомністю. Наша задача перевірити чи витримають існуючі перерізи ферм нове навантаження від крану та його роботи.

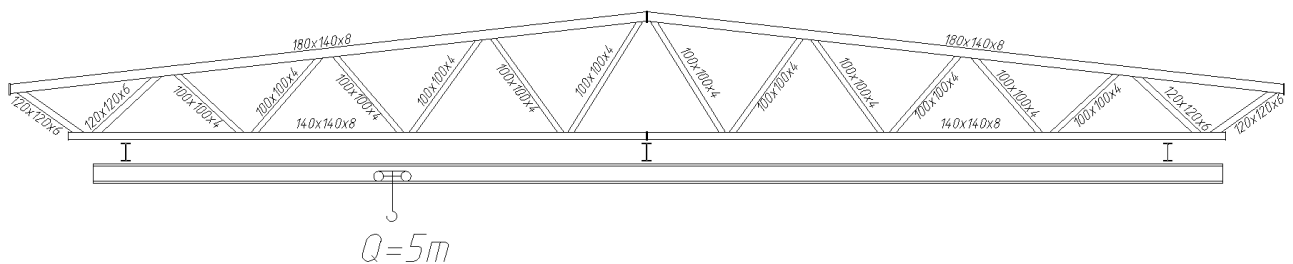


Рис. 2.2.1. Схема ферми з існуючим краном

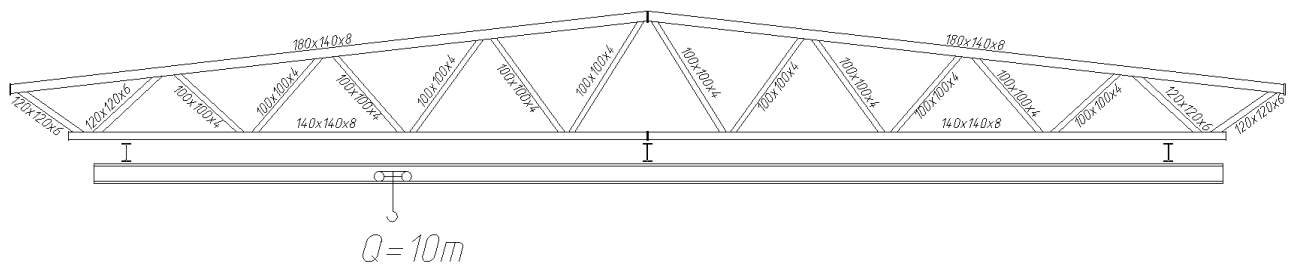


Рис. 2.2.2. Схема ферми після модернізації

Фермою називається геометрично незмінна конструкція, що складається з прямих стержнів, які з'єднані між собою з допомогою шарнірного з'єднання.

Місця з'єднань стержневих елементів називають вузлами, вертикальні елементи ферми – стійки, похилі стержні – розкоси. Сукупність стержнів які розміщуються над вище переліченими елементами ферми називають верхнім поясом, стержні, котрі розміщені нижче – нижнім поясом.

Ферми котрі фігурують в даному дослідженні мають трикутний обрис з ломаним нижнім поясом та трикутний вид системи решітки. Кут нахилу елементів решітки до нижнього поясу становить близько $45^{\circ} \dots 50^{\circ}$.

Елементи ферми виконано із металопрокату типу "Молодечно". Використано профільні труби квадратного та прямокутного перерізів. Для

верхнього поясу використано наступний переріз 180x140x8мм, для нижнього поясу – 140x140x8мм, опорний розкос – 120x120x6мм, елементи решітки – 120x120x6мм та 100x100x4мм.

Сталь, що застосована для поясів та опорних розкосів – С345, для розкосів – С255, фасонки – С235.

Ферми складено з двох напівферм, котрі перед монтажем з'єднують між собою за допомогою високоміцних болтів М24. Кількість болтів – 8 шт.

Заводські зварні з'єднання елементів виконані напівавтоматичним зварюванням. Зварні шви при монтажі виконано ручним зварюванням із застосуванням електродів.

На відміну від балок, особливістю роботи ферми, яка правильно спроектована і правильно експлуатується, є те, що всі елементи піддаються тільки поздовжнім розтягуючим чи стискуючим зусиллям. У порівнянні з балками, ферми є більш економічними елементами зварювальних конструкцій. Для уникнення виникнення в елементах зусиль згинальних моментів та зусиль поперечної сили необхідно дотриматися таких умов:

- а) осьові лінії елементів ферм в вузлах повинні сходитися в одній точці;
- б) елементи ферми мають бути прямими;
- в) сила навантажень прикладена тільки у вузлах ферми.

2.3. Методика дослідження

Для дослідження напружено-деформованого стану ферм виконуємо збір навантаження на кроквяні ферми від ваги шарів покрівлі.

Збір навантажень від покрівлі на 1м^2

Табл. 2.3.1.

Навантаження	Характеристичне значення	Експлуатаційне значення кгс/м ²	γ_f	Граничне розрахункове значення кгс/м ²	Примітка
<i>Постійне</i>					
Шар гравію на бітумній мастиці $\delta=0,02\text{м.}, \gamma=2000\text{кгс/м}^3$	40	40	1,3	52	
Три шари рулонного килиму на бітумній мастиці	-	5	1,3	6,5	
Асфальтобетонна стяжка $\delta=0,02\text{м.}, \gamma=1800\text{кгс/м}^3$	36	36	1,3	46,8	
Утеплювач (пінобетон) $\delta=0,10\text{м.}, \gamma=550\text{кгс/м}^3$	55	55	1,2	66	
Обмазочна пароізоляція – 2 шари пергаміну	-	0,5	1,3	0,65	
Залізобетонна ребриста плита, розміром 3х6м	3000	166	1,1	182,6	
Всього		302,5		354,55	

В даній роботі розрахунок снігового навантаження приведено в Додаток А.

Розрахунок кранових навантаження приведено в Додаток Б.

Після збору та розрахунку навантажень, котрі діють на конструкції, приступаємо до створення моделі розрахункової схеми у програмному комплексі SCAD Office 23, моделювання виконуємо за допомогою кінцевих елементів.

Моделюємо одну з трьох температурних блоків цеху, через те, що вони схожі між собою:

