

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

магістра

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: «Дослідження напружено-деформованого стану структурного
покриття при влаштуванні сонячних панелей на його поверхні»

Виконав: студент VI курсу, групи МБмн-61
спеціальності (напряму підготовки) 192
«Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Поливаний Т.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Конончук О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Мещерякова О.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Будівельної механіки

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

«_____» _____ 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Поливаний Тарас Ярославович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження напружено-деформованого стану структурного покриття при влаштуванні сонячних панелей на його поверхні

Керівник проекту (роботи) Конончук Олександр Петрович, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом по університету від « 11 » квітня 2025 року № 4/7 – 287

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 26.05.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Результати технічного обстеження будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б», покриття у вигляді металевої структури, надбудова двоскатного даху із металевими кроквами та прогонами, влаштування поверх покрівлі з металопрофілю сонячних панелей. Розрахунок напружено-деформованого стану металевих структурного покриття за дії навантажень, що діяли на момент проектування та обстеження будівлі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Огляд літературних джерел в напрямку розаитку металевих конструкцій, методів їх діагностики та підсилення. Постановка мети та задач досліджень. Методика проведених технічного обстеження будівельних конструкцій, будівель і споруд в цілому. Засоби та інструменти для проведення досліджень. Розрахунок напружено-деформованого стану металевих структурного покриття за дії навантажень, що діяли на момент проектування та обстеження будівлі. Розробка рекомендацій підсилення металевих структурного покриття. Розробка заходів по охороні праці. Розробка заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) Постановка мети та задач досліджень. Методика та програма проведення досліджень дійсного технічного стану будівельних конструкцій, будівель та споруд в цілому. Результати розрахунку напружено-деформованого стану металевих структурного покриття за дії навантажень, що діяли на момент проектування та обстеження будівлі. Рекомендації підсилення металевих структурного покриття. Фотографії експериментальних досліджень. Результати експериментальних досліджень. Аналіз отриманих даних. Висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Конончук О.П., к.т.н., доц.		
Охорона праці	Каспрук В.Б., к.т.н., доц.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С., ст. викл.		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання

11.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літературних джерел в напрямку дослідження	15.04.2025	
2	Постановка мети і задач досліджень	20.04.2025	
3	Опис методики та програми проведених досліджень	25.04.2025	
4	Опис отриманих даних проведеного технічного обстеження будівлі	30.04.2025	
5	Опис методик розрахунку напружено-деформованого стану металевих конструкцій	05.05.2025	
6	Розрахунок підсилення металевих конструкцій	10.05.2025	
7	Аналіз отриманих результатів чисельних розрахунків	15.05.2025	
8	Розробка заходів по охороні праці	18.05.2025	
9	Розробка заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях	22.05.2025	

Студент

(підпис)

Поливаний Т.Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Конончук О.П.

(прізвище та ініціали)

Зміст

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ ПОКРИТТЯ ТА ДЕФЕКТИ ПРИ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	9
1.1 Номенклатура та сфера застосування металевих конструкцій	9
1.2 Види руйнувань металевих конструкцій	11
1.3 Обстеження та підсилення металевих конструкцій	12
1.4 Методи захисту металевих конструкцій від корозії в атмосферних умовах	14
1.5 Постановка мети і конкретних задач дослідження	15
1.6 Висновки до розділу 1	15
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ ...	16
2.1 Характеристика об'єкту, що підлягав технічному обстеженню	16
2.2 Конструктивні елементи будівлі, що підлягала обстеженню	19
2.3 Результати технічного обстеження стану будівельних конструкцій .	22
2.4 Висновки до розділу 2	29
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МЕТАЛЕВОГО СТРУКТУРНОГО ПОКРИТТЯ	30
3.1 Результати перевірного розрахунку несучої здатності конструкції покриття на навантаження, що діяли на момент проектування	30
3.2 Результати перевірного розрахунку несучої здатності конструкції покриття на навантаження, що діяли на момент експлуатації	41
3.3 Висновки до розділу 3	44
РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ПІДСИЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ПОКРИТТЯ ПРИ ВЛАШТУВАННІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ НА ЙОГО ПОВЕРХНІ	46

4.1	Результати розрахунку підсилення металевого каркасу будівлі за дії навантажень, що будуть діяти при влаштуванні сонячних панелей на поверхні даху	46
4.2	Висновки до розділу 4	56
	РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	57
5.1	Заходи з охорони праці при виконанні електрозварювальних робіт .	57
5.2	Безпечна експлуатація електрозварювальних установок	58
5.3	Заходи з охорони праці при виконанні монтажних робіт	61
5.4	Розрахунок заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції .	63
5.5	Цивільна оборона України в надзвичайних ситуаціях	65
5.6	Забезпечення стійкості промислово-побутового комплексу в умовах надзвичайних ситуацій	66
5.7	Висновки до розділу 5	68
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	69
	БІБЛІОГРАФІЯ	70

ВСТУП

Актуальність теми роботи. В умовах сучасного світу, де енергетична безпека та незалежність стають все більш важливими факторами розвитку держав, питання відновлюваних джерел енергії набувають нової актуальності. Для України, яка зазнала значних втрат енергетичної інфраструктури через війну з російською федерацією, розвиток сонячної енергетики стає не лише питанням екологічної відповідальності, а й національної безпеки.

Збройний конфлікт, що триває, призвів до суттєвих руйнувань енергетичних об'єктів по всій країні. Ці втрати вплинули на стабільність електропостачання, спричинивши перебої в енергопостачанні як для населення, так і для промисловості. В таких умовах пошук альтернативних джерел енергії, зокрема сонячних електростанцій, стає важливою задачею, як для держави, так і для приватного бізнесу.

Мета роботи: встановлення дійсного напружено-деформованого стану несучої конструкції металевого структурного покриття виробничої будівлі з врахуванням впливу навантажень від розміщення на його поверхні сонячних панелей.

Для досягнення мети в роботі ставилися такі **задачі**:

- виконати технічне обстеження будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» з встановленням конструктивної схеми даху та будівлі в цілому;
- встановити дійсний напружено-деформований стан несучої конструкції металевого структурного покриття виробничої будівлі з врахуванням впливу навантажень від розміщення на його поверхні сонячних панелей;
- виконати перевірочний розрахунок несучої здатності конструкції покриття виробничої будівлі на навантаження, що діяли на момент проектування будівлі, а також на навантаження, які діяли на момент експлуатації об'єкту;

– розробити комплекс конструктивних заходів для можливості влаштування сонячних панелей на поверхні даху виробничої будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б».

Об'єкт досліджень: металеве структурне покриття виробничої будівлі.

Предмет дослідження: напружено-деформований стан металевого структурного покриття виробничої будівлі.

Методи дослідження: аналіз проектної документації; аналіз експериментальних досліджень, метод скінченних елементів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності із науковою тематикою кафедри будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету ім. Івана Пулюя.

Наукова новизна отриманих результатів:

- отримали подальший розвиток дослідження напружено-деформованого стану несучої конструкції металевого структурного покриття виробничої будівлі з врахуванням впливу навантажень від розміщення на його поверхні сонячних панелей;

- отримано нові дані визначення несучої здатності конструкції покриття виробничої будівлі на навантаження, що діяли на момент проектування будівлі, а також на навантаження, які діяли на момент експлуатації об'єкту.

