

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Будівельний факультет

Кафедра металевих і дерев'яних конструкцій

(повна назва випускової кафедри)

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Білик С.І.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

здобувача ступеня вищої освіти «магістр»

на тему:

**«Рациональне проектування сталевих каркасів з ефективним перекриттям  
за нормами Єврокод та ДБН»**

Галузь знань:

19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма:

«Промислове і цивільне будівництво»

II курс, група ПЦБм-23-МДК

Здобувач:

Кравчук Роман Васильович

(прізвище та ініціали)

Керівник:

Адаменко Вячеслав Миколайович

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

Іванченко Григорій Михайлович

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ 2024

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: будівельний  
Кафедра металевих і дерев'яних конструкцій  
Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр  
Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво  
(шифр і назва)  
Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва)  
Освітня програма: Промислове і цивільне будівництво  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету,

проф., докт. техн. наук

\_\_\_\_\_ Іванченко Г.М.

„ 05 ” серпня 2024 року

**ЗАВДАННЯ  
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Кравчук Роман Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Рациональне проєктування сталевих каркасів з ефективним перекриттям за нормами Єврокод та ДБН

затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року

2. Науковий керівник кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент Адаменко Вячеслав Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи 15.11.2024 року

4. Етапи роботи: (основні етапи роботи за весь період виконання кваліфікаційної роботи.)

*Кількість етапів визначає науковий керівник:*

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. Архітектурно-планувальні рішення                   | 2. Конструктивні рішення |
| 3. Науково-дослідна частина                           | 4. Основи і фундаменти   |
| 5. Технологія та організація будівельного виробництва |                          |
| 6. Економіка будівництва                              |                          |

5. Зміст кваліфікаційної роботи:

Розділ 1. Архітектурно-планувальні рішення: Привести архітектурно – планувальні рішення будівлі, виконати теплотехнічний розрахунок.

Розділ 2. Конструктивні рішення: За допомогою ПК Robot створити 3D-інформаційну модель будівлі, виконати збір навантажень, призначити необхідні характеристики та виконати підбір перерізів балок, колон та ферм, виконати розрахунок основних вузлів каркасу. Представити креслення необхідних вузлів, видів і проєкцій даних вузлів, привести маркувальні схеми, необхідні види і розрізи каркасу в цілому.

Розділ 3. Науково-дослідна частина: На основі розробленої розрахункової моделі будівлі у ПК Robot, виконати чисельне моделювання напружено-деформованого стану конструктивних елементів та/або вузлів за допомогою ПК.

Розділ 4. Основи і фундаменти: Виконати розрахунок паль або фундаменту мілкового закладання; привести схему посадки паль або фундаменту мілкового закладання на інженерно-геологічний розріз, схеми розташування паль і ростверків; армування ростверку і специфікацій до неї.

Розділ 5. Технологія та організація будівельного виробництва (включаючи заходи з охорони праці та навколишнього середовища): Розробити технологічну карту на монтаж обраних конструктивних елементів, описати організацію виконання робіт, привести необхідні графіки та таблиці, заходи з охорони праці та навколишнього середовища.

Розділ 6. Економіка будівництва: Навести локальні, об'єктний та зведений кошториси.

5. Графічний матеріал за розділами:

Розділ 1. Архітектурно-планувальні рішення - 2 аркуші

Розділ 2. Конструктивні рішення - 4 аркуша

Деталізувати основні вузли сталевого каркасу, привести необхідні види і проекції даних вузлів. Представити маркувальні схеми каркасу, необхідні види і розрізи. Розробити КМД відправної марки балки із перфорованою стінкою.

Розділ 3. Науково-дослідна частина - 3 аркуша

Представити результати розрахунку (внутрішні зусилля та деформовану схему) сталевого каркасу за допомогою ПК Robot. Навести мозаїки еквівалентних напружень, що отримані за результатами чисельного моделювання напружено-деформованого стану конструктивних елементів та/або вузлів.

Розділ 4. Основи і фундаменти - 1 аркуш

Розділ 5. Технологія та організація будівельного виробництва - 2 аркуші

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Архітектурно-планувальні рішення	26.08.2024
Розділ 2. Конструктивні рішення	16.09.2024
Розділ 3. Науково-дослідна частина	07.10.2024
Розділ 4. Основи і фундаменти	21.10.2024
Розділ 5. Технологія та організація будівельного виробництва	04.11.2024
Розділ 6. Економіка будівництва	11.11.2024
Остаточне оформлення роботи	12.11.2024
Перевірка роботи на плагіат	14.11.2024
Попередній захист роботи на кафедрі	15.11.2024
Направлення роботи на рецензування	15.11.2024

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1. АР	Проф. Сергейчук О.В.		
Розділ 2. Буд. Констр.	Доц. Адаменко В.М.		
Розділ 3. НДЧ	Доц. Адаменко В.М.		
Розділ 4. ОіФ	Ст. викл. Ращенко А.М.		
Розділ 5. ТБВ/ОУБ	Доц. Махиня О.М.		
Розділ 6. ЕБ	Доц. Гусарова Л.В.		

8. Дата видачі завдання 05.08.2024 року

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_

(підпис)

Білик С. І.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник

\_\_\_\_\_

(підпис)

Адаменко В. М.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Здобувач

\_\_\_\_\_

(підпис)

Кравчук Р. В.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

<b>РЕЗЮМЕ (summary)</b> до кваліфікаційної роботи здобувача:		<b>Кравчук Роман Васильович</b>	
<i>Назва ВНЗ</i>	Київський національний університет будівництва і архітектури		
<i>Тема</i>	<i>Раціональне проектування сталевих каркасів з ефективним перекриттям за нормами Єврокод та ДБН</i>		
<i>Освітній ступень</i>	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання		
<i>Факультет</i>	Будівельний		
<i>Кафедра</i>	Металевих і дерев'яних конструкцій		
<i>Спеціальність</i>	192 Будівництво та цивільна інженерія		
<i>Освітня програма</i>	Промислове і цивільне будівництво ПЦБм-23-МДК		
<i>Керівник</i>	Адаменко Вячеслав Миколайович, к. т. н., доцент		
<i>Обсяг роботи:</i>	<i>Кваліфікаційна робота, сторінок</i>	<i>розділів</i>	<i>Графічних додатків, А1</i>
	190	6	14
<i>Розділ 1 Архітектурно-планувальні рішення</i>	Наведено об'ємно-планувальні рішення будівлі та виконано теплотехнічний розрахунок. Розроблені креслення планів, фасадів, розрізів, плану адміністративно-побутових та складських приміщень, вузлів.		
<i>Розділ 2. Конструктивні рішення: металеві конструкції</i>	Створено 3D інформаційні моделі сталевих каркасів за нормами Єврокод та ДБН в ПК Robot Structures 2025. На основі моделей виконано розрахунок та підбір перерізів елементів та порівняння і аналіз розрахунків. Приведено маркувальні схеми елементів, аналіз зусиль в елементах каркасу, схеми конструкцій на поперечному та поздовжньому розрізах, вузли та відправні марки ферми		
<i>Розділ 3. Наукова-дослідна частина</i>	На основі інформаційних моделей сталевих каркасів за нормами Єврокод та ДБН в ПК Robot Structures 2025 було запропоновано раціональні варіанти сталевих каркасів з ефективним перекриттям за рахунок використання балок з перфорованою стінкою. Виконано попередній підбір балок за нормами ДБН та Єврокод з використанням ПК Angelina (ArcelorMittal). Також, було виконано моделювання та розрахунок балок з перфорованою стінкою в ПК Ansys та приведено аналіз напружено-деформованого стану. В результаті підбору та аналізу було здійснено порівняння балок фасонного прокату та балок з перфорованою стінкою за витратами сталі.		
<i>Розділ 4 Основи і фундаменти</i>	Виконано розрахунок фундаментів із забивних паль; приведено схеми розташування паль і ростверків та схему посадки паль на інженерно-геологічний розріз; приведено відповідні креслення фундаменту, армування, специфікації.		
<i>Розділ 5 Технологія та організація буд. виробництва</i>	Розроблено технологічну карту на монтаж крокв'яних ферм, прогонів та профільованого настилу, календарний графік на виконання робіт, графік руху робочих кадрів, основних будівельних машин та графік постачання матеріалів.		
<i>Розділ 6 Економіка будівництва</i>	Виконано економічний аналіз будівництва об'єкту та приведено техніко-економічні показники.		
<i>Висновки по роботі:</i>	Було створено розрахункову модель сталевих каркасів в ПК Robot Structural Analysis Professional 2025 за нормами		

Єврокод та ДБН, виконано його розрахунок та підбір перерізів. Проведено порівняння та аналіз результатів розрахунку.

Також, у відповідності до підбору перерізів елементів ферм за нормами ДБН та Єврокод, виконано креслення відправних марок ферми Ф2. Встановлено, що вага відправної марки ферми розрахованої за нормами ДБН складає – 805.22 кг. Аналогічна вага відправної марки розрахованої за нормами Єврокод складає 1093.42 кг. Різниця складає 288.2 кг.

У науково-дослідній частина кваліфікаційної роботи здійснено: комплексне інженерне дослідження з метою визначення раціональних перерізів для балок з перфорованою стінкою. Було запропоновано раціональний варіант сталевго каркасу з ефективним перекриттям за рахунок використання балок з перфорованою стінкою. Для цього було проведено ретельний аналіз відповідно до вимог ДБН та Єврокод. За результатами розрахунків було вибрано наступні перерізи балок, які найбільш задовільняють необхідні перевірки по ГС1 та ГС2: ДБ 55 x 2 – за ДБН та ІРЕ 550 – за Єврокод. Виконано моделювання цих балок та підбір в ПК Robot Structural Analysis Professional 2025, також, виконано аналіз напружено-деформованого стану цих балок в ПК Ansys. В результаті підбору балок з перфорованою стінкою та їх аналізу, можемо виконати порівняння цих балок з балками прокатними нерозрізними, по витраті сталі. Вага балок розрахованих за нормами ДБН становить ДШ 50x2 (нерозрізна) – 1217.8 кг та ДБ 55x2 (перфорована) – 859.56 кг. Різниця становить 358.24 кг. Вага балок розрахованих за Єврокод ДШ 50x4 (нерозрізна) – 1528.6 кг та ІРЕ 550 – 937.7 кг (перфорована). Різниця – 590.9 кг.

Розроблено конструктивні рішення прийнятих варіантів сталевго каркасу, зокрема креслення КМ та КМД у відповідних, спеціалізованих програмних комплексах відповідно до поставлених задач дослідження.

**Ключові слова:** сталевий каркас, балка з перфорованою стінкою, напружено-деформований стан, підбір перерізів, ефективне перекриття.

**Keywords:** Steel frame, Castellated Beam, Stress-strain state, Section selection, Efficient floor system.

Укладач: \_\_\_\_\_ / Кравчук Р.В. /

Керівник: \_\_\_\_\_ / Адаменко В.М. /

“12” грудня 2024 р.

## ЗМІСТ

1. Загальні відомості (вступ).....	5
2. Архітектурно-планувальні рішення.....	8
3. Конструктивні рішення.....	23
4. Науково-дослідна частина.....	79
5. Основи і фундаменти.....	125
6. Технологія та організація будівельного виробництва (включаючи заходи з охорони праці та навколишнього середовища).....	145
7. Економіка будівництва .....	181
8. Загальні висновки.....	188
9. Список використаних джерел.....	189

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							4
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## ***ВСТУП***

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							5
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

### **Актуальність теми:**

Сталеві конструкції відіграють важливу роль у сучасному будівництві за рахунок їх високої міцності, довговічності та здатності забезпечувати значні архітектурні свободи. Одним із ключових аспектів проектування сталевих каркасів є пошук оптимальних рішень, які забезпечують високу ефективність використання матеріалів, конструктивну стійкість та економічну доцільність.

Використання нормативів Єврокод (EN) і Державних будівельних норм (ДБН) при проектуванні сталевих каркасів є необхідним для забезпечення надійності конструкції, відповідності вимогам безпеки та енергоефективності. Єврокоди, як міжнародний стандарт, надають більші можливості для проєктувальників з різних країн, забезпечуючи уніфіковані підходи до розрахунків і методів проєктування. ДБН, у свою чергу, враховують особливі кліматичні й сейсмічні особливості, притаманні Україні, що робить їх застосування актуальним саме для України.

### **Мета роботи:**

Метою цієї кваліфікаційної роботи є розробка раціональних конструктивних рішень стосовно проєктування сталевих каркасів з ефективним перекриттям, за нормами ДБН та Єврокод.

### **Задачі дослідження:**

- створення розрахункової моделі сталевого каркасу будівлі в ПК Robot Structural Analysis Professional за нормами ДБН та Єврокод;
- розрахунок каркасу та підбір перерізів елементів за нормами ДБН та Єврокод;
- порівняння та аналіз результатів розрахунку за нормами ДБН та Єврокод;
- запропонувати раціональний варіант сталевого каркасу з ефективним перекриттям за рахунок використання балок з перфорованою стінкою;

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		6

- виконати моделювання та підбір головних балок з перфорованою стінкою запропонованого варіанту за нормами ДБН та Єврокод в ПК Robot Structural Analysis Professional;
- виконати аналіз напружено-деформованого стану запропонованого варіанту головних балок з перфорованою стінкою в ПК Ansys.
- розробити конструктивні рішення прийнятого варіанту сталевого каркасу, зокрема креслення КМ та КМД у спеціалізованих програмних комплексах відповідно до поставлених задач дослідження ;
- розробити архітектурно-планувальні рішення, розділи основ та фундаментів, технології та організації будівельного виробництва, економіки будівництва.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							7
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

# ***АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ***

**Консультант** \_\_\_\_\_ **Сергейчук О.В.**

**Здобувач** \_\_\_\_\_ **Кравчук Р.В.**

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							8
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## 1.1 Вихідні дані

1. Район будівництва – м.Київ, район – Солом’янський.
2. Призначення будівлі – логістичний комплекс;
3. Поверхня будівельного майданчику - з невеликим нахилом, до 5 градусів;
4. Інженерно-геологічна будова будівельного майданчика:

ІГЕ-1 – рослинний шар: супісок пилюватий, темно-сірий до чорного, гумусований;

ІГЕ-2а – супісок пилюватий, пластичний, бурувато-жовтий;

ІГЕ-2 – пісок кварцовий, дрібний, пухкий, середнього ступеню насичення водою, неоднорідний;

ІГЕ-3 – супісок пилюватий пластичний та суглинок легкий пилюватий м’якопластичний;

ІГЕ-4 – пісок кварцовий, пилюватий, середньої щільності, водонасичений;

ІГЕ-4а – пісок кварцовий, дрібний, середньої щільності, насичений водою, неоднорідний;

ІГЕ-5 – супісок пилюватий, текучий, сірий.

5. Грунтові води на період вишукувань зафіксовані на відмітці – 1.8...2.1м.
6. Фундаменти – із забивних паль перерізом 30x30см;
7. Геометричні розміри будівлі:
  - в осях 1-13 складають 96м;
  - в осях А-Г складають 81м.
8. Відмітка рівня підлоги другого поверху +5.700.
9. Відмітка рівня верху колон:
  - крайнього ряду +12.700;
  - середнього ряду +16.700.
10. Захисний шар покрівлі – полімерна мембрана;
11. Зовнішні стіни – склопакети та сендвіч панелі з мінераловатним утеплювачем.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							9
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## 1.2 Архітектурно планувальні рішення

У логістичному комплексі наявні 3 прольоти, кожен з яких - 27м, висота до низу несучих конструкцій покриття у першому та третьому прольотах становить +10.650м., у другому прольоті +19.160м.

Також, у будівлі присутня балкова клітка, крок колон балкової клітки становить 9м., відмітка підлоги балкової клітки +5.700м. Сумарна площа першого та другого поверху складає 15552 м<sup>2</sup> (7776 м<sup>2</sup> кожен).

Розміри споруди в плані:

- в осях 1-13 складають 96м;
- в осях А-Г складають 81м.

Відмітка 0.000 – відмітка підлоги 1-го поверху;

Найвища відмітка по покрівлі +24.200м;

Планувальні рішення логістичного комплексу ґрунтуються на функціональному призначенні споруди, так як логістичний комплекс - багатофункціональний об'єкт, його призначення стосується організації та оптимізації процесу руху товарів від певних постачальників до кінцевого споживача.

Основні функції комплексу:

1. Зберігання товарів та складування, комплектація замовлень;
2. Організація упаковки, сортування товарів та вантажо-розвантажувальні роботи;
3. Оптимізація, координація транспорту, транспортна логістика;
4. Інформаційна логістика, управління запасами та відстеження перевезень вантажів;
5. Митно-брокерські послуги, що стосуються митного оформлення та акцизних та податкових зборів;
6. Обслуговування клієнтів, управління замовленнями;
7. Технічне обслуговування та ремонт;

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		10

## 8. Контроль якості, перевірка товарів та контроль умов зберігання.

У планувальних рішеннях враховані зони для виконання робіт що стосуються цільового призначення споруди, та основних функцій, ці рішення прийняті з врахуванням нормативних вимог пожежної безпеки, енергозбереження та вимог, що стосуються експлуатації об'єкту.

### 1.3 Обґрунтування конструктивних рішень об'єкту

Конструктивні рішення каркасної системи споруди розроблені та прийняті з врахуванням особливостей форм, просторового планування та призначення об'єкту експлуатації. Процес підбору перерізів виконаний з врахуванням уніфікації основних типів елементів.

Трьохпролітна схема поперечного перерізу споруди, ділить споруду на 3 зони, центральну, та крайні, які є дзеркальними. У всіх зонах наявна балкова клітка, у якій крок балок настилу становить 3м. З'єднання балок настилу з головними балками є шарнірним. З'єднання головних балок з колонами є жостким, головна балка – не розрізна. Крок колон балкової клітини – 9м, отже, довжина головних балок аналогічна. Крок поперечних рам складає 6м, несучі елементи каркасу – колони крайнього та середнього ряду та крокв'яні, підкрокв'яні ферми. Розкріплення несучих колон здійснюється за рахунок балкової клітини по центральній осі головних балок на відмітці +5.350м., також, розкріплення колон середнього ряду виконується у місцях розташування підкрокв'яних ферм на відмітці +12.700м.

Що стосується в'язевої системи:

У споруді наявні хрестові в'язі між колонами, які розташовані по осях А,Б,В,Г в осях 5-7 та 11-13, вони знаходяться в площині розміщення балкової клітини. Вище рівня балкової клітки розміщені порталні в'язі в аналогічних осях. Також, наявні в'язі по покрівлі, це розпірки між фермами, які реалізовані з кроком 6м. у вузлах ферм (3м. в центральній зоні), вітрові в'язі, які розміщені аналогічно розпіркам між фермами, але в яких наявні додаткові розкоси.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							11
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

У місцях розташування вітрових в'язей по торцям будівлі розміщені фахверкові колони, які мають однакову висоту в крайніх прольотах та змінну в центральному. В крайніх частинах споруди, в осях 1-2 та 16-17 розміщені хрестові горизонтальні в'язі, які розташовані по верхньому поясу крокв'яних ферм і кріпляться у вузлах розміщення вітрових в'язей.

Також наявні в'язі між фахверковими колонами, виконані з профілю круглого перерізу.

Прийняті рішення, що стосуються розкріплення елементів, в'язевої системи та розміщення основних несучих елементів каркасу, формують просторову жорсткість.

Кріплення колон крайнього та середнього ряду є жорстким в площині рами та шарнірним поза площиною. Кріплення колон балкової клітини є шарнірним. Крок несучих колон крайнього ряду – 6м, середнього ряду – 12м.

#### **Конструктивні рішення підлог 1-го поверху:**

1. Наливна підлога  $t = 50$  мм;
2. Бетонна підготовка  $t = 150$  мм;
3. Щебінь  $t = 30$ мм;
4. Ущільнений ґрунт.

#### **Конструктивні рішення підлог 2-го поверху:**

1. Наливна підлога  $t = 50$  мм;
2. Залізобетонна плита  $t = 60$  мм;
3. Профільований настил Н57-600-0.8;
4. Балки настилу.

#### **Конструктивні рішення стінового огородження:**

Стінове огородження із сендвіч панелей та склопакетів двокамерних влаштоване по підготовленому каркасу.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		12

Товщина панелей прийнята у відповідності до товщини утеплювача, який розрахований за теплотехнічним розрахунком. Каркас стінового огороження виконаний по несучим колонам – по довжині будівлі, та по фахверковим колонам - по торцям.

### **Конструктивні рішення елементів в'язей та ферм:**

Елементи в'язей, крокв'яних та підкрокв'яних ферм виконані з профілю квадратного та прямокутного перерізу. З'єднання елементів решітки ферм до поясів виконано жорстко. Вузли примикання крокв'яних ферм до несучих колон є також жорсткими. Кріплення в'язей є аналогічним.

### **Конструктивні рішення покриття:**

Елементами покриття являються крокв'яні ферми прольотом 27м., які об'єднані між собою за допомогою в'язевої системи та формують єдиний жорсткий блок. Обґрунтування елементів в'язевої системи описано вище.

### **Конструктивні рішення покрівлі:**

1. Полімерна мембрана  $t = 1.2$  мм;
2. Утеплювач, мінераловатні плити  $t$  – за теплотехнічним розрахунком;
3. Пароізоляція;
4. Сталевий профільований настил по прогонах.

Крок прогонів відповідає кроку вузлів ферм по верхньому поясу, у фермах крайніх прольотів – 3м., у фермах центрального прольоту – 2.7м.

### **Конструктивні рішення перекриття:**

Перекриття виконане у всіх прольотах по всій довжині будівлі. Конструктив – балки настилу та головні балки. Довжина БН – 6м, довжина ГБ – 9м. Головні балки являються нерозрізними. Підібрані перерізи за ДБН: БН – ДШ 30x2; ГБ – ДШ 50x2.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		13

### **Конструктивні рішення колон:**

При розрахунку за нормами ДБН були підібрані такі перерізи колон:

- колони крайнього ряду – двутавр 30К1 за ГОСТ 26020-83, відмітка верху +12.700м;
- колони середнього ряду – двутавр 40К1 за ГОСТ 26020-83, відмітка верху +16.700м;
- колони балкової клітки – труба кругла 140х16 безшовна гарячого деформування за ГОСТ 8732-78, відмітка верху +5.110;
- фахверкові колони крайніх прольотів – гнугий прямокутний профіль 160х120х4.5 за ГОСТ 30245-2003, відмітка верху +13.700.
- фахверкові колони середнього прольоту – гнугий прямокутний профіль 300х200х6 за ГОСТ 30245-2003, відмітки верху: +19.700, +20.900, +23.300, +24.200.

### **Конструктивні рішення вікон:**

Розміри і конструктив склопакетів прийняті з врахуванням норм ДБН В.2.5-28:2018 та функціонального призначення споруди для забезпечення умов параметрів, що стосуються освітлення, теплоізоляції, звукоізоляції та врахування естетичних вимог.

Кріплення склопакетів відбувається до попередньо влаштованого каркасу по колонам та ригелям, та по фахверковим колонам – по торцям. Типорозміри наявних склопакетів: В1 – 3.6х1.2м, В2 – 3.6х3.6м, В3 – 3х1.2м.

### **Конструктивні рішення дверей та воріт:**

Було прийнято рішення про використання вхідних дверей з теплою алюмінію із заповненням склопакетами та скляним обрамленням. Двері запроектовано відповідно до сучасних вимог і мають відмінну герметичність і чудові теплові характеристики.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		14

Габарити дверей разом з обрамленням – 3.6х4.8м, габарити дверей без обрамлення – 2.4х2.8м. Прийняте рішення відповідає вимогам безпеки, міцності та термоізоляції. У відповідності до функціонального призначення у будівлі наявні в'їзні зони для вантажних автомобілей, які захищені ролетними воротами, габарити воріт – 3х4.8м.

### **Конструктивні рішення фундаментів:**

Відповідно до фізико-механічних властивостей ґрунтів було прийнято рішення на проектування фундаментів із забивних паль перерізом 30х30см та довжиною 6м. Прийнята кількість паль під колону К-2 становить – 9 паль. Під колону крайнього ряду – 4 палі на 3 палі під колону балкової клітини. Абсолютна відмітка підлоги 1-го поверху становить 174.00м.

## **1.4 Теплотехнічний розрахунок**

### **1.4.1 Теплотехнічний розрахунок стінових конструкцій**

Розрахунок виконується згідно діючих норм – ДБН В.2.6-31:2021: «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

Призначення будівлі – промислове;

Температурна зона – 1 (м.Київ), згідно додатку А.

Стінові конструкції – сендвіч панелі. Утеплювач – мін. вата.

1. Профільований лист  $\lambda = 0.039 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ ;  $\delta = 0.0005\text{м}$ ;
2. Утеплювач -  $\gamma = 150 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;  $\lambda = 0.052 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ ;  $\delta = 0.16\text{м}$ ;
3. Профільований лист  $\lambda = 0.039 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ ;  $\delta = 0.0005\text{м}$ .

Значення стінового термічного опору визначається за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{a_B} + \frac{1}{a_3} + \sum \frac{\delta}{\lambda}$$

Тут:

$a_B$  – коефіцієнт, що враховує внутрішню теплопередачу поверхні стін;

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		15

$a_3$  – коефіцієнт, що враховує зовнішню теплопередачу поверхні стін;

$$a_B = 8.7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 * \text{К}}; \quad a_3 = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 * \text{К}}$$

$$R_0 = \frac{1}{8.7} + \frac{1}{23} + \frac{0.0005}{0.039} + \frac{0.16}{0.052} + \frac{0.0005}{0.039} = 3.26 \frac{\text{м}^2 * \text{К}}{\text{Вт}}$$

Необхідне значення мінімально допустимого опору теплопередачі огорожувальних конструкцій з сухим та нормальним режимом експлуатації при  $D \leq 1.5$  становить:

$$R_{qmin} = 2.2 \frac{\text{м}^2 * \text{К}}{\text{Вт}}$$

Отже, конструктив стінових конструкцій задовільняє умови енергоефективності:

$$R_0 = 3.26 \frac{\text{м}^2 * \text{К}}{\text{Вт}} > R_{qmin} = 2.2 \frac{\text{м}^2 * \text{К}}{\text{Вт}}$$

#### 1.4.2 Теплотехнічний розрахунок конструкції покрівлі

Конструкція покрівлі складається з наступних шарів:

1. Полімерна мембрана  $\lambda = 0.25 \frac{\text{Вт}}{\text{м} * \text{К}}; \quad \delta = 0.0012 \text{м};$
2. Утеплювач -  $\gamma = 150 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \quad \lambda = 0.052 \frac{\text{Вт}}{\text{м} * \text{К}}; \quad \delta = 0.15 \text{м};$
3. Пароізоляція 1 шар;
4. Сталевий профільований настил  $\lambda = 0.039 \frac{\text{Вт}}{\text{м} * \text{К}}; \quad \delta = 0.0005 \text{м}.$

Термічний опір покрівлі:

$$R_0 = \frac{1}{8.7} + \frac{1}{23} + \frac{0.0012}{0.25} + \frac{0.15}{0.052} + \frac{0.0005}{0.039} = 3.06 \frac{\text{м}^2 * \text{К}}{\text{Вт}}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		16

Необхідне значення мінімально допустимого опору теплопередачі огорожувальних конструкцій з сухим та нормальним режимом експлуатації при  $D \leq 1.5$  становить:

$$R_{qmin} = 2.2 \frac{m^2 * K}{Вт}$$

Отже, конструктив покрівлі задовільняє умови енергоефективності:

$$R_0 = 3.06 \frac{m^2 * K}{Вт} > R_{qmin} = 2.2 \frac{m^2 * K}{Вт}$$

Вид огорожувальної конструкції та тепловологісний режим експлуатації будівлі	Значення $R_{qmin}$ , $m^2 \cdot K/Вт$ , для температурної зони	
	I	II
Зовнішні непрозорі стіни будівель: - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1,70	1,50
$D \leq 1,5$	2,20	2,00
- з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1,80	1,60
$D \leq 1,5$	2,40	2,20
- з надлишками тепла (більше ніж $23 Вт/м^3$ )	0,55	0,45
Покриття та перекриття неопалюваних горищ будівель: - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1,70	1,60
$D \leq 1,5$	2,20	2,10

Рис. 1.1 - Таблиця 2 ДБН В.2.6-31:2021: «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» 8 с.

На рисунках 1.3 – 1.8 приведені розроблені креслення розділу архітектурно-планувальних рішень, а саме: Фасад в осяг А-Г, Фасад в осях 1-17, Розріз 1-1, Розріз 2-2, Плани на відмітках 0.000 та +5.700м., та план адміністративно-побутових та складських приміщень. У таблиці 1.1 приведена експлікація приміщень до рис. 1.8.

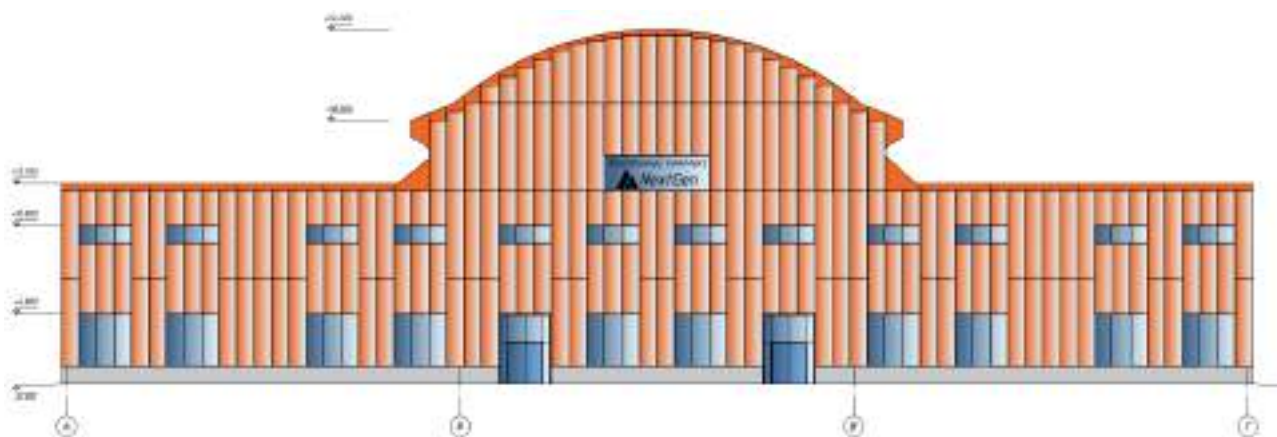


Рис 1.2 Фасад в осях А-Г

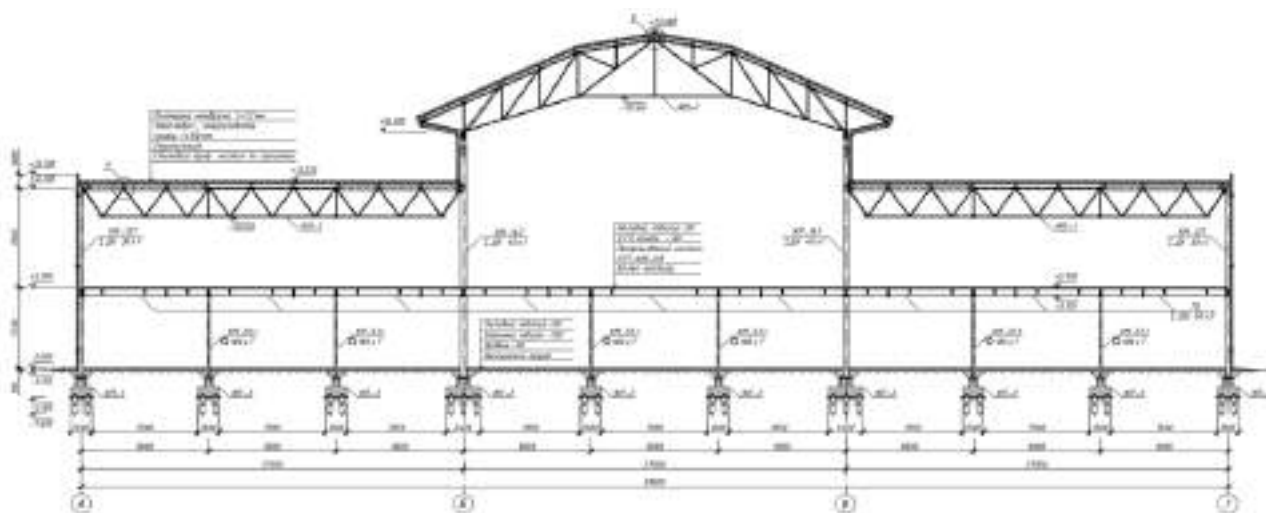


Рис 1.3 Розріз 1-1

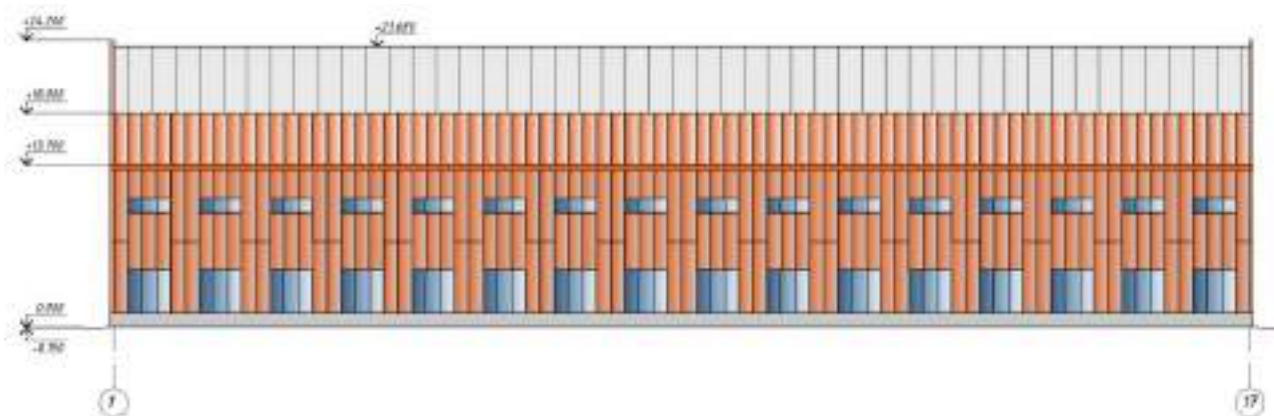


Рис 1.4 Фасад в осях 1-17

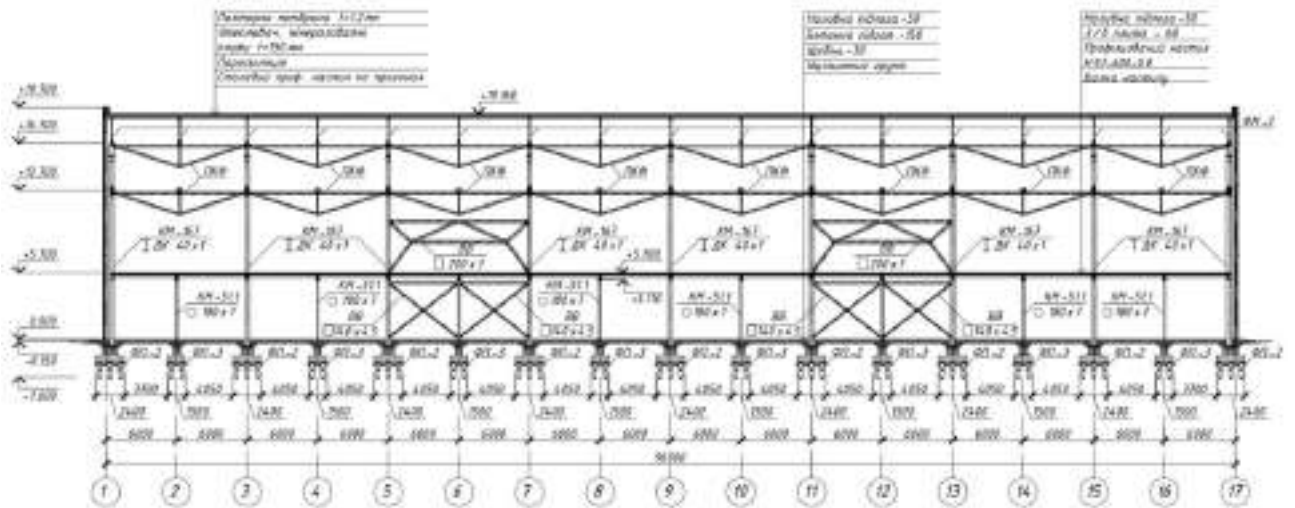


Рис 1.5 Розріз 2-2

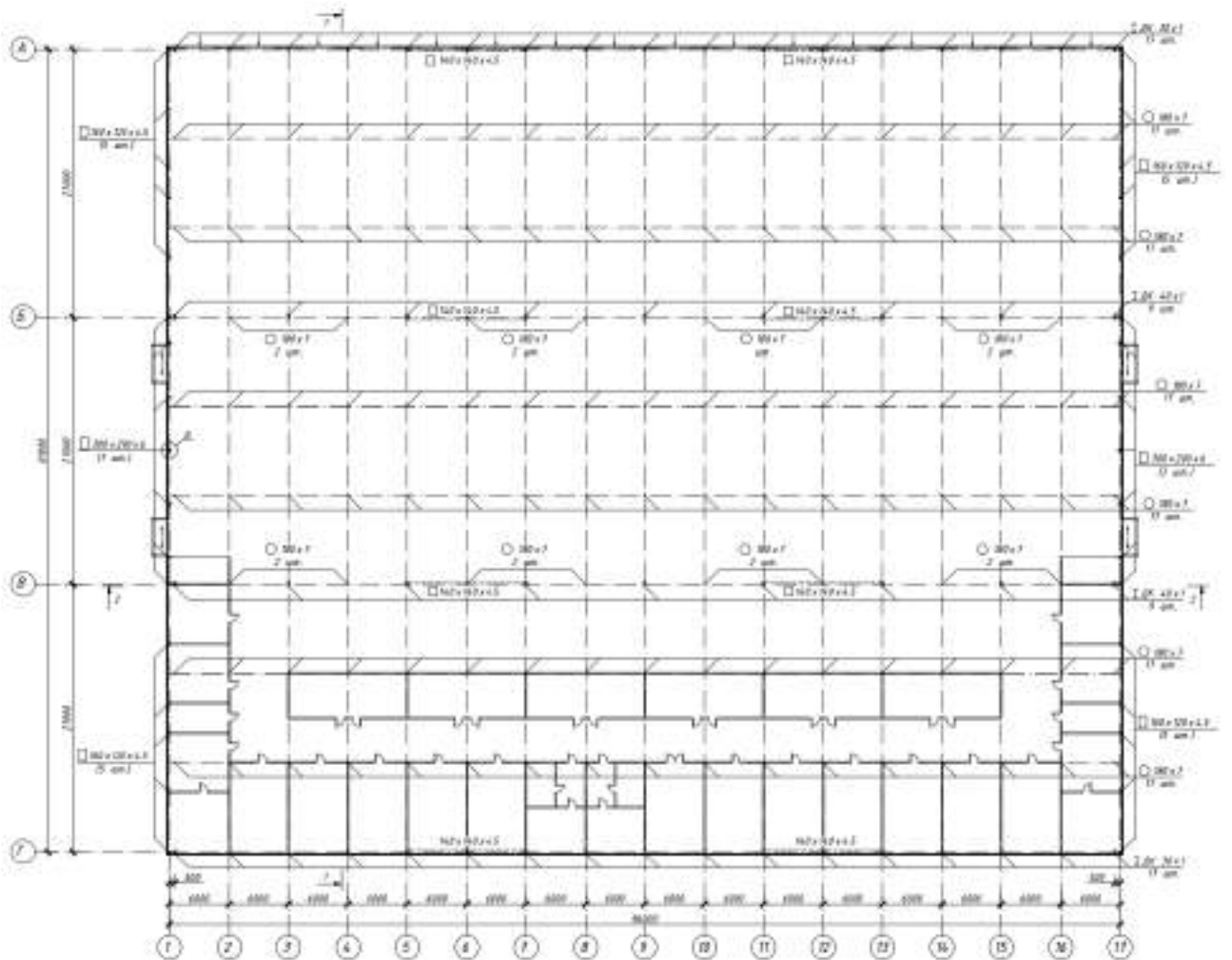


Рис 1.6 План на відмітці 0.000

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
здобувача ступеня вищої освіти «магістр»

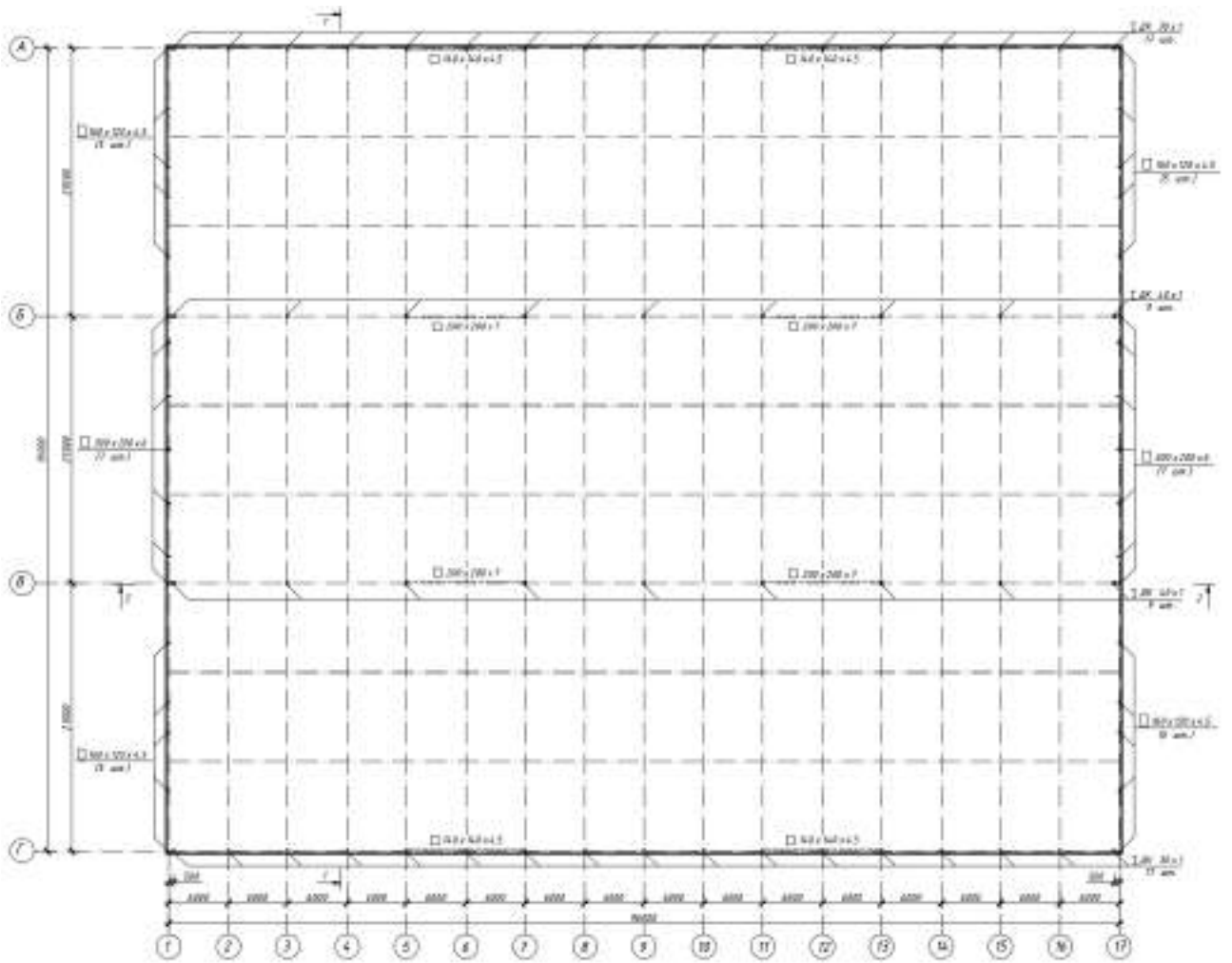


Рис 1.7 План на відмітці +5.700

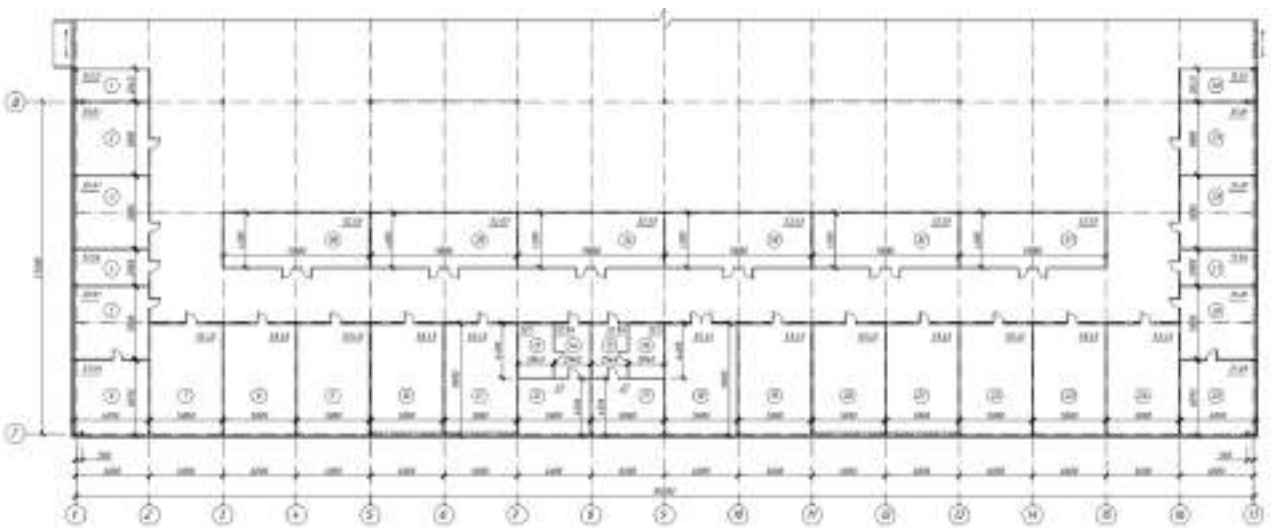


Рис 1.8 План адміністративно-побутових та складських приміщень

Експлікація до плану адміністративно-побутових та складських приміщень

Таблиця 1.1

№ приміщення	Найменування	Площа м <sup>2</sup>	Примітки
1	Рецепшн №1	15.52	
2	Архів	35.81	
3	Бухгалтерія	35.81	
4	Гостьова вбиральня №1	17.54	
5	Адміністрація	35.81	
6	Секретаріат	37.09	
7	Кабінет працівників контролю якості продукції	53.45	
8	Кабінет працівників митного контролю	53.45	
9	Кабінет працівників системи управління	53.45	
10	Лабораторія	53.45	
11	Гардеробна	53.45	
12	Кімната відпочинку співробітників №1	27	
13	Вбиральня для персоналу №1	12.5	
14	Коридор	12.94	
15	Коридор	12.94	
16	Вбиральня для персоналу №2	12.5	
17	Кімната відпочинку співробітників №2	27	
18	Кабінет працівників логістичного контролю	53.45	
19	Кабінет охорони та працівників систем безпеки	53.45	
20	Приміщення для проведення інвентаризації	53.45	
21	Кабінет працівників транспортного сервісу	53.45	
22	Клієнтський сервіс	53.45	
23	Консультативна зона	53.45	
24	Кабінет юристів	53.45	
25	Медичний пункт	37.09	
26	Кабінет охорони праці	35.81	
27	Гостьова вбиральня №2	17.54	
28	Технічне приміщення	35.81	
29	Кабінет керівника та оператора складів	35.81	

30	Рецепшн №2	15.52	
31	Зона технічного обслуговування обладнання	52.03	
32	Зал для корпоративних заходів	52.03	
33	Тренінг - зал	52.03	
34	Їдальня	52.03	
35	Складське приміщення конфіскованих товарів	52.03	
36	Конференц - зал	52.03	

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							22
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## ***КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ***

**Консультант:** \_\_\_\_\_ Адаменко В.М.

**Здобувач:** \_\_\_\_\_ Кравчук Р.В.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		23

## 2.1 Загальні відомості

1. Район будівництва – м.Київ;
2. Прийнятий термін експлуатації – 50 років;
3. Клас відповідальності споруди – СС2;
4. Категорії відповідальності елементів:  
Категорія А – крокв'яні ферми, підкрокв'яні ферми, несучі колони, фундаменти;  
Категорія Б – головні та другорядні балки;  
Категорія В – елементи в'язей;
5. Тип місцевості – II;
6. Вітровий район – I;
7. Сніговий район – 5.

Створення, проектування та підбір перерізів елементів виконується у ПК Robot Structural Analysis Professional 2025, розрахунок вузлів виконується, попередньо, у цьому ж комплексі, та за наявними зусиллями в елементах вузлів - виконується в ПК Idea Statica.

На рисунку 2.1 зображена геометрія попередньо прийнятої поперечної рами сталевого каркасу, відповідно до якої, виконується моделювання каркасу в ПК «Robot Structural».



Рис. 2.1 Вихідна поперечна рама

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		24

## 2.2 Збір навантажень за нормами ДБН

У таблицях 2.1 – 2.4 виконано збір постійних навантажень, які, будуть прикладені до нашого каркасу.

### 2.2.1 Постійні навантаження

Таблиця 2.1

Навантаження від власної ваги 1м<sup>2</sup> покриття

Елемент покрівлі	Характеристичне навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коеф. над. за експ. значенням навантаження, $\gamma_{fe}$	Експлуатаційне навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коеф. над. за граничним значенням навантаження, $\gamma_{fm}$	Граничне розрахункове навантаження, кН/м <sup>2</sup>
Полімерна мембрана t=1,2мм	0.16	1	0.16	1.1	0.18
Утеплювач (плити мінераловатні) (t=150мм, $\rho=200\text{кг/м}^3$ )	0.3	1	0.3	1.1	0.33
Пароізоляційна плівка	0.02	1	0.02	1.3	0.03
Сталевий профільований настил Н60-845-0.7	0.09	1	0.09	1.05	0.095
Разом	<b>0.57</b>		<b>0.57</b>		<b>0.64</b>
Технологічне обладнання (системи вентиляції, кондиціонування, освітлення)	0.3	1	0.3	1.05	0.32
Разом	<b>0.3</b>		<b>0.3</b>		<b>0.32</b>

Навантаження, що діє на 1м.п. прогонів від власної ваги покриття:

$$P_e=0.57*3=1.71 \text{ кН}, \quad P_m=0.64*3=1.92 \text{ кН}.$$

$$\text{Середній коефіцієнт надійності: } \gamma_f=P_m/P_e=0.64/0.57=1,12.$$

Навантаження, що діє на вузол ферми від технологічного обладнання:

$$P_e=0.3*3*6=5.4 \text{ кН}, \quad P_m=0.32*3*6=5.76 \text{ кН}.$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		25

Середній коефіцієнт надійності:  $\gamma_f = P_m / P_e = 1,05$ .

Таблиця 2.2

Навантаження від власної ваги  $1\text{ м}^2$  перекриття

Елемент покрівлі	Характеристичне навантаження, $\text{кН/м}^2$	Коеф. над. за експ. значенням навантаження, $\gamma_{fe}$	Експлуатаційне навантаження, $\text{кН/м}^2$	Коеф. над. за граничним значенням навантаження, $\gamma_{fm}$	Граничне розрахункове навантаження, $\text{кН/м}^2$
Наливна підлога ( $t=50\text{мм}$ , $\rho=21.6\text{ кН/м}^3$ )	1.08	1	1.08	1.3	1.40
З/б плита ( $t=60\text{мм}$ , $\rho=25\text{кН/м}^3$ )	1.5	1	1.5	1.1	1.65
Профнастил Н57-750-0.8 ( $\rho=10\text{кг}$ ) та бетон заповнення гофр, при коеф. заповнення 0.33: $0.1+25*0.057*0.33$	0.57	1	0.57	1.05	0.60
<b>Разом</b>			<b>3.15</b>		<b>3.65</b>
Корисне навантаження $400\text{ кг/м}^2$	4,0	1	4,0	1,2	4,8
<b>Разом</b>			<b>7.15</b>		<b>8.45</b>

Навантаження, що діє на 1 м.п. балки настилу (при їх кроці 3 м):

$$P_e = 3.15 * 3 = 9.45 \text{ кН,}$$

$$P_m = 3.65 * 3 = 10.95 \text{ кН.}$$

Середній коефіцієнт надійності:

$$\gamma_{fm} = P_m / P_e = 10.95 / 9.45 = 1.159$$

Таблиця 2.3

## Постійні навантаження від стінового огороження (сандвіч-панелі)

Елемент стін. огороження	Характ. навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коеф. надійності, $\gamma_{fm}$	Гр. розр. навантаження, кН/м <sup>2</sup>
2 профільованих листа НС8-1150-0,7 мінераловатні плити (t=160мм, $\gamma = 150$ кг/м <sup>3</sup> ).	0,166	1,05	0,174
	0,24	1,3	0,312
<b>Всього</b>	<b>0.406</b>		<b>0,486</b>

Таблиця 2.4

## Постійні навантаження від стінового огороження (склопакети)

Елемент стін. огороження	Характ. навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коеф. надійності, $\gamma_{fm}$	Гр. розр. навантаження, кН/м <sup>2</sup>
Склопакет (двокамерний 4-16-4-16-4)	0,37	1,1	0,407
Ригелі	0,06	1,05	0,063
<b>Всього</b>	<b>0,43</b>		<b>0,47</b>

Лінійно-розподілене навантаження на колони від власної ваги стінового огороження:

$$g_e = g_e * V = 0.43 * 6 = 2.58 \text{ кН/м.}$$

$$g_m = g_m * V = 0.47 * 6 = 2.82 \text{ кН/м.}$$

Середній коефіцієнт надійності:

$$\gamma_{fm} = P_m / P_e = 0.47 / 0.43 = 1.09$$

## 2.2.2 Снігові навантаження

Граничне розрахункове навантаження на  $1\text{ м}^2$  горизонтальної проекції покриття для м.Києва при  $T = 50$  років,  $\gamma = 1.0$ ,  $C = \mu = 1.0$ ,  $S_0 = 1.55$  кПа

$$S_m = \gamma S_0 C = 1.0 \cdot 1.55 \cdot 1.0 = 1.55 \text{ кН/м}^2$$

Експлуатаційне розрахункове навантаження на  $1\text{ м}^2$  горизонтальної проекції:

$$S_e = \gamma S_0 C = 0.49 \cdot 1.55 \cdot 1.0 = 0.76 \text{ кН/м}^2$$

Перепад висот:  $h = h_2 - h_1 = 16.7 - 12.7 = 4.0$  м.

Ділянка збільшення снігового навантаження:  $b = 2 \cdot h = 2 \cdot 4 = 8$  м.

При розташуванні прогонів з кроком 3м враховуємо 3 вузла.

$h = 4,0 \text{ м} > S_0/2 = 1.55/2 = 0.78$ . Умова виконується, тоді біля перепаду висот:

$\mu = 2 \cdot h/S_0 = 2 \cdot 4/1.55 = 5.2 > 3$ . Приймаємо  $\mu = 3$ .

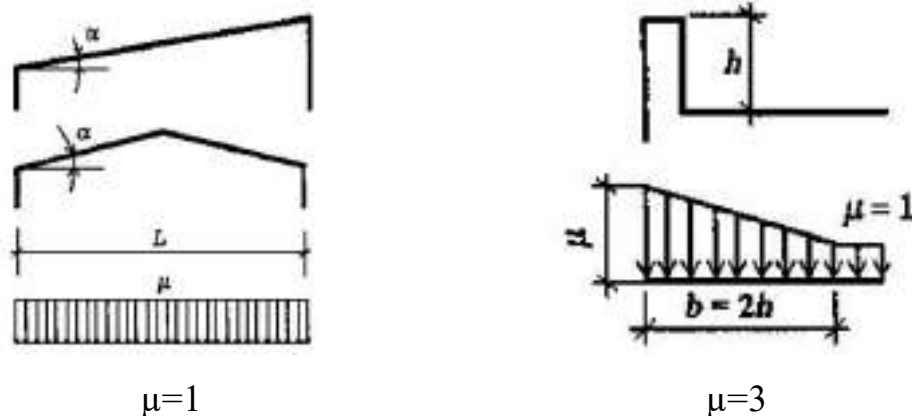


Рис. 2.2 Значення коефіцієнтів  $\mu$  відповідно до ДБН В.1.2:2006

Навантаження і впливи додаток Ж, схема 2 та схема 10.

Експлуатаційне розрахункове рівномірно-розподілене навантаження на 1 м.п. прогонів:

$$\text{при } \mu = 1 \Rightarrow P_{se} = S_e \cdot \mu \cdot 3 = 0.76 \cdot 1 \cdot 3 = 2.28 \text{ кН/м.}$$

Експлуатаційне розрахункове рівномірно-розподілене навантаження на 1 м.п. прогонів на ділянці снігового мішку:

- ряд прогонів №1 ( $x=0$ , біля стіни)  $\mu = 3$

$$P_{se1} = S_e \cdot \mu \cdot 3/2 = 0.76 \cdot 3 \cdot (3/2) = 3.42 \text{ кН/м.}$$

- ряд прогонів №2 ( $x=3\text{ м}$ )  $\Rightarrow \mu = \mu_1 + (\mu_2 - \mu_1) \cdot (b-x)/b = 1 + (3-1) \cdot (8-3)/8 = 2.25$ .

$$P_{se2} = S_e \cdot \mu \cdot 3 = 0.76 \cdot 2.25 \cdot 3 = 5.13 \text{ кН/м.}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		28

- ряд прогонів №3 (x=6м) =>  $\mu = \mu_1 + (\mu_2 - \mu_1) * (b-x)/b = 1 + (3-1) * (8-6)/8 = 1.5$   
 $Pse3 = Se * \mu * 3 = 0.76 * 1.5 * 3 = 3.42 \text{ кН/м.}$

Відношення коефіцієнтів надійності складає:

$$\gamma_{fm} / \gamma_{fe} = 1 / 0.49 = 2.04$$

### 2.2.3 Вітрові навантаження

У таблиці 2.5 відображено значення коефіцієнтів висоти споруди в залежності від типу місцевості та значення висоти відносно рівня землі.

Коефіцієнт висоти споруди  $C_h$  (табл. 9.02 ДБН В.1.2:2006, Зміна 1) Таблица 2.5

Z (м)	C <sub>h</sub> для типу місцевості			
	I	II	III	IV
<=5	1.40	1.20	0.90	0.60
10	1.80	1.50	1.20	1.00
20	1.95	1.85	1.55	1.40
40	2.25	2.20	2.00	1.95
60	2.45	2.45	2.25	2.25
80	2.65	2.60	2.45	2.50
100	2.70	2.70	2.60	2.70
150	2.95	3.00	2.90	3.10
200	3.10	3.15	3.20	3.40

#### 2.2.3.1 Вітер з лівого боку

На рисунках 2.3, 2.5 зображені схеми поперечного перерізу сталевого каркасу з відображеними аеродинамічними коефіцієнтами та коефіцієнтами висоти споруди відносно основних висотних відміток каркасу.

На рисунках 2.4, 2.6 відображено схеми поперечного перерізу з прикладеними вітровими навантаженнями у відповідності до розрахованих значень, нерівномірно розподілених по висоті споруди та прикладених колон по довжині будівлі.

Характеристичне значення вітрового тиску для м.Києва  $W_0=0.37 \text{ кН/м}^2$ .

За ДБН В.1.2:2006 Навантаження і впливи, коефіцієнти надійності при  $T = 50$  років:  $\gamma_{fm} = 1.0$ ,  $\gamma_{fe} = 0.21$ .

Вітровий район I. Відношення коефіцієнтів надійності складає:

$$\gamma_{fm} / \gamma_{fe} = 1 / 0.21 = 4.76$$

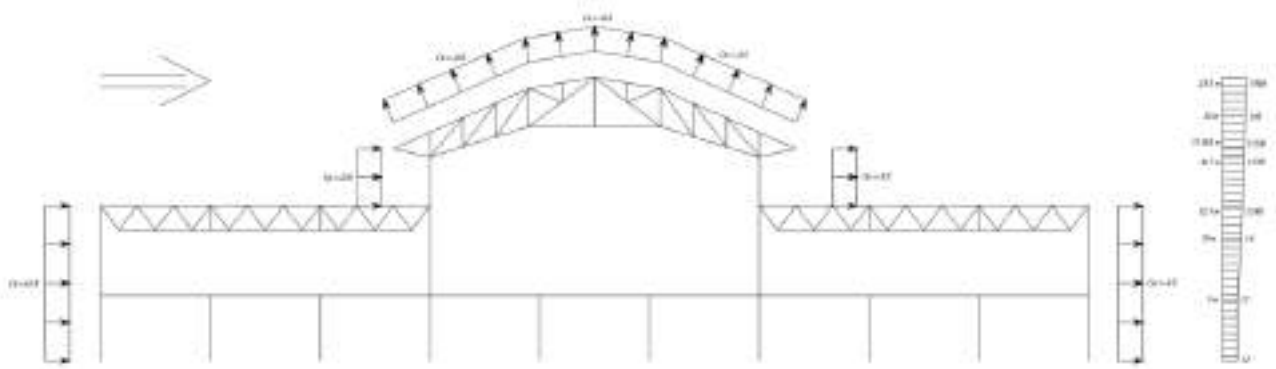


Рис. 2.3 Вітер зліва. Аеродинамічні коефіцієнти  $C_e$  (додаток 1, схема 2 ДБН В.1.2:2006) та коефіцієнти висоти  $C_h$  (табл. 9.02 ДБН В.1.2:2006, Зміна 1)

Граничне вітрове навантаження на 1 м.п. висоти колони:

$$W_e = \gamma_{fm} * W_0 * C_e * C_h * V = 1 * 0.37 * C_e * C_h * 6 = 2.22 * C_e * C_h \text{ кН/м.}$$

Вітрове навантаження відриву на покриття прикладаємо розподіленим до прогонів:

$$W_e = \gamma_{fm} * W_0 * C_e * C_h * V = 1 * 0.37 * (-0.6) * 1.906 * 3 = -1.269 \text{ кН/м.}$$

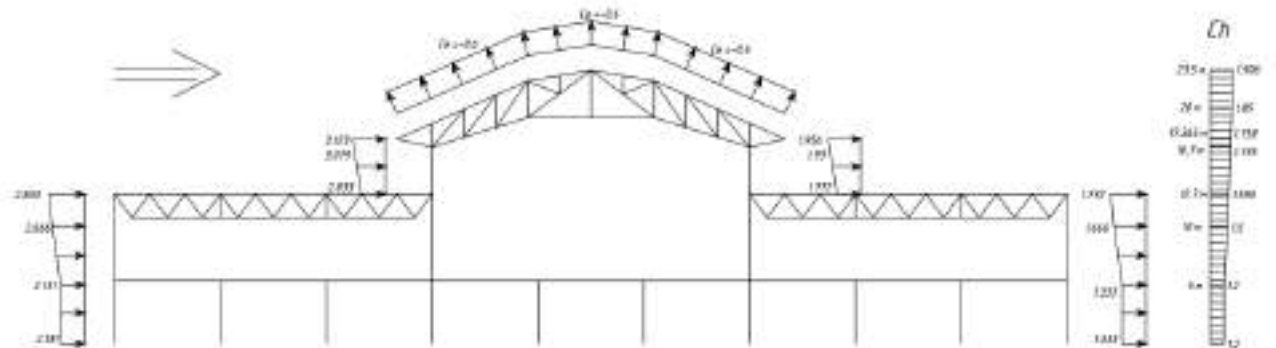


Рис. 2.4 Вітер зліва. Експлуатаційне розрахункове вітрове навантаження на 1 м.п. висоти колони

### 2.2.3.2 Вітер з правого боку

Характеристичне значення вітрового тиску для м.Києва  $W_0 = 0.37 \text{ кН/м}^2$ .

За ДБН В.1.2:2006 Навантаження і впливи, коефіцієнти надійності при  $T = 50$  років:  $\gamma_{fm} = 1.0$ ,  $\gamma_{fe} = 0.21$ .

Вітровий район I.