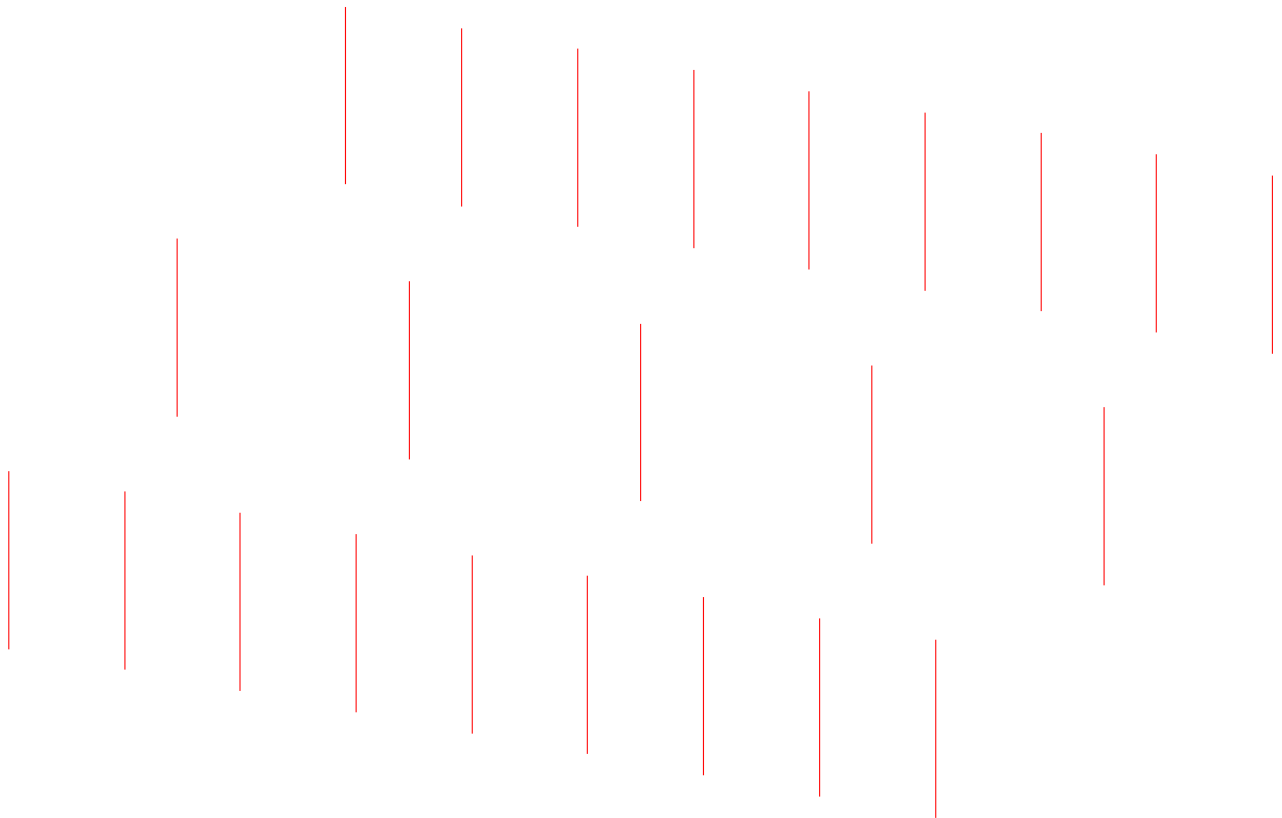


Рисунок 2.3.1. Створення колон каркасу

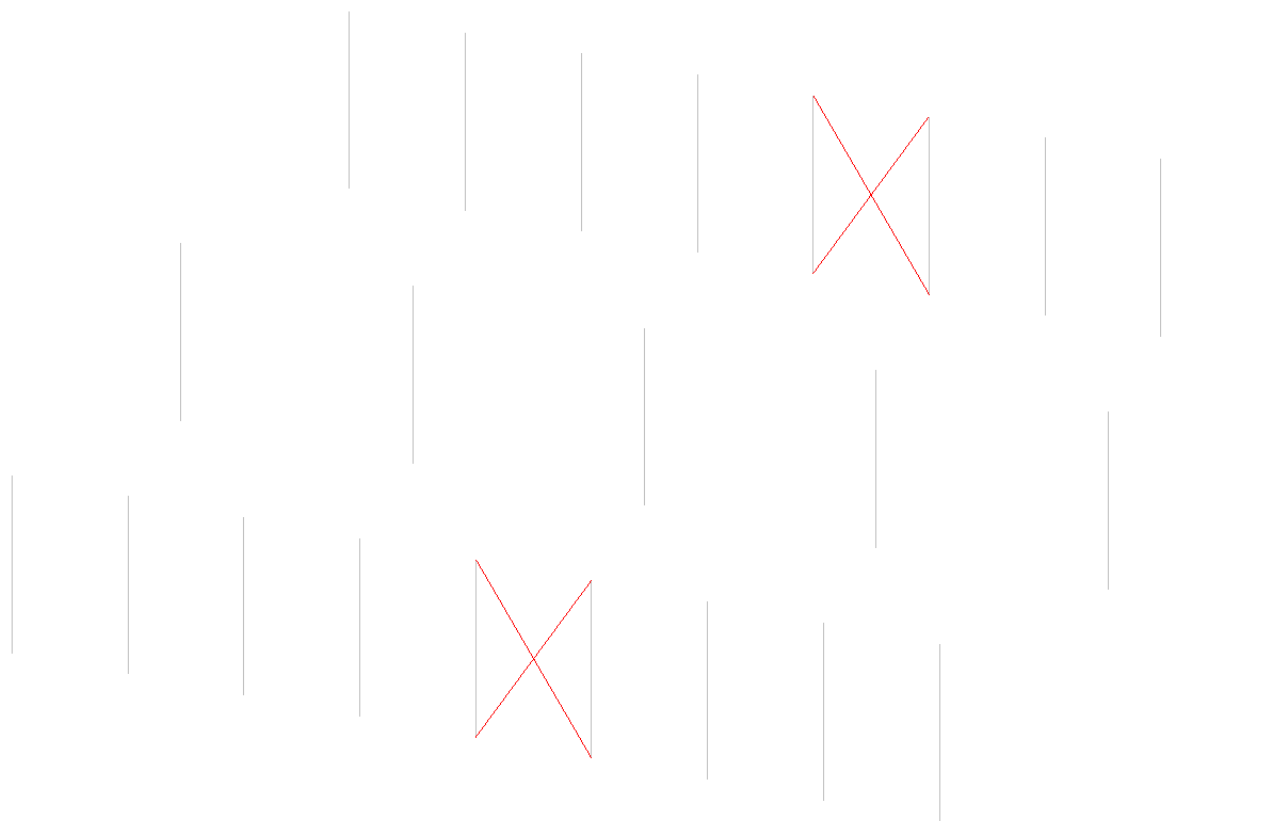


Рисунок 2.3.2. Створення хрестоподібних в'язей

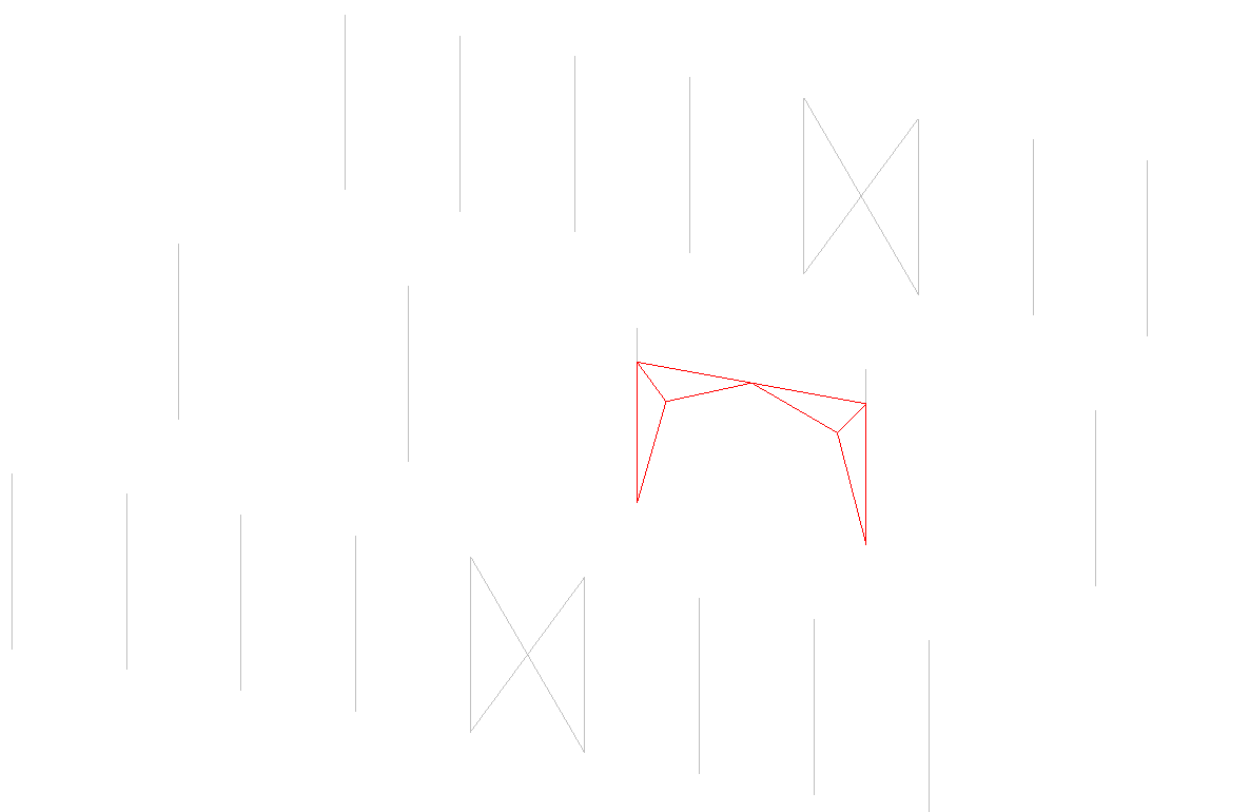


Рисунок 2.3.3. Створення порталних в'язей

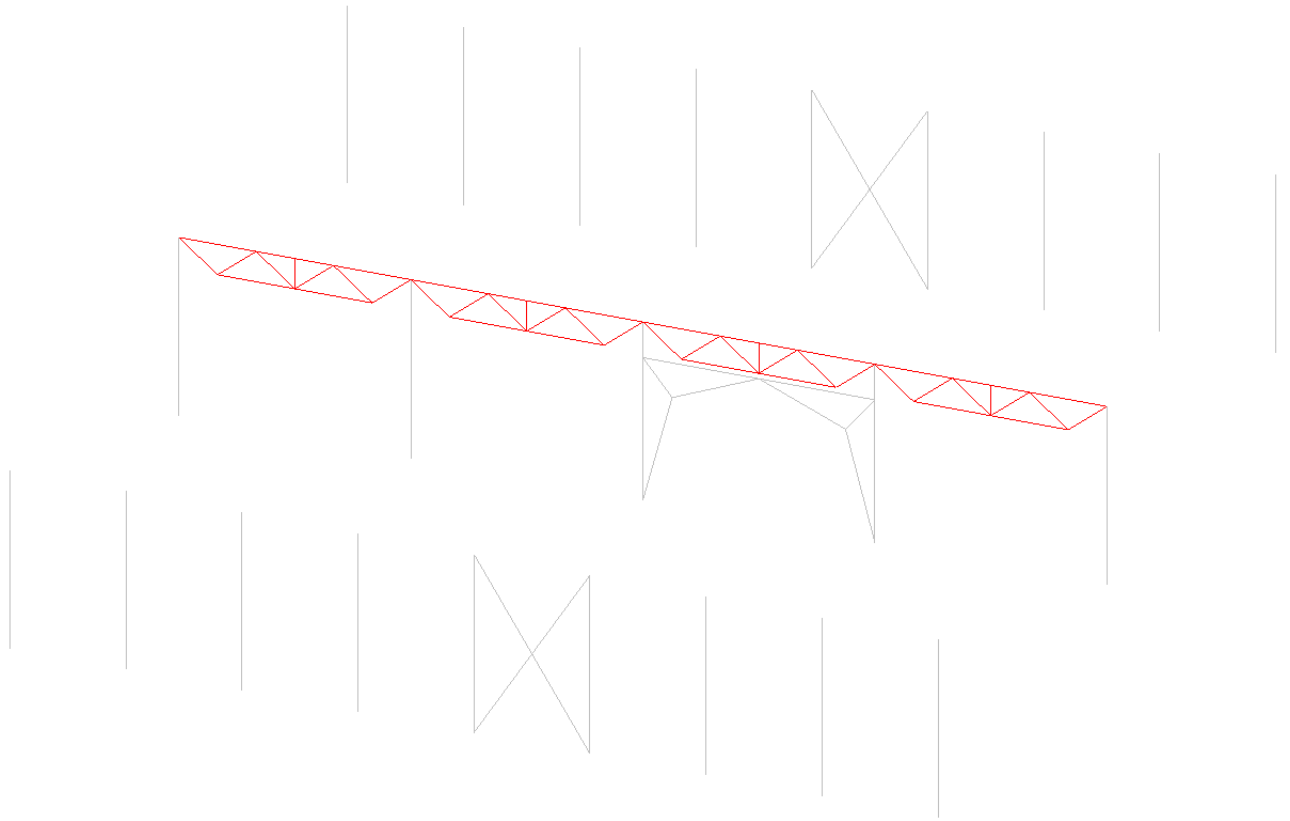


Рисунок 2.3.4. Створення підкрівляних ферм

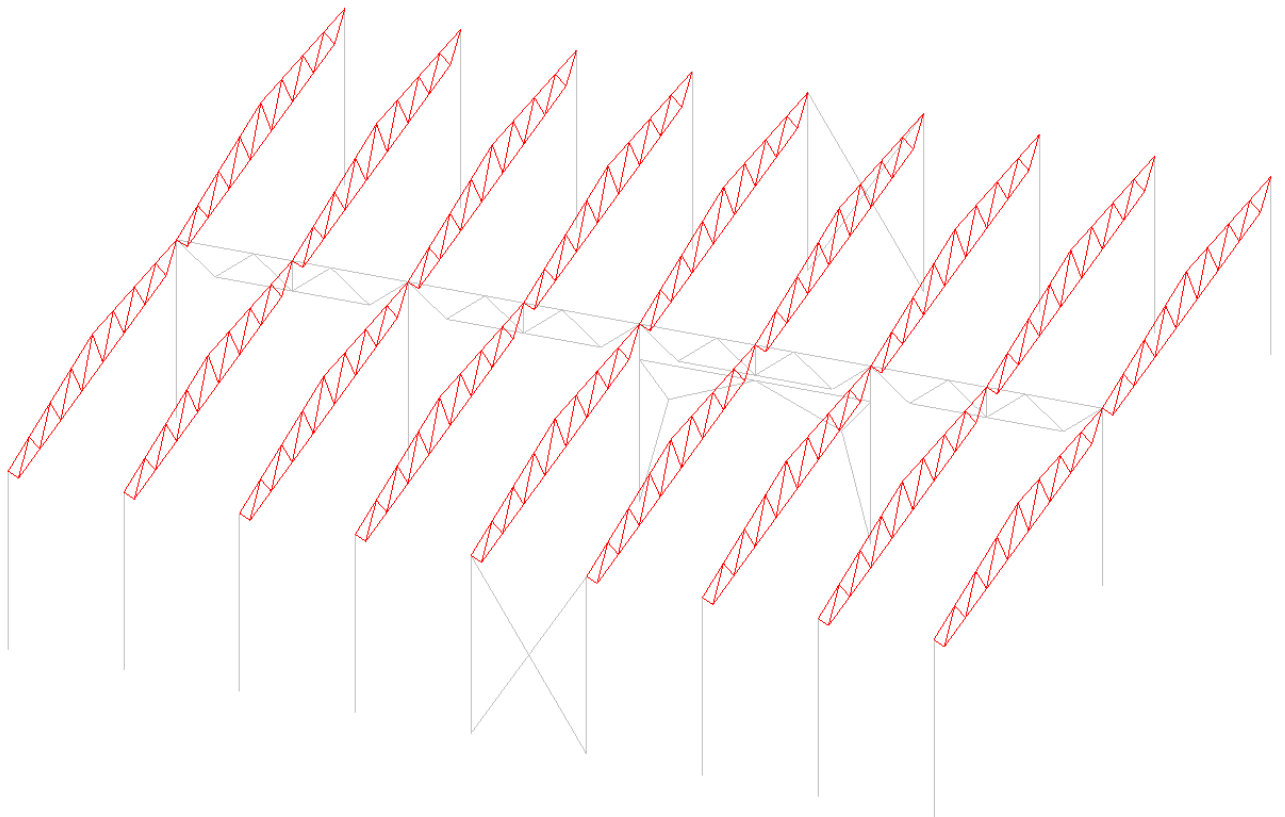


Рисунок 2.3.5. Створення ферм покриття

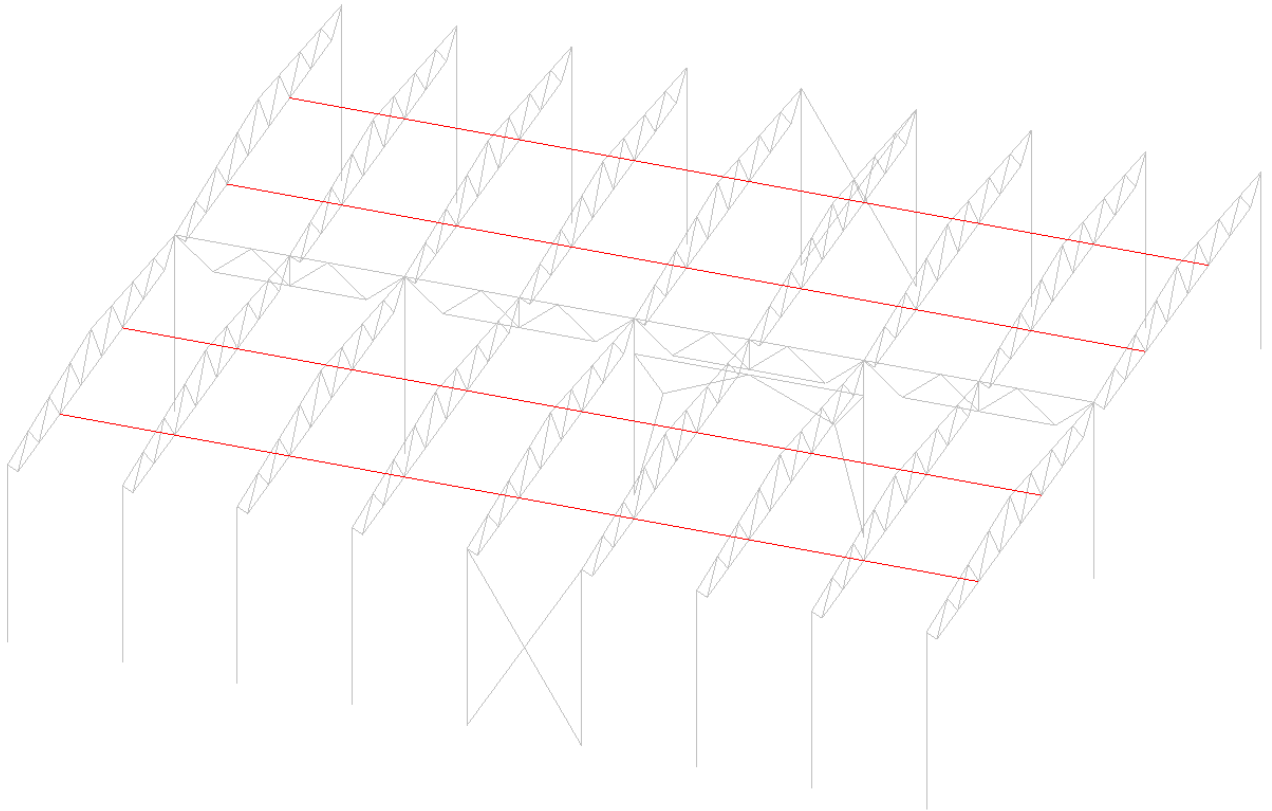


Рисунок 2.3.6. Створення розпірок по нижньому поясу ферм покриття

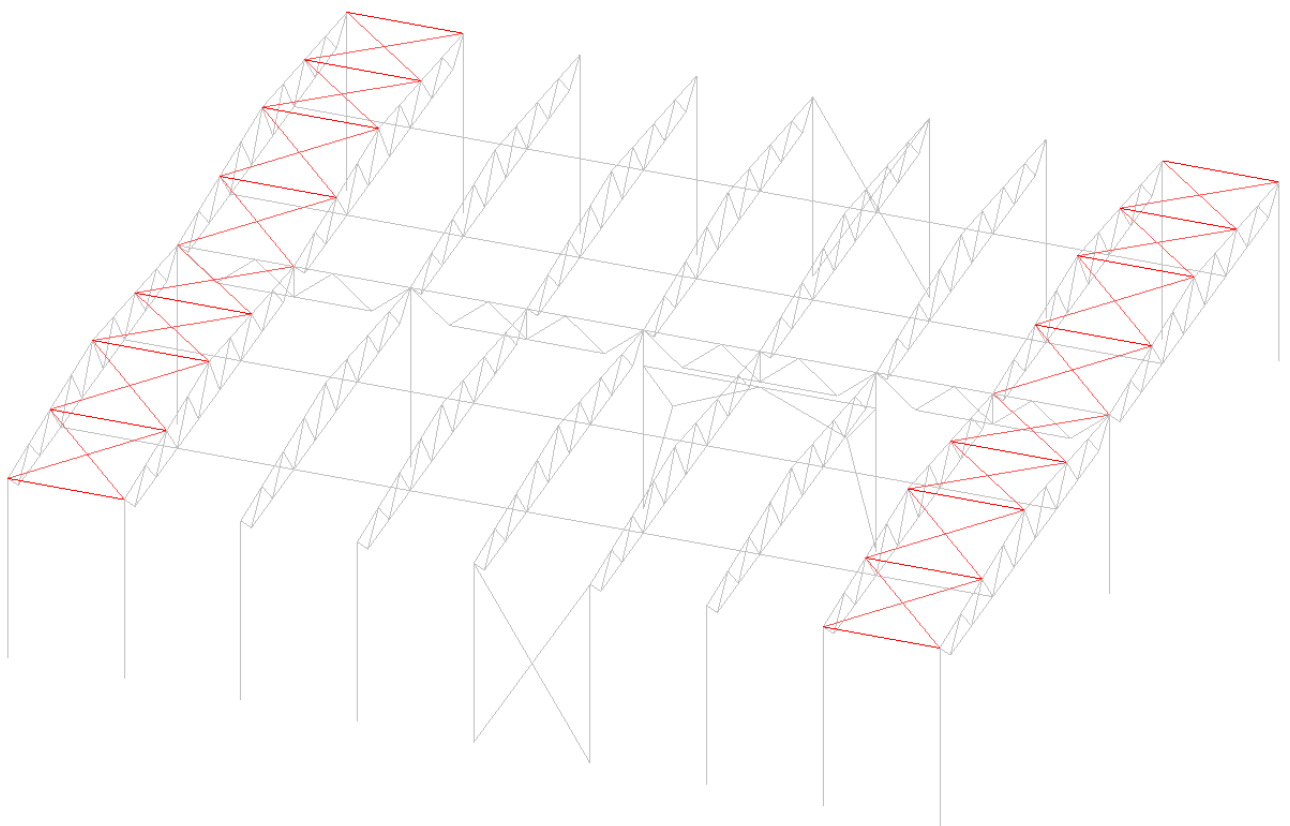


Рисунок 2.3.7. Створення розпірок та зв'язків по верхньому поясу ферм покриття

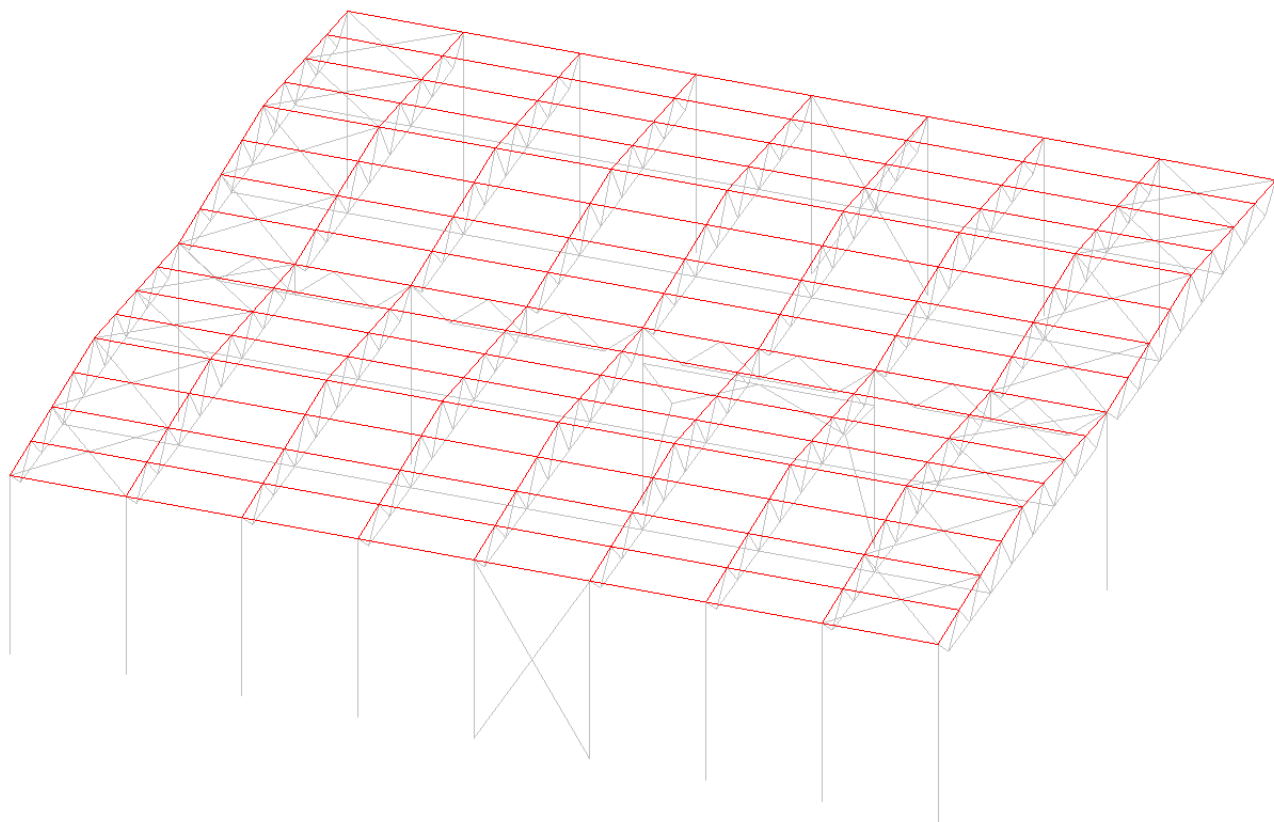


Рисунок 2.3.8. Створення плит покриття

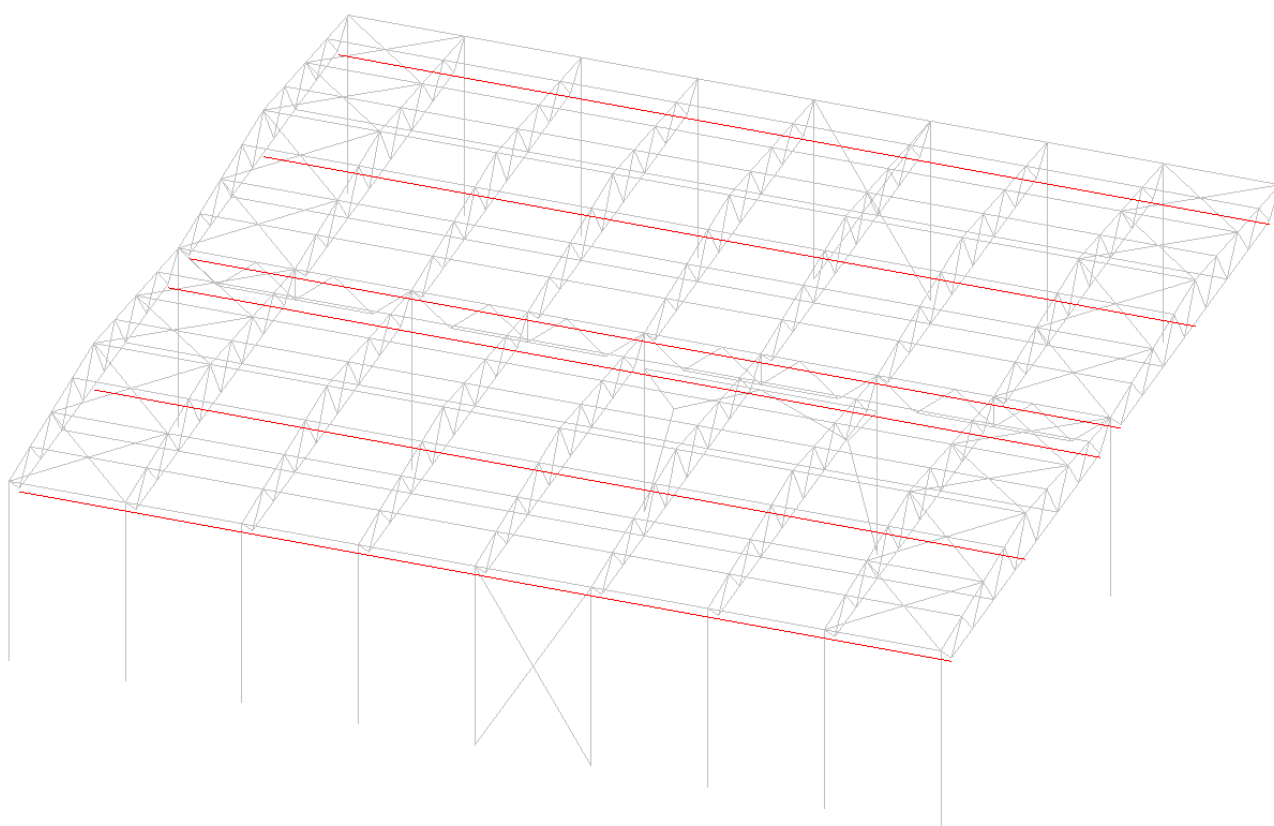


Рисунок 2.3.9. Створення кранових балок

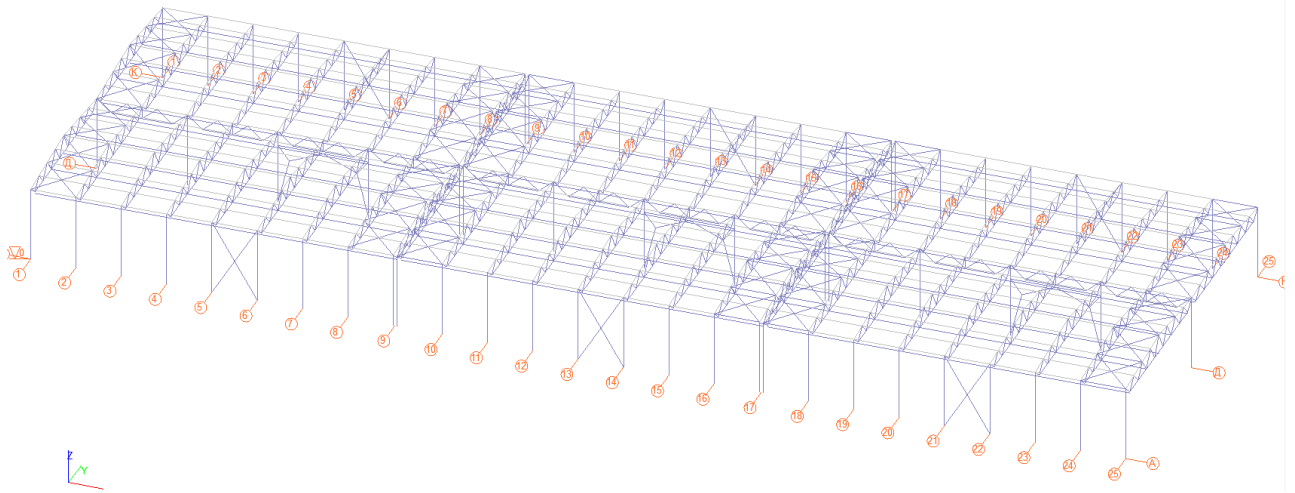


Рисунок 2.3.10. Загальний вигляд розрахункової схеми будівлі

Після моделювання схеми за допомогою стержнів та пластин, основних конструкцій каркасу, наступним етапом є задання їм жорсткостей:

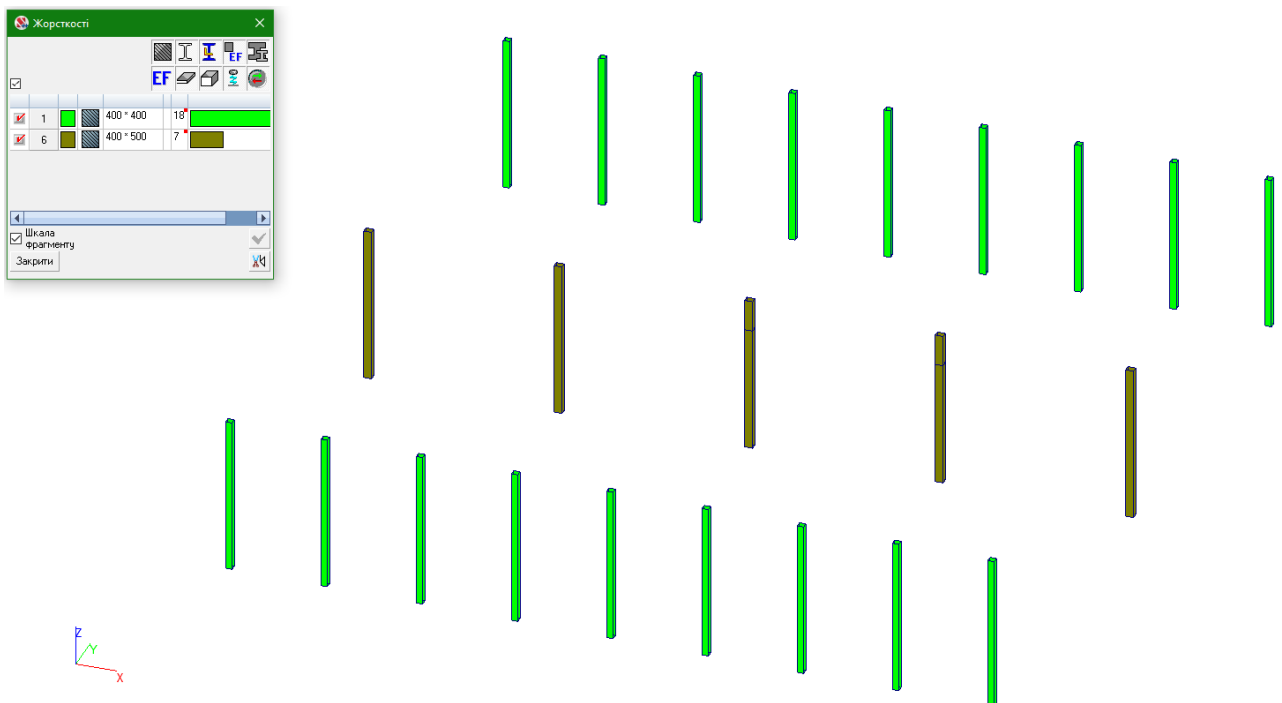


Рисунок 2.3.11. Задання жорсткостей для колон каркасу

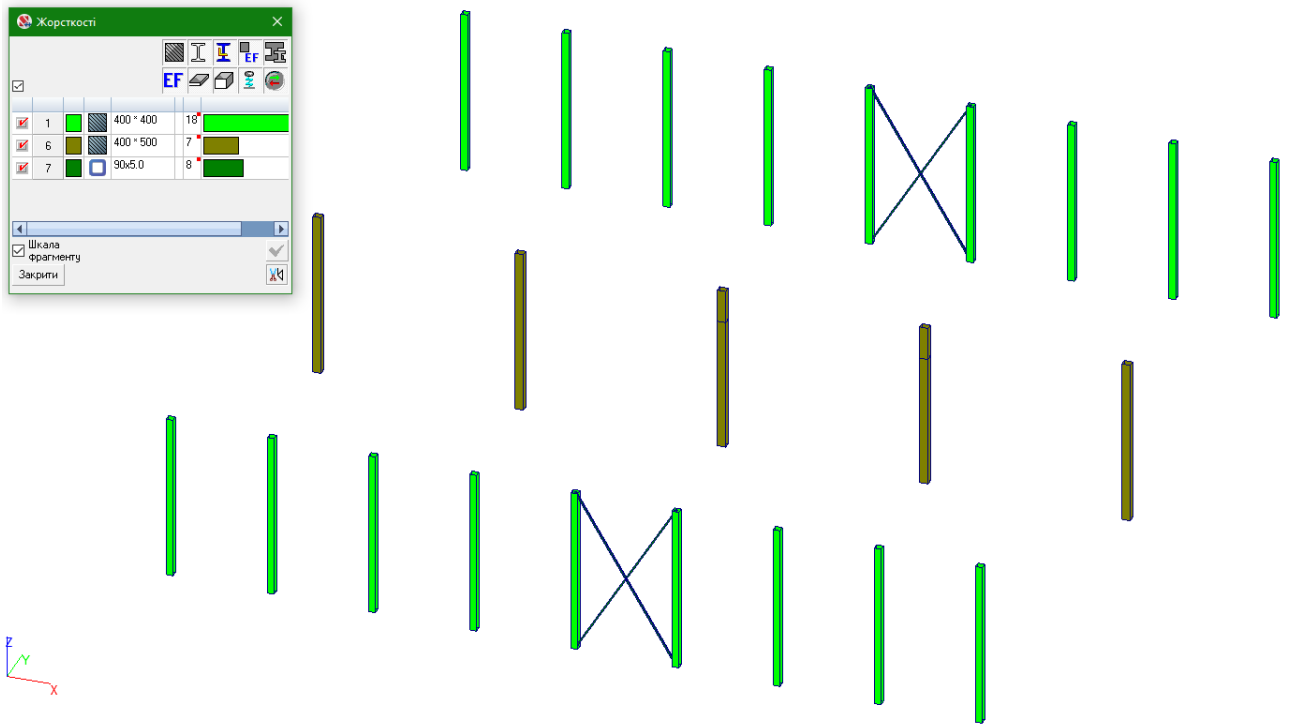


Рисунок 2.3.12. Задання жорсткостей для хрестоподібних в'язей

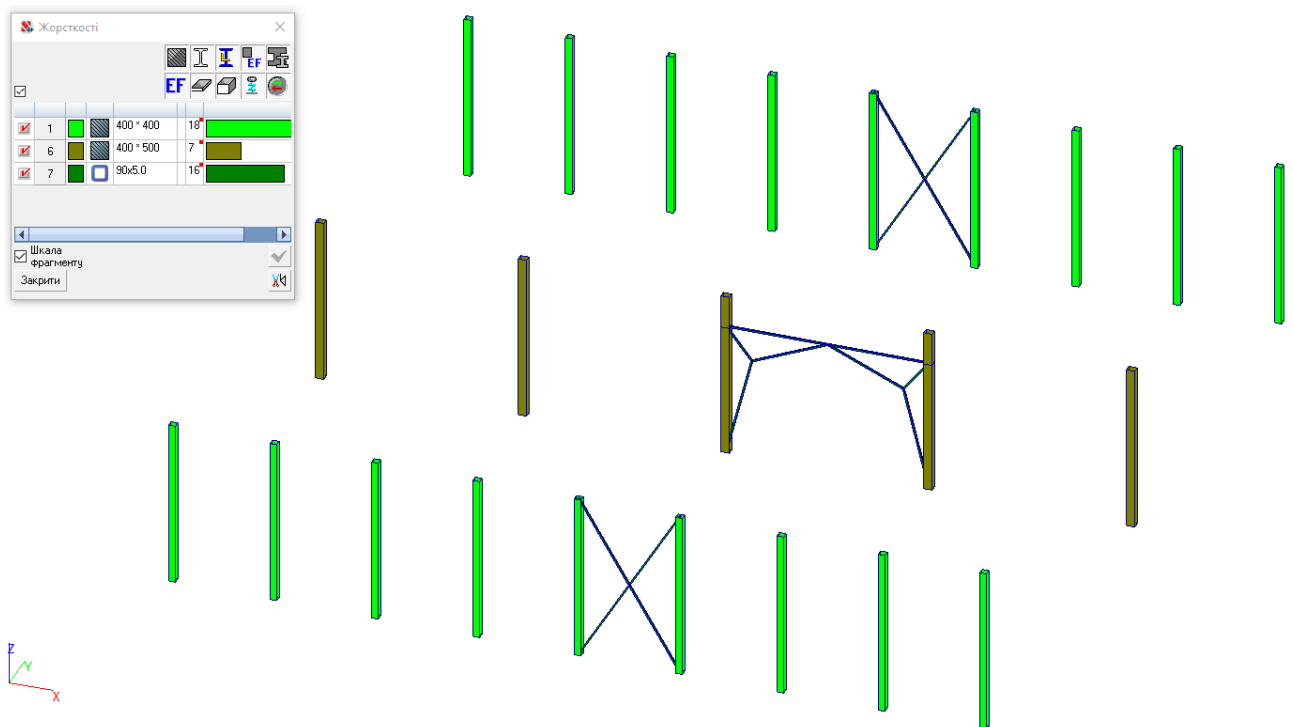


Рисунок 2.3.13. Задання жорсткостей для порталних в'язей

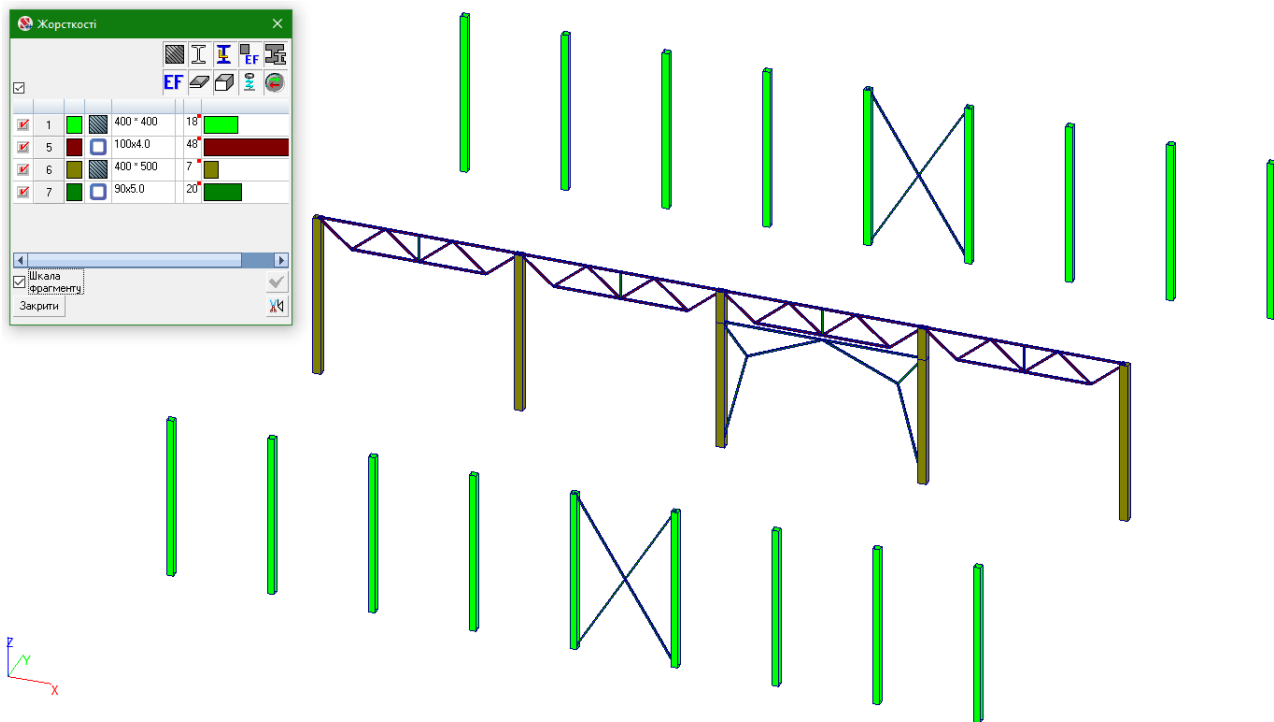


Рисунок 2.3.14. Задання жорсткостей для підкрівляних ферм

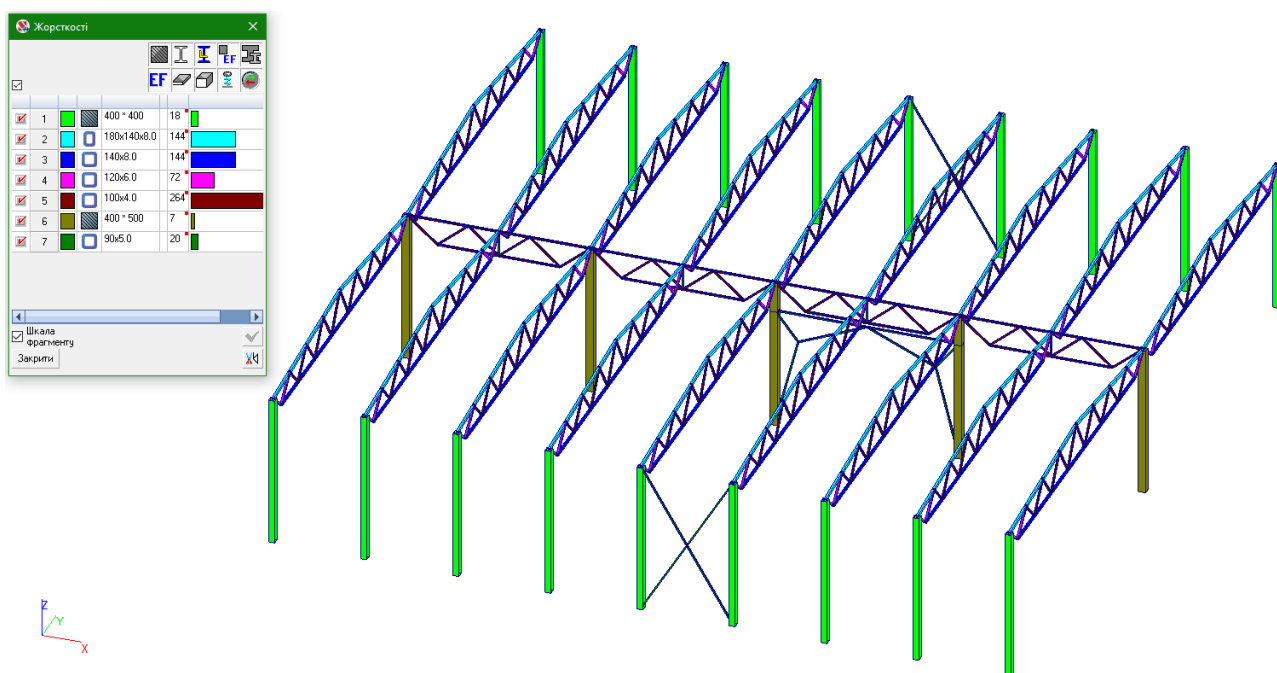


Рисунок 2.3.15. Задання жорсткостей для елементів ферм покриття

№	Колір	Профіль	Кількість
1	Зелений	400 * 400	18
2	Синій	180x140x8.0	144
3	Пурпурний	140x8.0	144
4	Помаранчевий	120x6.0	72
5	Червоний	100x4.0	264
6	Жовтий	400 * 500	7
7	Світло-зелений	90x5.0	20
10	Світло-синій	100x3.0	32

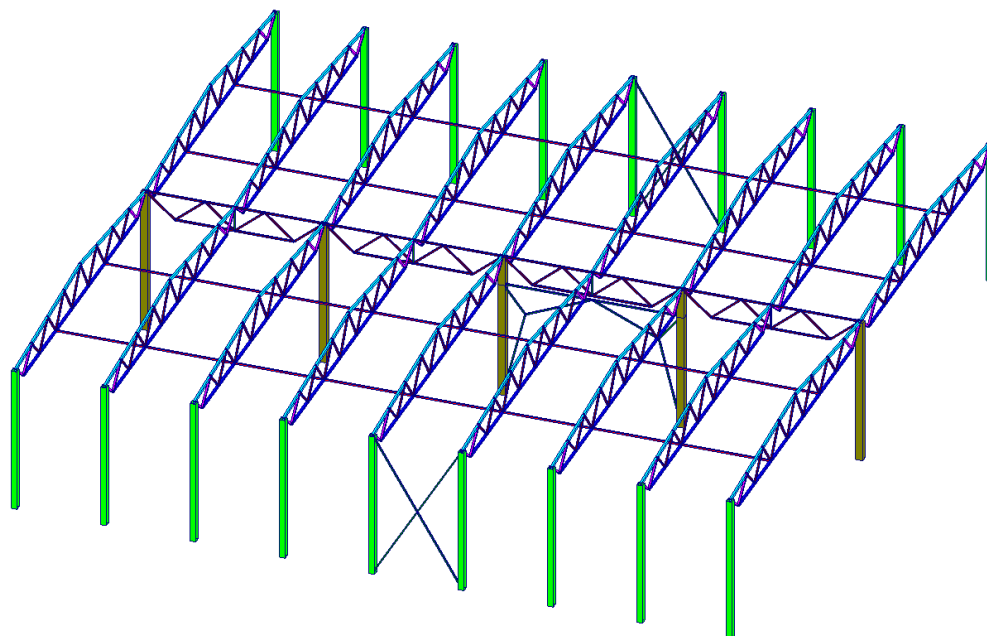


Рисунок 2.3.16. Задання жорсткостей для розпірок нижнього поясу ферм покриття

№	Колір	Профіль	Кількість
1	Зелений	400 * 400	18
2	Синій	180x140x8.0	144
3	Пурпурний	140x8.0	144
4	Помаранчевий	120x6.0	72
5	Червоний	100x4.0	264
6	Жовтий	400 * 500	7
7	Світло-зелений	90x5.0	36
10	Світло-синій	100x3.0	32
11	Синій	L125x10	64

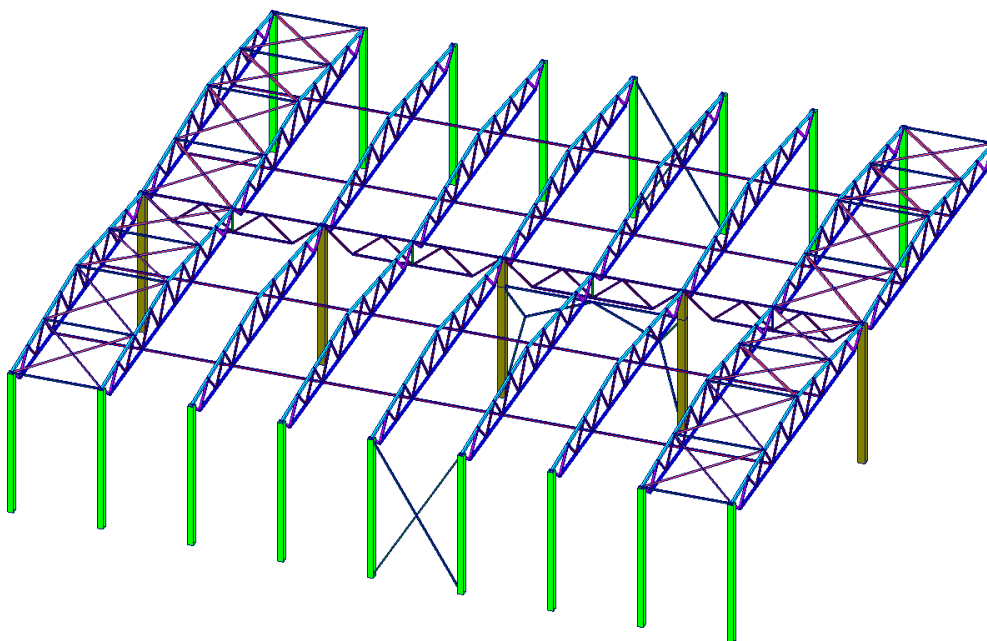


Рисунок 2.3.17. Задання жорсткостей для розпірок та в'язей верхнього поясу ферм покриття

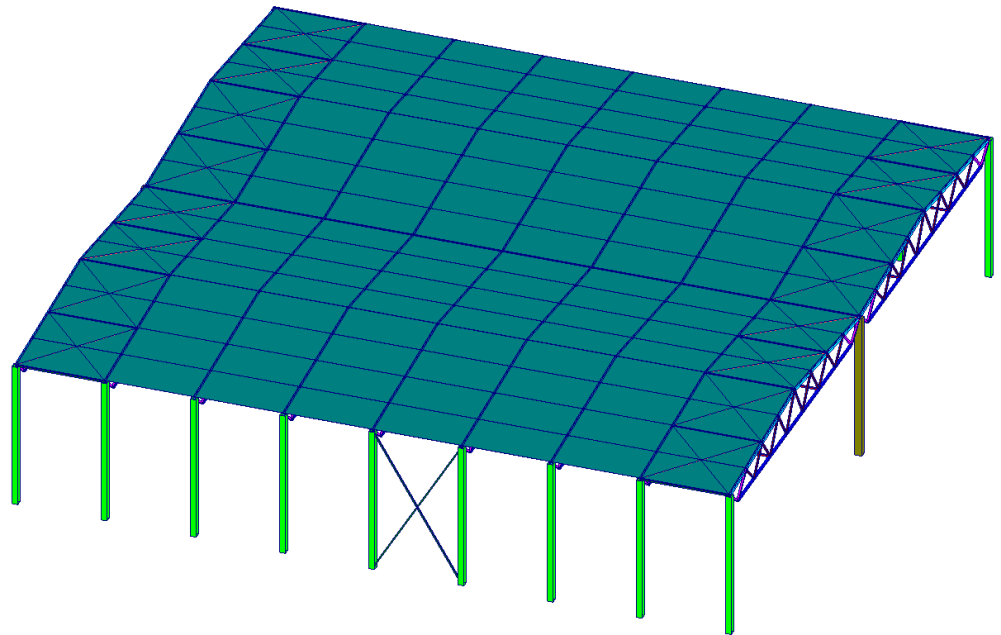
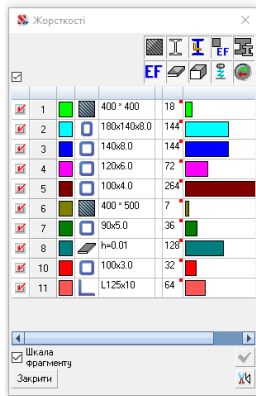


Рисунок 2.3.18. Задання жорсткостей для плит покриття

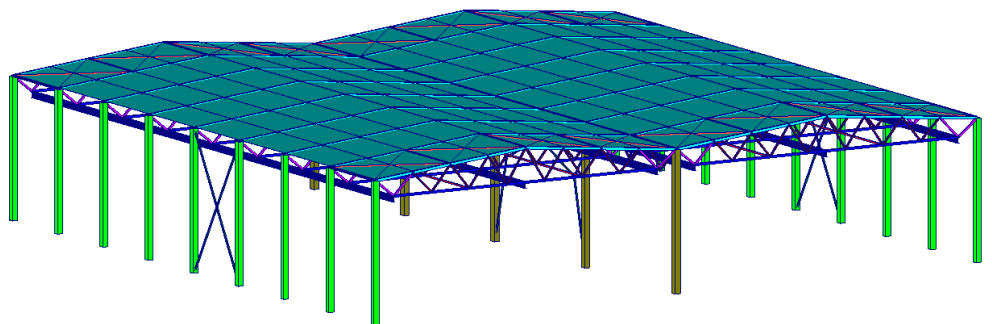
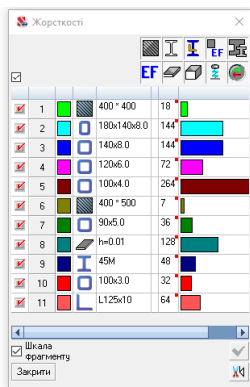


Рисунок 2.3.19. Задання жорсткостей для кранових балок

Розрахунок ферм покриття до реконструкції:

Види навантажень

Табл. 2.3.2.

Номер	Назва
L1	Власна вага
L2	Вага плит покриття
L3	Снігове навантаження
L4	Вага покрівлі
L5	Кранове навантаження 1 (візок крану розміщений біля колон крайніх рядів)
L6	Кранове навантаження 2 (розміщення візка крану в 1/2 прольоту)
L7	Кранове навантаження 3 (розміщення візка крану в 1/4 прольоту)

Комбінації навантажень

Табл. 2.3.3.

Номер	Формула
1	$L1+L2+L3+L4+L5$
2	$L1+L2+L3+L4+L6$
3	$L1+L2+L3+L4+L7$

Завантаження L5, L6, L7 взаємовиключені один з одним з комбінацій навантажень тому, що технологічно такі випадки неможливі.