Практичне значення отриманих результатів.

Отримані в роботі результати можуть бути використані будівельними та експертними організаціями при проектуванні підсилення металевих конструкцій покриття для розміщення на їх поверхні сонячних панелей.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» присвяченій 180-річчю з дня народження Івана Пулюя та 65-річчю з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль, ТНТУ, 28 – 29 травня 2025 року.

Публікації. Дослідження напружено-деформованого стану конструкцій покриття при дії навантаження від сонячних панелей / О. Конончук, Т. Поливаний,

П. Вільчинський // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» присвяченої 180-річчю з дня народження Івана Пулюя та 65-річчю з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, 28 – 29 травня 2025 року — Т.: ТНТУ, 2025 — С. 88-89.

Ключові слова. Напружено-деформований стан, метод скінченних елементів, підсилення, розрахунок, структурне покриття.

РОЗДІЛ 1

МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ ПОКРИТТЯ ТА ДЕФЕКТИ ПРИ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1.1 Номенклатура та сфера застосування металевих конструкцій

Металеві конструкції застосовуються у всіх інженерних спорудах значних прольотів, висоти та навантажень. Залежно від конструктивної форми та призначення металеві конструкції можна розділити на вісім видів:

1. Промислові будівлі – суцільнометалеві або зі змішаним каркасом (залізобетонні колони). Ціліснометалеві в будинках з великими прольотами, висотою та вантажопідйомністю;
2. Більш прогонові покриття будівель – спортивні споруди, ринки, виставкові павільйони, театри, ангари та ін. (Прольоти до 100-150 м);
3. Мости, естакади – мости на залізничних та автомобільних магістралях;
4. Листові конструкції – резервуари, газгольдери, бункери, трубопроводи великого діаметра та ін.;
5. Башти та щогли – радіо та телебачення в геодезичній службі, опори лінії електропередачі, нафтові вежі та ін.;
6. Каркаси багатоповерхових будівель. Застосовуються у багатоповерхових будинках, в умовах щільної забудови великих міст;
7. Кранові та інші рухомі конструкції – мостові, баштові, козлові крани, конструкції екскаваторів та ін.;
8. Інші конструкції з використання атомної енергії в мирних цілях, різноманітні конструкції радіотелескопів для космічного та радіозв'язку, платформи для розвідки та видобутку нафти та газу в морі та ін.

Металеві конструкції мають такі переваги:

1. Надійність. Матеріал (сталь, алюмінієві сплави) має велику однорідність структури;
2. Легкість. Металеві конструкції найлегші;

3. Індустріальність. Виготовлення та монтаж металевих конструкцій провадиться спеціалізованими організаціями з використанням високопродуктивної техніки;

4. Непроникність. Мають високу міцність і щільність, непроникність для газів і рідин.

Металеві конструкції мають недоліки:

1. Корозія. Незахищеність від вологого середовища, атмосфери, забрудненої агресивними газами, сталь корозує (окислюється) та руйнується. Тому в сталь включають спеціальні легуючі елементи, що покривають захисними плівками (лаки, фарби і т.д.);

2. Невелика вогнестійкість. У сталі при температурі 200°C зменшується модуль пружності, а при температурі 600°C сталь повністю переходить в пластичний стан. Алюмінієві сплави переходять у пластичний стан при 300°C. Тому металеві конструкції захищають вогнестійкими облицюваннями (бетон, кераміка, спеціальні покриття. і т.д.).

При проектуванні металевих конструкцій повинні враховуватися такі вимоги:

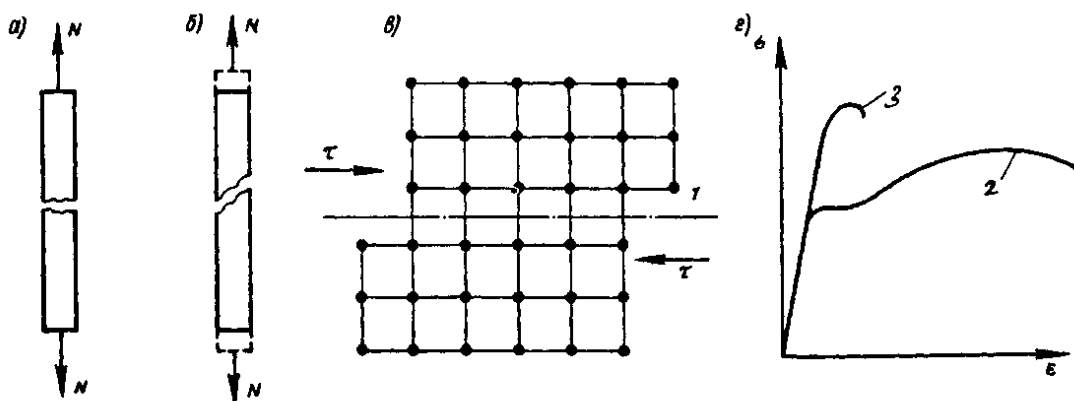
1. Умови експлуатації;
2. Економія металу (висока вартість);
3. Транспортабельність (перевезення частинами або цілком із застосуванням відповідних транспортних засобів);
4. Технологічність – використання сучасних технологічних прийомів, що забезпечують зниження трудомісткості;
5. Швидкісний монтаж. Складання в найменші терміни;
6. Довговічність – визначається термінами фізичного та морального зносу;
7. Естетичність. Конструкція повинна мати гармонійні форми.

Основним принципом проектування є досягнення трьох головних показників: економії сталі, підвищення продуктивності праці при виготовленні, зниження трудомісткості та термінів монтажу, які визначають вартість конструкції. Досягається це шляхом використання низьколегованих та високоміцних сталей,

економічних прокатних та гнутих профілів, впровадження у будівництво просторових, попередньо напружених, висячих, трубчастих тощо. п. конструкцій, удосконаленням методів розрахунку та пошуком конструктивних оптимальних рішень з використанням ЕОМ. Крім того, розроблені типові рішення конструктивних елементів, що часто повторюються, - колон, ферм, підкранових балок, віконних і ліхтарних отворів, радіощогл, веж, опор лінії електропередачі, резервуарів тощо.

1.2 Види руйнувань металевих конструкцій

Руйнування металу в залежності від ступеня розвитку пластичних деформацій може бути крихким або пластичним (в'язким). Крихке руйнування відбувається шляхом відриву (рис. 1.1, а), без помітних деформацій, раптово.



а – відрив; б – зріз; в – схема усунення атомних шарів при зрушенні; г – діаграма роботи матеріалу; 1 – плоске ковзання; 2 – в'язке руйнування; 3 – крихке руйнування.

Рисунок 1.1 – Види руйнування

Пластичне руйнування є результатом зсуву, що супроводжується значними деформаціями, які можуть бути своєчасно виявлені, і тому менш небезпечно (рис. 1.1, б). Один і той же матеріал може руйнуватися крихко та пластично (в'язко) залежно від умов роботи (вид напруженого стану, наявності концентраторів напруги, температура експлуатації). При відриві руйнується міжатомні грати. Знаючи сили зчеплення між атомами, можна визначити міцність кристала при

відриві, що дорівнює приблизно 3300 кН/см^2 . Зрушити одну частину кристала щодо іншої значно легше, так як дотичні напруги, які необхідно прикласти для зміщення, становлять близько 1300 кН/см^2 (рис. 1.1, в), що набагато більше межі плинності реальних матеріалів.