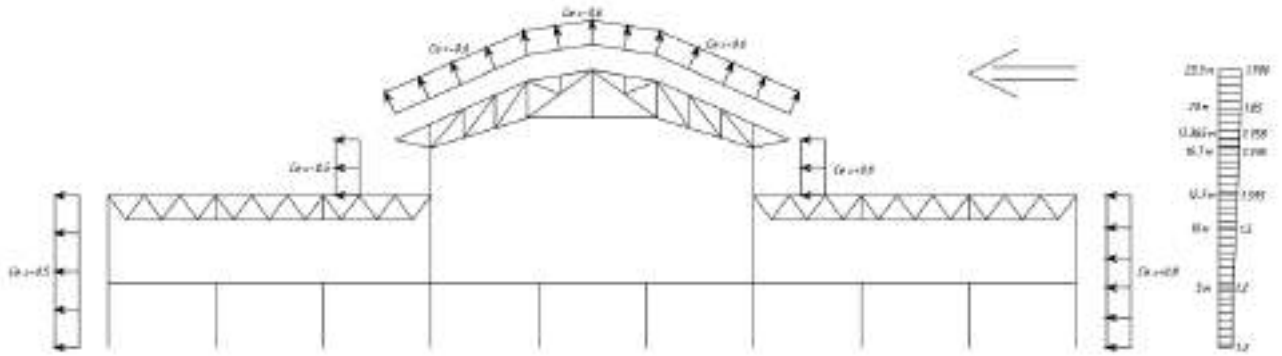


Рис. 2.5 Вітер справа. Аеродинамічні коефіцієнти  $C_e$  (додаток 1, схема 2 ДБН В.1.2:2006) та коефіцієнти висоти  $C_h$  (табл. 9.02 ДБН В.1.2:2006, Зміна 1)

Граничне вітрове навантаження на 1 м.п. висоти колони:

$$W_e = \gamma_{fm} * W_0 * C_e * C_h * V = 1 * 0.37 * C_e * C_h * 6 = 2.22 * C_e * C_h \text{ кН/м.}$$

Вітрове навантаження відриву на покриття прикладаємо розподіленим до прогонів:

$$W_e = \gamma_{fm} * W_0 * C_e * C_h * V = 1 * 0.37 * (-0.6) * 1.85 * 3 = -1.232 \text{ кН/м.}$$

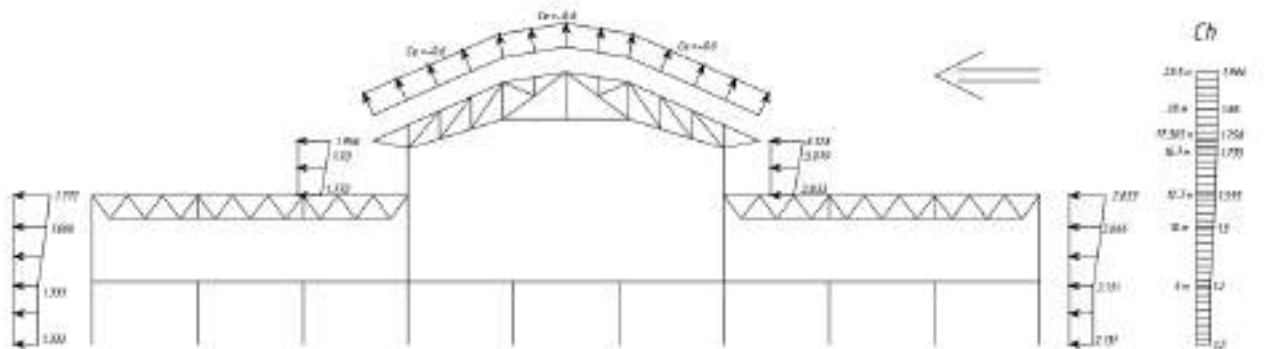


Рис. 2.6 Вітер справа. Експлуатаційне розрахункове вітрове навантаження на 1 м.п. висоти колони

На рисунках 2.7 та 2.8 відображено 3D інформаційні моделі сталевих каркасів які розраховуються за нормами ДБН та Єврокод відповідно.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		31

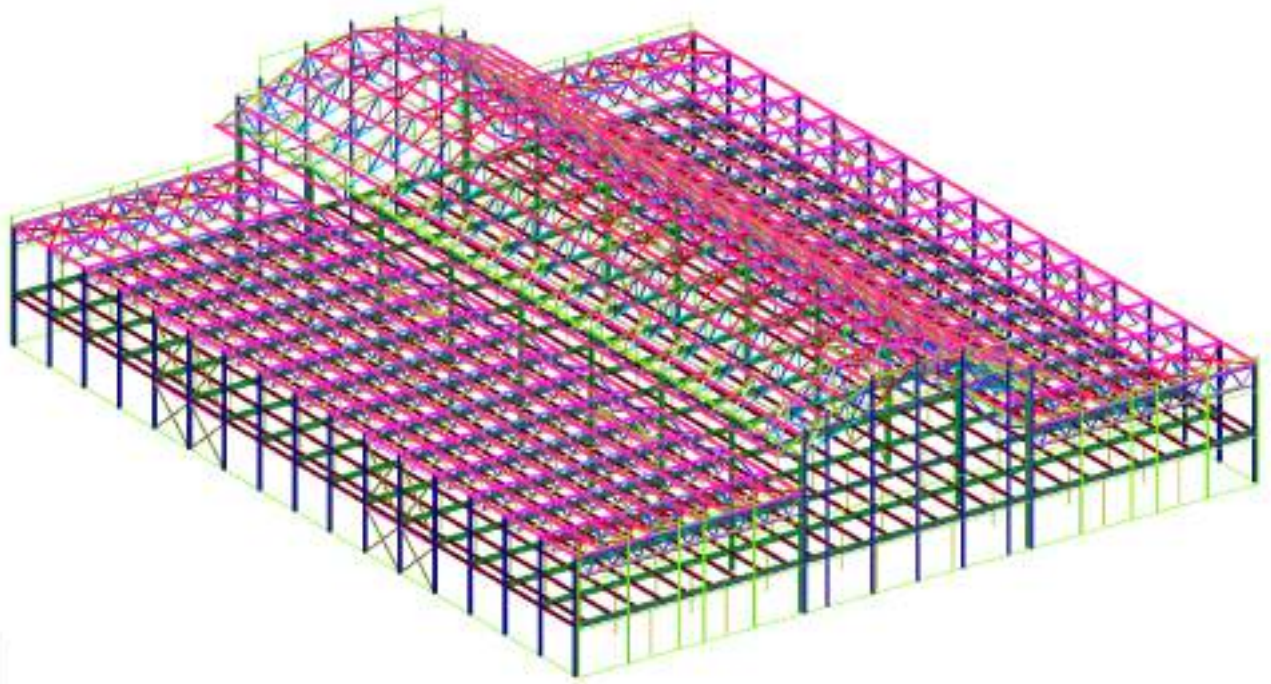


Рис. 2.7 3D інформаційна модель сталевого каркасу за нормами Єврокод

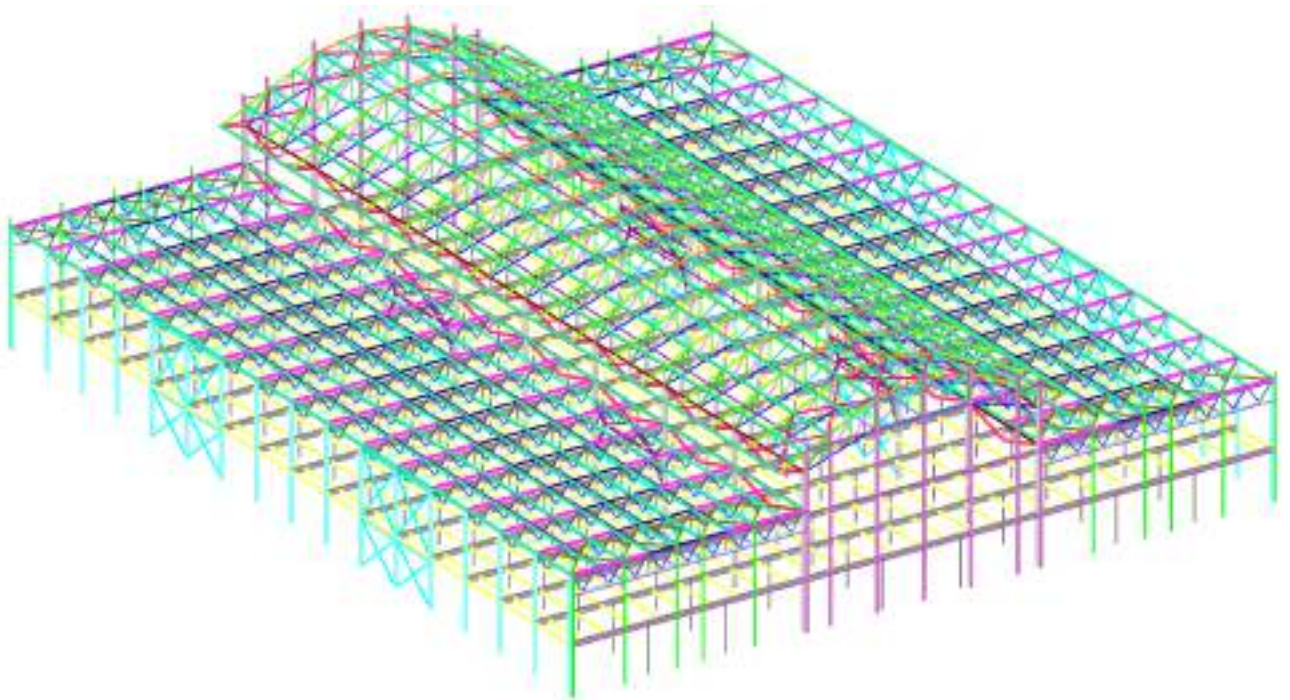


Рис. 2.8 3D інформаційна модель сталевого каркасу за нормами ДБН

### 2.2.4 Прикладення відповідних навантажень до каркасу в ПК «Robot»

На рисунках 2.9-2.11 приведено прикладення навантаження від власної ваги, постійного навантаження на прогони та навантаження від технологічного обладнання.

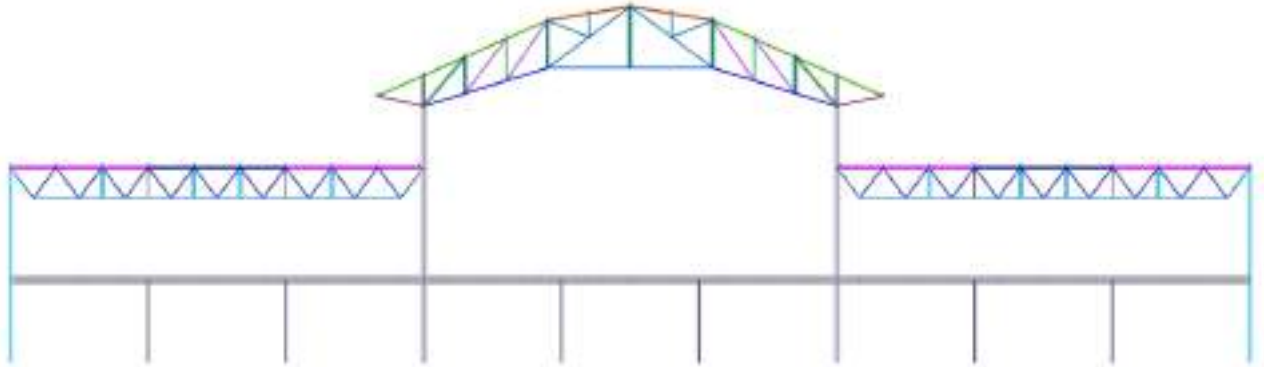


Рис. 2.9 ПК ROBOT. Завантаження 1. Власна вага

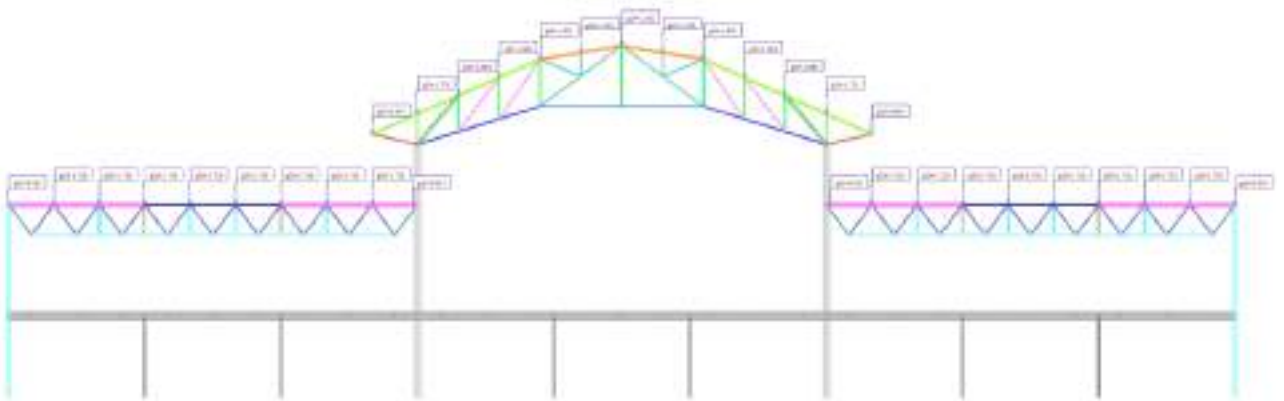


Рис. 2.10 ПК ROBOT. Завантаження 2. Постійне на прогони

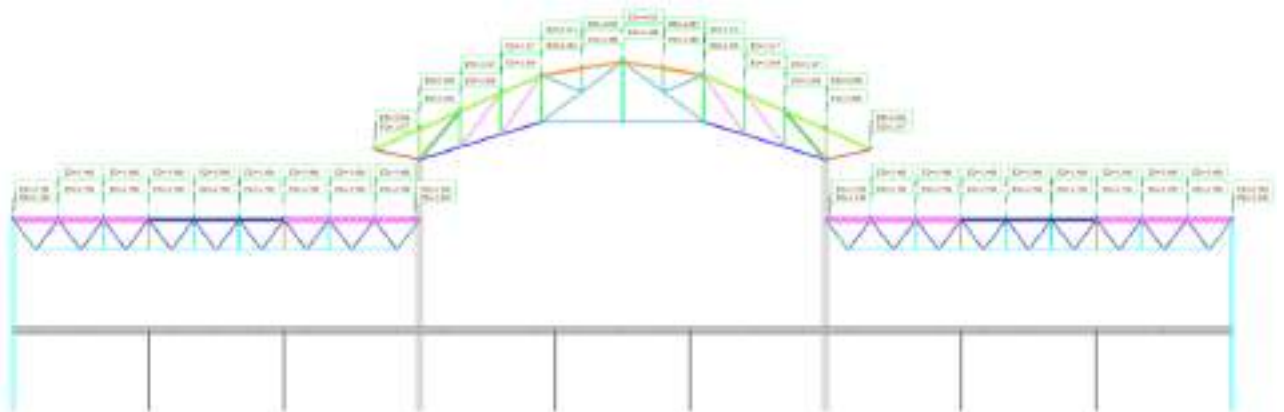


Рис. 2.11 ПК ROBOT. Завантаження 3. Технологічне обладнання

На рисунках 2.12 – 2.14 приведено прикладення постійного навантаження на перекриття, та варіації прикладення снігового навантаження.

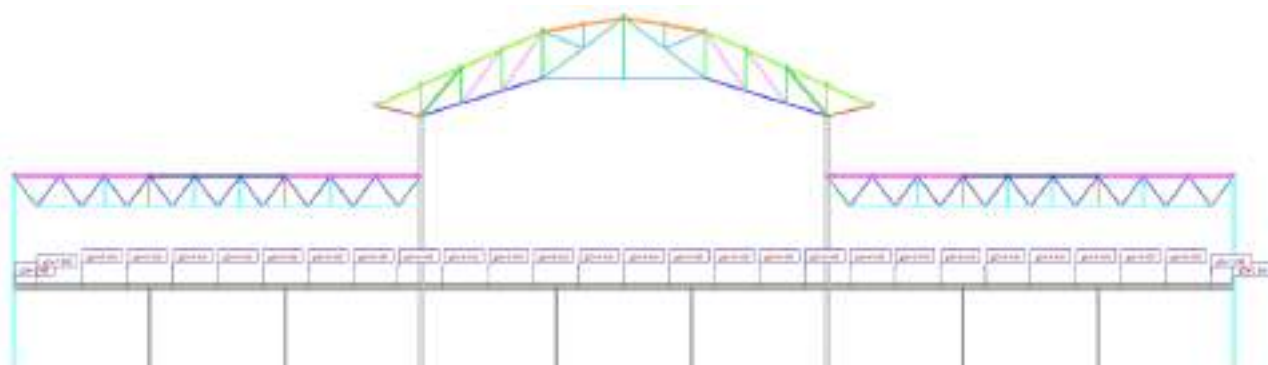


Рис. 2.12 ПК ROBOT. Завантаження 4. Постійне на перекриття

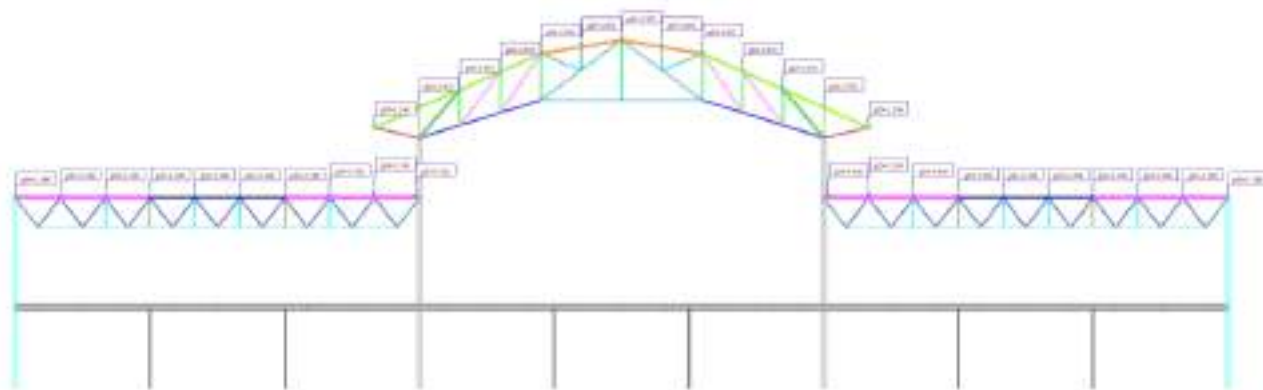


Рис. 2.13 ПК ROBOT. Завантаження 5. Снігове №1

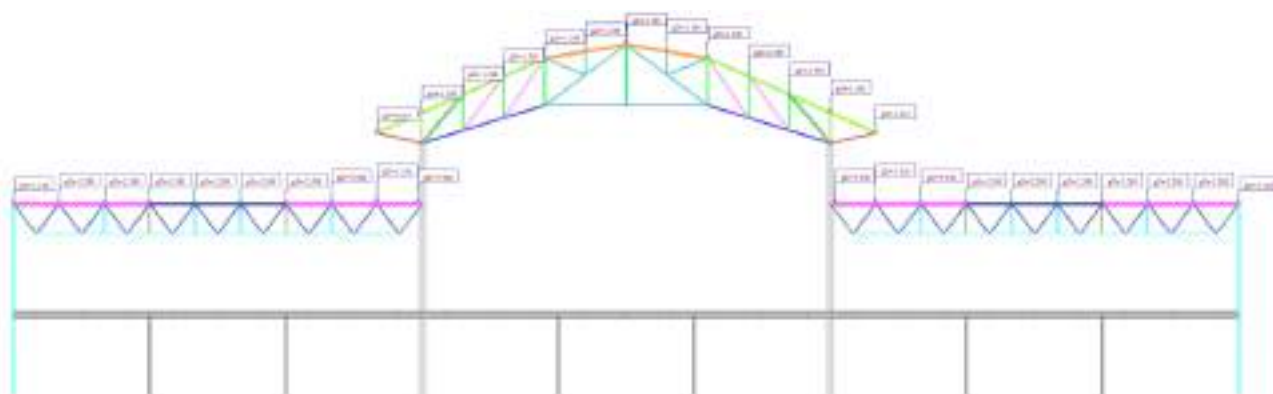


Рис. 2.14 ПК ROBOT. Завантаження 6. Снігове №2

На рисунку 2.15 приведено прикладення ще одного варіанту снігового навантаження, на рисунках 2.16 – 2.21 відображено 6 варіацій корисного навантаження на перекриття, так як головна балка є нерозрізною, необхідно виконати аналіз та пошук найбільш несприятливих комбінацій.

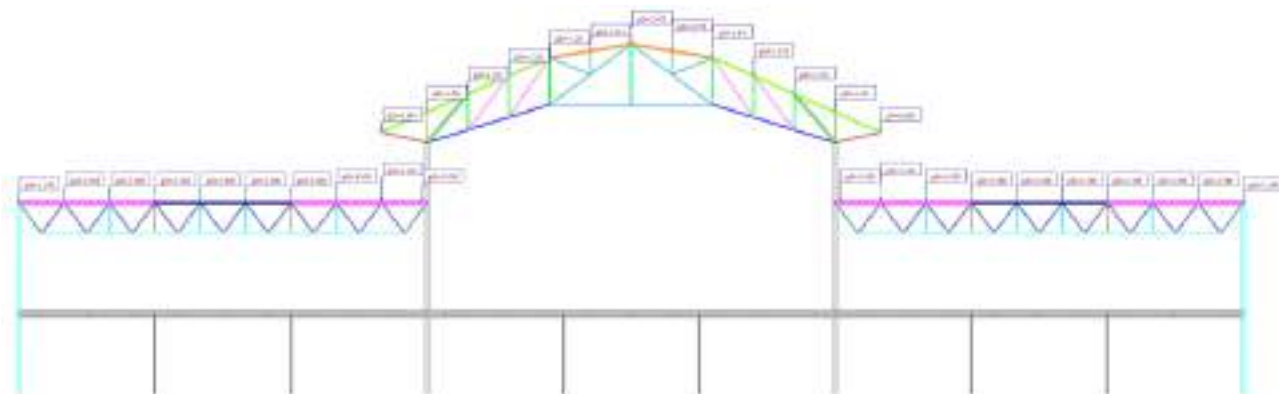


Рис. 2.15 ПК ROBOT. Завантаження 7. Снігове №3

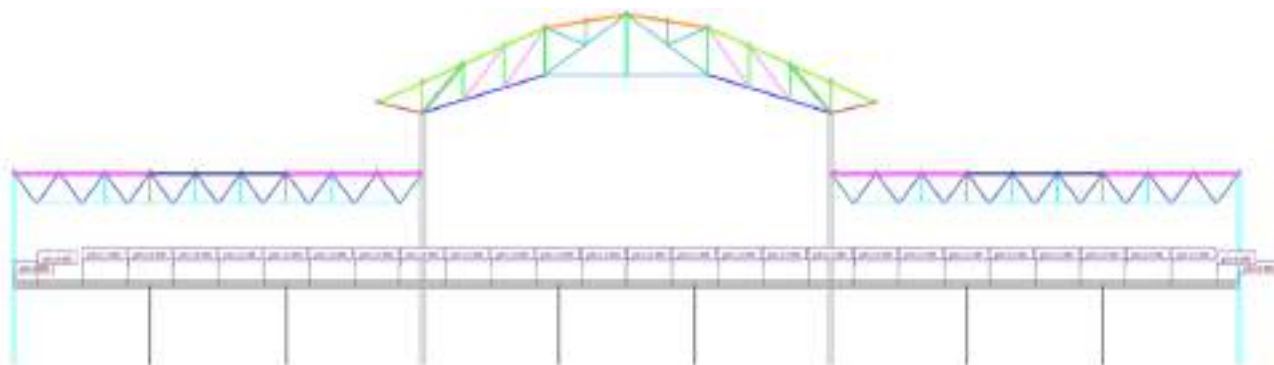


Рис. 2.16 ПК ROBOT. Завантаження 8. Корисне на перекриття №1

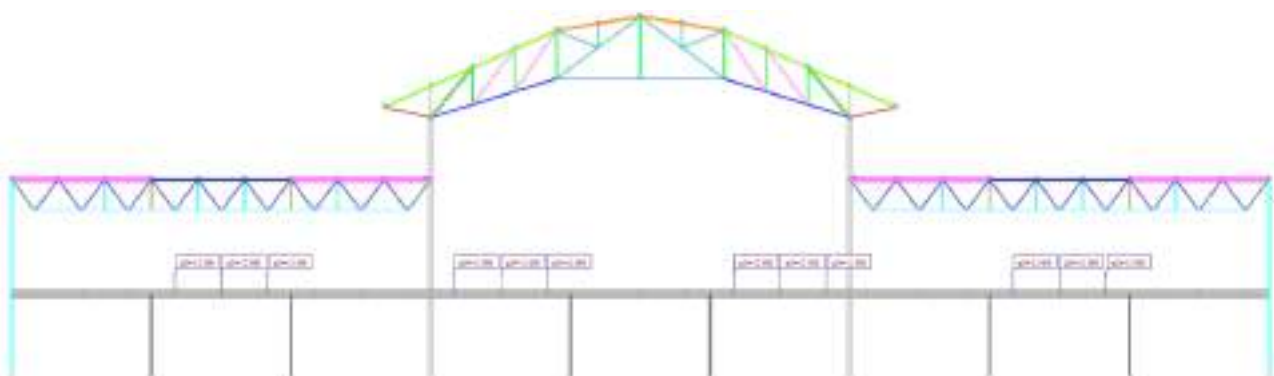


Рис. 2.17 ПК ROBOT. Завантаження 9. Корисне на перекриття №2

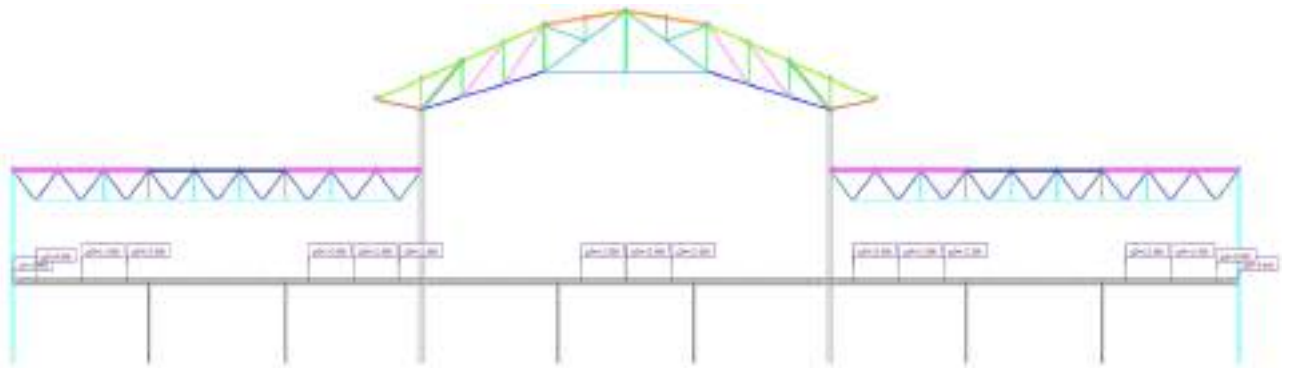


Рис. 2.18 ПК ROBOT. Завантаження 10. Корисне на перекриття №3

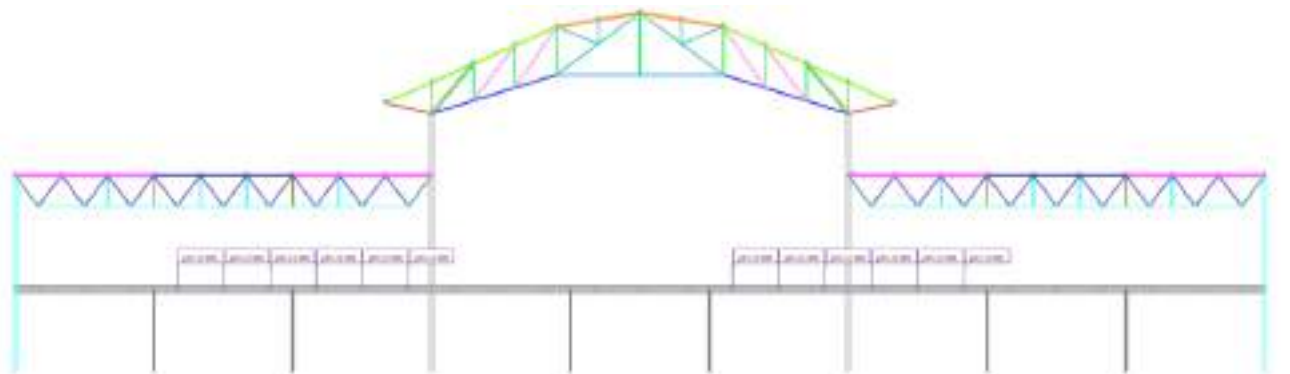


Рис. 2.19 ПК ROBOT. Завантаження 11. Корисне на перекриття №4

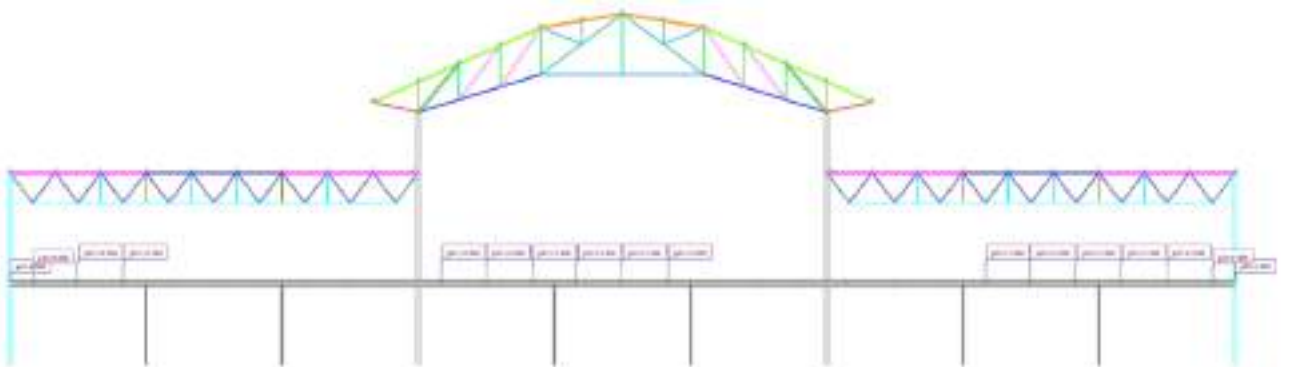


Рис. 2.20 ПК ROBOT. Завантаження 12. Корисне на перекриття №5

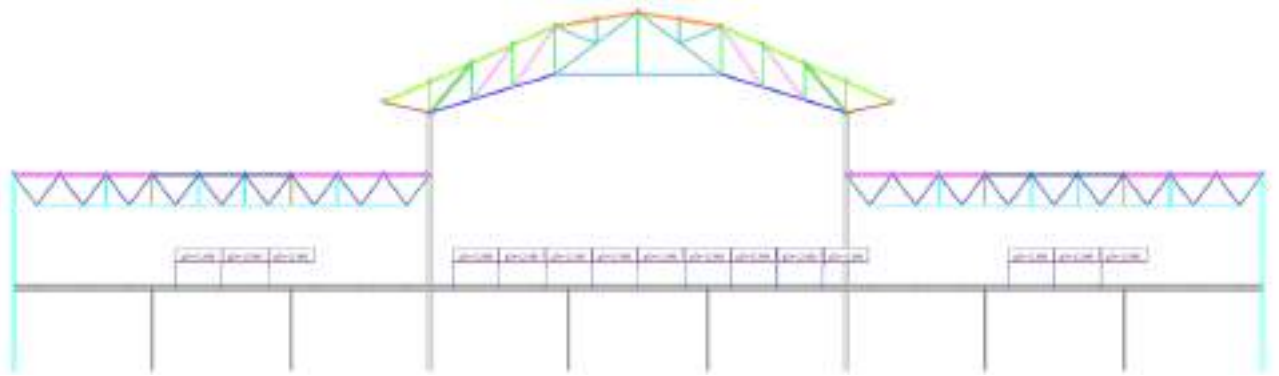


Рис. 2.21 ПК ROBOT. Завантаження 13. Корисне на перекриття №6

На рисунку 2.22 відображено стінове навантаження, яке прикладене на колони каркасу і розраховане від ваги стінових конструкцій, а саме: сендвіч панелей та склопакетів двокамерних, також, на рисунках 2.23 – 2.26 зображено прикладення вітрових навантажень на каркас, зліва, справа, та по торцях будівлі.

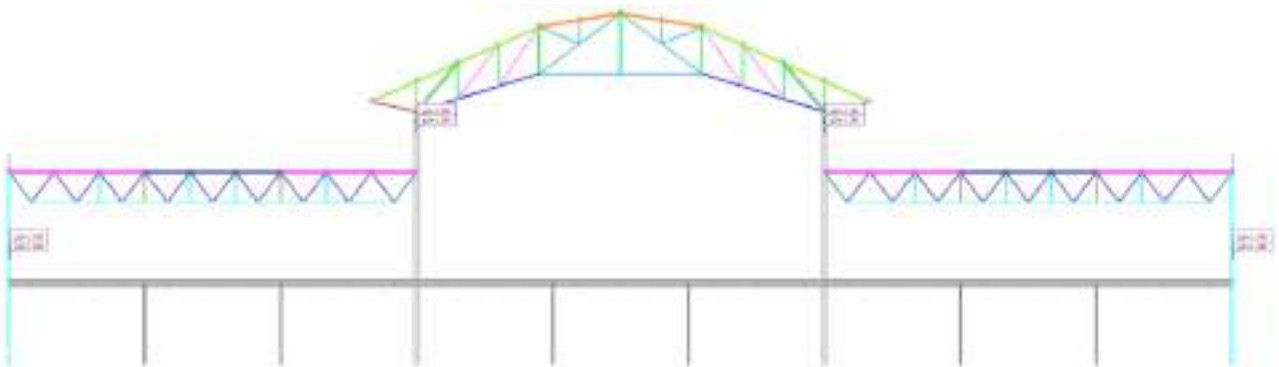


Рис. 2.22 ПК ROBOT. Завантаження 14. Стінове

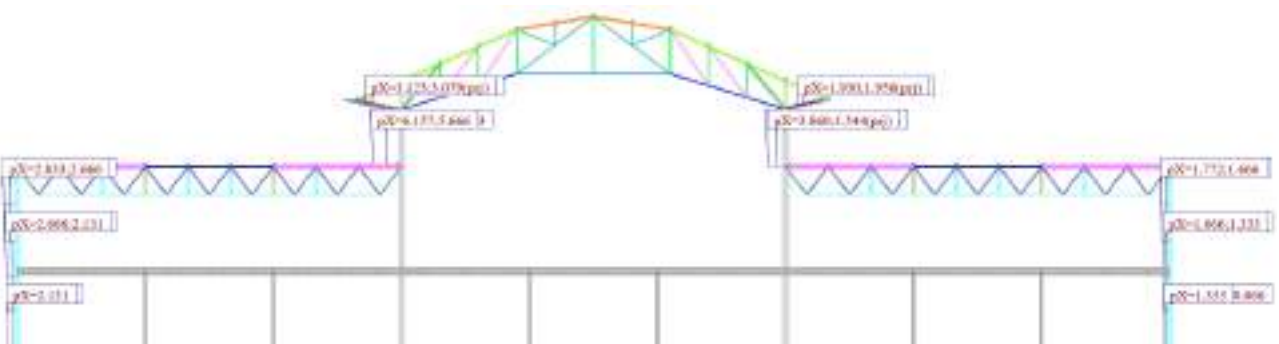


Рис. 2.23 ПК ROBOT. Завантаження 15. Вітрове X+



Рис. 2.24 ПК ROBOT. Завантаження 16. Вітрове X-



Рис. 2.25 ПК ROBOT. Завантаження 17. Вітрове Y+



Рис. 2.26 ПК ROBOT. Завантаження 18. Вітрове Y-

На рисунках 2.27 – 2.29 зображені комбінації навантажень до розрахунку каркасу споруди за нормами ДБН.

Combinations	Name	Analysis type	Combination	Case nature	Definition
16 (C)	Комбінація 1	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+3)^*1.05+2^*1.12+4^*1.16+6^*1.20+12^*1.09+5^*2.04$
20 (C)	Комбінація X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(16+15)^*1.00$
21 (C)	Комбінація X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(16+17)^*1.00$
22 (C)	Комбінація Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(16+18)^*1.00$
23 (C)	Комбінація Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(16+19)^*1.00$
24 (C)	Комбінація 1 (гр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+5+6+12)^*1.00$
25 (C)	Комбінація 1 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$24^*1.00+16^*0.21$
26 (C)	Комбінація 1 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$24^*1.00+17^*0.21$
27 (C)	Комбінація 1 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$24^*1.00+18^*0.21$
28 (C)	Комбінація 1 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$24^*1.00+19^*0.21$
29 (C)	Комбінація 2	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+3)^*1.05+2^*1.12+4^*1.16+5^*2.04+7^*1.20+12^*1.09$
30 (C)	Комбінація 2 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(29+15)^*1.00$
31 (C)	Комбінація 2 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(29+17)^*1.00$
32 (C)	Комбінація 2 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(29+18)^*1.00$
33 (C)	Комбінація 2 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(29+19)^*1.00$
34 (C)	Комбінація 2 (гр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+5+7+12)^*1.00$
35 (C)	Комбінація 2 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$34^*1.00+16^*0.21$
36 (C)	Комбінація 2 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$34^*1.00+17^*0.21$
37 (C)	Комбінація 2 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$34^*1.00+18^*0.21$
38 (C)	Комбінація 2 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$34^*1.00+19^*0.21$
39 (C)	Комбінація 3	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+3)^*1.05+2^*1.12+4^*1.16+5^*2.04+8^*1.20+12^*1.09$
40 (C)	Комбінація 3 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(39+15)^*1.00$
41 (C)	Комбінація 3 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(39+17)^*1.00$
42 (C)	Комбінація 3 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(39+18)^*1.00$
43 (C)	Комбінація 3 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(19+39)^*1.00$
44 (C)	Комбінація 3 (гр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+6+8+12)^*1.00$
45 (C)	Комбінація 3 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$15^*0.21+44^*1.00$
46 (C)	Комбінація 3 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$17^*0.21+44^*1.00$
47 (C)	Комбінація 3 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$18^*0.21+44^*1.00$
48 (C)	Комбінація 3 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$44^*1.00+19^*0.21$
49 (C)	Комбінація 4	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+3)^*1.05+2^*1.12+4^*1.16+5^*2.04+12^*1.09+9^*1.20$
50 (C)	Комбінація 4 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(49+15)^*1.00$
51 (C)	Комбінація 4 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(49+17)^*1.00$
52 (C)	Комбінація 4 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(49+18)^*1.00$
53 (C)	Комбінація 4 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(49+19)^*1.00$
54 (C)	Комбінація 4 (гр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+6+9+12)^*1.00$
55 (C)	Комбінація 4 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$54^*1.00+16^*0.21$
56 (C)	Комбінація 4 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$17^*0.21+54^*1.00$
57 (C)	Комбінація 4 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$18^*0.21+54^*1.00$
58 (C)	Комбінація 4 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$54^*1.00+19^*0.21$
59 (C)	Комбінація 5	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+3)^*1.05+2^*1.12+4^*1.16+5^*2.04+10^*1.20+12^*1.09$
60 (C)	Комбінація 5 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(59+15)^*1.00$
61 (C)	Комбінація 5 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(59+17)^*1.00$
62 (C)	Комбінація 5 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(18+59)^*1.00$
63 (C)	Комбінація 5 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(19+59)^*1.00$
64 (C)	Комбінація 5 (гр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+5+10+12)^*1.00$
65 (C)	Комбінація 5 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$15^*0.21+64^*1.00$
66 (C)	Комбінація 5 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$17^*0.21+64^*1.00$
67 (C)	Комбінація 5 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$18^*0.21+64^*1.00$
68 (C)	Комбінація 5 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$19^*0.21+64^*1.00$
69 (C)	Комбінація 6	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+3)^*1.05+2^*1.12+4^*1.16+5^*2.04+12^*1.09+11^*1.20$
70 (C)	Комбінація 6 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(15+69)^*1.00$
71 (C)	Комбінація 6 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(17+69)^*1.00$
72 (C)	Комбінація 6 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(18+69)^*1.00$
73 (C)	Комбінація 6 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(19+69)^*1.00$
74 (C)	Комбінація 6 (гр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+5+11+12)^*1.00$
75 (C)	Комбінація 6 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$16^*0.21+74^*1.00$
76 (C)	Комбінація 6 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$17^*0.21+74^*1.00$
77 (C)	Комбінація 6 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$18^*0.21+74^*1.00$
78 (C)	Комбінація 6 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$19^*0.21+74^*1.00$

Рис.2.27 ПК ROBOT. Комбінації навантажень за ДБН

Combinations	Name	Analysis type	Combination	Case nature	Definition
79 (C)	Комбінація 7	Linear Combinat	ULS	post_1.0	$(1+3)^*1.05+2^*1.12+4^*1.16+13^*2.04+6^*1.20+12^*1.09$
80 (C)	Комбінація 7 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(15+79)^*1.00$
81 (C)	Комбінація 7 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(17+79)^*1.00$
82 (C)	Комбінація 7 Y +	Linear Combinat	ULS	post_1.0	$(18+79)^*1.00$
83 (C)	Комбінація 7 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(79+19)^*1.00$
84 (C)	Комбінація 7 (пр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+6+12+13)^*1.00$
85 (C)	Комбінація 7 X +	Linear Combinat	SLS	post_1.0	$16^*0.21+84^*1.00$
86 (C)	Комбінація 7 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$17^*0.21+84^*1.00$
87 (C)	Комбінація 7 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$18^*0.21+84^*1.00$
88 (C)	Комбінація 7 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$19^*0.21+84^*1.00$
89 (C)	Комбінація 8	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+3)^*1.05+2^*1.12+4^*1.16+12^*1.09+13^*2.04+7^*1.20$
90 (C)	Комбінація 8 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(15+89)^*1.00$
91 (C)	Комбінація 8 X -	Linear Combinat	ULS	post_1.0	$(17+89)^*1.00$
92 (C)	Комбінація 8 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(18+89)^*1.00$
93 (C)	Комбінація 8 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(19+89)^*1.00$
94 (C)	Комбінація 8 (пр	Linear Combinat	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+7+12+13)^*1.00$
95 (C)	Комбінація 8 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$15^*0.21+94^*1.00$
96 (C)	Комбінація 8 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$17^*0.21+94^*1.00$
97 (C)	Комбінація 8 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$18^*0.21+94^*1.00$
98 (C)	Комбінація 8 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$19^*0.21+94^*1.00$
99 (C)	Комбінація 9	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+3)^*1.05+2^*1.12+4^*1.16+8^*1.20+12^*1.09+13^*2.04$
100 (C)	Комбінація 9 X +	Linear Combinat	ULS	post_1.0	$(15+99)^*1.00$
101 (C)	Комбінація 9 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(17+99)^*1.00$
102 (C)	Комбінація 9 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(18+99)^*1.00$
103 (C)	Комбінація 9 Y -	Linear Combinat	ULS	post_1.0	$(19+99)^*1.00$
104 (C)	Комбінація 9 (пр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+8+12+13)^*1.00$
105 (C)	Комбінація 9 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$15^*0.21+104^*1.00$
106 (C)	Комбінація 9 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$17^*0.21+104^*1.00$
107 (C)	Комбінація 9 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$18^*0.21+104^*1.00$
108 (C)	Комбінація 9 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$19^*0.21+104^*1.00$
109 (C)	Комбінація 10	Linear Combinat	ULS	post_1.0	$(1+3)^*1.05+2^*1.12+4^*1.16+9^*1.20+12^*1.09+13^*2.04$
110 (C)	Комбінація 10 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(15+109)^*1.00$
111 (C)	Комбінація 10 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(17+109)^*1.00$
112 (C)	Комбінація 10 Y	Linear Combinat	ULS	post_1.0	$(18+109)^*1.00$
113 (C)	Комбінація 10 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(19+109)^*1.00$
114 (C)	Комбінація 10 (л	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+9+12+13)^*1.00$
115 (C)	Комбінація 10 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$16^*0.21+114^*1.00$
116 (C)	Комбінація 10 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$17^*0.21+114^*1.00$
117 (C)	Комбінація 10 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$18^*0.21+114^*1.00$
118 (C)	Комбінація 10 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$19^*0.21+114^*1.00$
119 (C)	Комбінація 11	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+3)^*1.05+2^*1.12+4^*1.16+10^*1.20+12^*1.09+13^*2.04$
120 (C)	Комбінація 11 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(15+119)^*1.00$
121 (C)	Комбінація 11 X -	Linear Combinat	ULS	post_1.0	$(17+119)^*1.00$
122 (C)	Комбінація 11 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(18+119)^*1.00$
123 (C)	Комбінація 11 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(19+119)^*1.00$
124 (C)	Комбінація 11 (л	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+10+12+13)^*1.00$
125 (C)	Комбінація 11 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$15^*0.21+124^*1.00$
126 (C)	Комбінація 11 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$17^*0.21+124^*1.00$
127 (C)	Комбінація 11 Y	Linear Combinat	SLS	post_1.0	$18^*0.21+124^*1.00$
128 (C)	Комбінація 11 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$19^*0.21+124^*1.00$
129 (C)	Комбінація 12	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+3)^*1.05+2^*1.12+4^*1.16+11^*1.20+12^*1.09+13^*2.04$
130 (C)	Комбінація 12 X	Linear Combinat	ULS	post_1.0	$(15+129)^*1.00$
132 (C)	Комбінація 12 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(17+129)^*1.00$
133 (C)	Комбінація 12 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(18+129)^*1.00$
134 (C)	Комбінація 12 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(19+129)^*1.00$
135 (C)	Комбінація 12 (л	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+11+12+13)^*1.00$
136 (C)	Комбінація 12 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$15^*0.21+135^*1.00$
137 (C)	Комбінація 12 X -	Linear Combinat	SLS	post_1.0	$17^*0.21+135^*1.00$
138 (C)	Комбінація 12 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$18^*0.21+135^*1.00$
139 (C)	Комбінація 12 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$19^*0.21+135^*1.00$

Рис.2.28 ПК ROBOT. Комбінації навантажень за ДБН (продовження №1)

Combinations	Name	Analysis type	Combination	Case nature	Definition
140 (C)	Комбінація 13	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(1+3)*1.05+2*1.12+4*1.16+6*1.20+12*1.09+14*2.04
141 (C)	Комбінація 13 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(15+140)*1.00
142 (C)	Комбінація 13 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(17+140)*1.00
143 (C)	Комбінація 14 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(18+140)*1.00
144 (C)	Комбінація 13 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(19+140)*1.00
145 (C)	Комбінація 13 (л)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(1+2+3+4+6+12+14)*1.00
146 (C)	Комбінація 13 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	15*0.21+145*1.00
147 (C)	Комбінація 13 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	17*0.21+145*1.00
148 (C)	Комбінація 13 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	18*0.21+145*1.00
149 (C)	Комбінація 13 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	19*0.21+145*1.00
150 (C)	Комбінація 14	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(1+3)*1.05+2*1.12+4*1.16+7*1.20+12*1.09+14*2.04
151 (C)	Комбінація 14 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(15+150)*1.00
152 (C)	Комбінація 14 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(17+150)*1.00
153 (C)	Комбінація 14 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(18+150)*1.00
154 (C)	Комбінація 14 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(19+150)*1.00
155 (C)	Комбінація 14 (л)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(1+2+3+4+7+12+14)*1.00
156 (C)	Комбінація 14 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	15*0.21+155*1.00
157 (C)	Комбінація 14 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	17*0.21+155*1.00
158 (C)	Комбінація 14 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	18*0.21+155*1.00
159 (C)	Комбінація 14 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	19*0.21+155*1.00
160 (C)	Комбінація 15	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(1+3)*1.05+2*1.12+4*1.16+8*1.20+12*1.09+14*2.04
161 (C)	Комбінація 15 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(15+160)*1.00
162 (C)	Комбінація 15 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(17+160)*1.00
163 (C)	Комбінація 15 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(18+160)*1.00
164 (C)	Комбінація 15 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(19+160)*1.00
165 (C)	Комбінація 15 (л)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(1+2+3+4+8+12+14)*1.00
166 (C)	Комбінація 15 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	15*0.21+165*1.00
167 (C)	Комбінація 15 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	17*0.21+165*1.00
168 (C)	Комбінація 15 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	18*0.21+165*1.00
169 (C)	Комбінація 15 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	19*0.21+165*1.00
170 (C)	Комбінація 16	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(1+3)*1.05+2*1.12+4*1.16+9*1.20+12*1.09+14*2.04
171 (C)	Комбінація 16 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(15+170)*1.00
172 (C)	Комбінація 16 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(17+170)*1.00
173 (C)	Комбінація 16 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(18+170)*1.00
174 (C)	Комбінація 16 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(19+170)*1.00
175 (C)	Комбінація 16 (л)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(1+2+3+4+9+12+14)*1.00
176 (C)	Комбінація 16 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	15*0.21+175*1.00
177 (C)	Комбінація 16 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	17*0.21+175*1.00
178 (C)	Комбінація 16 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	18*0.21+175*1.00
179 (C)	Комбінація 16 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	19*0.21+175*1.00
180 (C)	Комбінація 17	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(1+3)*1.05+2*1.12+4*1.16+10*1.20+12*1.09+14*2.04
181 (C)	Комбінація 17 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(15+180)*1.00
182 (C)	Комбінація 17 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(17+180)*1.00
183 (C)	Комбінація 17 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(18+180)*1.00
184 (C)	Комбінація 17 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(19+180)*1.00
185 (C)	Комбінація 17 (л)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(1+2+3+4+10+12+14)*1.00
186 (C)	Комбінація 17 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	15*0.21+185*1.00
187 (C)	Комбінація 17 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	17*0.21+185*1.00
188 (C)	Комбінація 17 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	18*0.21+185*1.00
189 (C)	Комбінація 17 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	19*0.21+185*1.00
190 (C)	Комбінація 18	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(1+3)*1.05+2*1.12+4*1.16+11*1.20+12*1.09+14*2.04
191 (C)	Комбінація 18 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(15+190)*1.00
192 (C)	Комбінація 18 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(17+190)*1.00
193 (C)	Комбінація 18 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(18+190)*1.00
194 (C)	Комбінація 18 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(19+190)*1.00
195 (C)	Комбінація 18 (л)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(1+2+3+4+11+12+14)*1.00
196 (C)	Комбінація 18 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	15*0.21+195*1.00
197 (C)	Комбінація 18 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	17*0.21+195*1.00
198 (C)	Комбінація 18 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	18*0.21+195*1.00
199 (C)	Комбінація 18 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	19*0.21+195*1.00

Рис.2.29 ПК ROBOT. Комбінації навантажень за ДБН (продовження №2)

## 2.3 Збір навантажень за Єврокод

### 2.3.1 Постійні навантаження

У таблицях 2.1 – 2.4 виконано збір постійних навантажень за нормами Єврокод, які, будуть прикладені до нашого каркасу.

Таблиця 2.6

Навантаження від власної ваги 1м<sup>2</sup> покриття

Елемент покрівлі	Характеристичне навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коеф. над. за експ. значенням навантаження,	Експлуатаційне навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коеф. над. за граничним значенням навантаження,	Граничне розрахункове навантаження, кН/м <sup>2</sup>
Полімерна мембрана t=1,2мм	0.16	1	0.16	1.35	0.216
Утеплювач (плити мінераловатні) (t=150мм, ρ=200кг/м <sup>3</sup> )	0.3	1	0.3	1.35	0.405
Пароізоляційна плівка	0.02	1	0.02	1.35	0.027
Сталевий профільований настил Н60-845-0.7	0.09	1	0.09	1.35	0.122
Разом	<b>0.57</b>		<b>0.57</b>		<b>0.77</b>
Технологічне обладнання (системи вентиляції, кондиціонування, освітлення)	0.3	1	0.3	1.5	0.45
Разом	<b>0.3</b>		<b>0.3</b>		<b>0.45</b>

Навантаження, що діє на 1м.п. прогонів від власної ваги покриття:

$$P_e=0.57*3=1.71 \text{ кН}, \quad P_m=0.77*3=2.31 \text{ кН}.$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							42
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Навантаження, що діє на вузел ферми від технологічного обладнання:

$$P_e = 0.3 * 3 * 6 = 5.4 \text{ кН}, \quad P_m = 0.45 * 3 * 6 = 8.1 \text{ кН}.$$

Таблиця 2.7

Навантаження від власної ваги 1м<sup>2</sup> перекриття

Елемент покрівлі	Характеристичне навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коеф. над. за експ. значенням навантаження,	Експлуатаційне навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коеф. над. за граничним значенням навантаження,	Граничне розрахункове навантаження, кН/м <sup>2</sup>
Наливна підлога (t=50мм, ρ=21.6 кН/м <sup>3</sup> )	1.08	1	1.08	1.35	1.46
З/б плита (t=60мм, ρ=25кН/м <sup>3</sup> )	1.5	1	1.5	1.35	2.03
Профнастил Н57-750-0.8 (ρ=10кг) та бетон заповнення гофр, при коеф. заповнення 0.33: 0.1+25*0.057*0.33	0.57	1	0.57	1.35	0.77
<b>Разом</b>			<b>3.15</b>		<b>4.26</b>
Корисне навантаження 400 кг/м <sup>2</sup>	4,0	1	4,0	1,5	6,0
<b>Разом</b>			<b>7.15</b>		<b>8.45</b>

Навантаження ,що діє на 1 м.п. балки настилу (при їх кроці 3 м):

$$P_e = 3.15 * 3 = 9.45 \text{ кН},$$

$$P_m = 4.26 * 3 = 12.78 \text{ кН}.$$

Таблиця 2.8

## Постійні навантаження від стінового огороження (сандвіч-панелі)

Елемент стін. огороження	Характ. навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коеф. надійності, $\gamma_{fm}$	Гр. розр. навантаження, кН/м <sup>2</sup>
2 профільованих листа НС8-1150-0,7 мінераловатні плити (t=160мм, $\gamma = 150$ кг/м <sup>3</sup> ).	0,166	1,35	0,224
	0,24	1,35	0,324
<b>Всього</b>	<b>0.406</b>		<b>0,548</b>

Таблиця 2.9

## Постійні навантаження від стінового огороження (склопакети)

Елемент стін. огороження	Характ. навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коеф. надійності, $\gamma_{fm}$	Гр. розр. навантаження, кН/м <sup>2</sup>
Склопакет (двокамерний 4-16-4-16-4)	0,37	1,35	0,5
Ригелі	0,06	1,35	0,081
<b>Всього</b>	<b>0,43</b>		<b>0,581</b>

Лінійно-розподілене навантаження на колони від власної ваги стінового огороження:

$$g_e = g_e * B = 0.43 * 6 = 2.58 \text{ кН/м.}$$

$$g_m = g_m * B = 0.581 * 6 = 3.486 \text{ кН/м.}$$

### 2.3.2 Снігові навантаження до розрахунку за EN

На рисунку 2.30 приведена карта районування території України згідно ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010 на якій наявні характеристичні значення ваги снігового покриву в залежності від снігового району.

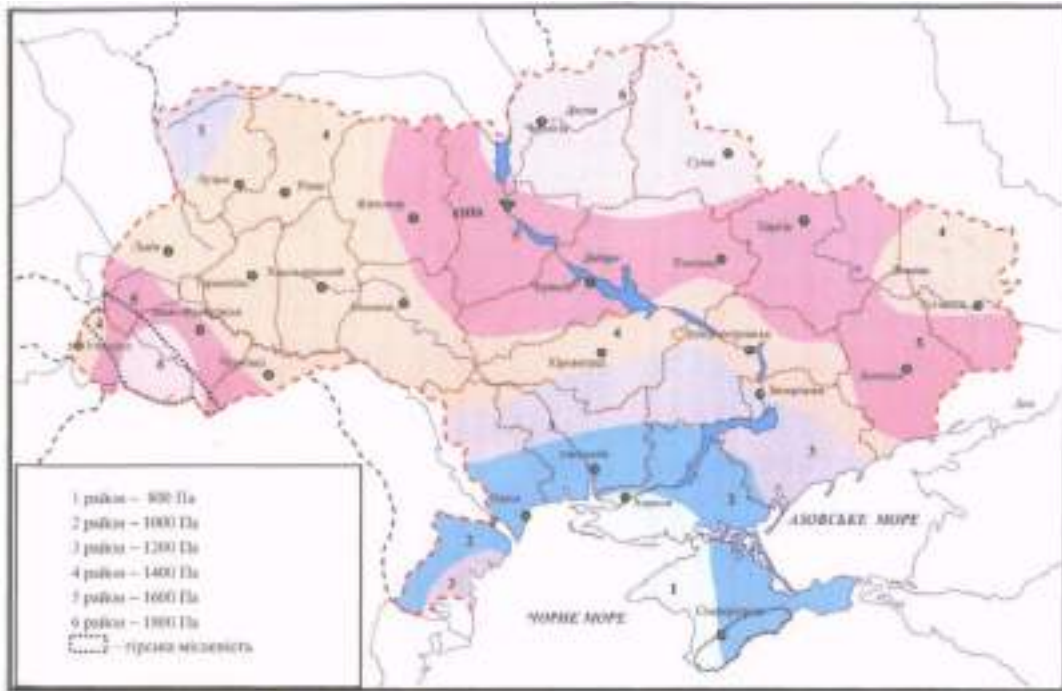


Рис.2.30 Карта районування території України за характеристичними значеннями ваги снігового покриву (ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010)

Характеристичне значення снігового навантаження:

$$s = \mu_1 C_e C_t s_0$$

$$s_0 = 1600 \text{ Па} = 1.6 \text{ кН/м}^2;$$

$$C_e = 1.2; \quad \mu_1 = 0.8 \quad C_t = 1;$$

Тут  $s_0$  - характеристичне значення снігового навантаження на ґрунт, приймається за картою районування території України за характеристичними значеннями ваги снігового покриву (рис. 2.33);

$C_e$  – коефіцієнт навколишнього середовища;

$C_t$  – температурний коефіцієнт;

$\mu_1$  – коефіцієнт форми снігового навантаження;

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		45

Характеристичне значення снігового навантаження  $s_0$  дорівнює вазі снігового покриву на 1 квадратний метр поверхні ґрунту, яке може бути перевищене у середньому 1 раз на 50 років. Воно визначається залежно від снігового району по карті (рис. 1). У нашому випадку, об'єкт будівництва розташований у м. Києві, характеристичне значення снігового навантаження  $s_0 = 1.6 \text{ кН/м}^2$ . Коефіцієнт навколишнього середовища  $C_e$  залежить від майбутньої забудови навколо майданчика будівництва.

$$s = 0.8 * 1.2 * 1 * 1.6 = 1.536 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

Квазіпостійні розрахункові значення снігового навантаження:

$$s = (0.4s_0 - S') * \mu_1 C_e C_t$$

$$S' = 160 \text{ Па}$$

$$s_k = (0.4 * 1.6 - 0.16) * 0.8 * 1.2 * 1 = 0.46 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

### Утворення снігових мішків:

На рисунках 2.31 - 2.33 приведено коефіцієнти форм снігового навантаження у відповідності до перепаду висот та геометрії покриттів будівель згідно ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010.

Коефіцієнти форми снігового навантаження і довжина наметів слід визначати:

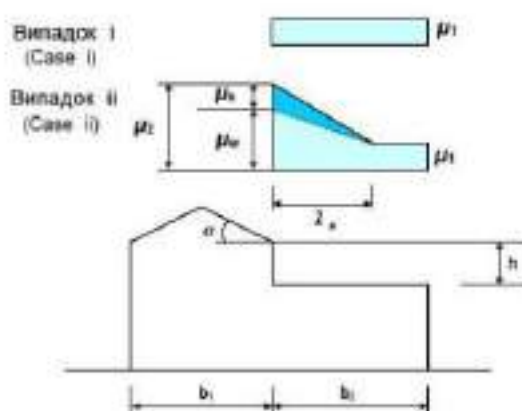


Рис. 2.31 Коефіцієнти форми (Рис. 5.7 із ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		46

Коефіцієнти форми снігових навантажень для покриттів, що примикають до більш високих будівель.

Кут нахилу покрівлі становить  $\alpha = 24^\circ$

Довжина наметів снігу -  $l_s = 2h = 2 * 4 = 8\text{м}$

$$\mu_1 = 0.8; \quad \mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

$$\mu_s = \frac{s_{max}}{2} = \frac{1.536}{2} = 0.768$$

$$\mu_w = \frac{(b_1 + b_2)}{2h} \leq \frac{\gamma h}{s_k}$$

$$\gamma = 2 \text{ кН/м}^2$$

$$\mu_w = \frac{(27 + 27)}{2 * 4} = 6.75 \leq \frac{2 * 4}{1.6} = 5$$

Діапазон значень, що рекомендується:  $0.8 \leq \mu_w \leq 4$

Таким чином, приймаємо -  $\mu_w = 4$

$$\mu_1 = 0.8; \quad \mu_2 = 0.768 + 4 = 4.768$$

Навантаження буде прикладене як нерівномірно розподілене на панелі:

- ряд прогонів №1 (x=0, біля стіни)  $\mu = 4.768$

$$q = 4.768 * 1.2 * 1 * 1.6 = 9.15 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

- ряд прогонів №2 (x=3м)  $\mu = 3.28$

$$q = 3.28 * 1.2 * 1 * 1.6 = 6.3 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

- ряд прогонів №3 (x=6м)  $\mu = 1.79$

$$q = 1.79 * 1.2 * 1 * 1.6 = 3.44 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

- ряд прогонів №4 (x=9м)  $\mu = 0.8$

$$q = 0.8 * 1.2 * 1 * 1.6 = 1.536 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		47

Для середнього прольоту буде розглянуто 3 випадки навантаження:

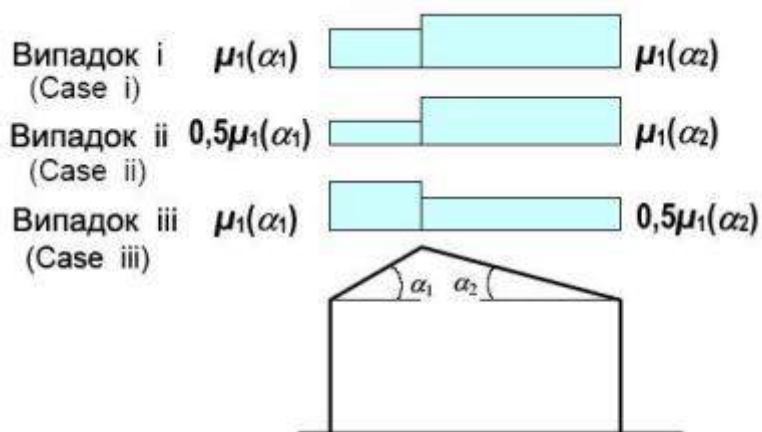


Рис. 2.32 Коефіцієнти форми снігових навантажень (Рис. 5.3 із ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010)

Для крайніх прольотів буде розглянуто один випадок з врахуванням снігових мішків.

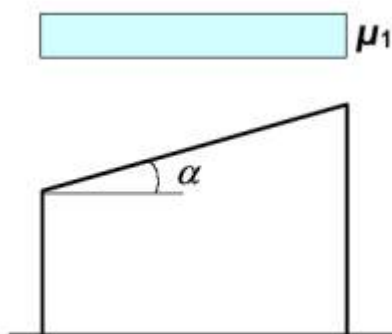


Рис. 2.33 Коефіцієнти форми снігових навантажень для односхилих покриттів (Рис. 5.2 із ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010)

### 2.3.3 Вітрові навантаження до розрахунку за EN

Вітрові навантаження генеруються автоматично в ПК «Robot Structural» за розрахунком Єврокод. Необхідно визначити середню швидкість вітру відповідно до регіону, в нашому випадку м.Київ. За значенням середньої швидкості вітру ПК згенерує та прикладе навантаження до попередньо заданих панелей що розташовані по периметру.

На Рис. 2.34 приведена карта вітрових районів України, де відображено значення швидкості вітру в залежності вітрового району згідно ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010.



Рис. 2.34 Карта вітрових районів України згідно ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010

$25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  – швидкість вітру для м. Київ.

Середня швидкість вітру:

$$v_m(z) = 0.19 \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0.07} * \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) * v_b;$$

На рис. 2.35 зображено значення коефіцієнта  $z_0$  в залежності від типу місцевості, для розрахунку середньої швидкості вітру.

Тип місцевості		$z_0$ , м
0	Море або прибережна зона, яка має доступ до відкритого моря	0.003
I	Озеро або річка і горизонтальна поверхня з незначною рослинністю і без перешкод	0.01
II	Територія з низькою рослинністю, такою як трава і окремі перешкоди (деревця, будівлі) з мінімальним інтервалом(відстанню) в 20 висот перешкоди	0.05
III	Територія з постійним рослинним покривом або будівлями, або з окремими перешкодами, максимальна відстань між якими дорівнює 20 висотам перешкоди (такі як села, приміська місцевість, постійний ліс)	0.3
IV	Територія, в якій як максимум 15% поверхні зайнято будівлями, середня висота яких перевищує 15 м	1.0

Рис. 2.35 Тип місцевості для навантажень із ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010

Вітрових – IV;  $\gg z_0 = 1 \text{ м}$

$$v_m(z) = 0.19 \left( \frac{1}{0.05} \right)^{0.07} * \ln \left( \frac{24.2}{1} \right) * 25 = 18.67 \text{ м/с}$$

24.2 м – найбільша висота по середньому прольоті;

На рисунках 2.36-2.39 приведено прикладення вітрових навантажень, відповідно до розрахунку сталевого каркасу за нормами Єврокод. Навантаження прикладено на попередньо створені панелі, через які виконується передача навантажень на елементи каркасу. Навантаження генерується автоматично, відповідно до попередньо заданої середньої швидкості вітру.