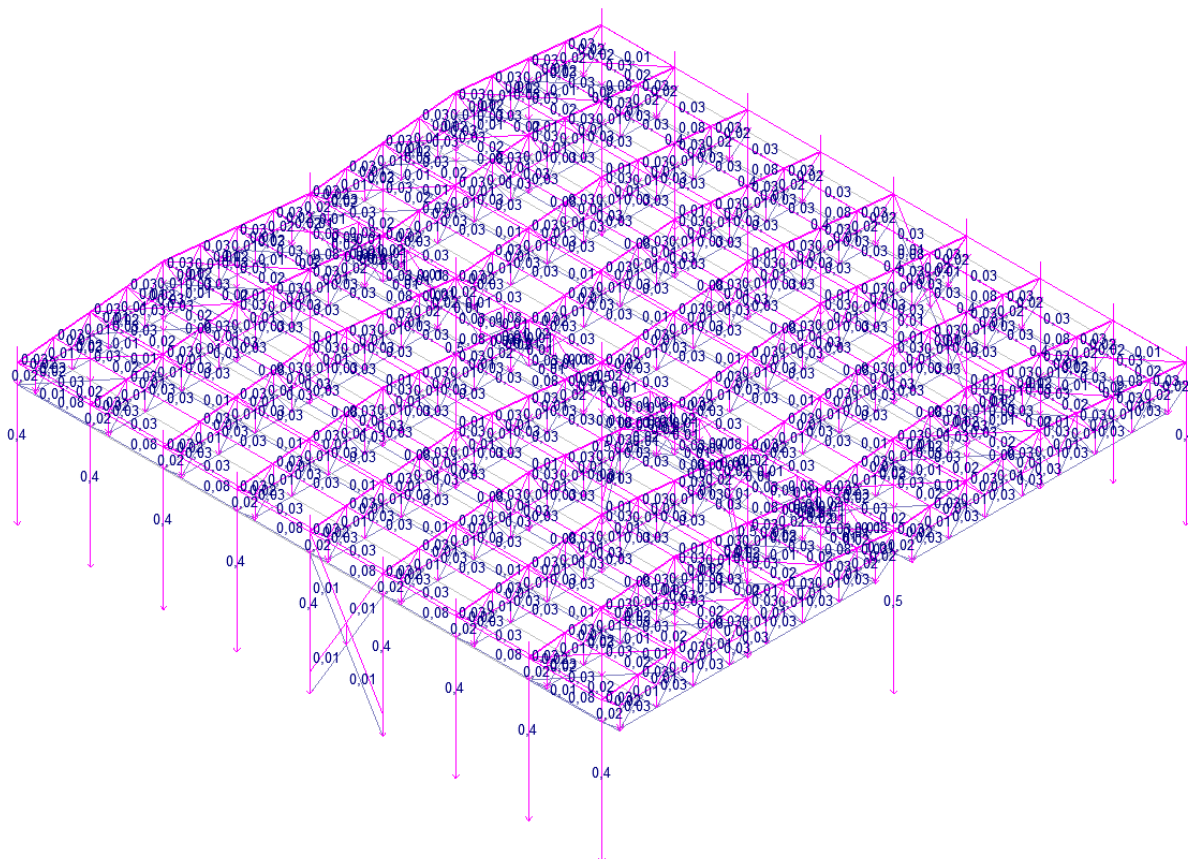


Рисунок 2.3.20. Задання навантаження від власної ваги

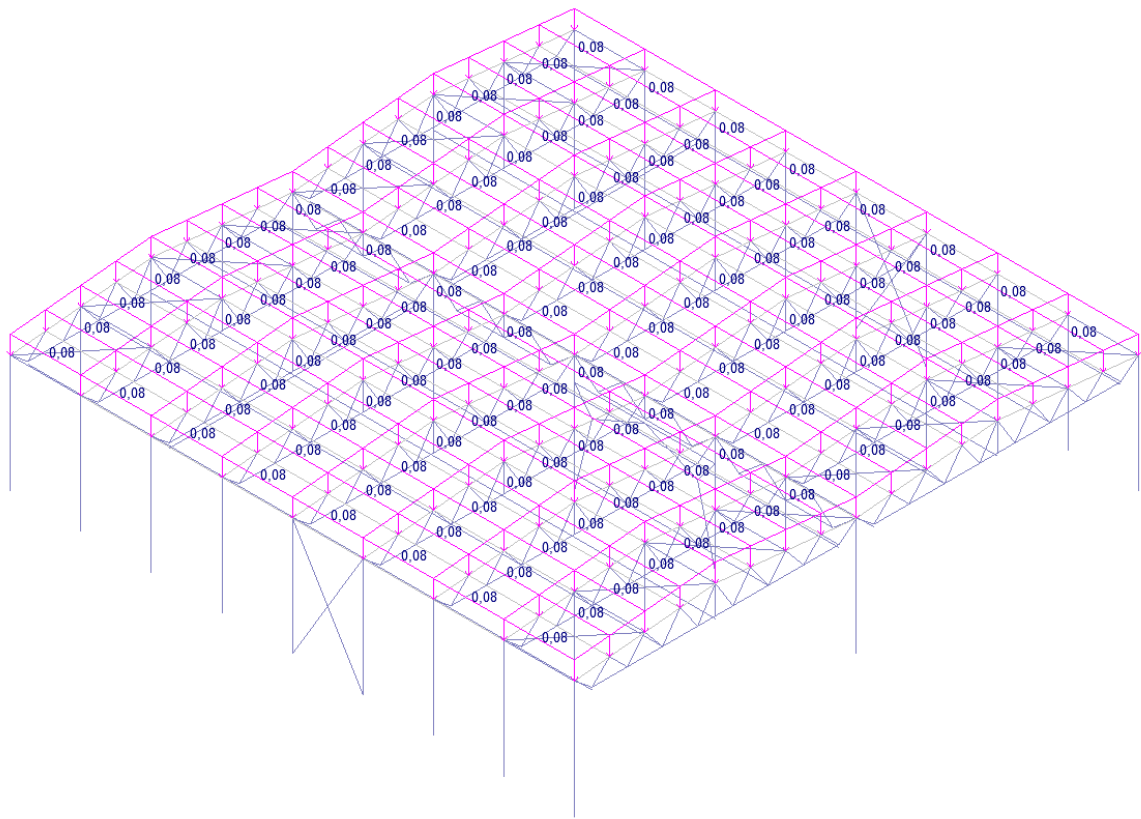


Рисунок 2.3.21. Задання від складу покрівлі

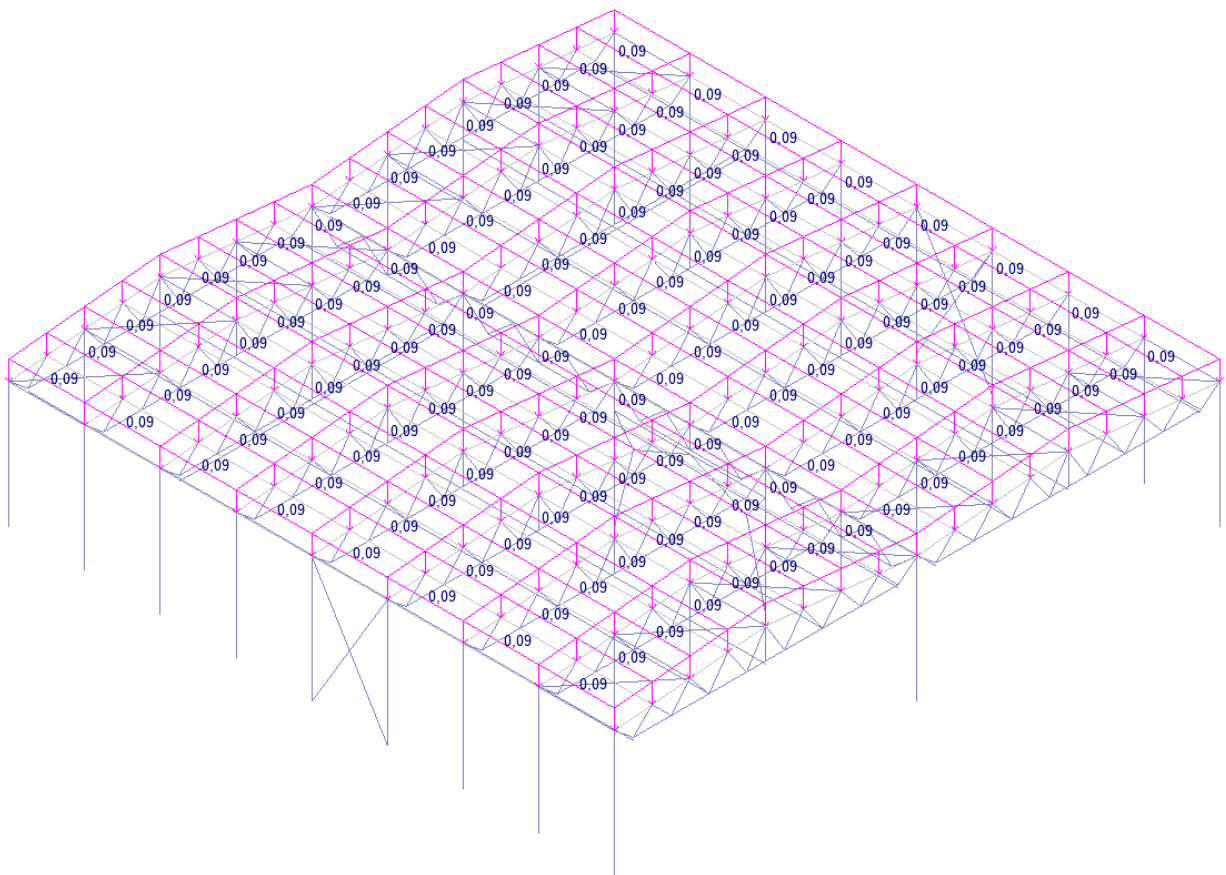


Рисунок 2.3.22. Задання снігового навантаження

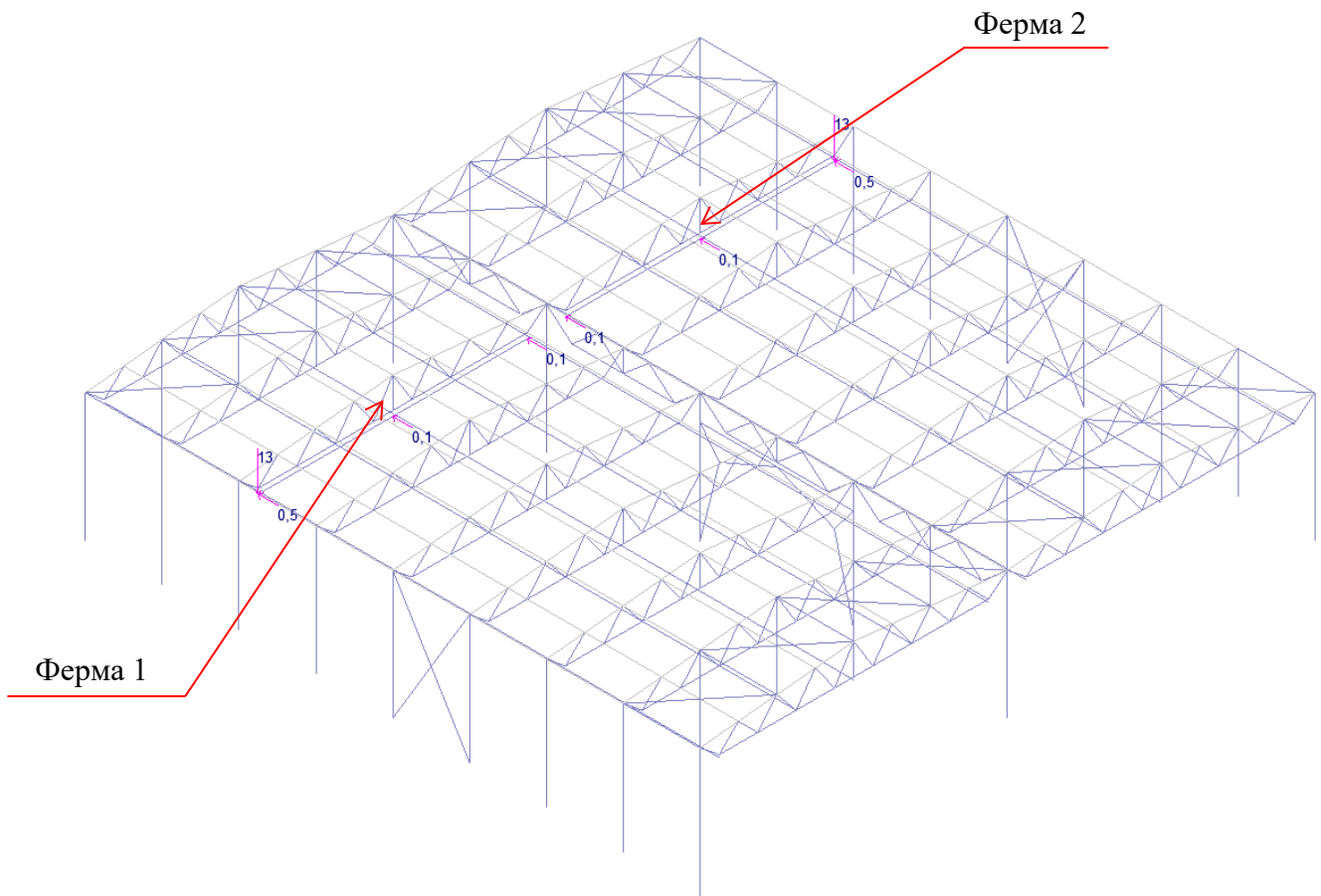


Рисунок 2.3.23. Задання кранових навантажень з розміщенням візка крану(5т) біля колон крайніх рядів

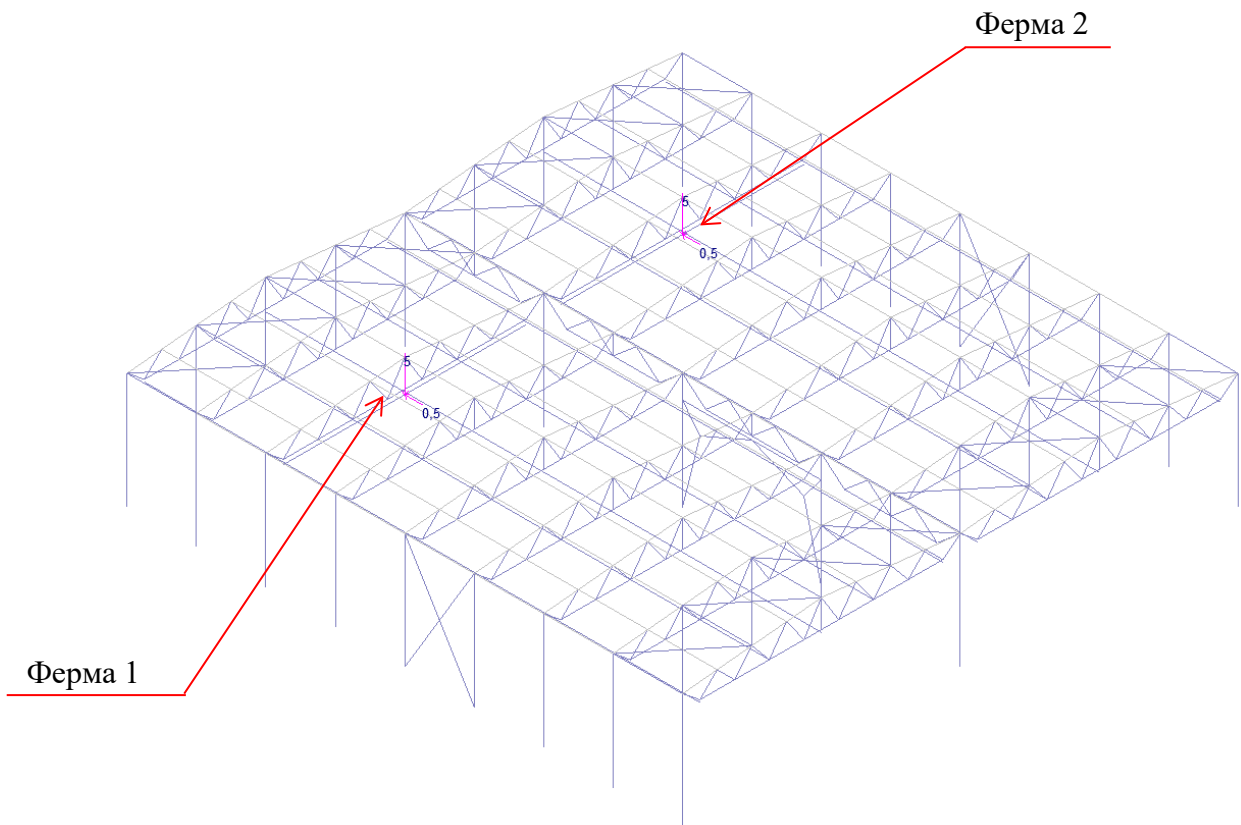


Рисунок 2.3.24. Задання кранових навантажень з розміщенням візка крану(5т) в 1/2 прольоту

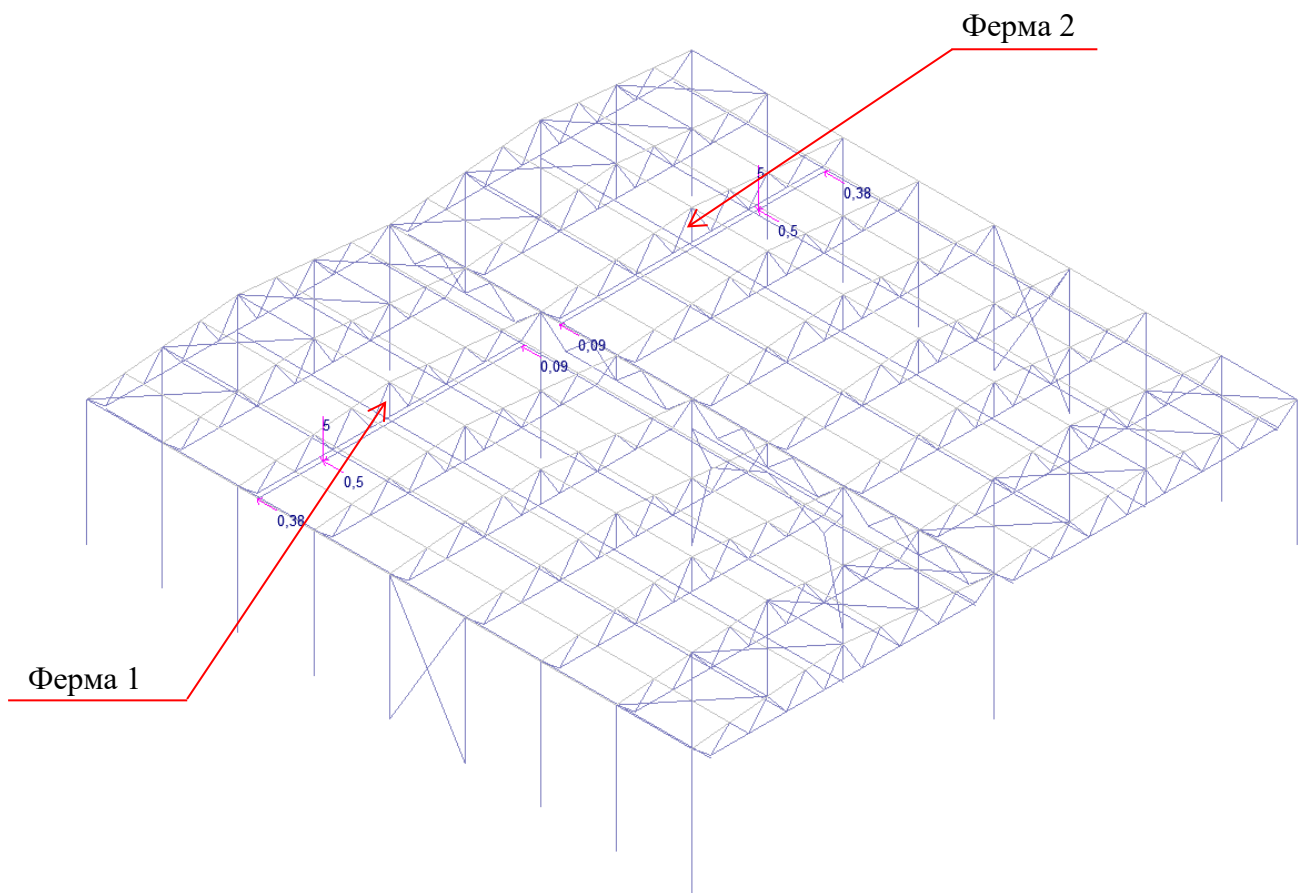


Рисунок 2.3.25. Задання кранових навантажень з розміщенням візка крану(5т) в 1/4 прольоту

Розглядаємо результати розрахунку:

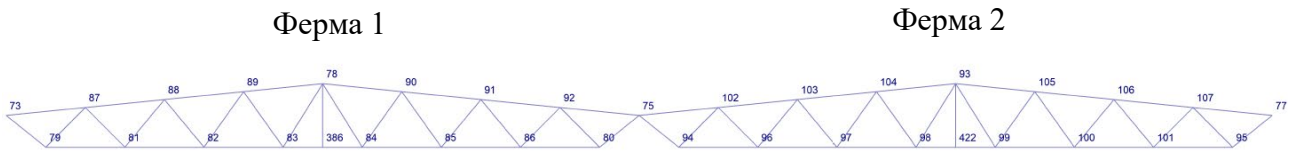


Рисунок 2.3.26. Схема ферм із зазначенням номерів вузлів

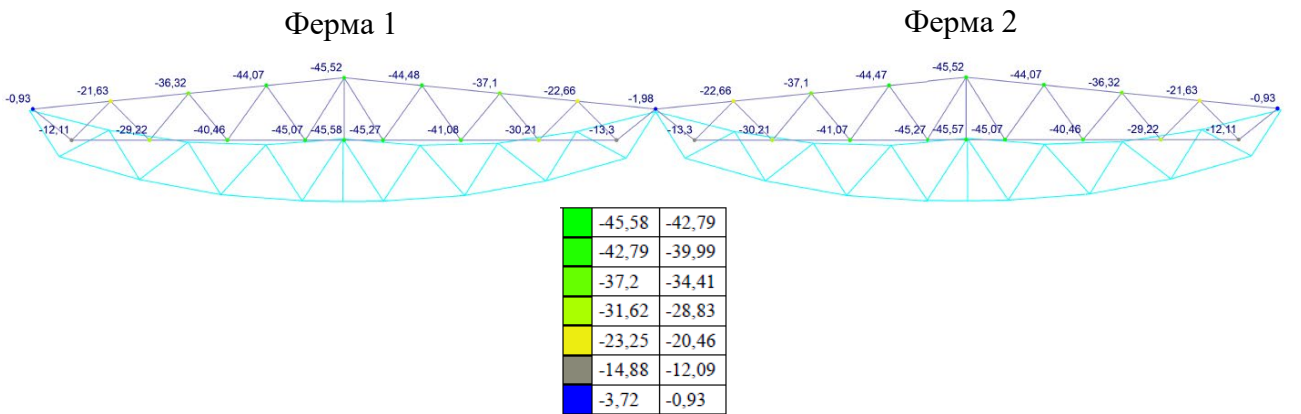


Рисунок 2.3.27. Схема ферм до реконструкції із зазначенням величини переміщень вузлів від комбінації навантажень 1

Прогини ферм складає 4,5см, що знаходиться в межах норм (9,6см).

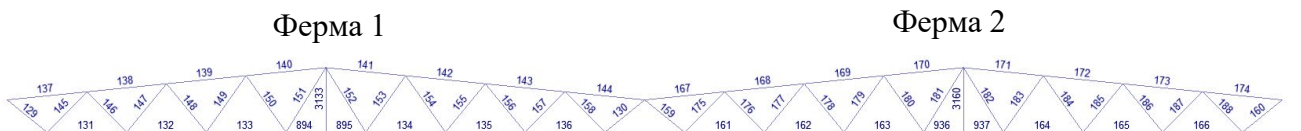


Рисунок 2.3.28. Схема ферм із зазначенням номерів елементів

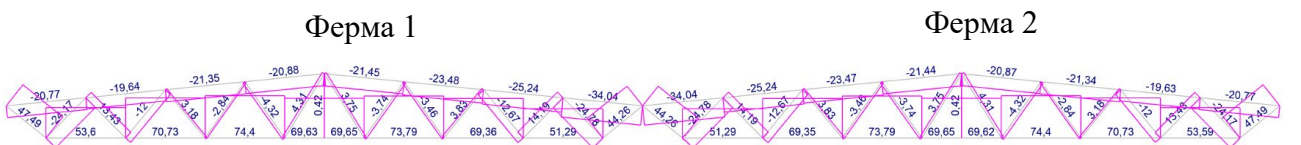


Рисунок 2.3.29. Схема ферм із зазначенням величин зусиль N від комбінації навантажень 1

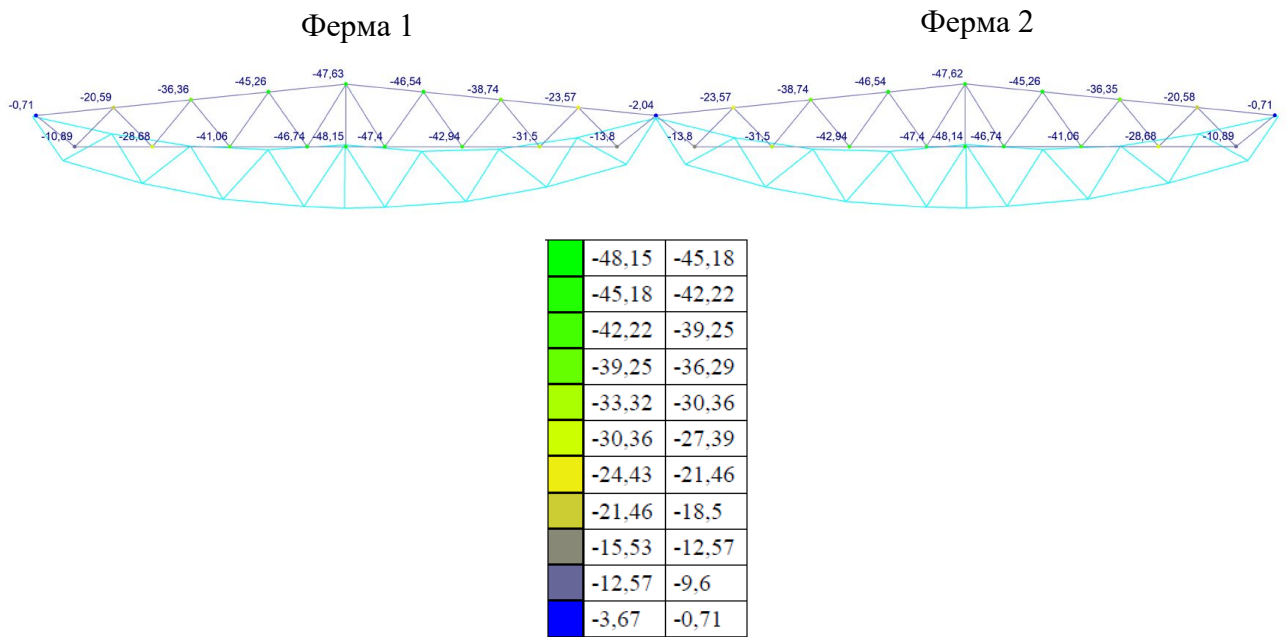


Рисунок 2.3.30. Схема ферм до реконструкції із зазначенням величини переміщень вузлів від комбінації навантажень 2
 Прогини ферм складає 4,8см, що знаходиться в межах норм (9,6см).

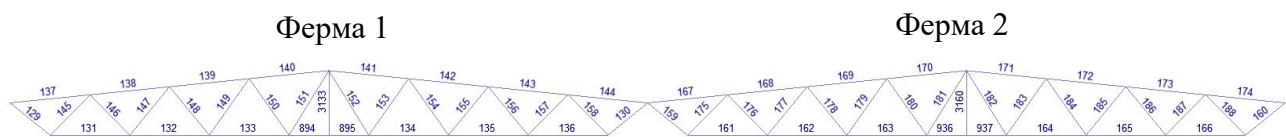


Рисунок 2.3.31. Схема ферм із зазначенням номерів елементів

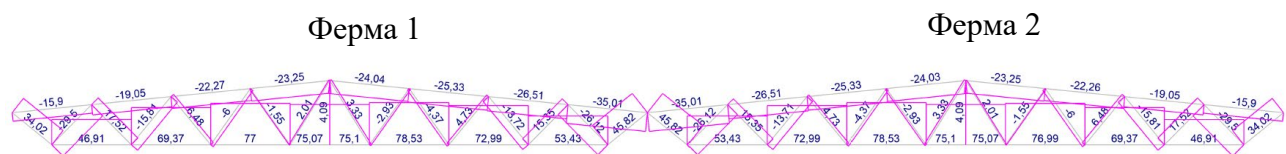
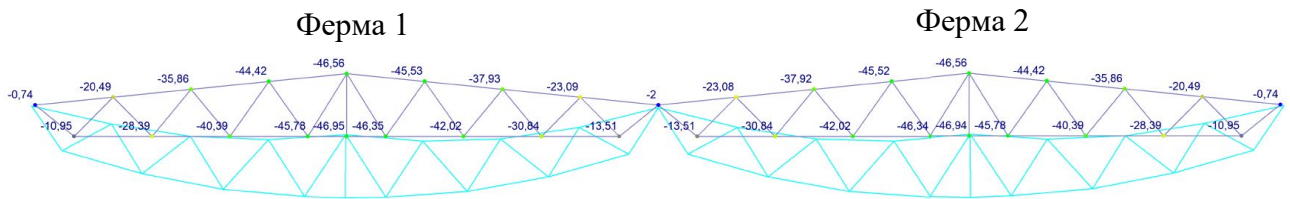


Рисунок 2.3.32. Схема ферм із зазначенням величин зусиль N від комбінації навантажень 2



	-46,95	-44,06
	-44,06	-41,17
	-41,17	-38,28
	-38,28	-35,39
	-32,51	-29,62
	-29,62	-26,73
	-23,84	-20,95
	-20,95	-18,07
	-15,18	-12,29
	-12,29	-9,4
	-3,63	-0,74

Рисунок 2.3.33. Схема ферм до реконструкції із зазначенням величини переміщень вузлів від комбінації навантажень 3
Прогини ферм складає 4,6см, що знаходиться в межах норм (9,6см).

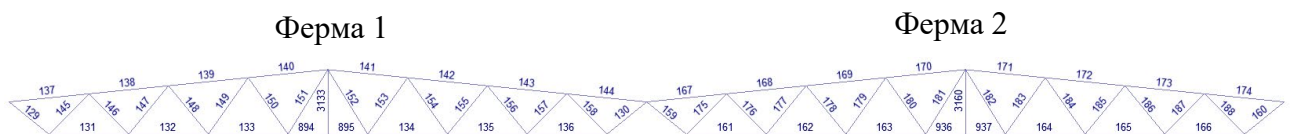


Рисунок 2.3.34. Схема ферм із зазначенням номерів елементів

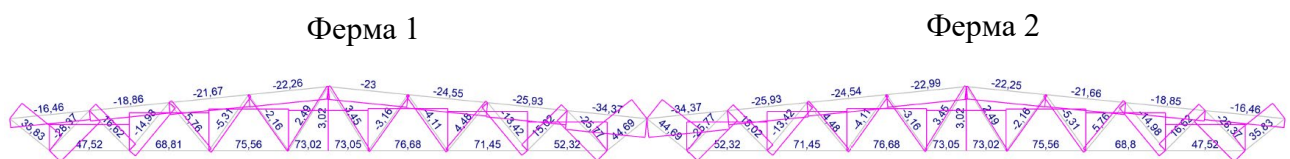


Рисунок 2.3.35. Схема ферм із зазначенням величин зусиль N від комбінації навантажень 3

Розрахунок ферм покриття після реконструкції:

Види навантажень

Табл. 2.3.4.

Номер	Назва
L1	Власна вага
L2	Вага плит покриття
L3	Снігове навантаження
L4	Вага покрівлі
L5	Кранове навантаження 1 (візок крану розміщений біля колон крайніх рядів)
L6	Кранове навантаження 2 (розміщення візка крану в 1/2 прольоту)
L7	Кранове навантаження 3 (розміщення візка крану в 1/4 прольоту)

Комбінації навантажень

Табл. 2.3.5.

Номер	Формула
1	$L1+L2+L3+L4+L5$
2	$L1+L2+L3+L4+L6$
3	$L1+L2+L3+L4+L7$

Завантаження L5, L6, L7 взаємовиключені один з одним з комбінацій навантажень тому, що технологічно такі випадки неможливі.