1.3 Обстеження та підсилення металевих конструкцій

Найбільш характерні та розповсюджені види дефектів і пошкоджень металевих конструкцій такі:

- наявність зігнутих елементів і з'єднань конструкції; наявність розірваних болтів та зовнішніх дефектів зварних швів;
- наявність зазорів, що перевищують проектні, між елементами, які з'єднуються, та опорними поверхнями;
- непровар зварних швів;
- тріщини, вирізи, вириви на елементах конструкції;
- розбіжність між фактичною та прийнятою у проекті розрахунково-конструктивною схемою;
- корозійні пошкодження конструкції.

Під час обстеження особливу увагу слід звертати на такі металеві конструкції:

- підкранові шляхи, установлюючи стан кріплення і зношеність підкранових рейок;
- підкранові балки, визначаючи стан металу і з'єднань верхніх і нижніх поясів балок, стикових з'єднань, ребер жорсткості та кріплення балок до колон;
- колони, установлюючи стан башмаків, анкерних болтів, елементів ґраток та наявність механічних пошкоджень елементів;
- крокв'яні і підкрокв'яні ферми, фіксуючи непрямолінійність поясів та елементів ґраток, стан з'єднань анкерних болтів і опорних плит колон або цегляних пілястр;

— зв'язки вертикальні та горизонтальні, визначаючи наявність погнутостей елементів, стан вузлів кріплення до конструкцій та цілісність елементів кріплення.

У всіх конструкціях належить ретельно обстежувати стан їхніх з'єднань (зварних, болтових і заклепкових) та наявність слідів корозії.

Для визначення властивостей металевих конструкцій можуть застосовуватися неруйнівні та руйнівні методи згідно з ДСТУ 9273:2024.

Металеві конструкції вважаються аварійними (IV категорія технічного стану), якщо мають місце такі дефекти і пошкодження:

- суттєве розходження між фактичною та прийнятою у проекті розрахунково-конструктивною схемою;
- тріщини і розриви зварних швів, болтових чи заклепкових з'єднань у вузлах;
- значне корозійне пошкодження несучих конструкцій та руйнування зв'язуючих елементів;
- значні залишкові деформації несучих конструкцій каркаса;
- зміщення (горизонтальні чи вертикальні) опорних вузлів;
- значна втрата функціональної придатності конструкцій.

Під час обстеження металевих конструкцій слід користуватися вимогами та положеннями, що наведені у ДСТУ 9273:2024.

Металеві конструкції завдяки своїм унікальним властивостям металу широко поширені в будівництві промислових і цивільних будівлях, які підлягають реконструкції. Значний об'єм і різна номенклатура цих конструкцій, вимагають багато різноманітних підходів до рішень підсилення і належну їх експлуатацію.

Практикою напрацьовано цілий ряд конструктивних рішень і методів підсилення металевих конструкцій багато яких стали типовими.

Найбільш загальні методи підсилення:

1. збільшення площі січення елементів;
2. установлення додаткових в'язей (ребра жорсткості, діафрагми, розпірки);

3. зміна конструктивної схеми конструкції;
4. підсилення стикових і опорних елементів;
5. збільшення просторової жорсткості.

При цьому підсилення можна розділити на місцеві, тобто підсилення виконується в місцях деформацій, послаблень, в місцях передбачення збільшення навантажень, і загальні коли, зміцнюється вся конструкція.

1.4 Методи захисту металевих конструкцій від корозії в атмосферних умовах

Захист металоконструкцій від корозії здійснюється або зниженням агресивної дії осередку, або ізолюванням металу від неї.

I метод – зниження агресивної дії середовища – ефективний при умові, якщо середовище замкнуте і ізольоване. Зниження агресивності середовища можна досягти завдяки винесенням із приміщення деяких технологічних процесів, герметизації обладнання, улаштування витяжної вентиляції приміщення, зниження вологості запобігти перетворенню твердих і сухих реагентів, які в такому стані не є безпечними, в агресивні розчини.

II метод – ізоляція металу від середовища, дуже поширене не тільки в атмосферних умовах, але й в заглиблених спорудах. В залежності від засобів і ізоляції він охоплює ряд способів, і характерні тим, що після його здійснення шар ізоляції повинен бути міцним і надійним, кислотощолокостійким.

В будівельній практиці захист будівельних конструкцій в атмосферних умовах виконують наступними методами:

1. Нанесення лакофарбових матеріалів;
2. Металізація;
3. Футировка;
4. Гумування;
5. Газополум'яне напилення;

6. Комбіновані, які включають наприклад: футировку і покриття лакофарбовими матеріалами, рулонними, листовими, плівковими матеріалами.

1.5 Постановка мети і конкретних задач дослідження

Мета досліджень: встановлення дійсного напружено-деформованого стану несучої конструкції металевих структурного покриття виробничої будівлі з врахуванням впливу навантажень від розміщення на його поверхні сонячних панелей.

Перед дослідженнями ставились наступні задачі:

- виконати технічне обстеження будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» з встановленням конструктивної схеми даху та будівлі в цілому;
- встановити дійсний напружено-деформований стан несучої конструкції металевих структурного покриття виробничої будівлі з врахуванням впливу навантажень від розміщення на його поверхні сонячних панелей;
- виконати перевірочний розрахунок несучої здатності конструкції покриття виробничої будівлі на навантаження, що діяли на момент проектування будівлі, а також на навантаження, які діяли на момент експлуатації об'єкту;
- розробити комплекс конструктивних заходів для можливості влаштування сонячних панелей на поверхні даху виробничої будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б».

1.6 Висновки до розділу 1

1. Розглянуто види дефектів та методи діагностики стану металевих конструкцій.
2. Поставлено мету та задачі дослідження напружено-деформованого стану несучої конструкції металевих структурного покриття виробничої будівлі з врахуванням впливу навантажень від розміщення на його поверхні сонячних панелей.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ

2.1 Характеристика об'єкту, що підлягав технічному обстеженню

Обстежуваний об'єкт – одноповерхова будівля виробничого призначення, прямокутної форми в плані, без підвалу та з горищем (див. рис. 2.1). Будівля в 2000 році підлягала реконструкції, в ході якої було змінено конструкцію даху з плоского на двоскатний (див. рис. 2.2). На час проведення технічного обстеження, будівля експлуатувалась за призначенням.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б», що підлягав технічному обстеженню

Територія на якій знаходиться об'єкт, відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 належить до 4-го району за сніговим навантаженням ($S_0=1400$ Па) та 3-го району за вітровим навантаженням ($W_0=500$ Па), непідроблювальна і невідтоплювальна.



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд горища, що утворилось після зміни конструкції даху будівлі з плоского суміщеного на шатровий двоскатний

Згідно з картою ЗСР-2004-А та додатком А ДБН В.1.1-12-2014 сейсмічність району будівництва – 6 балів.

Будівля розташована на території підприємства по виготовленню сокових концентратів, блокована з двох сторін із адміністративним будинком під літ. «А» та котельнею під літ. «В». Рельєф ділянки рівнинний із незначним ухилом території. Оточуючі ділянки – виробнича та житлово-громадська забудова. Земельна ділянка не належить до встановлених і визначених на даний час охоронних зон пам'яток архітектури і містобудування.