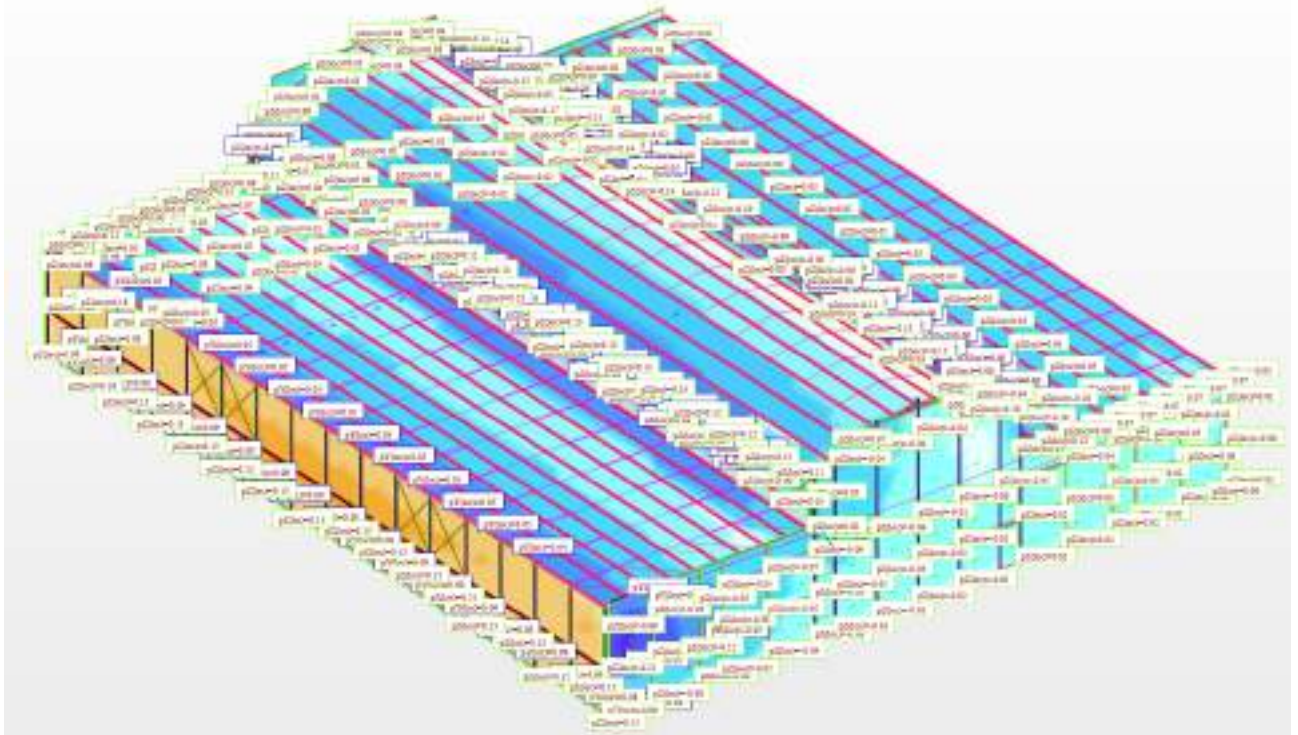


Рис. 2.36 Генерація вітру по X+ згідно норм Єврокод

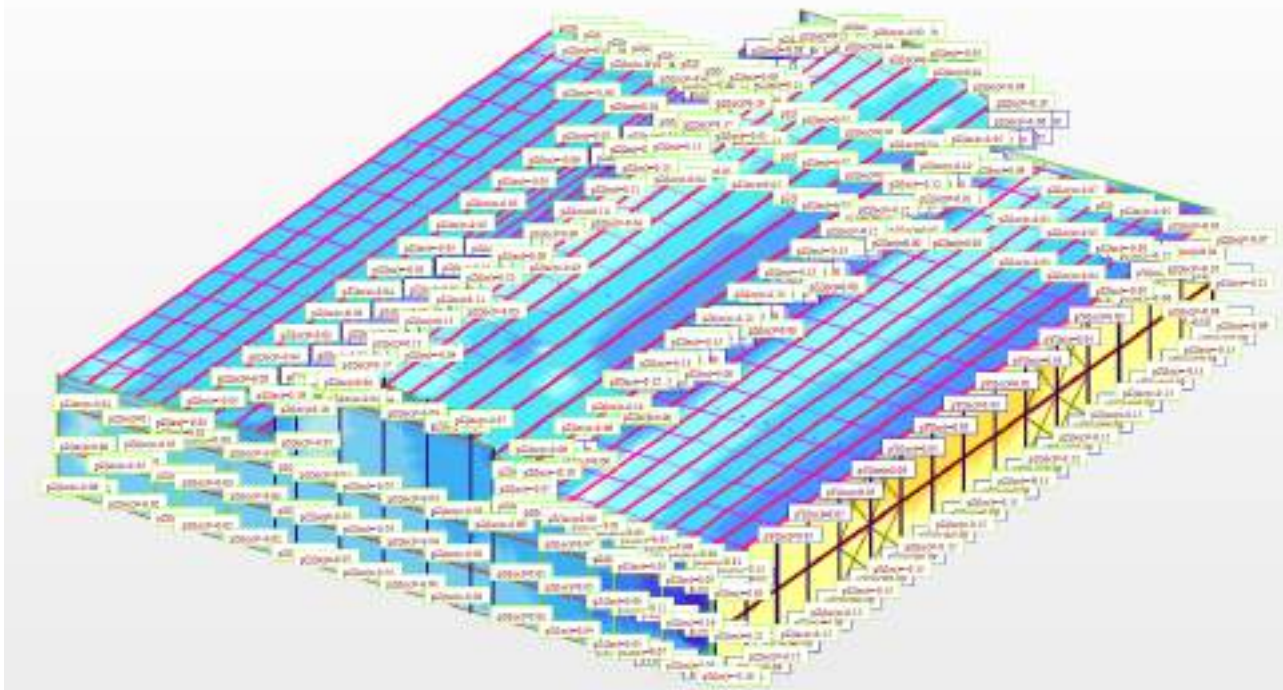


Рис. 2.37 Генерація вітру по X- згідно норм Єврокод

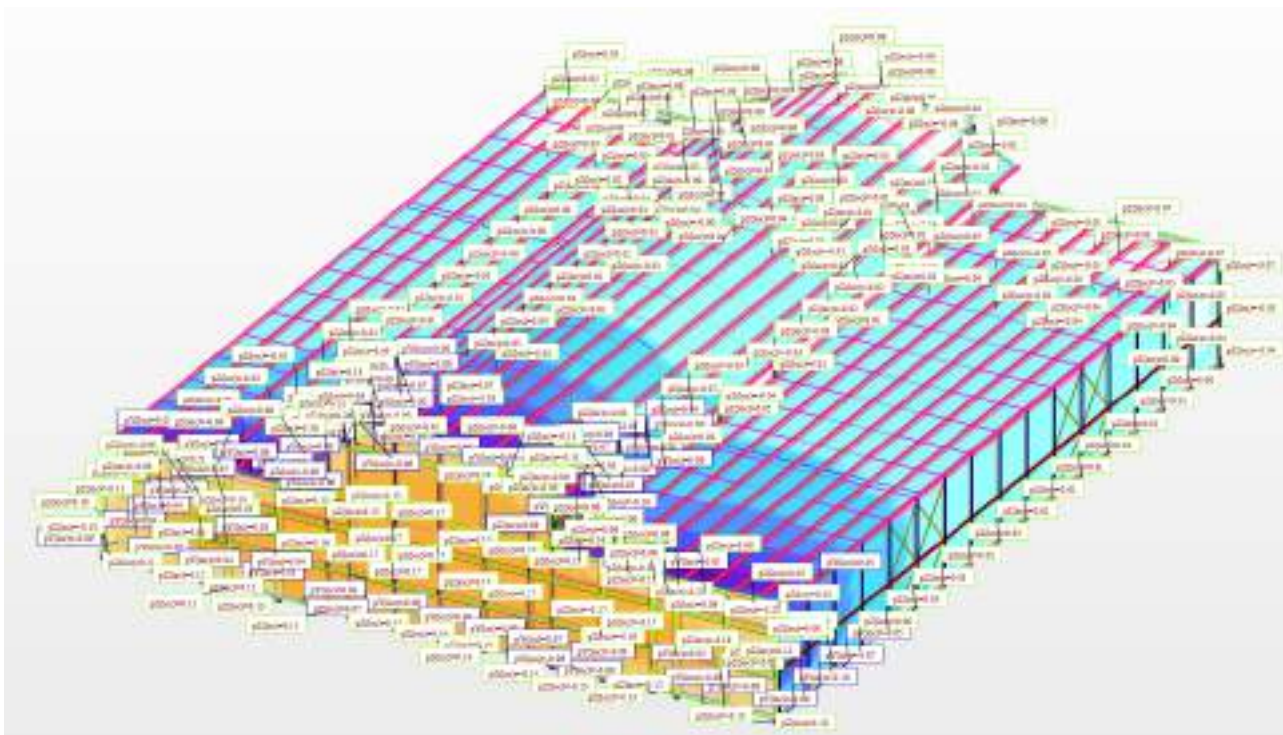


Рис. 2.38 Генерація вітру по Y+ згідно норм Єврокод

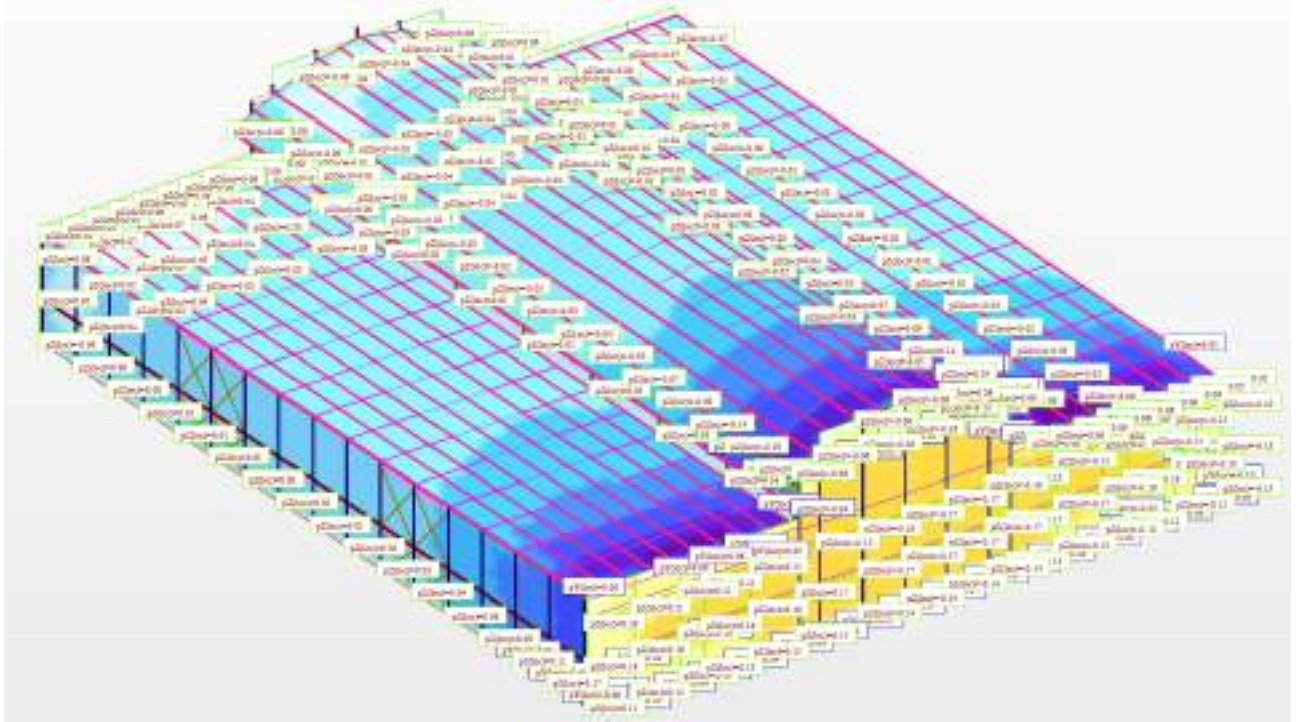


Рис. 2.39 Генерація вітру по У+ згідно норм Єврокод

На рисунках 2.40 – 2.42 відображено комбінації навантажень до розрахунку сталевого каркасу за нормами Єврокод.

У пункті 2.4, а саме, на рисунках 2.43 – 2.62 відображено характеристики, конфігурації та результати розрахунку деяких основних елементів каркасу, а саме: головних балок, балок настилу, колон крайнього, середнього ряду та балкової клітки, також, елементів ферм - поясів, розкосів, стійок, опорних розкосів та опорних стійок. Детально вказані їх граничні умови, значення розрахункових довжин, можливих розкріплень та граничних значень гнучкості при розтягу та стиску елементів.

Combinations	Name	Analysis type	Combination	Case nature	Definition
16 (C)	Комбінація 1	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+2+3+4+12)^*1.35+(5+6)^*1.60$
20 (C)	Комбінація X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$16^*1.00+200^*1.50$
21 (C)	Комбінація X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$16^*1.00+202^*1.50$
22 (C)	Комбінація Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$16^*1.00+201^*1.60$
23 (C)	Комбінація Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$16^*1.00+203^*1.50$
24 (C)	Комбінація 1 (пр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+5+6+12)^*1.00$
25 (C)	Комбінація 1 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(24+200)^*1.00$
26 (C)	Комбінація 1 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(24+202)^*1.00$
27 (C)	Комбінація 1 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(24+201)^*1.00$
28 (C)	Комбінація 1 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(24+203)^*1.00$
29 (C)	Комбінація 2	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+2+3+4+12)^*1.35+(5+7)^*1.50$
30 (C)	Комбінація 2 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$29^*1.00+200^*1.60$
31 (C)	Комбінація 2 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$29^*1.00+202^*1.50$
32 (C)	Комбінація 2 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$29^*1.00+201^*1.50$
33 (C)	Комбінація 2 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$29^*1.00+201^*1.60$
34 (C)	Комбінація 2 (пр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+5+7+12)^*1.00$
35 (C)	Комбінація 2 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(34+200)^*1.00$
36 (C)	Комбінація 2 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(34+202)^*1.00$
37 (C)	Комбінація Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(34+201)^*1.00$
38 (C)	Комбінація Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(34+203)^*1.00$
39 (C)	Комбінація 3	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+2+3+4+12)^*1.35+(5+8)^*1.50$
40 (C)	Комбінація 3 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$39^*1.00+200^*1.50$
41 (C)	Комбінація 3 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$39^*1.00+202^*1.60$
42 (C)	Комбінація 3 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$39^*1.00+201^*1.50$
43 (C)	Комбінація 3 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$39^*1.00+203^*1.50$
44 (C)	Комбінація 3 (пр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+5+8+12)^*1.00$
45 (C)	Комбінація 3 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(44+200)^*1.00$
46 (C)	Комбінація 3 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(44+202)^*1.00$
47 (C)	Комбінація 3 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(44+201)^*1.00$
48 (C)	Комбінація 3 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(44+203)^*1.00$
49 (C)	Комбінація 4	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+2+3+4+12)^*1.35+(5+9)^*1.60$
50 (C)	Комбінація 4 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$49^*1.00+200^*1.50$
51 (C)	Комбінація 4 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$49^*1.00+202^*1.50$
52 (C)	Комбінація 4 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$49^*1.00+201^*1.60$
53 (C)	Комбінація 4 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$49^*1.00+203^*1.50$
54 (C)	Комбінація 4 (пр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+5+9+12)^*1.00$
55 (C)	Комбінація 4 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(54+200)^*1.00$
56 (C)	Комбінація 4 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(54+202)^*1.00$
57 (C)	Комбінація 4 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(54+201)^*1.00$
58 (C)	Комбінація 4 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(54+203)^*1.00$
59 (C)	Комбінація 5	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+2+3+4+12)^*1.35+(5+10)^*1.50$
60 (C)	Комбінація 5 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$59^*1.00+200^*1.50$
61 (C)	Комбінація 5 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$59^*1.00+202^*1.50$
62 (C)	Комбінація 5 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$59^*1.00+201^*1.50$
63 (C)	Комбінація 5 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$59^*1.00+203^*1.60$
64 (C)	Комбінація 5 (пр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+5+10+12)^*1.00$
65 (C)	Комбінація 5 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(64+200)^*1.00$
66 (C)	Комбінація 5 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(64+202)^*1.00$
67 (C)	Комбінація 5 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(64+201)^*1.00$
68 (C)	Комбінація 5 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(64+203)^*1.00$
69 (C)	Комбінація 6	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+2+3+4+12)^*1.35+(5+11)^*1.60$
70 (C)	Комбінація 6 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$69^*1.00+200^*1.50$
71 (C)	Комбінація 6 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$69^*1.00+202^*1.50$
72 (C)	Комбінація 6 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$69^*1.00+201^*1.60$
73 (C)	Комбінація 6 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$69^*1.00+203^*1.50$
74 (C)	Комбінація 6 (пр	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+5+11+12)^*1.00$
75 (C)	Комбінація 6 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(74+200)^*1.00$
76 (C)	Комбінація 6 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(74+202)^*1.00$
77 (C)	Комбінація 6 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(74+201)^*1.00$
78 (C)	Комбінація 6 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(74+203)^*1.00$

Рис.2.40 ПК ROBOT. Комбінації навантажень за Єврокод

Combinations	Name	Analysis type	Combination	Case nature	Definition
79 (C)	Комбінація 7	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+2+3+4+12)^*1.35+(6+13)^*1.50$
80 (C)	Комбінація 7 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$79^*1.00+200^*1.50$
81 (C)	Комбінація 7 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$79^*1.00+202^*1.50$
82 (C)	Комбінація 7 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$79^*1.00+201^*1.50$
83 (C)	Комбінація 7 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$79^*1.00+203^*1.50$
84 (C)	Комбінація 7 (p)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+6+12+13)^*1.00$
85 (C)	Комбінація 7 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(84+200)^*1.00$
86 (C)	Комбінація 7 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(84+202)^*1.00$
87 (C)	Комбінація 7 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(84+201)^*1.00$
88 (C)	Комбінація 7 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(84+203)^*1.00$
89 (C)	Комбінація 8	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+2+3+4+12)^*1.35+(7+13)^*1.50$
90 (C)	Комбінація 8 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$89^*1.00+200^*1.50$
91 (C)	Комбінація 8 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$89^*1.00+202^*1.50$
92 (C)	Комбінація 8 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$89^*1.00+201^*1.50$
93 (C)	Комбінація 8 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$89^*1.00+203^*1.50$
94 (C)	Комбінація 8 (p)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+7+12+13)^*1.00$
95 (C)	Комбінація 8 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(94+200)^*1.00$
96 (C)	Комбінація 8 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(94+202)^*1.00$
97 (C)	Комбінація 8 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(94+201)^*1.00$
98 (C)	Комбінація 8 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(94+203)^*1.00$
99 (C)	Комбінація 9	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+2+3+4+12)^*1.35+(8+13)^*1.50$
100 (C)	Комбінація 9 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$99^*1.00+200^*1.50$
101 (C)	Комбінація 9 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$99^*1.00+202^*1.50$
102 (C)	Комбінація 9 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$99^*1.00+201^*1.50$
103 (C)	Комбінація 9 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$99^*1.00+203^*1.50$
104 (C)	Комбінація 9 (p)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+8+12+13)^*1.00$
105 (C)	Комбінація 9 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(104+200)^*1.00$
106 (C)	Комбінація 9 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(104+202)^*1.00$
107 (C)	Комбінація 9 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(104+201)^*1.00$
108 (C)	Комбінація 9 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(104+203)^*1.00$
109 (C)	Комбінація 10	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+2+3+4+12)^*1.35+(9+13)^*1.50$
110 (C)	Комбінація 10 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$109^*1.00+200^*1.50$
111 (C)	Комбінація 10 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$109^*1.00+202^*1.50$
112 (C)	Комбінація 10 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$109^*1.00+201^*1.50$
113 (C)	Комбінація 10 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$109^*1.00+203^*1.50$
114 (C)	Комбінація 10 (p)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+9+12+13)^*1.00$
115 (C)	Комбінація 10 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(114+200)^*1.00$
116 (C)	Комбінація 10 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(114+202)^*1.00$
117 (C)	Комбінація 10 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(114+201)^*1.00$
118 (C)	Комбінація 10 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(114+203)^*1.00$
119 (C)	Комбінація 11	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+2+3+4+12)^*1.35+(10+13)^*1.50$
120 (C)	Комбінація 11 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$119^*1.00+200^*1.50$
121 (C)	Комбінація 11 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$119^*1.00+202^*1.50$
122 (C)	Комбінація 11 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$119^*1.00+201^*1.50$
123 (C)	Комбінація 11 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$119^*1.00+203^*1.50$
124 (C)	Комбінація 11 (p)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+10+12+13)^*1.00$
125 (C)	Комбінація 11 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(124+200)^*1.00$
126 (C)	Комбінація 11 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(124+202)^*1.00$
127 (C)	Комбінація 11 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(124+201)^*1.00$
128 (C)	Комбінація 11 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(124+203)^*1.00$
129 (C)	Комбінація 12	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$(1+2+3+4+12)^*1.35+(11+13)^*1.50$
130 (C)	Комбінація 12 X +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$129^*1.00+200^*1.50$
132 (C)	Комбінація 12 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$129^*1.00+202^*1.50$
133 (C)	Комбінація 12 Y +	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$129^*1.00+201^*1.50$
134 (C)	Комбінація 12 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	$129^*1.00+203^*1.50$
135 (C)	Комбінація 12 (p)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(1+2+3+4+11+12+13)^*1.00$
136 (C)	Комбінація 12 X +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(135+200)^*1.00$
137 (C)	Комбінація 12 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(135+202)^*1.00$
138 (C)	Комбінація 12 Y +	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(135+201)^*1.00$
139 (C)	Комбінація 12 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	$(135+203)^*1.00$

Рис.2.41 ПК ROBOT. Комбінації навантажень за Єврокод (продовження №1)

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист 54
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Combinations	Name	Analysis type	Combination	Case nature	Definition
140 (C)	Комбінація 13	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(1+2+3+4+12)*1.35+(6+14)*1.50
141 (C)	Комбінація 13 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	140*1.00+200*1.50
142 (C)	Комбінація 13 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	140*1.00+202*1.50
143 (C)	Комбінація 14 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	140*1.00+201*1.50
144 (C)	Комбінація 13 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	140*1.00+203*1.50
145 (C)	Комбінація 13 (п)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(1+2+3+4+6+12+14)*1.00
146 (C)	Комбінація 13 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(145+200)*1.00
147 (C)	Комбінація 13 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(145+202)*1.00
148 (C)	Комбінація 13 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(145+201)*1.00
149 (C)	Комбінація 13 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(145+203)*1.00
150 (C)	Комбінація 14	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(1+2+3+4+12)*1.35+(7+14)*1.50
151 (C)	Комбінація 14 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	150*1.00+200*1.50
152 (C)	Комбінація 14 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	150*1.00+202*1.50
153 (C)	Комбінація 14 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	150*1.00+201*1.50
154 (C)	Комбінація 14 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	150*1.00+203*1.50
155 (C)	Комбінація 14 (п)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(1+2+3+4+7+12+14)*1.00
156 (C)	Комбінація 14 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(155+200)*1.00
157 (C)	Комбінація 14 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(155+202)*1.00
158 (C)	Комбінація 14 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(155+201)*1.00
159 (C)	Комбінація 14 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(155+203)*1.00
160 (C)	Комбінація 15	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(1+2+3+4+12)*1.35+(8+14)*1.50
161 (C)	Комбінація 15 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	160*1.00+200*1.50
162 (C)	Комбінація 15 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	160*1.00+202*1.50
163 (C)	Комбінація 15 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	160*1.00+201*1.50
164 (C)	Комбінація 15 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	160*1.00+203*1.50
165 (C)	Комбінація 15 (п)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(1+2+3+4+8+12+14)*1.00
166 (C)	Комбінація 15 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(165+200)*1.00
167 (C)	Комбінація 15 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(165+202)*1.00
168 (C)	Комбінація 15 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(165+201)*1.00
169 (C)	Комбінація 15 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(165+203)*1.00
170 (C)	Комбінація 16	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(1+2+3+4+12)*1.35+(9+14)*1.50
171 (C)	Комбінація 16 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	170*1.00+200*1.50
172 (C)	Комбінація 16 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	170*1.00+202*1.50
173 (C)	Комбінація 16 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	170*1.00+201*1.50
174 (C)	Комбінація 16 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	170*1.00+203*1.50
175 (C)	Комбінація 16 (п)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(1+2+3+4+9+12+14)*1.00
176 (C)	Комбінація 16 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(175+200)*1.00
177 (C)	Комбінація 16 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(175+202)*1.00
178 (C)	Комбінація 16 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(175+201)*1.00
179 (C)	Комбінація 16 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(175+203)*1.00
180 (C)	Комбінація 17	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(1+2+3+4+12)*1.35+(10+14)*1.50
181 (C)	Комбінація 17 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	180*1.00+200*1.50
182 (C)	Комбінація 17 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	180*1.00+202*1.50
183 (C)	Комбінація 17 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	180*1.00+201*1.50
184 (C)	Комбінація 17 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	180*1.00+203*1.50
185 (C)	Комбінація 17 (п)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(1+2+3+4+10+12+14)*1.00
186 (C)	Комбінація 17 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(185+200)*1.00
187 (C)	Комбінація 17 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(185+202)*1.00
188 (C)	Комбінація 17 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(185+201)*1.00
189 (C)	Комбінація 17 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(185+203)*1.00
190 (C)	Комбінація 18	Linear Combinati	ULS	post_1.0	(1+2+3+4+12)*1.35+(11+14)*1.50
191 (C)	Комбінація 18 X	Linear Combinati	ULS	post_1.0	190*1.00+200*1.50
192 (C)	Комбінація 18 X -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	190*1.00+202*1.50
193 (C)	Комбінація 18 Y	Linear Combinati	ULS	post_1.0	190*1.00+201*1.50
194 (C)	Комбінація 18 Y -	Linear Combinati	ULS	post_1.0	190*1.00+203*1.50
195 (C)	Комбінація 18 (п)	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(1+2+3+4+11+12+14)*1.00
196 (C)	Комбінація 18 X	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(195+200)*1.00
197 (C)	Комбінація 18 X -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(195+202)*1.00
198 (C)	Комбінація 18 Y	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(195+201)*1.00
199 (C)	Комбінація 18 Y -	Linear Combinati	SLS	post_1.0	(195+203)*1.00

Рис.2.42 ПК ROBOT. Комбінації навантажень за Єврокод (продовження №2)

## 2.4 Характеристики елементів та конфігурації підбору

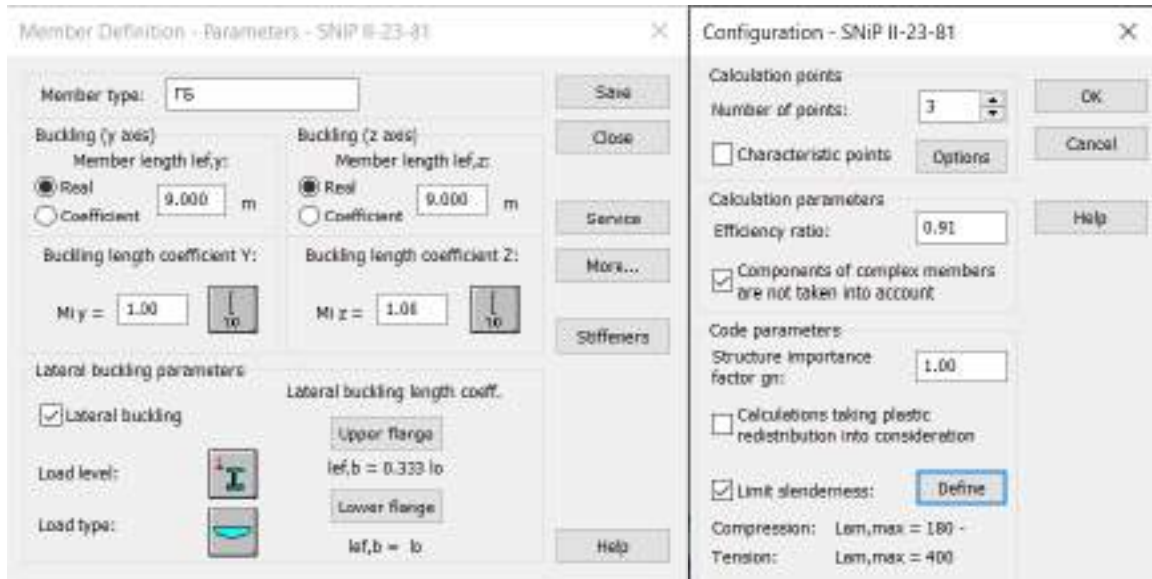


Рис.2.43 Характеристика елементів головних балок та конфігурація в ПК Robot

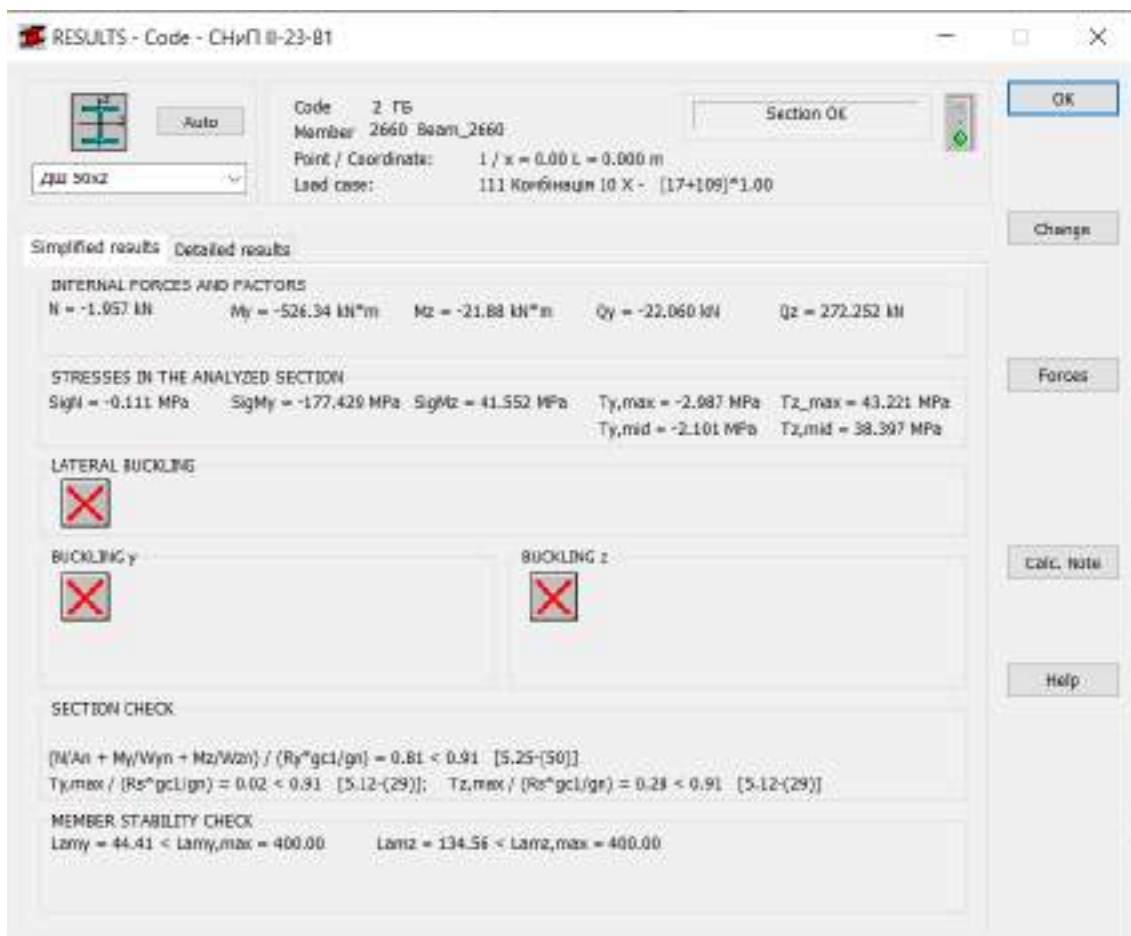


Рис.2.44 Результати підбору головних балок в ПК Robot

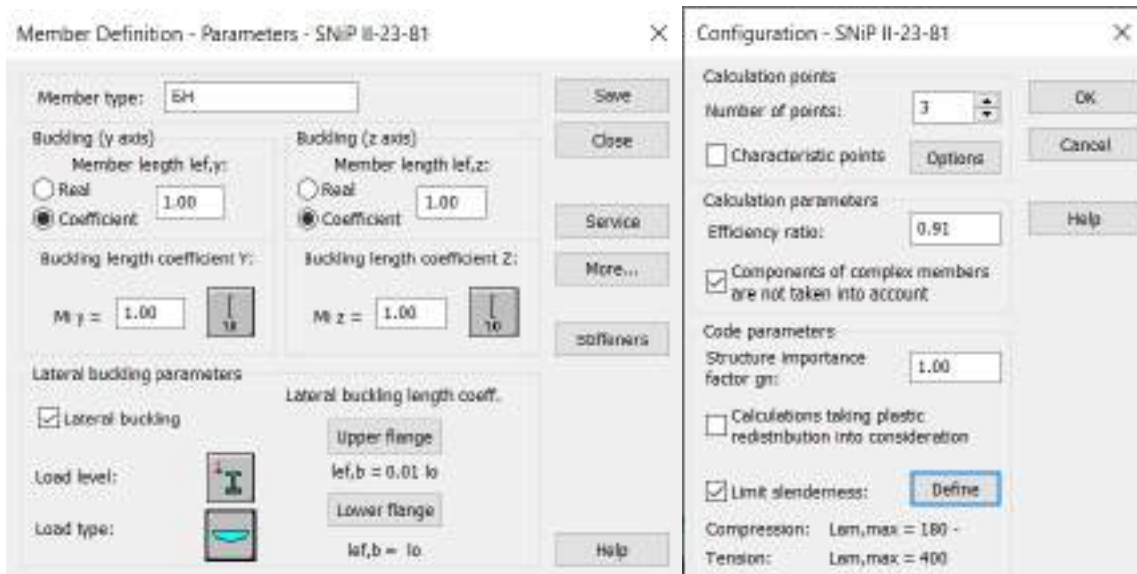


Рис.2.45 Характеристика балок настилу та конфігурація в ПК Robot

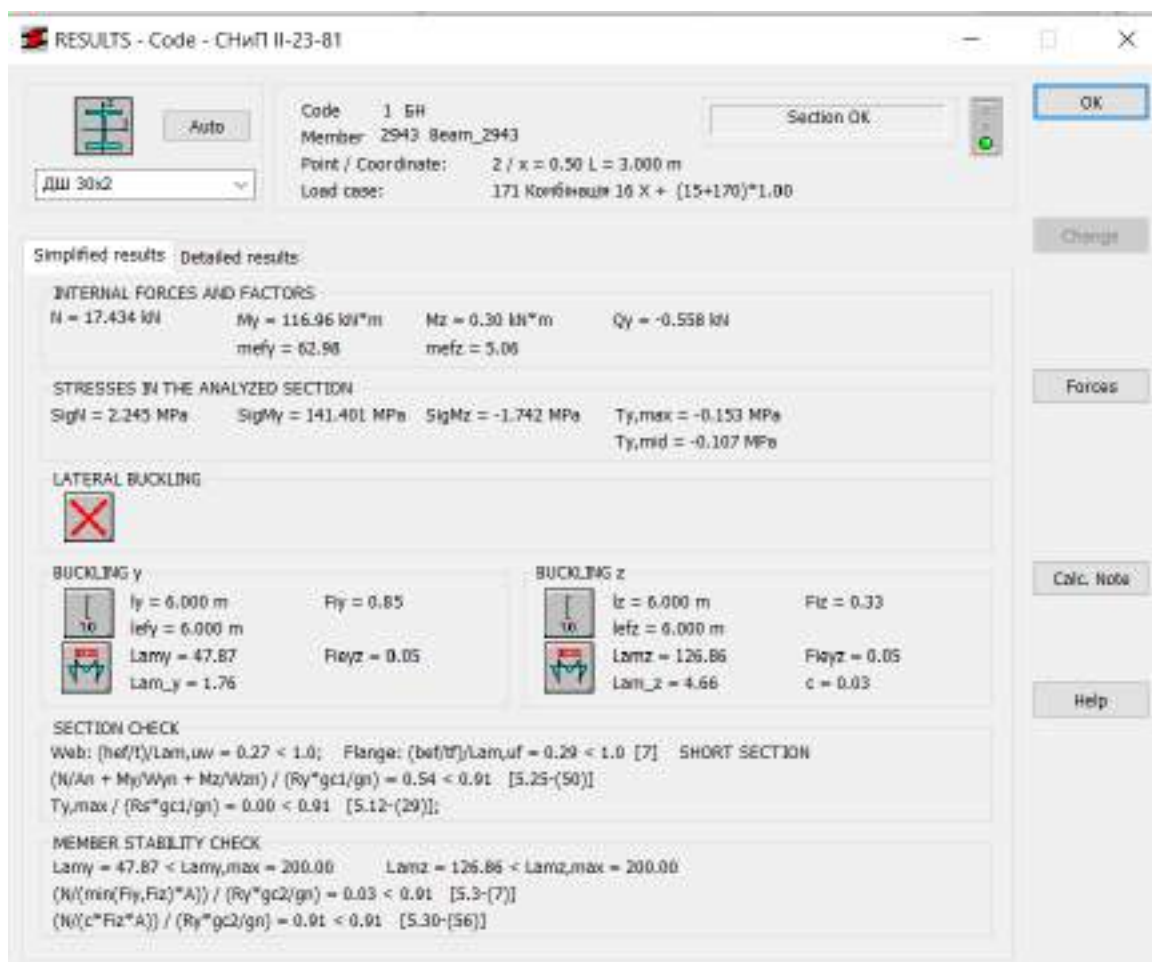


Рис.2.46 Результати підбору балок настилу в ПК Robot

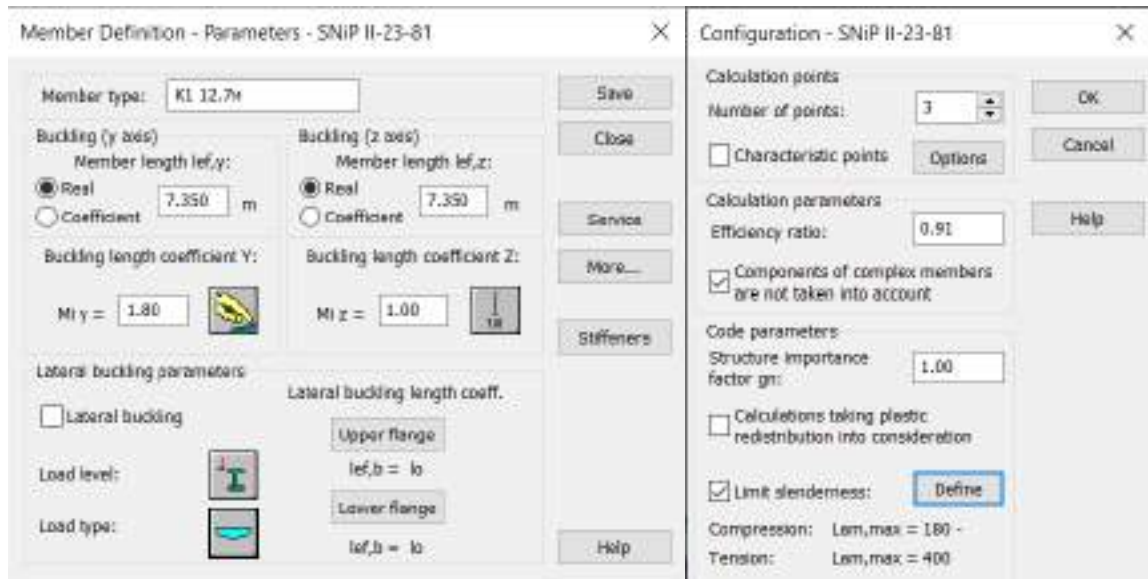


Рис.2.47 Характеристика К-1 та конфігурація в ПК Robot

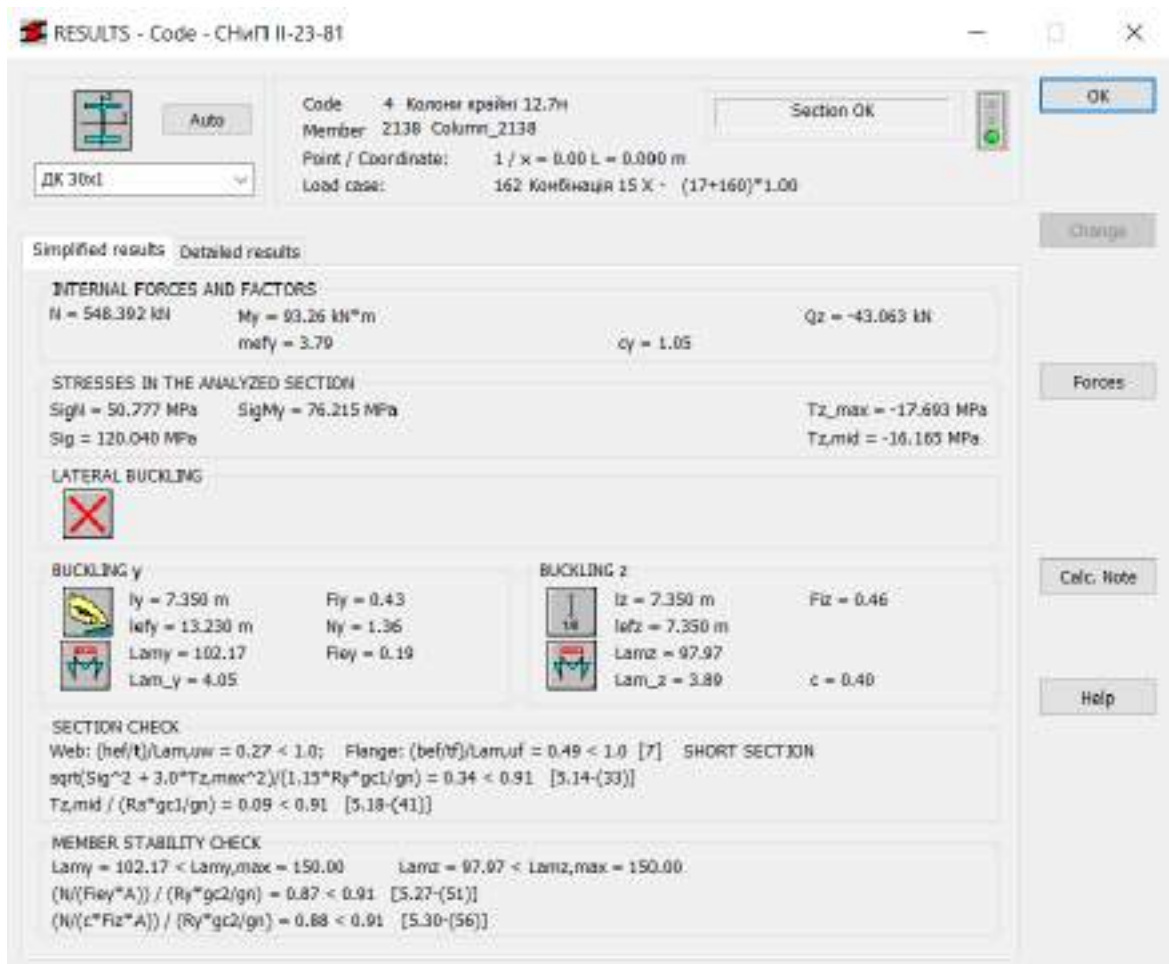


Рис.2.48 Результати підбору К-1 в ПК Robot

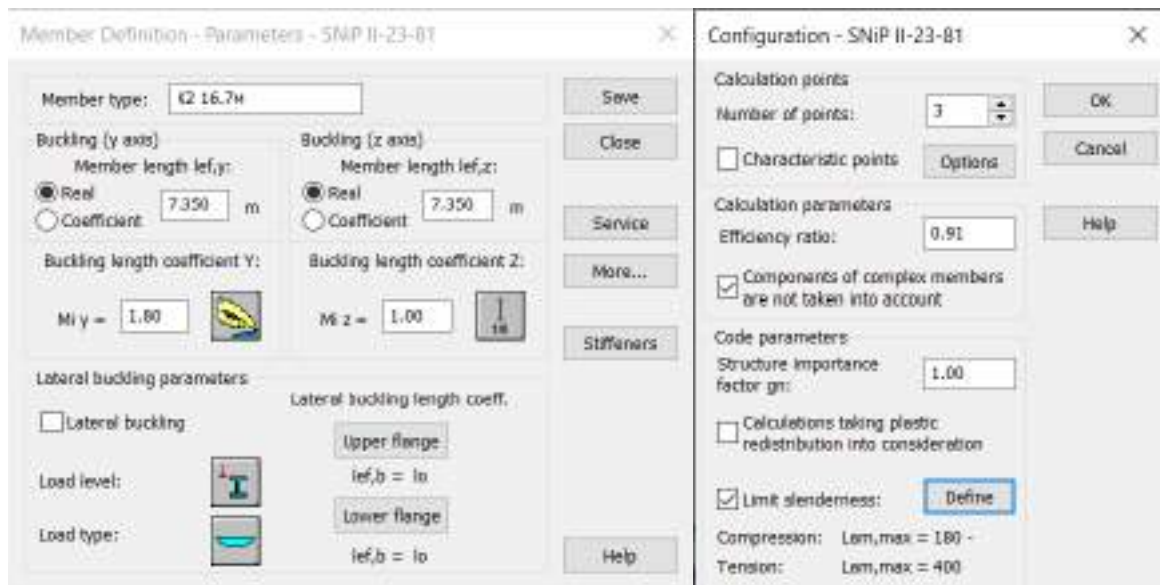


Рис.2.49 Характеристика К-2 та конфігурація в ПК Robot

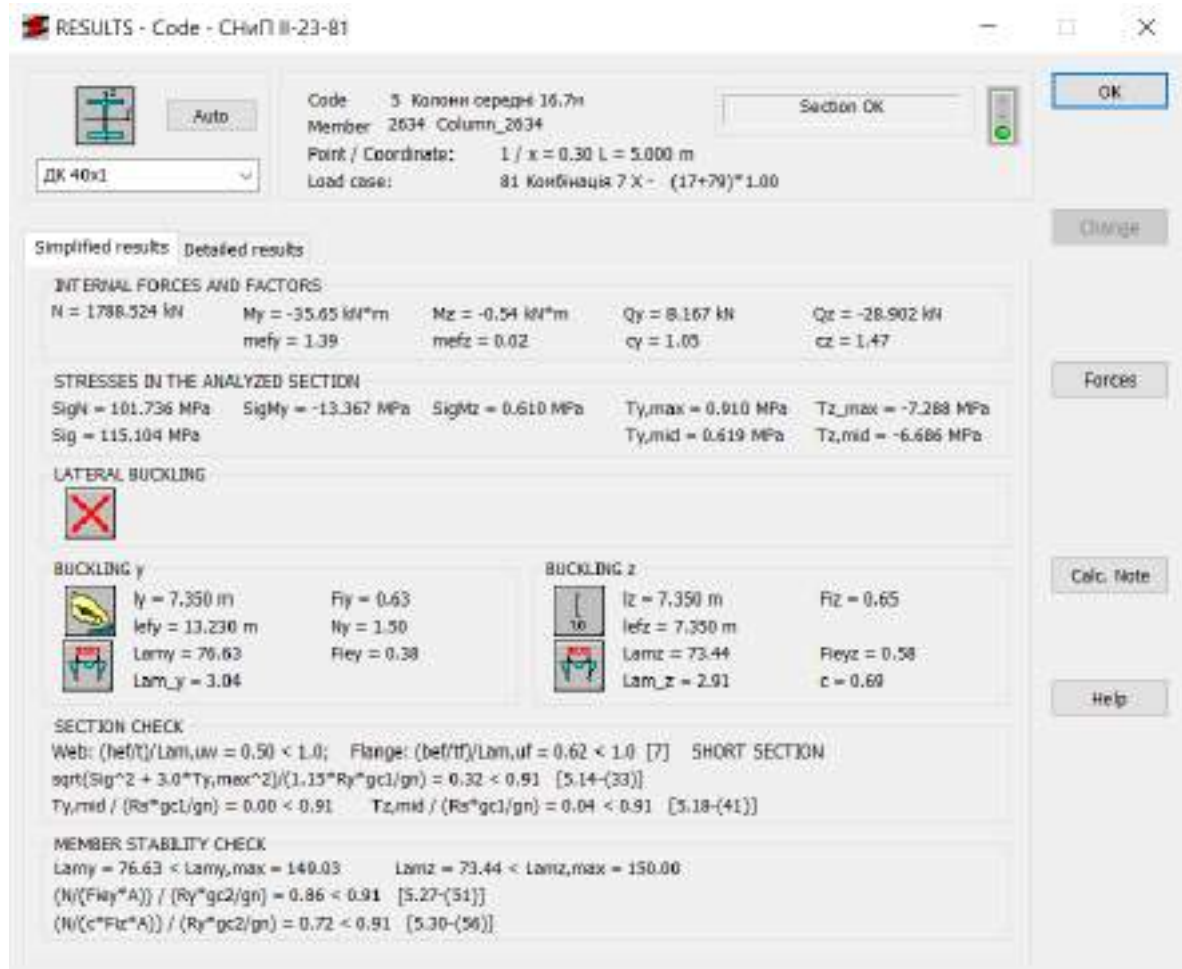


Рис.2.50 Результати підбору К-2 в ПК Robot

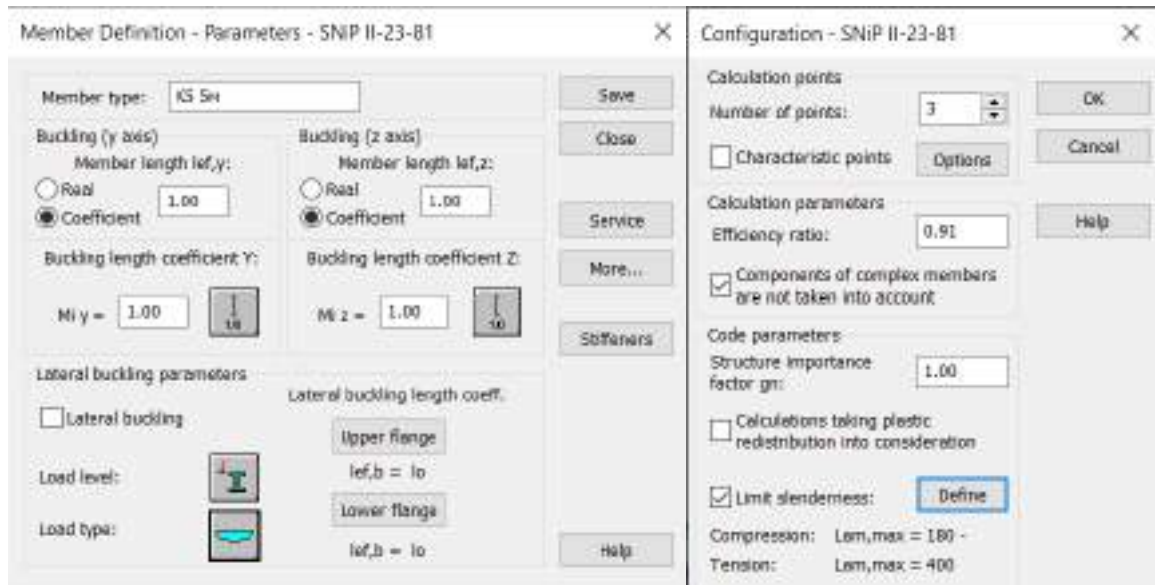


Рис.2.51 Характеристика колон балкової клітки та конфігурація в ПК Robot

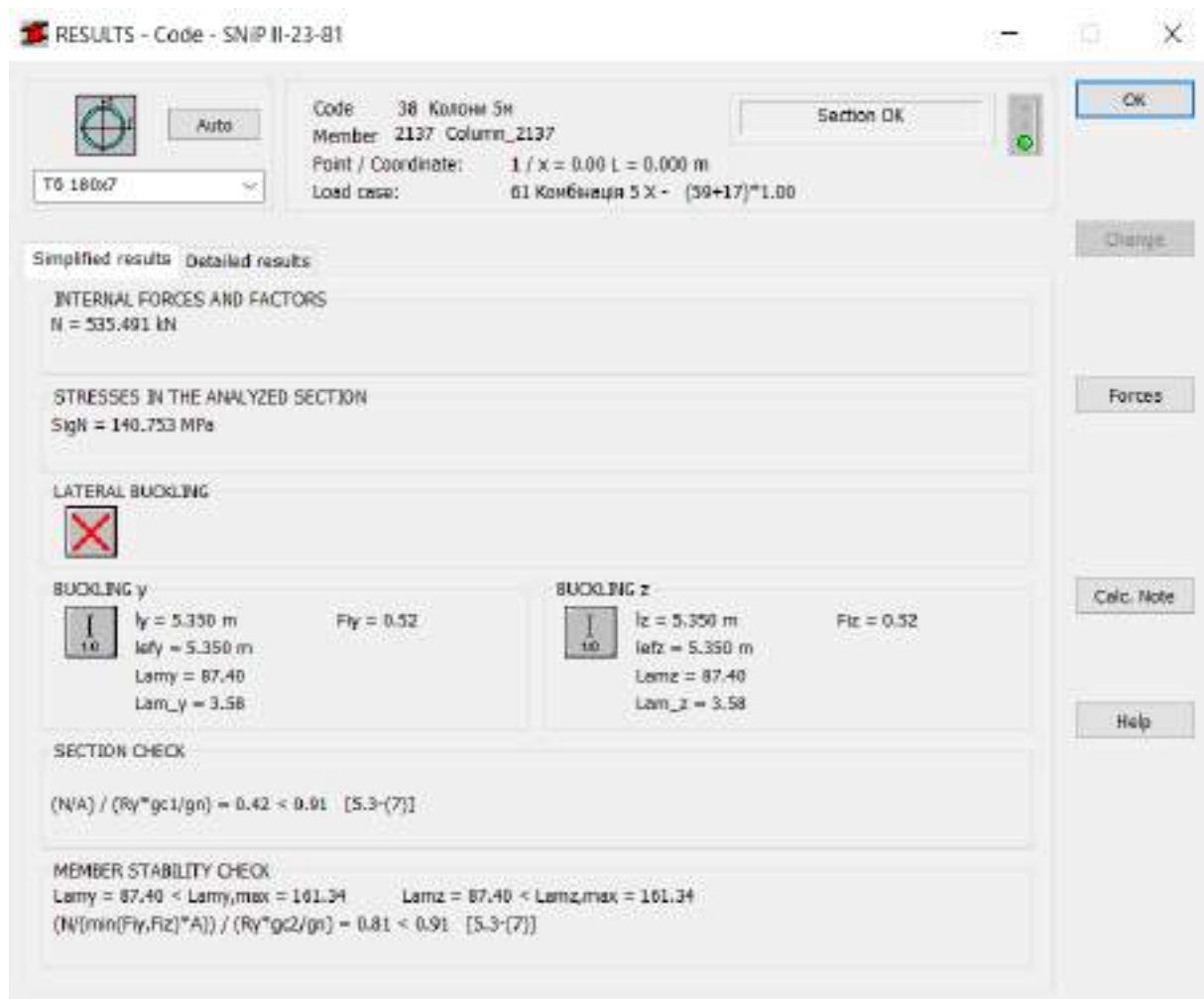


Рис.2.52 Результати підбору колон балкової клітки в ПК Robot

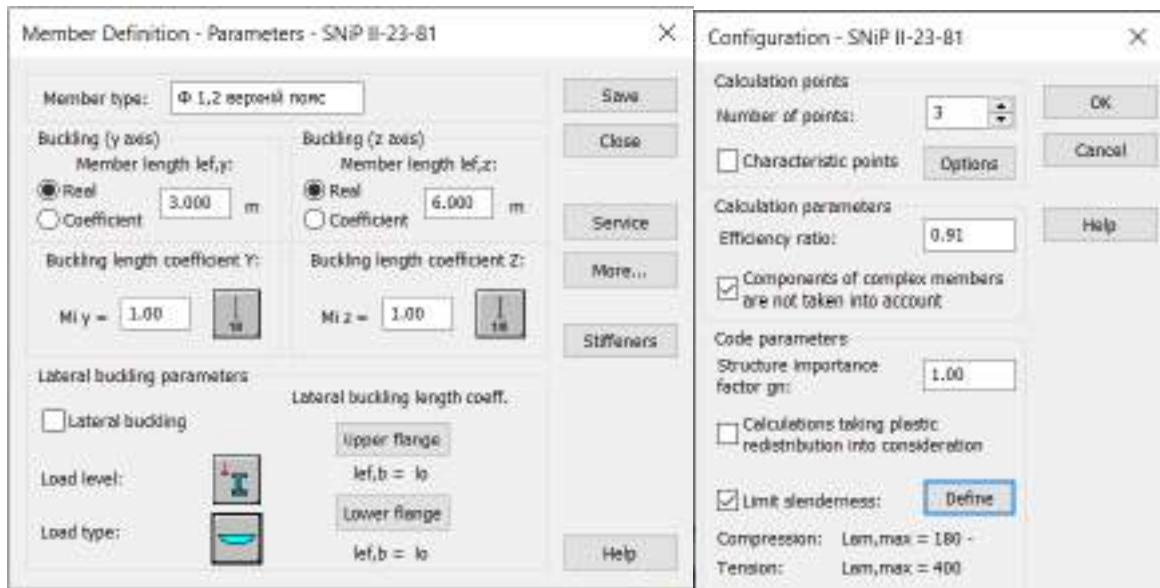


Рис.2.53 Характеристика верхнього поясу Ф-1,2 та конфігурація в ПК Robot



Рис.2.54 Результати підбору верхнього поясу Ф-1,2 (центральна частина) в ПК Robot



Рис.2.55 Результати підбору верхнього поясу Ф-1,2 (крайня частина) в ПК Robot

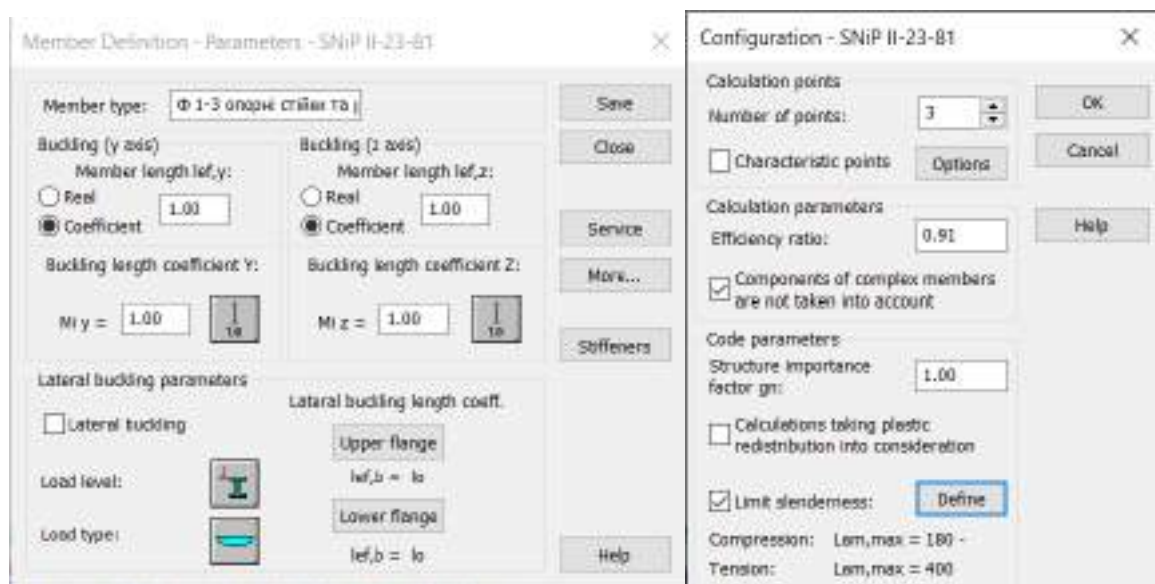


Рис.2.56 Характеристика опорних стійок і розкосів та конфігурація в ПК Robot



Рис.2.57 Результати підбору опорних розкосів Ф-1,2 в ПК Robot

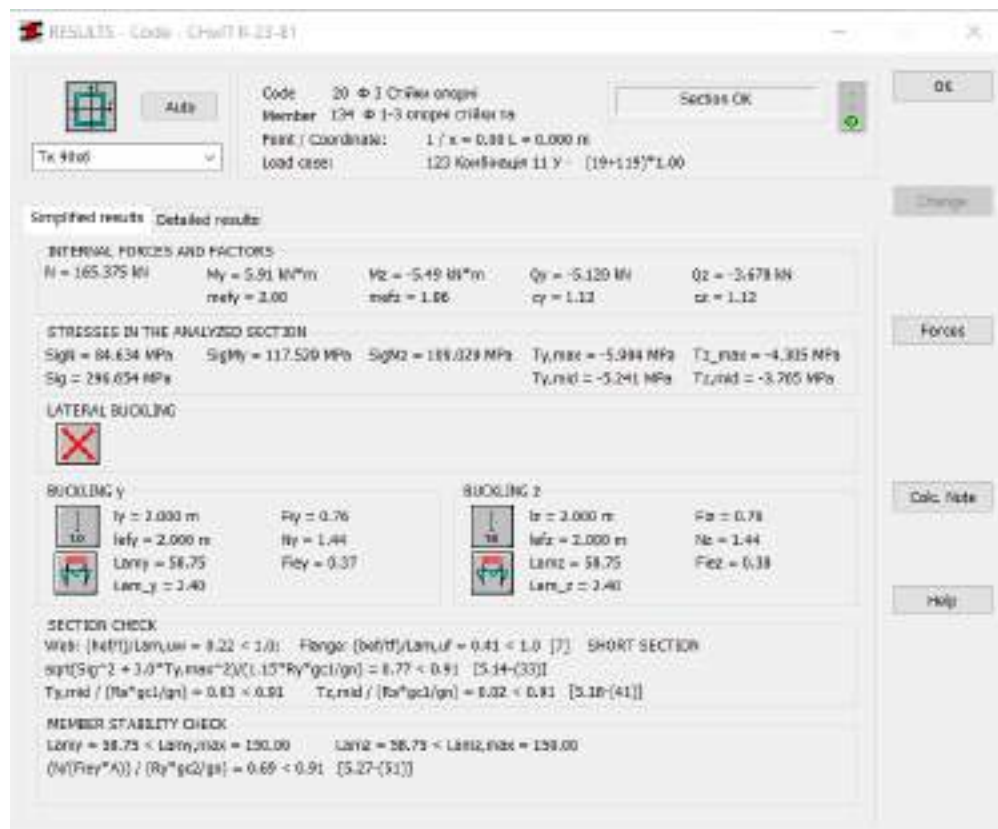


Рис.2.58 Результати підбору опорних розкосів Ф-1,2 в ПК Robot



Рис.2.59 Результати підбору опорних розкосів Ф-3 в ПК Robot

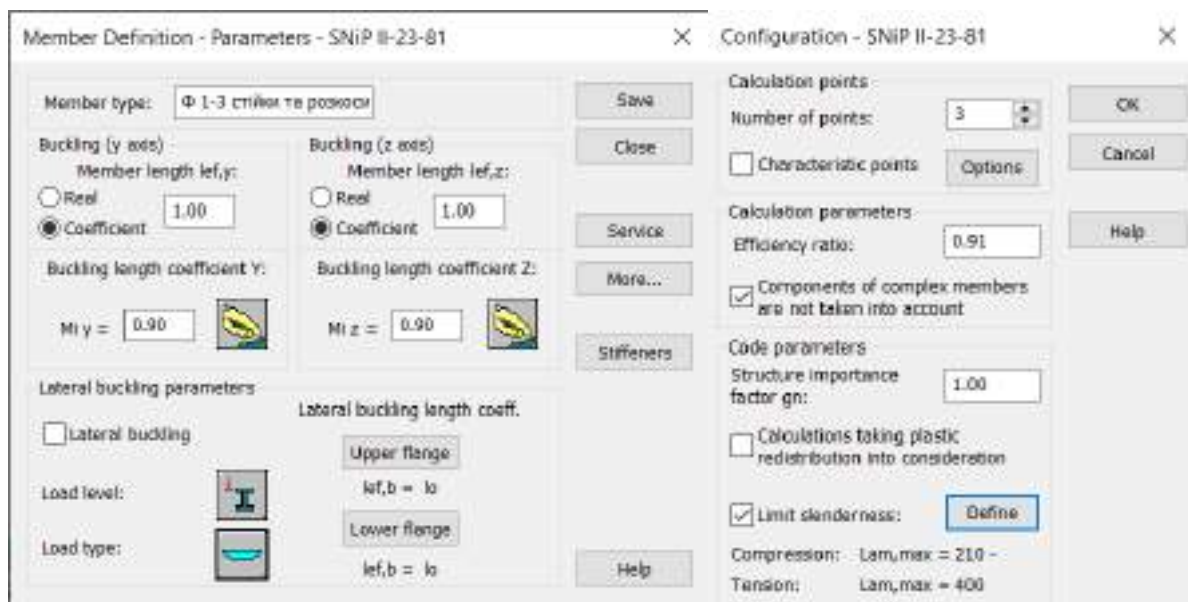


Рис.2.60 Характеристика стійок і розкосів та конфігурація в ПК Robot



Рис.2.61 Результати підбору решітки Ф-1,2 в ПК Robot



Рис.2.62 Результати підбору стійок Ф-1,2 в ПК Robot

Примітка: всім іншим елементам характеристики та конфігурації було задано аналогічним чином, відповідно до норм.

На рисунку 2.63 зображено деформовану схему каркасу розрхованого за нормами ДБН.

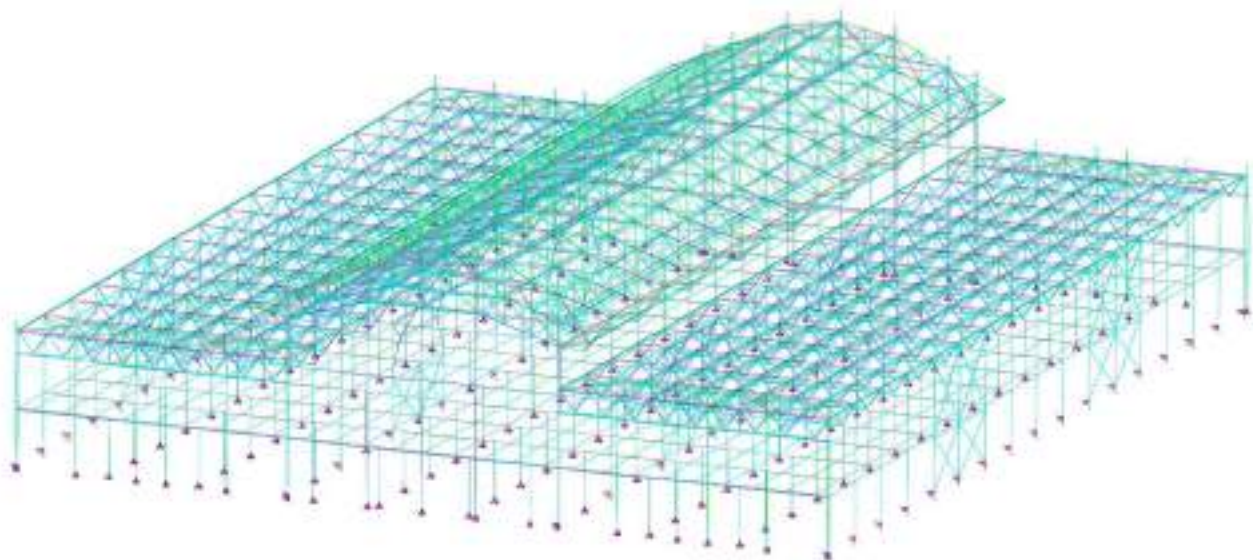


Рис.2.63 Деформована схема каркасу за ДБН

На рисунку 2.64 відображено значення поперечних зусиль  $F_z$  в елементах каркасу відповідно до розрахунку за ДБН.

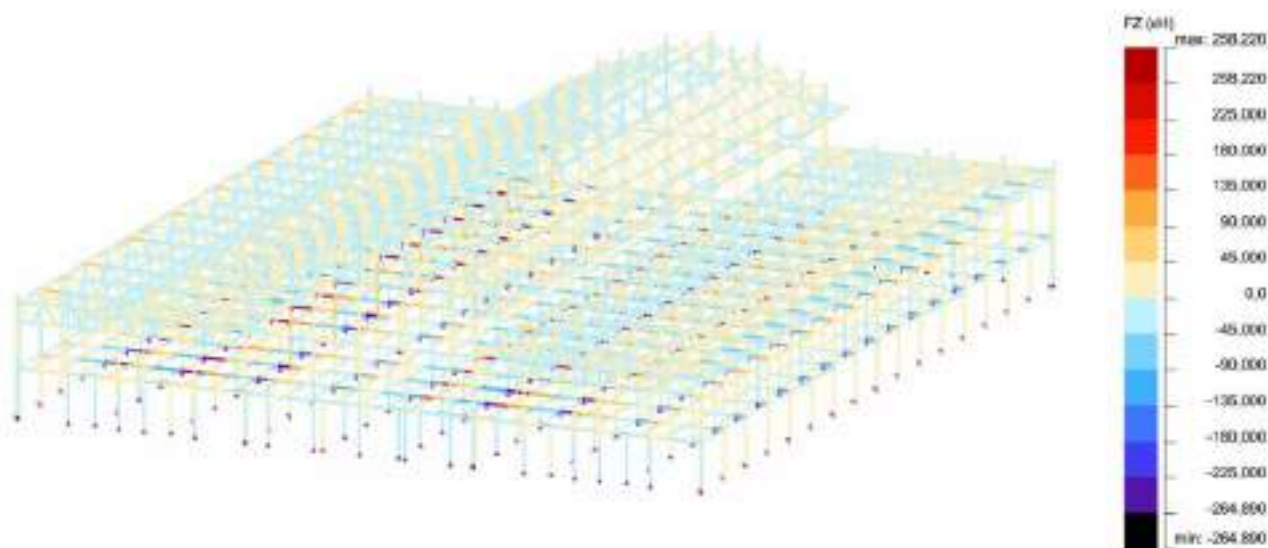


Рис.2.64 Епюри поперечних зусиль  $F_z$  за ДБН

На рисунку 2.65 зображено значення поздовжніх зусиль  $F_x$  в елементах каркасу за нормами ДБН.

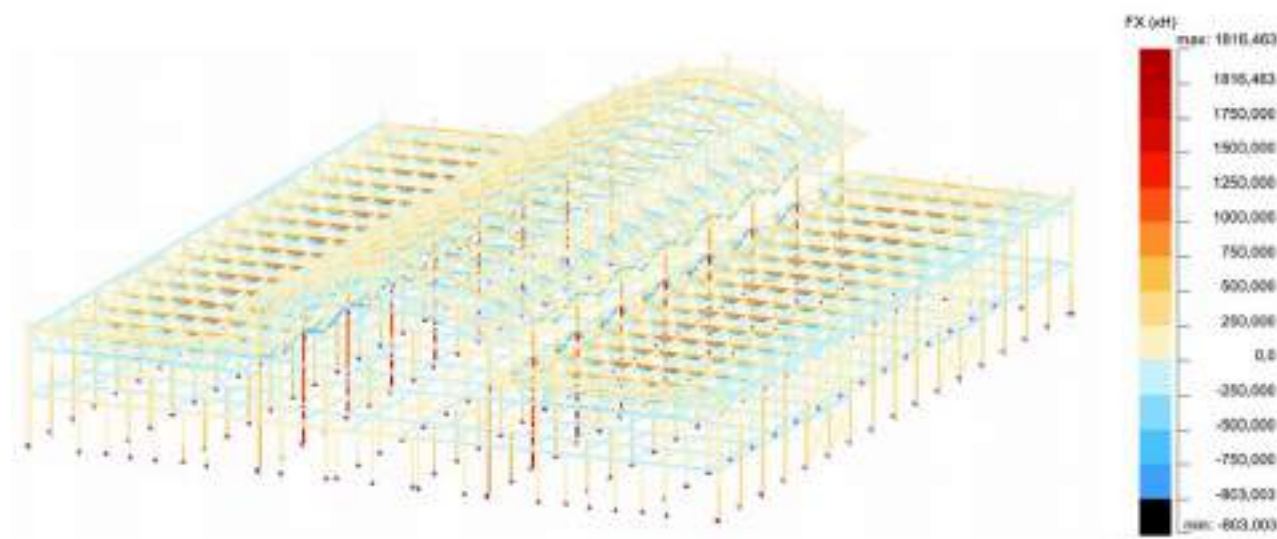


Рис.2.65 Епюри поздовжніх зусиль  $F_x$  за ДБН

На рисунку 2.66 приведено значення згинальних моментів  $M_y$  в елементах каркасу за нормами ДБН.