Реконструкція являє собою заміну існуючого крану на кран з вантажопідйомністю 10т.

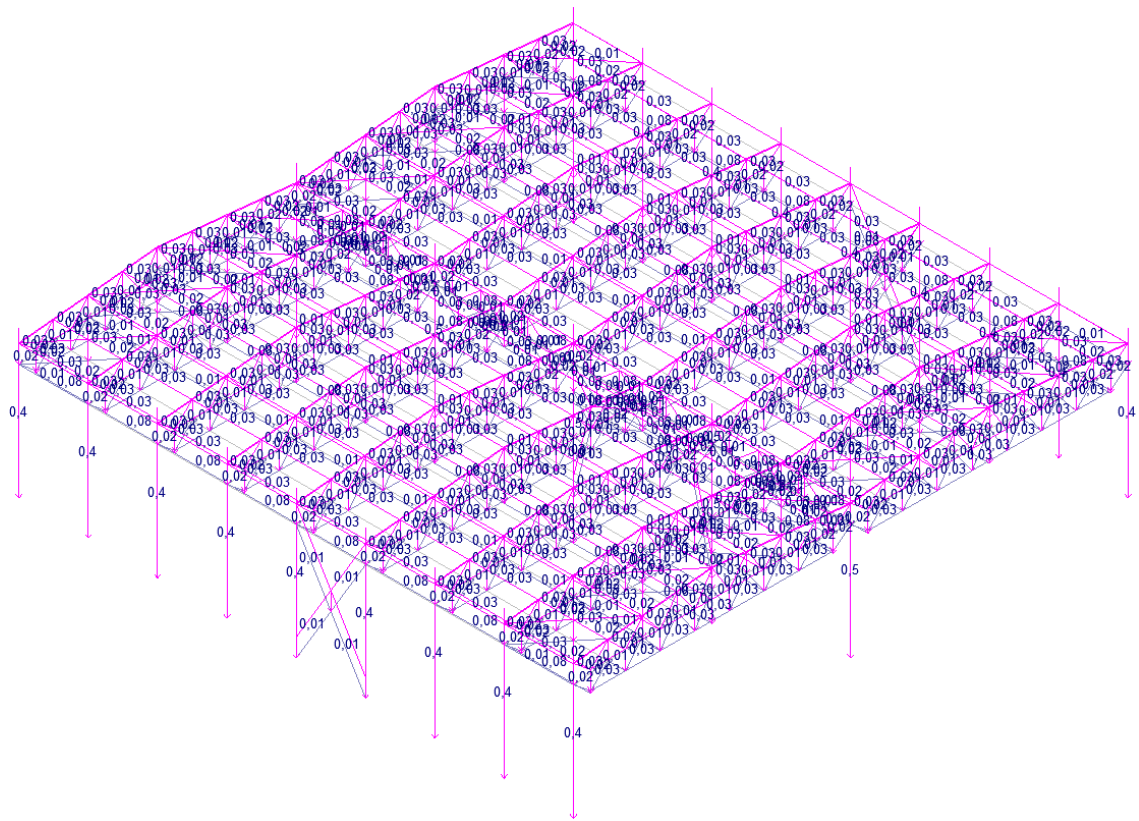


Рисунок 2.3.36. Задання навантаження від власної ваги

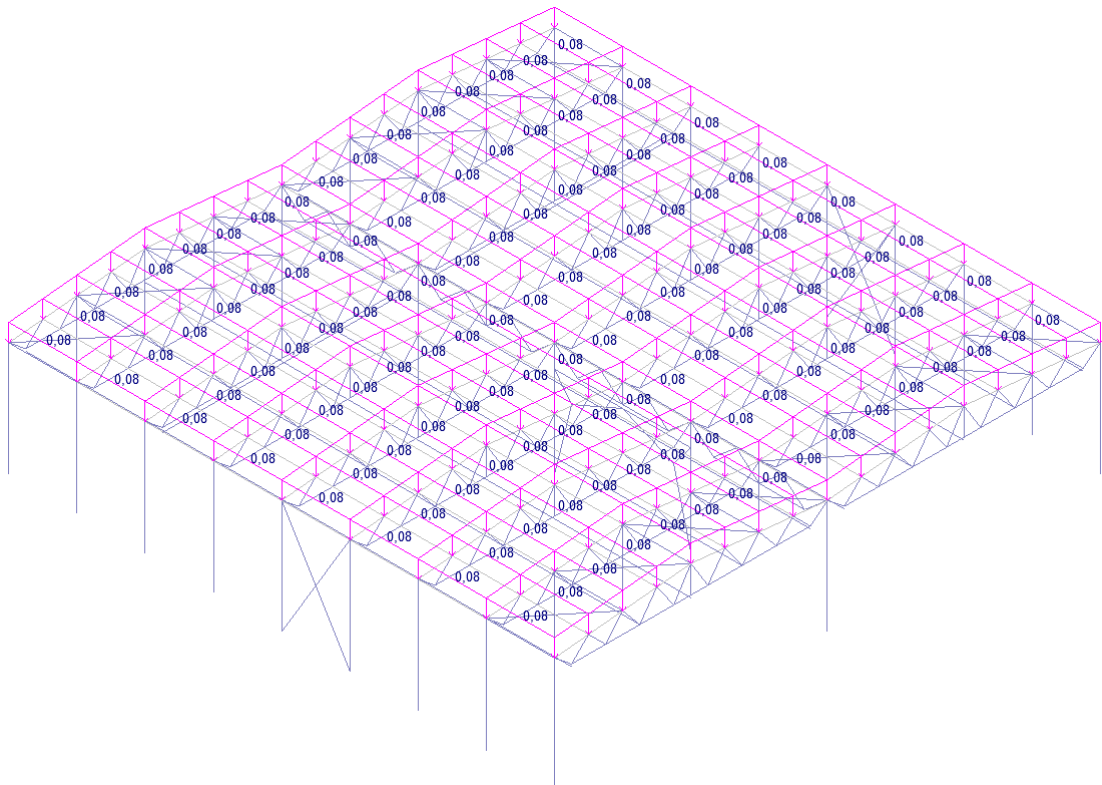


Рисунок 2.3.37. Задання від складу покрівлі

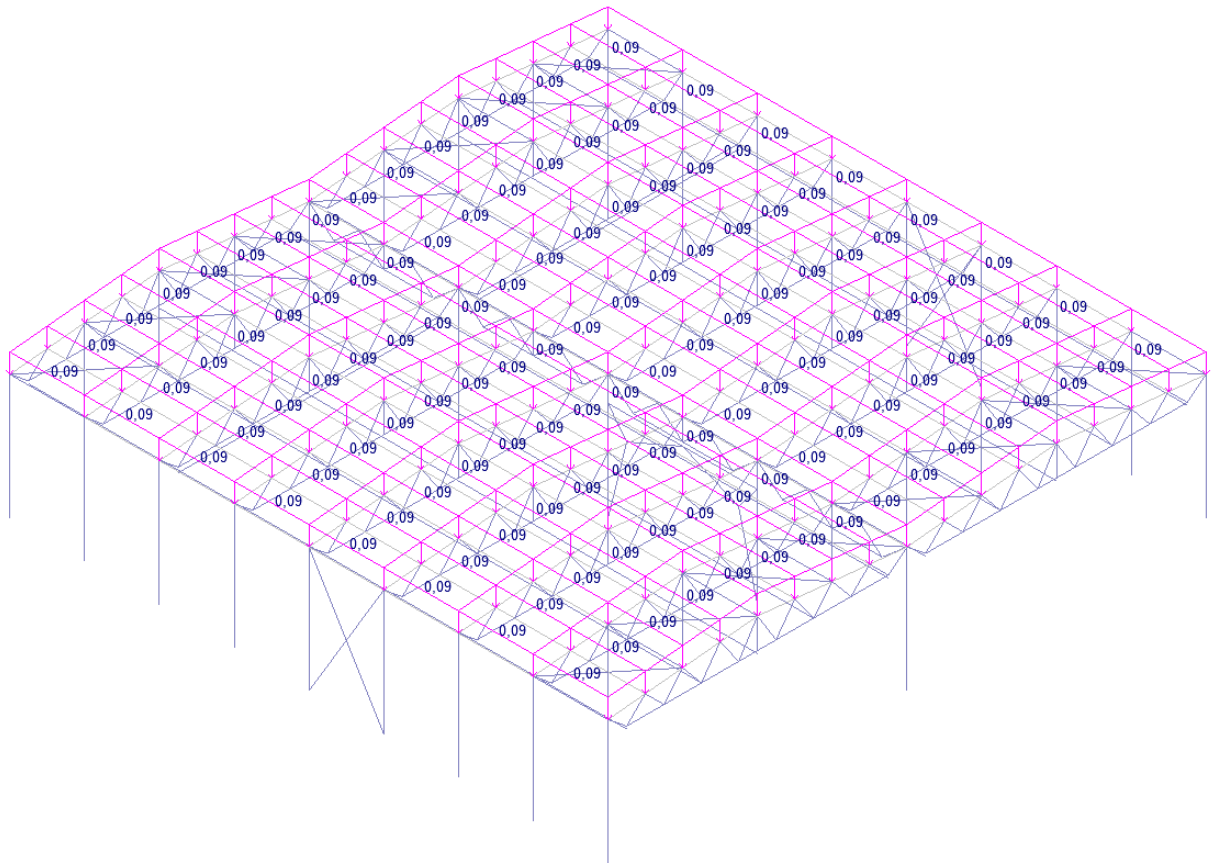


Рисунок 2.3.38. Задання снігового навантаження

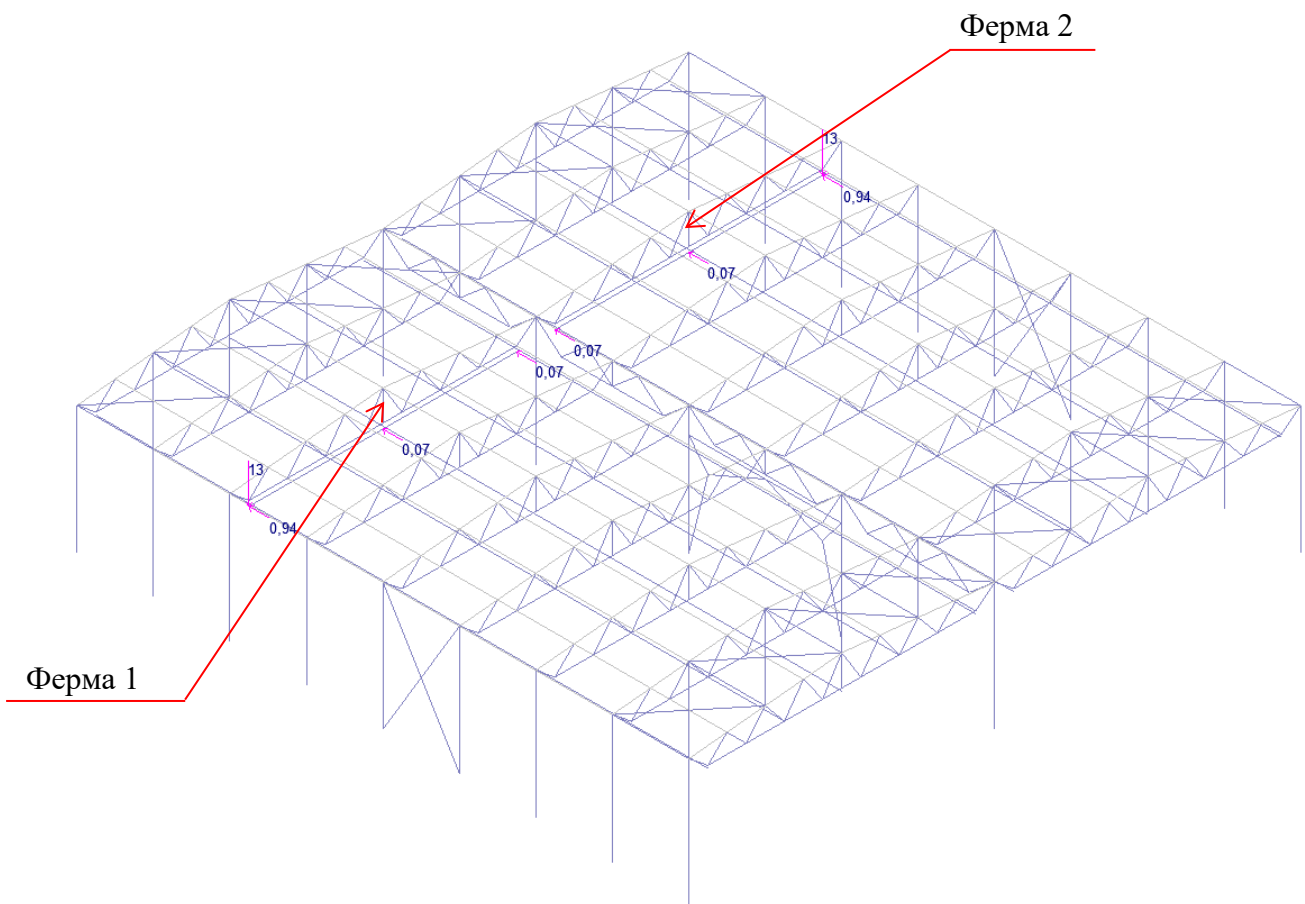


Рисунок 2.3.39. Задання кранових навантажень з розміщенням візка крану(10т) біля колон крайніх рядів

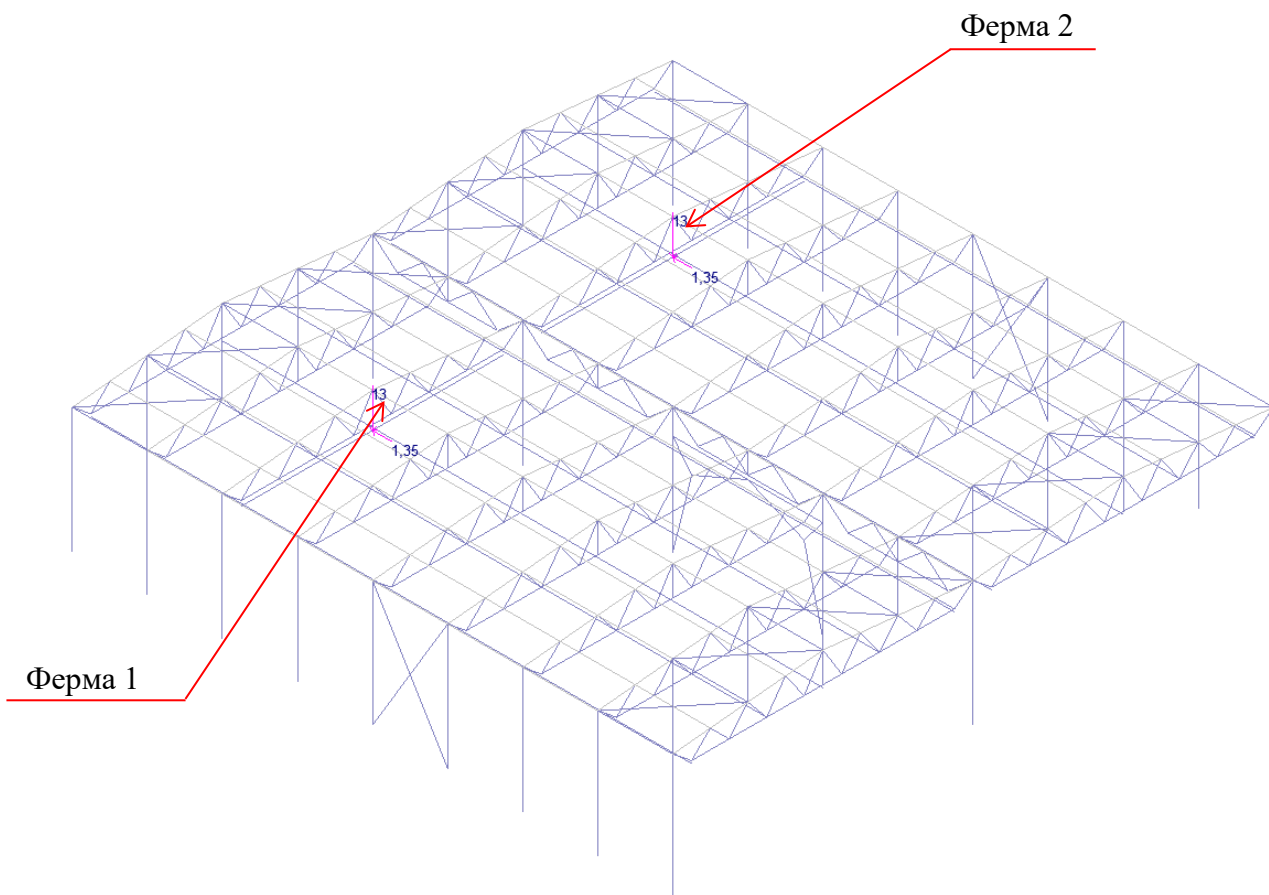


Рисунок 2.3.40. Задання кранових навантажень з розміщенням візка крану(10т) в 1/2 прольоту

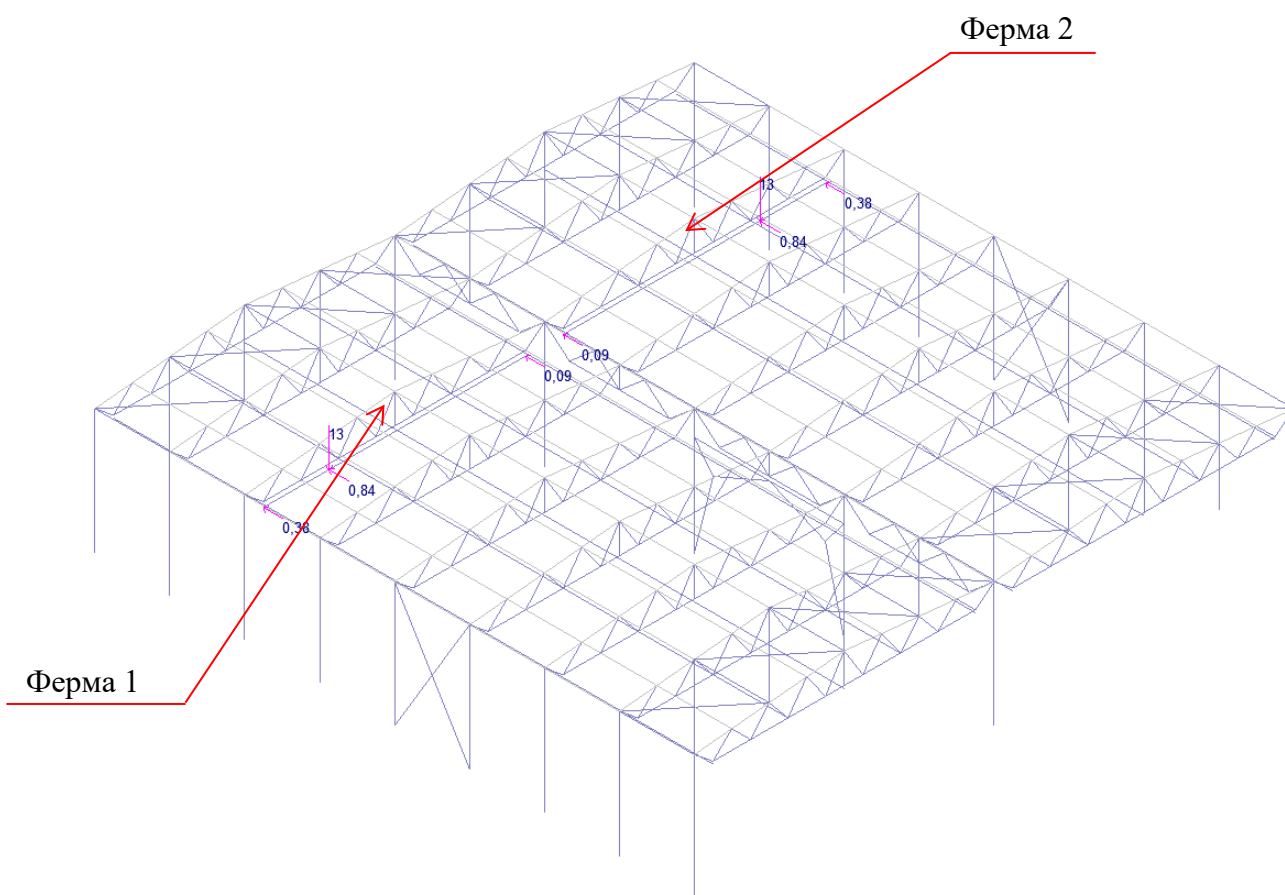


Рисунок 2.3.41. Задання кранових навантажень з розміщенням візка крану(10т) в 1/4 прольоту

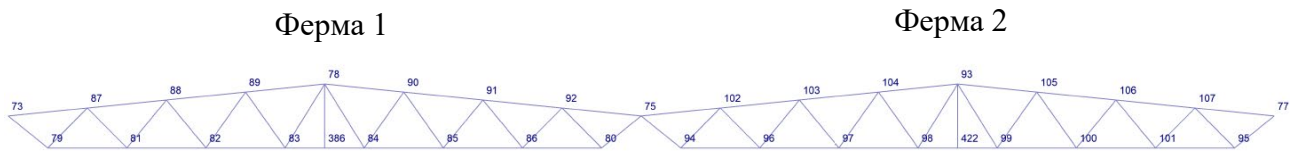


Рисунок 2.3.42. Схема ферм після реконструкції із зазначенням номерів вузлів

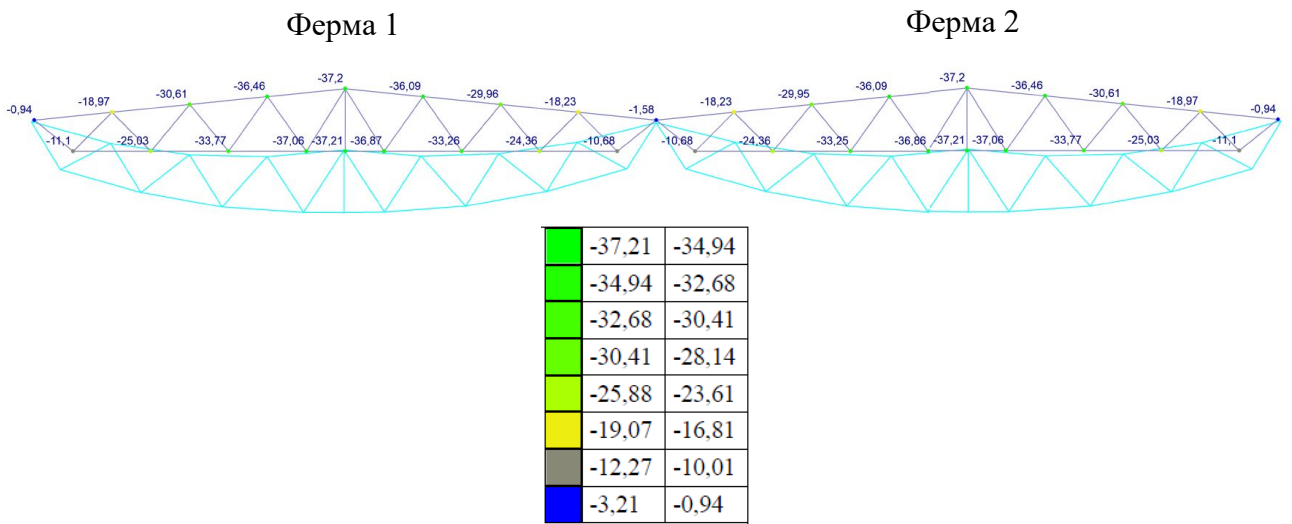


Рисунок 2.3.43. Схема ферм після реконструкції із зазначенням величини переміщень вузлів від комбінації навантажень 1

Прогини ферм складає 3,7см, що знаходиться в межах норм (9,6см).

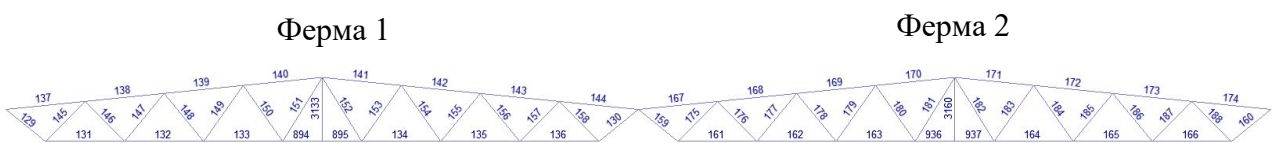


Рисунок 2.3.44. Схема ферм із зазначенням номерів елементів

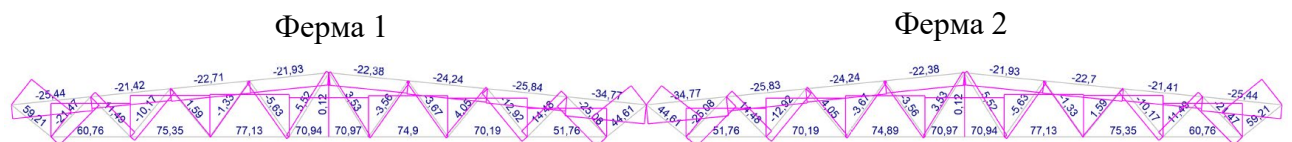


Рисунок 2.3.45. Схема ферм із зазначенням величин зусиль N від комбінації навантажень 1

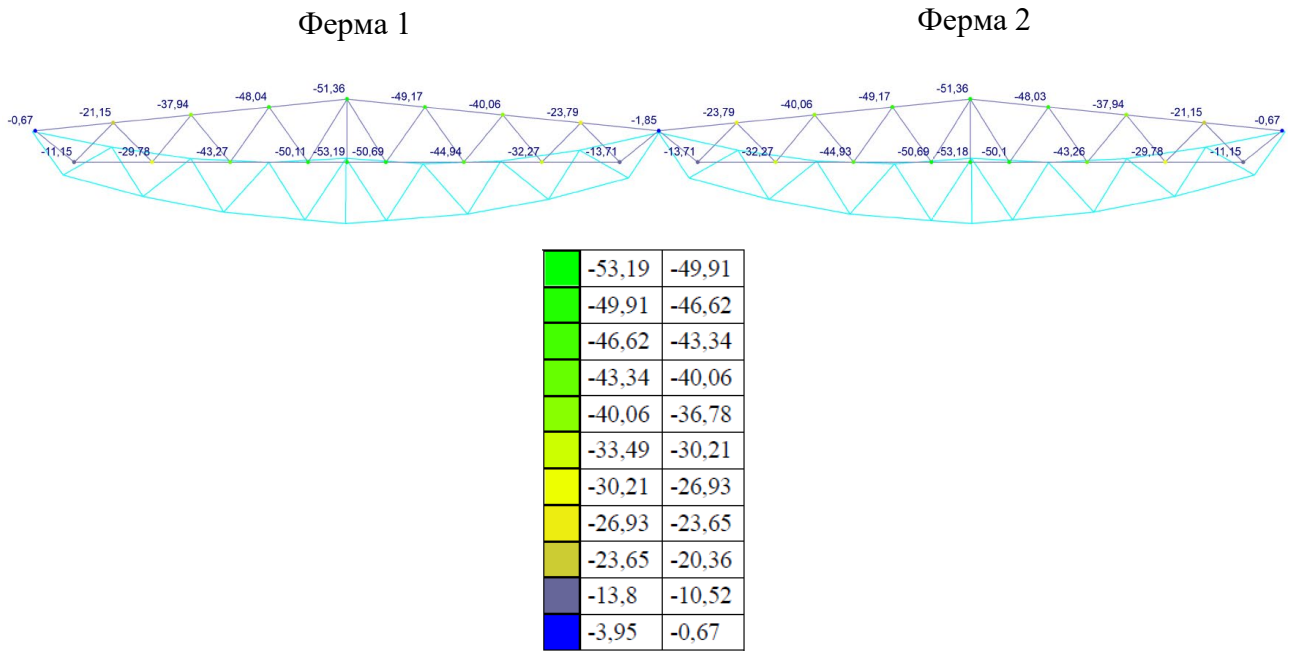


Рисунок 2.3.46. Схема ферм після реконструкції із зазначенням величини переміщень вузлів від комбінації навантажень 2
 Прогини ферм складає 5,3см, що знаходиться в межах норм (9,6см).

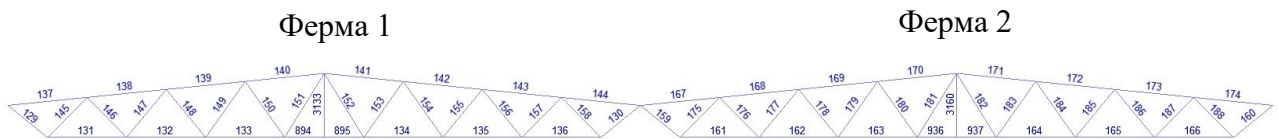


Рисунок 2.3.47. Схема ферм із зазначенням номерів елементів

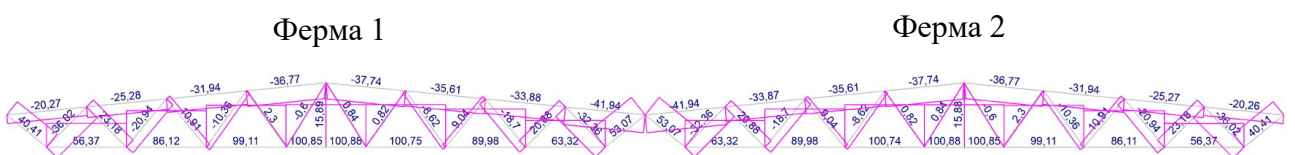


Рисунок 2.3.48. Схема ферм із зазначенням величин зусиль N від комбінації навантажень 2

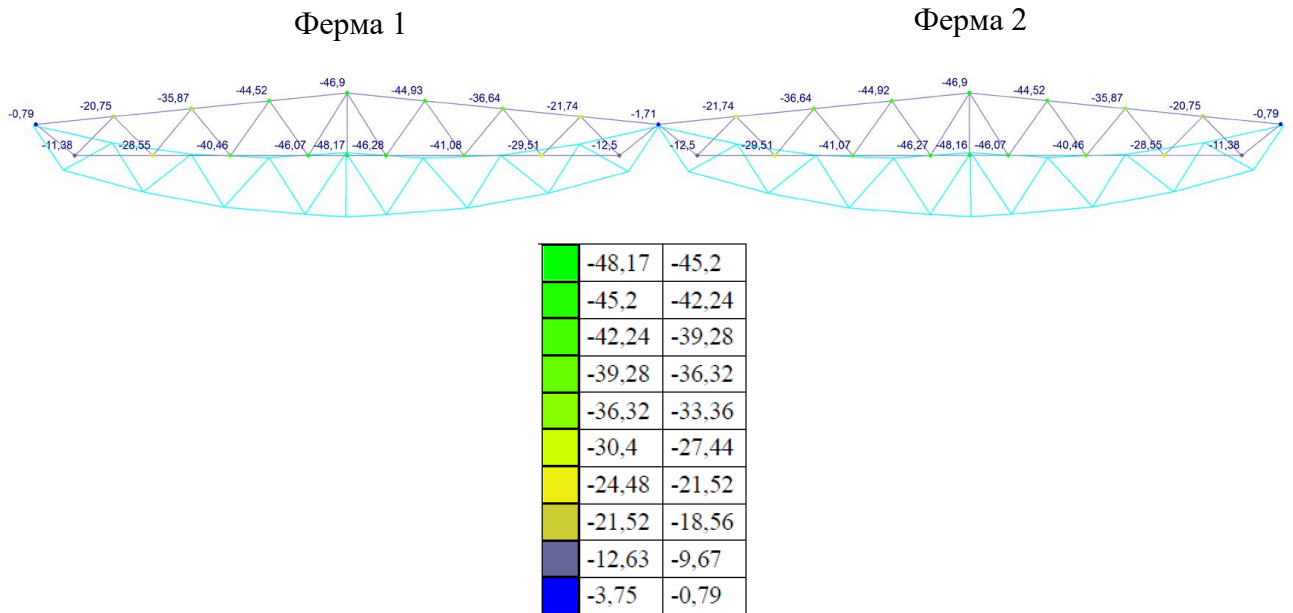


Рисунок 2.3.49. Схема ферм після реконструкції із зазначенням величини переміщень вузлів від комбінації навантажень 3
 Прогини ферм складає 4,8см, що знаходиться в межах норм (9,6см).