Згідно з ДБН В.1.2-14:2018 об'єкт, що підлягає обстеженню за класом наслідків (відповідальності) відноситься до СС1 (незначні наслідки).

Будівля цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» загальною площею 3483,4 м². Висота основних приміщень будівлі – 12,2 м.

Попереднє обстеження об'єкту проводилось в 2000 році, відповідно до якого в цілому металоконструкція покриття віднесена до задовільного стану (див.

рис. 2.3). Рекомендовано виконати наступні заходи по усуненню виявлених дефектів конструкцій покриття:

- встановити відсутні болти в кутах кріплення елементів структури;
- обварити окремі вузли;
- підсилити деякі елементи накладками;
- виконати заміну зруйнованих і безповоротно zdeформованих ділянок

профнастилу у відповідності з проектом 9933-1-AP, що був розробленим АОЗТ УАПКИ «Укрстальпроект».

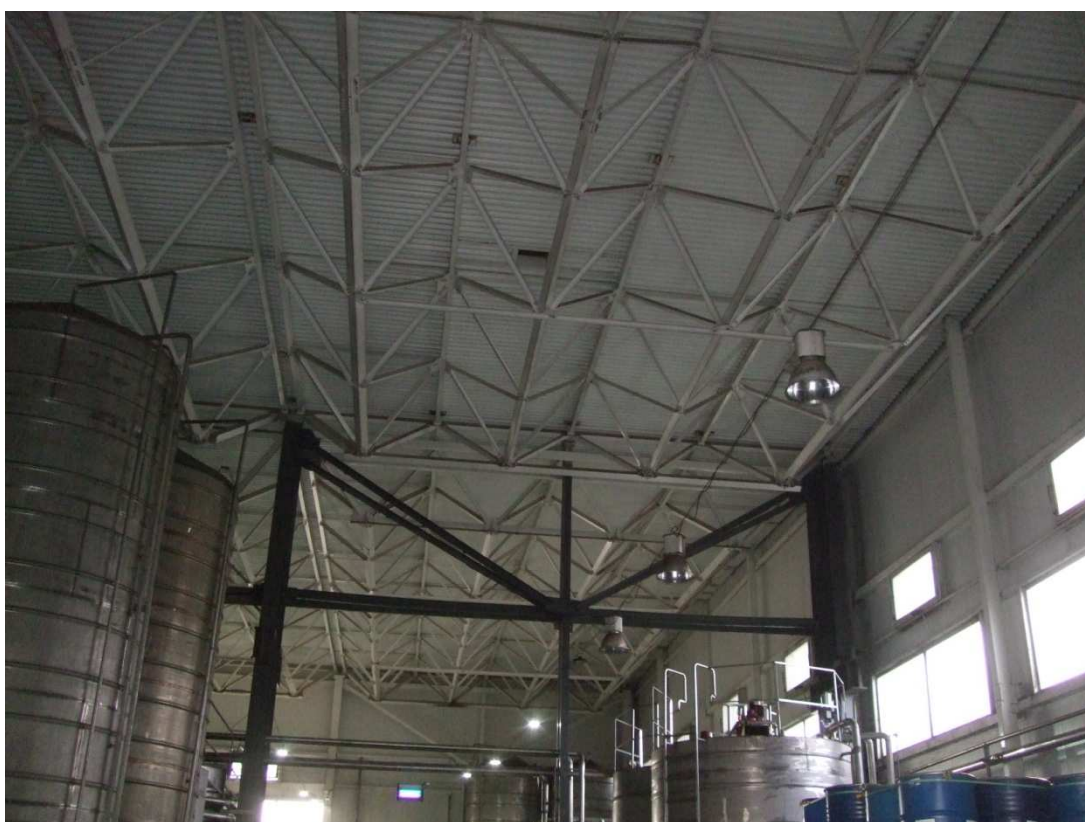


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд перекриття із металевих структурних блоків, розміром 24×12 м по серії 1.460-6/81 «Структурные конструкции покрытий одноэтажных производственных зданий пролетом 18 и 24 м из прокатных профилей типа «ЦНИИСК»», торцеві блоки С24-445УТ

Після даного обстеження, було змінено конструкцію даху з плоского суміщеного на шатровий двоскатний з горищем. На існуючу металоконструкцію із структурних блоків влаштовано додаткові стійки, металеві крокви та прогони

шатрової покрівлі. Існуючий металопрофіль використано в якості стелі, а нову конструкцію даху покрито новим шаром металопрофілю.

В ході даного технічного обстеження, на окремих ділянках де проводилось детальне обстеження структури покриття не було виявлено факту підсилення окремих елементів накладками, згідно рекомендацій АОЗТ УАПКИ «Укрстальпроект».

Дані про інженерно-геологічні умови майданчику будівництва на час обстеження – відсутні.

Дане позапланове технічне обстеження об'єкту на предмет забезпечення механічного опору та стійкості несучих конструкцій даху будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» проводилось при сприятливих погодних умовах включаючи візуально-технічний контроль із застосуванням інструментів для замірів габаритів об'єкта, його конструктивних елементів, місць з недоліками при будівництві, дефектами і пошкодженнями в процесі експлуатації; визначення вертикальності і горизонтальності окремих несучих елементів.

При цьому технічне обстеження об'єкту щодо дотримання вимог до експлуатаційної безпеки будівель і споруд, інженерного забезпечення, санітарно-епідеміологічного благополуччя населення, екології, енергозбереження, пожежної і техногенної безпеки – не виконувалась.

В подальшому планується влаштувати на даху будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» сонячні панелі без зміни основної конструктивної схеми будівлі та без втручання в несучі конструкції будівлі. При цьому не передбачається будь яких робіт з перепланування.

2.2 Конструктивні елементи будівлі, що підлягала обстеженню

Конструктивна схема будівлі – жорстка, повний зварний металевий каркас. Просторова жорсткість будівлі забезпечується жорстким защемленням металевих колон у фундаментах, вертикальними і горизонтальними металевими зв'язками.

- фундаменти під колони та стіни огороження – стовпчасті та стрічкові монолітні залізобетонні, глибина залягання не досліджувалась;
- відмостка – бетонна, бруківка;
- колони – металеві зварні двотаврові кроком 12,0 м, загальними розмірами поперечного перерізу 320×590 мм, товщиною стінки 20 мм;
- фахверкові колони – металеві зварні з двох швелерів №20, загальними розмірами поперечного перерізу 160×200 мм;
- вертикальні порталні зв'язки між колонами – зварні із двох рівнополицевих кутиків 180×180 мм, товщина стінки 11 мм;
- зовнішні стіни огороження – металопрофіль;
- стіни та стеля холодильника – сендвічпанелі товщиною 100 мм, заповнені пінополістиролом (розташування на плані див. рис. 2.4);
- цоколь – цегляні стіни, товщиною 380 мм;
- стеля основних приміщень будівлі – із двох шарів металопрофілю з висотою ребра 75 мм, проміжок заповнений мінеральною ватою, загальна товщина 240 мм;
- прогони покриття – металеві прокатні швелери №8, з шириною полиці 40 мм;
- покрівля – металопрофіль з висотою ребра 50 мм;
- несучі конструкції перекриття – металеві структурні блоки, розміром 24×12 м по серії 1.460-6/81 «Структурные конструкции покрытий одноэтажных производственных зданий пролетом 18 и 24 м из прокатных профилей типа «ЦНИИСК»», торцеві блоки С24-445УТ (див. рис. 2.3);
- несучі конструкції покриття – металеві крокви кроком 2,0 м, із прокатних двотаврів №16, з шириною
- стійки покриття – металеві зварні, з двох рівнополицевих кутників 64×64 мм, товщина стінки 6,3 мм;
- вертикальні зв'язки між стійками даху – із двох рівнополицевих кутиків 75×75 мм, товщина стінки 8,2 мм;