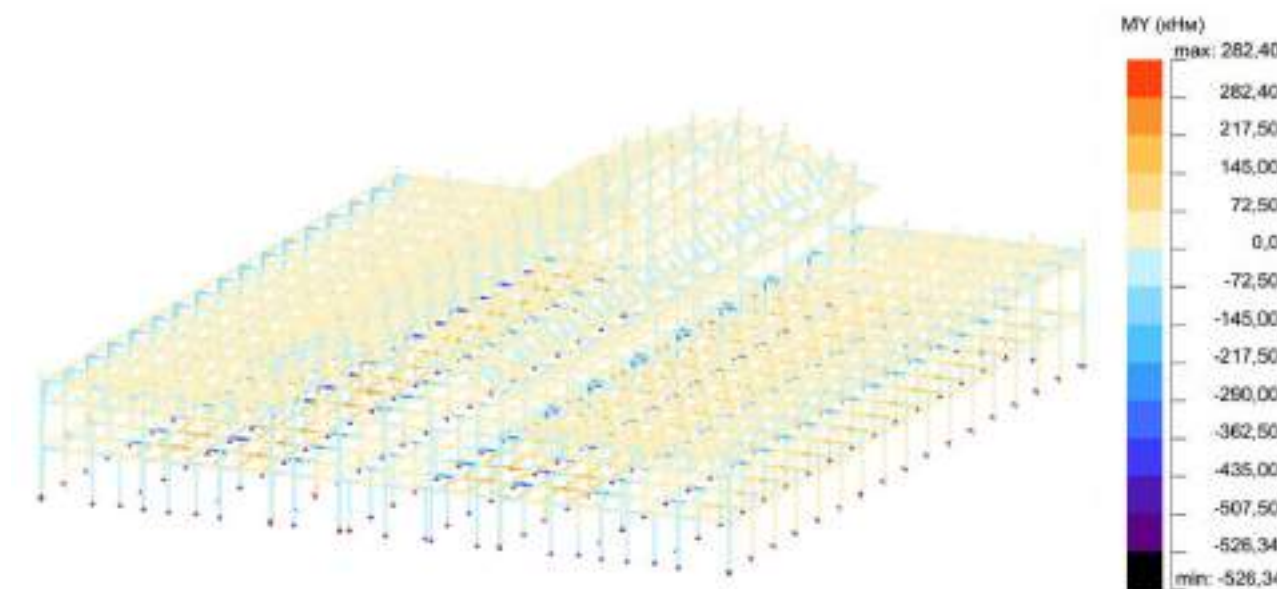


Рис.2.66 Епюра згинальних моментів  $M_y$  за ДБН

На рисунку 2.67 зображено деформовану схему каркасу розрхованого за нормами Єврокод.

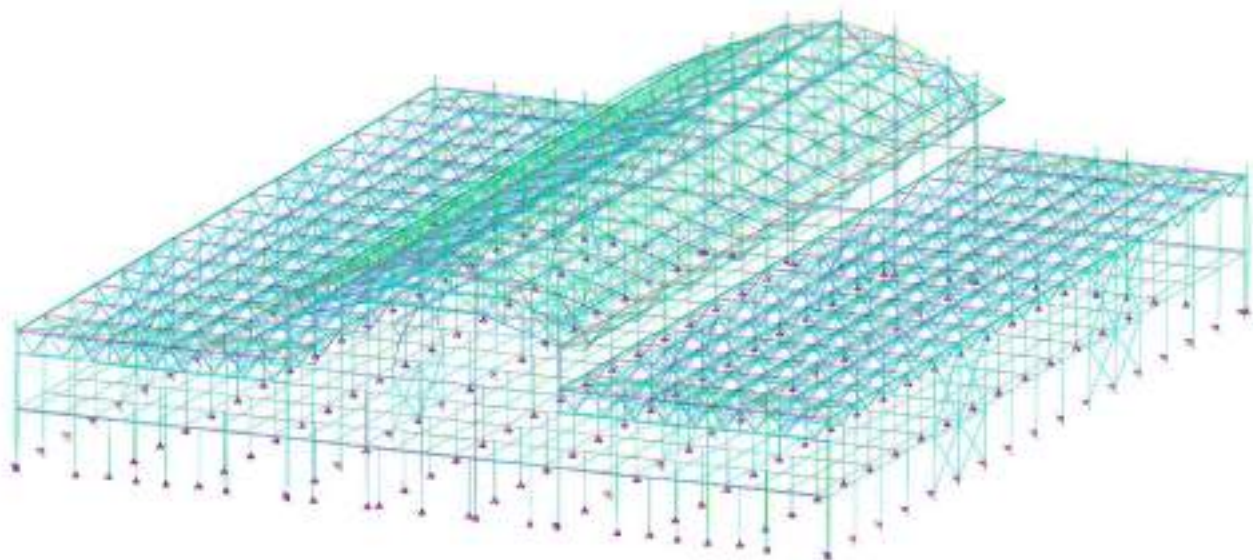


Рис.2.67 Деформована схема каркасу за Єврокод

На рисунку 2.68 наявне відображення значень поперечних зусиль  $F_z$  в елементах каркасу відповідно до розрахунку за Єврокод.

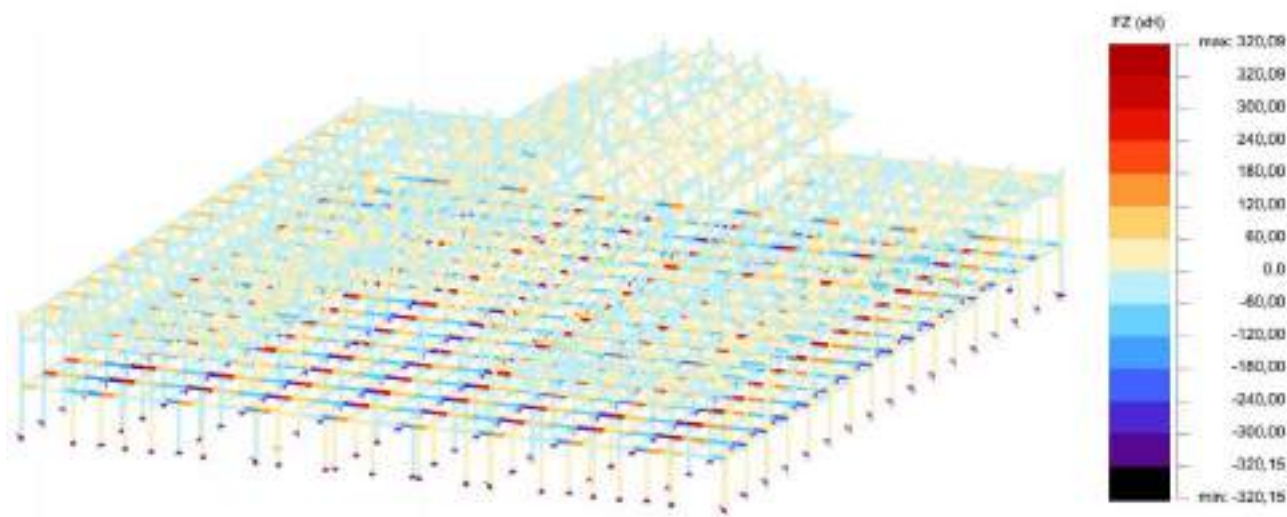


Рис.2.68 Епюра поперечних зусиль  $F_z$  за Єврокод

На рисунку 2.69 наявні відображення поздовжніх зусиль  $F_x$  в елементах каркасу та їх значень за нормами Єврокод.

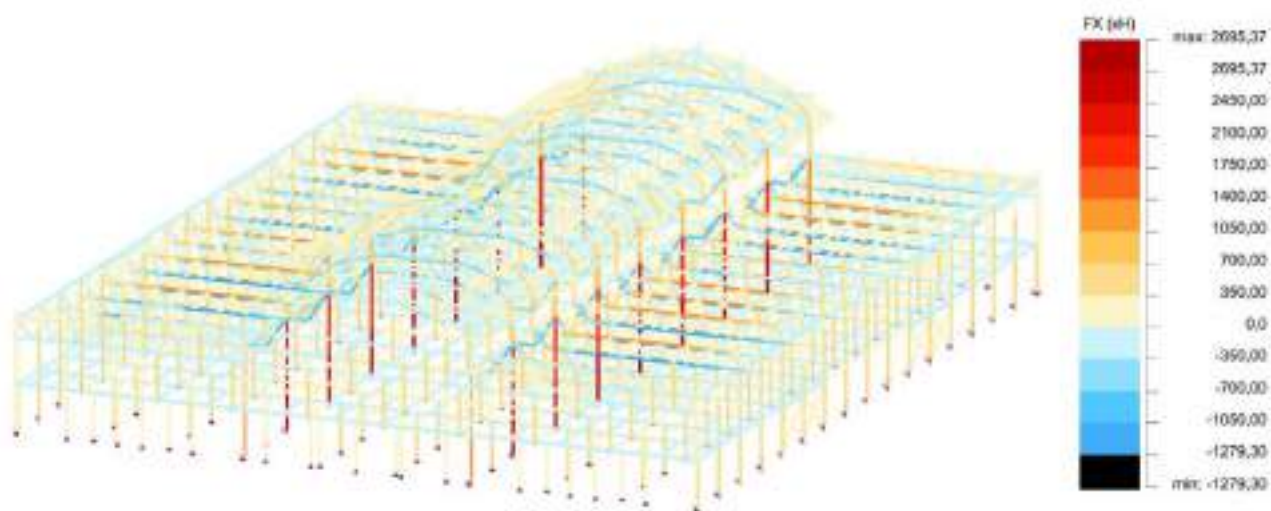


Рис.2.69 Епюра поздовжніх зусиль  $F_x$  за Єврокод

На рисунку 2.70 відображено значення згинальних моментів  $M_y$  в елементах каркасу за нормами Єврокод.

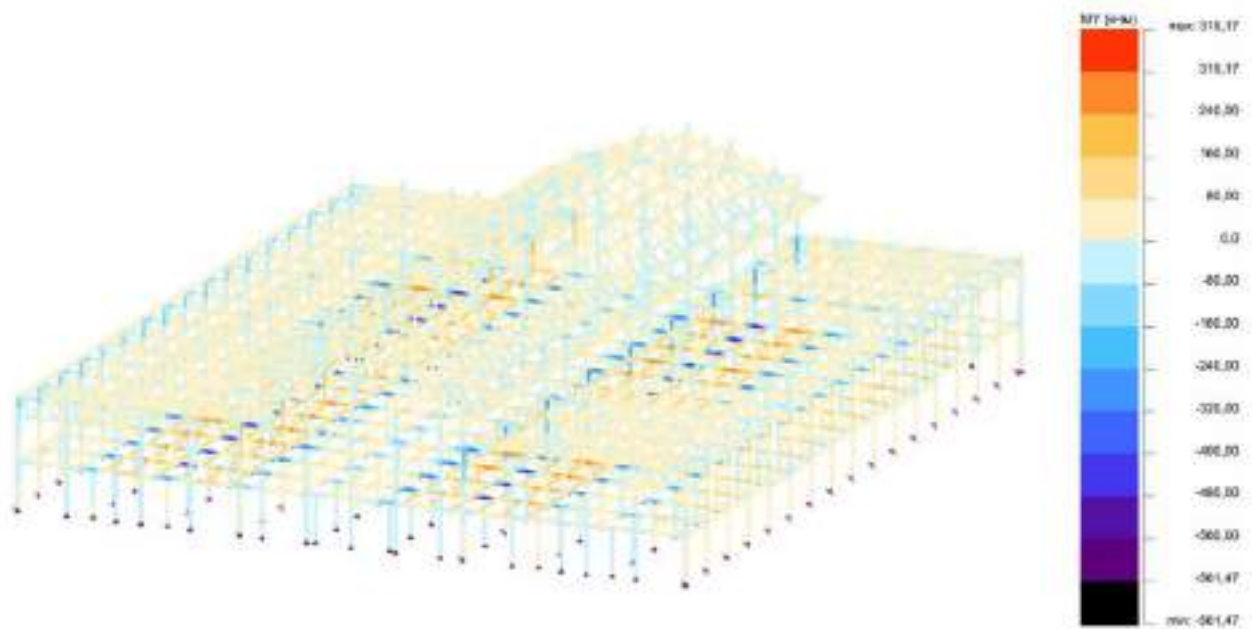


Рис.2.70 Епюра згинальних моментів  $M_y$  за Єврокод

У таблиці 2.10 наявні підібрані перерізи елементів у відповідності до попередньо створених груп підбору за нормами Єврокод, аналогічно у таблиці 2.11 тільки за нормами ДБН.



Таблиця 2.10 (продовження)

<b>Code group : 20 Ф 3 Сійки опорні</b>							
4096	Ф 1-3 опор	OK	Тк 90x7	C345	59.54	59.54	0.86 59 Комбінація 5
<b>Code group : 21 Ф 4 Верхній пояс</b>							
4241	Ф 4 верхні	OK	Т_г 200x200x12	C285	80.01	80.01	0.79 153 Комбінація 14
<b>Code group : 22 Пояси ВВ 1,2,3,4,5</b>							
4300	ВВ ВЕРХНІ	OK	Тк 110x9	C285	146.87	146.87	0.74 52 Комбінація 4 У
<b>Code group : 23 Ф 4 Сійка</b>							
3752	Ф 4 сійка_	OK	Тк 120x8	C285	35.69	35.69	0.75 163 Комбінація 15
<b>Code group : 24 Ф 3 Опорні розкоси</b>							
3729	Ф 1-3 опор	OK	Тк 180x10	C345	60.70	60.70	0.83 59 Комбінація 5
<b>Code group : 25 Ф 3 Консольні розкоси</b>							
3708	Ф 1-3 сійк	OK	Тк 80x4	C285	89.61	89.61	0.86 31 Комбінація 2 Х -
<b>Code group : 26 Ф 1-2 Сійки</b>							
220		OK	Тк 60x4	C285	79.29	79.29	0.10 150 Комбінація 14
<b>Code group : 27 Пояси ВВ 1,2,3,4,5</b>							
4300	ВВ ВЕРХНІ	OK	Тк 110x9	C285	146.87	146.87	0.74 52 Комбінація 4 У
<b>Code group : 28 Розкоси ВВ 1,2,3,4,5</b>							
4321	ВВ РОЗКО	OK	Тк 110x7	C285	77.72	77.72	0.88 32 Комбінація 2 У
<b>Code group : 29 Хрестові по мал. фермах</b>							
332	ХРЕСТОВІ Г	OK	Т_г 140x140x5	C285	77.48	109.58	0.86 184 Комбінація 17
<b>Code group : 30 Хрестові по вел. фермах</b>							
4636	ХРЕСТОВІ	OK	Т_г 120x120x6	C285	45.66	130.14	0.73 22 Комбінація У +
<b>Code group : 31 Контурні балки</b>							
4282	РОЗПІРКИ	OK	Т_г 80x80x3.5	C285	193.64	193.64	0.54 173 Комбінація 16
<b>Code group : 32 Розпірки між малими фермами</b>							
4345	РОЗПІРКИ	OK	Тк 90x5	C285	173.96	173.96	0.76 52 Комбінація 4 У
<b>Code group : 33 Хрестові по колонам</b>							
4773	ХРЕСТОВІ	OK	Т_г 120x120x5	C285	83.82	167.65	0.89 173 Комбінація 16
<b>Code group : 34 Портальні</b>							
4779	ПОРТАЛЬ	OK	Т_г 200x200x6	C285	48.27	152.32	0.72 32 Комбінація 2 У
<b>Code group : 35 В'язі по фахверку</b>							
4965	РОЗПІРКИ	OK	Т6 89x3.5	C285	198.32	198.32	0.18 184 Комбінація 17
<b>Code group : 36 Ф3 Розпірки</b>							
4295	РОЗПІРКИ	OK	Тк 90x7	C285	178.63	178.63	0.75 52 Комбінація 4 У
<b>Code group : 37 Ф4 Нижній пояс</b>							
1773	Ф 4 нижній	OK	Т_г 160x160x8	C285	102.34	196.04	0.72 150 Комбінація 14
<b>Code group : 38 Колони 5м</b>							
3005	Column_30	OK	Т6 140x22	C345	126.07	126.07	0.90 112 Комбінація 10

## 2.6 Підібрані перерізи в ПК Robot Structural за нормами ДБН

Таблиця 2.11

Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case
<b>Code group : 1 БН</b>						
2448 Beam_244	OK ДШ 30x2	C285	47.87	126.86	0.90	174 Комбінація 16
<b>Code group : 2 ГБ</b>						
2660 Beam_266	OK ДШ 50x2	C285	44.41	134.56	0.81	111 Комбінація 10
<b>Code group : 3 Прогони</b>						
2882 Beam_288	OK Т_г 180x180x7.5	C285	86.14	86.14	0.86	93 Комбінація 8 У -
<b>Code group : 4 Колони крайні 12.7м</b>						
2138 Column_21	OK ДК 30x1	C345	102.17	97.97	0.89	162 Комбінація 15
<b>Code group : 5 Колони середні 16.7м</b>						
2634 Column_26	OK ДК 40x1	C345	76.63	73.44	0.86	81 Комбінація 7 Х -
<b>Code group : 6 Фахверк в прольоті 1,3</b>						
314	OK Т_г 160x120x4.5	C345	176.38	111.03	0.84	62 Комбінація 5 У
<b>Code group : 7 Фахверк в прольоті 2</b>						
4609 Column_46	OK Т_г 300x200x6	C345	169.78	84.43	0.66	184 Комбінація 17
<b>Code group : 8 Ф 1-2 Нижній пояс</b>						
3540 Ф 3 нижній	OK Тк 100x8	C345	145.07	145.07	0.85	32 Комбінація 2 У
<b>Code group : 9 Ф 1-2 Верхній пояс (центр)</b>						
1216 Ф 1,2 верх	OK Т_г 150x150x8	C345	52.52	52.52	0.78	120 Комбінація 11
<b>Code group : 10 Ф 1-2 Верхній пояс (край)</b>						
446 Ф 1,2 верхні	OK 250x200x20	C345	32.83	78.84	0.80	40 Комбінація 3 Х +
<b>Code group : 11 Ф 1-2 Опорні розкоси</b>						
3563 Ф 1-3 опор	OK Тк 60x7	C285	117.19	117.19	0.79	90 Комбінація 8 Х +
<b>Code group : 12 Ф 1-2 Решітка</b>						
2076 Ф 1-3 стійк	OK Тк 80x7	C285	76.26	76.26	0.85	152 Комбінація 14
<b>Code group : 13 Ф 3 ВП (край)</b>						
3586 Ф 3 верхні	OK Т_г 140x140x7	C345	50.41	100.83	0.80	174 Комбінація 16
<b>Code group : 14 Ф 3 НП (край)</b>						
3591 Ф 3 нижній	OK Тк 80x6	C345	180.25	180.25	0.78	174 Комбінація 16
<b>Code group : 15 Ф 3 ВП (центр)</b>						
4206 Ф 3 верхні	OK Т_г 150x150x7.5	C345	47.05	94.11	0.79	173 Комбінація 16
<b>Code group : 16 Ф 3 НП (центр)</b>						
3592 Ф 3 нижній	OK Тк 80x5	C345	177.58	177.58	0.78	174 Комбінація 16
<b>Code group : 17 Ф 3 Стійки центр</b>						
3724 Ф 1-3 стійк	OK Тк 70x4	C285	79.53	79.53	0.84	151 Комбінація 14
<b>Code group : 18 Ф 3 Крайня решітка</b>						
2742 Ф 1-3 стійк	OK Тк 100x7	C285	106.87	106.87	0.82	174 Комбінація 16
<b>Code group : 19 Ф 3 Центральна решітка</b>						
4229 Ф 1-3 стійк	OK Т_г 90x90x3	C285	171.35	171.35	0.49	172 Комбінація 16

Таблиця 2.11 (продовження)

<b>Code group : 20 Ф 3 Сійки опорні</b>							
134	Ф 1-3 опорні	Тк 90x6	C345	58.75	58.75	0.77	123 Комбінація 11
<b>Code group : 21 Ф 4 Верхній пояс</b>							
1277	Ф 4 верхні	Т_г 160x160x8	C285	98.02	98.02	0.89	133 Комбінація 12
<b>Code group : 22 Пояси ВВ 1,2,3,4,5</b>							
619	ВВ ВЕРХНІ	Тк 110x8	C285	145.26	145.26	0.77	113 Комбінація 10
<b>Code group : 23 Ф 4 Сійка</b>							
2262	Ф 4 сійка	Тк 100x7	C285	43.00	43.00	0.80	120 Комбінація 11
<b>Code group : 24 Ф 3 Опорні розкоси</b>							
2741	Ф 1-3 опор	Т_г 180x180x10	C345	61.27	61.27	0.79	120 Комбінація 11
<b>Code group : 25 Ф 3 Консольні розкоси</b>							
1243	Ф 1-3 сійк	Т_г 80x80x3	C285	88.60	88.60	0.75	120 Комбінація 11
<b>Code group : 26 Ф 1-2 Сійки</b>							
468		Тк 60x4	C285	79.29	79.29	0.17	194 Комбінація 18
<b>Code group : 27 Пояси ВВ 1,2,3,4,5</b>							
619	ВВ ВЕРХНІ	Тк 110x8	C285	145.26	145.26	0.77	113 Комбінація 10
<b>Code group : 28 Розкоси ВВ 1,2,3,4,5</b>							
4315	ВВ РОЗКО	Тк 100x6	C285	85.12	85.12	0.87	112 Комбінація 10
<b>Code group : 29 Хрестові по мал. фермах</b>							
1009	ХРЕСТОВІ	Т_г 120x120x3.5	C285	89.65	126.79	0.77	103 Комбінація 9 У
<b>Code group : 30 Хрестові по вел. фермах</b>							
937	ХРЕСТОВІ Г	Т_г 120x120x5	C285	45.19	128.79	0.81	83 Комбінація 7 У -
<b>Code group : 31 Контурні балки</b>							
603	РОЗПІРКИ	Т_г 80x80x3	C285	192.19	192.19	0.58	113 Комбінація 10
<b>Code group : 32 Розпірки між малими фермами</b>							
4356	РОЗПІРКИ	Т_г 80x80x4	C285	195.21	195.21	0.72	113 Комбінація 10
<b>Code group : 33 Хрестові по колонам</b>							
4755	ХРЕСТОВІ	Т_г 140x140x7.5	C285	73.28	146.56	0.90	174 Комбінація 16
<b>Code group : 34 Портальні</b>							
4723	ПОРТАЛЬ	Т_г 200x200x7	C285	48.70	153.67	0.83	73 Комбінація 6 У -
<b>Code group : 35 В'язі по фахверку</b>							
4925	РОЗПІРКИ	Т6 89x3.5	C285	89.24	89.24	0.44	174 Комбінація 16
<b>Code group : 36 Ф3 Розпірки</b>							
4301	РОЗПІРКИ	Т_г 80x80x4	C285	195.21	195.21	0.85	112 Комбінація 10
<b>Code group : 37 Ф4 Нижній пояс</b>							
3750	Ф 4 нижній	Т_г 180x180x5	C285	88.10	168.77	0.90	43 Комбінація 3 У -
<b>Code group : 38 Колони 5м</b>							
2137	Column_21	Т6 180x7	C345	87.40	87.40	0.81	61 Комбінація 5 Х -

У таблиці 2.12 виконано порівняльний аналіз підбору елементів за нормами ДБН та Єврокод та вказано відсоток використання підібраних перерізів.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							73
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Порівняльна таблиця підбору перерізів за ДБН та EN в ПК «Robot Structural»

Таблиця 2.12

Група підбору	ДБН	%	EN	%
БН	ДШ 30x2	91	ДШ 30x1	91
ГБ	ДШ 50x2	81	ДШ 50x4	83
Прогони	Т г 180x180x7.5	86	Т г 250x250x7.5	87
Колони 12.7м	ДК 30x1	88	ДК 30x2	84
Колони 16.7м	ДК 40x1	86	ДК 40x3	81
Колони 5м	Тб 180x7	81	Тб 140x22	90
Фахверк в прольоті 1-3	Т г 160x120x4.5	84	Т г 180x140x5	50(г)
Фахверк в прольоті 2	Т г 300x200x6	66(г)	Т г 300x200x7	46(г)
Ф-1-2 НП	Тк 100x8	85	Т г 150x150x8	89
Ф-1-2 ВП (центр)	Т г 150x150x8	77	Т г 200x200x9	80
Ф-1-2 ВП (край)	Т г 250x200x20	77	Т г 200x200x20	89
Ф-1-2 Опорні розкоси	Тк 60x7	79	Тк 100x7	78
Ф-1-2 Решітка	Тк 80x7	85	Тк 120x8	75
Ф-1-2 Стійки	Тк 60x4	18(к)	Тк 60x4	10(к)
Ф-3 ВП (край)	Т г 140x140x7	80	Т г 150x150x8	87
Ф-3 НП (край)	Тк 80x6	78	Тк 100x6	81
Ф-3 ВП (центр)	Т г 150x150x7.5	79	Тк 150x10	84
Ф-3 НП (центр)	Тк 80x5	78	Тк 90x7	70
Ф-3 Стійки (центр)	Тк 70x4	84	Тк 70x4	71
Ф-3 Решітка (край)	Тк 100x7	82	Тк 120x8	70
Ф-3 Решітка (центр)	Т г 90x90x3	49(г)	Т г 100x100x4	34(г)
Ф-3 Стійки опорні	Тк 90x6	77	Тк 90x7	86
Ф-3 Розкоси опорні	Т г 180x180x10	79	Тк 180x10	82
Ф-3 Консольні розкоси	Т г 80x80x3	75	Тк 80x4	85
Ф-4 ВП	Т г 160x160x8	90	Т г 200x200x12	79
Ф-4 НП	Т г 180x180x5	90	Т г 160x160x8	72
Ф-4 Стійки	Тк 100x7	79	Тк 120x8	75
Пояси вітрових в'язей	Тк 110x8	77	Тк 110x9	74
Розкоси вітрових в'язей	Тк 100x6	87	Тк 110x7	88
Хрестові гор. по Ф-1-2	Т г 120x120x3.5	78	Т г 140x140x5	86
Хрестові гор. по Ф-3	Т г 120x120x5	81	Т г 120x120x6	73
Розпірки по Ф-1-2	Т г 80x80x4	72	Тк 90x5	76
Розпірки по Ф-3	Т г 80x80x4	85	Тк 90x7	75
Контурні балки	Т г 80x80x3	58(г)	Т г 80x80x3.5	54(г)
Хрестові між колонами	Т г 140x140x4.5	78	Т г 120x120x5	89
Портальні в'язі	Т г 200x200x7	80	Т г 200x200x6	71
В'язі по фахверку	Тб 89x3.5	44(г)	Тб 89x3.5	18(г)

## 2.7 Маркувальні схеми елементів інформаційної моделі

На рисунках 2.71 – 2.76 приведені маркувальні схеми елементів сталевого каркасу та на рисунках 2.77-2.78 відображена відомість елементів .

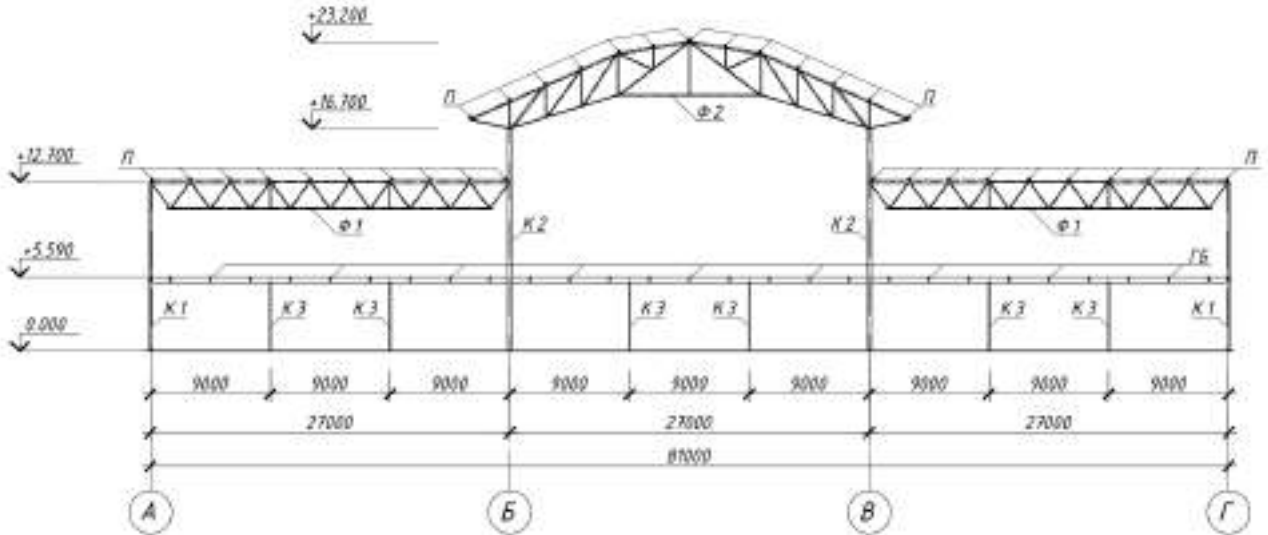


Рис. 2.71 Розріз 1-1

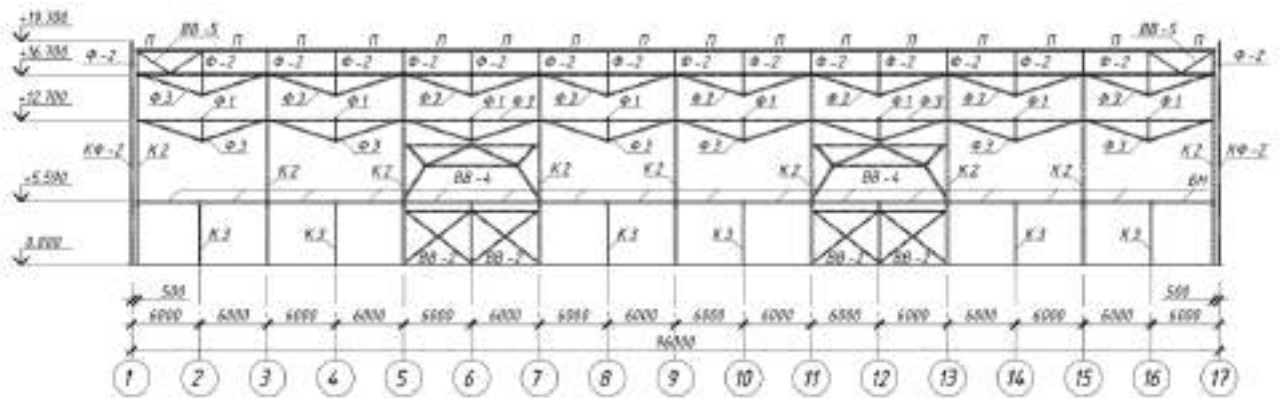


Рис. 2.72 Розріз 2-2

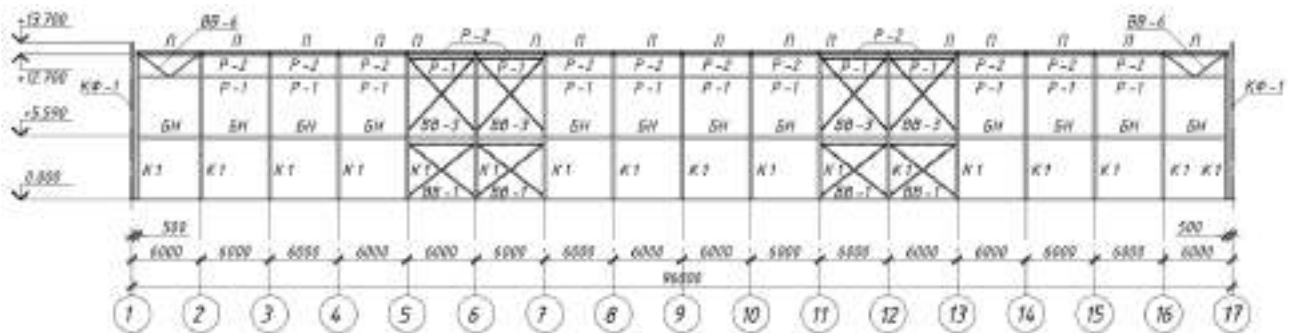


Рис. 2.73 Розріз 3-3

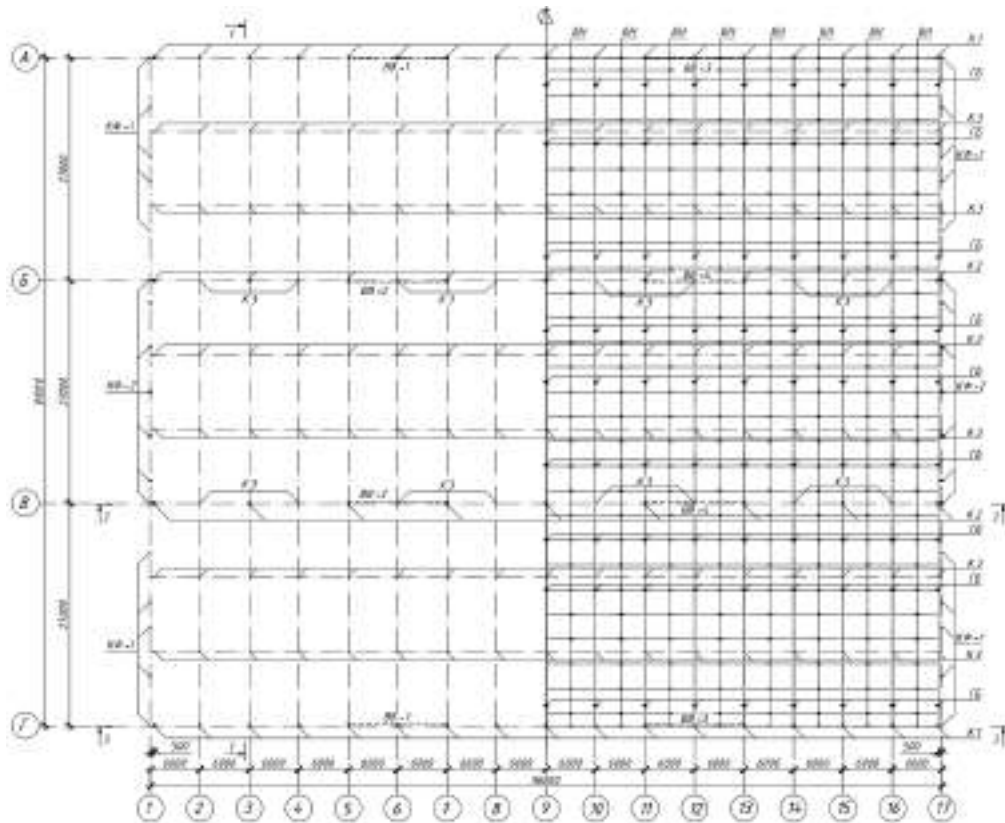


Рис. 2.74 Схема розміщення елементів на відмітці 0.000 / на відмітці +5.700

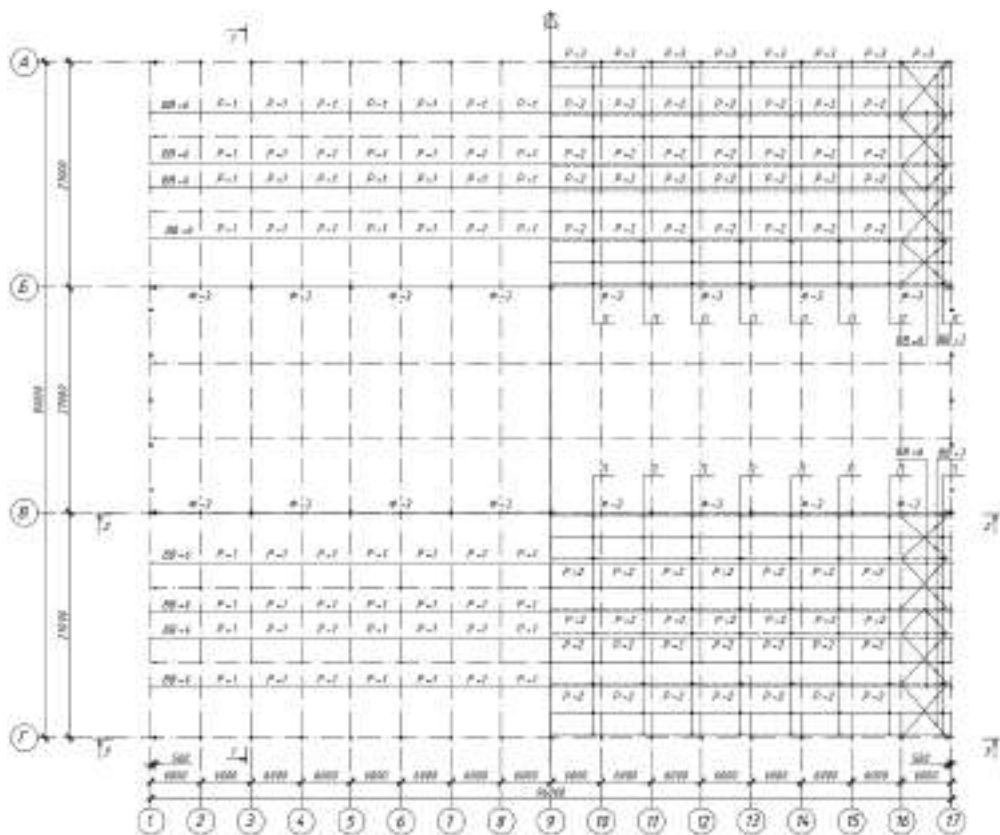


Рис. 2.75 Схема розміщення елементів по нижньому поясу ферм Ф-1 / по верхньому поясу ферм Ф-1

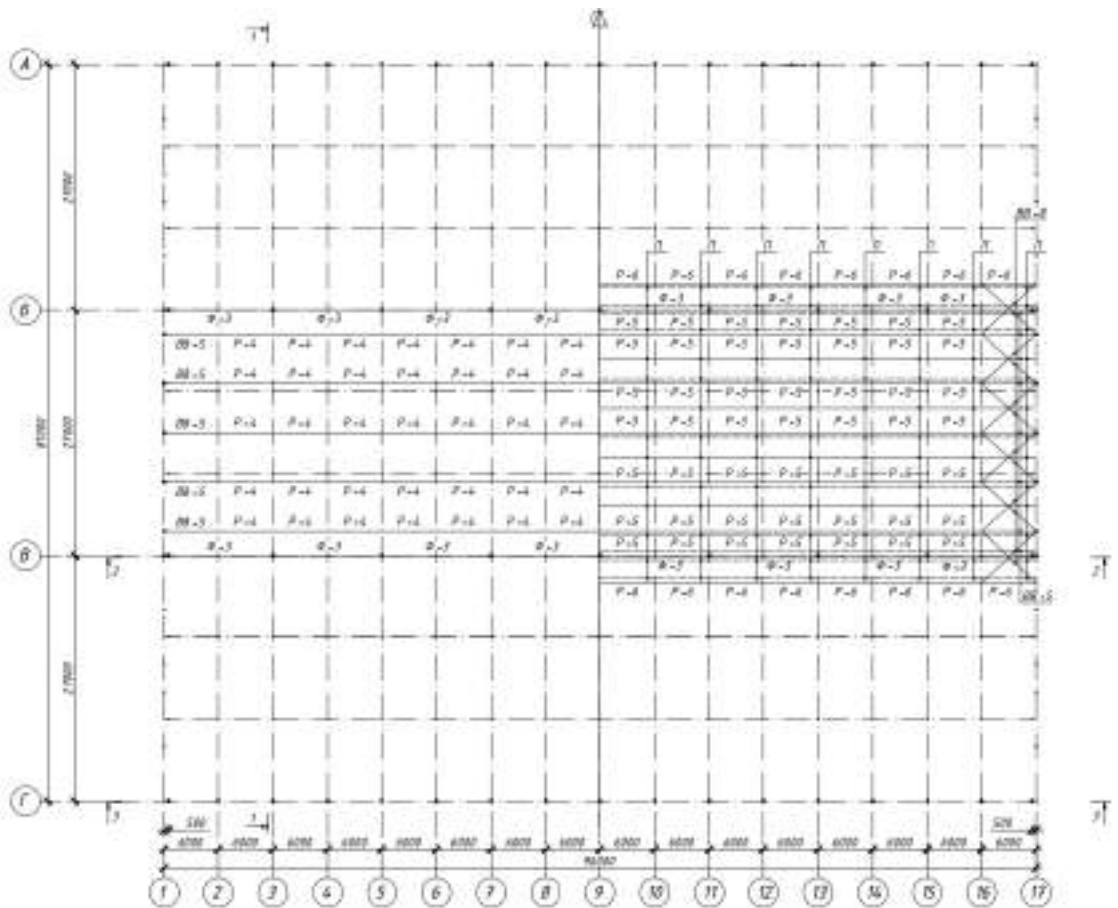


Рис. 2.76 Схема розміщення елементів по нижньому поясу ферм Ф-1 / по верхньому поясу ферм Ф-1

Марка елемента	Переріз			Зусилля для прикріплення			Найменування або марка матеріалу	Примітка
	Ескіз	Поз.	Склад	Q кН	N кН	M кНм		
БН			35 Ш 2	-0.558	17.434	116.96	С 285	
ГБ			50 Ш 2	-22.06	-1.957	526.34	С 285	
К 1			30 К 1		548.39	93.26	С 345	
К 2			40 К 1	8.817	1788.52	-35.65	С 345	
К 3			180 х 7		538.43		С 345	
КФ-1			160 х 120 х 4.5		35.04	18.17	С 345	
КФ-2			300 х 200 х 6		63.58	33.01	С 345	
Ф 1 (вскіє габарити на 90°)		1	250 х 200 х 20	-29.58	171.23	-239.92	С 345	
		2	150 х 150 х 8		824.21	2.52	С 345	
		3	80 х 7		307.85	0.33	С 285	
		4	60 х 4	0.24	1.8	-0.26	С 285	
		5	60 х 7		-302.9	0.33	С 285	
		6	100 х 8		-800.72	1.14	С 345	

Рис. 2.77 Відомість елементів

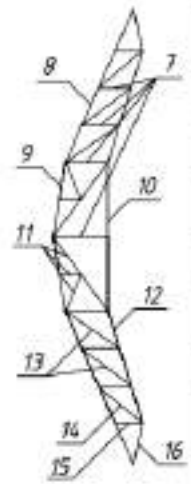
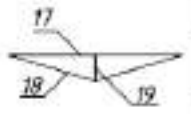















<p>Φ 2 (вскіз повернуто на 90°)</p> 	7	70 x 4	0.49	-150.77	1.72	С 285			
	8	140 x 7		397.24		С 345			
	9	150 x 7.5		505.59		С 345			
	10	80 x 5		-379.9		С 345			
	11	90 x 3	-0.23	-114.97	-0.57	С 285			
	12	80 x 6		-445.33		С 345			
	13	100 x 7		251.57	-0.77	С 285			
	14	180 x 10	0.29	383.86	-64.81	С 345			
	15	90 x 6	-5.12	165.38	5.91	С 345			
	16	80 x 3		47.56	-0.58	С 285			
	<p>Φ 3</p> 	17	160 x 8	-0.24	251.47	18.22	С 285		
		18	180 x 5	1.16	-498.66	-22.86	С 285		
		19	100 x 7		303.2	-0.5	С 285		
	BB-1			140 x 4.5		154.73		С 285	
	BB-2			140 x 4.5		154.73		С 285	
	BB-3			140 x 4.5		154.73		С 285	
BB-4			200 x 7		268.87		С 285		
<p>BB-5</p> 	20	110 x 8		167.46		С 285			
	21	100 x 6	0.4	264.37	1.4	С 285			
<p>BB-6</p> 	22	110 x 8		167.46		С 285			
	23	100 x 6	0.4	264.37	1.4	С 285			
BB-7			120 x 3.5		110.34	1.77	С 285		
BB-8			120 x 5		157.2		С 285		
П			180 x 7.5	-0.822	84.06	57.52	С 285		
P-1			80 x 4		32.67	-0.83	С 285		
P-2			80 x 4		32.67	-0.83	С 285		
P-3			80 x 3		20.06	-0.62	С 285		
P-4			80 x 4		39.4	-0.95	С 285		
P-5			80 x 4		39.4	-0.95	С 285		
P-6			80 x 3		20.06	-0.62	С 285		

Рис. 2.78 Відомість елементів (продовження)

## ***НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА***

**Консультант:** \_\_\_\_\_ Адаменко В.М.

**Здобувач:** \_\_\_\_\_ Кравчук Р.В.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		79

### 3.1 Розрахунок та конструювання перфорованої балки за нормами ДБН

Двотаврова балка з перфорованою стінкою прольотом  $l = 9$  м. З'єднання балки у вузлах – шарнірне. Максимальний момент що діє по середині прольоту  $M = 598.26$  кНм. Момент було взято з ПК «Robot Structural Analysis Professional 2025» в результаті попередньо заданого перерізу та максимально не вигідних комбінацій зусиль на перекриття. Середній коефіцієнт по навантаженню від ваги перекриття та корисного навантаження складає  $\gamma_{fm} = 1.18$ . Балка буде виготовлятися із сталі класу С345. Розрахункові опори фасонного прокату класу міцності С345 для сталевих конструкцій, будівель і споруд відповідно до табл. Г.2 ДБН В.2.6-198:2014 складають  $R_y = 315$  МПа і  $R_u = 460$  МПа при товщині прокату від 10 до 20 мм включно. Загальна стійкість балки з перф. стінкою буде забезпечена сталевим настилом.

Оскільки балка являється моносталевою, то знаходимо необхідний момент опору:

$$W_{x,cal} = \frac{M}{R_{y*\gamma_c}} = \frac{598.26 * 10^2}{31.5 * 1} = 1899.24 \text{ см}^3$$

Необхідний момент інерції з умови забезпечення жорсткості:

$$f_u = \frac{l}{225} \text{ – за ДСТУ Б В. 1.2 – 3: 2006 "Прогини і переміщення" для } l = 9 \text{ м.}$$

$$I_{l,cal} = \frac{5M_e l}{48 * 0.95 * E} * \left(\frac{l}{f}\right)_u = \frac{5 * 598.26 * 9}{48 * 0.95 * 2.06 * 10^5 * 1.18} * 225 * 10^5 = 54647 \text{ см}^4$$

Приймаємо для розкроювання, як вихідний, двотавр №45Б2  $h = 447$  мм (ГОСТ 26020-83). Характеристики наскрізного двотавра:

$$W_x = 1995 \text{ см}^3 > W_{x,cal} = 1899.24 \text{ см}^3$$

$$I_x = 66895 \text{ см}^4 > I_{l,cal} = 54647 \text{ см}^4$$

Необхідно перевірити точку  $x=1.5$  м де виникає одночасно суттєвий момент та поперечна сила:

$$M_{x1} = 357.91 \text{ кНм} \quad Q_{x1} = 237.58 \text{ кН}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		80

Дотичні напруження в стінці:

$$\tau = \frac{237.58 * 10^{-3} * 732.9 * 10^{-6}}{66895 * 10^{-8} * 0.84 * 10^{-2}} = 31 \text{ МПа}$$

Нормальні напруження в точці стику полиці за стінкою:

$$\sigma = \frac{357.91}{66895 * 10^{-8}} * \left( \frac{67}{2} - 1.3 \right) * 10^{-2} = 0.535 * 10^6 * 32.2 * 10^{-2} = 172.27 \text{ МПа}$$

Еквівалентні напруження:

$$\sigma_{red} = \sqrt{172.27^2 + 3 * 31^2} = 180.44 \text{ МПа} < 315 \text{ МПа}$$

При коефіцієнті розкроювання  $\xi = \frac{h_1}{h} = 0.75$  характеристики таврів:

$$0.75h = 0.75 * 447 = 335 \text{ мм}, \quad h_T = 447 - 335 = 112 \text{ мм.}$$

$$W_{1.max} = 124.8 \text{ см}^3 \quad W_{1.min} = 28.8 \text{ см}^3$$

$z = 2.09 \text{ см}$  – відстань від осі до грані полиці тавра.

Припускаємо, що  $c = 250$ ,  $a = b$ ,  $\alpha = 45^\circ$ .

$$b = h * (2\xi - 1) = 447 * (2 * 0.75 - 1) = 223.5 \approx 224 \text{ мм}$$

Приймаємо  $a = b = 224 \text{ мм}$

Кількість отворів по довжині балки:

$$n = \frac{l - 2c + b}{4b} = \frac{900 - 2 * 25 + 22.4}{4 * 22.4} = 9.74$$

Приймаємо  $n = 9$  і уточнюємо довжину суцільної ділянки на опорі:

$$c = \frac{l - b * (4n - 1)}{2} = \frac{1}{2} * (900 - 22.4 * (4 * 9 - 1)) = 58 \text{ см}$$

Відстані середини отворів від лівої опори знайдемо за формулою:

$$x_i = c + 1.5b + (n_i - 1) * 4b$$

Маємо:

$$x_1 = 58 + 1.5 * 22.4 = 91.6 \text{ см}$$

$$x_2 = 58 + 1.5 * 22.4 + (2 - 1) * 4 * 22.4 = 181.2 \text{ см}$$

$$x_3 = 181.2 + 4 * 22.4 = 270.8 \text{ см}$$

$$x_4 = 360.4 \text{ см} \quad x_5 = 450 \text{ см}$$

На рис 3.1 зображена вихідна схема перфорованої балки 45Б2 на етапі підбору необхідного перерізу та виконанні необхідних перевірок.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		81

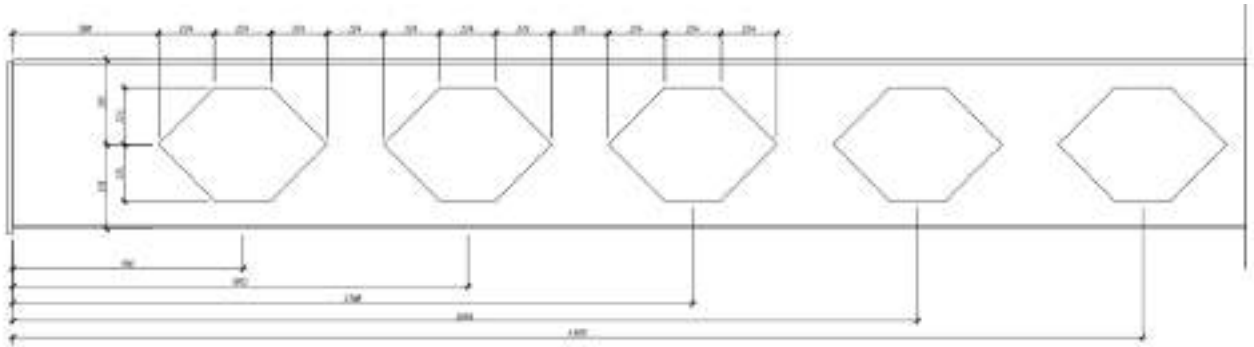


Рис. 3.1 Схема балки з перфорованою стінкою 45Б2

Розрахункові зусилля в перерізах по осях отворів:

$$M_{x1} = 21944 \text{ кНсм}$$

$$Q_{x1} = 238.18 \text{ кН}$$

Примітка: Всі зусилля взято з ПК Robot Structural

$$\sigma_1 = \frac{21944 * 33.5}{66895} + \frac{238.18 * 22.4}{2 * 2 * 124.8} = 21.68 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{y*\gamma_c} = 31.5 * 1 = 31.5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{21944 * 22.4}{66895} + \frac{238.18 * 22.4}{2 * 2 * 28.8} = 53.66 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} > \frac{R_{u*\gamma_c}}{\gamma_u} = \frac{46 * 1}{1.3} = 35.38 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Не проходить.

Аналогічно по перевірці при  $x = 4.5\text{м}$ .

$$M = 59586 \text{ кНсм} \quad Q = 77.98 \text{ кН}$$

$$\sigma_1 = \frac{59586 * 33.5}{66895} + \frac{77.98 * 22.4}{2 * 2 * 124.8} = 33.34 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{y*\gamma_c} = 31.5 * 1 = 31.5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Відповідно, обираємо двотавр 55Б2

$h = 547\text{мм}$  (ГОСТ 26020-83). Характеристики наскрізного двотавра:

$$W_x = 3544 \text{ см}^3$$

$$I_x = 145404 \text{ см}^4$$

Конструктивно приймаємо  $h_T = 153.5 \text{ мм}$ .

$$W_{1.max} = 269.42 \text{ см}^3 \quad W_{1.min} = 65.07 \text{ см}^3$$

Припускаємо, що  $c = 125$ ,  $a = 2b$

$$a = 250\text{мм} \quad b = 125\text{мм}.$$

Кількість отворів по довжині балки:  $n = 12$

На рис. 3.2 зображено уточнений переріз перфорованої балки до розрахунку.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							82
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

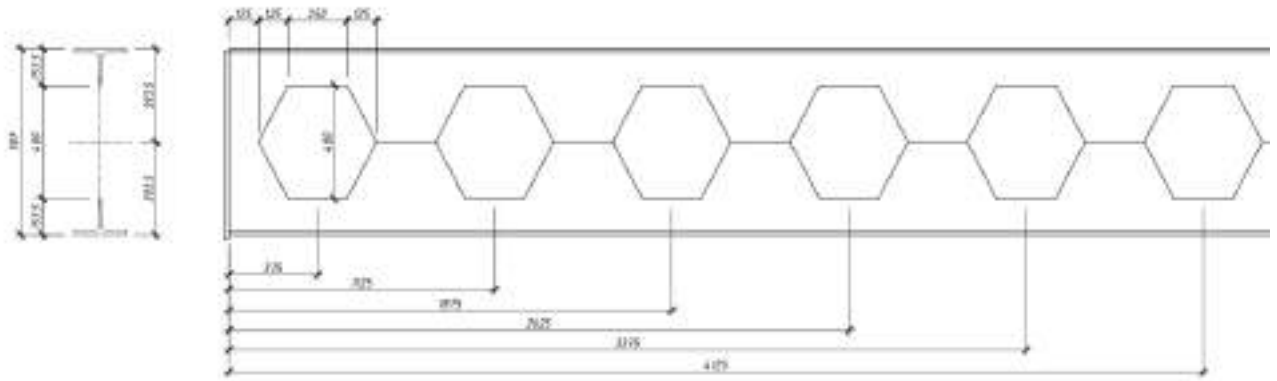


Рис. 3.2 Схема балки з перфорованою стінкою 55Б2

Відстані середини отворів від лівої опори:

$$x_1 = 37.5 \text{ см} \quad x_2 = 112.5 \text{ см}$$

$$x_3 = 187.5 \text{ см} \quad x_4 = 262.5 \text{ см}$$

$$x_5 = 337.5 \text{ см} \quad x_6 = 412.5 \text{ см}$$

Розрахункові зусилля в перерізах по осях отворів:

$$M_{x1} = 8533 \text{ кНсм} \quad Q_{x1} = 238.09 \text{ кН}$$

$$\sigma_1 = \frac{8533 * 39.35}{145404} + \frac{238.09 * 24}{2 * 2 * 269.42} = 7.61 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < \frac{R_y * \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{31.5 * 1}{1.1} = 28.64 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{8657 * 24}{145404} + \frac{238.84 * 24}{2 * 2 * 65.07} = 23.45 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} > \frac{R_u * \gamma_c}{\gamma_u * \gamma_n} = \frac{46 * 1}{1.3 * 1.1} = 32.17 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$M_{x2} = 26818 \text{ кНсм} \quad Q_{x2} = 237.31 \text{ кН}$$

$$\sigma_1 = \frac{26818 * 39.35}{145404} + \frac{237.31 * 24}{2 * 2 * 269.42} = 12.54 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < \frac{R_y * \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{31.5 * 1}{1.1} = 28.64 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{26818 * 24}{145404} + \frac{237.31 * 24}{2 * 2 * 65.07} = 26.31 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} > \frac{46 * 1}{1.3 * 1.1} = 32.17 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$M_{x3} = 38961 \text{ кНсм} \quad Q_{x3} = 81.07 \text{ кН}$$

$$\sigma_1 = \frac{38961 * 39.35}{145404} + \frac{81.07 * 25}{2 * 2 * 269.42} = 12.42 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < \frac{R_y * \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{31.5 * 1}{1.1} = 28.64 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{38961 * 24}{145404} + \frac{81.07 * 24}{2 * 2 * 65.07} = 13.91 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} > \frac{R_u * \gamma_c}{\gamma_u * \gamma_n} = \frac{46 * 1}{1.3 * 1.1} = 32.17 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$M_{x4} = 45025 \text{ кНсм} \quad Q_{x4} = 80.18 \text{ кН}$$

$$\sigma_1 = \frac{45025 \cdot 39.35}{145404} + \frac{80.18 \cdot 24}{2 \cdot 2 \cdot 269.42} = 13.97 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{31.5 \cdot 1}{1.1} = 28.64 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{45025 \cdot 24}{145404} + \frac{80.18 \cdot 24}{2 \cdot 2 \cdot 65.07} = 14.82 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} > \frac{R_u \cdot \gamma_c}{\gamma_u \cdot \gamma_n} = \frac{46 \cdot 1}{1.3 \cdot 1.1} = 32.17 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$M_{x5} = 50801 \text{ кНсм} \quad Q_{x5} = 79.32 \text{ кН}$$

$$\sigma_1 = \frac{50801 \cdot 39.35}{145404} + \frac{79.32 \cdot 24}{2 \cdot 2 \cdot 269.42} = 15.51 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{31.5 \cdot 1}{1.1} = 28.64 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{50801 \cdot 24}{145404} + \frac{79.32 \cdot 24}{2 \cdot 2 \cdot 65.07} = 15.7 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} > \frac{R_u \cdot \gamma_c}{\gamma_u \cdot \gamma_n} = \frac{46 \cdot 1}{1.3 \cdot 1.1} = 32.17 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$M_{x6} = 56732 \text{ кНсм} \quad Q_{x6} = 78.42 \text{ кН}$$

$$\sigma_1 = \frac{56732 \cdot 39.35}{145404} + \frac{78.42 \cdot 24}{2 \cdot 2 \cdot 269.42} = 17.1 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{31.5 \cdot 1}{1.1} = 28.64 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{56732 \cdot 24}{145404} + \frac{78.42 \cdot 24}{2 \cdot 2 \cdot 65.07} = 16.6 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} > \frac{R_u \cdot \gamma_c}{\gamma_u \cdot \gamma_n} = \frac{46 \cdot 1}{1.3 \cdot 1.1} = 32.17 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

*Міцність балки з перфорованою стінкою забезпечена.*

### Перевірка дотичних напружень у першій перемичці від лівої опори

$$x = 75 \text{ см}, \quad Q = 238.38 \text{ кН}$$

Дотичні напруження:

$$\tau = \frac{238.38 \cdot 75}{1 \cdot 73.62 \cdot 24} = 10.12 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < \frac{R_s \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{0.58 \cdot 31.5 \cdot 1}{1.1} = 16.61 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$h_3 = 78.7 - 2 \cdot 2.54 = 73.62 \text{ см}$$

Міцність перемички забезпечена.

Обчислюємо умовну гручкість стінки балки на ділянці без отворів:

$$\lambda_w = \frac{73.62}{1} \cdot \sqrt{\frac{315}{2.06 \cdot 10^5}} = 2.88$$

Оскільки  $\lambda_w > 2.5$  необхідно встановлювати ребра жорсткості. Крок встановлення ребер жорсткості – 0.75м – відстань між центрами перемичок. Перевіряємо місцеву стійкість стінки тавра. Розрахункова висота стінки тавра становить:

$$h_{ef} = h_T - t_f - r = 15.35 - 1.55 - 2.4 = 11.4 \text{ см}$$

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							84
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$\frac{b_f}{h_{ef}} = \frac{22}{11.4} = 1.93 < 2 - \text{необхідна перевірка}$$

$$\frac{11.4}{1} = 11.4 < 0.498 * \left( 1 + 0.25 \sqrt{2 - \frac{22}{11.4}} \right) * \sqrt{\frac{2.06 * 10^5}{315}} = 13.58$$

Місцева стійкість стінки таврів забезпечена.

Гручкість стінки  $\lambda_w = \frac{73.62}{1} = 73.62 > 40 - \text{необхідне опорне ребро.}$

Для перевірки жорсткості балки при відношенні  $\frac{l}{H} = \frac{900}{78.7} = 11.43 < 12$

момент інерції враховується з коефіцієнтом 1.

$$\frac{f}{l} = \frac{5M_e l}{48 * E * I_x} = \frac{5 * 598.26 * 9 * 10^5}{1.18 * 48 * 2.06 * 10^5 * 145404} = \frac{1}{630} < \left( \frac{l}{f} \right)_u = \frac{1}{225}$$

### Перевірка балки на загальну стійкість

Стосовно пункту "а"- навантаження, що передається через суцільний настил, що неперервно закріплений до стиснутого поясу балки – відповідає нашому випадку, відповідно, цей пункт виконується.

$$\frac{l_{ef}}{b_f} = \left[ 0.41 + 0.0032 * \frac{b_f}{t_f} + \left( 0.73 - 0.016 * \frac{b_f}{t_f} \right) * \frac{b_f}{h_0} \right] * \sqrt{\frac{E}{R_y}} =$$

$$\left[ 0.41 + 0.0032 * 15 + (0.73 - 0.016 * 15) * \frac{22}{77.15} \right] * \sqrt{\frac{2.06 * 10^5}{315}} = 15.28$$

$$\frac{b_f}{t_f} = \frac{22}{1.55} = 14.2 < 15 - \text{відповідно до примітки табл. 8.3 приймаємо:}$$

$$\frac{b_f}{t_f} = 15$$

Відповідно:  $\frac{l_{ef}}{b_f} = \frac{300}{22} = 13.64 < 15.28 - \text{пункт "б" виконується.}$

Загальна стійкість балки забезпечена, виконувати розрахунок не потрібно.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							85
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

### 3.2 Підбір та розрахунок балки з перфорованою стінкою за нормами Єврокод за допомогою ПК Angelina (ArcelorMittal)



Рис. 3.3 Схема балки з перфорованою стінкою попереднього підбору

З'єднання балки у вузлах являється шарнірним, довжина балки приймається відповідно до геометрії з врахуванням вузлів з'єднання. Балка проектується як розкріплена балками настилу з кроком 3м, та враховується, що верхній пояс балки закріплений від втрати стійкості за допомогою залізобетонного настилу, який влаштовується по БН, тобто, приймається, що загальна стійкість балки забезпечена.

На рисунку 3.4 відображено горизонтальний прольот балки з перфорованою стінкою з врахуванням конструкції вузлів та крок цих балок.

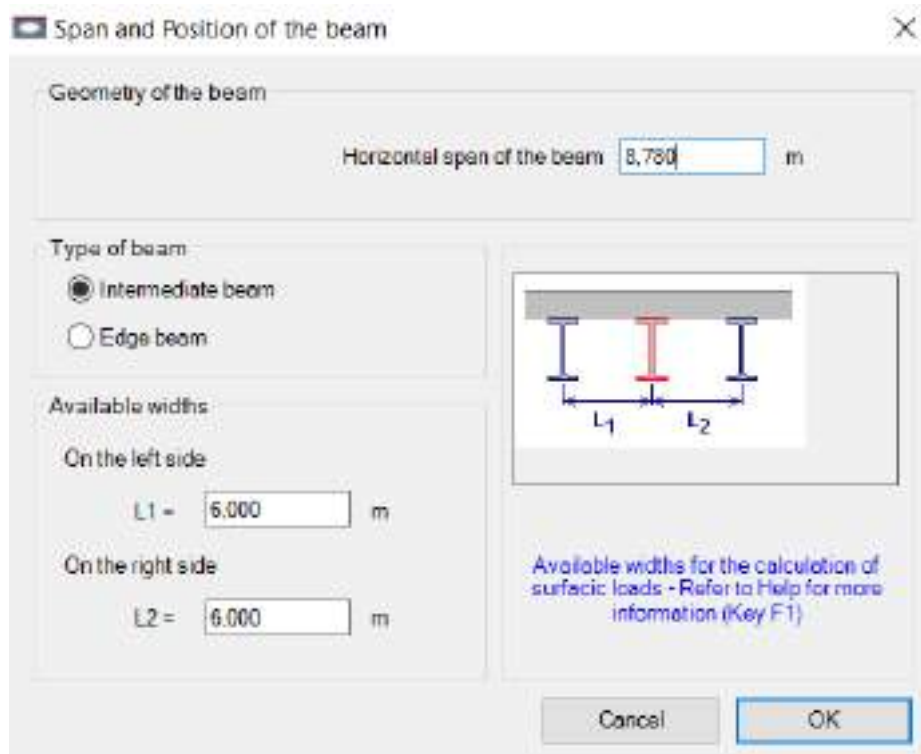


Рис. 3.4 Параметри прольоту балки та розміщення сусідніх балок

На рисунку 3.5 попередньо прийнято переріз IPE 500 із сталі M/ML S355

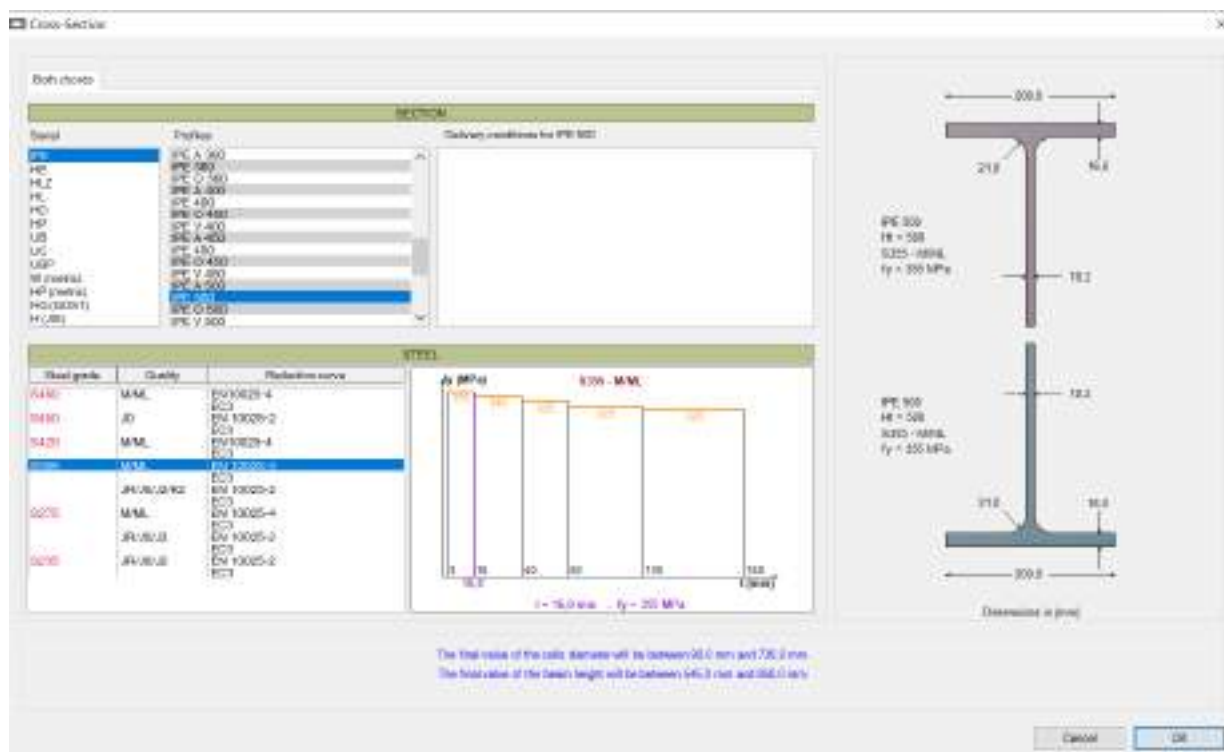


Рис. 3.5 Попередньо заданий переріз балки та характеристики сталі, яка використовується

На рисунку 3.6 приведено параметри отворів балки.