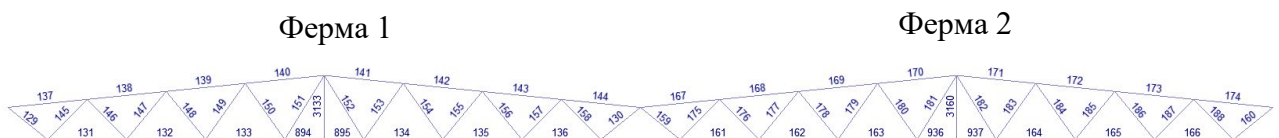


Рисунок 2.3.50. Схема ферм із зазначенням номерів елементів

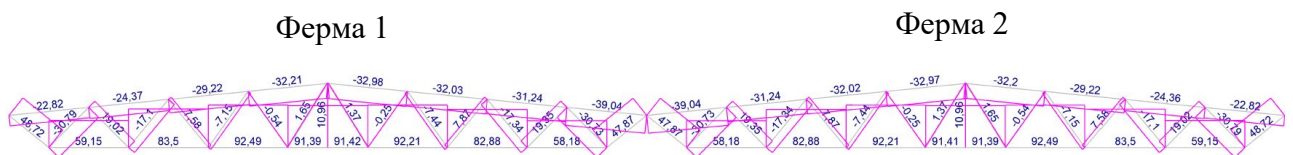


Рисунок 2.3.51. Схема ферм із зазначенням величин зусиль N від комбінації навантажень 3

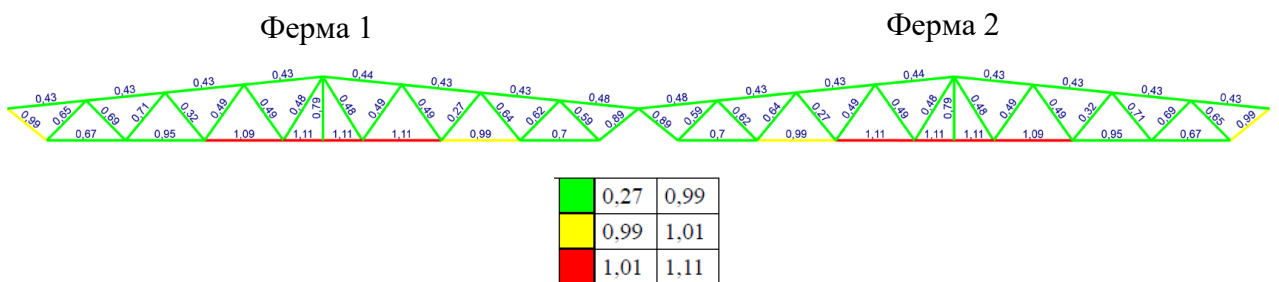
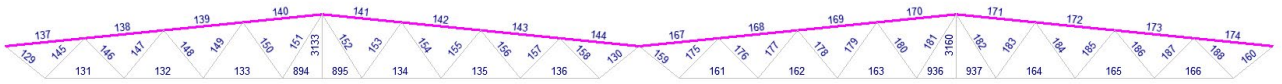


Рисунок 2.3.52. Схема ферм після реконструкції із зазначенням величини критичного фактору K_{max}



Екстремальні значення факторів. Група ВП

Табл. 2.3.6.

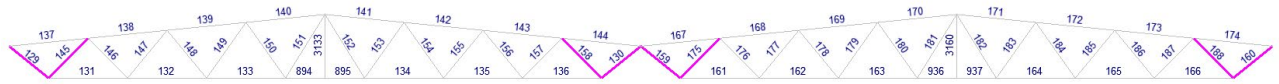
Екстремальні значення факторів. Група Верхний пояс ферм							
Перевірка	Фактор	Мінімум			Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
п. 8.1.1	Міцність елемента	173	0,26	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 3	144	0,43	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 3
п. 8.1.3	Стійкість елемента у площині ферми	173	0,28	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 3	144	0,47	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 3
п. 8.1.3	Стійкість елемента з площини ферми	173	0,29	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 3	144	0,48	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 3
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки з умови місцевої стійкості	137	0,43	L1+L2+L4~ Переріз 1	137	0,43	L1+L2+L4~ Переріз 1
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	137	0,31	L1+L2+L4~ Переріз 1	137	0,31	L1+L2+L4~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість з площини ферми	137	0,37	L1+L2+L4~ Переріз 1	137	0,37	L1+L2+L4~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині ферми	137	0,34	L1+L2+L4~ Переріз 1	137	0,34	L1+L2+L4~ Переріз 1



Екстремальні значення факторів. Група НП

Табл. 2.3.7.

Екстремальні значення факторів. Група Нижний пояс ферм							
Перевірка	Фактор	Мінімум			Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
п. 8.1.1	Міцність елемента	166	0,67	L1+L2+0.9* L3+L4+L5~ Переріз 1	895	1,11	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині ферми	895	0,11	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1	136	0,23	L1+L2+L3+ L4+0.9*L6~ Переріз 1



Екстремальні значення факторів. Група ОР

Табл. 2.3.8.

Екстремальні значення факторів. Група Опорный раскос фермы							
Перевірка	Фактор	Мінімум			Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
п. 8.1.1	Міцність елемента	175	0,54	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1	129	0,99	L1+L2+0.9* L3+L4+L5~ Переріз 1
п. 8.1.3	Стійкість елемента у площині ферми	175	0,59	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1	145	0,65	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1
п. 8.1.3	Стійкість елемента з площини ферми	175	0,59	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1	145	0,65	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки з умови місцевої стійкості	145	0,42	L1+L2+L4~ Переріз 1	145	0,42	L1+L2+L4~ Переріз 1
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	145	0,42	L1+L2+L4~ Переріз 1	145	0,42	L1+L2+L4~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість з площини ферми	129	0,17	L1+L2+0.9* L3+L4+L5~ Переріз 1	145	0,33	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині ферми	129	0,17	L1+L2+0.9* L3+L4+L5~ Переріз 1	145	0,33	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1



Екстремальні значення факторів. Група Р

Табл. 2.3.9.

Екстремальні значення факторів. Група Решітка ферм							
Перевірка	Фактор	Мінімум			Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
п. 8.1.1	Міцність елемента	153	0,12	L1+L2+L3+ L4~ Переріз 1	146	0,69	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 3
п. 8.1.3	Стійкість елемента у площині ферми	152	0,01	L1+L2+L4+ L6~ Переріз 1	147	0,68	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1
п. 8.1.3	Стійкість елемента з площини ферми	152	0,01	L1+L2+L4+ L6~ Переріз 1	147	0,71	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки з умови місцевої стійкості	151	0,48	L1+L2+L4+ L6~ Переріз 1	156	0,51	L1+L2+L4~ Переріз 1

Екстремальні значення факторів. Група Решітка ферм							
Перевірка	Фактор	Мінімум			Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	151	0,48	L1+L2+L4+ L6~ Переріз 1	156	0,51	L1+L2+L4~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість з площини ферми	177	0,35	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1	151	0,4	L1+L2+L4+ L6~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині ферми	146	0,15	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1	151	0,32	L1+L2+L4+ L6~ Переріз 1



Екстремальні значення факторів. Група С

Табл. 2.3.10.

Екстремальні значення факторів. Група Стійки							
Перевірка	Фактор	Мінімум			Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
п. 8.1.1	Міцність елемента	3160	0,79	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1	3133	0,79	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині ферми	3133	0,2	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1	3133	0,2	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1

Після реконструкції, а саме заміни існуючого крану на кран з більшою вантажопідйомністю, деякі елементи не відповідають вимогам міцності а саме елементи нижнього поясу (Рис. 2.3.52 та табл. 2.3.7.).

Пропонується декілька рішень, щодо забезпечення подальшої безпечної експлуатації ферм, а саме:

- 1) зменшення навантаження на кроквяні ферми, від ваги покрівлі, шляхом заміни існуючої рулонної покрівлі та залізобетонних плит покриття на сандвіч-панелі, які влаштовуються на прогони;
- 2) збільшення несучої спроможності поясу шляхом збільшення перерізу елементів, при приварюванні гарячекатаних рівнополочних кутиків до нижнього поясу.

Для вибору найбільш оптимального способу забезпечення несучої спроможності елементи ферм було проведено попереднє визначення трудовитрат та витрат матеріалів і їх порівняння.

Загальні трудовитрати на виконання демонтажу існуючої покрівлі та покриття становлять: 3180люд.-год., 705маш.-год.

Демонтаж включає такі роботи:

- 1) демонтаж рулонного покриття;
- 2) демонтаж асфальтобетонної стяжки;
- 3) демонтаж утеплювача з пінобетону;
- 4) демонтаж залізобетонних ребристих плит покриття;
- 5) демонтаж парапетної частини стін.

Трудовитрати на 1м^2 демонтажу покрівлі становлять 0,46люд.-год., 0,10маш.-год.

Трудовитрати та витрати матеріалів для монтажу покрівлі із сандвіч-панелей становлять:

матеріал – швелер сталевий гарячекатаний – 2,6т, покрівельна сандвіч панель з наповнювачем з мінеральної вати – 7000м^2 ,

трудовитрати – 5065люд.-год., 2215маш.-год.

Трудовитрати на 1м^2 покрівлі – 0,73люд.-год., 0,32маш.-год.

Трудовитрати та витрати матеріалів для монтажу підсилення із рівнополочних кутиків, для всіх кроквяних ферм становлять:

матеріал – кутики сталеві гарячекатані рівнополочні L50x5 – 1500т.,

трудовитрати – 4265люд.-год.

Трудовитрати на 1м^2 покрівлі – 0,61люд.-год.

За даними було проведено порівняння цих варіантів:

Загальні трудовитрати (люд.-год.)

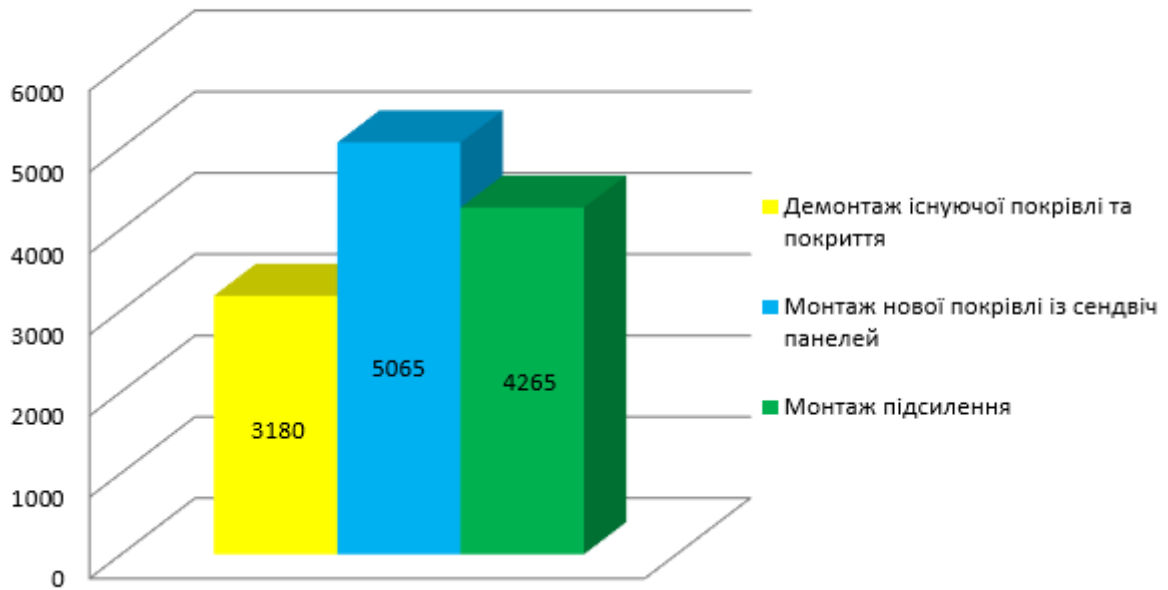


Рисунок 2.3.53. Порівняння трудовитрат (люд.-год.) на монтаж покрівлі із сендвіч панелей по металевим прогонам (варіант 1) та на виконання підсилення з рівнополочних кутиків (варіант 2) (менше – краще)

Загальні трудовитрати (маш.-год.)

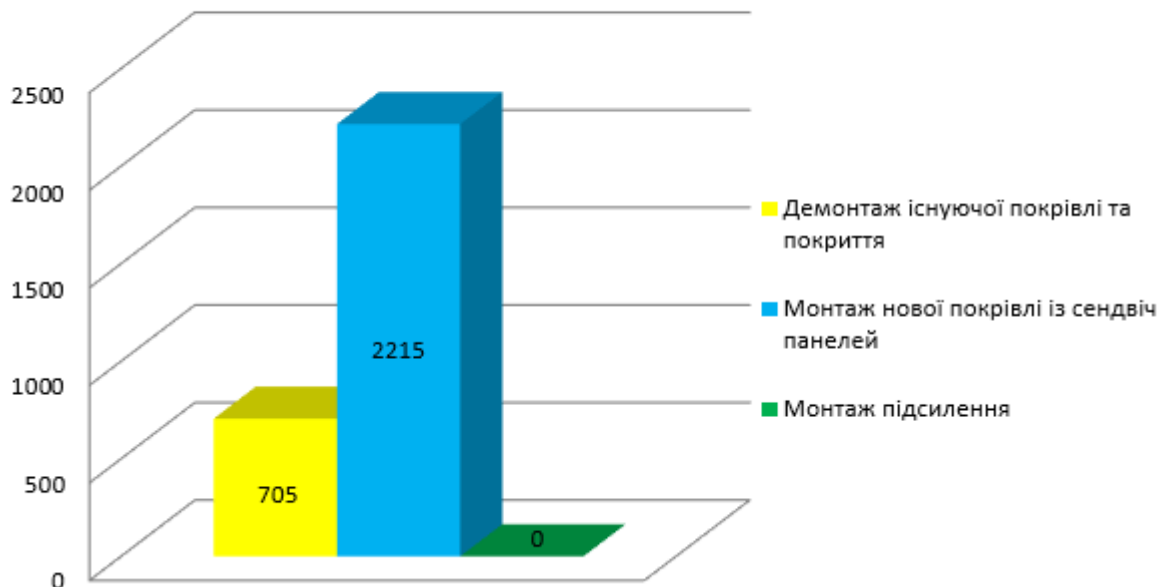


Рисунок 2.3.54. Порівняння трудовитрат (маш.-год.) на монтаж покрівлі із сендвіч панелей по металевим прогонам (варіант 1) та на виконання підсилення з рівнополочних кутиків (варіант 2) (менше – краще)

При порівнянні загальних трудовитрат з'ясовано, що більшу трудомісткість має варіант 1 (монтаж покрівлі із сандвіч панелей по металевим прогонам), меншу – варіант 2.

Тож для розгляду приймаємо 2-й варіант.

Визначимо площу перерізу, котра необхідна для підсилення згідно формули:

$$A_n = \frac{N}{R_y \gamma_c}$$

де:

N – зусилля, що виникає в перерізі елемента;

R_y – розрахунковий опір сталі, визначається згідно табл.Г2, додатку Г [16];

γ_c – коефіцієнт умов роботи, визначається згідно табл.5.1, [16].

Згідно [17] площа існуючого перерізу становить $A_1 = 41,14 \text{ см}^2$

$$A_n = \frac{100,88}{2,44 * 0,9} = 45,93 \text{ см}^2$$

Як бачимо: $A_n > A_1$, умова не виконується

Для того, щоб умова виконувалась необхідно збільшити переріз на величину різниці між A_2 та A_1 , котра становить $4,79 \text{ см}^2$.

Згідно [18] приймаємо 2 гарячекатаних рівнополочних кутика 50x5 з площею поперечного перерізу $9,6 \text{ см}^2$.

Площа перерізу підсиленого елемента нижнього поясу складатиме $49,2 \text{ см}^2$.

Збільшення площі поперечного перерізу виконується шляхом введення рівнополочних кутиків 50x50, товщина пера 5 мм, так як показано на рисунку 2.3.54.

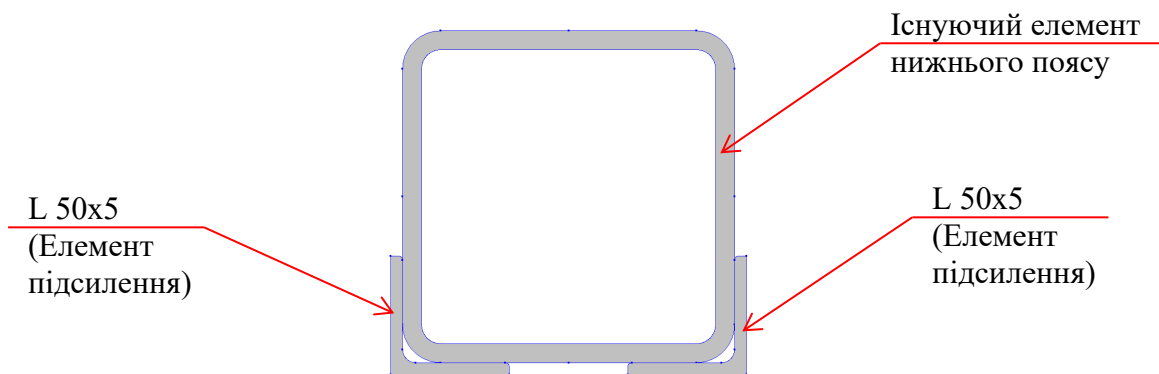


Рисунок 2.3.55. Схема перерізу підсилення

Вводимо даний переріз з підсиленням до розрахункового комплексу SCAD Office та виконуємо розрахунок. Після розрахунку результати наступні:

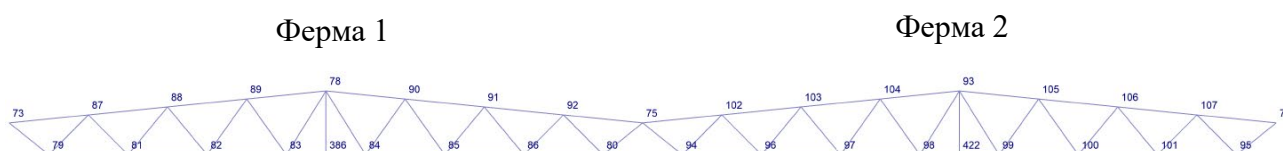


Рисунок 2.3.56. Схема ферм після реконструкції та підсилення із зазначенням номерів вузлів

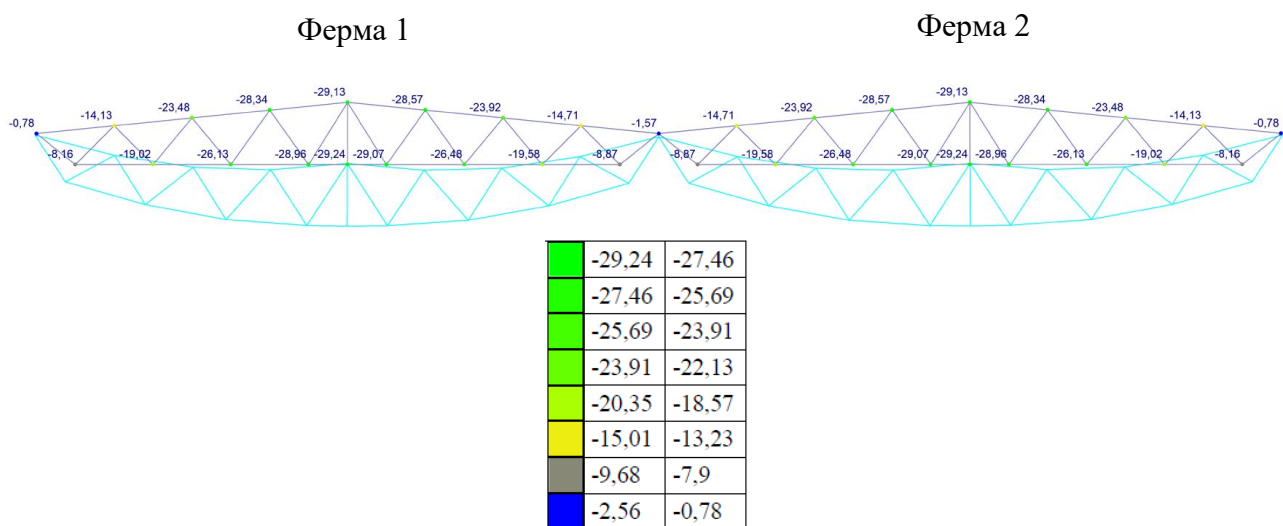


Рисунок 2.3.57. Схема ферм після реконструкції та підсилення із зазначенням величини переміщень вузлів від комбінації навантажень 1

Прогини ферм складає 2,9см, що знаходиться в межах норм (9,6см).

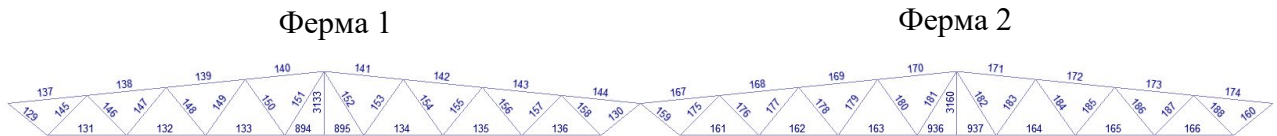


Рисунок 2.3.58. Схема ферм після реконструкції та підсилення із зазначенням номерів елементів

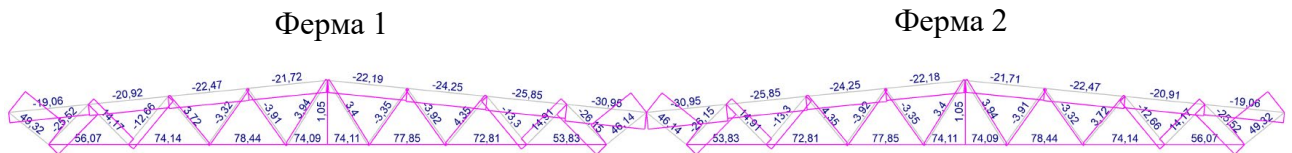


Рисунок 2.3.59. Схема ферм після реконструкції та підсилення із зазначенням величин зусиль N від комбінації навантажень 1

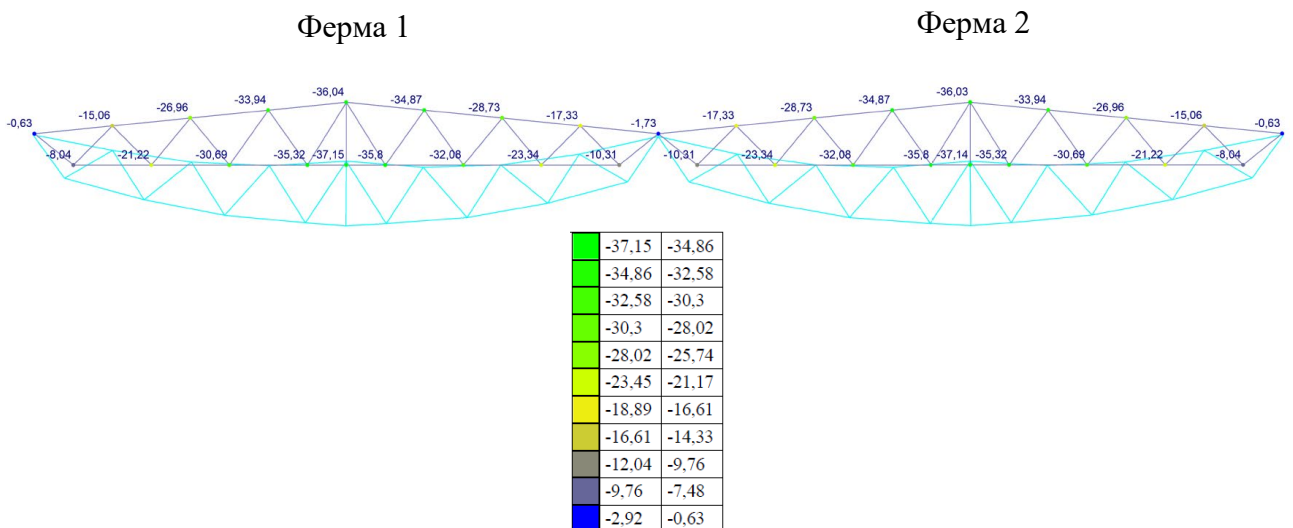


Рисунок 2.3.60. Схема ферм після реконструкції та підсилення із зазначенням величини переміщень вузлів від комбінації навантажень 2

Прогини ферм складає 3,7см, що знаходиться в межах норм (9,6см).

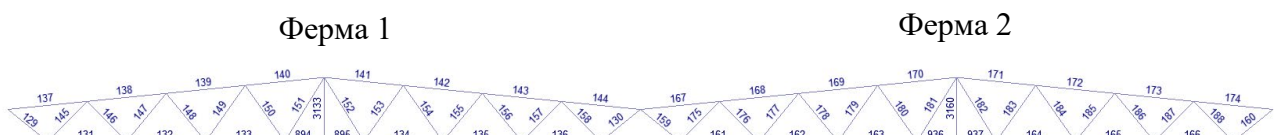


Рисунок 2.3.61. Схема ферм після реконструкції та підсилення із зазначенням номерів елементів

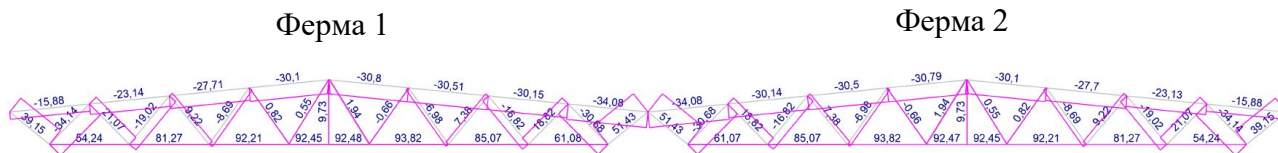


Рисунок 2.3.62. Схема ферм після реконструкції та підсилення із зазначенням величин зусиль N від комбінації навантажень 2

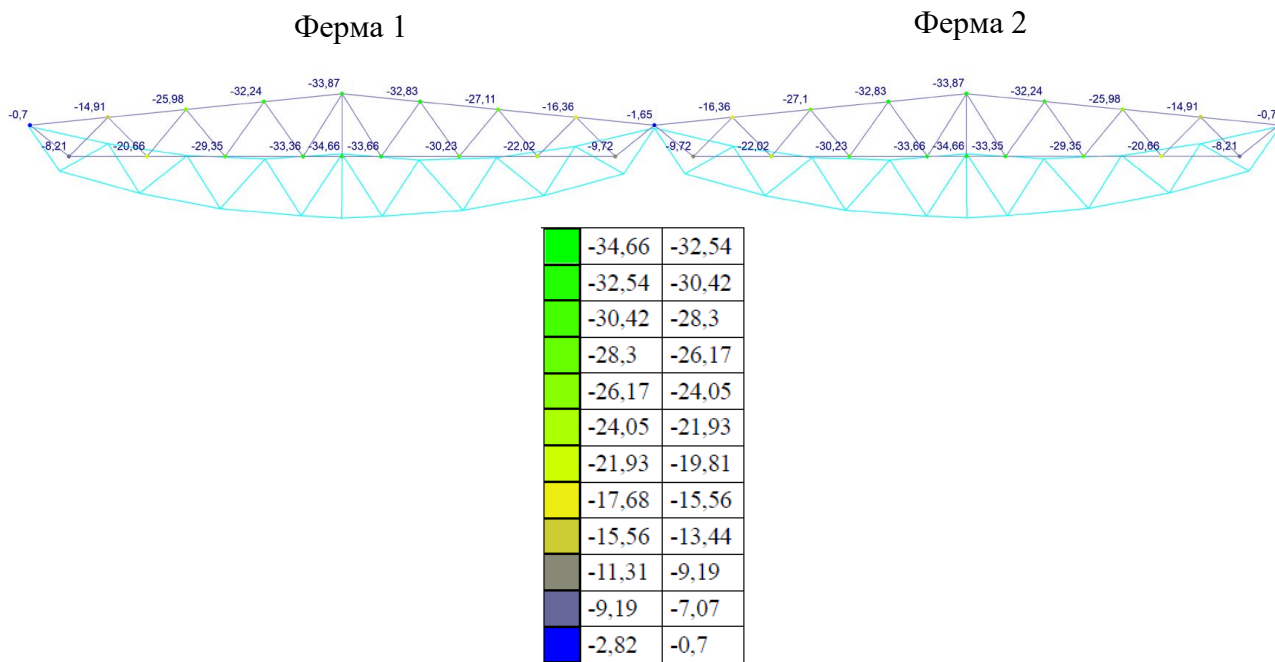


Рисунок 2.3.63. Схема ферм після реконструкції та підсилення із зазначенням величини переміщень вузлів від комбінації навантажень 3

Прогини ферм складає 3,4см, що знаходиться в межах норм (9,6см).

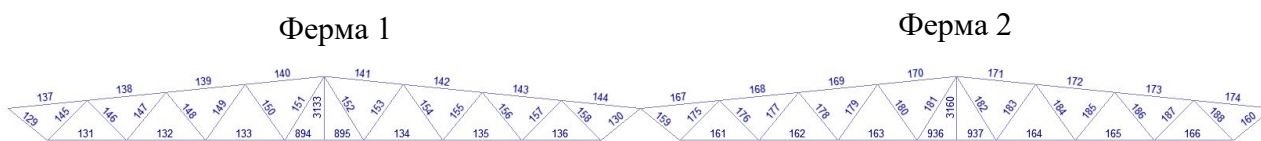
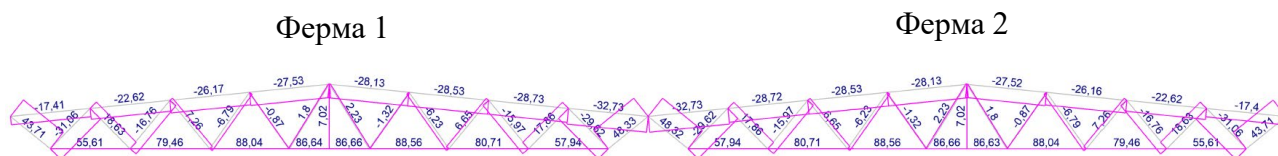
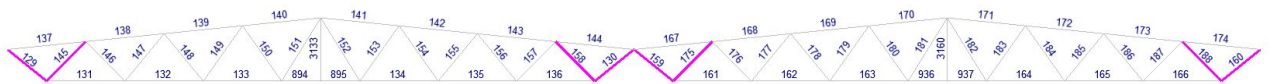


Рисунок 2.3.64. Схема ферм після реконструкції та підсилення із зазначенням номерів елементів



Екстремальні значення факторів. Група нп							
Перевірка	Фактор	Мінімум			Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального моменту M_y	136	0,86	L1+L2+L3+L4+0.9*L6~ Переріз 3	894	0,93	L1+L2+L4+L6~ Переріз 3
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального моменту M_z	164	0,78	L1+L2+0.9*L3+L4+L6~ Переріз 3	894	0,92	L1+L2+0.9*L3+L4+L6~ Переріз 3
п. 9.2.1	Міцність при дії поперечної сили Q_y	131	0,82	L1+L2+L3+L4+0.9*L5~ Переріз 3	894	0,93	L1+L2+L4+L6~ Переріз 1
п. 9.2.1	Міцність при дії поперечної сили Q_z	136	0,8	L1+L2+L3+L4+0.9*L6~ Переріз 1	894	0,91	L1+L2+L4+L6~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOY	895	0,81	L1+L2+L3+L4~ Переріз 1	136	0,94	L1+L2+L3+L4~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOZ	895	0,78	L1+L2+L3+L4~ Переріз 1	136	0,9	L1+L2+L3+L4~ Переріз 1



Екстремальні значення факторів. Група ОР

Табл. 2.3.13.