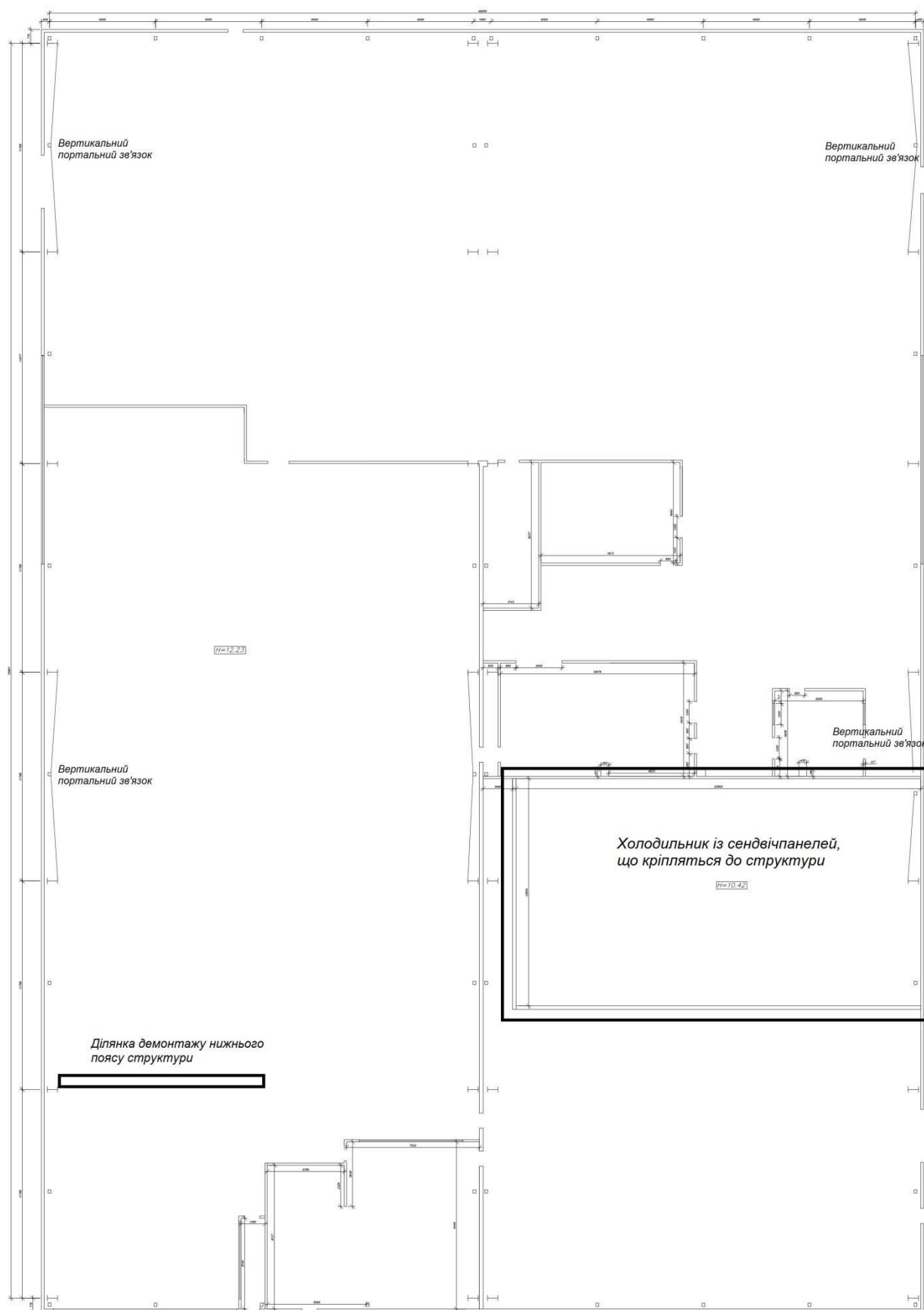


Рисунок 2.4 – Розташування місця пошкодження структури перекриття та приміщення холодильника на плані 1-го поверху будівлі

- горизонтальні зв'язки двоскатного даху – із двох рівнополицевих кутиків 64×64 мм, товщина стінки 6,3 мм;
- дах – двоскатний шатровий;
- підлога – бетонна;
- опорядження цоколю – цементно-піщана штукатурка, металопрофіль;
- вікна, двері та ворота – металеві.

2.3 Результати технічного обстеження стану будівельних конструкцій

Результати технічного обстеження будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» зведені в таблицю 2.1, фотофіксація місць випробувань та виявлених дефектів наведені на рис. 2.5 – 2.10.

Таблиця 2.1 – Результати технічного обстеження будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б»

№ з/п	Найменування конструктивних елементів	Матеріал, характеристики	Оцінка технічного стану	Примітка
1	2	3	4	5
1. Конструктивні елементи				
1.	Основи	-	-	-
2.	Фундаменти будівлі	Стовпчасті та стрічкові монолітні залізобетонні	I стан нормальний	Додатковий запас стійкості в результаті відсутності навантажень від мостових кранів
3.	Відмостка	Бетонна, бруківка	II стан задовільний	Тріщини та ознаки поверхневої корозії бетону на окремих ділянках в результаті систематичного замокання та промерзання
4.	Несучі та фахверкові колони	Металеві зварні	I стан нормальний	Ознаки поверхневої корозії на окремих ділянках

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
5.	Вертикальні зв'язки між колонами	Металеві зварні	III стан непридатний до нормальної експлуатації	Неякісне та недостатнє проварювання зварних швів; відсутність болтових з'єднань. Необхідно додатково проварити з'єднання
6.	Структурні блоки перекриття	Металеві збірні із прокатних профілів	III стан непридатний до нормальної експлуатації	Ознаки поверхневої корозії в окремих місцях; деформації окремих розкосів в результаті механічних впливів; демонтований нижній пояс в одній із структур (місце розташування див. рис. 2.4) Необхідно підсилити згідно розрахунку
7.	Зовнішні стіни огороження	Метало-профіль та сендвіч-панелі	II стан задовільний	Наскрізна корозія на окремих ділянках в місцях кріплення саморізами; деформації та розходження в окремих місцях
8.	Стіни цоколю	Керамічна цегла	II стан задовільний	Ознаки відшарування верхнього шару в результаті замокання
9.	Стеля	Метало-профіль	I стан нормальний	-
10.	Покрівля	Метало-профіль	II стан задовільний	Ознаки корозії на окремих ділянках в результаті затікання; окремі точкові механічні пошкодження
11.	Конструкції двоскатного даху	Металеві прокатні та зварні	III стан непридатний до нормальної експлуатації	Ознаки поверхневої корозії на 20% поверхні; прогини та вигини, що свідчать про втрату стійкості. Необхідно підсилити згідно розрахунку та демонтувати окремі стійки, що встановлені не у вузлах структури

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
12.	Горизонтальні та вертикальні зв'язки даху	Металеві зварні	III стан непридатний до нормальної експлуатації	Необхідно збільшити кількість згідно розрахунку
13.	Підлога	Бетонна	II стан задовільний	Поодинокі волосяні усадочні тріщини; відшарування на окремих ділянках
14.	Опорядження цоколю	Цементно-піщана штукатурка, метало-профіль	II стан задовільний	Відшарування на окремих ділянках в результаті атмосферного впливу; деформації та розходження
15.	Вікна, двері та ворота	Металеві	II стан задовільний	Потребують ремонту для покращення щільності прилягання
2. Інженерне забезпечення				
Інженерні мережі та комунікації будівлі знаходяться в нормальному технічному стані.				