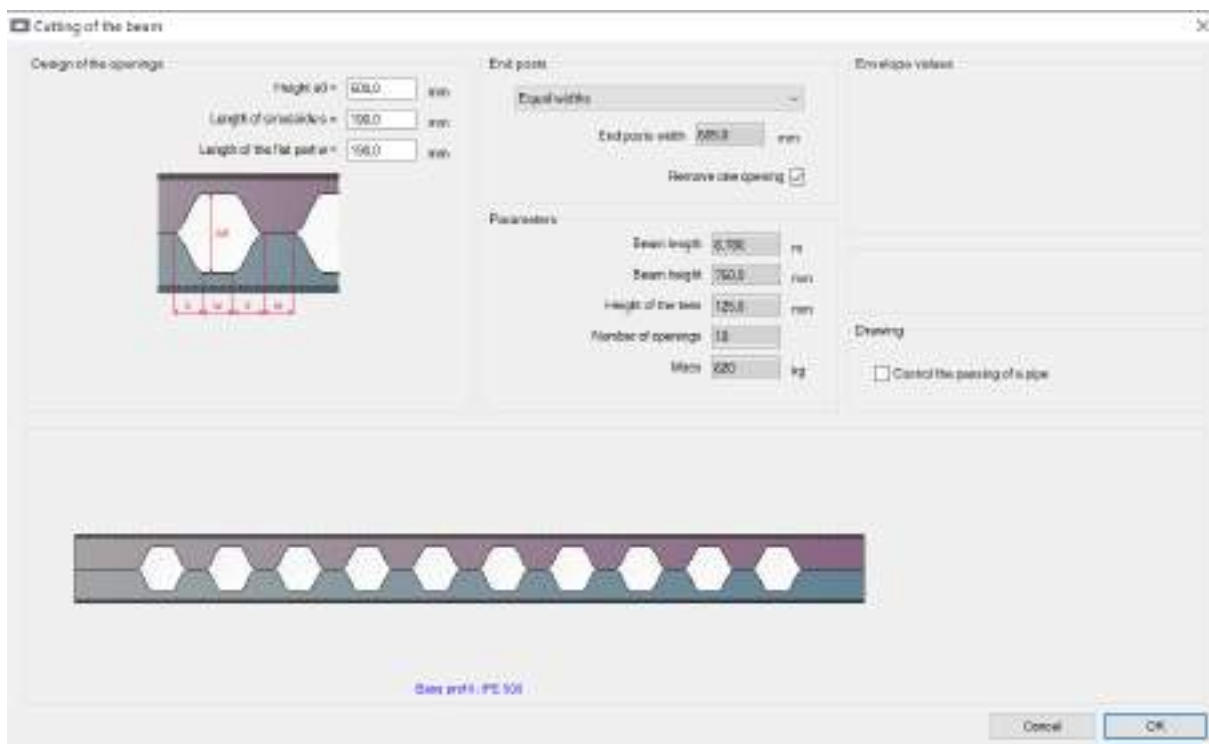


Рис. 3.6 Геометрія отворів та параметри лінії різку балки

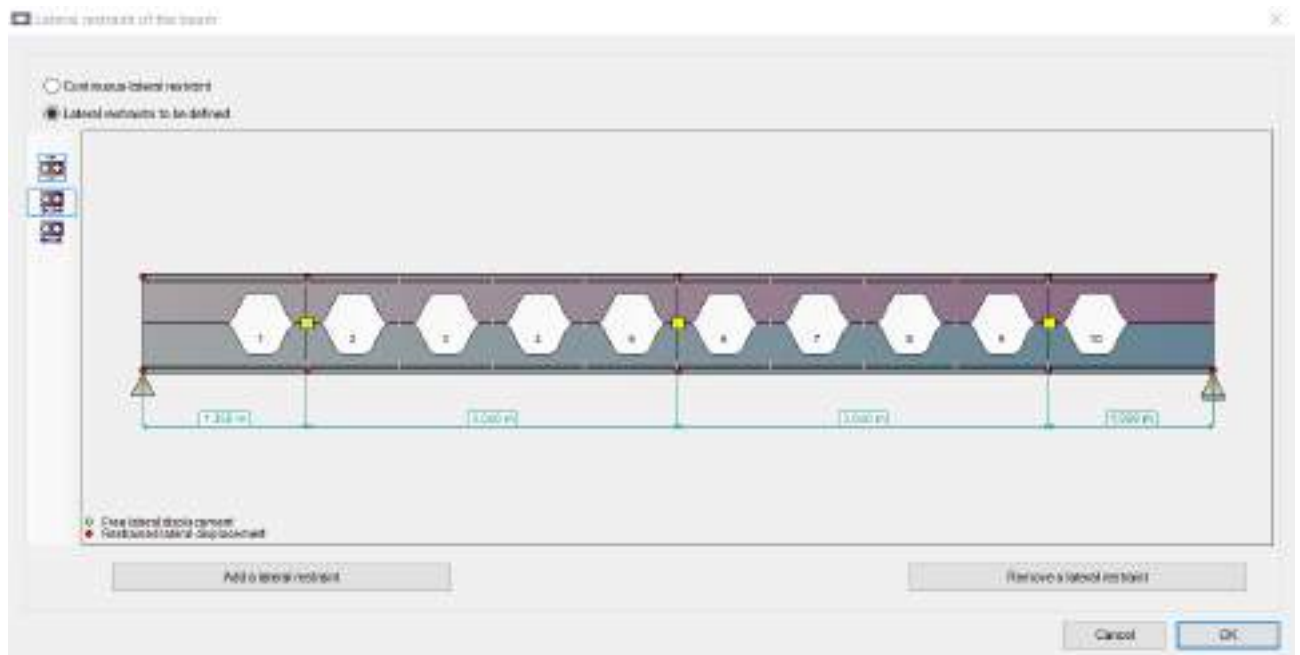


Рис. 3.7 Розкріплення балки з перф. стінкою відповідно до кроку балок настилу та геометрії лінії різь, крок балок настилу в такому випадку 3.04м у місцях встановлення ребер жорсткості.

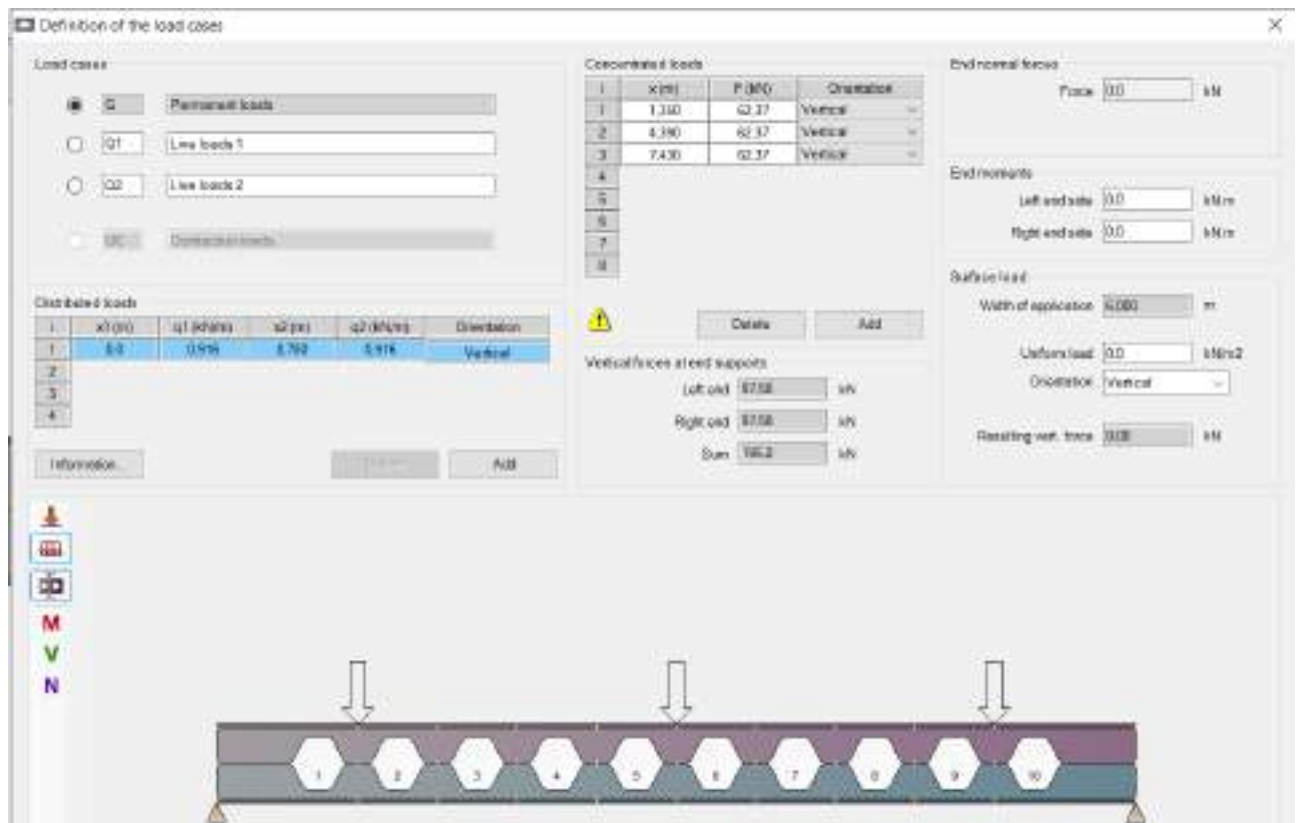


Рис. 3.8 Постійні навантаження прикладені до балки з перф. стінкою, рівномірно-розподілене навантаження від власної ваги та вага від конструкції перекриття прикладена як зосереджені сили в місцях кріплення балок настилу.

На рисунку 3.9 представлено прикладення корисного навантаження у зонах кріплення балок настилу, та на рис 3.10 вказані коефіцієнти комбінацій до сполучення навантажень.

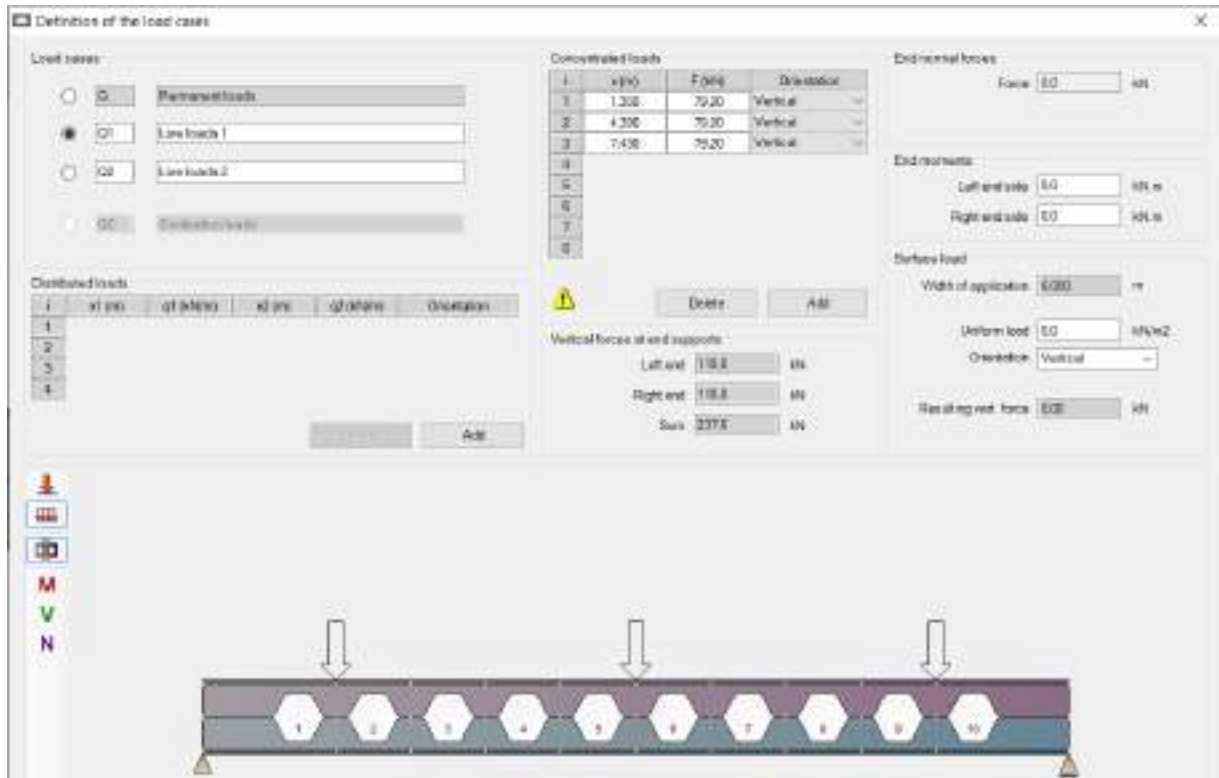


Рис. 3.9 Корисне навантаження на перекриття прикладене як зосереджені сили в місцях кріплення балок настилу

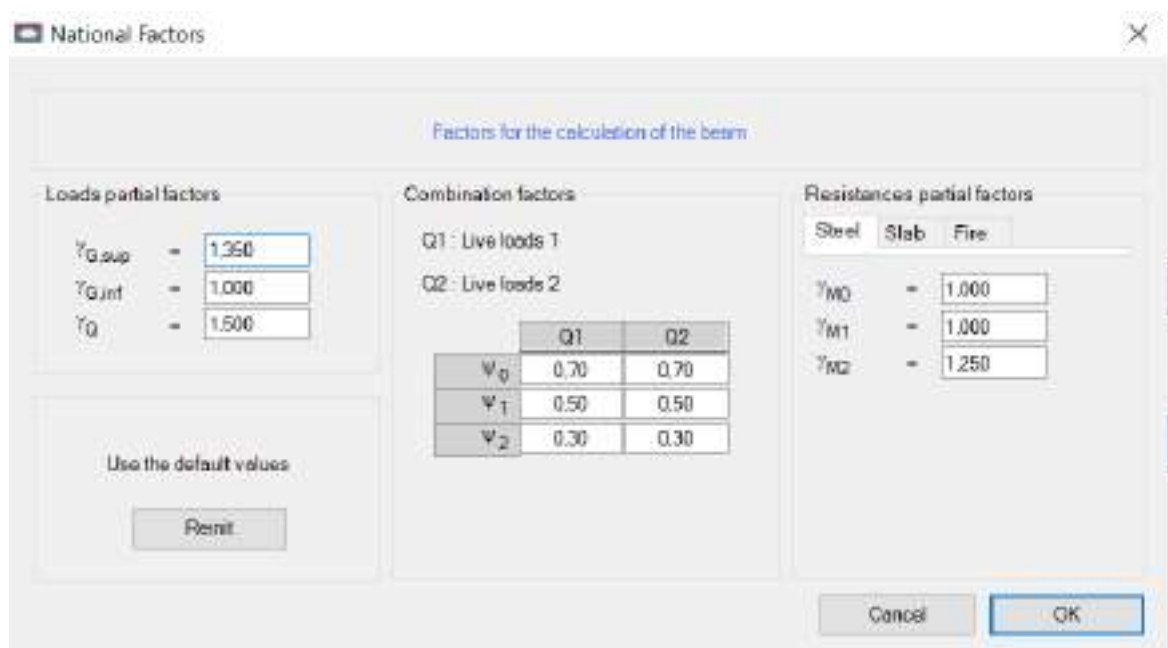


Рис. 3.10 Коефіцієнти комбінації навантажень

На рисунках 3.10 та 3.11 приведені комбінації навантажень до розрахунку балки за ГС1 та ГС2 з відповідними коефіцієнтами сполучень, також, на рис. 3.12 представлено переріз балки з перфорованою стінкою IPE 500.



Рис. 3.10 Комбінація навантажень для перевірки міцності, стійкості та жорсткості балки з перфорованою стінкою



Рис. 3.11 Комбінація навантажень для перевірки прогинів та переміщень

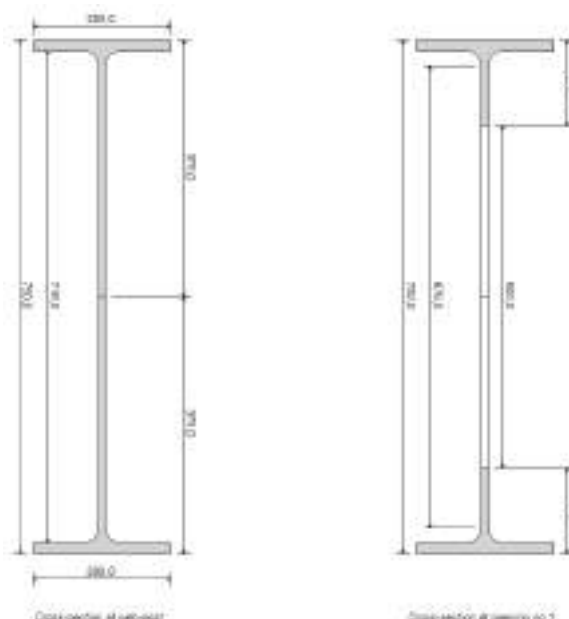


Рис. 3.12 Перерізи перфорованої балки відповідно до заданих параметрів



На рисунку 3.14 приведено результати розрахунку балки та порівняння результатів розрахунку з допустимими значеннями.

### ULTIMATE LIMIT STATES (ULS)

**Note: the calculation method applies to steel rolled profiles only.**

#### Summary of the criteria

S = Satisfactory NS = Not satisfactory

#### Checkings of net sections at openings

Resistance to shear force (Open. no 1 - Comb. U1) :	$\Gamma_{V,max}$	= 0,438	< 1	S
Resistance to M+N interaction (Open. no 5 - Comb. U1) :	$\Gamma_{MN,max}$	= 0,685	< 1	S
Resistance to M+N+V interaction (Open. no 5 - Comb. U1) :	$\Gamma_{MNV,max}$	= 0,685	< 1	S

#### Web checkings

Shear buckling check required (Post no 1 - Comb. U1) :	$\Gamma_{Vbw,max}$	= 0,248	< 1	S
--	--------------------	---------	-----	---

#### Posts checkings

Resistance to shear (Post no 9 - Comb. U1) :	$\Gamma_{Vh,max}$	= 0,433	< 1	S
Minimum throat thickness				
Intermediate posts (Post no 9 - Comb. U1) :	$a_{min}$	= 2,44 mm		
Warning: the throat thickness is assessed by assuming two welds				
The total thickness of welds should be at least 4,88 mm				
End posts (Post no 0 - Comb. U1) :	$a_{min}$	= 1,53 mm		
The calculation for end posts does not take into account the details of the joint				

Warning : the throat thickness of the fillet weld must be at least 3 mm (EC3)

#### Gross sections checkings

Resistance to bending (Post no 5 - Comb. U1) :	$\Gamma_{Mg,max}$	= 0,543 (Classe 2)	< 1	S
Resistance to shear (Left end - Comb. U1) :	$\Gamma_{Vg,max}$	= 0,177	< 1	S

#### Other checkings

Resistance to lateral torsional buckling	$\Gamma_{LT,max}$	= 0,872	< 1	S
--	-------------------	---------	-----	---

Рис. 3.14 Перевірка балки за міцністю, стійкістю та жорсткістю, всі умови виконуються

На рисунку 3.15 наведено результати розрахунку балки за прогинами та переміщеннями та виконано порівняння наданого значення з допустимим.

## SERVICEABILITY LIMIT STATES (SLS)

### Deflections

$v$  : Maximum vertical deflection of the beam

#### Under elementary load cases

Permanent loads (G) :

$v = 8,41 \text{ mm (S12)} = L / 1044$

Live loads 1 (Q1) :

$v = 10,24 \text{ mm (S12)} = L / 857$

#### Under SLS Combinations

S1 = 1,00 G + 1,00 Q1 :

$v = 18,7 \text{ mm (S12)} = L / 471$

The user has to check whether the deflections are acceptable according to the project requirements and to consider a precambering if necessary.

### Natural frequencies

Load case / Combination	Mass assumed to be concentrated	Mass assumed to be distributed
G	5,45Hz	6,21Hz
G + 0,1 Q1	5,14Hz	5,86Hz
G + 0,2 Q1	4,89Hz	5,57Hz
G + 0,3 Q1	4,66Hz	5,31Hz
G + 0,4 Q1	4,47Hz	5,09Hz
G + 0,5 Q1	4,30Hz	4,89Hz

Рис. 3.15 Перевірка балки за прогинами та переміщеннями

$$\text{Прогин балки складає } 18,7 \text{ мм} < \frac{l}{208} = \frac{8780}{208} = 42,21 \text{ мм}$$

Умова виконується.

### 3.3 Підбір та перевірка перфорованих балок за нормами Єврокод за допомогою ПК Robot Structural

На рисунках 3.16 – 3.19 приведено геометрію отворів балок з перфорованою стінкою за Єврокод, фрагмент схеми з відповідними балками та результати перевірки.

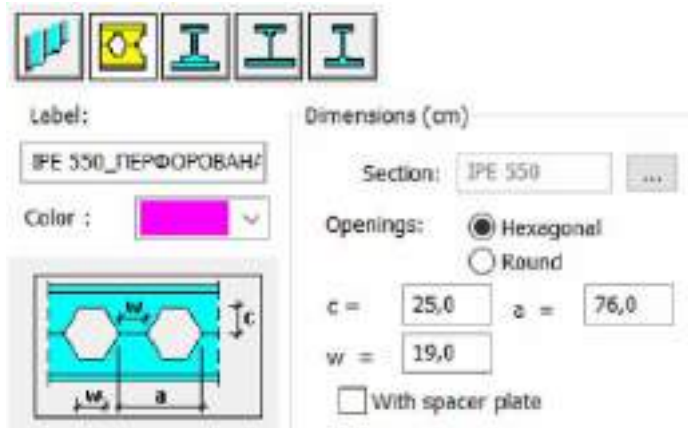


Рис. 3.16 Геометрія отворів балки з перфорованою стінкою до розрахунку за Єврокод

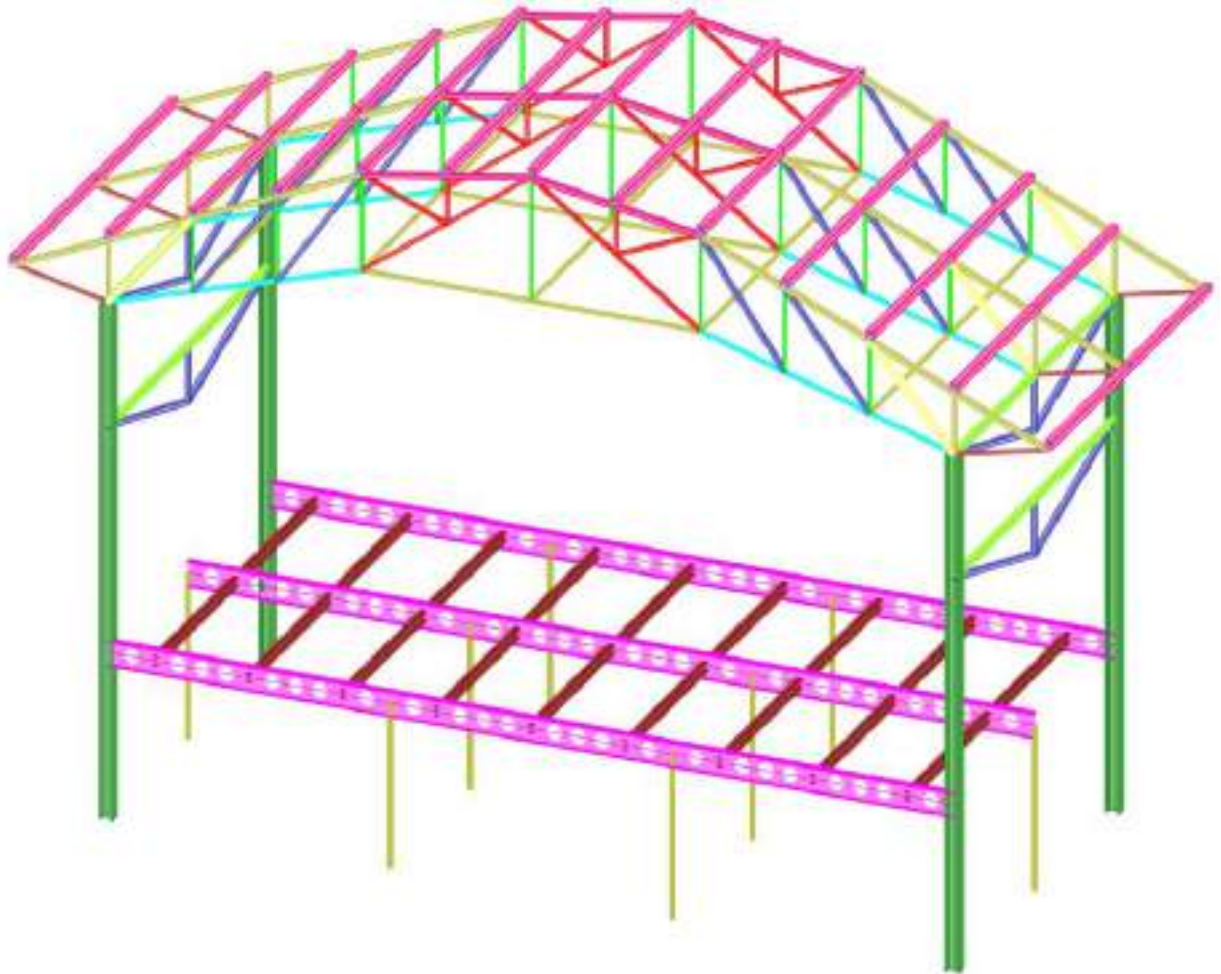


Рис. 3.17 Фрагмент схеми з підібраними перерізами балок за нормами Єврокод

Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case
Code group : 40 Перфоровані балки						
5481 Beam_548	ipe 550_ПЕРФОРОВАНА	S 355 M/ML	23.95	179.87	0.84	80 Комбінація 7 X +

Рис. 3.18 Результат перевірки балок з перфорованою стінкою за ГС-1 на основі стержневої моделі ( норми PN-90/B-03020)

Member	Section	Material	Ratio(uy)	Case (uy)	Ratio(uz)	Case (uz)
Code group : 40 Перфоровані балки						
5470 Beam_547	ipe 550_ПЕРФОРОВАНА	S 355 M/ML	0.01	28 Комбінація 1 У -	0.10	67 Комбінація 5 У

Рис. 3.19 Результат перевірки балок з перфорованою стінкою за ГС-2 на основі стержневої моделі ( норми PN-90/B-03020)

### 3.4 Підбір та перевірка балок з перфорованою стінкою за нормами ДБН за допомогою ПК Robot Structural

На рисунках 3.20 – 3.23 приведено геометрію отворів балок з перфорованою стінкою за ДБН, фрагмент схеми з відповідними балками та результати перевірки за ГС-1 та ГС-2.

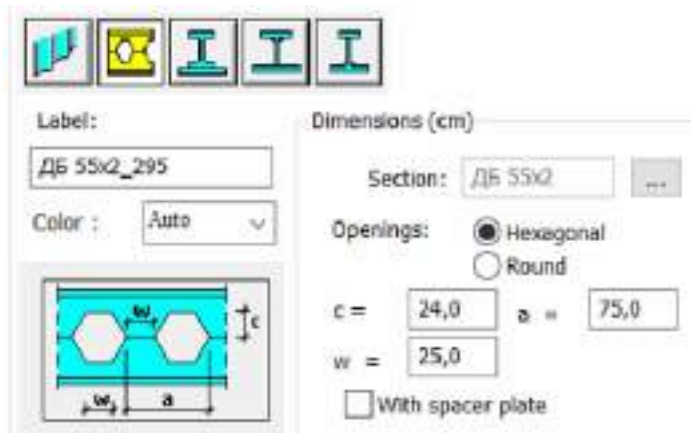


Рис. 3.20 Геометрія отворів балки до розрахунку за ДБН

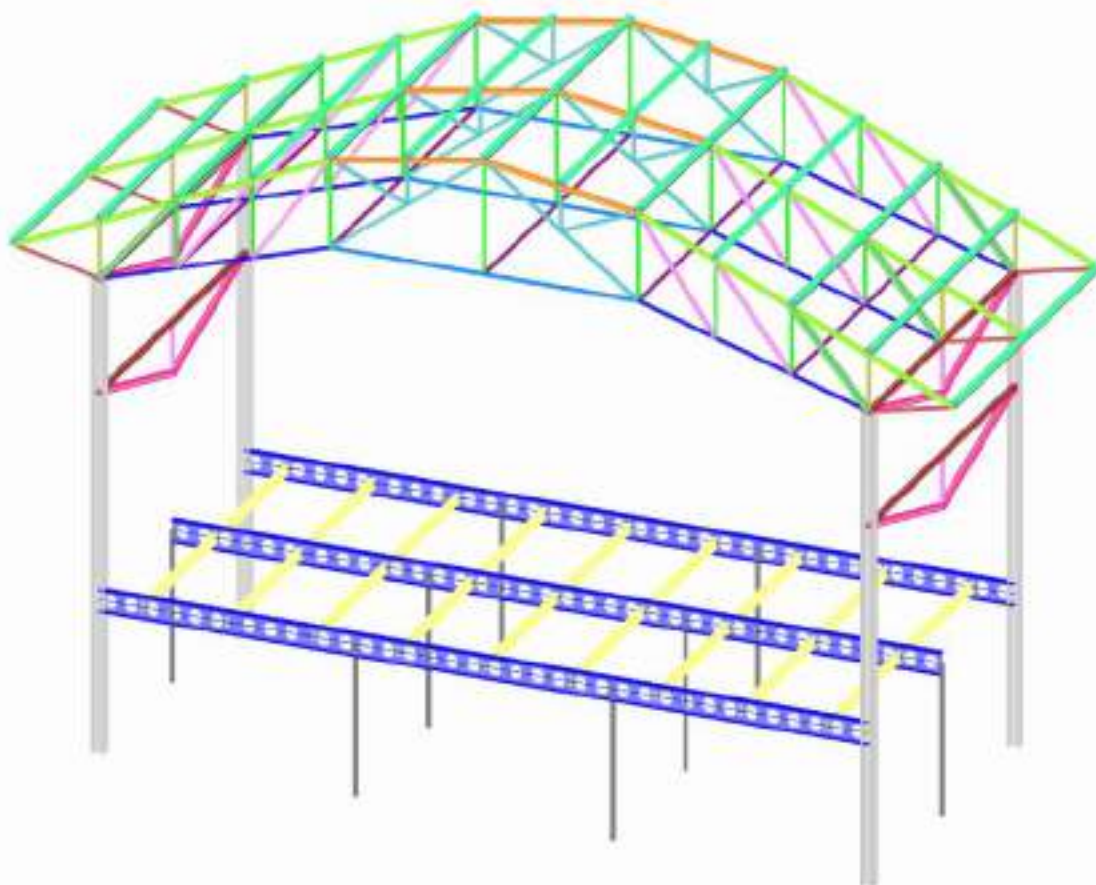


Рис. 3.21 Фрагмент схеми з підібраними перерізами балок з перфорованою стінкою за нормами ДБН

Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case
Code group : 40 Перфорована балка						
5337 Beam_533	ДБ 55x2_295	C345	4.05	28.65	0.87	21 Комбінація x -

Рис. 3.22 Результат перевірки балок з перфорованою стінкою за ГС-1 на основі стержневої моделі ( норми PN-90/B-03020)

Member	Section	Material	Ratio(uz)	Case (uz)
Code group : 40 Перфорована балка				
5171 Beam_517	ДБ 55x2_295	C345	0.11	45 Комбінація 3 X +

Рис. 3.23 Результат перевірки балок з перфорованою стінкою за ГС-2 на основі стержневої моделі ( норми PN-90/B-03020)

В результаті попереднього підбору та перевірки балок з перфорованою стінкою за нормами ДБН та Єврокод було підібрано наступні перерізи балок: ДБ55x2 – за нормами ДБН та IPE 550 – за нормами Єврокод, для яких виконуються всі необхідні перевірки. Відповідно до підібраних перерізів балок, було виконано їх моделювання за допомогою об’ємних скінченних елементів в ПК «ANSYS».

### 3.5 Аналіз напружено-деформованого стану балки з перфорованою стінкою за нормами Єврокод в ПК «Ansys»

На рисунках 3.25-3.26 приведено розподіл еквівалентних напружень по балці з перфорованою стінкою та прогин, який виникає в результаті навантаження, значення напружень та прогину відображені нижче під рисунками.

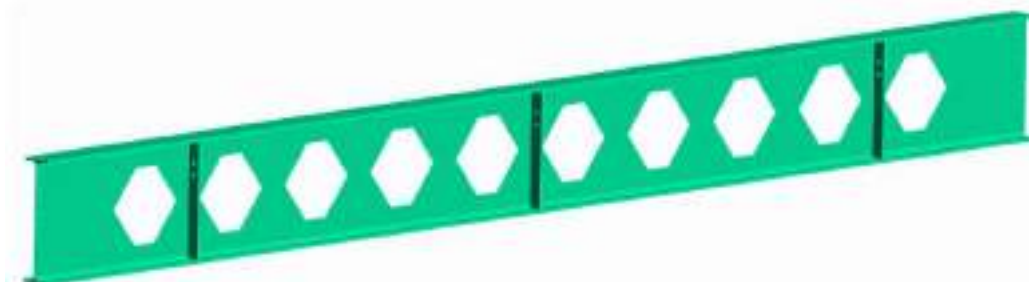


Рис. 3.24 3D інформаційна модель балки за нормами Єврокод

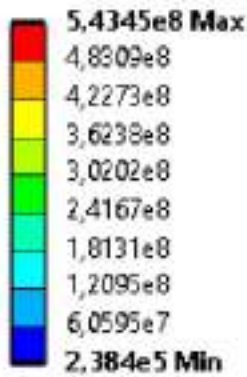


Рис. 3.25 Еквівалентні напруження балки з перфорованою стінкою за нормами Єврокод



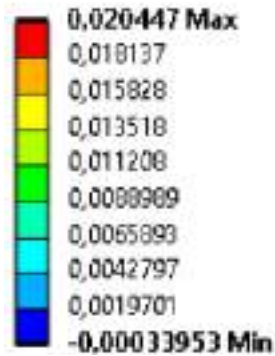
Рис. 3.26 Прогин балки з перфорованою стінкою за нормами Єврокод

**A: Static Structural**  
 Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: Pa  
 Time: 1 s  
 06.11.2024 02:44



До рис. 3.25

**A: Static Structural**  
 Directional Deformation  
 Type: Directional Deformation(Z Axis)  
 Unit: m  
 Global Coordinate System  
 Time: 1 s  
 06.11.2024 02:43



До рис. 3.26

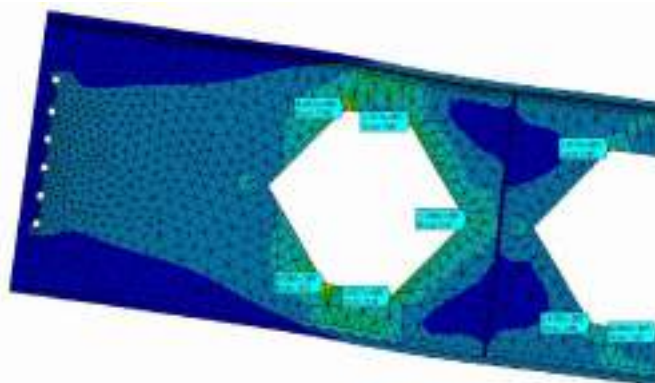


Рис. 3.27 Концентрація напружень в крайніх отворах балки за нормами Єврокод

Максимальні еквівалентні напруження за енергетичною теорією Губера-Хенкі-Мізеса, які отримали при моделюванні та розрахунку балок з перфорованою стінкою за Єврокод в ПК "ANSYS" складають : для нижньої і верхньої полиць у центрі балок 231.31 МПа, по стінці біля опори 129.14 МПа, в зоні під перший отвором 231 МПа, в зоні середини балки під отворами біля 176.7 МПа. Відповідно, до прийнятого класу сталі S355 M/ML напруження знаходяться в межах розрахункового опору. У місцях розміщення перфораційних отворів у стінці, біля точок зміни геометрії, виявлені локальні пластичні зони текучості сталі, із максимальними значеннями 371.8 МПа біля отворів, що розміщені у прольоті, та 543.45 МПа біля отворів, що розміщені біля опори.

### 3.6 Аналіз напружено-деформованого стану балки з перфорованою стінкою за нормами ДБН в ПК «Ansys»

На рисунках 3.28 - 3.30 приведено інформаційну модель балки за нормами ДБН, розподіл еквівалентних напружень по балці та відображена умовна, деформативна схема, приведені також значення цих напружень та прогину.

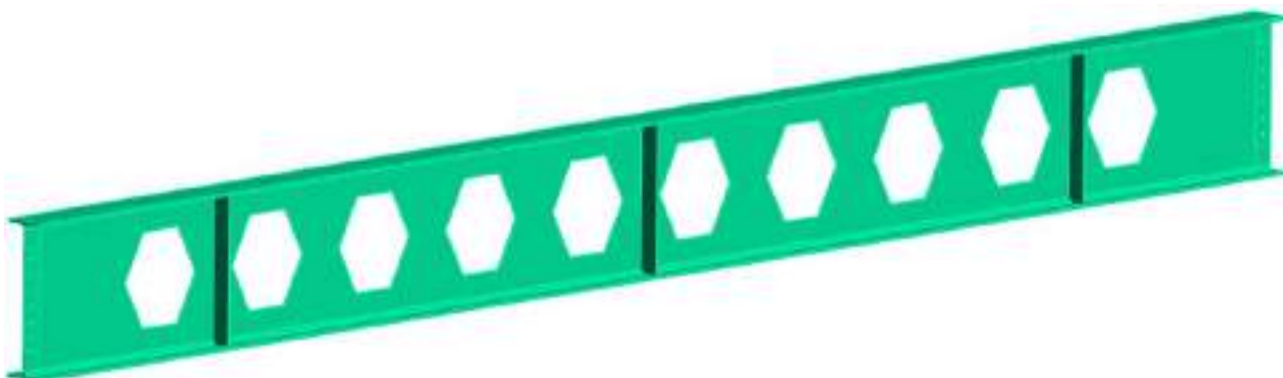


Рис. 3.28 3D інформаційна модель балки з перфорованою стінкою за нормами ДБН



Рис. 3.29 Еквівалентні напруження балки з перфорованою стінкою за нормами ДБН

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							98
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		



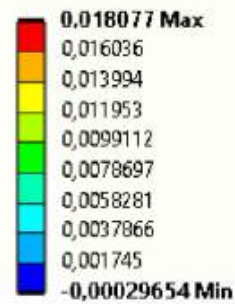
Рис. 3.30 Прогин балки з перфорованою стінкою за нормами ДБН

**A: Static Structural**  
 Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: Pa  
 Time: 1 s  
 05.11.2024 01:41



До рис. 3.29

**A: Static Structural**  
 Directional Deformation  
 Type: Directional Deformation(Z Axis)  
 Unit: m  
 Global Coordinate System  
 Time: 1 s  
 05.11.2024 01:42



До рис. 3.30

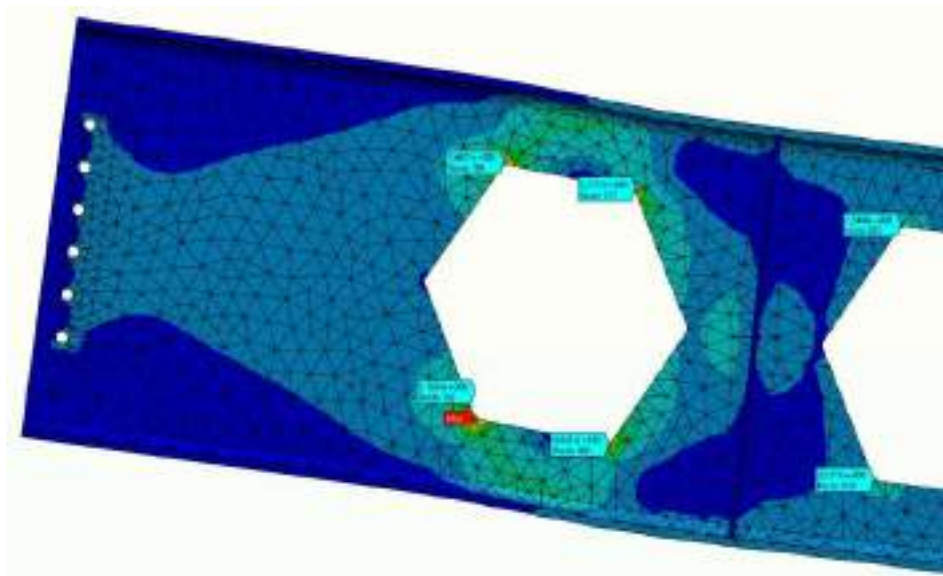


Рис. 3.31 Концентрація напружень в крайніх отворах балки за нормами ДБН

За теорією Мізеса, еквівалентні напруження, отримані при розрахунку моделі балки з перфорованою стінкою за ДБН в ПК "ANSYS" складають :

По граням полиць у центральній частині балок 226.5 МПа, у крайній зоні на стінці 103.3 МПа, наближено першого отвору 212.5 МПа, біля отворів в середній частині балки 167.4 МПа. Прийнятий клас сталі С345 - напруження являються в рамках розрахункового опору сталі .

У зонах розташування перфораційних отворів по стінках балок, наближено точок згину отворів, наявні пластичні зони текучості сталі, які являються локальними, найбільші значення еквівалентних напружень - 353.72 МПа близько отворів, що знаходяться у прольоті, та 588.38 МПа біля отворів , у приопорній зоні .

### 3.7 Розрахунок вузлів в ПК Idea Statica

Примітка: всі зусилля, які використовувались для розрахунку вузлів в ПК Idea Statica було взято з ПК Robot Structural Analysis Professional 2025 у відповідних з'єднаннях при розрахунку.

На рисунках 3.32-3.61 приведено характеристику вузлових елементів, які були розраховані в ПК Idea Statica, результати розрахунку та візуалізація приведених результатів.

#### Проміжний вузол головної балки

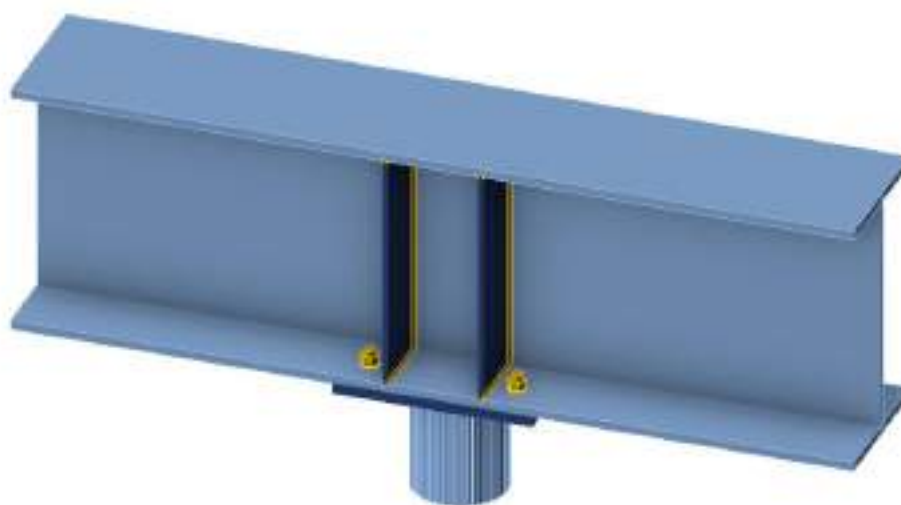


Рис. 3.32 Візуалізація проміжного вузла ГБ в ПК Idea Statica

Перерізи: ГБ – 50Ш2, Колона балкової клітки – труба кругла 180x7

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		100



Рис. 3.33 Характеристика торцевої пластини з'єднання ГБ і К в ПК Idea Statica

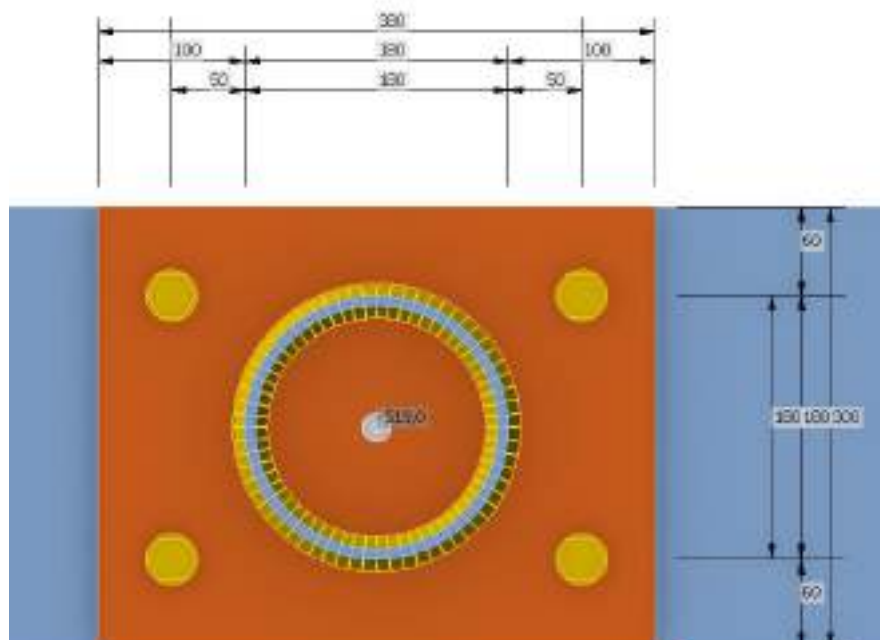


Рис. 3.34 Розміри торцевої пластини, розміщення болтів по ній та прив'язка колони до пластини у вузлі в ПК Idea Statica

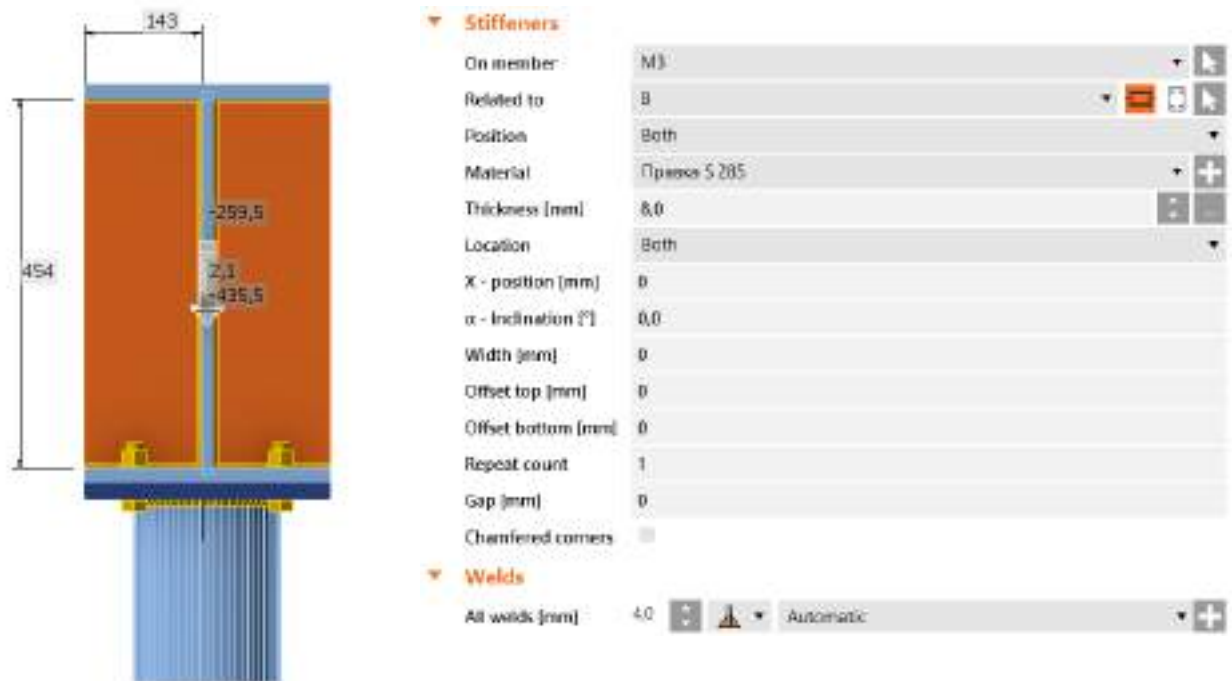


Рис. 3.35 Розміри та характеристика ребер жорсткості в ПК Idea Statica

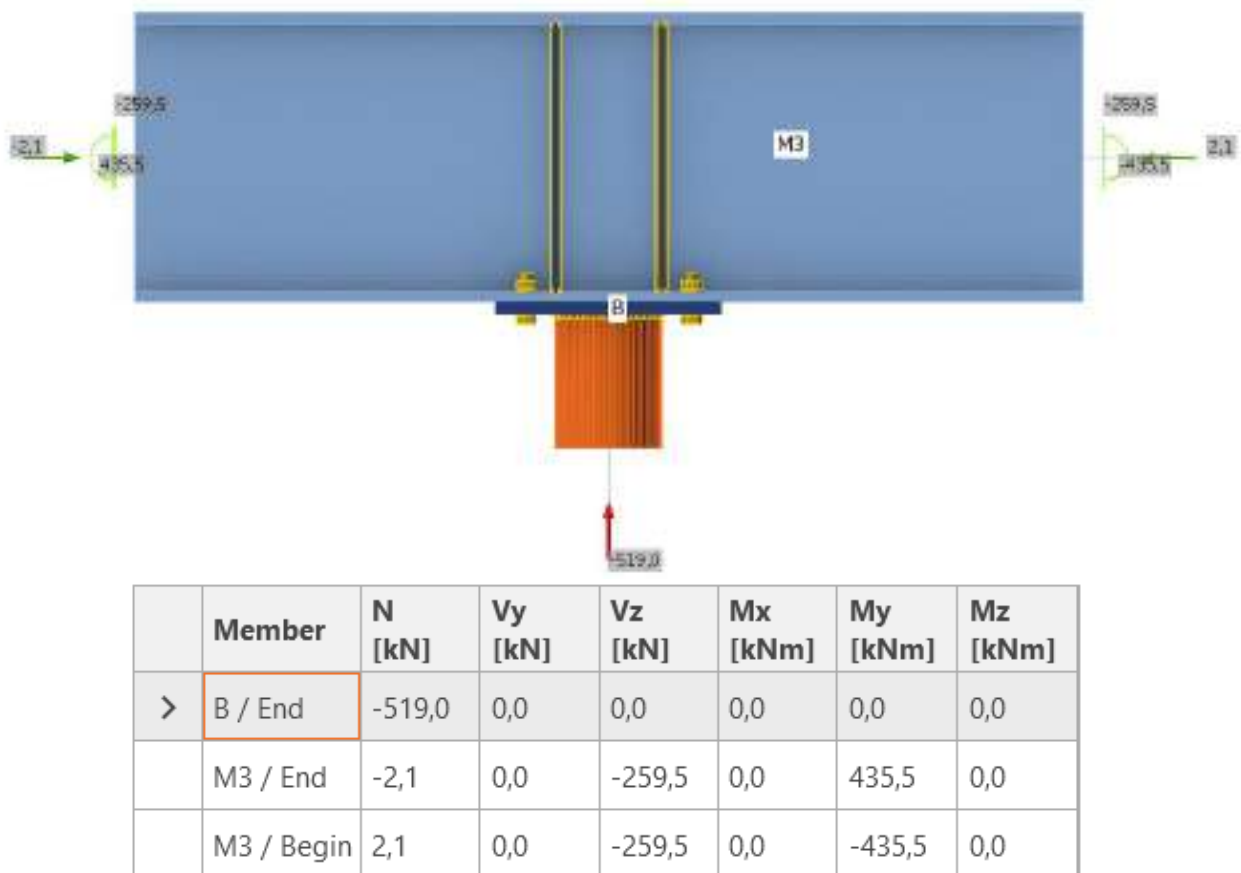


Рис 3.36 Зусилля в елементах вузла відповідно до ПК Robot в ПК Idea Statica



Analysis	✓	100,0%
Plates	✓	0,0 < 5,0%
Loc. deformation	✓	0,1 < 3%
Bolts	✓	13,7 < 100%
Welds	✓	49,8 < 100%

Рис. 3.37 Результати розрахунку вузла та перевірки в ПК Idea Statica

Примітка: Головна балка є нерозрізною, опора колони балкової клітки є шарнірною, балка з'єднується з колоною через пластину, з'єднання являється конструктивним і виконується за допомогою 4-р'юх болтів. У вузлі наявні два ребра жорсткості задля кращого сприйняття моменту на опорі.

### Вузол з'єднання розкосів ферми з нижнім поясом

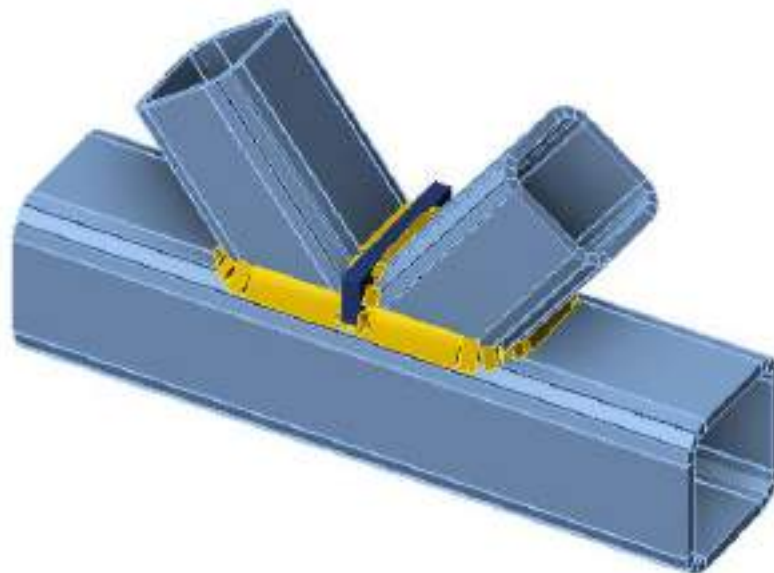
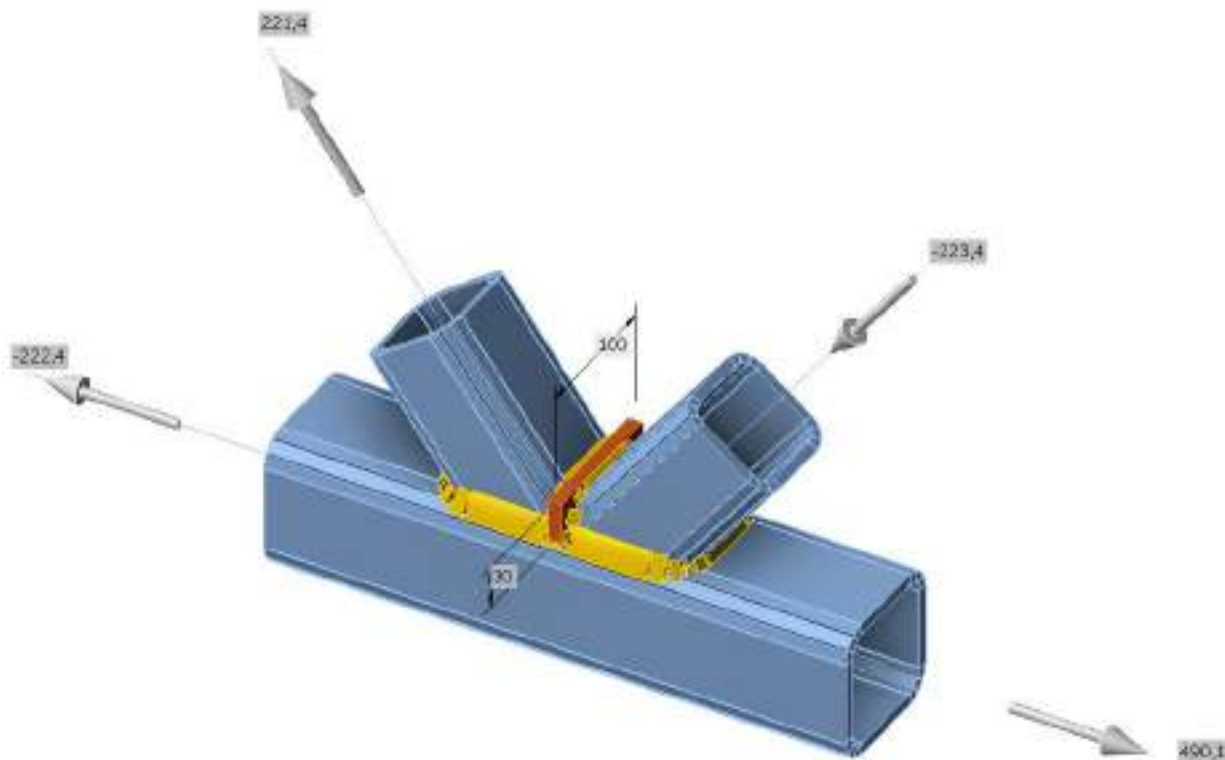


Рис. 3.38 Візуалізація вузла в ПК Idea Statica

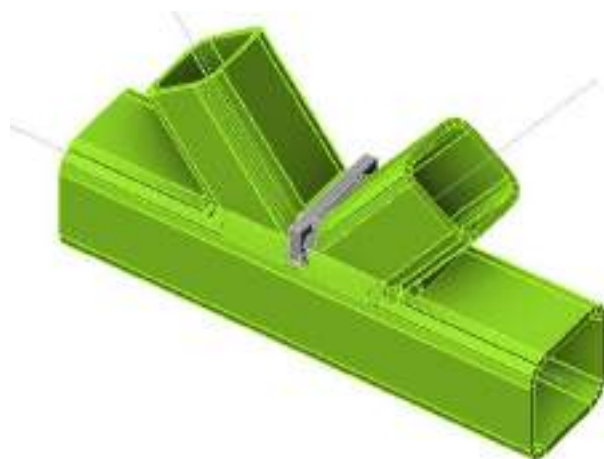
Перерізи: нижній пояс – труба квадратна 100x8  
розкоси – труба квадратна 80x7

Між елементами розкосів використовується пластинка по якій виконується підрізка розкосів, влаштування пластинки зумовлене можливістю влаштування розкосів без ексцентриситету, що відповідає розрахунковій схемі в ПК Robot.



	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
>	CH / Begin	-222,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	CH / End	490,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	D1 / End	-223,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	D2 / End	221,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Рис. 3.39 Розміри пластинки та зусилля в елементах вузла згідно до ПК Robot в ПК Idea Statica



Analysis	✓	100,0%
Plates	✓	0,1 < 5,0%
Loc. deformation	✓	0,1 < 3%
Welds	✓	85,3 < 100%

Рис. 3.40 Результати розрахунку та перевірки вузла в ПК Idea Statica

### Вузол бази колони К-2

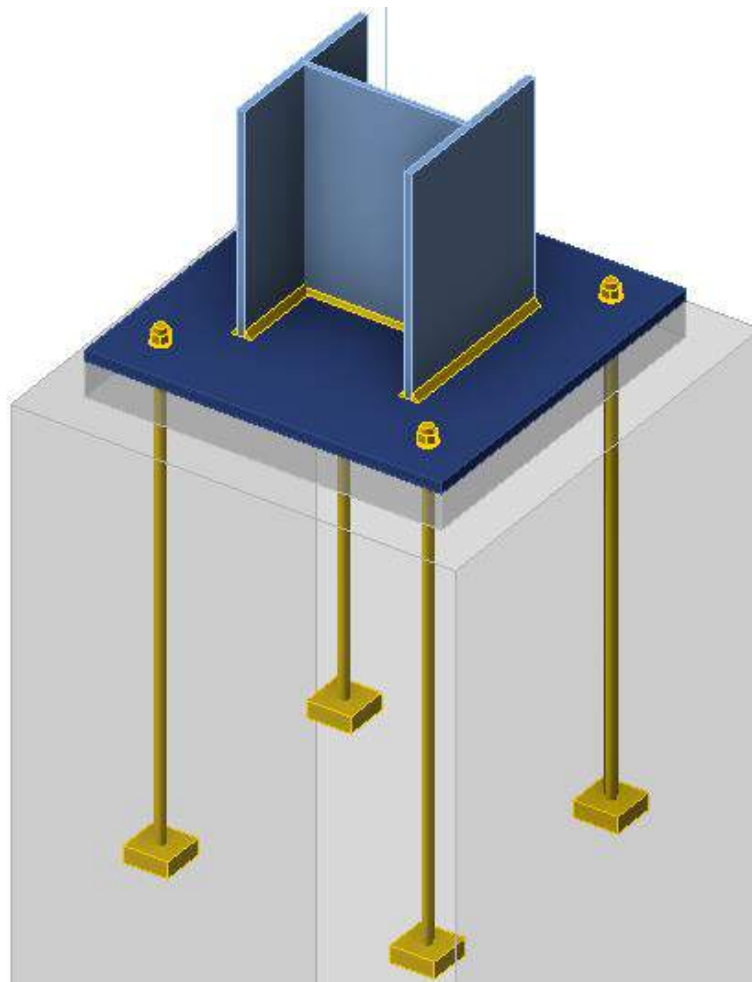


Рис. 3.41 Візуалізація вузла бази колони в ПК Idea Statica

Перерізи: К-2 – 40К1

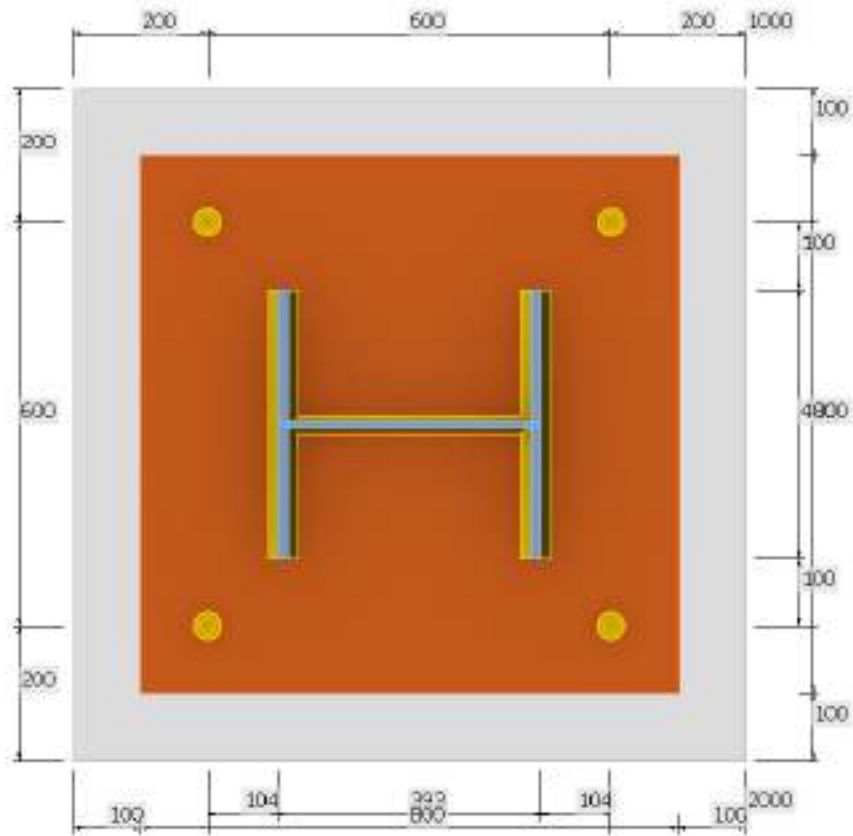


Рис. 3.42 Розміри опорної пластини, фундаментного блоку, прив'язка болтів до пластини в ПК Idea Statica



Рис. 3.43 Характеристика опорної пластини та анкерування бази колони в ПК Idea Statica



Рис. 3.44 Характеристика зварних швів та фундаментного блоку в ПК Idea Statica

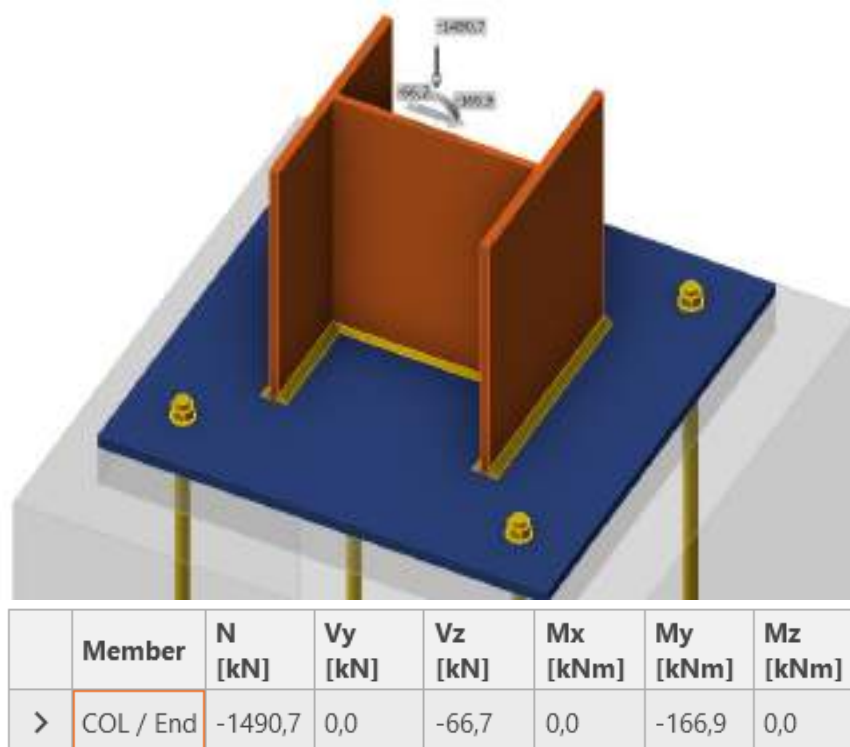


Рис. 3.45 Зусилля в колоні відповідно до ПК Robot в ПК Idea Statica

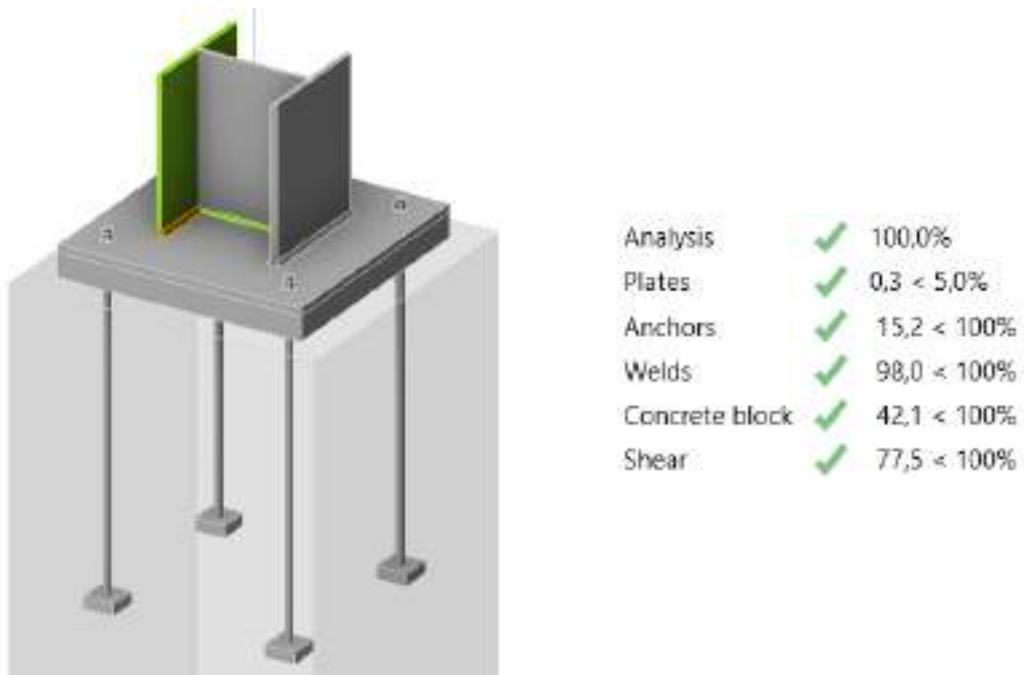


Рис. 3.46 Результати розрахунку та перевірки вузла бази К-2 в ПК Idea Statica  
**Вузол з'єднання головної балки з колоною К-1**



Рис. 3.47 Візуалізація вузла з'єднання ГБ з К-1 в ПК Idea Statica  
 Перерізи: ГБ – 50Ш2, Колона – двотавр 30К1