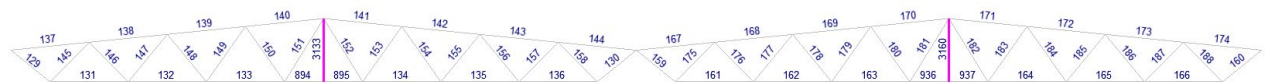
Екстремальні значення факторів. Група Опорный раскос фермы							
Перевірка	Фактор	Мінімум			Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
п. 8.1.1	Міцність елемента	175	0,51	L1+L2+L3+L4+0.9*L6~ Переріз 1	130	0,86	L1+L2+L3+L4+0.9*L6~ Переріз 1
п. 8.1.3	Стійкість елемента у площині ферми	175	0,56	L1+L2+L3+L4+0.9*L6~ Переріз 1	145	0,62	L1+L2+L3+L4+0.9*L6~ Переріз 1
п. 8.1.3	Стійкість елемента з площини ферми	175	0,56	L1+L2+L3+L4+0.9*L6~ Переріз 1	145	0,62	L1+L2+L3+L4+0.9*L6~ Переріз 1
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки з умови місцевої стійкості	145	0,42	L1+L2+L4~ Переріз 1	145	0,42	L1+L2+L4~ Переріз 1
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	145	0,42	L1+L2+L4~ Переріз 1	145	0,42	L1+L2+L4~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість з площини ферми	129	0,17	L1+L2+0.9*L3+L4+L5~ Переріз 1	145	0,32	L1+L2+L3+L4+0.9*L6~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині ферми	129	0,17	L1+L2+0.9*L3+L4+L5~ Переріз 1	145	0,32	L1+L2+L3+L4+0.9*L6~ Переріз 1



Екстремальні значення факторів. Група Р

Табл. 2.3.14.

Екстремальні значення факторів. Група Решітка ферм							
Перевірка	Фактор	Мінімум			Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
п. 8.1.1	Міцність елемента	153	0,11	L1+L2+L3+ L4~ Переріз 1	146	0,62	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 3
п. 8.1.3	Стійкість елемента у площині ферми	151	3,19e-003	L1+L2+L4+ L6~ Переріз 1	147	0,61	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1
п. 8.1.3	Стійкість елемента з площини ферми	151	3,47e-003	L1+L2+L4+ L6~ Переріз 1	147	0,64	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки з умови місцевої стійкості	151	0,48	L1+L2+L4+ L6~ Переріз 1	156	0,51	L1+L2+L4~ Переріз 1
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	151	0,48	L1+L2+L4+ L6~ Переріз 1	156	0,51	L1+L2+L4~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість з площини ферми	177	0,34	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1	151	0,4	L1+L2+L4+ L6~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині ферми	146	0,15	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1	151	0,32	L1+L2+L4+ L6~ Переріз 1



Екстремальні значення факторів. Група С

Табл. 2.3.15.

Екстремальні значення факторів. Група Стійки							
Перевірка	Фактор	Мінімум			Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація	Елемент	Значення	Комбінація
п. 8.1.1	Міцність елемента	3160	0,48	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1	3133	0,48	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині ферми	3133	0,2	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1	3133	0,2	L1+L2+0.9* L3+L4+L6~ Переріз 1

2.4. Результати дослідження

Таблиця максимальних величин зусиль N у фермах

Табл. 2.4.1.

	До реконструкції	Після реконструкції	Після реконструкції та підсилення
Комбінація навантажень 1	Елемент нижнього поясу 73,25т	Елемент нижнього поясу 77,13т	Елемент нижнього поясу 78,44т
Комбінація навантажень 2	Елемент нижнього поясу 83,23т	Елементи нижнього поясу 100,88т	Елемент нижнього поясу 93,82т
Комбінація навантажень 3	Елемент нижнього поясу 79,27т	Елементи нижнього поясу 92,49т	Елемент нижнього поясу 88,56т

Таблиця максимальних прогинів ферм

Табл. 2.4.1.

	До реконструкції	Після реконструкції	Після реконструкції та підсилення
Комбінація навантажень 2	4,8см	5,3см	3,7см

Для виконання даного підсилення, необхідно:

кутик рівнополочних сталевий гарячекатаний L50x5– 1500т.;

трудовитрати – 4265люд.-год.

2.5. Висновки

За рахунок збереження існуючих будівель можливо зменшити витрати на будівництво нових споруд, на придбання та оренду земельних ділянок, отримання дозволів та вкладення коштів у несучі конструкції, але разом з тим розширення виробництва та модернізація потужностей є важливим для успішного бізнесу.

З метою збільшення обсягів виробництва та підвищення ефективності підприємства було прийнято рішення про монтаж підйомного пристрою з більшою вантажопідйомністю на існуючі конструкції покриття.

У ході дослідження встановлено, що монтаж підйомного пристрою з більшою вантажопідйомністю до існуючих конструкцій покриття впливає на деякі елементи, а саме елементи нижнього поясу.

Перевірочні розрахунки показали, що існуючі елементи не мають достатньої несучої спроможності, не забезпечена міцність елемента. Основним фактором, що впливає на це, є збільшення навантаження котре прикладається до елементів нижнього поясу в залежності від місця розміщення візка крану. В нашому випадку найгірший варіант розміщення візка – коли візок розміщений в 1/2 прольоту.

Було прийнято до розгляду два варіанта для вирішення даного питання:

- 1) зменшення навантаження на кроквяні ферми, від ваги покрівлі, шляхом заміни існуючої рулонної покрівлі та залізобетонних плит покриття на сандвіч-панелі, які влаштовуються на прогони;
- 2) збільшення несучої спроможності поясу шляхом збільшення перерізу елементів, при приварюванні гарячекатаних рівнополочних кутиків до нижнього поясу.

При порівнянні даних варіантів з'ясовано, що більшу трудомісткість має варіант 1 (монтаж покрівлі із сандвіч панелей по металевим прогонам), меншу трудомісткість виявилась у 2-му варіанті – 4265люд.-год. Витрати металу складають: для 1-го варіанту – 2,6т., для 2-го варіанту – 1500т.

Для підвищення несучої здатності вирішено збільшити площу поперечного перерізу елементів. Збільшення площі поперечного перерізу досягнуто шляхом приварювання рівнополочних кутиків 50x50, з товщиною пера 5 мм до елементів нижнього поясу несучих кроквяних конструкцій.

Перевірочні розрахунки показали, що прогини ферми після їх підсилення складає до 3,4см що знаходиться в межах норм (9,6см). Коефіцієнт використання елементів складає:

для верхнього поясу – 0,43;

для нижнього поясу – 0,14, 0,23;

для опорних розкосів – 0,82, 0,86;

для решітки – 0,19-0,64;

для стійки – 0,48.

Таким чином найбільш раціональним рішенням для забезпечення несучої спроможності ферм покриття, при збільшенні навантажень, є їх підсилення, у порівнянні із компенсацією збільшення навантаження при демонтажі залізобетонного покриття.

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 Конструкції будинків і споруд. Колони залізобетонні для одноповерхових будівель підприємств;
5. ДСТУ Б В.2.6-74:2008 Конструкції будинків і споруд. Ферми сталеві кроквяні з гнутозварних профілів прямокутного перерізу;
6. ДСТУ Б В.2.6-147:2010 Конструкції будинків і споруд. Плити перекриттів залізобетонні ребристі;
7. ДСТУ Б EN 14509:2014 Панелі теплоізоляційні самонесучі з двостороннім металевим облицюванням. Вироби заводського виготовлення;
8. ДБН В.2.6-220:2017 Покриття будівель і споруд;
9. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері;
10. ДСТУ Б В.2.7-57-96 Будівельні матеріали. Підлоги;
11. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування;
12. ДБН В.1.2-12-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів;
13. Методичні вказівки до виконання випускної магістерської кваліфікаційної роботи в галузі знань: 19 «Архітектура і будівництво» спеціальності: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»;
14. Збірник наукових праць Українського науково-дослідного та проектного інституту сталевих конструкцій імені В.М.Шимановського. – Випуск 3, 2009р. // Випробування конструкції ферми із гнутих тонкостінних елементів відкритого профілю // Белов І.Д., к.т.н., Глітін О.Б., к.т.н., Юрченко В.В., к.т.н., Дєдов О.П., Джаубаєв М.М.

15. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2019. – Вип. № 76. // Оцінка технічного стану і підсилення сталевих кроквяних ферм покриття // Купченко Ю.В., к.т.н., доцент, Сінгаївський П.М., к.т.н., доцент, Карпюк Ф.Р., к.т.н., доцент, Константинов П.В., к.т.н.
16. ДБН В.2.3-198:198 Сталеві конструкції. Норми проектування
17. ДСТУ 8940:2019 Труби сталеві профільні. Сортамент
18. ДСТУ 2251:2018 Кутики сталеві гарячекатані рівнополочні. Сортамент

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 $\gamma_{fm}=1,14$

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

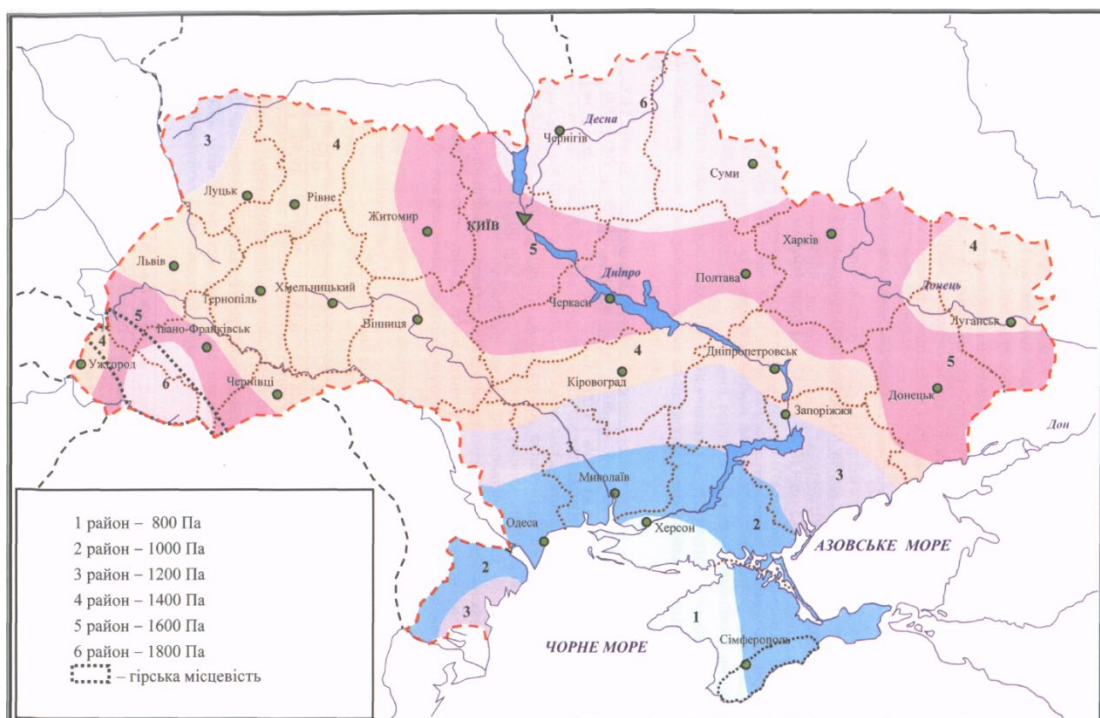


Рисунок А.1. Карта районування території України за характеристичними значеннями ваги снігового покриву

В нашому випадку $S_0 = 1740 \text{ Па}$ для м. Конотоп, Конотопського р-ну., Сумської обл. згідно додатку Е [11], у розрахунку приймаємо 174 кгс/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:

$$S_m = 1,14 \times 174 \times 1 = 198,36 \text{ кгс/м}^2$$

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 $S_0 = 1740$ Па для м. Конотоп, Конотопського р-ну., Сумської обл. згідно додатку Е [11], у розрахунку приймаємо 174 кгс/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:

$$S_e = 0,49 \times 174 \times 1 = 85,26 \text{ кгс/м}^2$$

Розрахунок кранових навантажень

Навантаження від мостових і підвісних кранів визначається згідно [11], а саме п.7.

- Виконуємо розрахунок граничних розрахункових значень для вертикального навантаження мостових і підвісних кранів за формулою:

$$F_m = \gamma_{fm} \psi F_0,$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням кранового навантаження визначається залежно від заданого середнього періоду повторюваності T за табл. Б.1.

Таблиця Б.1

T , років	50	10	1	0,1
γ_{fm}	1,1	1,07	1,02	0,97

Проміжні значення коефіцієнта γ_{fm} слід визначати лінійною інтерполяцією;

- Приймаємо коефіцієнт $\gamma_{fm} = 1,1$

ψ – коефіцієнт сполучень кранових навантажень, згідно п.7.22. [11] $\psi = 0,85$ – для груп режимів роботи кранів 1К-6К;

- Коефіцієнт $\psi = 0,85$

F_0 – характеристичні значення вертикального навантаження відповідно від одного або двох найбільш несприятливих за впливом кранів, приймається відповідно до вимог державних стандартів на крани, а для нестандартних кранів – відповідно до даних, наведених у паспортах заводів-виробників.

- В даному випадку $F_0 = 10$

З урахуванням вище вказаного, виконуємо обчислення згідно формули:

$$F_m = 1,1 \times 0,85 \times 10 = 9,35 \text{ т}$$

- Виконуємо розрахунок граничних розрахункових значень для горизонтального навантаження мостових і підвісних кранів, спрямованого вздовж кранової колії за формулою:

$$P_m = \gamma_{fm} P_{01}$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням кранового навантаження визначається залежно від заданого середнього періоду повторюваності T за табл. Б.2.

Таблиця Б.2

T , років	50	10	1	0,1
γ_{fm}	1,1	1,07	1,02	0,97

Проміжні значення коефіцієнта γ_{fm} слід визначати лінійною інтерполяцією;

- Приймаємо коефіцієнт $\gamma_{fm} = 1,1$

Характеристичне значення горизонтального навантаження P_{01} , спрямованого уздовж кранового шляху, що спричиняється гальмуванням моста електричного крана, слід приймати таким, що дорівнює 0,1 від характеристичного значення вертикального навантаження на гальмівні колеса розглядуваної сторони крана.

- Приймаємо коефіцієнт $P_{01} = 0,1 \times 10 = 1$

З урахуванням вище вказаного, виконуємо обчислення згідно формули:

$$P_m = 1,1 \times 1 = 1,1 \text{ т}$$

- Виконуємо розрахунок граничних розрахункових значень для горизонтального навантаження підвісних кранів, спрямованого поперек кранової колії,

$$R_m = \gamma_{fm} R_0$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням кранового навантаження визначається залежно від заданого середнього періоду повторюваності T за табл. Б.3.

Таблиця Б.3

T , років	50	10	1	0,1
γ_{fm}	1,1	1,07	1,02	0,97

Проміжні значення коефіцієнта γ_{fm} слід визначати лінійною інтерполяцією;

- Приймаємо коефіцієнт $\gamma_{fm} = 1,1$

R_0 – характеристичне значення поперечних горизонтальних навантажень від одного або двох найбільш несприятливих за впливом підвісних кранів, приймається таким, що дорівнює 0,5 суми вантажопідйомності крана і ваги візка.

- Приймаємо коефіцієнт $R_0 = 0,5 \times 10 = 5$

З урахуванням вище вказаного, виконуємо обчислення згідно формули:

$$R_m = 1,1 \times 5 = 5,5 \text{ т}$$

Матеріали конференції

Пошук по сайту

Світ наукових досліджень. Випуск 27

Термін подання матеріалів

22 лютого 2024

До початку конференції
залишилось днів

0

Час вийшов. Конференцію розпочато.

Головна

Нові вимоги до публікацій
результатів кандидатських та
докторських дисертацій

Редакційна колегія. ГО
«Наукова спільнота»

Договір про співробітництво з
Wyzsza Szkola Zarzadzania i
Administracji w Opolu

Календар конференцій

Архів

Наукові конференції

Конференції 2024

Світ наукових досліджень.
Випуск 26 (24-25.01.2024)

Світ наукових досліджень.
Випуск 27 (22-23.02.2024)

- 1. Економічні науки;
- 2. Інформаційні системи і технології;
- 3. Педагогічні науки;
- 4. Психологічні науки;
- 5. Юридичні науки;
- 6. Історичні науки;
- 7. Філософські науки;
- 8. Культурологія;
- 9. Філологічні науки;
- 10. Мистецтвознавство;
- 11. Географічні науки;
- 12. Національна безпека;
- 13. Соціологічні науки;
- 14. Політичні науки;
- 15. Фізичне виховання та спорт;
- 16. Державне управління;
- 17. Соціальні комунікації;

ДОСЛІДЖЕННЯ ФЕРМ ПОКРИТТЯ ПРИ ЗМІНІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

21.02.2024 19:30

Автор: Шестак Олександр Володимирович, магістр, студент групи ПЦБ 2204м, ФБТ, Сумський національний аграрний університет; Луцьковський Валерій Миколайович, кандидат технічних наук, викладач кафедри будівельних конструкцій, Сумський національний аграрний університет; Волков Дмитро Геннадійович, асистент, Сумський національний аграрний університет

[26. Технічні науки]

Будівля цеху, конструкції покриття якої використовувалося для дослідження має традиційну схему повного каркасу з колон квадратного та прямокутного перерізу, підкравляних ферм, довжина котрих дорівнює 12м, несучих кроквяних конструкцій прольотом 24м з кроком 6м і в якості конструкцій покриття використано ребристі плити покриття 3х6м. Для виконання технологічних задач, цех обладнано двома кран-балками, з вантажопідйомністю 5т.

З метою збільшення обсягів виробництва та підвищення ефективності підприємства було прийнято рішення про монтаж підйомного пристрою з більшою вантажопідйомністю на існуючі конструкції покриття, Головна задача – перевірити чи витримають існуючі перерізи ферм нове навантаження від крану та його роботи.

Елементи ферми виконано із металопрокату типу "Молодечно". Використано профільні труби квадратного та прямокутного перерізів. Для верхнього поясу використано наступний переріз 180х140х8мм, для нижнього поясу – 140х140х8мм, опорний розкос – 120х120х6мм, елементи решітки – 120х120х6мм та 100х100х4мм.

Сталь, що застосована для поясів та опорних розкосів – С345, для розкосів – С255, фасонки – С235.

Ферми складено з двох напівферм, котрі перед монтажем з'єднують між собою за допомогою високоміцних болтів М24. Кількість болтів – 8 шт.

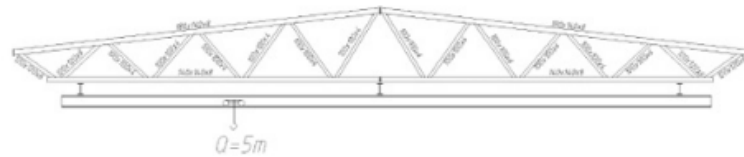


Рис. 1. Схема ферми з існуючим краном

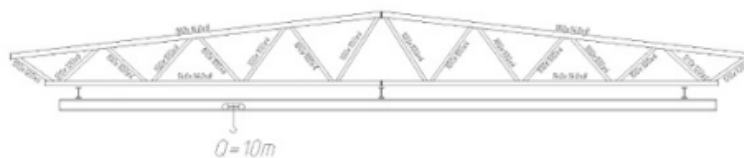


Рис. 2. Схема ферми після модернізації

Під час дослідження встановлено, що встановлення підйомного пристрою з більшою вантажопідйомністю до існуючих конструкцій покриття впливає на певні елементи, зокрема на елементи нижнього поясу.

Результати перевірочних розрахунків показали, що існуючі елементи не відповідають необхідним критеріям міцності. Головним чинником, що впливає на це, є збільшення навантаження, яке прикладається на елементи нижнього поясу в залежності від розташування візка крану. Найгіршим варіантом розміщення візка є, розміщення його посередині прольоту.

- 19. Медицина; 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

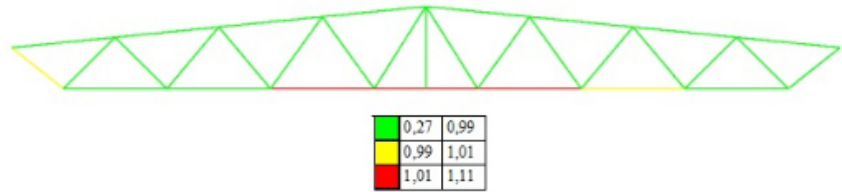
- Лінки
- Форум



AKADEMIA NAUK STOSOWANYCH
WYŻSZA SZKOŁA ZARZĄDZANIA I ADMINISTRACJI
W OPOLE

ІНФОРМАЦІЙНЕ СУСПІЛЬСТВО:
технологічні, економічні та технічні аспекти становлення





Було запропоновано два варіанти, котрі можуть допомогти вирішити питання міцності елементів. Перший варіант – виконати заміну існуючої покрівлі на більш легкі конструкції, а саме покрівельні сандвіч панелі, другий варіант – виконати підсилення елементів, котрі не відповідають вимогам міцності, збільшення їх площі поперечного перерізу шляхом приварювання рівноплочних кутників 70x8.

Але при порівнянні цих двох рішень було встановлено, що перший варіант є більш трудовитратним та потребує більше ресурсів та часу для його виконання. Прийнято рішення, що доцільнішим рішенням питання міцності елементів є підсилення елементів кутниками.

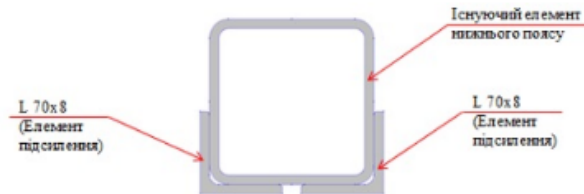


Рис. 3. Схема виконання підсилення

Таблиця максимальних величин зусиль N у фермах

Табл. 1.

	До реконструкції	Після реконструкції	Після реконструкції та підсилення
Комбінація навантажень 1	Елемент нижнього поясу 73,25т	Елемент нижнього поясу 77,13т	Елемент нижнього поясу 78,44т
Комбінація навантажень 2	Елемент нижнього поясу 83,23т	Елементи нижнього поясу 100,88т	Елемент нижнього поясу 93,82т
Комбінація навантажень 3	Елемент нижнього поясу 79,27т	Елементи нижнього поясу 92,49т	Елемент нижнього поясу 88,56т

Таблиця максимальних прогинів ферм

Табл. 2.

	До реконструкції	Після реконструкції	Після реконструкції та підсилення
Комбінація навантажень 2	4,8см	5,3см	3,7см

Список використаних джерел:

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування – Київ: Мінбуд України, 2006. – 77 с.
2. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. – К.: Укрархбудінформ, 2014. – 199 с.



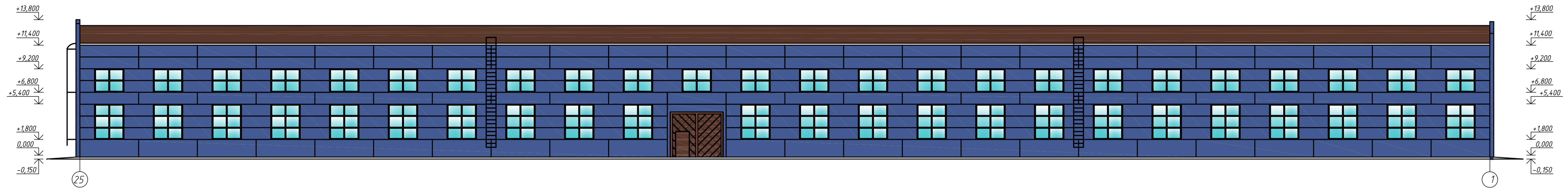
Ця робота ліцензується відповідно до Creative Commons Attribution 4.0 International License

Креслення

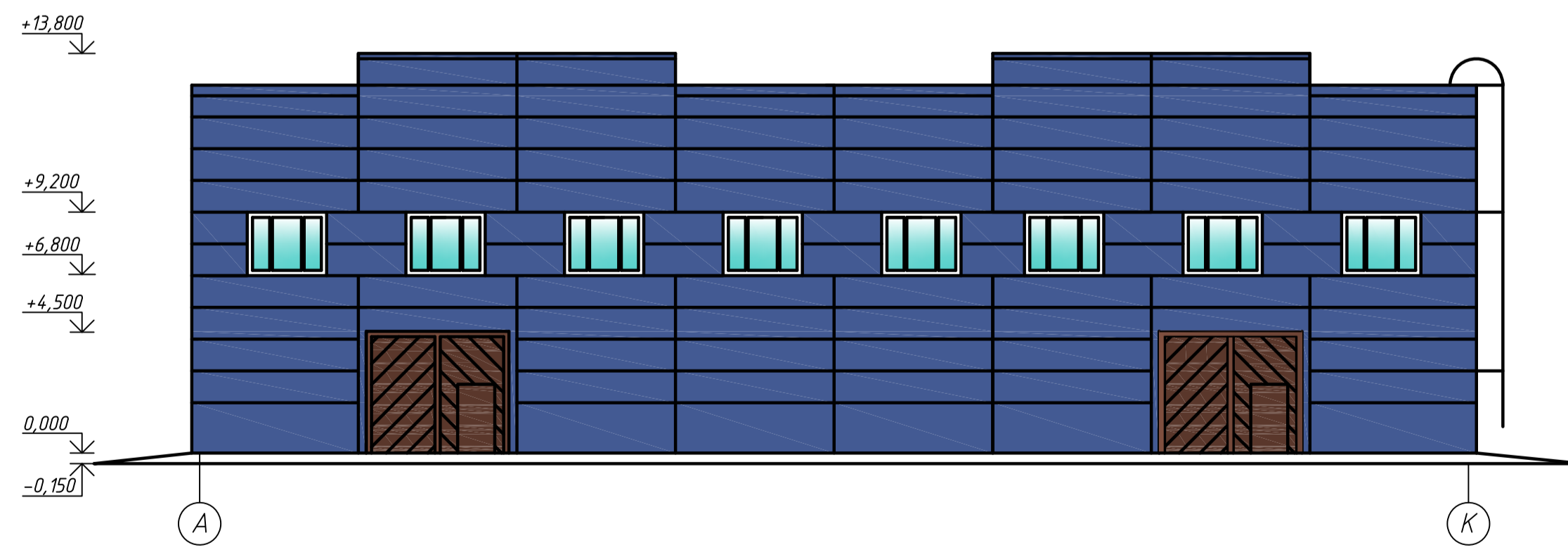
Фасад 1-25



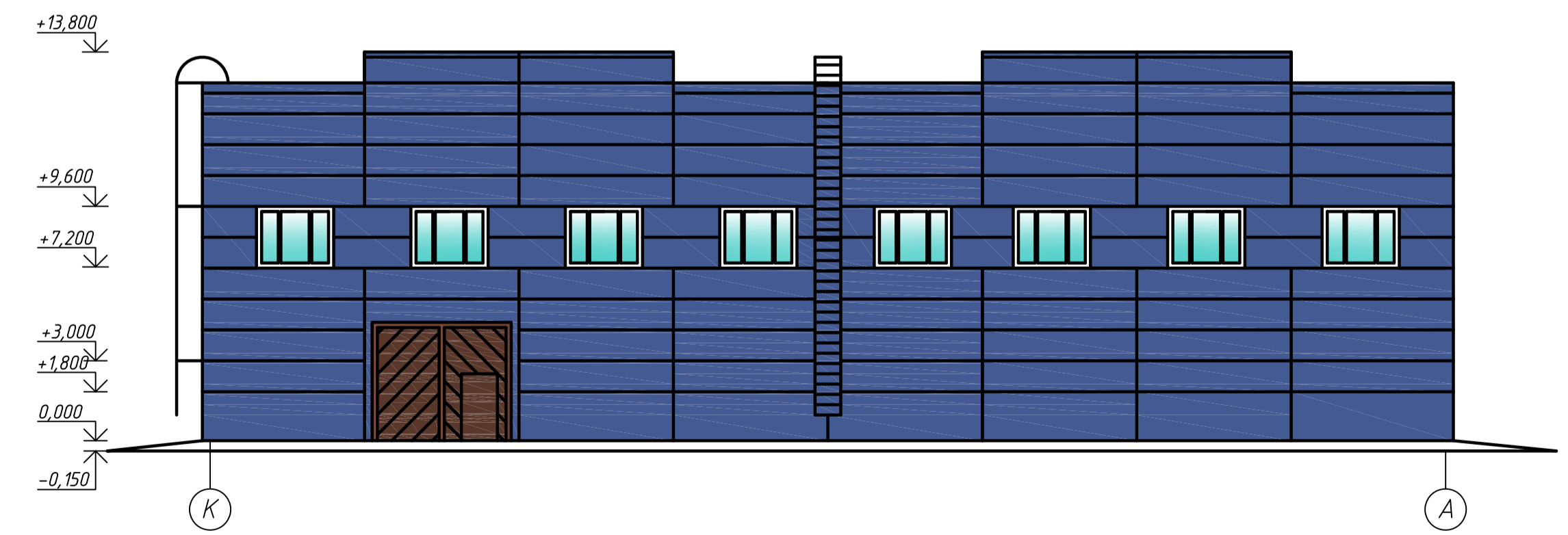
Фасад 25-1



Фасад А-К

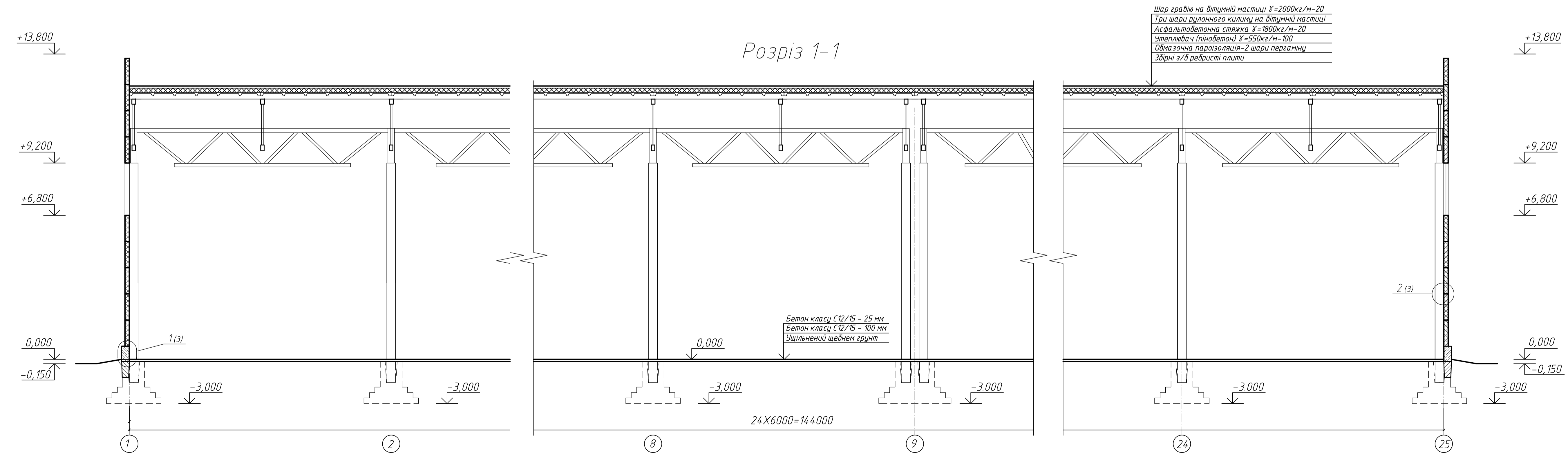
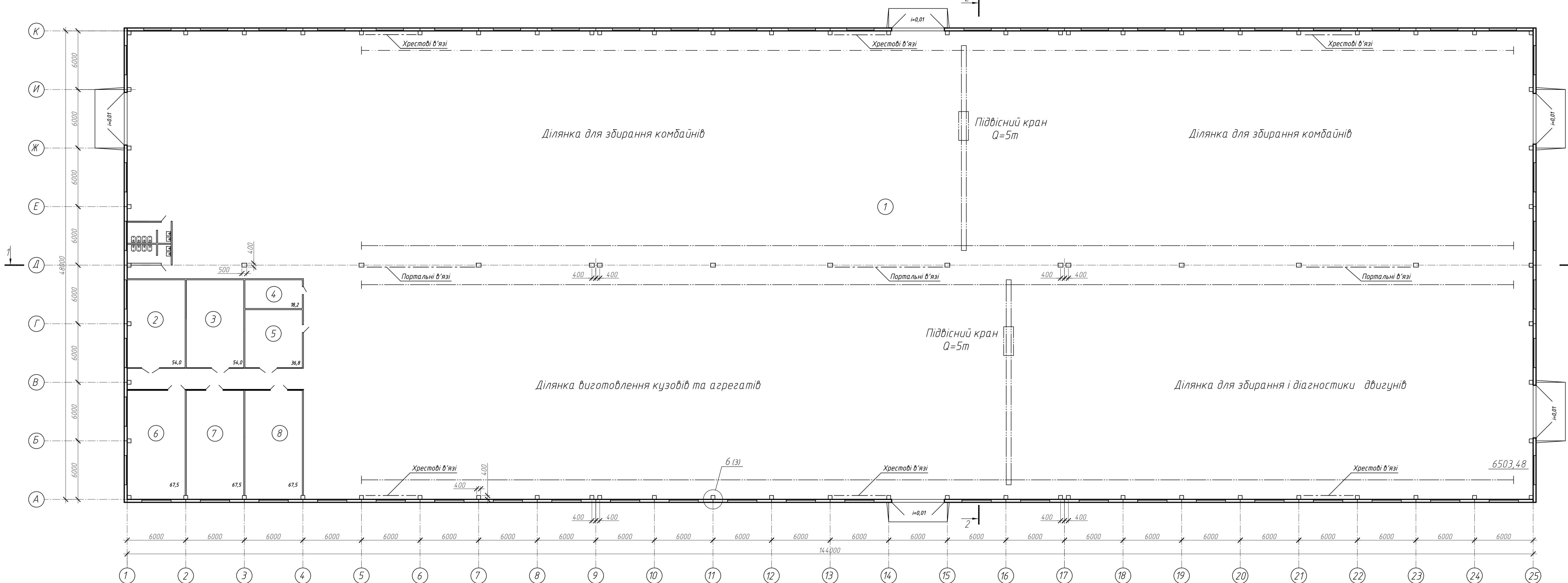