Рисунок 2.5 – Ознаки поверхневої корозії на металевих елементах двоскатного даху будівлі



Рисунок 2.6 – Деформація розкошу металевого структурного блоку перекриття будівлі в результаті зовнішніх механічних впливів



Рисунок 2.7 – Корозія металопрофілю покрівлі будівлі в результаті затікання



Рисунок 2.8 – Структурний блок, що містить демонтований нижній пояс



Рисунок 2.9 – Місце демонтовану нижнього поясу структурного блоку



Рисунок 2.10 – Місце деформування розпірки структурного блоку в результаті механічного впливу



Рисунок 2.11 – Неякісне проварювання зварних швів вертикальних зв'язків між колонами. Відсутність болтових з'єднань



Рисунок 2.12 – Ділянках зменшення поперечного перерізу в результаті механічного пошкодження вертикального зв'язка між колонами

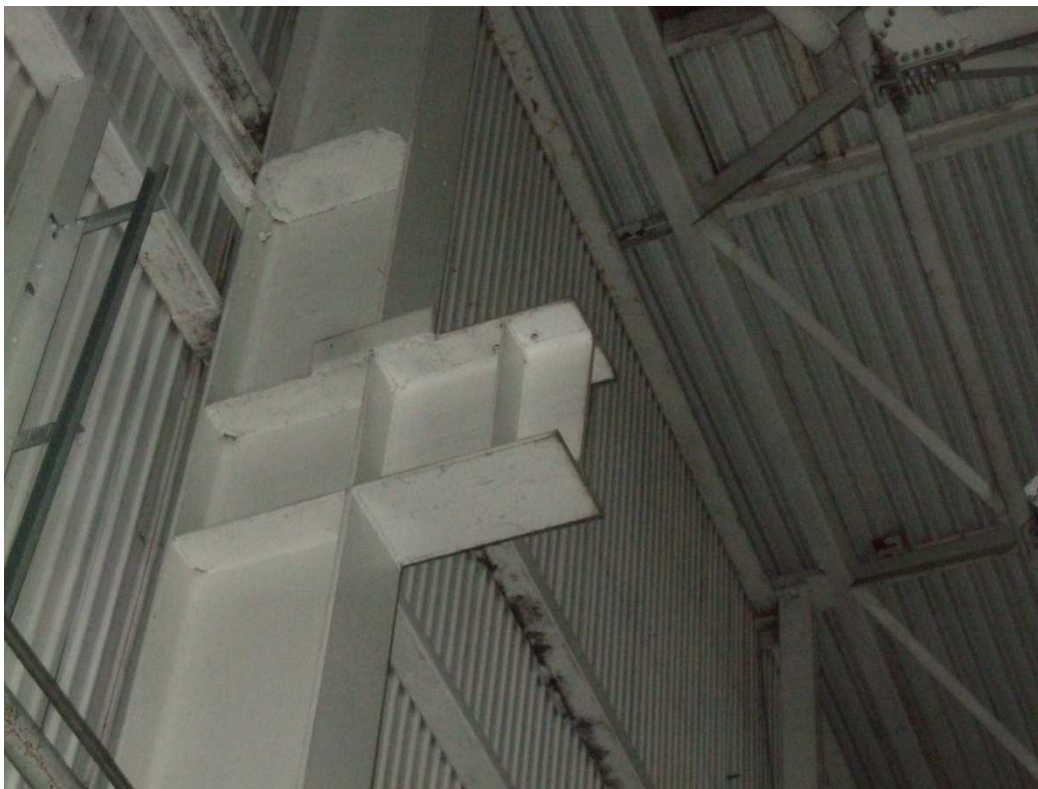


Рисунок 2.13 – Відсутність балок мостових кранів, що вказує на зменшення навантаження на несучий каркас будівлі

2.4 Висновки до розділу 2

1. Проведено технічне обстеження будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» з встановленням конструктивної схеми будівлі та визначенням основних об'ємно-планувальних рішень.
2. Виконано обмірні роботи будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» з оформленням відповідних креслень.
3. За сукупністю всіх показників визначення категорійності технічного стану всіх будівельних конструкцій і конструктивів об'єкта, обстежуваний дах будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» в цілому відносяться до III категорії (непридатний до нормальної експлуатації стан).
4. Для можливості подальшої надійної і безпечної експлуатації даху будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» в цілому, необхідно виконати наступні заходи:
 - очистити від продуктів поверхневої корозії металеві конструкції каркасу будівлі з подальшою їх обробкою захисними лакофарбовими покриттями;
 - додатково проварити зварні з'єднання вертикальних зв'язків між колонами;
 - відремонтувати відмостку по всьому периметру будівлі;
 - провести ремонт стінового огородження та підлоги приміщень у місцях виявлених дефектів;
 - провести ремонт вікон та дверей для покращення щільності прилягання;
 - провести ремонт покрівлі в місцях затікання.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МЕТАЛЕВОГО СТРУКТУРНОГО ПОКРИТТЯ

3.1 Результати перевірного розрахунку несучої здатності конструкції покриття на навантаження, що діяли на момент проектування

Розрахунок даху будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» виконувався методом скінченних елементів.

Допущення які прийняті при розрахунку:

- в розрахунку прийнята сталь класу С255 (також розглядалися варіанти зі сталі класу С235 і С345, що на розрахунок практично не вплинуло);
- розміри надбудови показані на рисунку нижче:

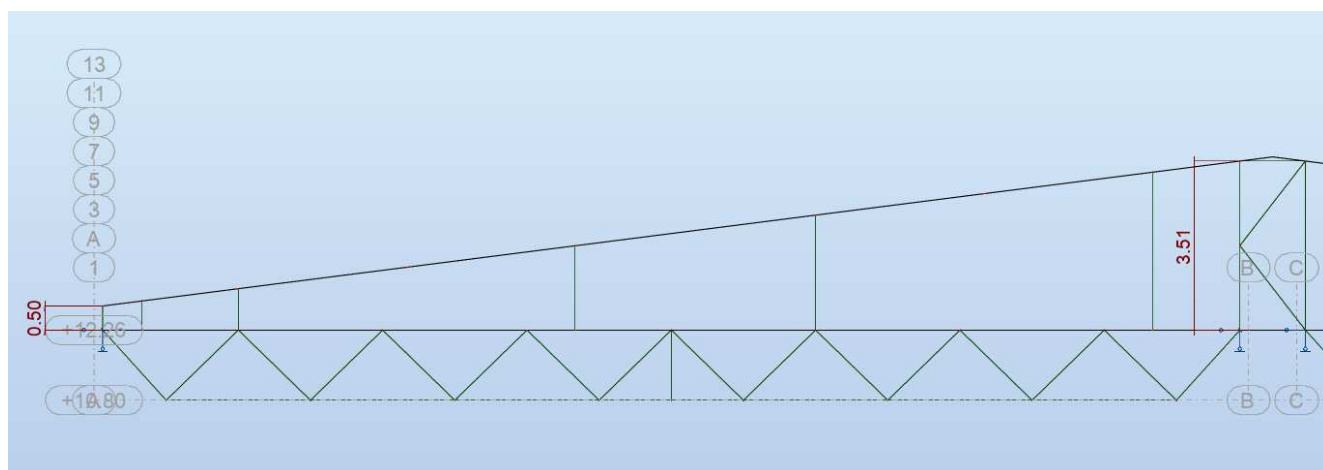


Рисунок 3.1 – Геометрична схема надбудови двоскатного даху

Виконано розрахунок структури покриття згідно креслень робочого проекту (без змін) на будівництво цеху, розроблених інститутом «Укргіпродор» м. Київ (об'єкт 0881/К-1-КМ, КЖ 1988). Розрахунок виконаний згідно вимог СНиП II-23-81, що діяли на момент проектування будівлі.