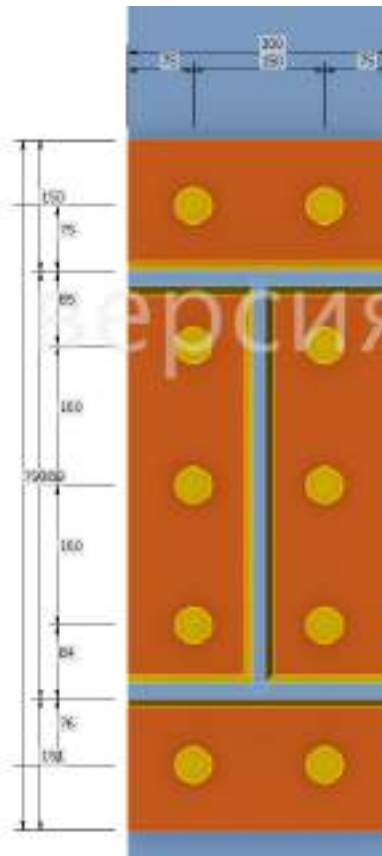


Рис. 3.48 Розміри торцевої пластини та прив'язка болтів вузла в ПК Idea Statica

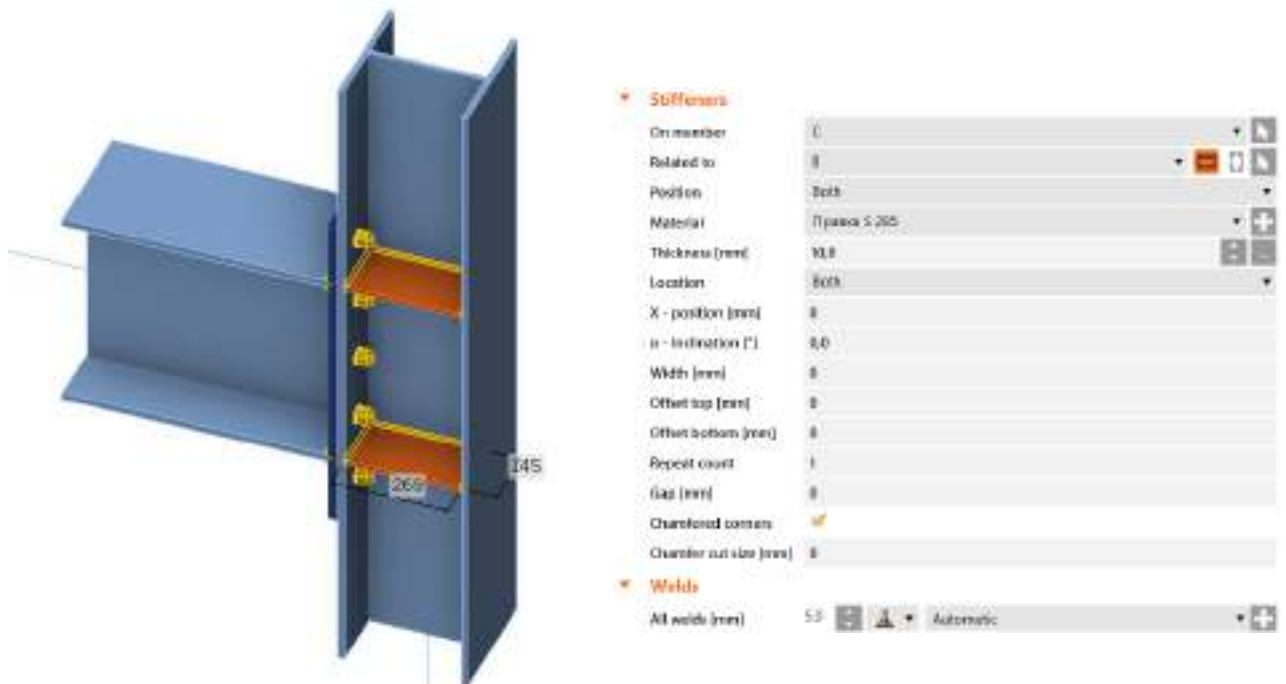


Рис. 3.49 Розміри та характеристика ребер жорсткості вузла з'єднання ГБ та К-1 в ПК Idea Statica



Analysis	✓	100,0%
Plates	✓	0,5 < 5,0%
Bolts	✓	76,4 < 100%
Welds	✓	98,0 < 100%

Рис.3.50 Результати розрахунку та перевірки вузла з'єднання ГБ та К-1 в ПК Idea Statica

**Вузол з'єднання ферми Ф-1 з колоною К-2 по верхньому поясу**

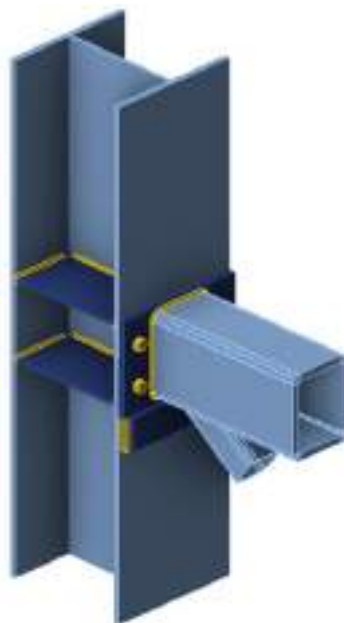


Рис. 3.51 Візуалізація вузла з'єднання Ф-1 в ПК Idea Statica

Перерізи: ВП – 250x200x20, Розкос – 110x9, Колона – двотавр 40К1

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		110

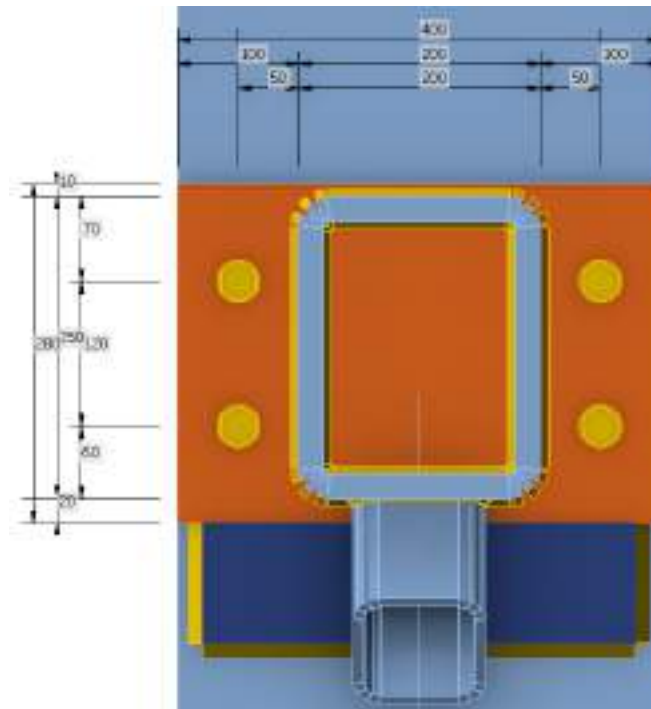


Рис. 3.52 Розміри торцевої пластини, з'єднання та прив'язка ботлів відповідно до пластини вузла в ПК Idea Statica

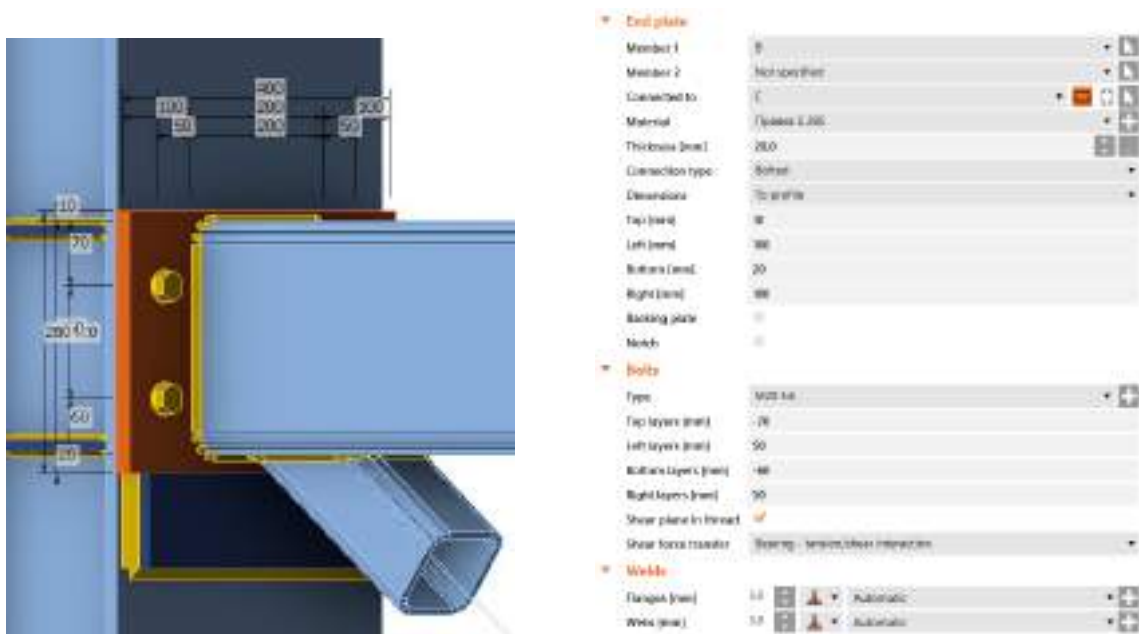


Рис. 3.53 Геометрія та характеристика з'єднання та з'єднувальної пластини в ПК Idea Statica

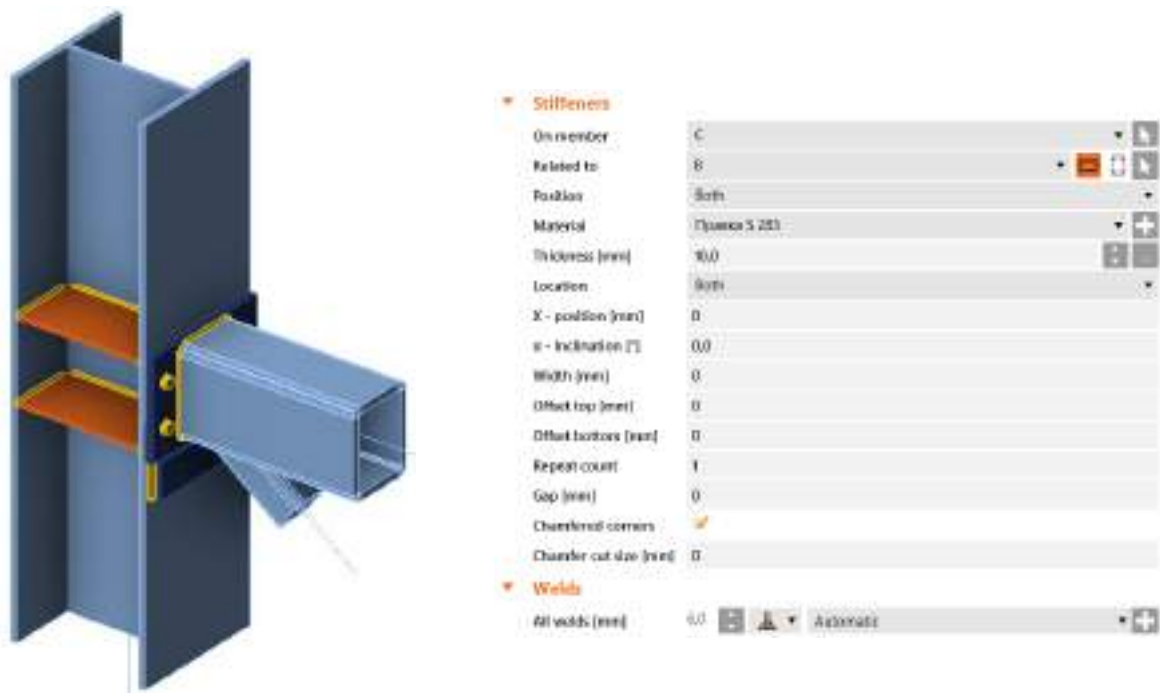
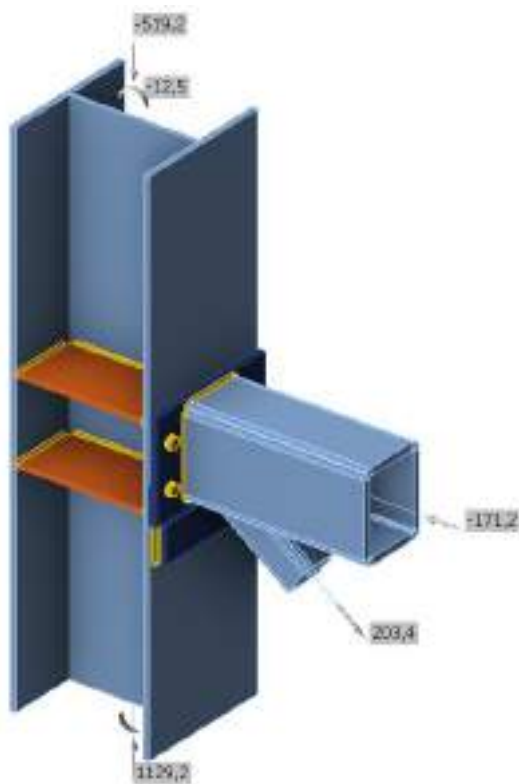


Рис. 3.54 Геометрія та характеристика ребер жорсткості, які встановлені у відповідності до верхнього поясу ферми по верхній та нижній грані в ПК Idea Statica



Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
C / Begin	1129,2	0,0	0,0	0,0	-238,0	0,0
C / End	-515,2	0,0	0,0	0,0	-12,5	0,0
B / End	-171,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D2 / End	203,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Рис. 3.55 Зусилля в колоні та елементах ферми відповідно до ПК Robot в ПК Idea Statica



Analysis	✓	100,0%
Plates	✓	0,0 < 5,0%
Loc. deformation	✓	0,0 < 3%
Bolts	✓	60,3 < 100%
Welds	✓	62,1 < 100%

Рис. 3.56 Результати розрахунку та перевірки вузла з'єднання Ф-1 та К-2 в ПК Idea Statica

**Шарнірний вузол з'єднання балок настилу з головною балкою**

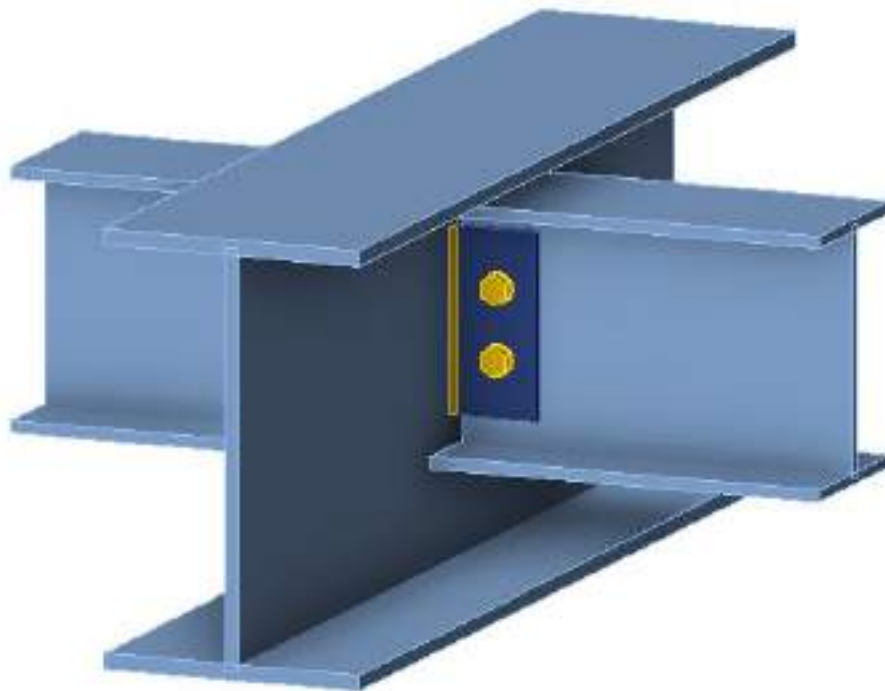


Рис. 3.57 Візуалізація вузла з'єднання балок настилу з головною балкою в ПК Idea Statica. Перерізи: ГБ – 50Ш2, БН – 30Ш2.

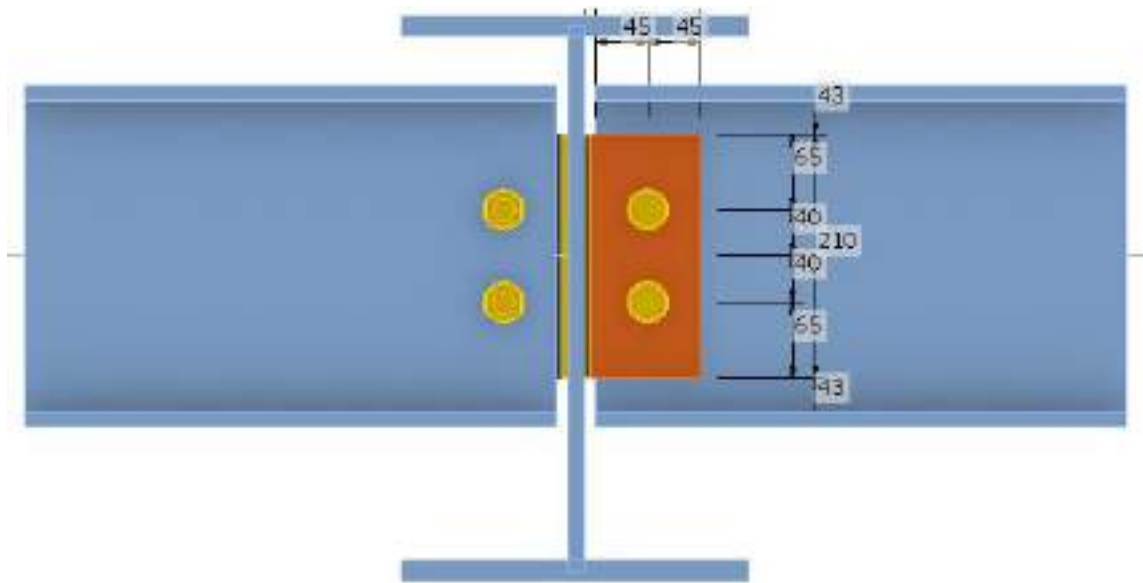


Рис. 3.58 Розміри пластинки з'єднання та прив'язка болтів до елементів в ПК Idea Statica

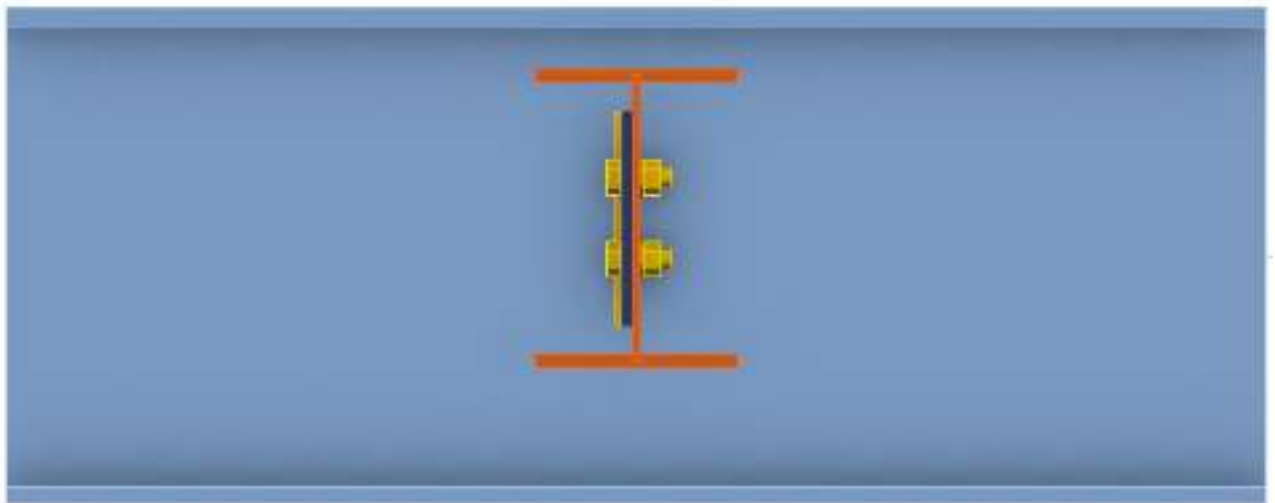
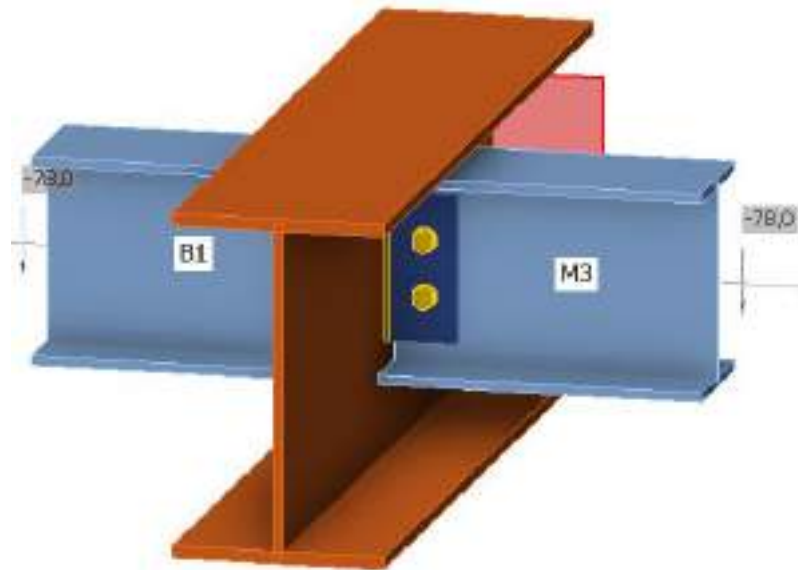
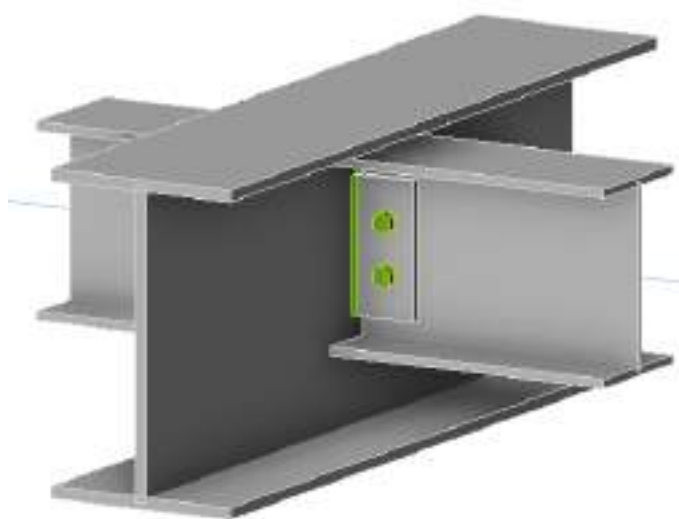


Рис. 3.59 Відображення торцевої пластини балки настилу у вузлі з'єднання з головною балкою в ПК Idea Statica



	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
>	B / Begin	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B / End	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B1 / End	0,0	0,0	-78,0	0,0	0,0	0,0
	M3 / End	0,0	0,0	-78,0	0,0	0,0	0,0

Рис 3.60 Зусилля в балках настилу відповідно до ПК Robot в ПК Idea Statica



Analysis	✓	100,0%
Plates	✓	0,0 < 5,0%
Bolts	✓	74,1 < 100%
Welds	✓	70,3 < 100%

Рис. 3.61 Результати розрахунку та перевірки вузла з'єднання балок настилу з ГБ в ПК Idea Statica

На рисунках 3.62 та 3.63 приведено схеми поперечного та поздовжнього розрізів сталевого каркасу на яких відображено вузли з'єднання елементів.

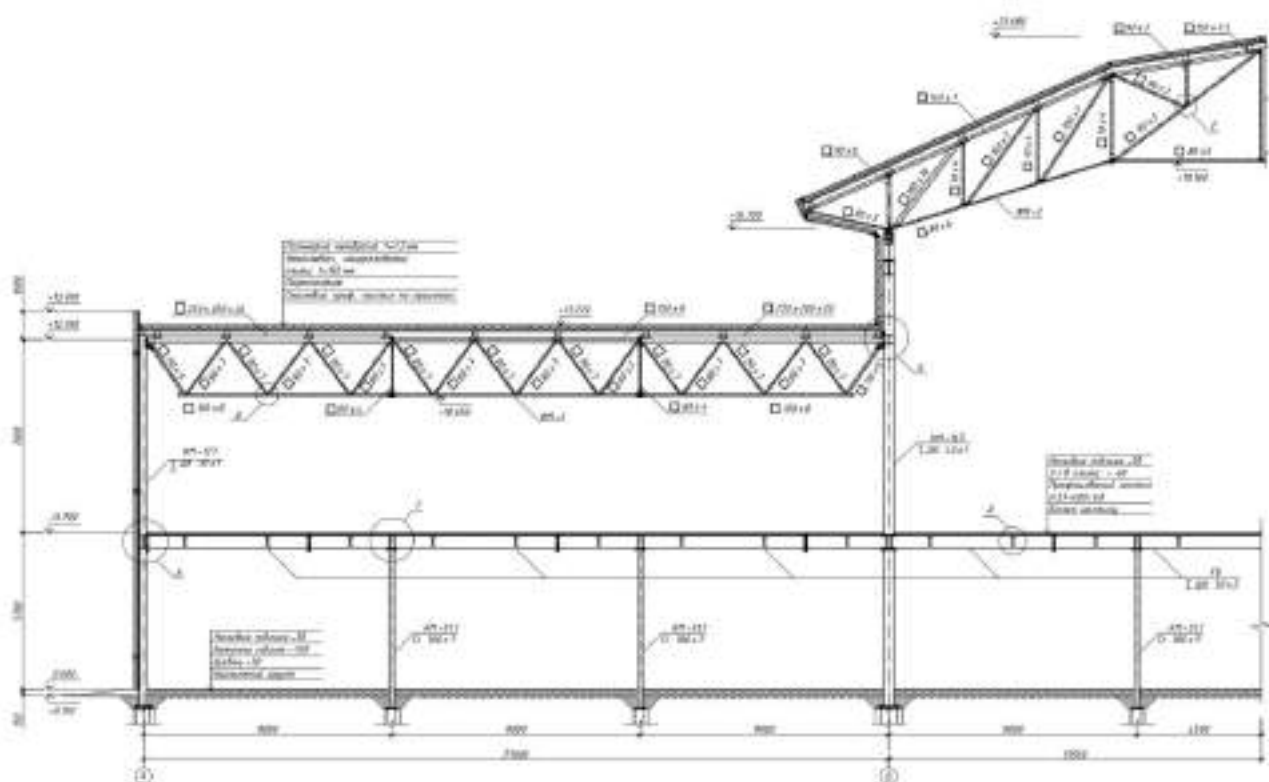


Рис. 3.62 Схема конструкцій на поперечному розрізі

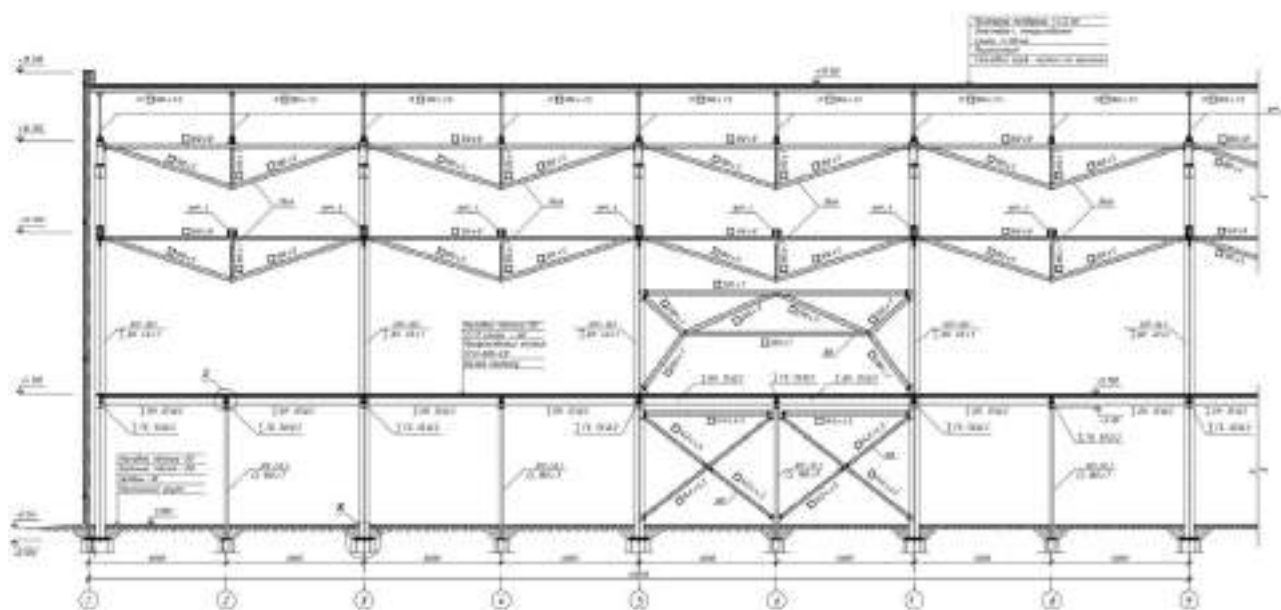


Рис. 3.63 Схема конструкцій на поздовжньому розрізі

На рисунку 3.64 зображено жорсткий вузол з'єднання головної балки з колоною К-1, вузол виконаний за допомогою з'єднувальної пластини на болтах.

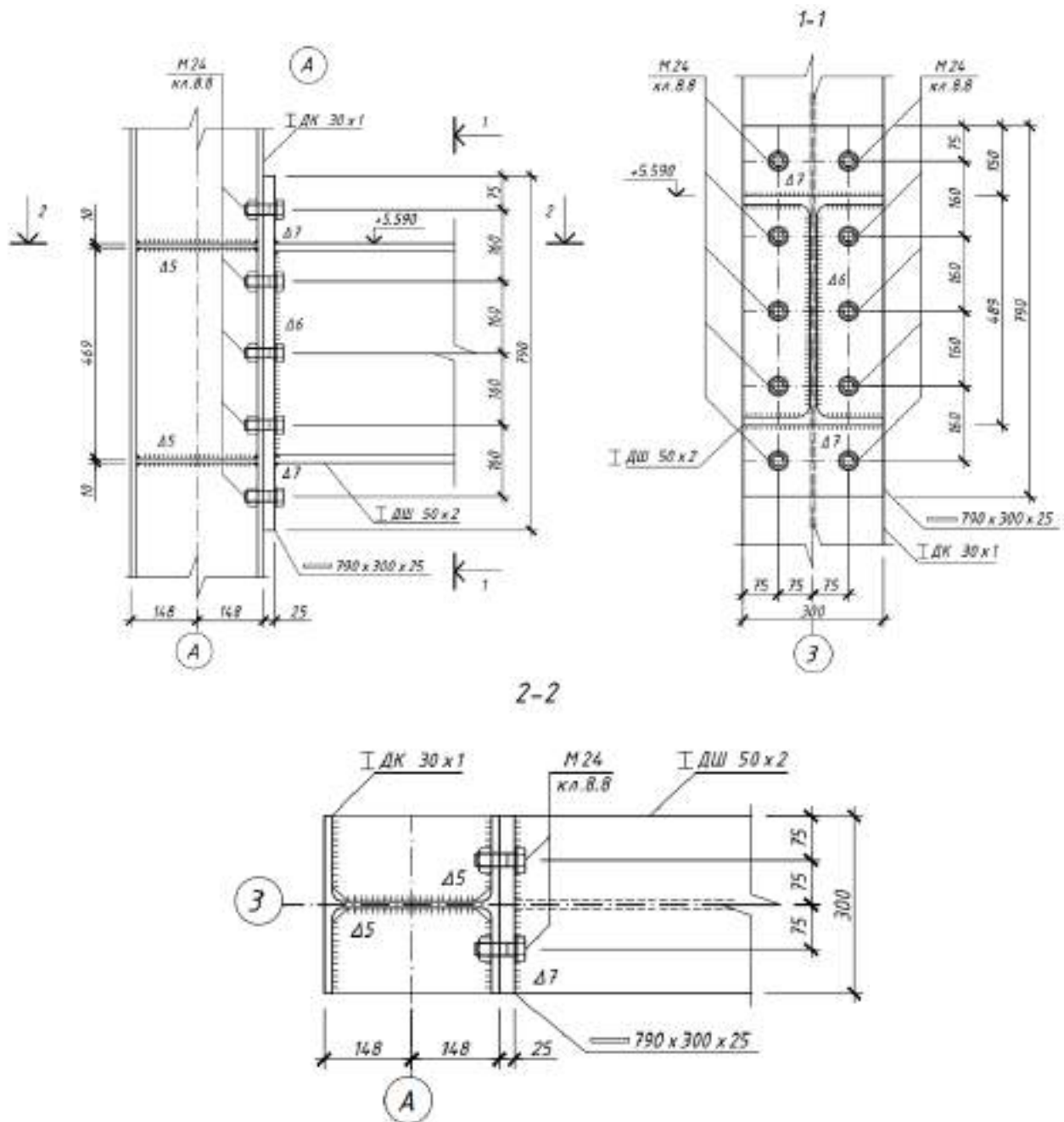


Рис. 3.64 Вузол з'єднання головної балки з колоною крайнього ряду

На рисунку 3.65 представлено вузол з'єднання ферми Ф1 крайнього прольоту з колоною середнього ряду. Вузол являється шарнірний, виконаний за рахунок опорної пластини та болтового з'єднання.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		117

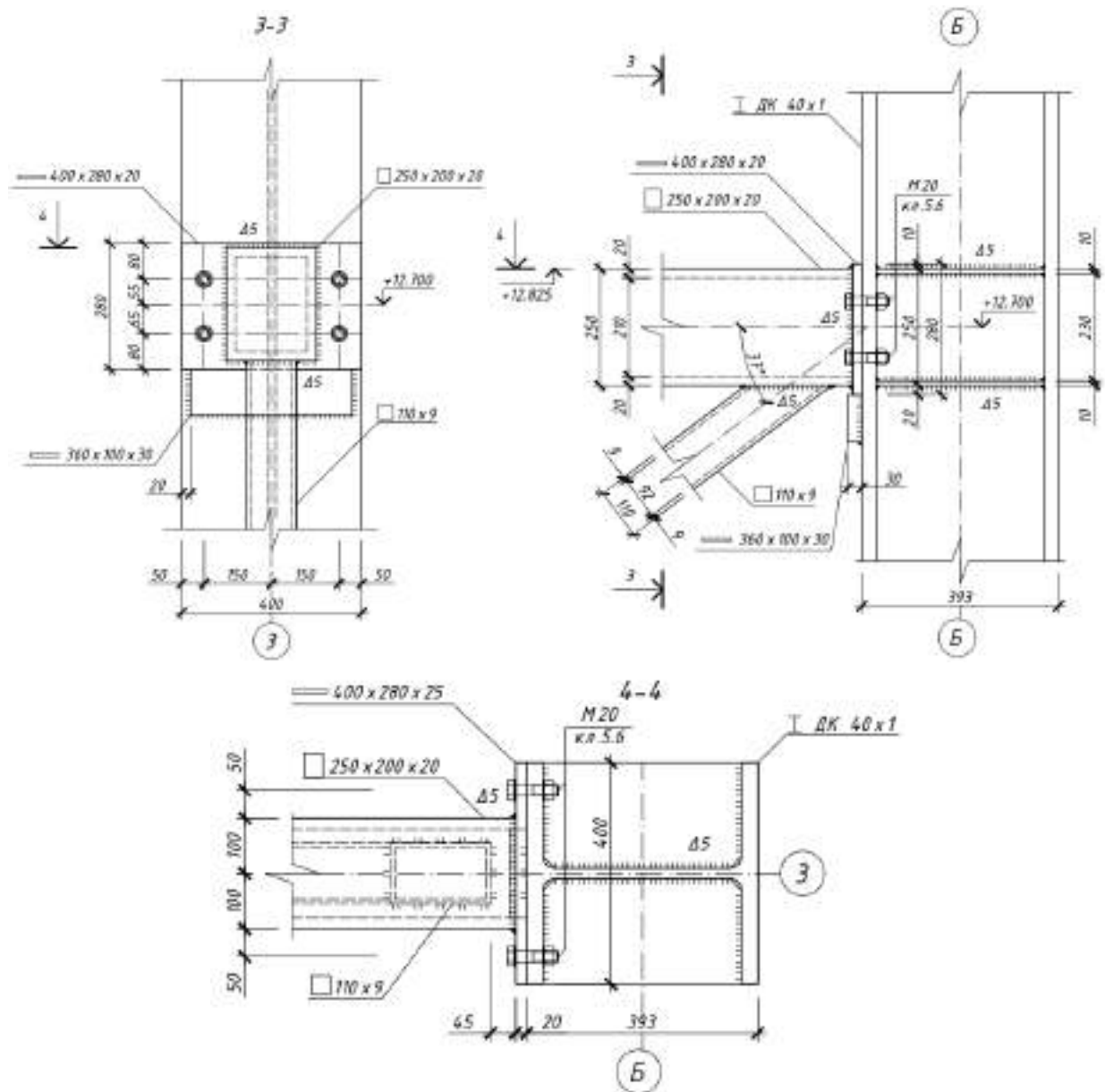


Рис. 3.65 Вузол з'єднання ферми Ф1 по верхньому поясу з колоною середнього ряду

На рисунку 3.66 відображено вузол з'єднання розкосів з нижнім поясом, реалізований за допомогою поперечної пластинки, також, на рисунку 3.67 представлено проміжний вузол головної балки, яка конструктивно кріпиться до опорної пластини колони балкової клітки за допомогою 4 болтів. В цьому місці також влаштовуються ребра жорсткості.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА						Лист
здобувача ступеня вищої освіти «магістр»						118
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	

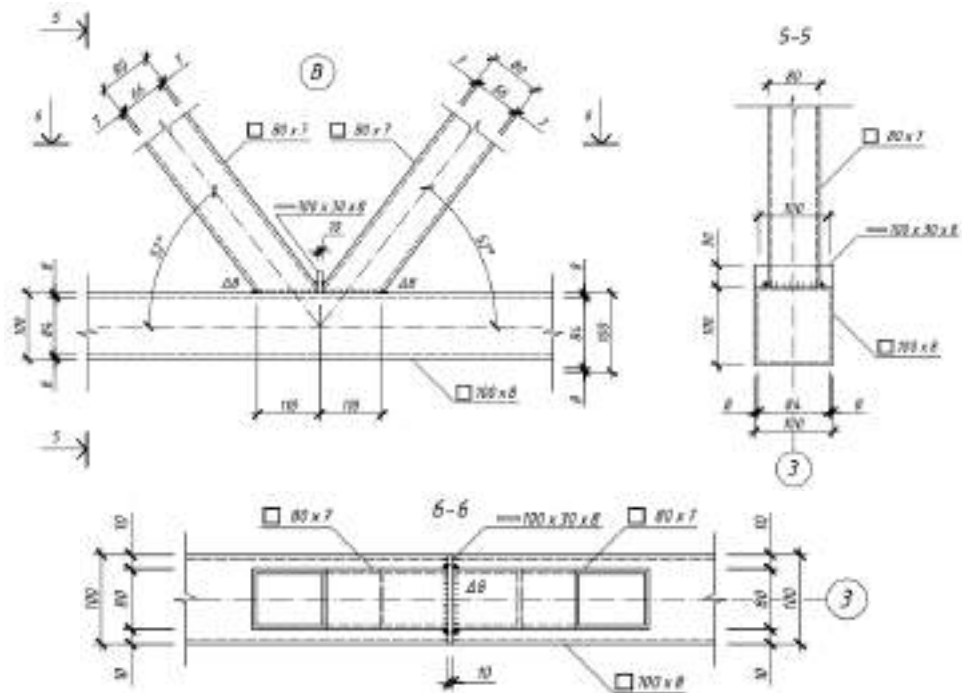


Рис. 3.66 Вузол з'єднання розкосів ферми Ф1 до нижнього поясу

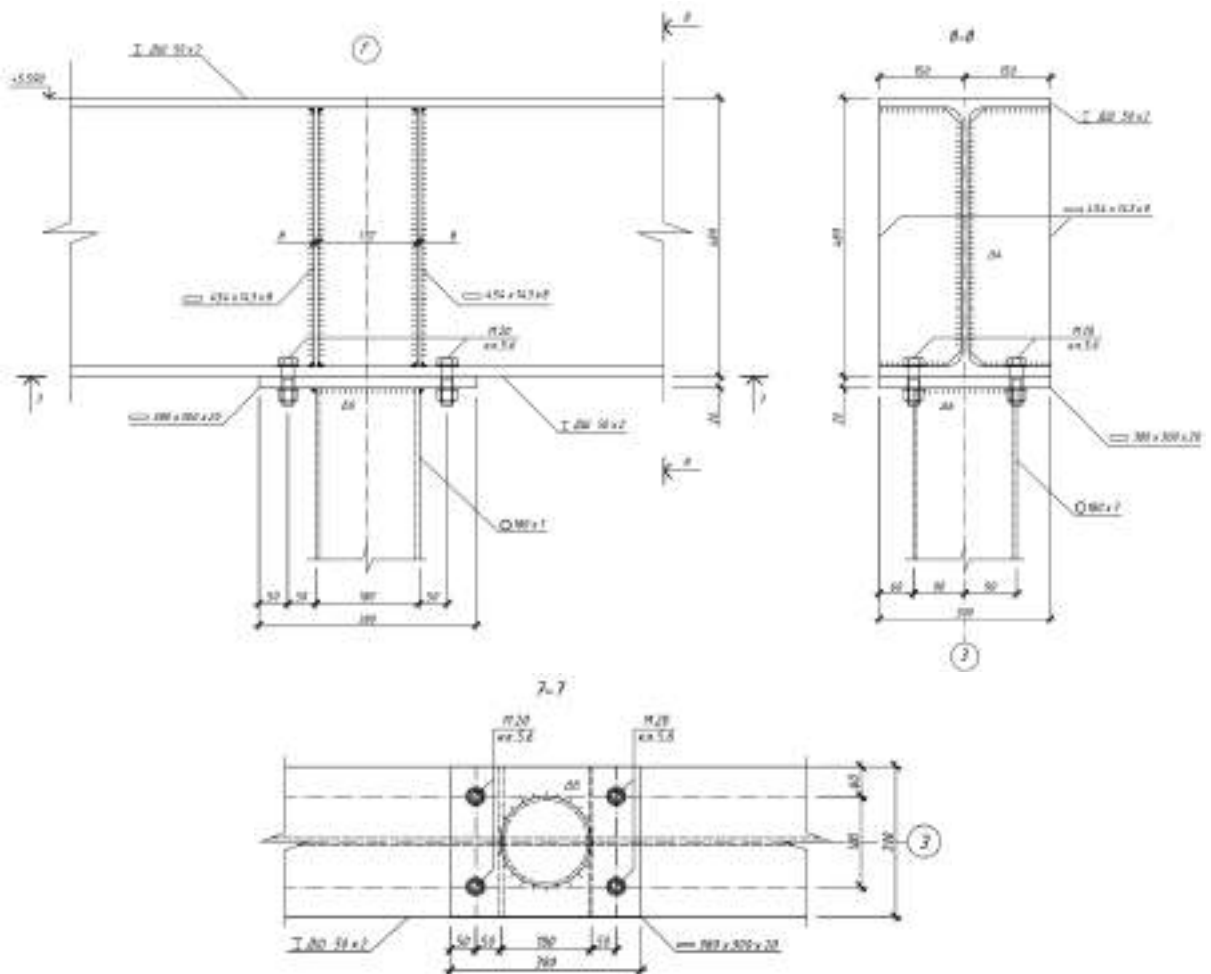


Рис. 3.67 Проміжний вузол головної балки

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
здобувача ступеня вищої освіти «магістр»

На рисунку 3.68 зображено реалізацію вузла примикання балок настилу до головної балки, він являється шарнірним, виконаний зі зміщенням 60 мм для розміщення профільованого настилу.

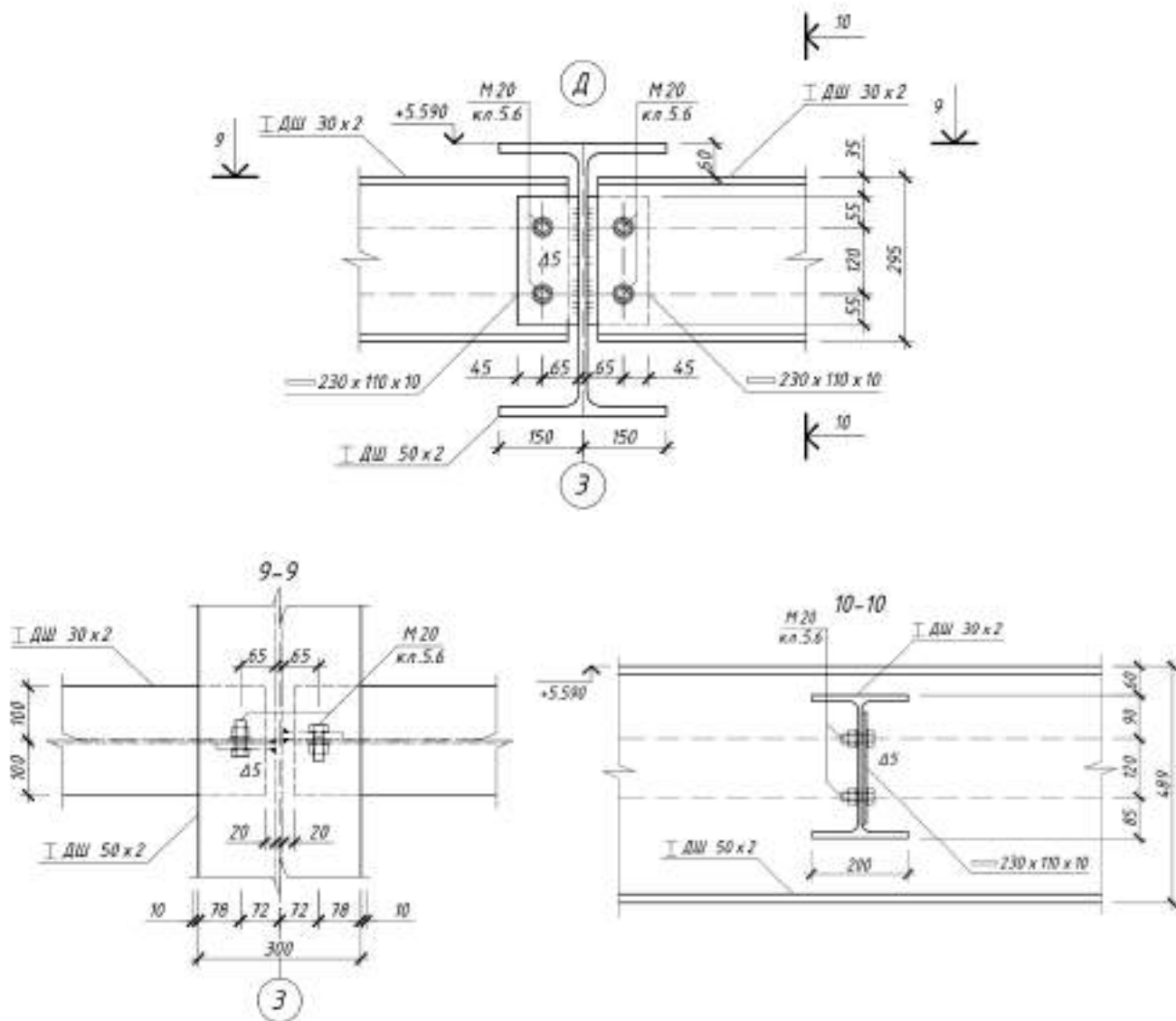


Рис. 3.68 Вузол з'єднання балок настилу з головною балкою

На рисунку 3.69 відображено реалізацію вузла з'єднання розкосів центральної решітки Ф2, була влаштована додаткова опорна пластинка.

На рисунку 3.70 приведено вузол бази колони К-2. У вузлі реалізований упор, у колоні діє значна поздовжня сила і не значний момент, що дає можливість реалізувати вузол використавши лише 4 анкерних болти.



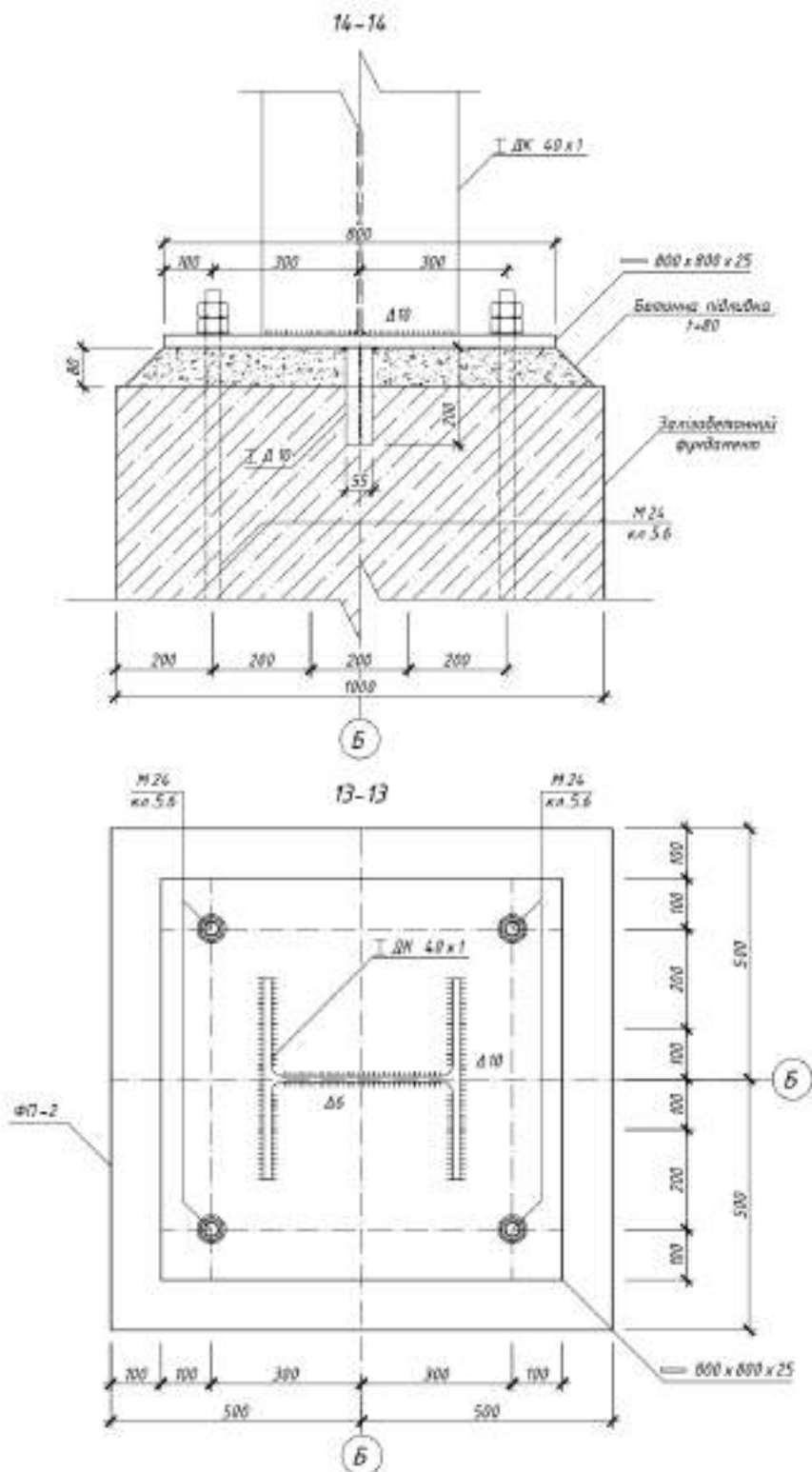


Рис. 3.70 Вузол бази колони К-2

На рисунках 3.71 та 3.72 демонструється відправна марка розрахована за нормами Єврокод та ДБН, на рисунках 3.73 та 3.74 приведені специфікації до цих відправних марок.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		122

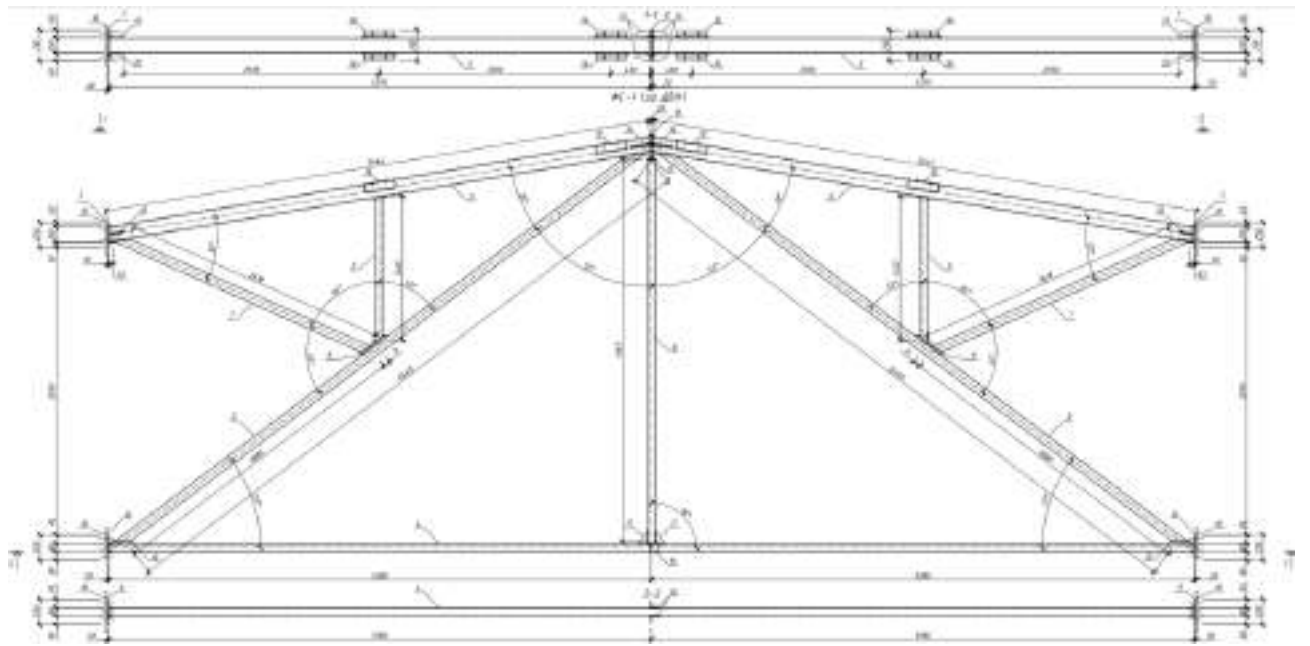


Рис. 3.71 Відправна марка ферми Ф-2 за нормами ДБН

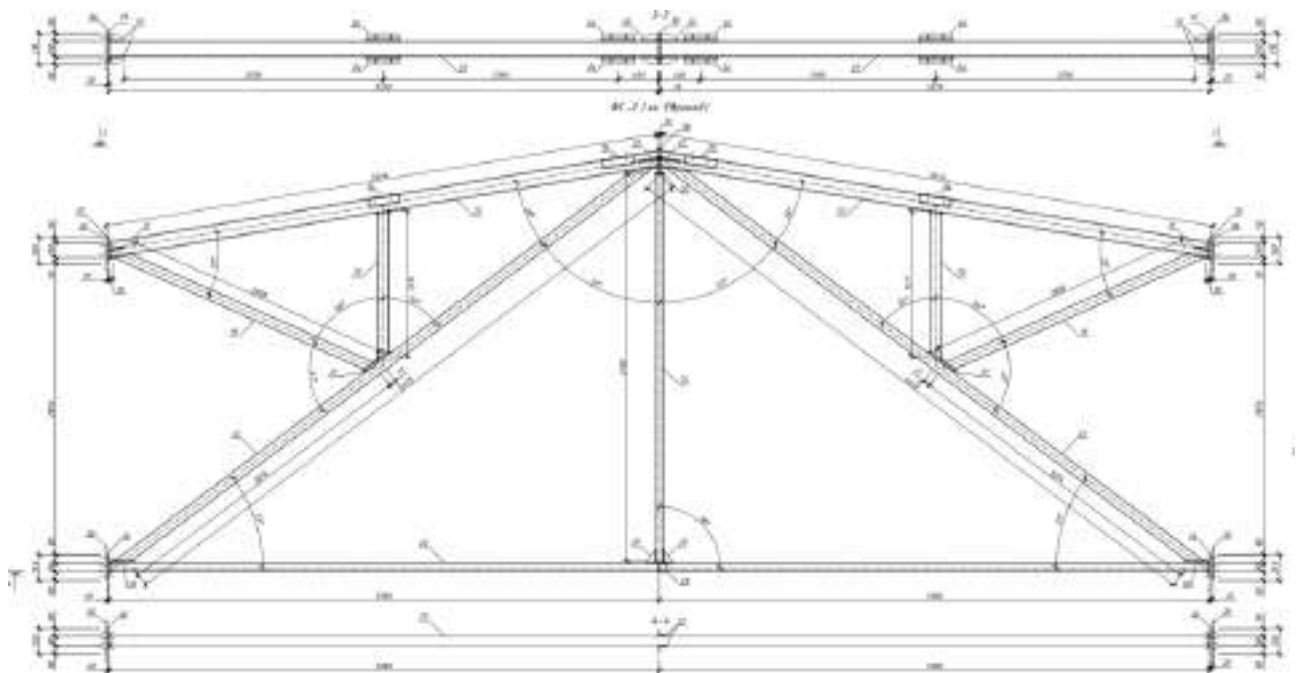


Рис. 3.72 Відправна марка ферми Ф-2 за нормами Єврокод

Специфікація на відправний елемент										
Марка	Лист	Кількість		Параметр	Довжина	Маса, кг			Клас сталі	Примітки
		Г	Н			Аксел	пол	норки		
ФС-1	1	2		□ 80 x 2	26M	20.97	4.156		C 205	
	2	2		□ 80 x 2	34.22	11.39	27.70		C 205	
	3	2		□ 80 x 2	64.40	51.59	103.06		C 205	
	4	1		□ 80 x 5	10.60	121.26	121.26		C 245	
	5	2		□ 150 x 7.5	54.44	174.43	348.86		C 245	
	6	1		□ 70 x 4	3.97	30.38	30.38		C 205	
	7	2		— 20 x 250	3.0	12.17	24.34		C 205	
	8	2		— 20 x 250	2.50	8.81	19.62		C 205	
	9	2		— 5 x 280	1.0	1.32	2.64		C 205	
	10	2		— 10 x 280	1.0	1.73	3.46		C 205	
	11	2		△ 100 x 100	58	2.55	5.1		C 205	
	12	1		— 20 x 270	3.0	13.16	26.34		C 205	
	13	4		— 10 x 150	80	1	4		C 205	
	14	4		— 10 x 150	80	1	4		C 205	
	15	2		L 30 x 6	30	0.59	1.18		C 205	
	16	4		L 80 x 6	300	2.21	8.84		C 205	
	17	1		— 10 x 90	90	0.64	0.64		C 205	
	18	4		— 10 x 230	470	10.67	42.68		C 205	
						15x11кг	105.22			

Рис. 3.73 Специфікація на відправний елемент ФС- 1 за ДБН

Специфікація на відправний елемент										
Марка	Лист	Кількість		Параметр	Довжина	Маса, кг			Клас сталі	Примітки
		Г	Н			Аксел	пол	норки		
ФС-2	19	2		□ 100 x 4	26.08	30.59	61.18		C 285	
	20	2		□ 100 x 4	74.17	18.62	37.24		C 285	
	21	2		□ 100 x 4	64.35	75.48	150.96		C 285	
	22	1		□ 80 x 7	10.60	102.06	102.06		C 245	
	23	2		□ 150 x 10	54.44	232	464		C 245	
	24	1		□ 70 x 4	3.97	30.52	61.04		C 205	
	25	2		— 20 x 250	3.0	12.17	24.34		C 205	
	26	2		— 20 x 250	2.50	8.81	19.62		C 205	
	27	2		— 5 x 280	1.0	1.32	2.64		C 205	
	28	2		— 10 x 280	1.0	1.73	3.46		C 205	
	29	2		△ 100 x 100	58	2.55	5.1		C 205	
	30	1		— 20 x 270	3.0	13.16	26.34		C 205	
	31	4		— 10 x 150	80	1	4		C 205	
	32	4		— 10 x 150	80	1	4		C 205	
	33	2		L 70 x 6	30	0.59	1.18		C 205	
	34	4		L 80 x 6	300	2.21	8.84		C 205	
	35	1		— 10 x 90	90	0.64	0.64		C 205	
	36	4		— 10 x 230	470	10.67	42.68		C 205	
						15x11кг	109.42			

Рис. 3.74 Специфікація на відправний елемент ФС- 2 за Єврокод

## ***ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ***

**Консультант:** \_\_\_\_\_ Ращенко А.М.

**Здобувач:** \_\_\_\_\_ Кравчук Р.В.

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Лист
						125

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
здобувача ступеня вищої освіти «магістр»

#### 4.1 Загальні відомості

1. Призначення споруди – логістичний комплекс;
2. Місце будівництва – м.Київ, Солом'янський район;
3. Проектне рішення фундаментів – забивні палі перерізом 30x30см;
4. Фізико-механічні властивості ґрунтів відображені у таблиці 1, інженерно-геологічний розріз зображено на рисунку 1.

Роботи які були проведені у ході інженерно-геологічних вишукувань:

1. влаштування трьох свердловин на глибину 7...10 м від денної поверхні, загальним метражем 27 погонних метрів;
2. динамічне зондування легким зондом на глибину до 4 м від денної поверхні;
3. планово-висотна прив'язка інженерно-геологічних виробок;
4. відбір зразків ґрунту порушеної і непорушеної (монолітів) структури з пройдених виробок;
5. лабораторні визначення фізико-механічних властивостей ґрунтів;
6. камеральна обробка результатів польових і лабораторних матеріалів;

#### 4.2 Фізико-географічні умови ділянки

В адміністративному відношенні майданчик розташований в межах кварталу Жуляни Солом'янського району м. Києва. На час вишукувань ділянка огорожена, вільна від забудови.

В геоструктурному відношенні район відноситься до Українського кристалічного щита в межах його Фастівського блоку.

В геоморфологічному відношенні район відповідає пластово-аккумулятивній моренно-водно-льодовиковій рівнині, сформованій на неоген-палеогенових відкладах.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		126

Клімат району помірно-континентальний (кліматичний район І – північно-західний). Середньорічна температура повітря складає плюс 8°C. Середня місячна температура січня – мінус 4.7°C, липня – плюс 19.8°C. Тривалість періоду із середньою добовою температурою повітря рівною або менше плюс 8°C дорівнює 176 діб. Тривалість періоду із середньою добовою температурою повітря рівною або менше 0°C дорівнює 114 діб.

#### 4.3 Геологічна будова майданчика

Геологічна будова ділянки розвідана на глибину до 10 м від денної поверхні і представлена комплексом відкладів четвертинної системи.

Голоценові відклади: представлені сучасними техногенними утвореннями (еН) – шаром рослинного ґрунту, що в наслідок господарської діяльності забруднений побутовим та будівельним сміттям.

Водно-льодовикові відклади середньоплейстоценової ланки, що представлені в цьому районі на суміжних ділянках, на майданчику дослідження відсутні – вони повністю розмиті та заміщені озерно-алювіальними відкладами (I-а РІІІ-Н). Товща представлена супісками, пісками та легкими суглинками. Розкрита сумарна потужність цих відкладів становить 1.5...2.5 м.

Нижче залягають озерно-алювіальні дрібнозернисті неоднорідні піски (I-а РІІІ) з частими прошарками та лінзами супісків.

З позначок 164.0...164.5 м (з глибини 9.1...8.3 м) вони підстеляються озерними супісками (I РІІІ). Геологічна будова розкрита до абсолютних позначок 162.8...163.1 м. За архівними відомостями нижче, з абсолютних позначок 157...159 м залягають бурі та строкаті неогенові глини. Їх сумарна потужність перевищує 10 м.

#### 4.4 Геотехнічні властивості ґрунтів основи

За результатами польових та лабораторних робіт, виконаних на ділянці вишукувань, виділені наступні інженерно-геологічні елементи (ІГЕ):

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		127

ІГЕ-1 – рослинний шар: супісок пилюватий, темно-сірий до чорного, гумусований (відносний вміст органічної речовини 1.3...2.6%), з залишками коріння рослин, ходами землерийв, з покрівлі з домішками побутового та будівельного сміття до 5 %, пухкий, сезонно змінної вологості (пластичний на період вишукувань), потужністю 0.5...0.8 м;

ІГЕ-2а – супісок пилюватий, пластичний, бурувато-жовтий, з гніздами вологого піску, потужністю 0.4...0.6 м;

ІГЕ-2 – пісок кварцовий, дрібний, пухкий, середнього ступеню насичення водою, неоднорідний, з гніздами піску середньої крупності та гравелистого, супіску пластичного, бурувато-жовтий, жовто-сірий, потужністю 0.6...2.5 м;

ІГЕ-3 – супісок пилюватий пластичний та суглинок легкий пилюватий м'якопластичний, з гніздами насиченого водою піску, неоднорідний, сіро-жовтий, потужністю 0.8...0.9 м;

ІГЕ-4 – пісок кварцовий, пилюватий, середньої щільності, насичений водою, з частими лінзами та прошарками супіску текучого, гніздами піску дрібного, потужністю 2.4...3.6 м;

ІГЕ-4а – пісок кварцовий, дрібний, середньої щільності, насичений водою, неоднорідний, з прошарками піску пилюватого та текучого супіску, жовто-сірий, потужністю 2.5...3.3 м (розкритою потужністю 1.5 м);

ІГЕ-5 – супісок пилюватий, текучий, сірий, потужністю 0.9...1.7 м.

Геотехнічні роботи. Для визначення характеристик міцності та деформативності ґрунтів, виявлення неоднорідності в заляганні ґрунтів майданчика, виконано динамічне зондування ґрунтів легким зондом ЛЗЗ-3 конструкції МИСИ.

На основі проведених польових і лабораторних досліджень ґрунтів, визначені нормативні та розрахункові показники ґрунтів. Розрахункові показники за несучою здатністю визначені при коефіцієнті довірчої ймовірності  $\alpha = 0.95$ , а за деформаціями – при  $\alpha = 0.85$ .

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		128



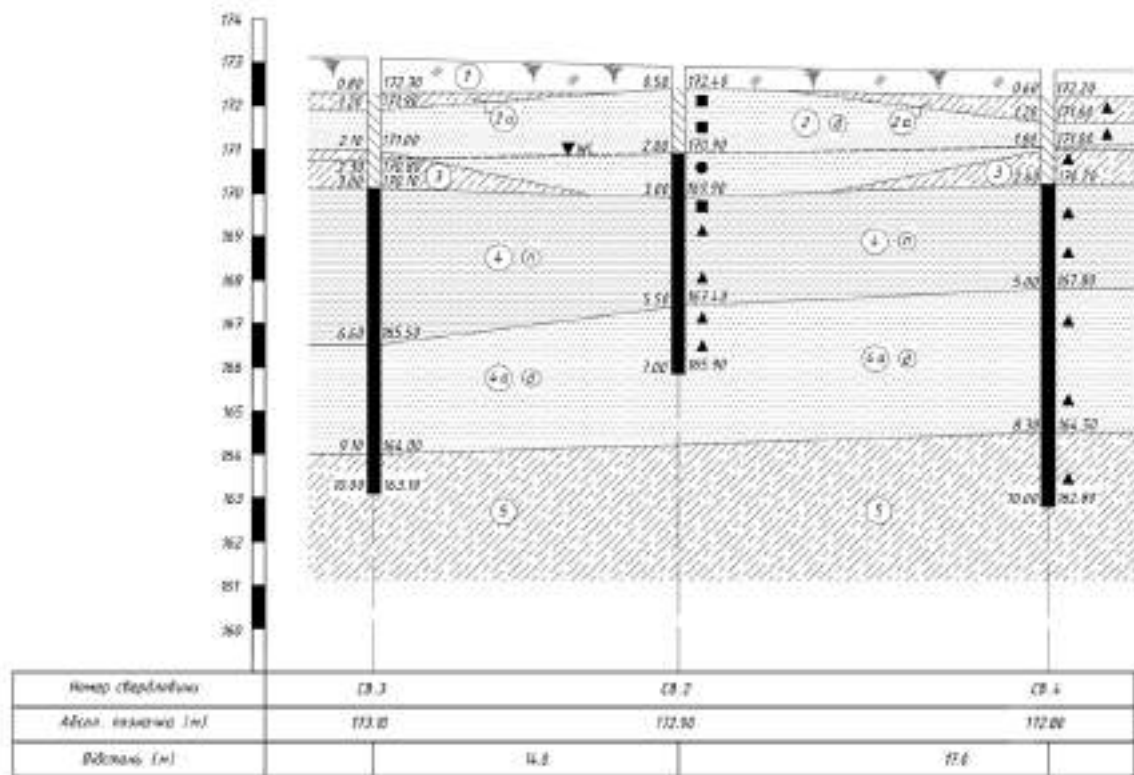


Рис.4.1 Інженерно-геологічний розріз

#### 4.6 Гідрогеологічні умови

Гідрогеологічні умови ділянки характеризуються наявністю водоносного горизонту, що приурочений до алювіально-делювіальних відкладів. Загальним водотривким шаром у цьому районі виступають бурі та строкаті глини. Локальним горизонтом слугують водно-льодовикові суглинки.