Фасад К-А



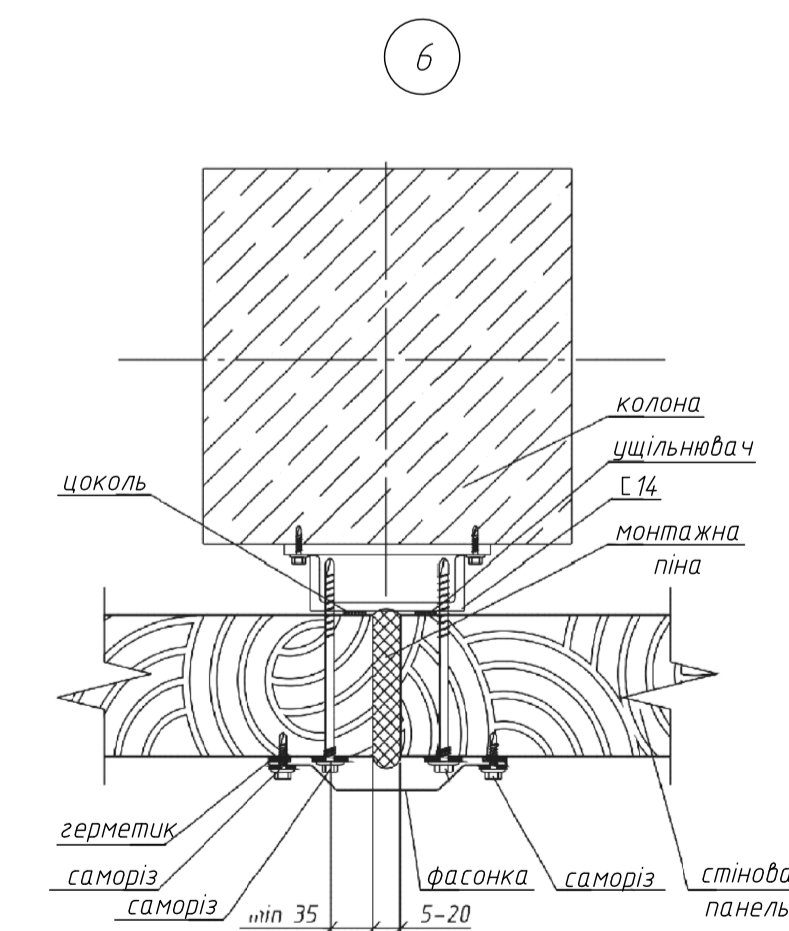
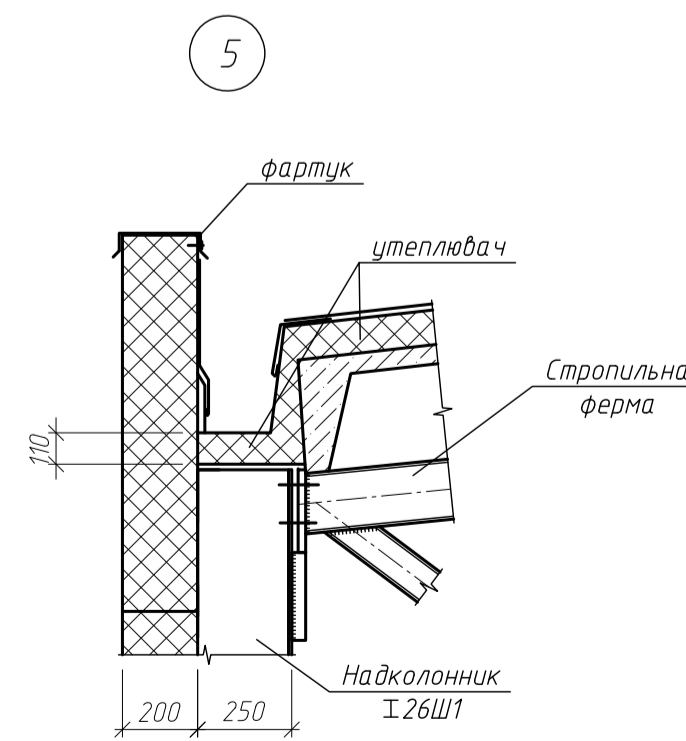
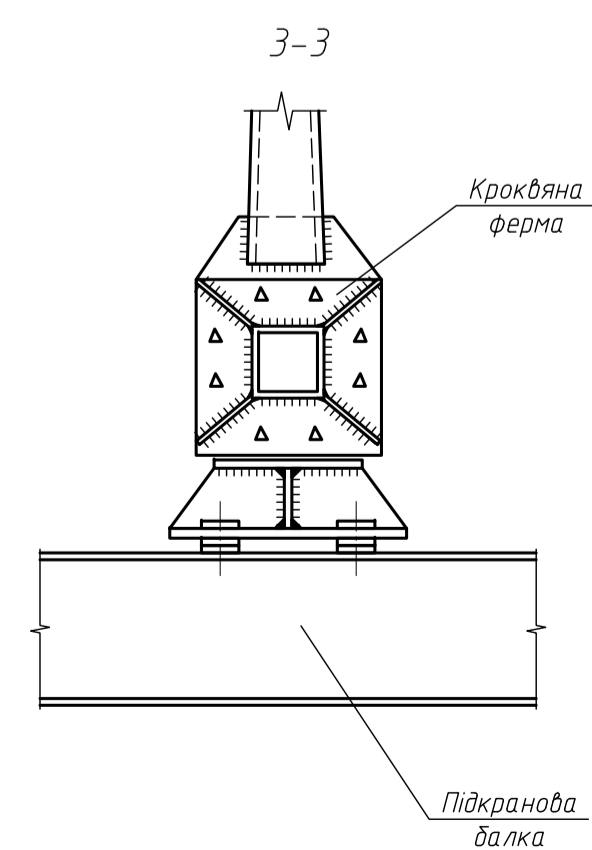
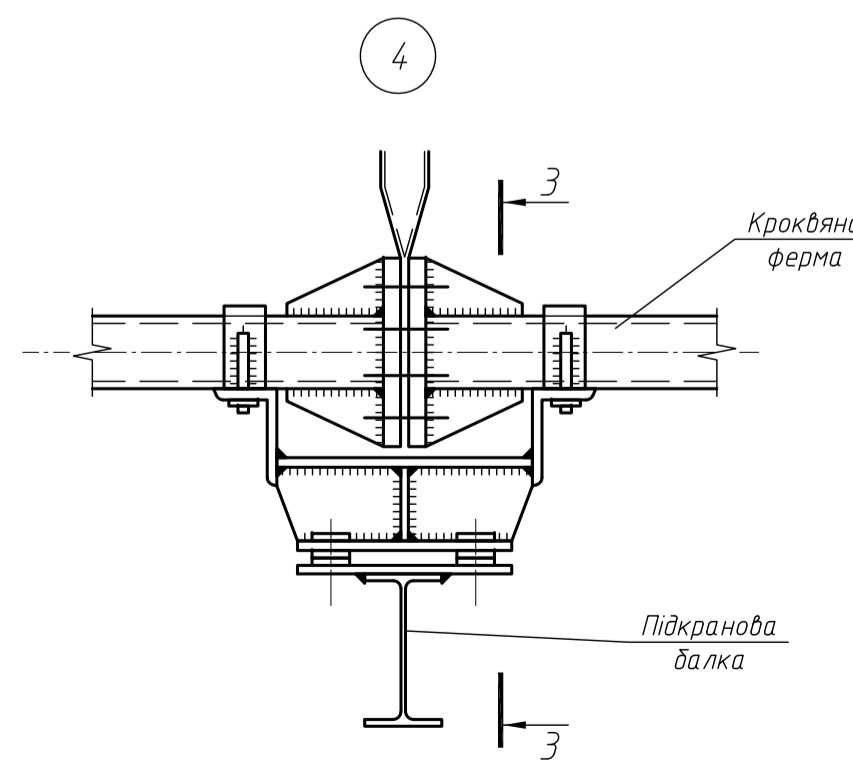
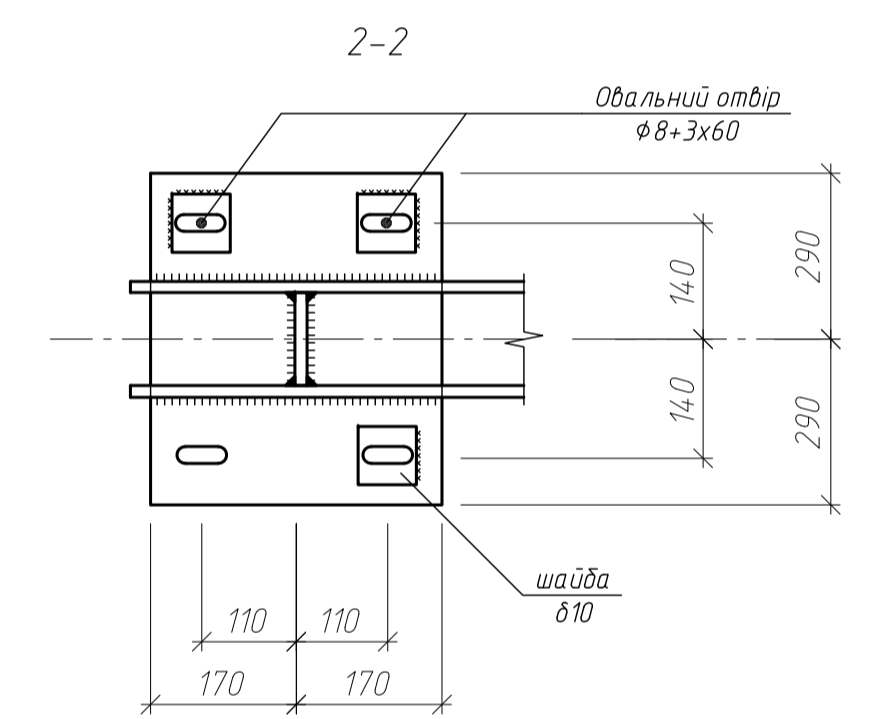
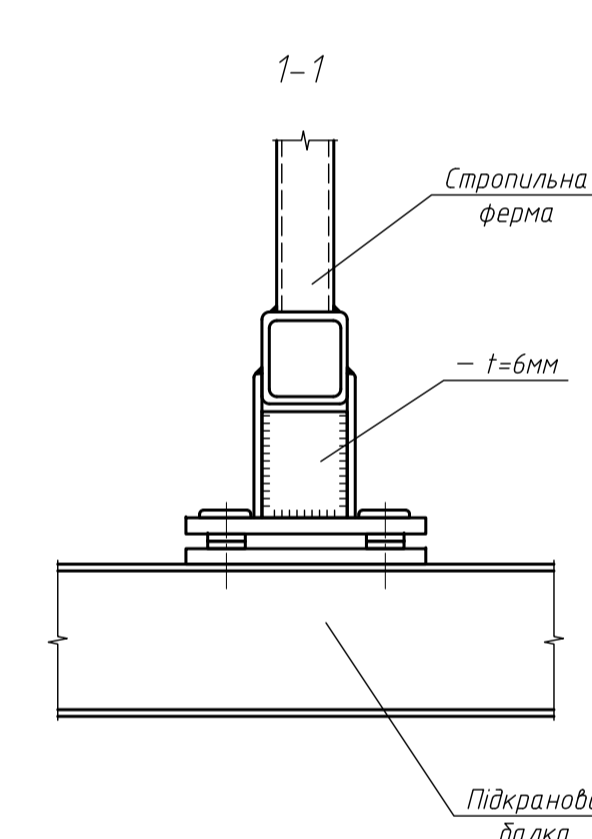
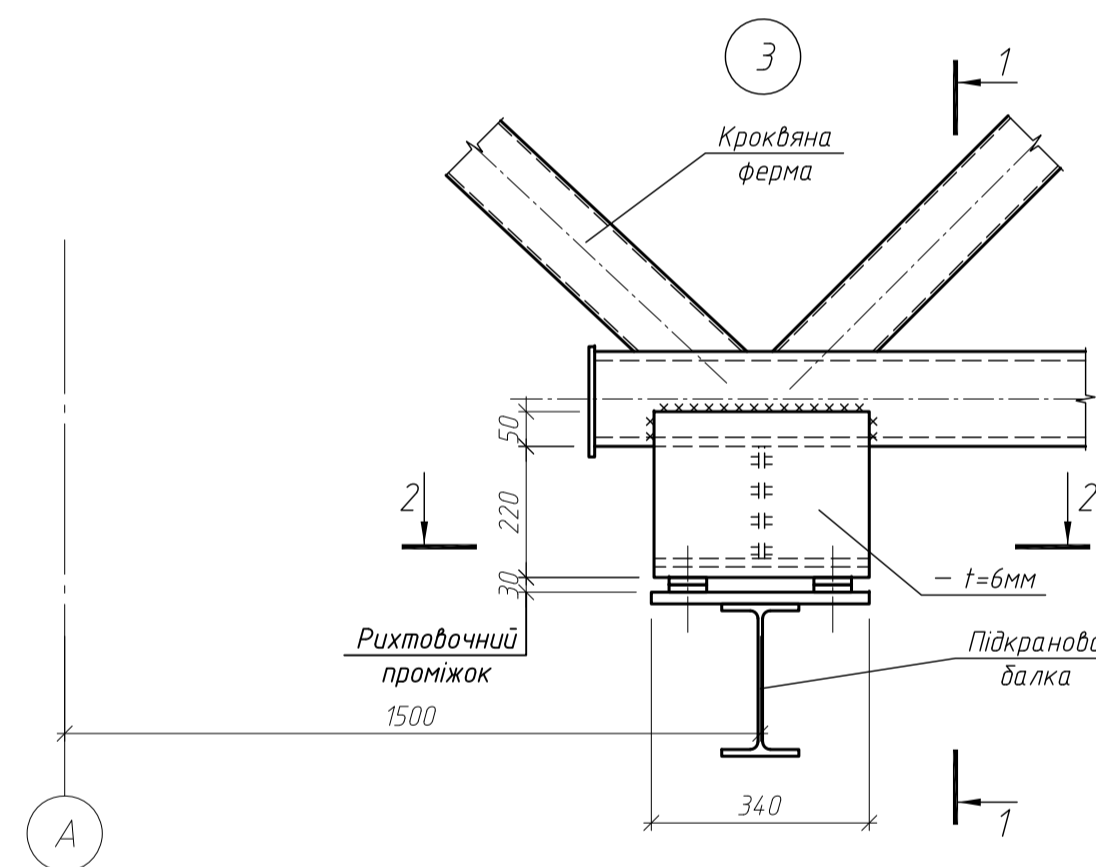
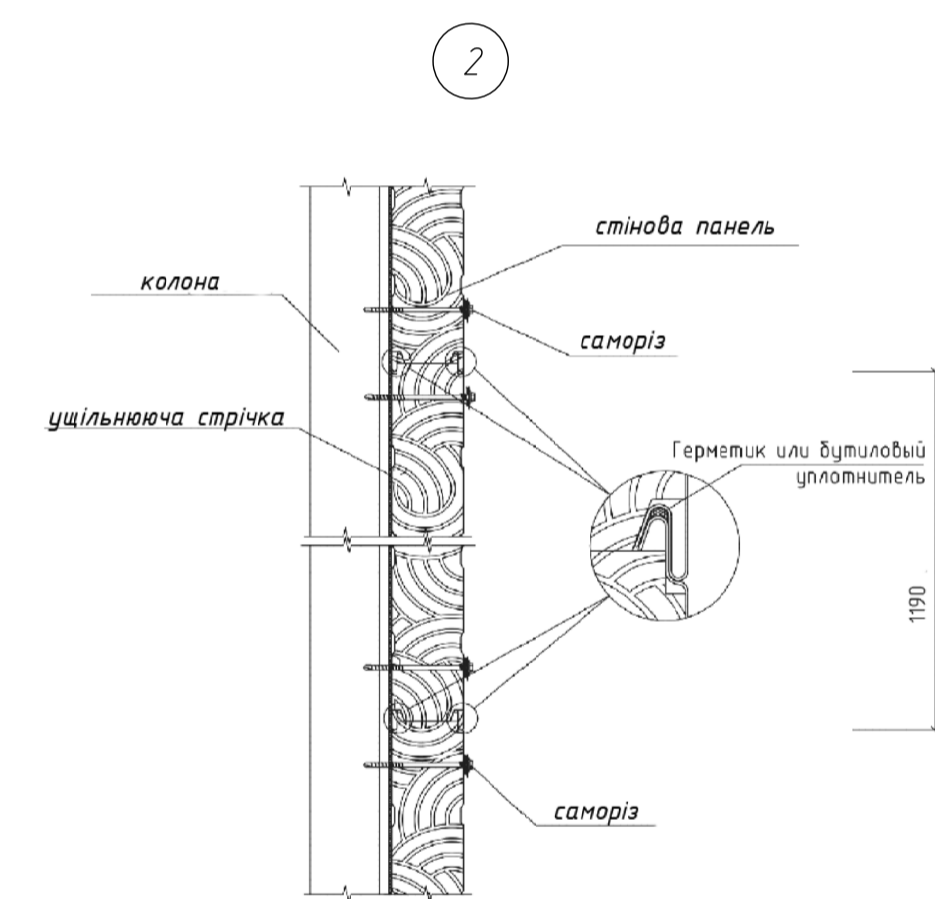
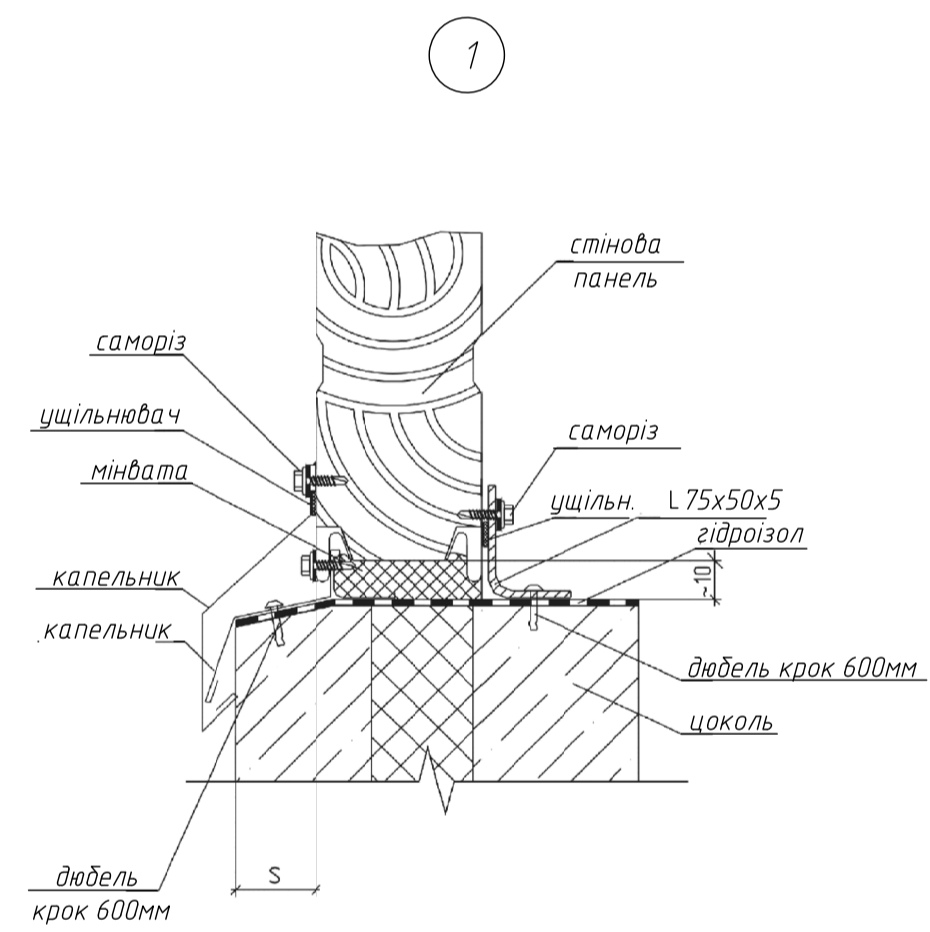
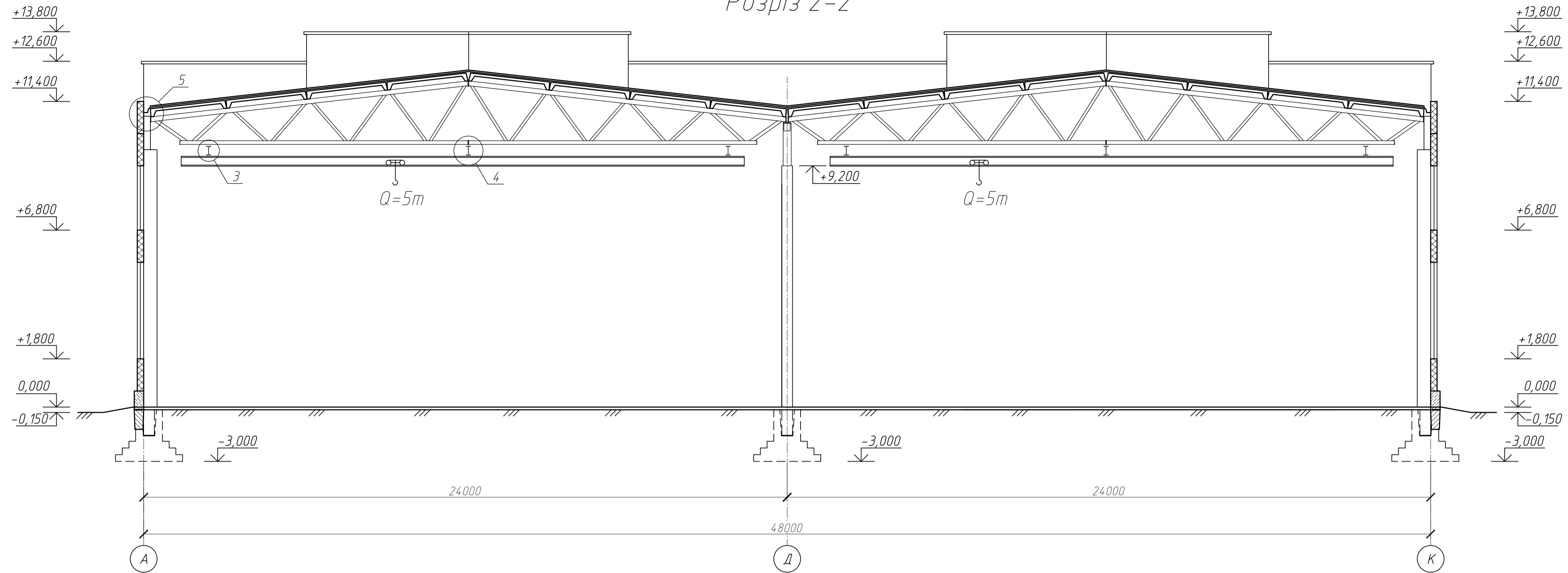
						МР 46.24. БК ДР		
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		Сторінка	Маса	Масштаб
Виконав	Шестак О.В.					1		
Керівник	Кришталюк В.М.					Аркита 1		Аркитай
						Цех по збірці компаній потужністю 50 одиниць на рік		
						Фасад 1-25. Фасад 25-1. Фасад А-К. Фасад К-А.		
						СНАУ зр. ЗПЦБ 220Тм		
Завершено	Кришталюк В.М.							

План на відм. 0.000



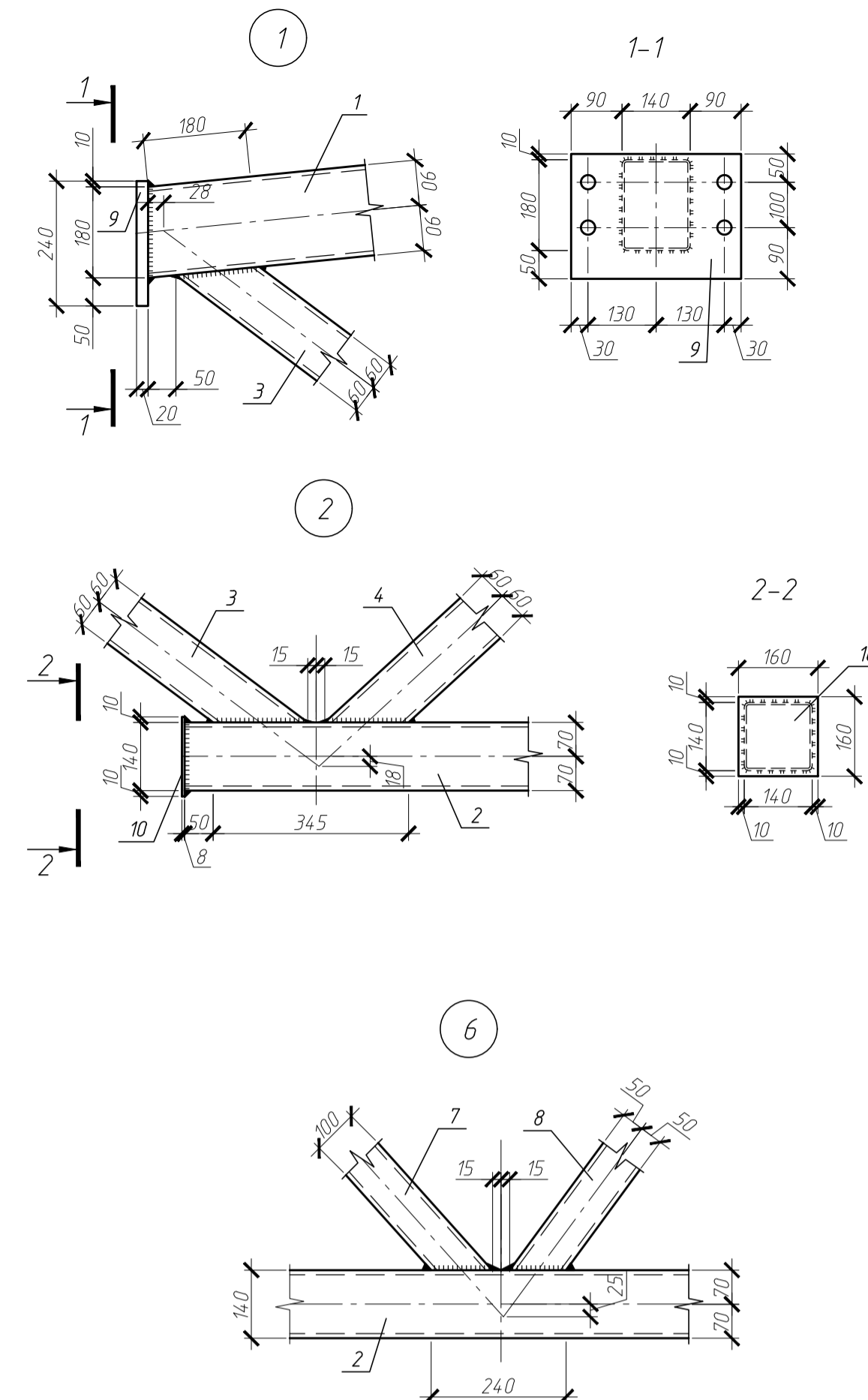
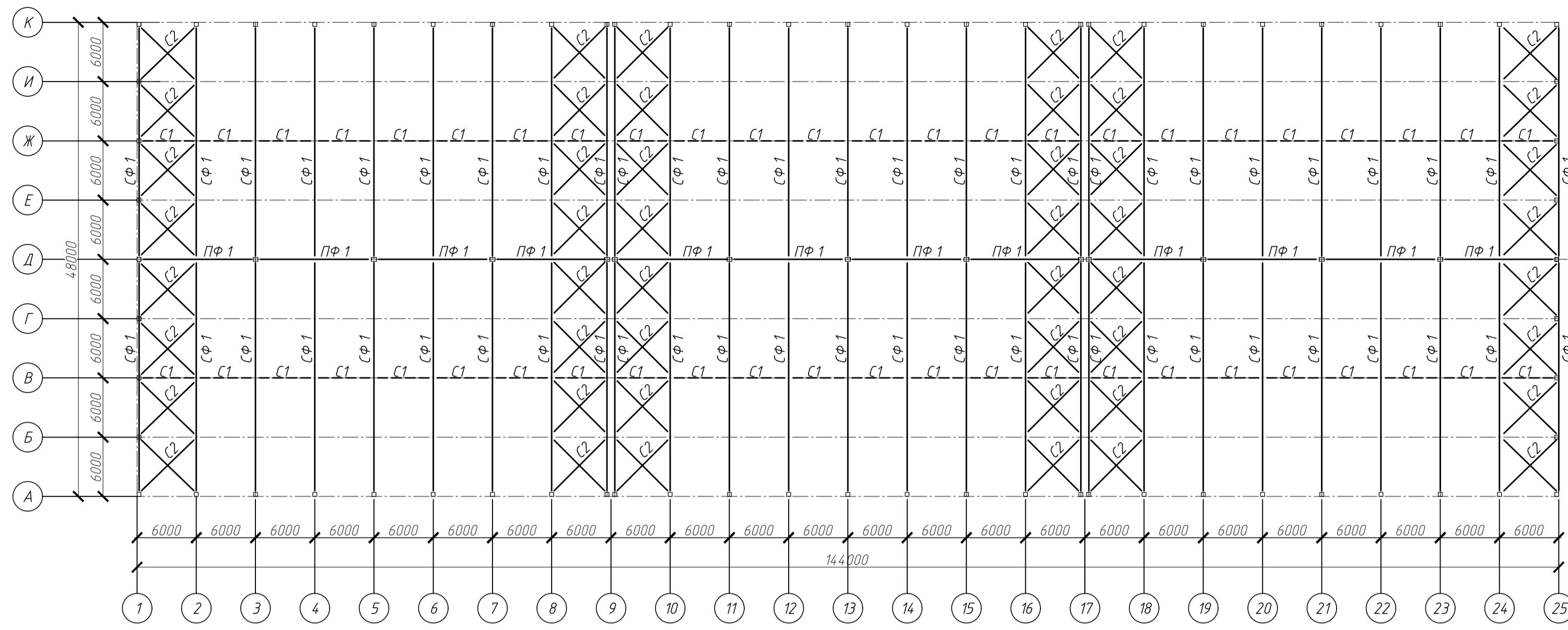
					МР 46.24. БК ДР		
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	№	Маса	Масштаб
Виконав	Шестак О.В.						
Керувач	Кричевський В.М.				Аркш 2	Аркшів	
Цех по збиранню комбайнів потужністю 50 одиниць на рік					СНАУ гр. ЗПЦБ 220ТМ		
План на відм. 0.000. Розріз 1-1					СНАУ гр. ЗПЦБ 220ТМ		