Підземні води на ділянці вишукувань зустрінуті всіма свердловинами. Усталений рівень ґрунтових вод зафіксований на глибинах 2.3...1.8 м від денної поверхні, в межах абсолютних позначок 170.80...171.00 м. Водоносний горизонт – безнапірний. Його живлення відбувається в основному за рахунок гідравлічного зв'язку з водами р. Нивка, інфільтрації атмосферних опадів та значно меншою мірою – за рахунок техногенних втрат з водонесучих мереж. Область живлення ґрунтових вод співпадає з областю розповсюдження водоносного горизонту в плейстоценових відкладах.

Сезонні коливання ґрунтових вод складають 0.8...1.5 м.

За хімічним складом підземні води неагресивні до бетонів марки W 4 за водонепроникністю, слабо агресивні до арматури залізобетонних конструкцій при періодичному змочуванні.

#### 4.7 Розрахунок пальових фундаментів, палі забивні перерізом 30x30 см

Потужність шарів відносно свердловини №2:

1. ПГЕ – 1 – 0.5м.
2. ПГЕ – 2 – 2.5м.
3. ПГЕ – 4 – 2.5м.
4. ПГЕ – 4а – 1.5м. (по глибині свердловини №2) та 3.25м. (орієнтовно, по подошві шару, відносно сусідніх свердловин)

4.1 Глибина закладання подошви ростверку:

Відносно кліматичних умов:

$$d_f = K_h * d_{fn} = 1.1 * 0.5 = 0.55\text{м}$$

$K_h$  - коефіцієнт по ДБН, який враховує тепловий режим будинку та його вплив;

$K_h = 0.5$  (у частині будівлі, де відсутній підвал при температурі 20°).

$d_{fn}$  – промерзання ґрунту (нормативна величина) згідно районування;

$d_{fn} = 1.1\text{м}$  промерзання ґрунту для м.Київ;

Попередньо, необхідно прийняти висоту траверси колони. Приймаємо 500 мм.

Рівень підлоги 1-го поверху відповідає абсолютній позначці 174.00.

База колони розташовується нижче рівня підлоги.

Товщина підлоги 1-го поверху орієнтовно 250 мм.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		131

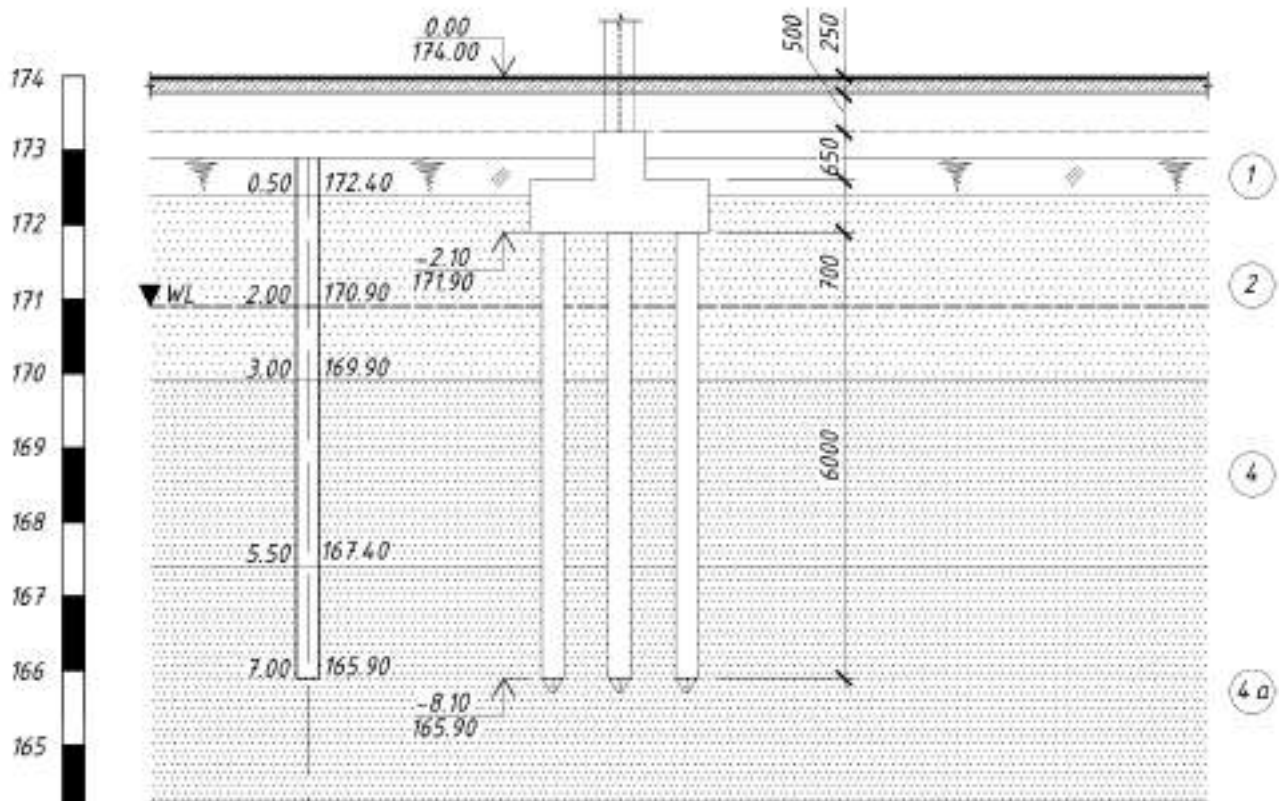


Рис.4.2 Орієнтовна схема посадки фундаменту на інженерно-геологічний розріз

### Розрахунок несучої здатності, забивних паль

Відповідно до ґрунтових умов та фізико-механічних властивостей ґрунтів приймаємо довжину палі  $l_{\text{палі}} = 6\text{ м}$ .

Визначення несучої здатності висячої палі за формулою:

$$F_d = \gamma_c * (\gamma_{CR} R A + u \sum \gamma_{cf} h_i f_i)$$

$\gamma_{CR}$  – коефіцієнт, що враховує умови роботи ґрунту під нижнім кінцем палі

$$\gamma_{CR} = 1;$$

R – розрахунковий опір під рівнем вістря палі;

A – площа опирання палі на ґрунт або розширення,  $\text{м}^2$ .

$\gamma_{cf}$  – коефіцієнт, що враховує роботу ґрунту по бічній поверхні палі;

u – периметр поперечного перерізу палі по зовнішньому контуру, м.

$f_i$  – розрахунковий опір i – го шару ґрунту по бічній поверхні;

$h_i$  – товщина i-го шару ґрунту, м.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		132

Забивна паля являється квадратною перерізом 30х30см:

$$D=0.3\text{м} \quad A=0.3*0.3 = 0.09\text{м}^2$$

$$U = 0.3*4=1.2\text{м}$$

Глибина занурення вістря палі від природнього рельєфу  $H = 8.1\text{м}$

Вістря палі заглиблено у ІГЕ-4а – пісок кварцовий, дрібний, середньої щільності, насичений водою, неоднорідний. Відповідно, визначаємо розрахунковий опір ґрунту по вістря палі.

Таблиця 4.2

Глибина занурення вістря палі, м.			Формула інтерполяції
7(y1)	8.1(y2)	10(y3)	$\frac{x-x1}{x1-x2} = \frac{y-y1}{y1-y2}$
2400 (x1)	x	2600(x2)	$R_x = 2400 + \frac{2600-2400}{10-7}*(8.1-7)$ = 2473 кПа

Обраховуємо розрахунковий опір по бічній поверхні. Нам необхідно розбити шари на ділянки не більше 2м, та, додатково, визначити відстань від рівня землі до середини цих шарів.

Ділянки розбиття шарів ґрунту:

$$h_1 = 2\text{м.}$$

$$h_2 = 1.5\text{м.}$$

$$h_3 = 1\text{м.}$$

$$h_4 = 1.5\text{м.}$$

Відстні від рівня землі до середини шарів:

$$H_1 = 2\text{м.}$$

$$H_2 = 3.75\text{м.}$$

$$H_3 = 5\text{м.}$$

$$H_4 = 6.25\text{м.}$$

Розрахунок опору по бічній поверхні обраховано у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Номер розрахункового елемента	$H_i$	$f_i$ кПа	$h_i$ м	$\gamma_{cf}$	$f_i h_i \gamma_{cf}$ кН/м
1	2	30	2	1	60
2	3.75	27	1.5	1	40.5
3	5	29	1	1	29
4	6.25	42	1.5	1	63
Разом: $f_i h_i \gamma_{cf}$					192.5

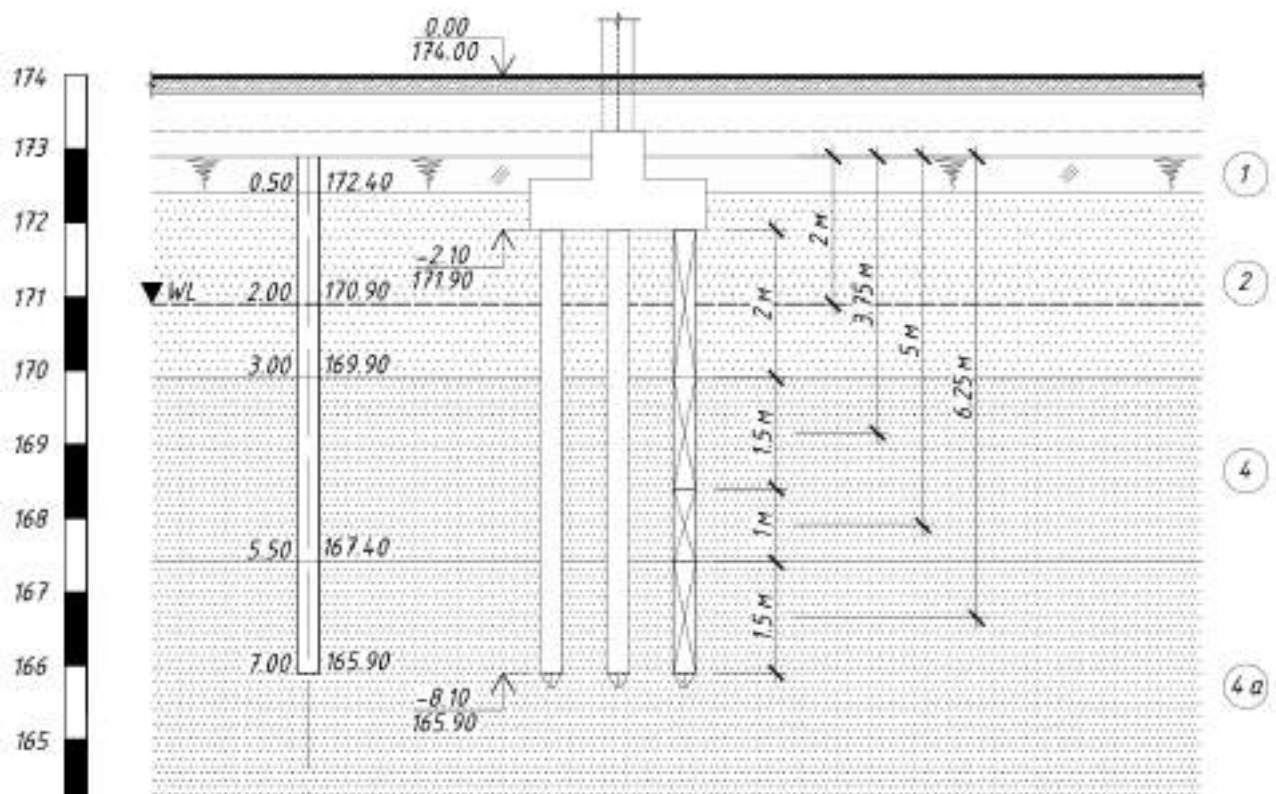


Рис. 4.3 Розбиття палі на елементарні шари по ґрунту

Визначення несучої здатності:

$$F_d = \gamma_c * (\gamma_{CR} R_A + u \sum \gamma_{cf} h_i f_i) = 1 * (1 * 2473 * 0.09 + 1.2 * 192.5) = 453.57 \text{ кН.}$$

Враховуємо коефіцієнт надійності по ґрунту  $\gamma_g = 1.4$

Несуча здатність палі складає:

$$F_{d.g} = \frac{F_d}{\gamma_g} = \frac{453.57}{1.4} = 324 \text{ кН.}$$

Розрахунок необхідної кількості забивних паль.

$$N = 1788.52 \text{ кН} \quad N_I = 1788.52 * 1.2 = 2146.23 \text{ кН}$$

$$M = 35.65 \text{ кНм} \quad M_I = 35.65 * 1.2 = 42.78 \text{ кНм}$$

$$Q = 8.17 \text{ кН} \quad Q_I = 8.17 * 1.2 = 9.8 \text{ кН}$$

Коефіцієнт, що враховує позацентрове навантаження:

$$k_M = 1 + \frac{\sum M_I}{3 * N_I} = 1 + \frac{42.78 + 9.8 * 1.35}{3 * 2146.23} = 1.009$$

Кількість забивних паль:

$$N = \frac{N_I * k_M}{F_{d.g}} = \frac{2146.23 * 1.009}{324} = 6.68 \text{ шт.}$$

Приймаємо 8 паль за для симетричного розміщення. Мінімальна відстань між палями складає  $3d = 900 \text{ мм}$ , виступи за бічні палі приймаємо  $150 \text{ мм}$ .

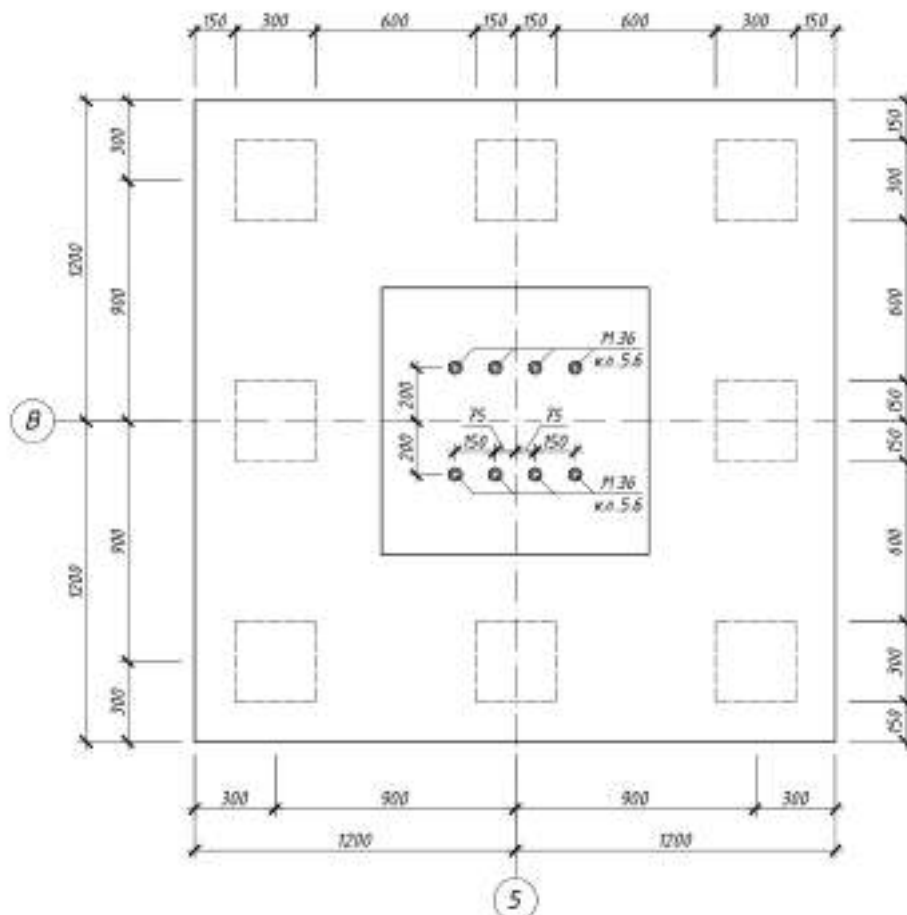


Рис.4.4 Розріз запроєктованого пального фундаменту

Вага фундаменту:

$$F_{I,p} = (2.4 * 2.4 * 0.7 + 1 * 1 * 0.65) * 25 = 117.05 \text{ кН}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		135

Загальне навантаження:

$$\sum N_I = N_I + F_{I,p} = 2146.23 + 117.05 = 2263.28 \text{ кН}$$

$$\sum M_I = M_I + Q_I * h_p = 42.78 + 9.8 * 1.35 = 56 \text{ кНм}$$

$$N_{max,min} = \frac{2263.28}{8} \pm \frac{56 * 0.9}{0.9^2 * 4} = 282.91 \pm 15.56 \text{ кНм}$$

$$N_{сер} = 282.91 < F_{d.g} = 324 \text{ кН.}$$

$$N_{max} = 282.91 + 15.56 = 298.47 \text{ кН} < 1.2 * 324 = 388.8 \text{ кН}$$

$$N_{min} = 282.91 - 15.56 = 267.35 \text{ кН} > 0$$

Перевірки виконані.

### Розрахунок армування

Навантаження від колони:

$$N = 1788.52 \text{ кН} \quad N_I = 1788.52 * 1.2 = 2146.23 \text{ кН}$$

$$M = 35.65 \text{ кНм} \quad M_I = 35.65 * 1.2 = 42.78 \text{ кНм}$$

$$Q = 8.17 \text{ кН} \quad Q_I = 8.17 * 1.2 = 9.8 \text{ кН}$$

До розтертку прикладаємо зосереджене зусилля  $N_I$  та сумарний момент:

$$M_{сум} = 42.78 + 9.8 * 1.35 = 56 \text{ кНм}$$

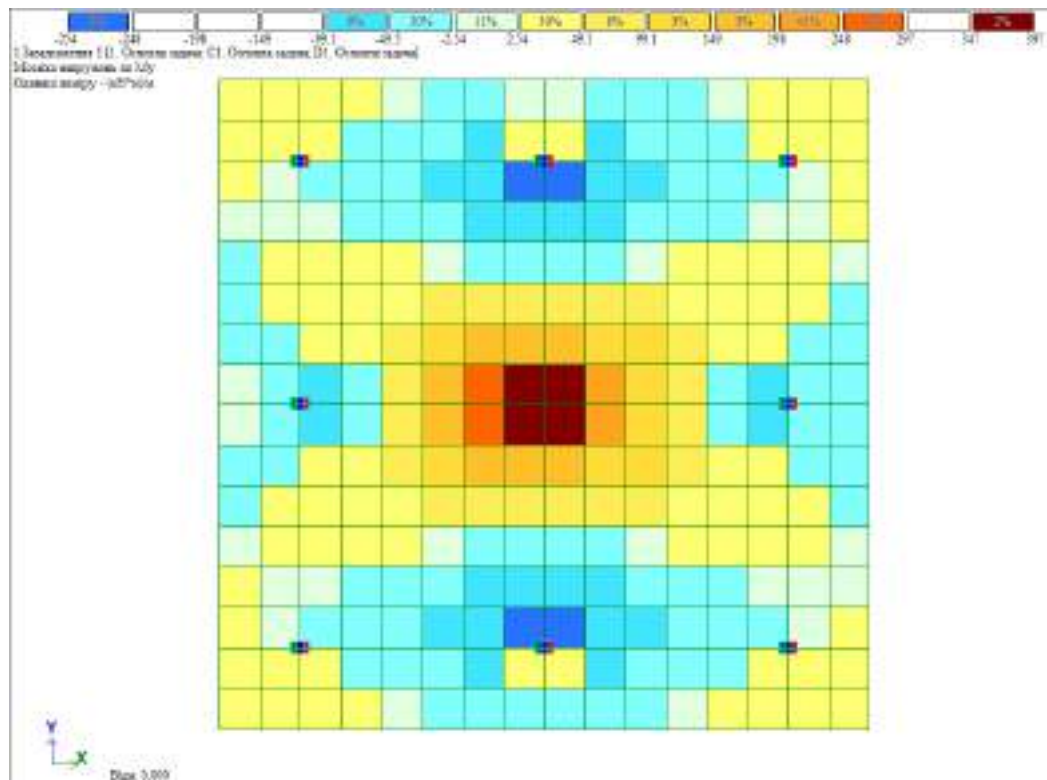


Рис. 4.5 Мозаїка напружень  $M_y$

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		136

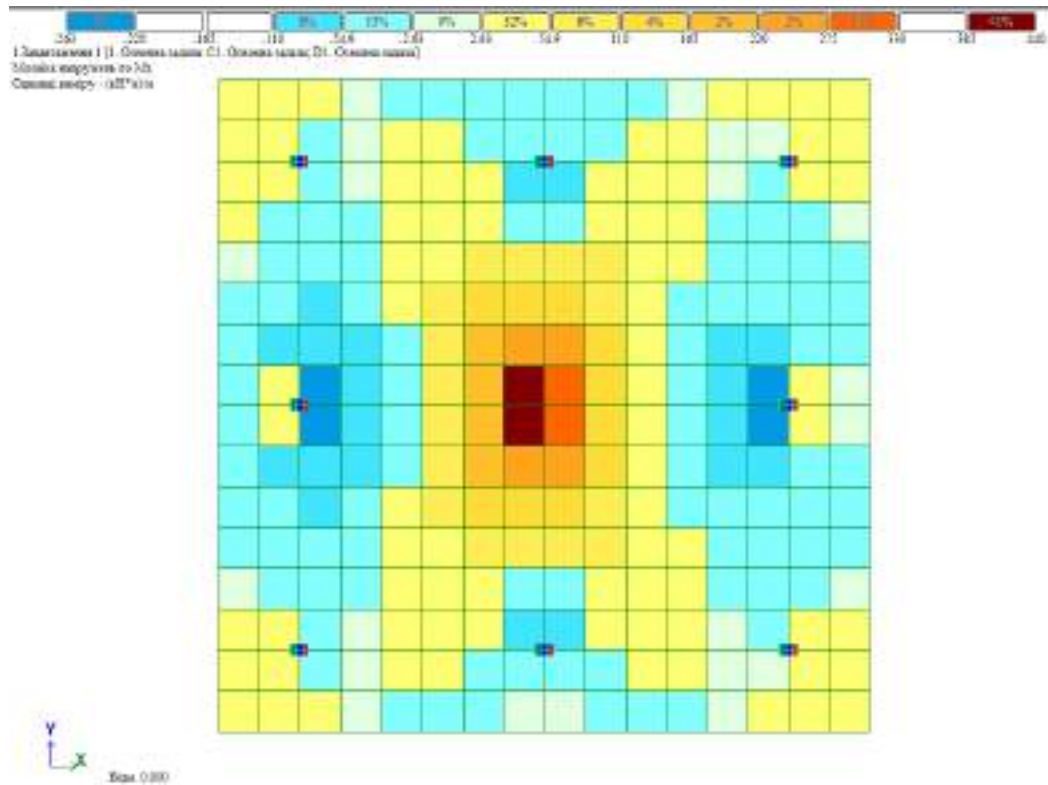


Рис. 4.6 Мозаїка напружень  $M_x$

В розтягнутій зоні:  $M_{max} = 440$  кНм

В стиснутій зоні:  $M_{max} = 263$  кНм

Клас робочої арматури - А400С,  $f_{yd} = 365$  МПа

Клас бетону, який прийнятий для фундаментів С20/25  $f_{cd} = 14.5$  МПа

Необхідна площа перерізу армування:

$$A_s^B = \frac{M}{f_{yd} \cdot \zeta \cdot d} = \frac{440 \text{ [кНм]}}{365 \text{ [МПа]} \cdot 10^3 \cdot 0.95 \cdot 0.65 \text{ [м]}} = 0.001952 \text{ м}^2 = 1952 \text{ мм}^2$$

Крок арматури - 200 мм, переріз арматури -  $\emptyset 12$  мм

Прийнята сітка 24 $\emptyset 12$ А400С ( $A_s = 2716$  мм)

$$A_s^H = \frac{M}{f_{yd} \cdot \zeta \cdot d} = \frac{263 \text{ [кНм]}}{365 \text{ [МПа]} \cdot 10^3 \cdot 0.95 \cdot 0.65 \text{ [м]}} = 0.00073 \text{ м}^2 = 730 \text{ мм}^2$$

Приймаємо аналогічну сітку через обмеження в мінімальному підборі:

Прийнята сітка 24 $\emptyset 12$ А400С ( $A_s = 2716$  мм)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		137

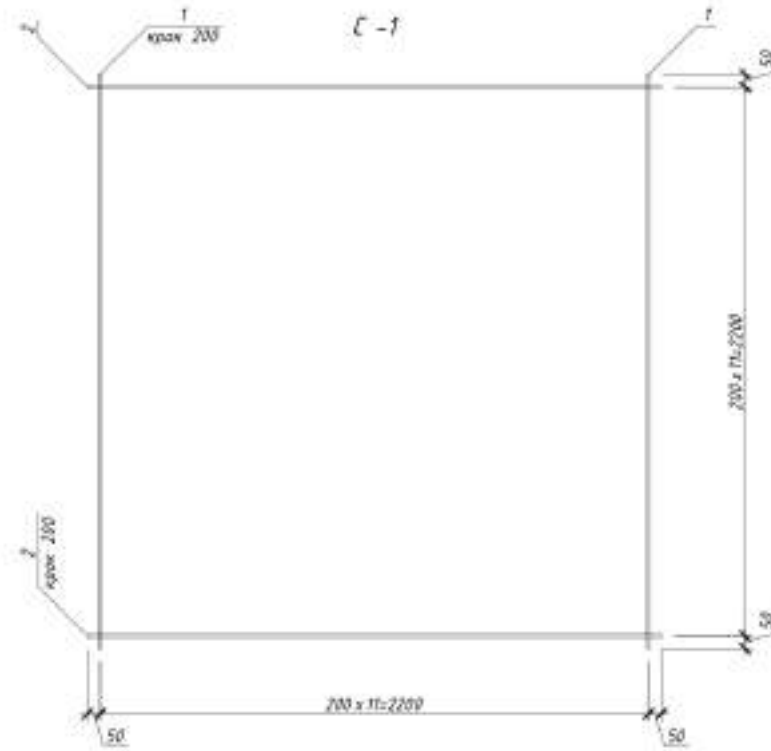


Рис. 4.7 Прийнята сітка С-1 в розтягнутій зоні 24Ø12А400С ( $A_s = 2716 \text{ мм}^2$ )

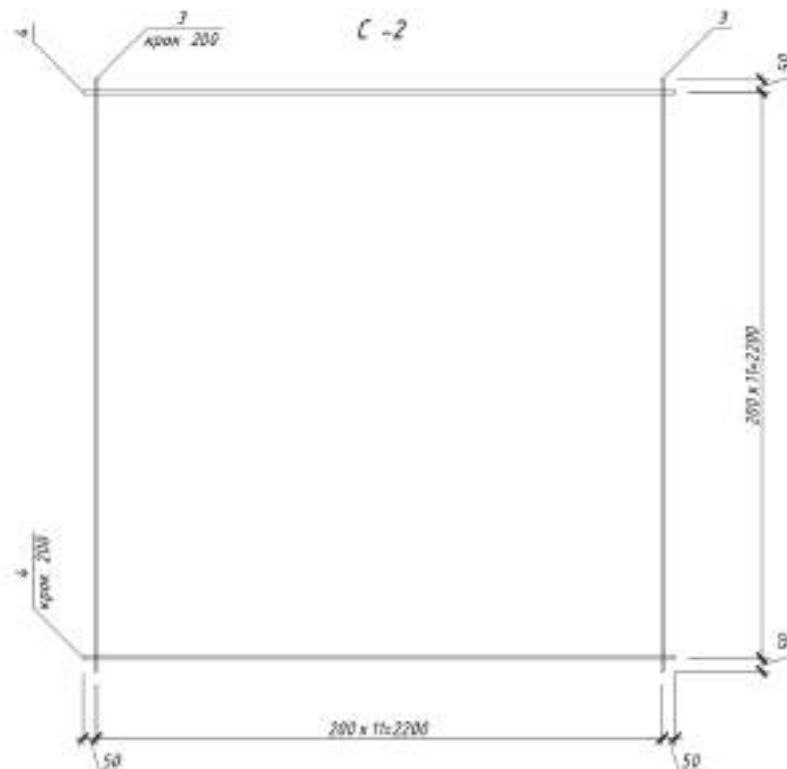


Рис. 4.8 Прийнята сітка С-2 в стиснутій зоні 24Ø12А400С ( $A_s = 2716 \text{ мм}^2$ )

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> <b>здобувача ступеня вищої освіти «магістр»</b>	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		138

Примітка: Конструктивно приймаємо 9 палів, що дасть змогу зусиллям більш рівномірно розподілятися по ростверку та буде гарантувати, що наш ростверк буде проходити перевірку на продавлювання колоною або палею.

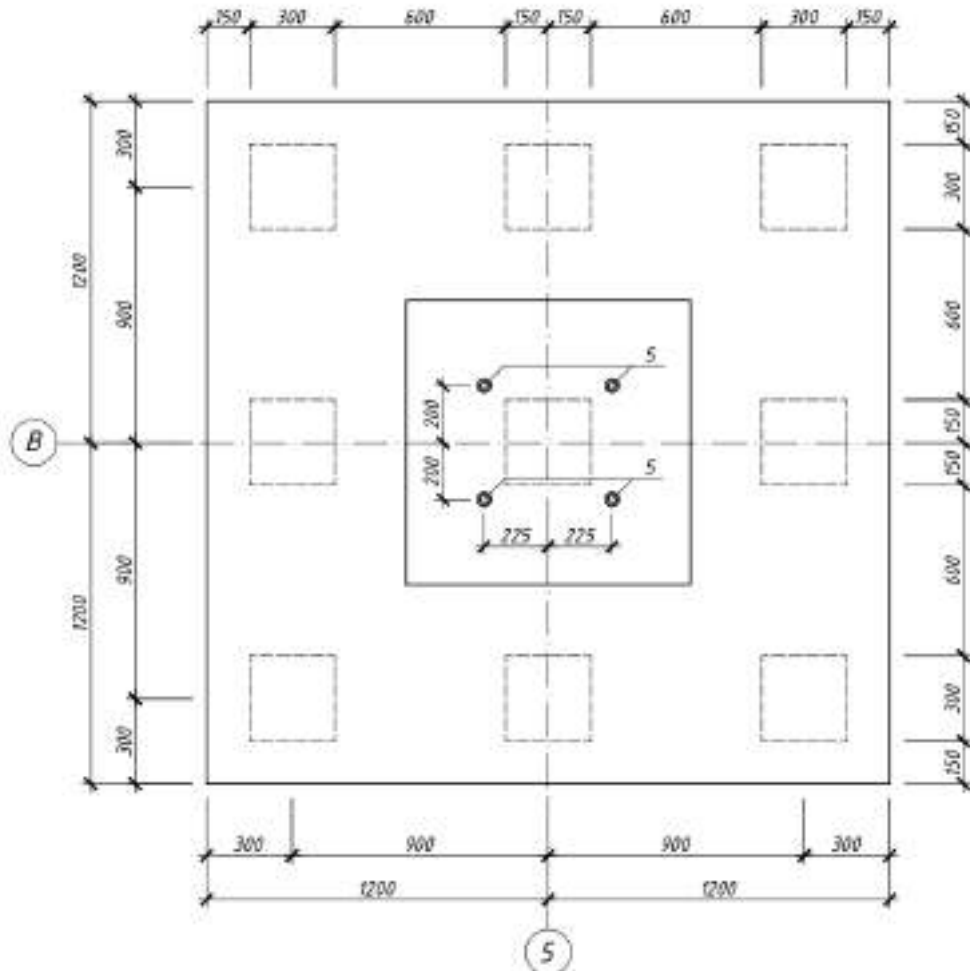


Рис 4.9 Остаточню прийнятий варіант фундаменту

### Розрахунок осідання пального фундаменту

Умовний фундамент можна уявити як блок, складений із ґрунту та палі. Верхня межа цього блоку збігається з поверхнею землі, а бічні межі проходять по вертикальних площинах на відстані  $L$  від центральної осі палі.

$$L = \operatorname{tg}\left(\frac{\varphi_0}{4}\right) = m,$$

де  $\varphi_0$  – середнє значення кута внутрішнього тертя.

$$\varphi_{\Pi_0} = \frac{\varphi_{\Pi_2} * L_2 + \varphi_{\Pi_4} * L_4 + \varphi_{\Pi_{4a}} * L_{4a}}{L_2 + L_4 + L_{4a}} =$$

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		139

$$= \frac{24 \cdot 2 + 28 \cdot 2.5 + 29 \cdot 1.5}{2 + 2.5 + 1.5} = 26.92^\circ,$$

Примітка: для ІГЕ – 2 взято середнє значення кута внутрішнього тертя між ґрунтом з природною вологістю та водонасиченим станом, так як сумарна довжина палі по бічній поверхні з цим ІГЕ - 2м і рівень ґрунтових вод розбиває цю ділянку навпіл.

Ширина умовної підшви фундаменту:

$$b_y = 2L \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\varphi}{4}\right) = 2 \cdot (2 + 2.5 + 1.5) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{26.92^\circ}{4}\right) = 1.42 \text{ м}$$

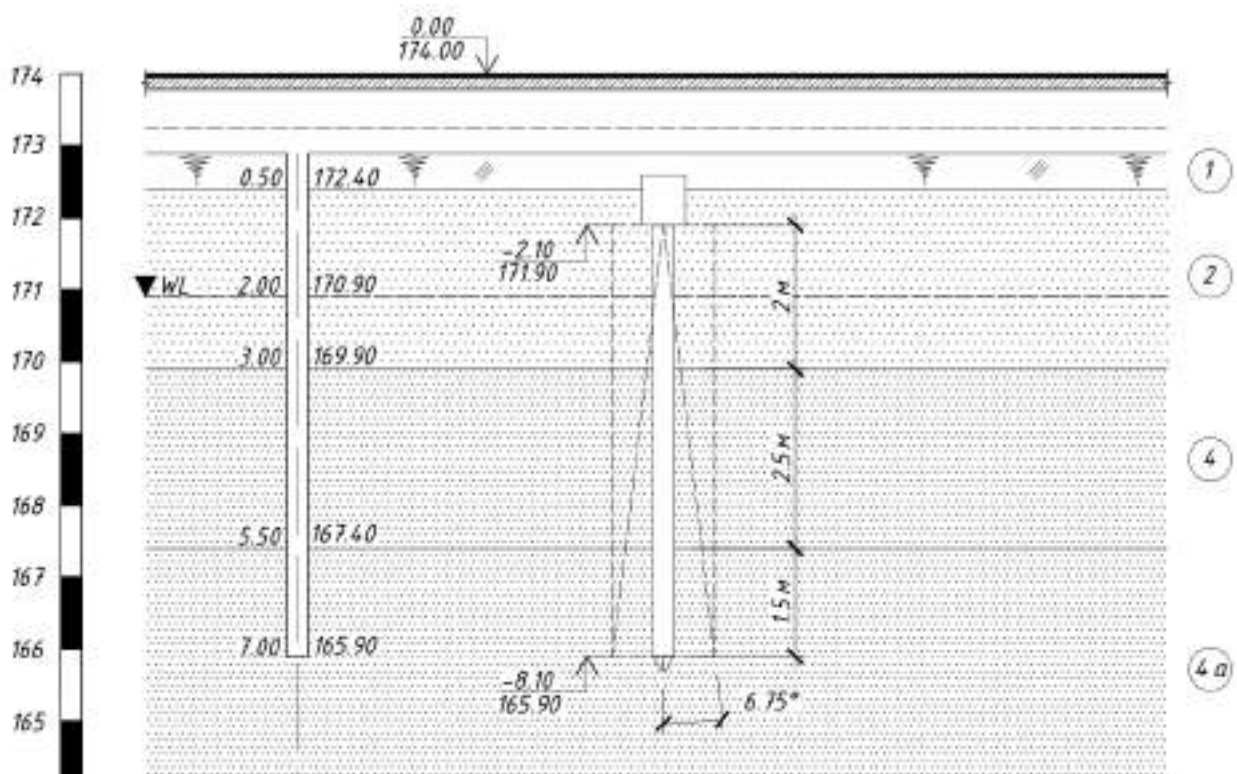


Рис.4.10 Схема умовної підшви палі

Товщина шару (елементарна):

$$h_i = 0.4b = 0.4 \cdot 1.42 \approx 0.6 \text{ м.}$$

Напруження в характерних точках від ваги ґрунту:

• на підшві ІГЕ-1:

$$\sigma_{zg}^I = \gamma_1 \cdot h_1 = 14.4 \cdot 0.5 = 7.2 \text{ кПа}$$

• на рівні ґрунтових вод:

$$\sigma_{zg}^{II} = \sigma_{zg}^I + \gamma_{2г.в} \cdot h_{2г.в} = 7.2 + 16.8 \cdot 1.5 = 32.4 \text{ кПа}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		140

- на підшві ІГЕ-2:

$$\sigma_{zg}^{III*} = \sigma_{zg}^{II} + \gamma_2 * h_2 = 32.4 + 19 * 1 = 51.4 \text{ кПа}$$

- на підшві ІГЕ-2 з врахуванням тиску води:

$$\sigma_{zg}^{III} = \sigma_{zg}^{III*} + \gamma_w * h_2 = 51.4 + 10 * 1 = 61.4 \text{ кПа}$$

- на підшві ІГЕ-4:

$$\sigma_{zg}^{IV} = \sigma_{zg}^{III} + \gamma_4 * h_4 = 61.4 + 19.3 * 2.5 = 109.65 \text{ кПа}$$

- на рівні умовної підшви фундаменту:

$$\sigma_{zg}^V = \sigma_{zg}^{IV} + \gamma_{4a} * h_{4a} = 109.65 + 19.4 * 1.5 = 138.75 \text{ кПа}$$

- на підшві ІГЕ-4а:

$$\sigma_{zg}^V = \sigma_{zg}^{IV} + \gamma_{4a} * h_{4a} = 109.65 + 19.4 * 3.18 = 171.34 \text{ кПа}$$

- на відмітці 12м (160.9м – абсолютна відмітка):

$$\sigma_{zg}^V = \sigma_{zg}^{IV} + \gamma_5 * h_5 = 171.34 + 19.2 * 3.32 = 171.34 \text{ кПа}$$

Додатковий тиск на основу на рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{zp}^0 = p - \sigma_{zg}^0(\sigma_{zg}^V) = 1356.43 - 138.75 = 1217.68 \text{ кПа},$$

$$p = \frac{\sum N_{II}}{A} = \frac{1926.13}{1.42} = 1356.43 \text{ кПа},$$

$$\sum N_{II} = N_{II} + G_{\phi} + G_p = 1788.52 + 117.05 + 20.56 = 1926.13 \text{ кН}$$

де  $G_{гр}$  – вага ґрунту на уступах фундаменту;

$$G_{гр} = (2.4 * 2.4 * 0.3 - 1 * 1 * 0.3) * 14.4 = 20.56 \text{ кН}$$

$G_{\phi}$  – вага фундаменту.

$$G_{\phi} = (2.4 * 2.4 * 0.7 + 1 * 1 * 0.65) * 25 = 117.05 \text{ кН}$$

На рисунку 4.11 представлено виконану схему осідання пальового фундаменту до межі стисливої зони. Відповідно до схеми, виконано розрахунок осідання фундаменту методом пошарового підсумовування, яке відображено у таблиці 4.4.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							141
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Розрахунок осідання фундаменту

Таблиця 4.4

№ точки	Глибина точки Z, м	$\xi=2Z/b$	$\alpha$	$\sigma_{zg}$ , кПа	$\sigma_{zp,i}$ , кПа	$\sigma_{zp,сep,i}$ , кПа	$E_i$ , кПа	$h_i$ , см	Осідання шару, $S_i$ , см	№ Шару ґрунту (ІГЕ)
0	0,00	0,00	1,000	138,75	1217,1	1083,2	16000	60	3,250	4а
1	0,60	0,8451	0,780		949,32	736,33	16000	60	2,209	4а
2	1,20	1,6901	0,43		523,34	419,89	16000	48	1,008	4а
3	1,68	2,3662	0,26	171,34	316,44	255,59	8000	60	1,534	5
4	2,28	3,2113	0,16		194,73	163,09	8000	60	0,979	5
5	2,88	4,0563	0,108		131,44	111,36	8000	60	0,668	5
6	3,48	4,9014	0,075		91,28	79,11	8000	60	0,475	5
7	4,08	5,7465	0,055		66,94	59,03	8000	60	0,354	5
8	4,68	6,5915	0,042		51,12	48,68	8000	32	0,156	5
9	5,00	7,0423	0,038	235,08	46,25			S = 10,631		

$$\sigma_{zp}^2 = 46.25 \text{ [кПа]} \leq 0,2\sigma_{zg}^{\text{VI}} = 0.2 * 235.08 = 47.02 \text{ [кПа]}$$

Відповідно до таблиці (И.1) додатку «И» ДБН В.2.1-10-2009, для будівлі промислового призначення зі сталевим каркасом осідання становить  $S_u = 15$  см.

$$S = 10.63 \text{ см} < S_u = 15 \text{ см.}$$

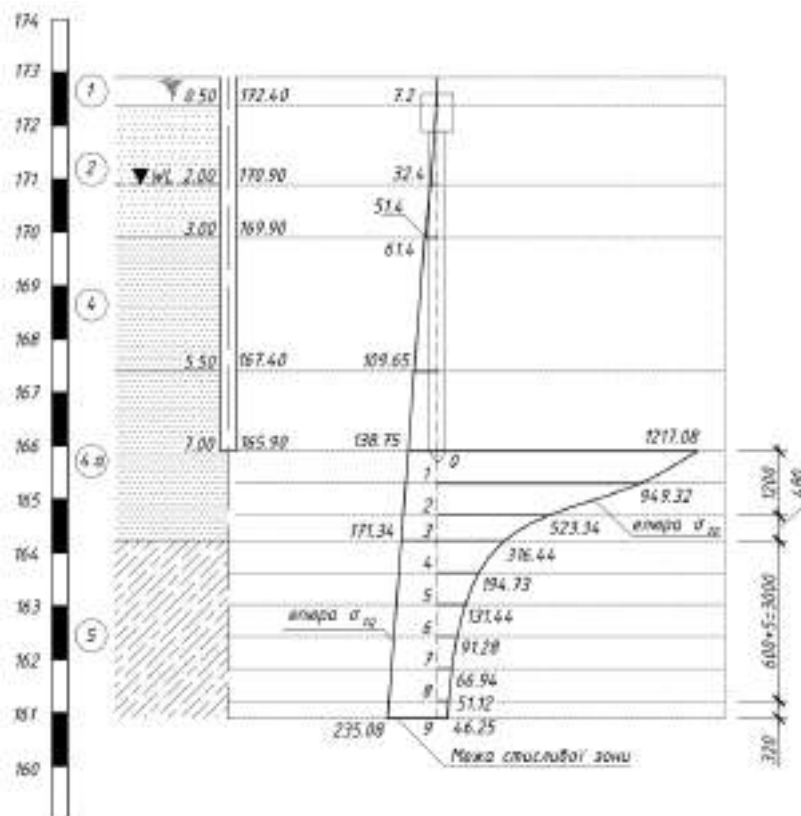


Рис. 4.11 Схема осідання фундаменту

На рисунках 4.12 – 4.14 зображено фрагменти монолітних ростверків та пального поля та специфікацію на влаштування забивних паль до фундаменту ФП-2.

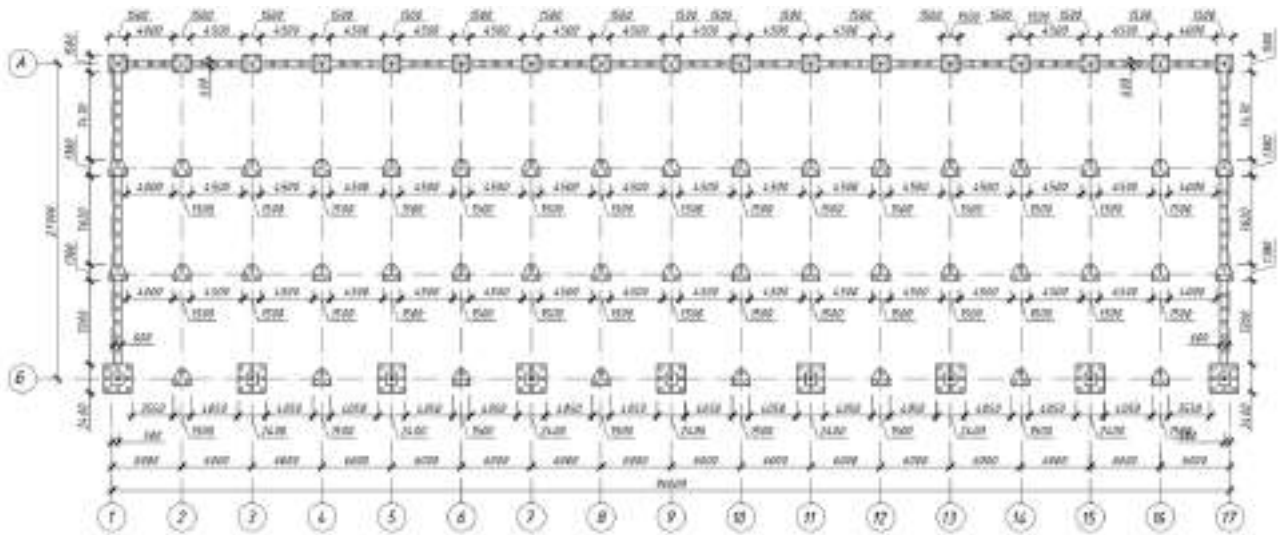


Рис. 4.12 Фрагмент розташування монолітних ростверків



Рис. 4.13 Фрагмент розташування пального поля

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса одиниці кг.	Примітки
б	Палі забивна	С 60-30	9	1380	12420
		Бетон класу С 20/25, В 25 (М 350)		0,55 м <sup>3</sup>	4,95 м <sup>3</sup>

Рис. 4.14 Специфікація на влаштування забивних паль

На рисунках 4.15, 4.16 приведено розрізи фундаменту ФП-2, а саме, креслення армування та опалубочне креслення.

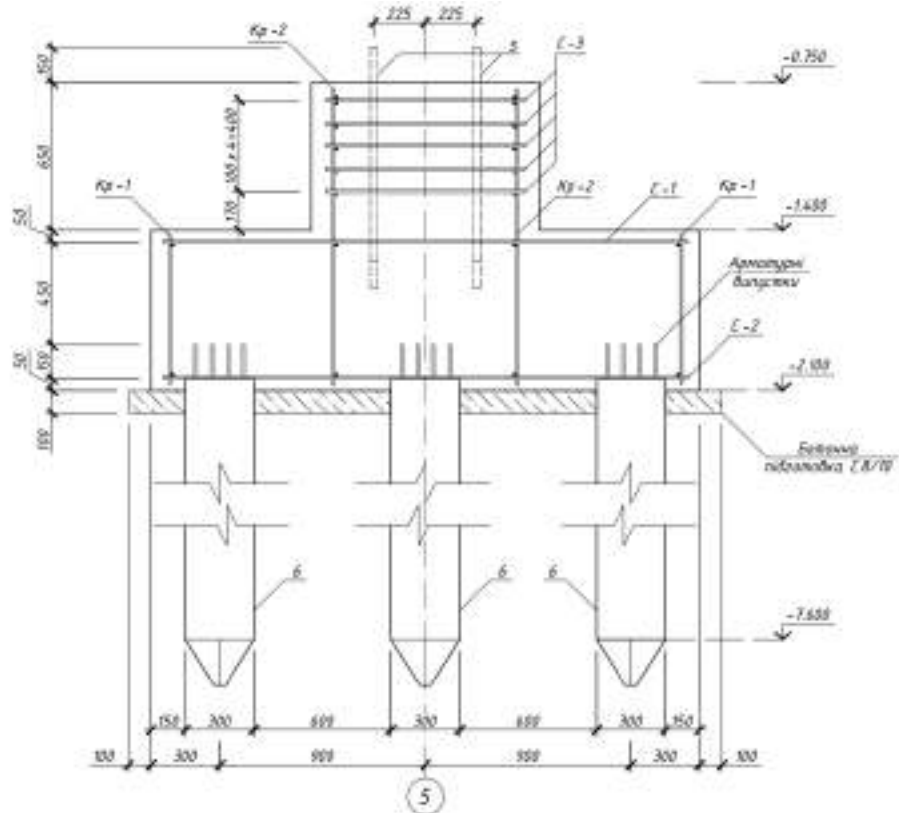


Рис. 4.15 Розріз запроєктованого фундаменту ФП-2 (армування)

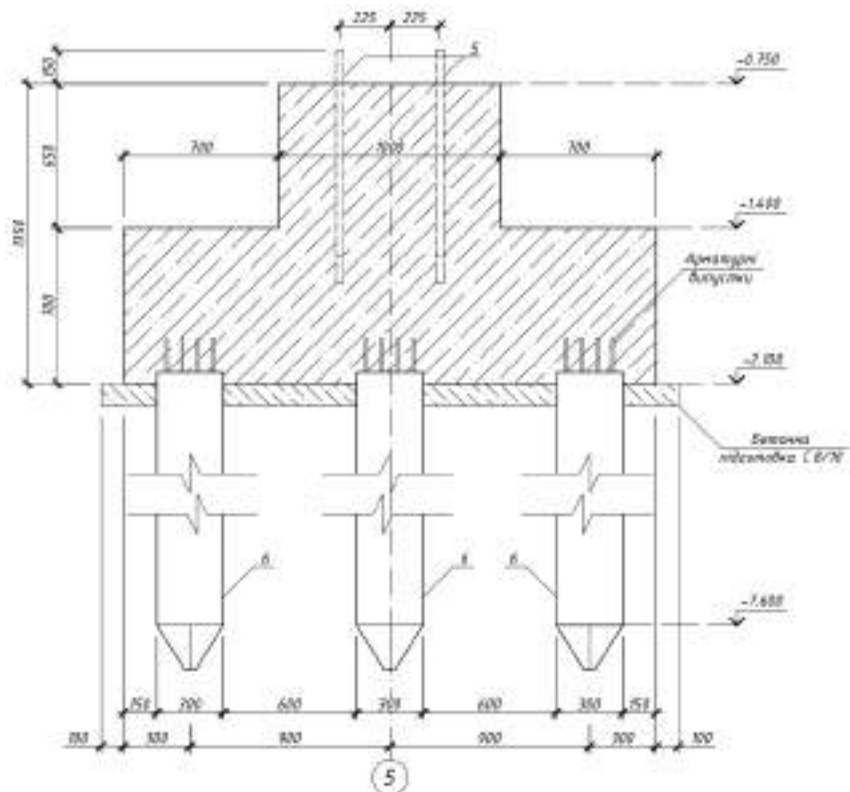


Рис. 4.16 Розріз запроєктованого фундаменту ФП-2 (опалубка)

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		144

# **ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА**

**Консультант:** \_\_\_\_\_ Махиня О.М.

**Здобувач:** \_\_\_\_\_ Кравчук Р.В.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							145
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

### 5.1 Вихідні дані:

Технологічна карта розробляється на монтаж прогонів, профільованого настилу та крокв'яних ферм.

Параметри об'єкту:

- Кількість прольотів – 3;
- Довжина споруди в плані – 96м;
- Ширина споруди в плані – 81м.

Кроки колон:

- Крайній ряд – 6м;
- Середній ряд – 12м;
- Балкова клітка – 6х9м;

Відмітки:


- Верху колон крайнього ряду +12.700м;
- Верху колон середнього ряду +16.700м;
- Підлоги другого поверху +5.700м;
- Низу крокв'яних ферм в прольоті 1,3 +10.650м;
- Низу крокв'яних ферм в прольоті 2 + 19.160м;
- Найбільша по покрівлі +23.680.
- Найбільша відмітка - верху фахверкової колони в прольоті 2 +24.200м.

Виконання робіт та їх умови:

- Нове будівництво;
- Сезон – літо;
- Середня температура - 20°C.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		146



Розчалка для тимчасового закріплення ферм та їх вивіряння		0.05	-
---	---	------	---

### 5.3 Визначення монтажних характеристик елементів

Основні монтажні характеристики, за якими здійснюється безпосередній підбір крану:

Монтажна маса  $Q_m$  – загальна маса конструкції, яка підлягає переміщенню та встановленню в проектне положення з врахуванням маси елементів захоплення.

Монтажна висота  $H_m$  – висота, на яку необхідно здійснити підйом конструкції, що підлягає монтажу з врахуванням висоти оснастки.

Монтажний виліт  $L_m$  – мінімальний виліт стріли крану, необхідний для встановлення конструкції у проектне положення.

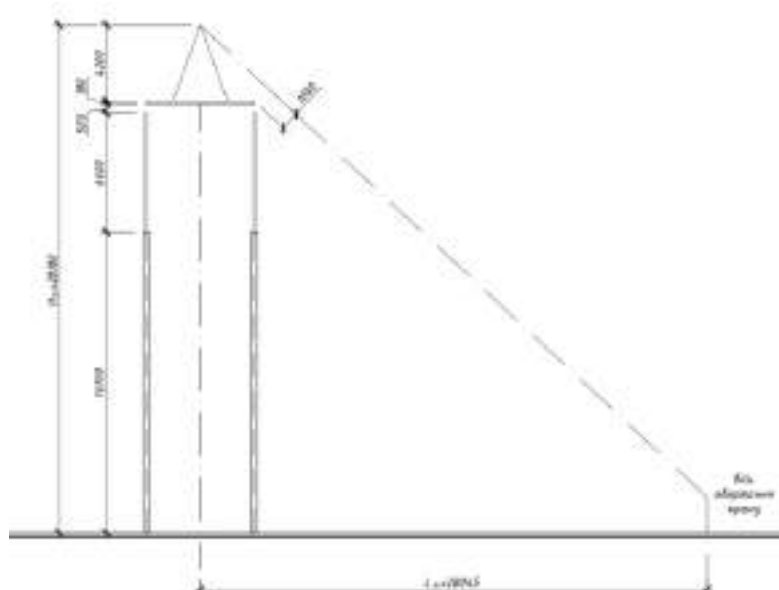
#### Визначення монтажних характеристик прогонів

$$Q_m = 0.24 + 0.09 = 0.33\text{т};$$

0.24т – вага прогону перерізом 180x7.5 і довжиною 6м;

0.09т – вага елемента захоплення;

$$H_m = 28.18\text{м} \quad L_m = 28.045\text{м}$$



						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> <b>здобувача ступеня вищої освіти «магістр»</b>	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		148

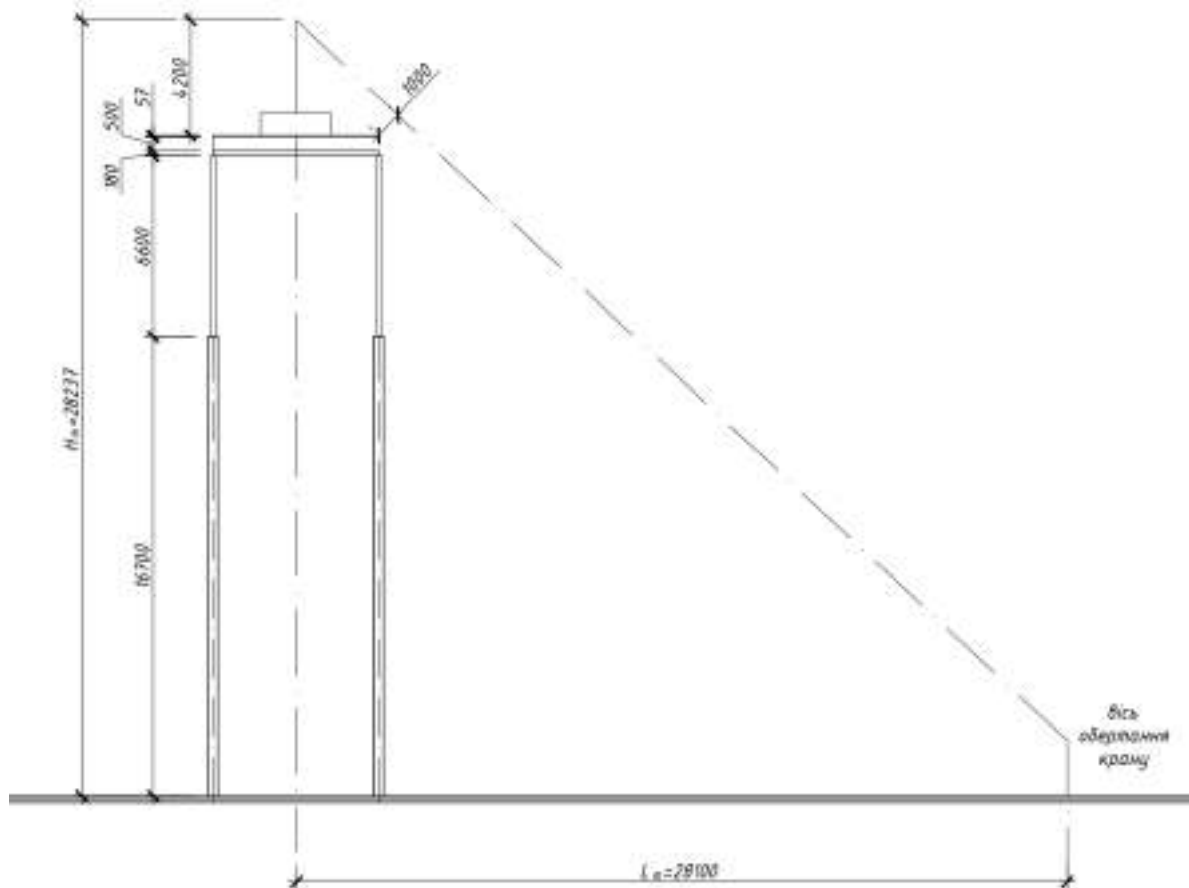
### Визначення монтажних характеристик профільованого настилу

$$Q_m = 0.06 + 0.09 = 0.15\text{т}$$

0.06т – вага проф. настилу;

0.09т – вага елемента захоплення;

$$H_m = 28.237\text{м} \quad L_m = 28.1\text{м}$$



### Визначення монтажних характеристик крокв'яних ферм

$$Q_m = 2.4 + 1.75 + 0.05 + 0.28 = 4.48\text{т}$$

2.4т – вага ферми;

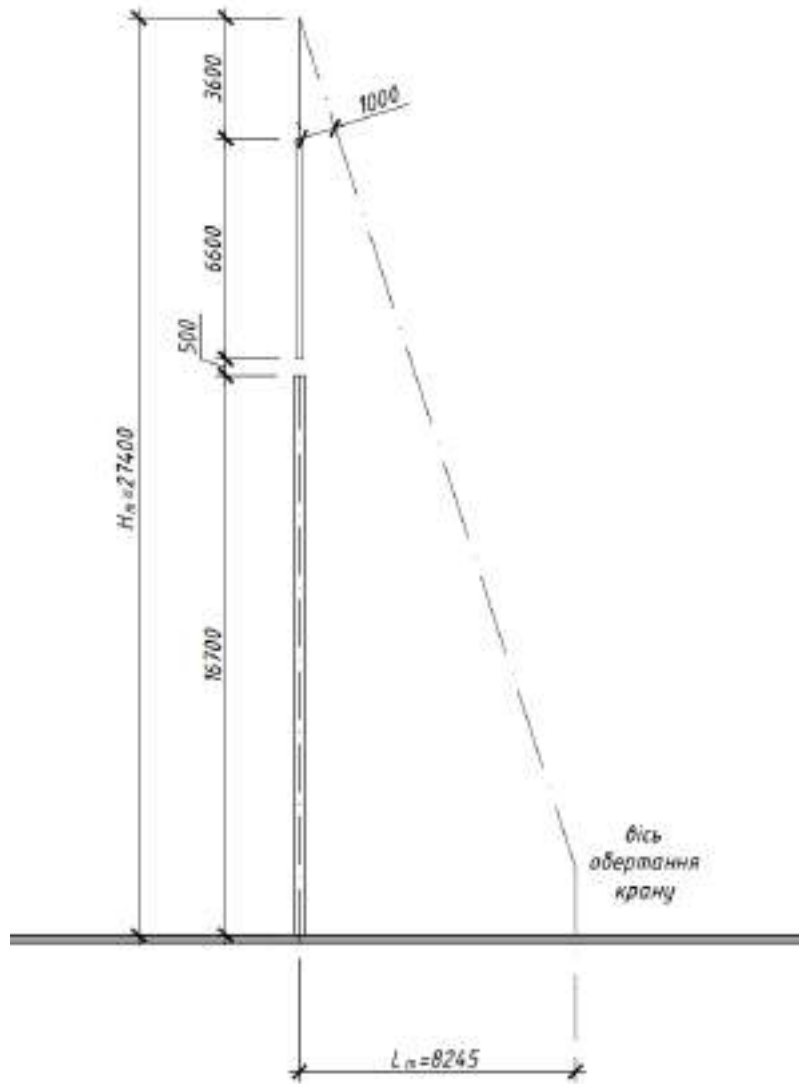
1.75т – вага елемента захоплення;

0.05т – вага елемента закріплення №1;

0.28т – вага елемента закріплення №2.

$$H_m = 27.4\text{м} \quad L_m = 8.245\text{м}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		149



#### 5.4 Вибір крану відповідно до монтажних характеристик

Необхідні характеристики крану:

$$Q_m = 4.48\text{т}; \quad H_m = 28.237\text{м}; \quad L_m = 28.1\text{м}.$$

Обираємо мобільний автокран LIEBHERR LTM 1040-2.1, який широко використовується для підйомних робіт в умовах будівельного майданчику. Його головні переваги це розміри, вантажопідйомність, надійність та підвищена прохідність. Максимальна вантажопідйомність – 40 т. Довжина стріли – 35м. Кількість секцій стріли – 4. Детальні характеристики крану наведено на рис. 5.1.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		150

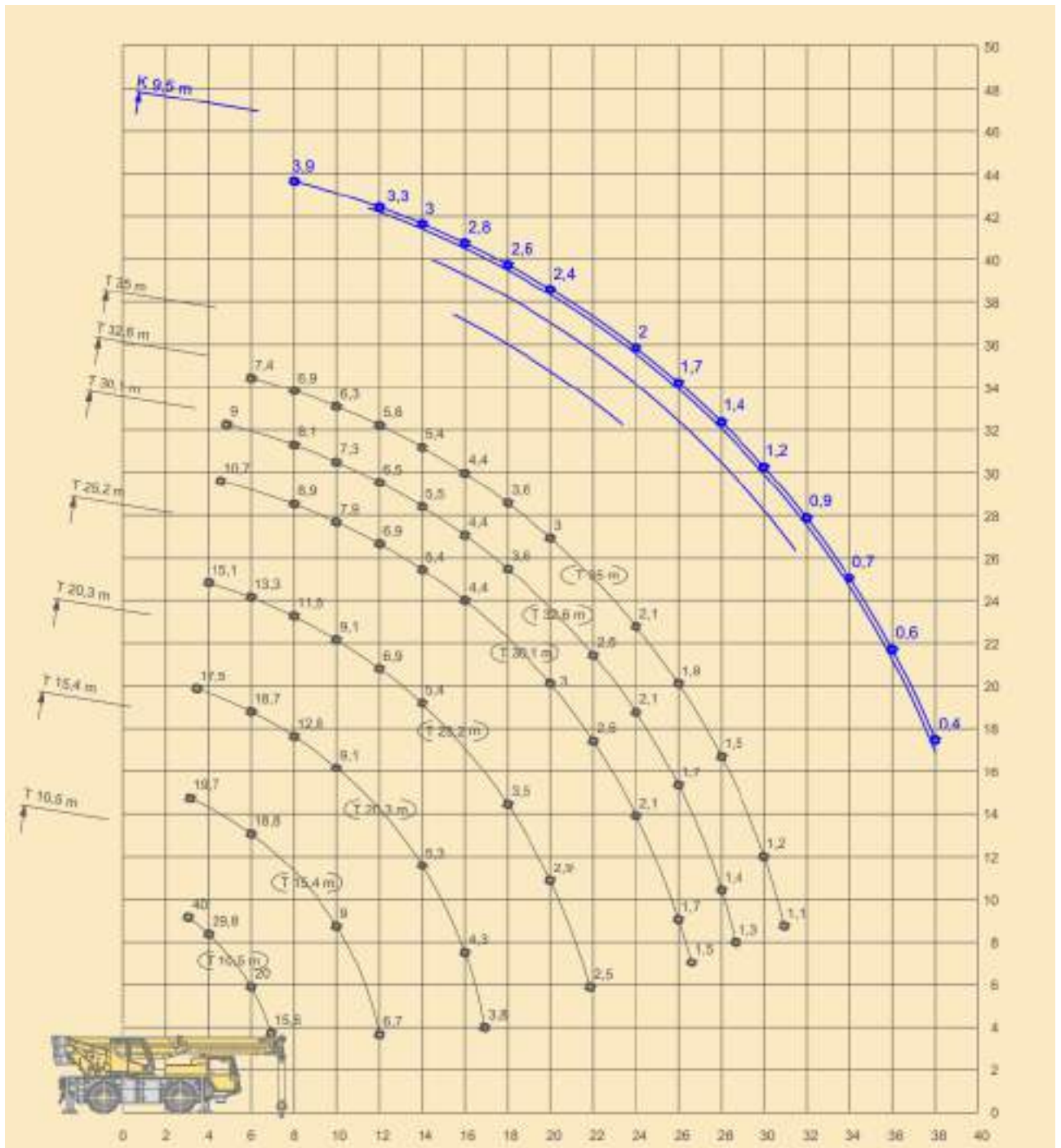


Рис. 5.1 Монтажні характеристики автокрану LIEBHERR LTM 1040-2.1

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
здобувача ступеня вищої освіти «магістр»



## 5.6 Технологічні розрахунки на монтажні процеси

Таблиця 5.3

№ процесу	Назва процесу	Од. виміру	Об'єм робт	За КНУ	Трудоємність Люд/зм. Маш/зм.		Склад бригади		Кільк. змін	Трив. робіт, в днях
					Норма.	Прийн.	Проф. розряд	Кількість		
1	Монтаж крокв'яних ферм (сталевих) Проліт -27м.	т	163.2	КНУ 9-22-4	581	580	Монтаж. +Маш. Сер. р- 3.3	4+1	2	58
2	Монтаж прогонів L = 6м.	т	127.8	КНУ 9-25-1	360.51	360	Монтаж. +Маш. Сер. р- 3.2	4+1	2	36
3	Монтаж проф. настилу НС 57-750	100м <sup>2</sup>	85.95	КНУ 9-42-1	544.92	540	Монтаж. +Маш. Сер. р- 3.2	4+1	2	54

## 5.7 Розрахунок кількості необхідних автокранів

$$n = \frac{Q * K_C}{T}$$

Q – затрати часу роботи кранів (маш/зм), нормативне значення.

Q = 148 змін. (див. календарний графік)

K<sub>C</sub> – коефіцієнт умов роботи двох кранів. K<sub>C</sub> = 1.3

T – директивний термін монтажних робіт.

T = 0.65Q = 0.65\*148 = 96.2 змін.

$$n = \frac{148 * 1.3}{96.2} = 2$$

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		153

### 5.8 Відомість інвентарю

Таблиця 5.4

№	Найменування	Марка	Од. виміру	Кількість
1	Трансформатор зварювальний	СТШ-250	шт	2
2	Майданчик для зварювання та монтажу	ЦННІОМТП	шт	2
3	Драбина	Ла-7	шт	2
4	Теодоліт	T515K1	шт	2
5	Нівелір	Н-3	шт	2

### 5.9 Контроль якості виконання робіт

Таблиця 5.5

Назва операцій, що контролюються	Склад роботи	Спосіб контролю
Підготовчі роботи	Перевірка правильності складування конструкцій, наявність паспортів та сертифікатів якості, відповідність елементів проекту, відсутність видимих дефектів, нанесення розмічальних осей та позначок на елементах.	Візуальний огляд, вимірювання рулеткою
Підготовка місць установки	Відмітка майданчиків колон (опорних), нанесення і розмітка осей та позначок на опорні майданчики.	Вимірювання метром, теодолітом, рулеткою
Укрупнене збирання напівферм	Збирання напівферм відповідно до проекту, перевірка точності з'єднань, відсутність перекосів, відповідність розмірів готових напівферм проекту, контроль якості зварних швів	Візуальний огляд, вимірювання рулеткою, метром, теодолітом
Підготовка місць установки	Правильне стропування та тимчасове кріплення, вертикальність установки, дотримання відстаней між осями, перевірка відсутності зеувів у стискальних вузлах, контроль якості зварних швів	Візуальний огляд, вимірювання рулеткою, метром, теодолітом

## Організація будівельного виробництва

### 6.1 Характеристика об'єкту

Об'єкт – логістичний комплекс;

Місце будівництва – місто Київ;

Габарити споруди в плані:

Довжина будівлі – 96м;

Ширина будівлі – 81м;

Кількість прольотів – 3;

Кількість захваток – 3, відповідно до прольотів, 1 проліт відповідає 1 захватці;

Відмітка 0.000 – відповідає рівню підлоги першого поверху;

Термін виконання підготовчих робіт по будівництву прийнято 15 днів;

### 6.2 Розрахунок нормативного строку

За ДСТУ Б А.3.1.-22:2013 "Визначення тривалості будівництва" необхідно визначити загальну, нормативну тривалість будівництва.

Тривалість будівництва визначається у місяцях за формулою:

$$T_6 = \frac{T_C * K_1 * K_2}{K_3}$$

Відповідно до габаритів споруди загальна площа складає 7776 м<sup>2</sup>.

Коефіцієнт  $T_C = \frac{8}{2}$  при  $S = 5000$  м<sup>2</sup>;

Коефіцієнт  $T_C = \frac{11}{3}$  при  $S = 10000$  м<sup>2</sup>;

В чисельнику це тривалість загальна будівництва об'єкту.

В знаменнику це тривалість, що стосується будівництва підвальної частини.

Відповідно до нашої площі = 7776 м<sup>2</sup>  $T_C = \frac{9.666}{2.555}$ ;

$K_1 = K_{11} * K_{12} * K_{13} = 1 * 1.1 * 1.88 = 2.068$

$K_{11} = 1$  – коефіцієнт залежить від геологічних умов, при звичайних умовах = 1.

$K_{12} = 1.1$  – враховує будівництво в сейсмонебезпечних районах;

$K_{13} = 1 + (P_1 + P_2 + P_3) = 1 + (0.48 + 0.15 + 0.25) = 1.88$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		155

$K_2 = 1$  – залежить від типу фундаментів, у нашому випадку фундаменти стовпчасті;

$K_3 = 1.1$  – у випадку, коли роботи виконуються у дві зміни;

Тривалість будівництва:

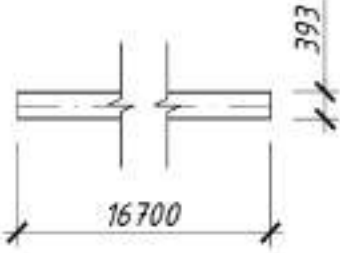
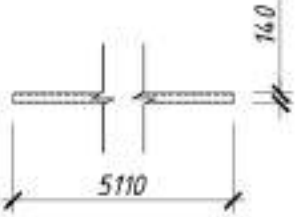
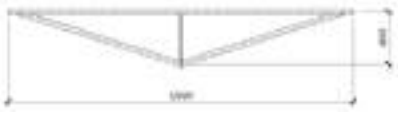
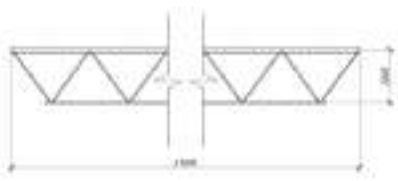
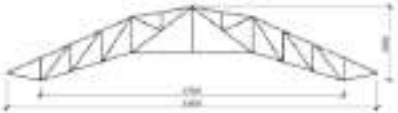
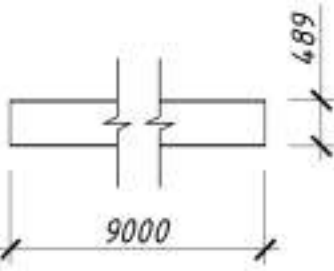
$$T_6 = \frac{9.666 * 2.068 * 1}{1.1} = 18.17 \text{ місяців}$$

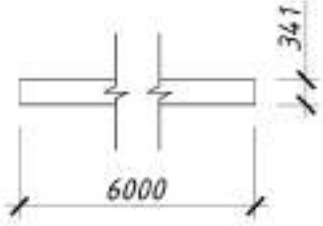
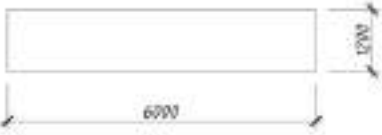
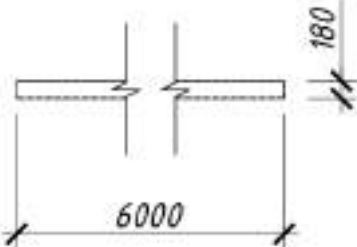
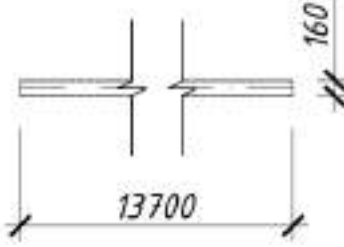
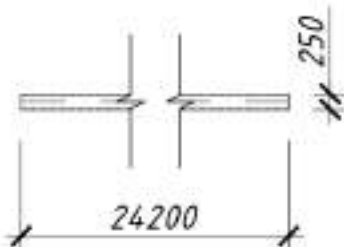

### 6.3 Підрахунок об'ємів монтажних робіт

Таблиця 6.1

№ п.п.	Назва монтажних елементів, масою	Марка	N елементів	V м <sup>3</sup>	
				1 елем.	загальн.
1	Фундамент крайній	ФП-1	34	1.81	57.12
2	Фундамент середній	ФП-2	18	4.68	84.24
3	Фундамент під балкову клітку	ФП-3	118	1.68	198.24
4	Колони крайні 1.08т.	К-1	34	--	--
5	Колони середні 2.3т.	К-2	18	--	--
6	Колони під балкову клітку 0.25т.	К-3	118	--	--
7	Колони Фахверкові №1 13.7м 0.257 т.	КФ-1	20	--	--
8	Колони Фахверкові №2 0.9 т. - 1.1 т.	КФ-2	12	--	--
9	Підкροкв'яна ферма 0.85т.	Ф-3	24	--	--
10	Крокв'яна ферма №1 3.6т.	Ф-1	34	--	--
11	Крокв'яна ферма №2 2.4т.	Ф-2	17	--	--
12	Головні балки 1.25т.	ГБ	153	--	--
13	Балки настилу 0.493т.	БН	464	--	--
14	Стінові панелі 0.21т.	СП	670	--	--
15	Прогони 0.235т.	П	544	--	--
16	Проф.настил 0.06т.	ПН	1910	--	--



5	Колони середнього ряду		К-2	2.3	--
6	Колони балкової клітки		К-3	0.25	--
7	Підкрокв'яна Ферма		Ф-3	0.85	--
8	Крокв'яна ферма №1		Ф-1	3.6	--
9	Крокв'яна ферма №2		Ф-2	2.4	--
10	Головні балки		ГБ	1.25	--

11	Балки настилу		БН	0.493	--
12	Стінові панелі		СП	0.21	--
13	Прогони		П	0.235	--
14	Фахверкові колони №1		КФ-1	0.257	--
14	Фахверкові колони №2		КФ-2	1	--
15	Проф. настил Н57-750-0.8		ПН	0.06	--

## 6.5 Розрахунок об'ємів земляних робіт

### Планування території:

$$V = 96 * 81 * 2 = 15552 \text{ м}^2$$

(Планування враховано у підготовчі роботи, прийнята їх тривалість – 15 днів)

### Зрізка поверхневого шару ґрунту:

$$V = 15552 * 0.25 = 3888 \text{ м}^3$$

### Механізованим способом розробка ґрунту:

Відмітка верху фундаменту відносно підлоги першого поверху складає -0.75м. Враховано зрізання верхнього шару, залишається 0.5м. ґрунту зверху та врахувати укоси ґрунту.

### Фундаменти під колони крайнього ряду:

$$2.3 * 2.3 * 1.85 - 1.81 + 1.71 * 2.3 * 4 = 23.71 \text{ м}^3$$

$$n = 34$$

$$23.71 * 34 = 806.14 \text{ м}^3$$

### Фундаменти під колони середнього ряду:

$$3.2 * 3.2 * 1.85 - 4.68 + 1.71 * 3.2 * 4 = 36.15 \text{ м}^3$$

$$n = 18$$

$$36.15 * 18 = 650.7 \text{ м}^3$$

### Фундаменти під колони балкової клітини:

$$2.3 * 2.3 * 1.85 - 1.68 + 1.71 * 2.3 * 4 = 23.84 \text{ м}^3$$

$$n = 118$$

$$23.84 * 118 = 2313.12 \text{ м}^3$$

### Загальний об'єм ґрунту:

$$V = 806.14 + 650.7 + 2313.12 = 3770 \text{ м}^3$$

### Розробка ґрунту вручну – 2% від механізованої розробки:

$$V = 3770 * 0.02 = 75.4 \text{ м}^3$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		160

## 6.6 Розрахунок об'ємів робіт з влаштування фундаментів

### Об'єм бетону при влаштуванні бетонної підготовки:

$$1.7 * 1.7 * 0.1 * 34 + 1.7 * 1.7 * 0.1 * 118 + 2.6 * 2.6 * 0.1 * 18 = 56.1 \text{ м}^3$$

### Об'єми влаштування дерев'яної опалубки:

$$\text{ФП-1} - 34 \text{ шт. } (1.5 * 0.7 * 4 + 0.6 * 0.65 * 4) * 34 = 195.84 \text{ м}^2$$

$$\text{ФП-2} - 18 \text{ шт. } (2.4 * 0.7 * 4 + 1 * 0.65 * 4) * 18 = 167.76 \text{ м}^2$$

$$\text{ФП-3} - 118 \text{ шт. } (1.5 * 0.7 * 4 + 0.4 * 0.65 * 4) * 118 = 618.32 \text{ м}^2$$

$$\text{Сумарно: } V = 195.84 + 167.76 + 618.32 = 981.92 \text{ м}^2$$

### Об'єми армування фундаменту:

222 кг – вага армування під один фундамент;

$$V = 222 * 170 = 37.74 \text{ т}$$

### Бетонування фундаментів:

$$V = 1.81 * 34 + 1.68 * 118 + 4.68 * 18 = 344.02 \text{ м}^3$$

### Демонтаж опалубки:

$$V = 981.92 \text{ м}^2$$

### Об'єми робіт стосовно зворотньої засипки ґрунту з ущільненням до верху фундаментів:

$$V = 3770 + 75.4 - 344.02 = 3501.38 \text{ м}^3$$

## 6.7 Улаштування вводів

### Санітарно-технічні вводи:

$$V = 1870300 \text{ грн}$$

### Електротехнічні вводи:

$$V = 7310280 \text{ грн}$$

## 6.8 Влаштування основи підлоги (бетонної)

$$S = 96 * 81 = 7776 \text{ м}^2$$

$$V = 7776 * 0.15 = 1166.4 \text{ м}^3$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		161

## 6.9 Монтажні роботи по каркасу

Роботи по колонам:

$$N = 170 \text{ шт.}$$

Роботи по фахверковим колонам:

$$N = 32 \text{ шт.}$$

Підкрокв'яні ферми:

$$N = 24 \text{ шт.}$$

Крокв'яні ферми:

$$N = 51 \text{ шт.}$$

Прогони:

$$N = 544 \text{ шт.}$$

Сендвіч панелі:

$$N = 670 \text{ шт.}$$

Склопакети двокамерні:

$$S = 3.6 * 1.2 * 56 + 3.6 * 3.6 * 36 = 708.48 \text{ м}^2$$

Профільований настил:

$$N = 1910 \text{ шт. } S = 6 * 0.75 * 1910 = 8595 \text{ м}^2$$

## 6.10 Об'єми робіт по покрівлі

Мінераловатні плити:

$$S = 8595 \text{ м}^2$$

## 6.11 Роботи з оздоблення

Відмостка:

$$S = (96 * 2 + 81 * 2) * 1.5 = 531 \text{ м}^2$$

## 6.12 Санітарно-технічні (внутрішні) роботи

$$V = 18703000 \text{ грн}$$

## 6.13 Електромонтажні (внутрішні) роботи

$$V = 25586000 \text{ грн}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		162

### 6.14 Монтаж устаткування

$V = 23197000$  грн

### 6.14 Роботи з пусконаладжування

$V = 10680000$  грн

### 6.15 Організація та механізація

#### Земляні роботи:

Для підготовки основи під фундаменти, копання, використали екскаватор Volvo EC140D. Технікою викопали котловани глибиною 2.6 метра нижче рівня першого поверху та 1.85 метра нижче рівня існуючого ґрунту. Використаний ковш місткістю 1,25 м<sup>3</sup>. Викопаний ґрунт вивозили самоскидом КрАЗ-6511С4. Щоб уникнути пошкоджень техніки та забезпечити безпеку, під час завантаження самоскида екскаватор працював під певними кутами: стріла не піднімалася вище 30 градусів відносно осі самоскида, а її поворот обмежувався 60 градусами.

#### Влаштування фундаментів:

Готуємо основу: Заливаємо бетонну підготовку, яка слугує рівною та міцною основою для фундаменту.

Встановлюємо опалубку: Збираємо спеціальні щити, які утворюють форму майбутнього фундаменту.

Армуємо конструкцію: Вкладаємо сталеві прутки (арматуру) всередину опалубки, створюючи міцний каркас, який буде сприймати навантаження.

Заливаємо бетон: Заповнюємо опалубку бетонною сумішшю, яка поступово твердне, перетворюючись на міцний моноліт.

Демонтуємо опалубку: Після того, як бетон набере достатню міцність, знімаємо опалубку, оголюючи готовий фундамент.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		163

## **Бетонні роботи:**

Для заливки бетону ми використовуємо спеціальний насос – СБ-207. Цей насос має такі характеристики: висота завантаження бункера становить 1,4 метра, а максимальна дальність подачі бетонної суміші – 23,1 метра. Продуктивність насоса коливається від 20 до 75 кубічних метрів за годину.

Бетонну суміш подають за допомогою гнучкого рукава безпосередньо в опалубку, починаючи з найвіддаленішої точки. Після завершення заливки обов'язково промивають усі частини насоса, включаючи трубопроводи та бункер.

Бетон укладають шарами однакової товщини по всій ширині фундаменту. Кожен шар ретельно ущільнюють за допомогою спеціальних вібраторів, щоб уникнути утворення пустот. Після досягнення потрібної висоти, верхній шар бетону вирівнюють і загладжують за допомогою віброрейки.

При заливці армованих конструкцій важливо дотримуватися правила: висота вільного падіння бетону не повинна перевищувати 1 метр, щоб уникнути пошкодження арматурного каркаса. Для ущільнення бетону використовується глибинний вібратор ІВ-116. Товщина кожного шару бетону, який укладається, не повинна перевищувати 1.25 довжини робочої частини цього вібратора.

### **Техніко-економічні показники**

1. Будівельний об'єм – 109123 м<sup>3</sup>;
2. Загальна площа – 15552 м<sup>2</sup>;
3. Трудомісткість:  
Нормативна – 4385.6 люд/зм;  
Планова – 4314 люд/зм;
4. Трудомісткість машин та механізмів:  
Нормативна – 300.45 люд/зм;  
Планова – 293 люд/зм;

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		164

Питома трудомісткість:

Нормативна = 0.282 люд/зм \* м<sup>2</sup>

Планова = 0.277 люд/зм \* м<sup>2</sup>

Питома трудомісткість машин та механізмів:

Нормативна = 0.019 люд/зм \* м<sup>2</sup>

Планова = 0.0188 люд/зм \* м<sup>2</sup>

Продуктивність – 101.66%

Тривалість:

Нормативна – 18.71 місяців = 449 днів. (24 робочих дні у місяць)

Планова – 444 дні = 18.5 місяців.

### 6.16 Календарний графік

№	Назва роботи	Обсяг робіт		Нормативна (днів)	Нормативні затрати праці (год)	Трудомісткість				Особисті ресурси		Важкобіз		Кількість днів	Тривалість робіт (днів)
		об. об.	л-сть			маш-м		маш-м		А-ста	К-ста	А-ста	Фронт		
						конт.	додат.	конт.	додат.						
1	Об'єктові роботи	об.	5												15
2	Забезпечення вимог часу будів.	100 м <sup>2</sup>	3.088	КНВ 1-24-2	1255	--	85	9	--	---	---	---	---	---	1
3	Монтажна робота дроту 6-класу серед.	100 м <sup>2</sup>	2.77	КНВ 1-15-11	4.98	--	789	8	--	---	---	---	---	---	2
4	Ручна робота зростаю.	100 м <sup>2</sup>	0.754	КНВ 1-30-8	--	589.2	--	---	424.8	48	--	--	---	---	3
5	Встановлення лінійної підстанції	100 м <sup>2</sup>	3.517	КНВ 1-1-7	--	101.7	--	---	85.5	10	---	---	---	---	2
6	Встановлення опорами	1 м <sup>2</sup>	891.92	КНВ 1-50-7	--	152	--	---	107.8	10	--	--	---	---	5
7	Армування фундаментів	1 м <sup>2</sup>	27.31	КНВ 1-51-7	--	17.8	--	---	42.08	43	---	---	---	---	1
8	Встановлення фундаментів	100 м <sup>2</sup>	2.44	КНВ 1-51-7	16.2	111.8	4.93	8	56.54	56	---	---	---	---	4
9	Земляні роботи	1 м <sup>2</sup>	891.92	КНВ 1-50-7	--	152	--	---	107.79	10	--	--	---	---	3
10	Зробити записи зростаю.	100 м <sup>2</sup>	3.501	КНВ 1-71-2	3.4	--	148	7	--	---	---	---	---	---	1
11	Земляні роботи	100 м <sup>2</sup>	31.01	КНВ 1-71-2	--	18.38	--	---	10.25	20	---	---	---	---	2
12	Роботи зростаю. та встановлення на об'єктові	100 м <sup>2</sup>	1.344	КНВ 1-15-14	18.84	--	182	7	--	---	---	---	---	---	1
13	Встановлення лінійної підстанції	100 м <sup>2</sup>	877.000	---	--	--	--	--	98	--	--	---	---	---	5
14	Встановлення електропроводки	100 м <sup>2</sup>	1300.000	---	--	--	--	--	38	--	--	---	---	---	5
15	Встановлення лінійної підстанції	100 м <sup>2</sup>	1.664	КНВ 1-1-7	--	101.7	--	---	78.72	20	---	---	---	---	2
16	Монтаж опорами	1 м <sup>2</sup>	107.82	КНВ 1-50-7	2.3	4.98	38.94	50	107.25	200	---	---	---	---	5
17	Монтаж фундаментів	1 м <sup>2</sup>	27.31	КНВ 1-51-7	2.82	40.48	1.27	8	26.73	20	---	---	---	---	1
18	Монтаж лінійної підстанції	1 м <sup>2</sup>	20.4	КНВ 1-25-7	5.21	38.8	11.24	11	11.81	10	---	---	---	---	3
19	Монтаж лінійної підстанції	1 м <sup>2</sup>	162.2	КНВ 1-25-7	4.43	28.48	10.27	10	5.81	50	---	---	---	---	5
20	Монтаж лінійної підстанції	1 м <sup>2</sup>	121.84	КНВ 1-25-7	2.9	22.58	38.38	50	108.51	100	---	---	---	---	3
21	Монтаж лінійної підстанції	100 м <sup>2</sup>	48.24	КНВ 1-42-2	4.08	64	28.47	28	285.92	200	---	---	---	---	5
22	Монтаж лінійної підстанції	1 м <sup>2</sup>	21.17	КНВ 1-44-2	10.42	78.24	28.82	28	524.12	500	---	---	---	---	3
23	Монтаж дроту, монтаж	100 м <sup>2</sup>	25.85	КНВ 1-47-7	3.18	50.12	38.51	38	544.82	548	---	---	---	---	5
24	Встановлення лінійної підстанції	100 м <sup>2</sup>	25.85	КНВ 1-25-2	0.3	42.67	4.77	8	484.05	480	---	---	---	---	3
25	Встановлення лінійної підстанції	100 м <sup>2</sup>	5.31	КНВ 1-15-1	--	407.31	--	---	270.28	270	---	---	---	---	3
26	Встановлення лінійної підстанції	100 м <sup>2</sup>	877.000	---	--	--	--	--	10	--	--	---	---	---	5
27	Встановлення лінійної підстанції	100 м <sup>2</sup>	2358.000	---	--	--	--	--	10	--	--	---	---	---	3
28	Монтаж фундаментів	100 м <sup>2</sup>	2358.000	---	--	--	--	--	110	--	--	---	---	---	5
29	Встановлення лінійної підстанції	100 м <sup>2</sup>	1180.000	---	--	--	--	--	10	--	--	---	---	---	3
30	Монтаж лінійної підстанції	100 м <sup>2</sup>	5	---	--	--	--	--	---	---	---	---	---	---	5

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
------	--------	------	--------	--------	------

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
здобувача ступеня вищої освіти «магістр»

На рисунках 5.2 та 5.3 зображено схему та план монтажу прогонів, з відображеними, необхідними, монтажними характеристиками при їх монтажі.

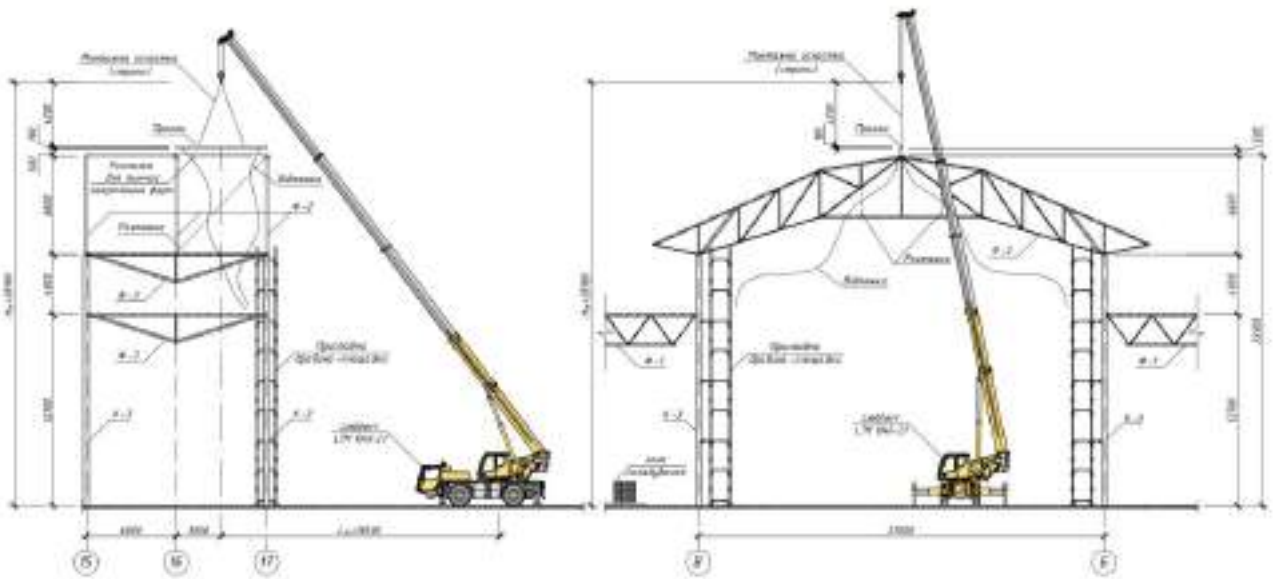


Рис. 5.2 Розроблена схема монтажу прогонів

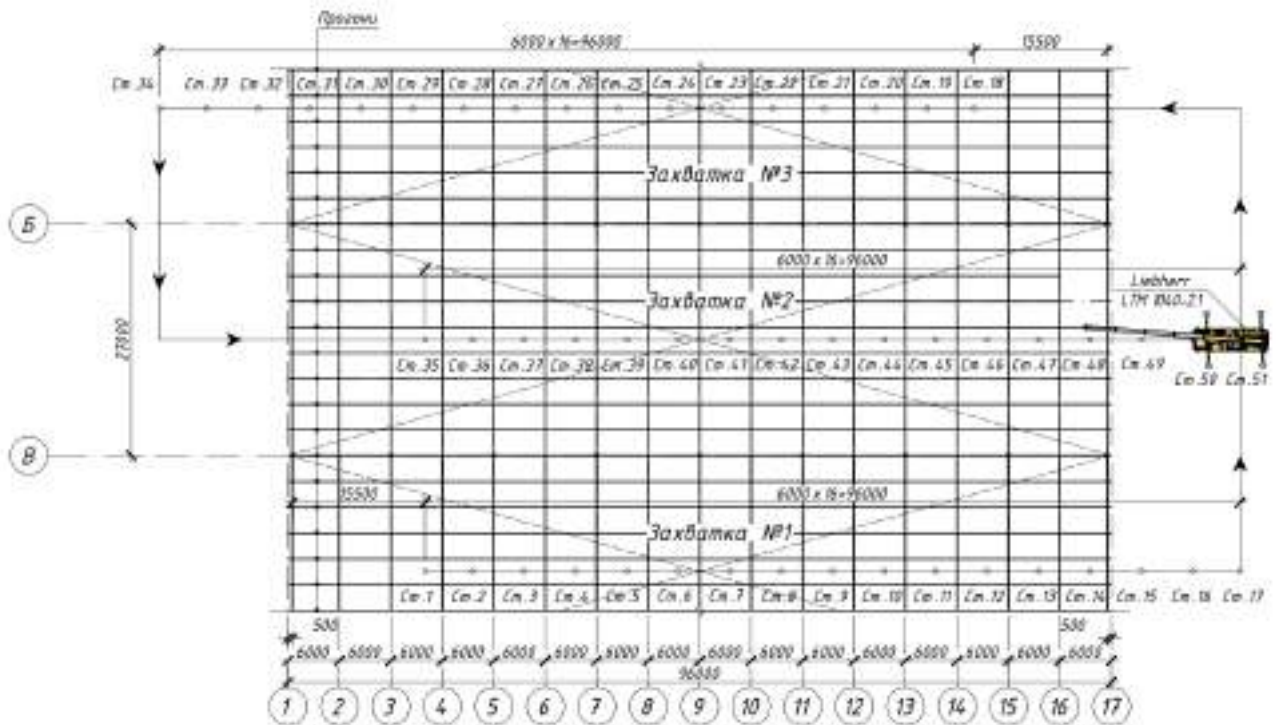


Рис. 5.3 План монтажу прогонів



На рисунках 5.6 та 5.7 зображено схему та план монтажу крокв'яних ферм, з позначенням необхідного вильоту, та висоти підймання стріли крану при монтажі.

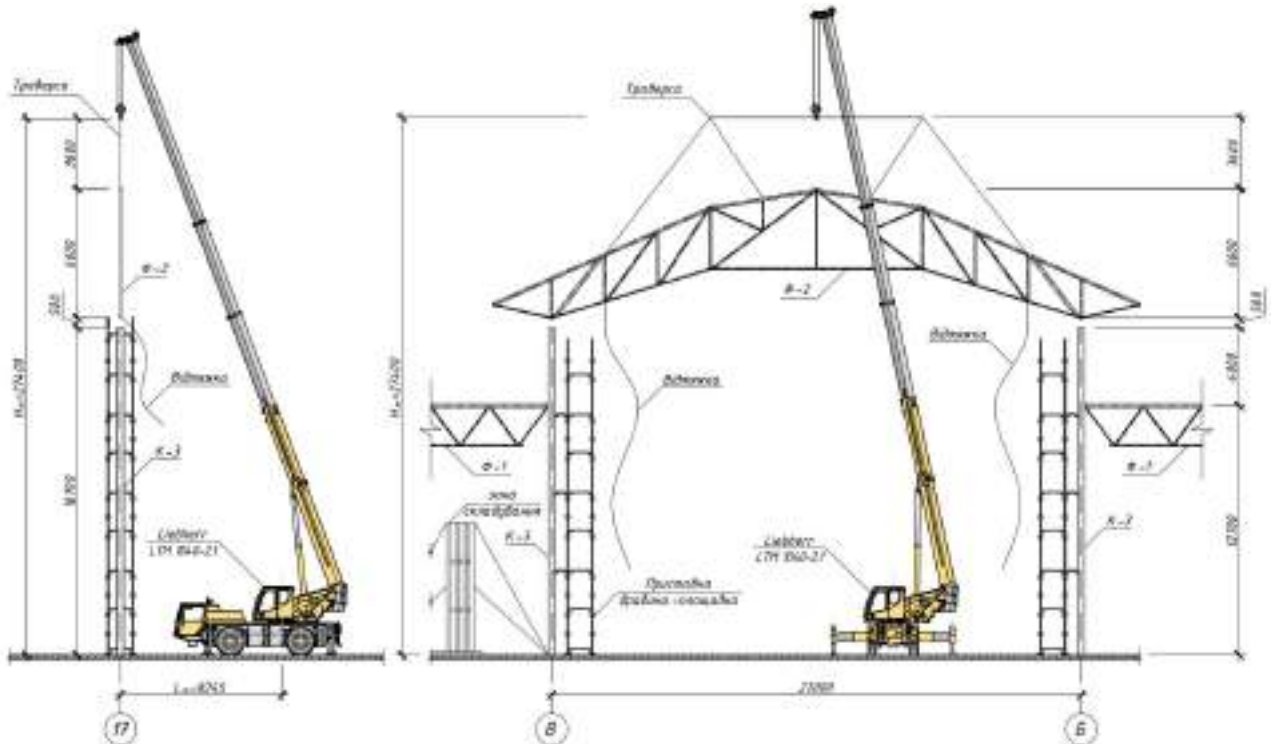


Рис. 5.6 Розроблена схема монтажу крокв'яних ферм

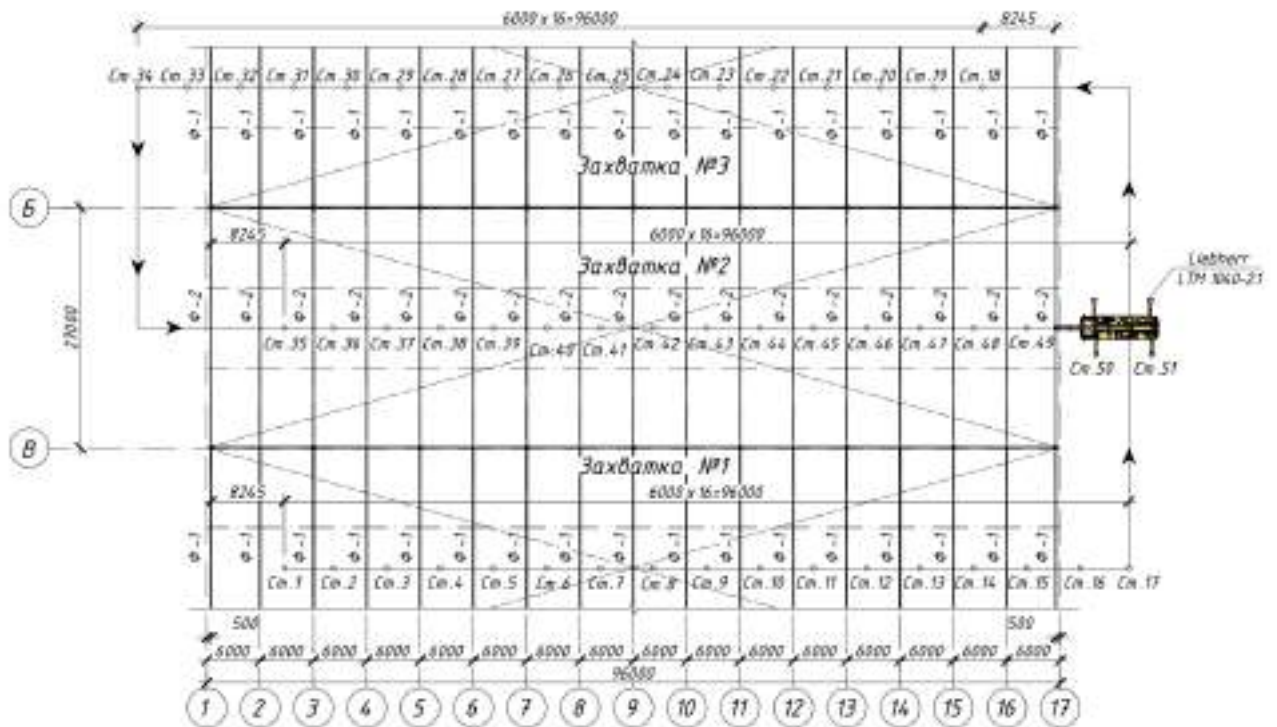


Рис. 5.7 План монтажу крокв'яних ферм

## Охорона праці та навколишнього середовища

Охорона праці в сучасних умовах є невід'ємною складовою ефективного функціонування будь-якого підприємства, особливо такого, що має складну структуру та різноманітні технологічні процеси, як логістичний комплекс. Забезпечення безпечних умов праці – це не лише виконання законодавчих вимог, а й інвестиція в здоров'я та добробут працівників, що позитивно впливає на продуктивність та імідж підприємства.

Даний розділ кваліфікаційної роботи присвячений аналізу стану охорони праці на логістичному комплексі та розробці заходів щодо її покращення. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю забезпечення безпеки працівників при виконанні робіт, пов'язаних з прийомом, зберіганням, комплектацією та відправкою вантажів, з експлуатацією транспортних засобів та складської техніки а також врахування ризиків які виникають при будівництві логістичного комплексу.

Мета роботи полягає у розробці системи заходів з охорони праці, спрямованих на зниження ризику виникнення нещасних випадків, професійних захворювань та інших негативних наслідків для здоров'я працівників. Для досягнення цієї мети необхідно виконати наступні завдання:

- Провести аналіз існуючих умов праці на логістичному комплексі;
- Виявити основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори;
- Оцінити відповідність умов праці на робочих місцях вимогам нормативно-правових актів;
- Розробити пропозиції щодо вдосконалення системи управління охороною праці;
- Обґрунтувати необхідність впровадження нових засобів індивідуального та колективного захисту;
- Розробити план заходів щодо підвищення рівня безпеки праці на підприємстві.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		169

## 7.1 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

### 7.1.1 Оцінка мікрокліматичних умов

#### Чому мікроклімат в логістиці має особливе значення:

- **Різноманітність зон:** Кожна зона (склад, офіс, зона навантаження-розвантаження) має свої специфічні вимоги до мікроклімату.
- **Фізичні навантаження:** Робота зі складуванням, переміщенням вантажів вимагає оптимальних температурних умов для запобігання перегріву або переохолодження.
- **Технологічні процеси:** Нагрівання від обладнання, виділення пилу та інших речовин можуть впливати на якість повітря.
- **Зберігання товарів:** Деякі товари вимагають особливих температурних і вологісних умов.

Основні параметри мікроклімату та їх вплив:

#### Температура:

- **Оптимальний діапазон:** Зазвичай 18-25°C, але може варіюватися залежно від виду робіт та індивідуальних особливостей працівників.
- **Вплив:** Висока температура може призвести до перегріву організму, зниження працездатності, теплового удару. Низька температура - до переохолодження, зниження імунітету.

#### 2. Відносна вологість:

- **Оптимальний діапазон:** 40-60%.
- **Вплив:** Висока вологість сприяє розмноженню бактерій, грибків, створює дискомфорт, знижує ефективність роботи кондиціонерів. Низька вологість призводить до пересихання слизових оболонок, підвищує ризик розвитку респіраторних захворювань.

#### 3. Швидкість руху повітря:

- **Оптимальний діапазон:** Залежить від температури і вологості, але зазвичай становить 0,1-0,3 м/с.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		170

- **Вплив:** Забезпечує комфортне охолодження тіла, сприяє випаровуванню поту, запобігає застою повітря.

#### 4. Радіаційна температура:

- **Вплив:** Це температура навколишніх поверхонь, які випромінюють тепло. Впливає на відчуття теплоти або холоду, навіть якщо температура повітря є комфортною.

#### Методи оцінки мікроклімату

- **Прямі вимірювання:** За допомогою термометрів, гігрометрів, анемометрів та інших приладів.
- **Обстеження робочих місць:** Візуальний огляд, опитування працівників.
- **Моделювання:** Комп'ютерне моделювання мікроклімату приміщення.

#### Заходи щодо оптимізації мікроклімату в логістичному комплексі

- **Системи вентиляції та кондиціонування:** Забезпечують приплив свіжого повітря, видалення забрудненого повітря, підтримання оптимальної температури та вологості.
- **Теплоізоляція:** Зменшує теплові втрати в холодну пору року та перешкоджає проникненню тепла в приміщення влітку.
- **Опалення:** Забезпечує комфортну температуру в холодну пору року.
- **Раціональне розміщення обладнання:** Розміщення джерел тепла на достатній відстані від робочих місць.
- **Використання теплозахисних екранів:** Захист робочих місць від прямих сонячних променів.
- **Індивідуальні засоби захисту:** Надання працівникам спецодягу та засобів індивідуального захисту (наприклад, вентилятори, охолоджуючі жилети).
- **Автоматизація систем:** Забезпечення автоматичного регулювання параметрів мікроклімату залежно від зовнішніх умов та режимів роботи.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							171
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## 7.1.2 Аналіз природного та штучного освітлення

### Природне освітлення

Природне світло є найбільш комфортним для зору людини та сприяє підвищенню продуктивності праці. Однак, його використання в логістичних комплексах має свої особливості та обмеження.

- **Переваги:**

- Економія енергоресурсів.
- Позитивний вплив на психологічний стан працівників.
- Зменшення ризику розвитку очних захворювань.

- **Недоліки:**

- Нестабільність рівня освітленості протягом дня і в залежності від погодних умов.
- Нерівномірне розподілення світла в приміщенні.
- Можливість виникнення засліплення.

### Штучне освітлення

Штучне освітлення необхідне для забезпечення необхідного рівня освітленості в темну пору доби та в тих зонах, куди природне світло не проникає.

- **Переваги:**

- Стабільність рівня освітленості.
- Можливість точного регулювання яскравості та спектрального складу світла.
- Велика різноманітність світильників та систем управління освітленням.

- **Недоліки:**

- Витрати на електроенергію.
- Можливість виникнення стробоскопічного ефекту.
- Негативний вплив на біоритми людини при неправильному виборі спектрального складу світла.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		172

### **Фактори, що впливають на вибір системи освітлення:**

- **Призначення приміщення:** Складські приміщення, офіси, зони навантаження-розвантаження мають різні вимоги до освітлення.
- **Розміри приміщення:** Для великих приміщень потрібні потужні світильники або системи загального освітлення.
- **Висота стелі:** Від висоти стелі залежить вибір типу світильників та їх розміщення.
- **Характер виконуваних робіт:** Для різних видів робіт потрібні різні рівні освітленості.
- **Вимоги нормативних документів:** ДСТУ, СанПіН та інші нормативні документи встановлюють мінімально допустимі рівні освітленості для різних типів приміщень.

### **Оптимізація системи освітлення**

Для забезпечення оптимального рівня освітлення в логістичному комплексі необхідно:

- **Провести розрахунок необхідного рівня освітленості** з урахуванням призначення приміщення, виду виконуваних робіт та вимог нормативних документів.
- **Вибрати тип світильників** з урахуванням їх світлового потоку, спектрального складу світла, енергоефективності та терміну служби.
- **Розробити схему розміщення світильників** з урахуванням висоти стелі, розмірів приміщення та необхідного рівня освітленості.
- **Застосувати системи автоматичного управління освітленням** для регулювання рівня освітленості в залежності від часу доби, рівня природного освітлення та інших факторів.
- **Використовувати сучасні енергоефективні технології освітлення** (LED-світильники, системи управління освітленням на основі датчиків руху та освітленості).

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		173

### **Переваги оптимізації системи освітлення:**

- Економія енергоресурсів.
- Підвищення комфорту працівників.
- Збільшення продуктивності праці.
- Зменшення ризику виникнення аварійних ситуацій.

### **Аналіз шуму та вібрації**

**Шум і вібрація** – це два основні фактори, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників та ефективність роботи логістичного комплексу. Вони виникають внаслідок роботи різноманітного обладнання, транспорту та інших технологічних процесів.

#### **Джерела шуму та вібрації в логістичних комплексах:**

- **Транспортні засоби:** навантажувачі, штабелери, вантажівки під час навантаження-розвантаження створюють значний рівень шуму та вібрації.
- **Обладнання:** конвеєри, підйомники, компресори, генератори та інше технологічне обладнання є джерелами шуму та вібрації.
- **Зовнішні фактори:** вуличний транспорт, залізничні колії, аеропорти, що розташовані поблизу логістичного комплексу.

#### **Негативний вплив шуму та вібрації:**

- **Здоров'я працівників:** зниження слуху, головний біль, підвищена стомлюваність, нервові розлади, захворювання серцево-судинної системи.
- **Продуктивність праці:** зниження концентрації уваги, помилки у роботі, збільшення кількості травм.
- **Якість товарів:** вібрація може пошкодити тендітні вантажі.

#### **Методи оцінки рівня шуму та вібрації:**

- **Інструментальні вимірювання:** за допомогою шумомірів та віброметрів визначається рівень шуму та вібрації в різних точках логістичного комплексу.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							174
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

- **Опитування працівників:** збір інформації про суб'єктивні відчуття працівників щодо рівня шуму та вібрації.
- **Аналіз документації:** вивчення проектної документації, інструкцій з експлуатації обладнання та інших документів, пов'язаних з шумом і вібрацією.

**Заходи щодо зниження рівня шуму та вібрації:**

- **Технічні заходи:**
  - Заміна шумного обладнання на більш тихе.
  - Звукоізоляція джерел шуму.
  - Віброізоляція обладнання та фундаментів.
  - Застосування звукопоглинальних матеріалів.
  - Оптимізація технологічних процесів.
- **Організаційні заходи:**
  - Раціональне планування робочих місць.
  - Організація ротації працівників на робочих місцях з високим рівнем шуму.
  - Надання працівникам засобів індивідуального захисту (беруші, протишумові навушники).
- **Адміністративні заходи:**
  - Розробка та впровадження інструкцій з охорони праці.
  - Проведення регулярних медичних оглядів працівників.

**Аналіз електробезпеки**

Логістичні комплекси – це складні інженерні системи, де активно використовується різноманітне електрообладнання. Відповідно, існує високий ризик ураження електричним струмом, що може призвести до тяжких наслідків, аж до летального результату.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							175
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

### **Основні небезпеки, пов'язані з електрикою в логістичних комплексах:**

- **Прямий контакт зі струмоведучими частинами:** при пошкодженні ізоляції, неправильній експлуатації обладнання.
- **Прямий контакт:** при дотику до металевих корпусів обладнання, які опинилися під напругою.
- **Електрична дуга:** виникає при короткому замиканні або обриві електричної мережі.
- **Статична електрика:** накопичується на непровідних поверхнях і може спричинити іскріння та пожежу.

### **Фактори, що впливають на рівень електробезпеки:**

- **Стан електрообладнання:** знос ізоляції, наявність пошкоджень.
- **Якість електромонтажних робіт:** дотримання норм і правил під час монтажу.
- **Кваліфікація персоналу:** знання правил безпечного поводження з електроустановками.
- **Наявність і стан заземлення:** захищає від ураження електричним струмом.

### **Заходи щодо забезпечення електробезпеки:**

- **Розробка інструкцій з охорони праці:** детальний опис правил безпечної роботи з електрообладнанням.
- **Проведення інструктажів:** первинний, повторний, позаплановий.
- **Забезпечення засобами індивідуального захисту:** діелектричні рукавички, килимки, інструмент.
- **Регулярний технічний огляд електрообладнання:** для виявлення та усунення несправностей.
- **Застосування УЗО:** для автоматичного відключення електроенергії при витoku струму.
- **Організація планових профілактичних робіт:** для запобігання аварійним ситуаціям.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		176

- **Навчання персоналу надання першої допомоги при ураженні електричним струмом.**

**Аналіз електробезпеки:**

1. **Ідентифікація джерел небезпеки:** виявлення всіх можливих місць ураження електричним струмом.
2. **Оцінка ризиків:** визначення ймовірності виникнення аварійних ситуацій та їхніх наслідків.
3. **Розробка заходів:** вибір і реалізація заходів для зниження ризиків.
4. **Контроль ефективності:** регулярна перевірка дотримання вимог електробезпеки.

**Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників**

Таблиця 6.1

НШВЧ	Джерела факторів	Кількісна оцінка	Нормативні документи
Можливість, що людина впаде з покрівлі	Електромонтажні, покрівельні, опоряджувальні, ізоляційні, земляні роботи.	h=16.7м h=23.68м h=16.7м h=23.68м h=1.85м	ДБН А.3.2-2-2009: - Розділ 19 - Розділ 18 - Розділ 15 - Розділ 17 - Розділ 11
Можливість, що якісь матеріали чи конструкції впадуть з певної висоти	Електромонтажні, покрівельні, опоряджувальні, ізоляційні, земляні роботи.	h=16.7м h=23.68м h=16.7м h=23.68м h=1.85м	ДБН А.3.2-2-2009: - Розділ 19 - Розділ 18 - Розділ 15 - Розділ 17 - Розділ 12

Обвалення ґрунтових відкосів	Земляні роботи	H=1.85м глибина підосви ростверку	ДБН А.3.2-2-2009: Розділ 11
Певні механізації та машини	При перевезенні певних конструкцій або матеріалів	R=12м	ДБН А.3.2-2-2009: Розділ 7
НШВЧ	Покрівельні та опоряджувальні роботи: NO <sub>2</sub> CO SO <sub>3</sub>	5 мг/м <sup>3</sup> 20 мг/м 5 мг/м <sup>3</sup>	ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007
Занадто малий або певної міри недостатній рівень освітлення (природнього)	Земляні Монтажні Покрівельні Опоряджувальні (зовнішні) Ізоляційні Автомобільні шляхи	10лк 30лк 30лк 50лк  30лк 2лк	ДСТУ Б А.3.2-13:2011 ДБН В.2.5-28-2018
Вібрація	Маш., мех., ущільнення бетону	V <sub>1</sub> =0.04м/с V <sub>2</sub> =0.02м/с	ДБН В.1.2-10:2021
Електричний струм	Освітлення Маш.-мех. Електр.монтаж. Електр.зварюв.	220В 220В, 380В 220В, 380В 6000/380В	ДБН В.2.5-28-2018 НПАОП 40.1-1.21-98 ДБН А.3.2-2-2009 ДСТУ Б.А.3.2-13:2011

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> <b>здобувача ступеня вищої освіти «магістр»</b>	Лист
							178
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Шум виробничого характеру	Земляні	<70дБ	ДСН 3.3.6.037-99
	Монтажні	<70дБ	
	Покрівельні	<60дБ	
	Опоряджувальні (зовнішні)	<60дБ	
	Ізоляційні	<60дБ	
Мікрокліматичні фактори впливу	Термічна дія:	2000°С	ДБН А.3.2-2-2009
	- зварка - ізоляція	180°С	ДБН В.1.1-7:2016
Пил виробничий	Роботи з розвантаження або навантаження		ДБН В.2.2-28:2010
	-пил: -цементні суміші:	ГДК = 18 г/м <sup>3</sup> ГДК = 10 г/м <sup>3</sup>	
Електрика (атмосферна)	Блискавкозахист	K <sub>кат</sub> = II	ДБН В.1.2-9:2021
Протипожежна безпека	Пожежозахист	K <sub>вог</sub> = II	ДБН В.1.1-7:2016

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							179
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## Висновки до розділу охорона праці стосовно аналізу НШВЧ:

Оптимізація умов праці в логістичних комплексах є багатограним завданням, яке охоплює широкий спектр факторів, що впливають на здоров'я, безпеку та продуктивність працівників.

**Ключові аспекти, які слід враховувати при оцінці умов праці в логістичних комплексах:**

- **Мікроклімат:** Температура, вологість та рух повітря в приміщеннях повинні відповідати санітарним нормам та забезпечувати комфортні умови для роботи.
- **Освітлення:** Рівень освітленості, його якість та розподіл безпосередньо впливають на зорове навантаження працівників та їхню продуктивність.
- **Шум і вібрація:** Перевищення допустимих рівнів шуму та вібрації може призвести до розвитку професійних захворювань та зниження ефективності роботи.
- **Електробезпека:** Наявність великої кількості електрообладнання вимагає дотримання строгих правил безпеки для запобігання ураження електричним струмом.
- **Фізичні навантаження:** Робота в логістичних комплексах часто пов'язана з підняттям важких вантажів, що може призвести до травм опорно-рухового апарату.
- **Хімічні фактори:** Залежно від виду товарів, що зберігаються та обробляються в логістичному комплексі, можуть бути присутні шкідливі хімічні речовини.
- **Психологічні фактори:** Монотонність роботи, високий темп, тиск з боку керівництва можуть негативно впливати на психологічний стан працівників.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		180

## ***ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА***

**Консультант** \_\_\_\_\_ Гусарова Л.В.

**Здобувач** \_\_\_\_\_ Кравчук Р.В.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		181

## 8.1. Техніко-економічні показники

Вихідні дані:

1. Логістичний комплекс.
2. Параметри споруди:
  - 2.1 S забудови – 7776 м<sup>2</sup>;
  - 2.2 Об'єм споруди – 109123 м<sup>3</sup>;
  - 2.3 Загальна S об'єкту - 15552 м<sup>2</sup>;
  - 2.4 S фасаду – 5618 м<sup>2</sup>.

### Показники по об'єкту

Таблиця 8.1

№ п/п	Показники	Од. виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Кошторисна вартість за зв. к. р.	тис. грн	610861
2	Кошторисна трудомісткість за об. к.	тис. л-год	990
3	Кошторисна ЗП за об.к.	тис. грн	117461
4	Загальний будівельний обсяг	м <sup>3</sup>	109123
5	Загальна площа об'єкту	м <sup>2</sup>	15552
6	Вартість 1м <sup>2</sup> загальної площі об'єкта	грн/м <sup>2</sup>	39278
7	Вартість 1м <sup>3</sup> загальної площі об'єкта	грн/м <sup>3</sup>	5598

## Локальний кошторис на загальнобудівельні роботи

Таблиця 8.2

№ п/п	Об'єктна назва	Назва робіт	Технічні умови	Кількість	Вартість за об'єкт, грн			Вартість за м³, грн			Вартість за м², грн		
					за об'єкт		за м³	за м²		за м³	за м²		
					а	б		а	б		а	б	
1	ВМБ 1.1	Земельні роботи	100 м³ за м³	77,76	567,00	7,28	4841180	620724	8000,00	103,00	20	5020	
2	ВМБ 1.2	Викопувальні роботи	100 м³ за м³	77,76	801,00	10,30	7081886	900000	11580,00	148,00	188,00	10000,00	
3	ВМБ 3.1	Висхідні роботи	100 м³ за м³	109,12	2000,00	18,33	4664800	505000	4600,00	42,00	170	12000,00	
4	ВМБ 4.1	Висхідні роботи	100 м³ за м³	109,12	1000,00	9,15	2400000	215000	1950,00	18,00	100	10000,00	
5	ВМБ 5.1	Земельні роботи	100 м³ за м³	56,18	1100,00	19,58	618000	70000	1250,00	22,00	100	10000,00	
6	ВМБ 6.1	Висхідні роботи	100 м³ за м³	56,18	1000,00	17,80	500000	90000	1600,00	28,00	100	10000,00	
7	ВМБ 7.1	Висхідні роботи	100 м³ за м³	155,52	1000,00	6,43	1000000	100000	650,00	4,20	100	10000,00	
8	ВМБ 8.1	Висхідні роботи	100 м³ за м³	77,76	1000,00	12,86	1000000	100000	1300,00	17,00	100	10000,00	
9	ВМБ 9.1	Висхідні роботи	100 м³ за м³	109,12	1000,00	9,15	1000000	100000	1000,00	9,00	100	10000,00	
<b>Разом за об'єктом, грн</b>							17000000	2000000	160000,00	100,00	1000	100000,00	
<b>Вартість за м³</b>							155900,00	18700,00	1500,00	9,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м²</b>							300000,00	35000,00	3000,00	20,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							140000,00	17000,00	1400,00	8,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							270000,00	32000,00	2700,00	18,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							130000,00	15000,00	1300,00	7,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							230000,00	27000,00	2300,00	13,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							110000,00	13000,00	1100,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м³</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м³</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³ за м²</b>							100000,00	12000,00	1000,00	6,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м² за м²</b>							200000,00	24000,00	2000,00	12,00	100	10000,00	
<b>Вартість за м³</b>													







## Розрахунок до зведеного кошторисного розрахунку

Таблиця 8.8

Площа забудови об'єкта, кв.м	7778
Зегальна площа об'єкта кв.м	15552
Загальний обсяг об'єкта, куб.м	109123
Площа ділянки (території) об'єкта, кв.м	31104
Периметр ділянки (території) об'єкта, м.л.	708

Складений у поточних цінах станом на 20 жовтня 2024р.

Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість обсяг робіт	Вартість одиниці, тис. грн.	Зегальна вартість, тис. грн.
<b>Глава 1. Підготовка території будівництва</b>				
		100 м <sup>2</sup> ділянки		
1.1. Відведення земельної ділянки, виготовлення землевпорядної докум.	- *-	311,04	3,14	975,521
1.2. Створення геодезичної мережі для будівництва	- *-	311,04	0,29	91,455
1.3. Освоєння і виїздна підготовка території будівництва	- *-	311,04	3,94	1224,482
		<b>Разом</b>		<b>2291,458</b>
<b>Глава 3. Об'єкти підсобного і обслуговувального призначення</b>				
		100м <sup>2</sup> загальної площі об'єкта		
3.1. Адміністративно-побутові приміщення	- *-	155,52	0,00	0,000
3.2. Ремонтно-технічні майстерні (допоміжні цехи, майстерні, склади, естакиди, лабораторії)	- *-	155,52	0,00	0,000
3.3. Господарські будівлі і приміщення (охорона, прохідна, сміттєзбиральник тощо)	- *-	155,52	0,00	0,000
		<b>Разом</b>		<b>0,000</b>
<b>Глава 4. Об'єкти енергетичного господарства</b>				
4.1. Трансформаторна підстанція	об'єкт	1	2482,92	2482,920
4.2. Лінії електропостачання	км	1	1368,06	1368,058
		<b>Разом</b>		<b>3850,978</b>
<b>Глава 5. Об'єкти транспортного господарства і зв'язку</b>				
5.1. Автомобільні під'їзди та внутрішні дороги	об'єкт	1	2752,12	2752,121
5.2. Будівлі по обслуговуванню транспорту: авто, гаражі, стоянки	об'єкт	0	804,50	0,000
5.3. Паркінги, автостоянки	об'єкт	1	2046,78	2046,776
5.4. Зовнішні роботи і будівлі для усяк видів зв'язку	об'єкт	0	1312,35	0,000
		<b>Разом</b>		<b>4798,896</b>
<b>Глава 6. Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання та газопостачання</b>				
6.1. Зовнішні мережі водопостачання, водозабірні, насосні споруди	км	1	336,50	336,501
6.2. Зовнішні мережі каналізації, очисні споруди	км	1	555,39	555,390
6.3. Зовнішні мережі теплопостачання, бойлерні, котельні	км	1	915,58	915,577
6.4. Зовнішні мережі газопостачання	км	1	759,58	759,579
		<b>Разом</b>		<b>2567,045</b>
<b>Глава 7. Благоустрій та озеленення території</b>				
7.1. Огорожа території	100 м.л. периметру	7,08	44,92	316,042
7.2. Озеленення та малі архітектурні форми	100 м <sup>2</sup> ділянки	311,04	0,00	0,000
7.3. Зовнішнє освітлення	100 м <sup>2</sup> ділянки	311,04	1,49	462,356
7.4. Пішохідні доріжки, тротуари	об'єкт	1	580,29	580,291
7.5. Спортивні та ігрові майданчики	об'єкт	0	359,37	0,000
		<b>Разом</b>		<b>1340,689</b>

# Зведений кошторисний розрахунок

Таблиця 8.9

Зведений кошторисний розрахунок в сумі **610861** тис.грн.

В тому числі вартості сум **430** тис.грн.  
Зведений кошторисний розрахунок вартості об'єкта будівництва №1

## Логістичного комплексу

(наймавця/замовника об'єкта будівництва)

Складений в програмі «Держ. систем. на 20» версія 2014б

№ п/п	Номери кодифікації кошторисних розрахунків	Найменування глав, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			
			будівельні роботи	установлення на місцях та монтаж	інші витрати	інші вартість
1	2	3	4	5	6	7
		<b>Глава 1</b>				
		<b>Підготовка території будівництва</b>				
	КНУ п. 3.32	Видобування земельної ділянки	0	0	570	570
	КНУ п. 3.32	Створення геодезичної мережі для будівництва			91	91
	КНУ п. 3.32	Виконання підготовки території	1224	0	0	1224
		<b>Разом по главі 1</b>	<b>1224</b>	<b>0</b>	<b>1067</b>	<b>2291</b>
		<b>Глава 2</b>				
	КНУ п. 3.33	<b>Об'єкти основного призначення</b>				
	№ 02-01	Логістичний комплекс	291895	20203		312098
		<b>Разом по главі 2</b>	<b>291895</b>	<b>20203</b>	<b>0</b>	<b>312098</b>
		<b>Глава 3</b>				
		<b>Об'єкти підробного та обслуговуючого призначення</b>				
	КНУ п. 3.34	Адміністративно-обслуговує приміщення	0,0	0,0		0,0
	КНУ п. 3.34	Ремонтно-технічна майстерня (дрозовиківна, майстерня, склад, встановлення лабораторій)	0,0	0,0		0,0
	КНУ п. 3.34	Топкопирний будинок і приміщення (зберігання, догляд, ремонт/обслуговування)	0,0	0,0		0,0
		<b>Разом по главі 3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,0</b>
		<b>Глава 4</b>				
		<b>Об'єкти енергетичного господарства</b>				
	КНУ п. 3.35	Трансформаторні підстанції	365	1486		2487
	КНУ п. 3.35	Лінії електропередавання	547	827		1388
		<b>Разом по главі 4</b>	<b>1922,9</b>	<b>1922,9</b>		<b>3891</b>
		<b>Глава 5</b>				
		<b>Об'єкти транспортного господарства і зв'язку</b>				
	КНУ п. 3.35	Земельні роботи (будівля, ділянка, видаток)	0,0	0,0		0
	КНУ п. 3.35	Асфальтобетонні підлоги та стяжки дорожні	2421,9	330,3		2752
	КНУ п. 3.35	Будівля по обслуговуванню транспорту (депо, гаражі, стоянки)	0,0	0,0		0
	КНУ п. 3.35	Пасажирські автостанції	1901,2	245,9		2047
		<b>Разом по главі 5</b>	<b>4223,9</b>	<b>876,9</b>		<b>4799</b>
		<b>Глава 6</b>				
		<b>Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, теплостачання та газопостачання</b>				
	КНУ п. 3.35	Зовнішня мережа водопостачання, водозабір, насосні споруди	185,1	151,4		336,5
	КНУ п. 3.35	Зовнішня мережа каналізації, каналі споруди	506,5	280,9		555,9
	КНУ п. 3.35	Зовнішня мережа теплостачання, бойлерні, котельні	500,6	410,9		915,6
	КНУ п. 3.35	Зовнішня мережа газопостачання	417,9	381,8		799,0
		<b>Разом по главі 6</b>	<b>1610,1</b>	<b>1165,2</b>		<b>2675,0</b>
		<b>Глава 7</b>				
		<b>Благоустрій та озеленення території</b>				
	КНУ п. 3.35	Кордони території	319,0			319,0
	КНУ п. 3.35	Озеленення та інші архітектурні форми	8,8			8,8
	КНУ п. 3.35	Додаткове озеленення	492,4			492,4
	КНУ п. 3.35	Річкові ділянки, з'ясування	980,3			980,3
	КНУ п. 3.35	Спортивні та інші місця відпочинку	8,8			8,8
		<b>Разом по главі 7</b>	<b>1799,3</b>			<b>1799,3</b>
		<b>Разом по главі 1-7</b>	<b>30809,6</b>	<b>30019,2</b>	<b>1067,8</b>	<b>329167</b>
		<b>Глава 8</b>				
		<b>Тимчасові будівлі і споруди</b>				
	КНУ п. 4.19-4.21	Вартість на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд, виробничого та допоміжного призначення	2000			2000
		<b>Разом по главі 8</b>	<b>2000</b>			<b>2000</b>
		<b>Разом по главі 1-8</b>	<b>30409,6</b>	<b>30019,2</b>	<b>1067,8</b>	<b>329176</b>
		<b>Глава 9</b>				
		<b>Вартість на інші роботи та витрати</b>				
	КНУ п. 4.25-4.27	Вартість на виконання будівельних робіт у земовелітерії	1524,4			1524,4
	КНУ п. 3.37-4.27-4.31	Інші витрати			1848	1848
		<b>Разом по главі 9</b>	<b>1524,4</b>		<b>1848</b>	<b>3372,4</b>
		<b>Разом по главі 1-9</b>	<b>30644,2</b>	<b>30019,2</b>	<b>2918,8</b>	<b>329548</b>
		<b>Глава 10</b>				
		<b>Утримання служби замовника та інжинірингові послуги</b>				
	КНУ п. 4.32	Утримання служби замовника (включення технічної нагляд)			844	844
	КНУ п. 4.32	Витрати замовника з проведення тендерів			879	879
	КНУ п. 4.32	Формування і управління фонду державних закупівель			184	184
		<b>Разом по главі 10</b>			<b>1907</b>	<b>1907</b>
		<b>Глава 11</b>				
		<b>Підготовка експлуатаційних кадрів</b>				
	КНУ п. 3.39	Підготовка експлуатаційних кадрів			0	0
		<b>Разом по главі 11</b>			<b>0</b>	<b>0</b>
		<b>Глава 12</b>				
		<b>Проектні, виконавчі роботи, експертиза та авторський нагляд</b>				
	КНУ п. 4.34	Вартість проекту виконавчих робіт			11648	11648
	КНУ п. 4.34	Вартість експертних проектних і документів			374	374
	КНУ п. 4.35	Вартість на здійснення державних закупівель			339	339
		<b>Разом по главі 12</b>			<b>12361</b>	<b>12361</b>

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
здобувача ступеня вищої освіти «магістр»

## Загальні висновки

Було створено розрахункову модель сталевого каркасу в ПК Robot Structural Analysis Professional 2025 за нормами Єврокод та ДБН та виконано його розрахунок та підбір перерізів. Виконано порівняння та аналіз результатів розрахунку.

Також, у відповідності до підбору перерізів елементів ферм за нормами ДБН та Єврокод, було виконано креслення відправних марок ферми Ф2. В результаті аналізу, було виявлено, що вага відправної марки ферми розрахованої за нормами ДБН складає – 805.22 кг. Аналогічна вага відправної марки розрахованої за нормами Єврокод складає 1093.42 кг. Різниця складає 288.2 кг.

У науково-дослідній частині кваліфікаційної роботи здійснено:

Комплексне інженерне дослідження з метою визначення раціональних перерізів для балок з перфорованою стінкою. Було запропоновано раціональний варіант сталевого каркасу з ефективним перекриттям за рахунок використання балок з перфорованою стінкою. Для цього було проведено ретельний аналіз відповідно до вимог ДБН та Єврокод. За результатами розрахунків було вибрано наступні перерізи балок, які найбільш задовільняють необхідні нам перевірки по ГС1 та ГС2: ДБ 55 x 2 – за ДБН та IPE 550 – за Єврокод. Виконано моделювання цих балок та підбір в ПК Robot Structural Analysis Professional 2025, також, виконано аналіз напружено-деформованого стану цих балок в ПК Ansys. В результаті підбору балок з перфорованою стінкою та їх аналізу, можемо виконати порівняння цих балок з балками прокатними нерозрізними, по витраті сталі. Вага балок розрахованих за нормами ДБН становить ДШ 50x2 (нерозрізна) – 1217.8 кг та ДБ 55x2 (перфорована) – 859.56 кг. Різниця становить 358.24 кг. Вага балок розрахованих за Єврокод ДШ 50x4 (нерозрізна) – 1528.6 кг та IPE 550 – 937.7 кг (перфорована). Різниця – 590.9 кг.

Розроблено конструктивні рішення прийнятих варіантів сталевого каркасу, зокрема креслення КМ та КМД у відповідних, спеціалізованих програмних комплексах відповідно до поставлених задач дослідження.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		188

### Список використаних джерел

1. ДБН В.2.5-28:2018. «Природне і штучне освітлення» – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 133 с.
2. ДБН В.2.6-31:2021: «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» - Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 23 с.
3. ДСТУ Б А.3.1.-22:2013 "Визначення тривалості будівництва" – Київ: Мінрегіон України, 2014, - 30 с.
4. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини і переміщення, вимоги проектування» - Київ: Мінрегіон України, 2006, - 15 с.
5. ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010 «Єврокод 1. Дії на конструкції» - 62 с.
6. ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1 та №2 «Навантаження і впливи» - Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2020, - 72 с.
7. ДБН В.2.6-198:2014 зі зміною №1 «Сталеві конструкції. Норми проектування» – Київ: Мінрегіон України, 2014. – 296 с.
8. Основи і фундаменти: Методичні вказівки до виконання курсової роботи / Уклад.: І.П.Бойко, А.О.Олійник, А.М.Ращенко та ін. - К.:КНУБА, 2007. – 92с.
9. Нілов О. О. Сталеві конструкції. 2-е видання / О. О. Нілов, В. О. Пермяков, С. І. Шимановський. – Київ: Вид-во «Сталь», 2010. – 869 с.
10. PN-90/B-03200. Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie, 1992. – 246 с.
11. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи, Збірник №11 «Підлоги» : Міністерство розвитку громад на території України 31.12.2021 № 374 – 56 с.
12. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи, Збірник №1 «Земляні роботи» : Міністерство розвитку громад на території України 31.12.2021 № 374 – 347 с.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		189

13. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи, Збірник №6 «Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні» : Міністерство розвитку громад на території України 31.12.2021 № 374 – 114 с.
14. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи, Збірник №9 «Металеві конструкції» : Міністерство розвитку громад на території України 31.12.2021 № 374 – 137 с.
15. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи, Збірник №12 «Покрівлі» : Міністерство розвитку громад на території України 31.12.2021 № 374 – 31 с.
16. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи, Збірник №19 «Ізоляційні роботи» : Міністерство розвитку громад на території України 15.06.2021 № 156 – 41 с.
17. ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» - Київ: Міністерство регіонального розвитку будівництва України, 2012, - 112 с.
18. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1993-1-1:2005, IDT) – 154 с.

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b> здобувача ступеня вищої освіти «магістр»	Лист
							190
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		