Розріз 2-2



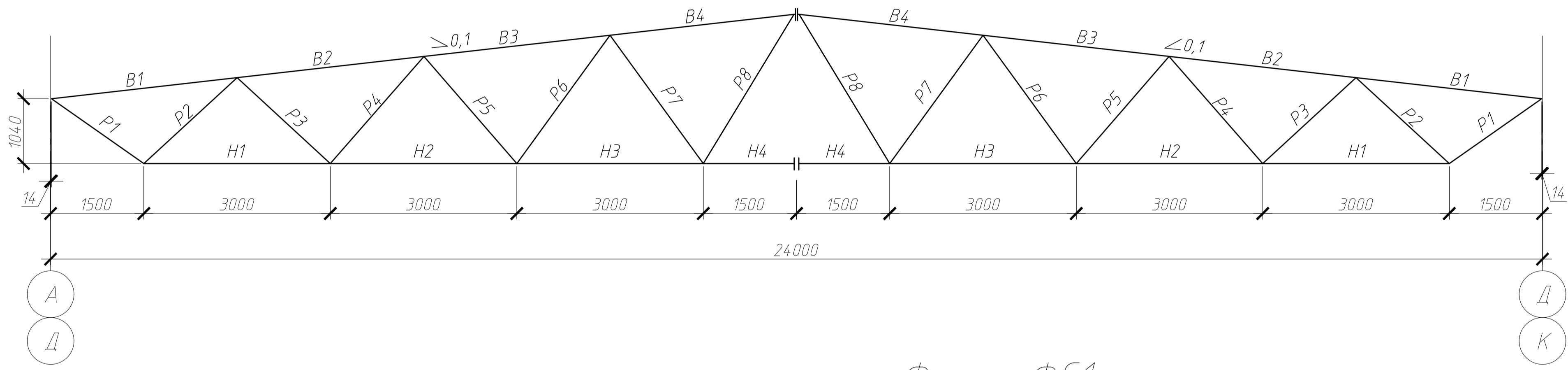
MP 46.24. БК ДР						Стан	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Цех по збиранню комбайнів потужністю 50 одиниць на рік	№		
Виконав	Шестак О.В.					Аркш 3		Аркшів
Керувач	Кришталевий В.М.							
Затвердив	Кришталевий В.М.				Розріз 2-2. Види 1-6			СНАУ гр. ЗПЦБ 220Тм

Схема розташування конструкції покриття

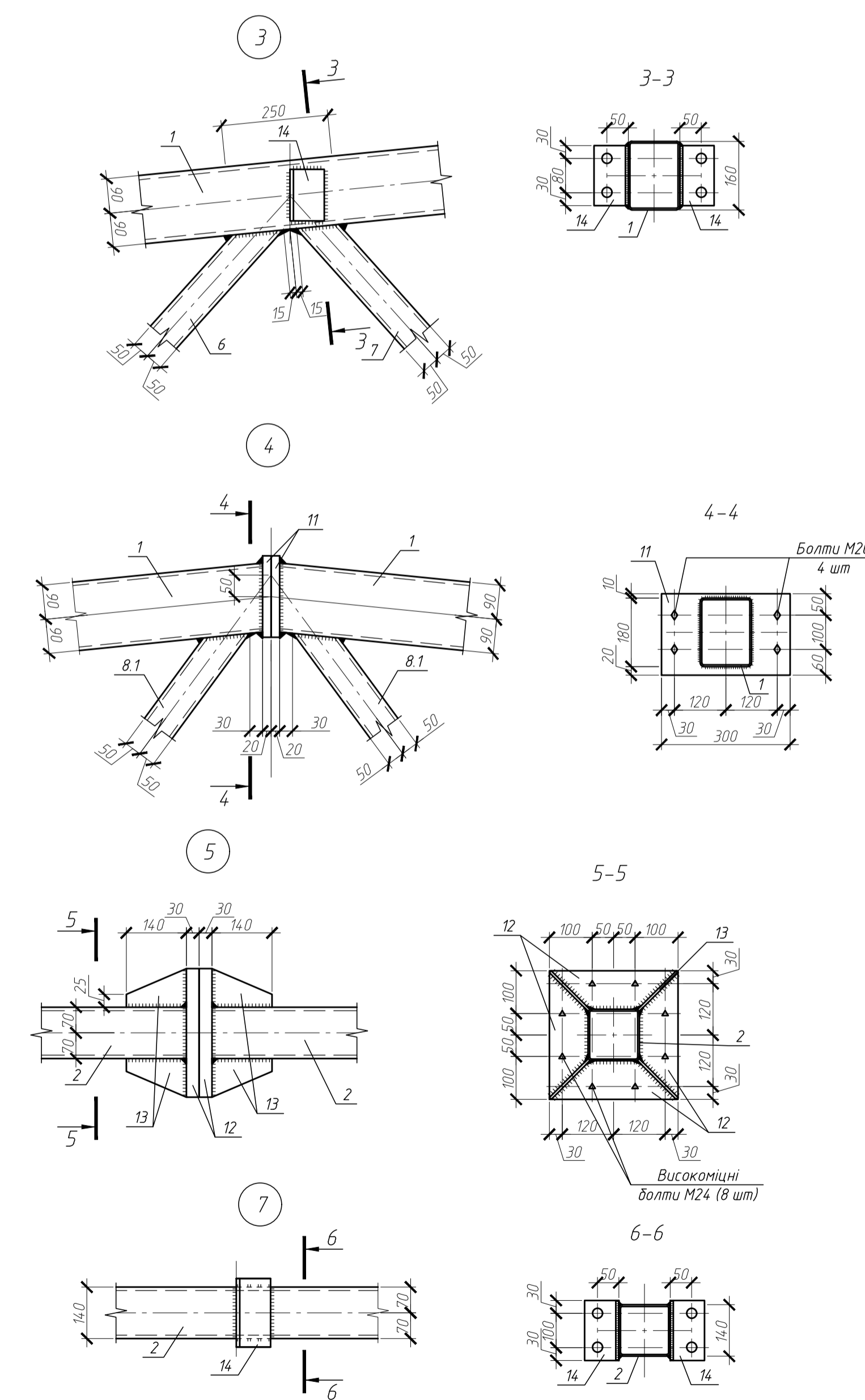
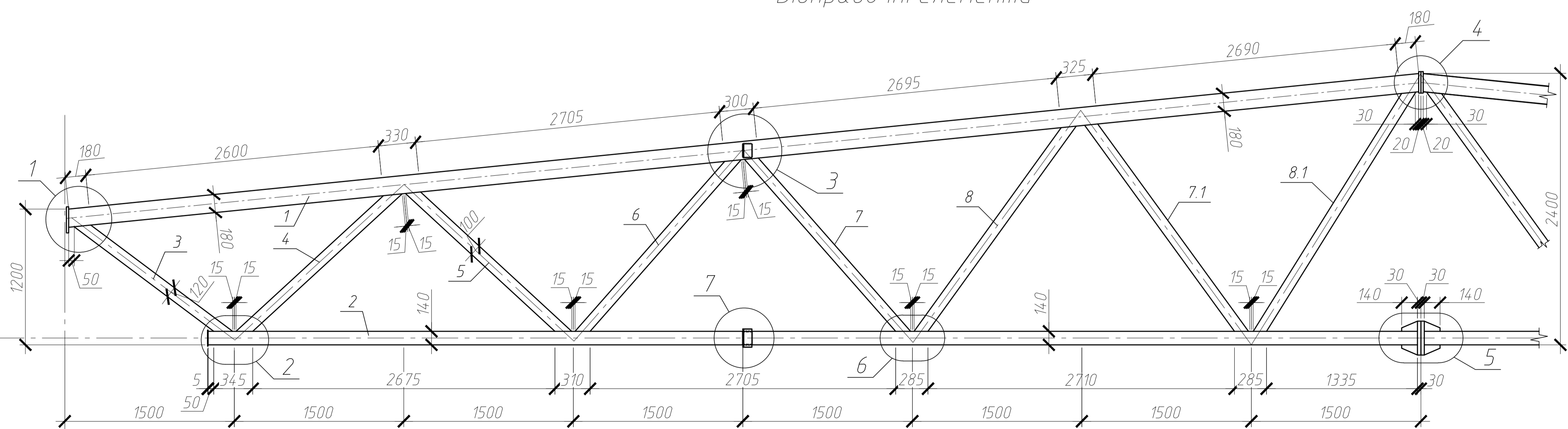


Марка поз.	Позначення	Найменування	Кільк. шт.	Вага од. кг	Заг. вага, кг
1	ДСТУ 8940.2019	Прямокутні труби 180x140x8, L=12007	1	432,0	432,0
2	ДСТУ 8940.2019	Квадратні труби 140x140x8, L=10700	1	331,7	331,7
3	ДСТУ 8940.2019	Квадратні труби 120x120x6, L=1676	1	35,20	35,20
4	ДСТУ 8940.2019	Квадратні труби 120x120x6, L=1905	1	40,01	40,01
5	ДСТУ 8940.2019	Квадратні труби 100x100x4, L=1907	1	22,88	22,88
6	ДСТУ 8940.2019	Квадратні труби 100x100x4, L=2110	1	25,32	25,32
7	ДСТУ 8940.2019	Квадратні труби 100x100x4, L=2120	1	25,39	25,39
8	ДСТУ 8940.2019	Квадратні труби 100x100x4, L=2311	1	27,73	27,73
7.1	ДСТУ 8940.2019	Квадратні труби 100x100x4, L=2330	1	27,96	27,96
8.1	ДСТУ 8940.2019	Квадратні труби 100x100x4, L=2560	1	30,72	30,72
9	ДСТУ 8540.2015	Лист 20x240x320 С 345-3	1	10,59	10,59
10	ДСТУ 8540.2015	Лист 8x160x160 С 345-3	1	1,26	1,26
11	ДСТУ 8540.2015	Лист 20x210x300 С 345-3	1	9,15	9,15
12	ДСТУ 8540.2015	Лист 30x200x300 С 345-3	1	21,60	21,60
13	ДСТУ 8540.2015	Лист 8x90x140 С 345-3	4	0,80	3,20
14	ДСТУ 2251:2018	Куттик 80x80x7, L=140	4	1,20	4,80
Разом					1059,51

Ферма ФС1.
Геометрична схема

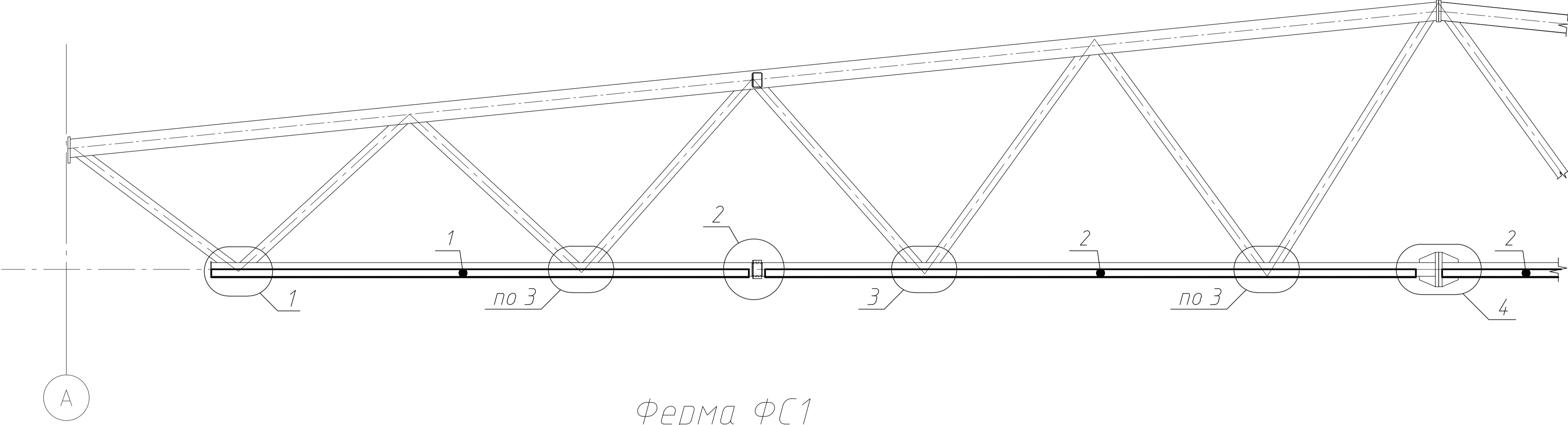


Ферма ФС1
Відправочні елементи

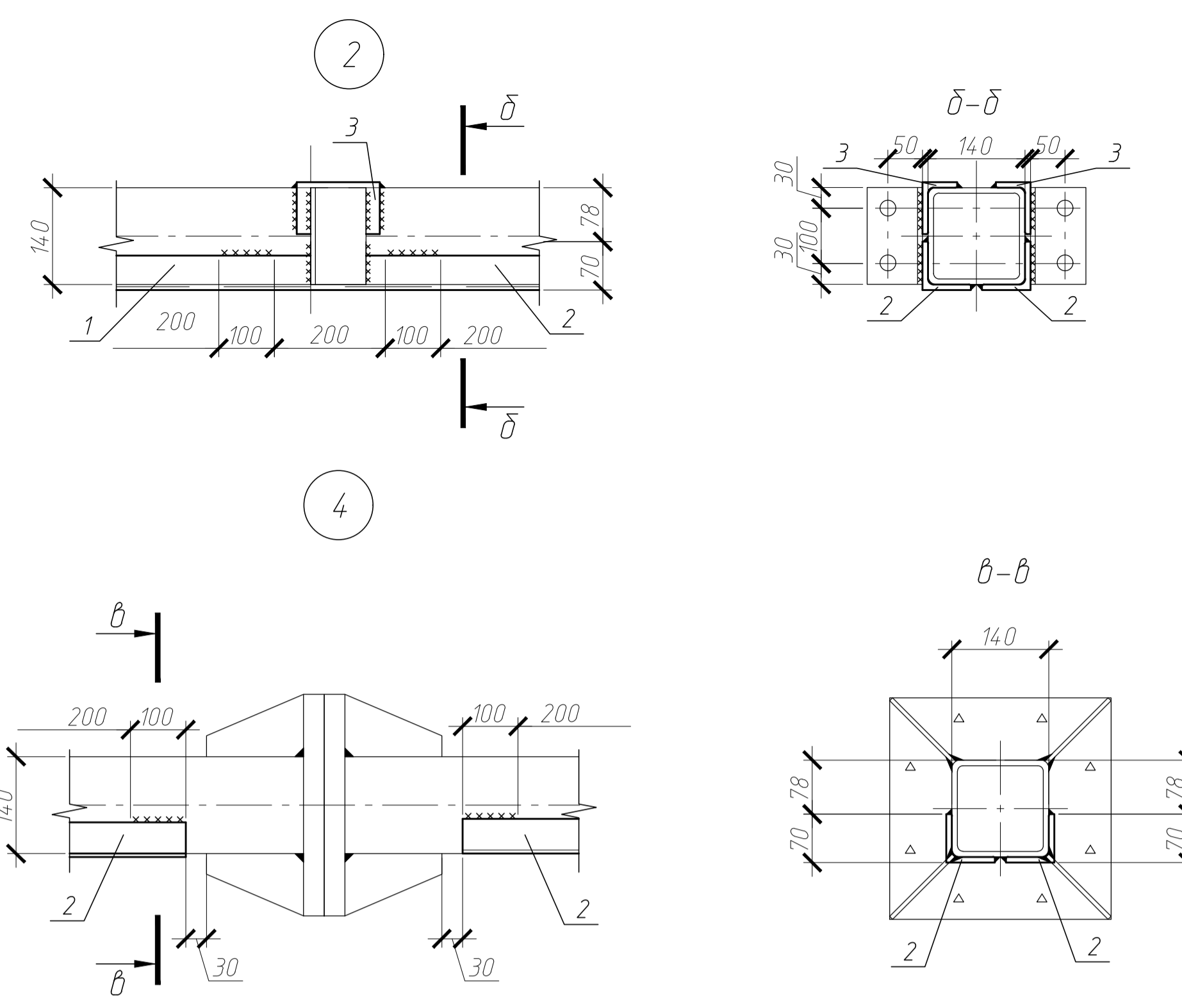
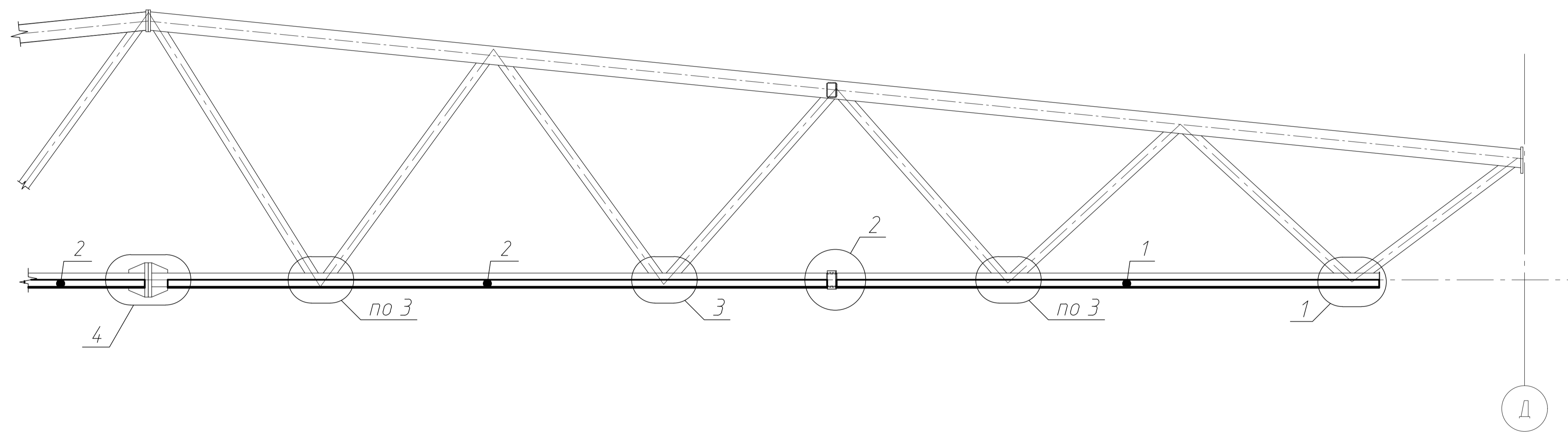


				МР 46.24. БК ДР				
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Цех по збиранню комбайнів потужністю 50 одиниць на рік	Сталі	Маса	Масштаб
Виконав	Шестак О.В.					Н		
Керівник	Альоханов В.М.					Аркш 4	Аркшів	
Затвердив	Альоханов В.М.					СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м		
Схема розташування конструкції покриття Ферма ФС1 Геометрична схема. Ферма ФС1 Відправочні елементи. Вузли 1-6. Специфікація на виробничий елемент ферми ФС1						Формат А1		

Ферма ФС1
Підсилення

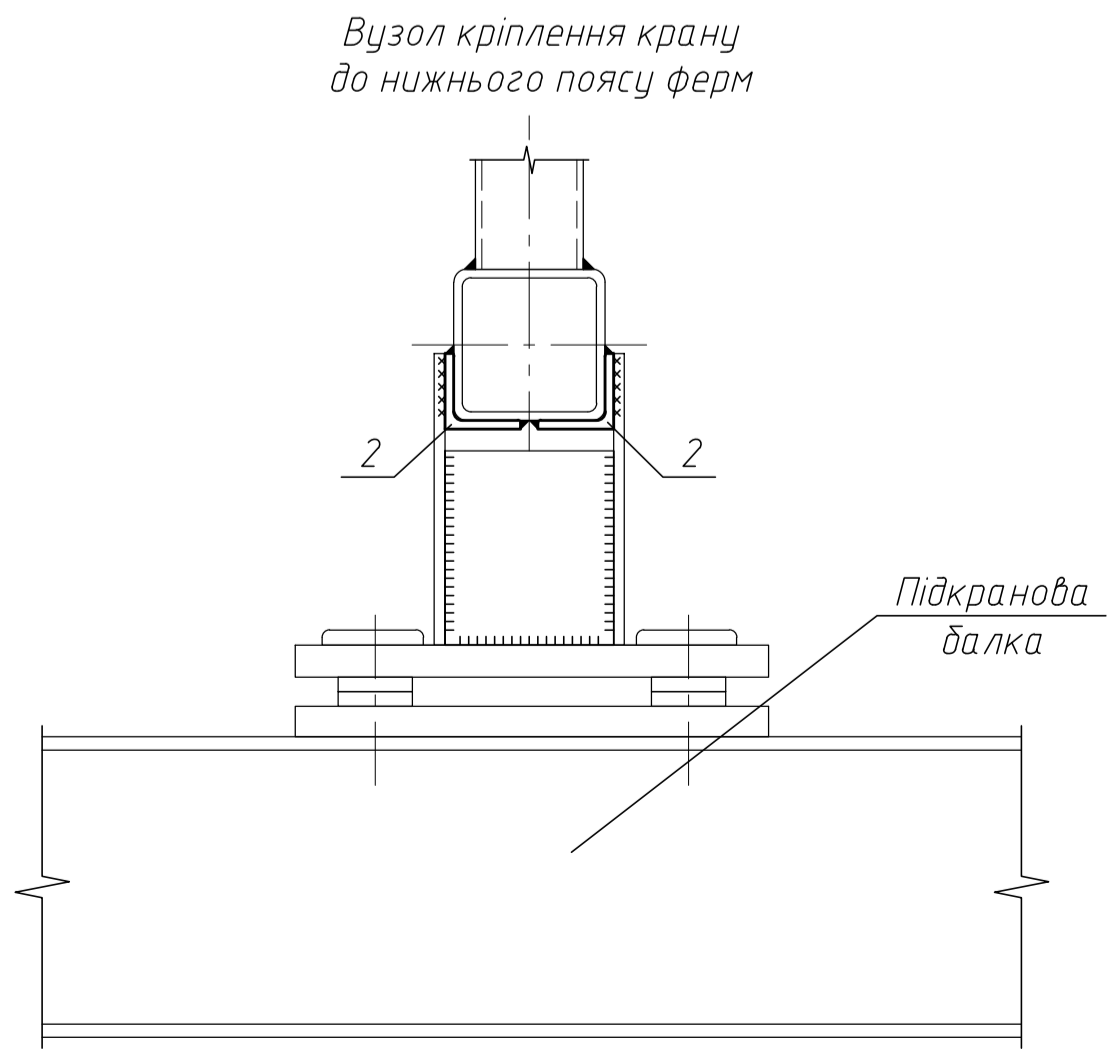
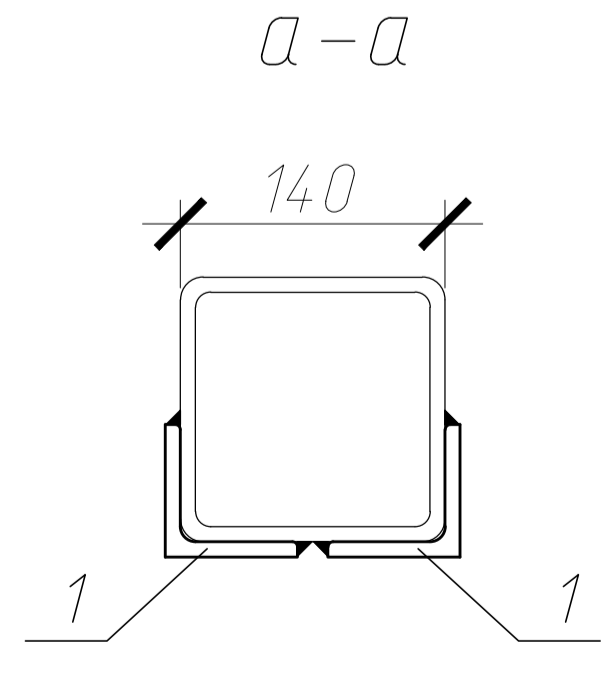
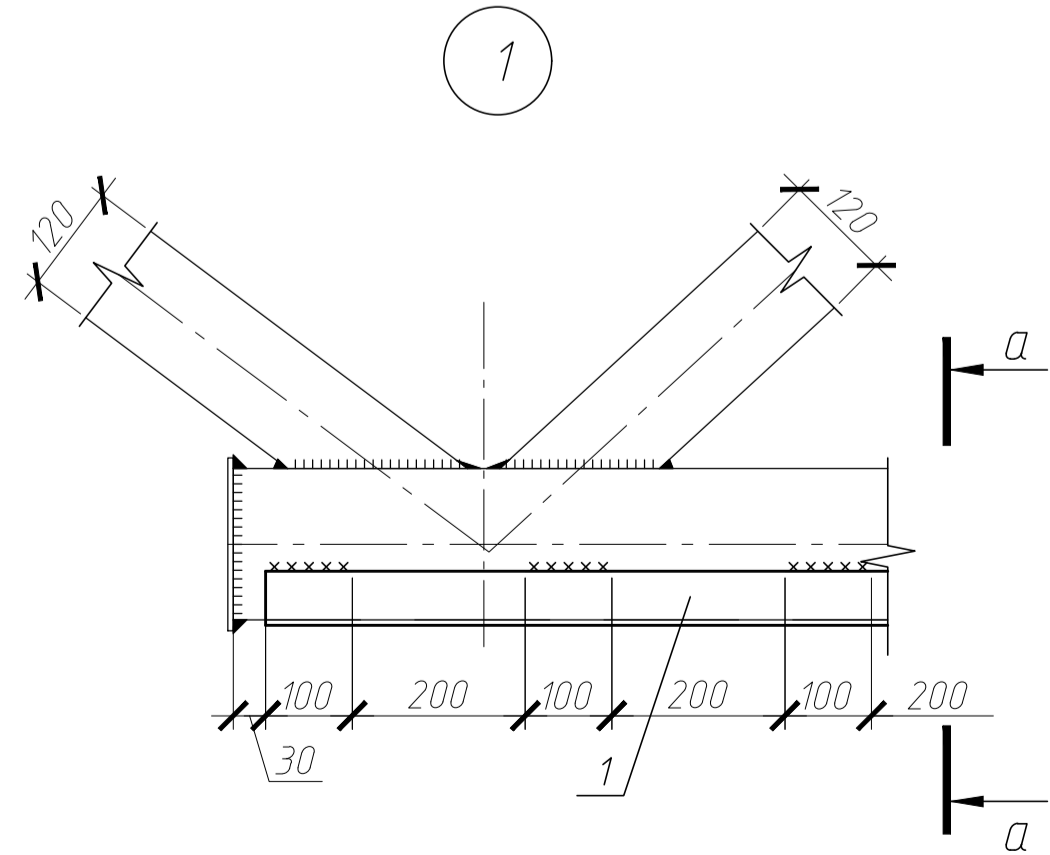
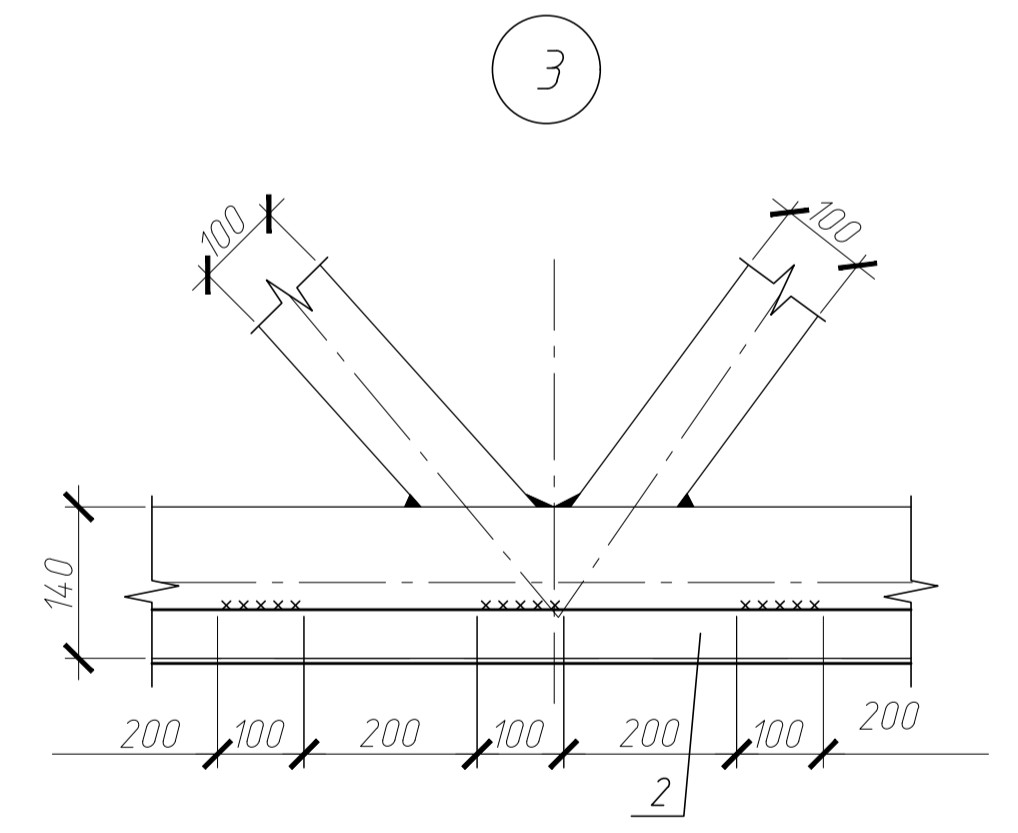


Ферма ФС1
Підсилення



Специфікація
елементів підсилення ферми ФС1

Марка поз.	Позначення	Найменування	Кільк. шт.	Вага од. кг	Заг. вага, кг
1	ДСТУ 2251:2018	Кутки 50x50x5, L=4700мм	4	17,72	70,88
2	ДСТУ 2251:2018	Кутки 50x50x5, L=5690мм	4	21,45	85,80
3	ДСТУ 8769:2018	Кутки 75x50x8, L=120мм	4	0,89	3,57
Разом					160,25



Монтаж конструкції необхідно виконувати за затвердженим проектом виробництва робіт.
Всі монтажні кріплення, прихватки, тимчасові пристосування після закінчення монтажу повинні бути зняті.
З'єднання всіх металевих елементів між собою виконувати зварюванням по всіх контурах примикання.
Зварювання металевих елементів виконувати електродами З50А-ЧОНИ-13/55-д-УД, Катет шва за найменшою товщиною зварюваного елемента. Для елементів, товщина яких перевищує 6мм, прийняти катет зварних швів 6мм.
Металоконструкції повинні бути закріплені в один шар ґрунтовою ГФ-021 і захищені від корозії двома шарами емалі ПФ-115.
При виконанні робіт керуватись вимогами ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013 "Настанова щодо захисту будівельних конструкцій будівель та споруд від корозії"

МР 46.24. БК ДР					Стая	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Н		Аркш 5
Виконав	Шестак О.В.						
Керівник	Архитектор В.М.				Аркшів		
Затвердив	Архитектор В.М.				СНАУ гр. ЗПЦБ 2201м		