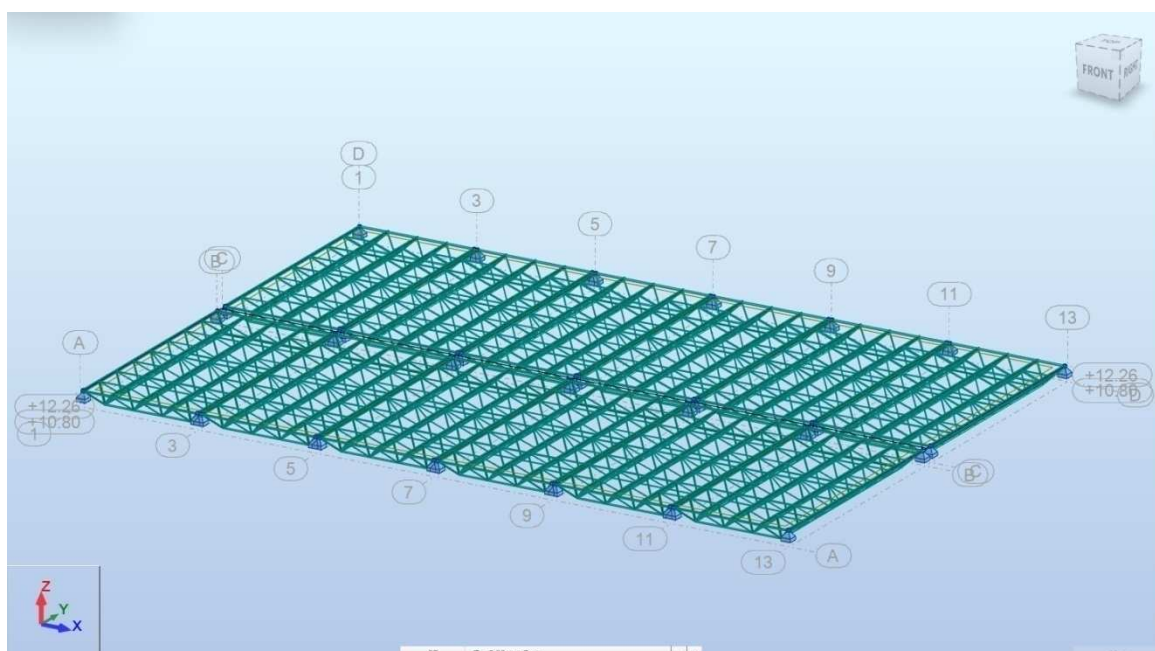


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд моделі

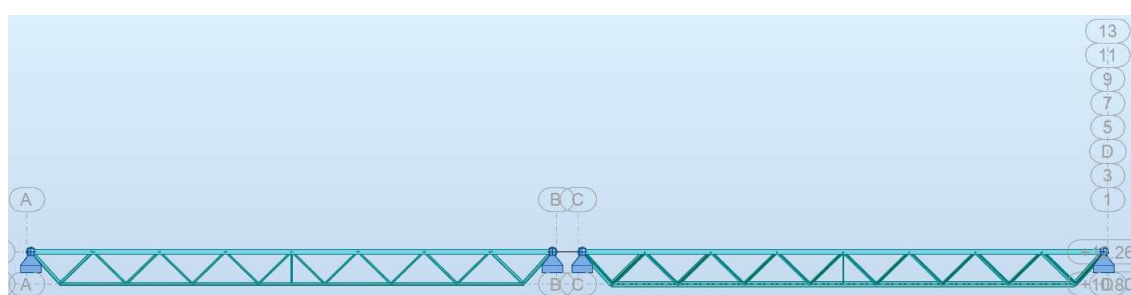


Рисунок 3.3 – Поперечний переріз моделі

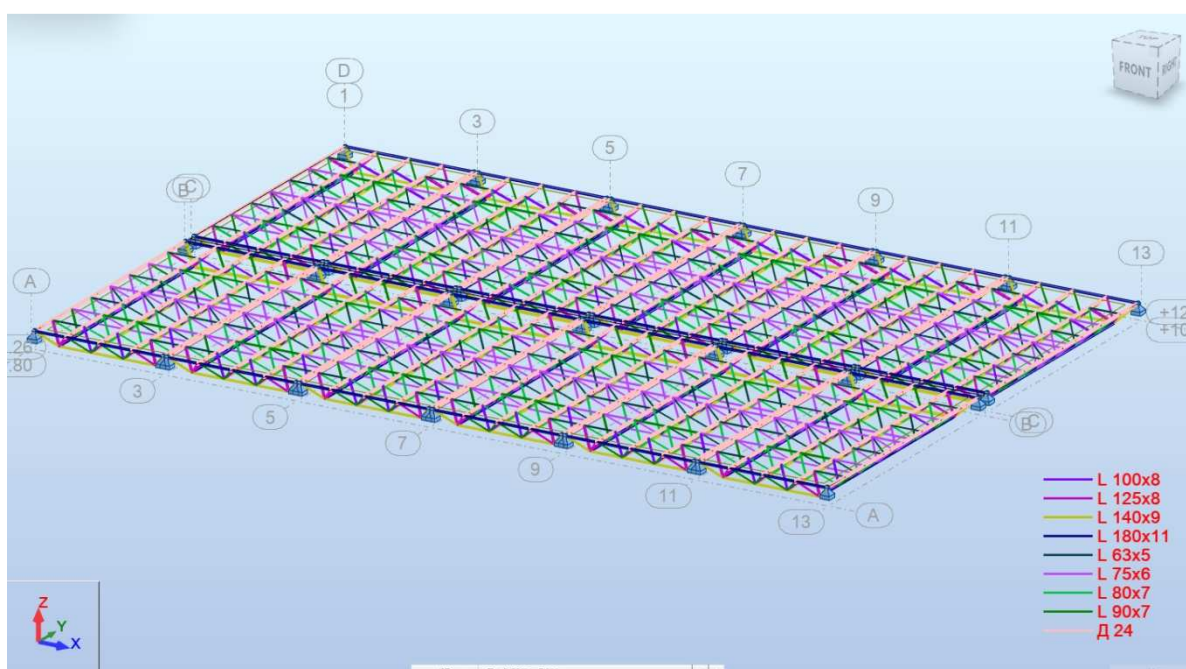


Рисунок 3.4 – Поперечні перерізи елементів структури, що були закладені в модель

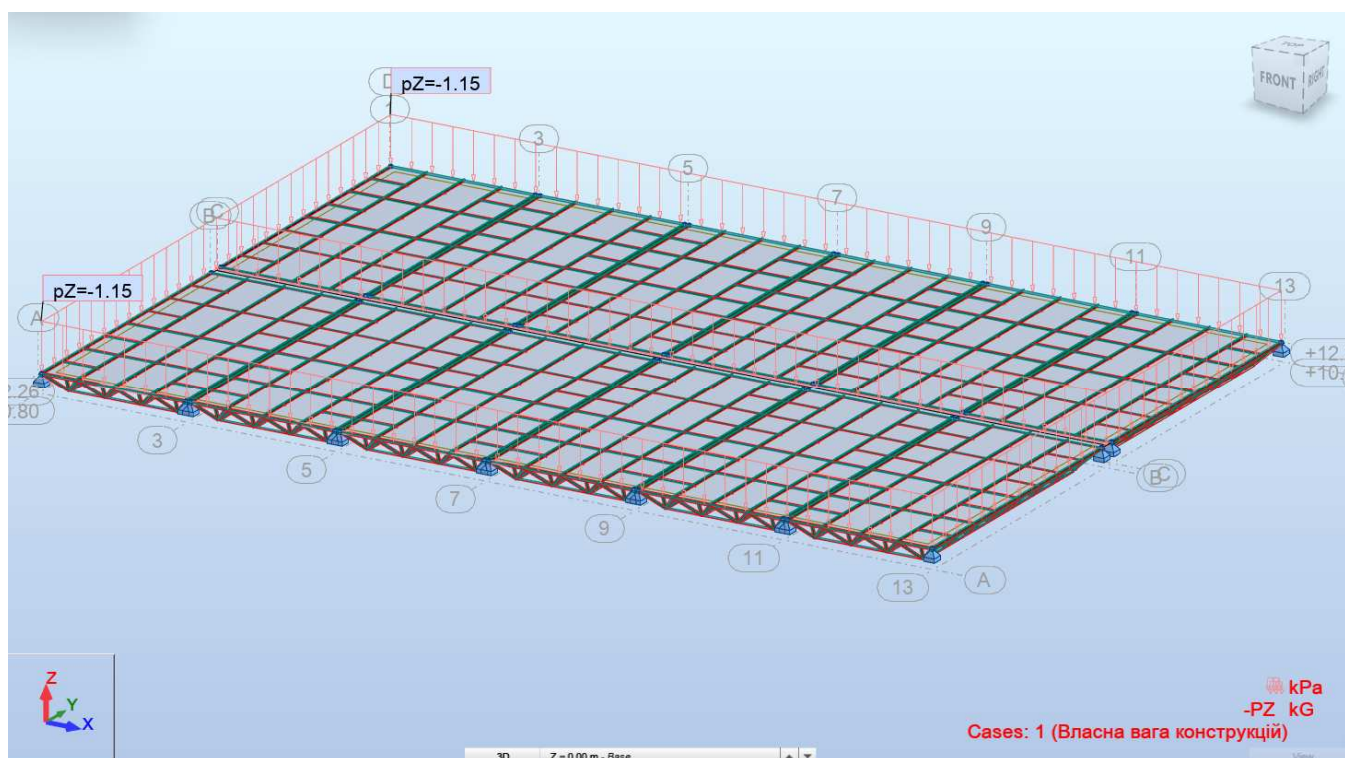


Рисунок 3.5 – Прийняті навантаження при розрахунку (показані розрахункові значення). Власна вага конструкцій

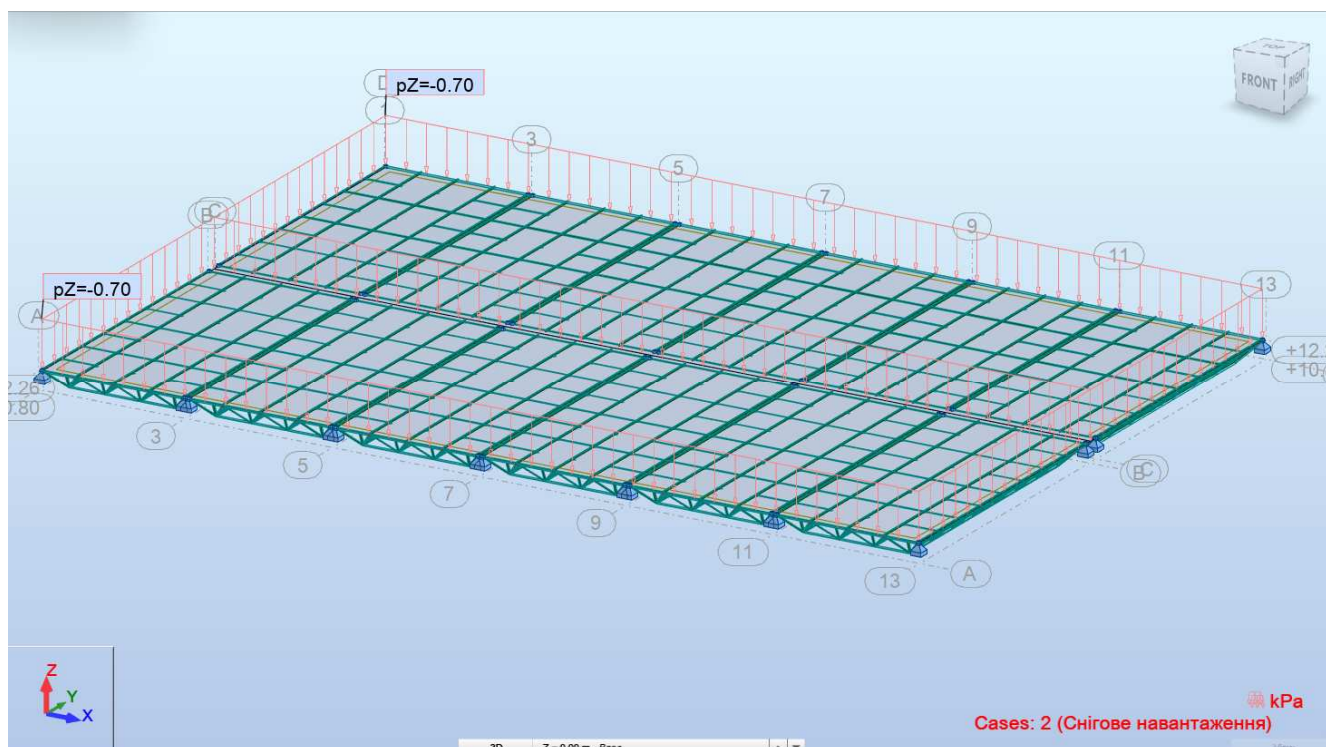


Рисунок 3.6 – Прийняті навантаження при розрахунку (показані розрахункові значення). Снігове навантаження

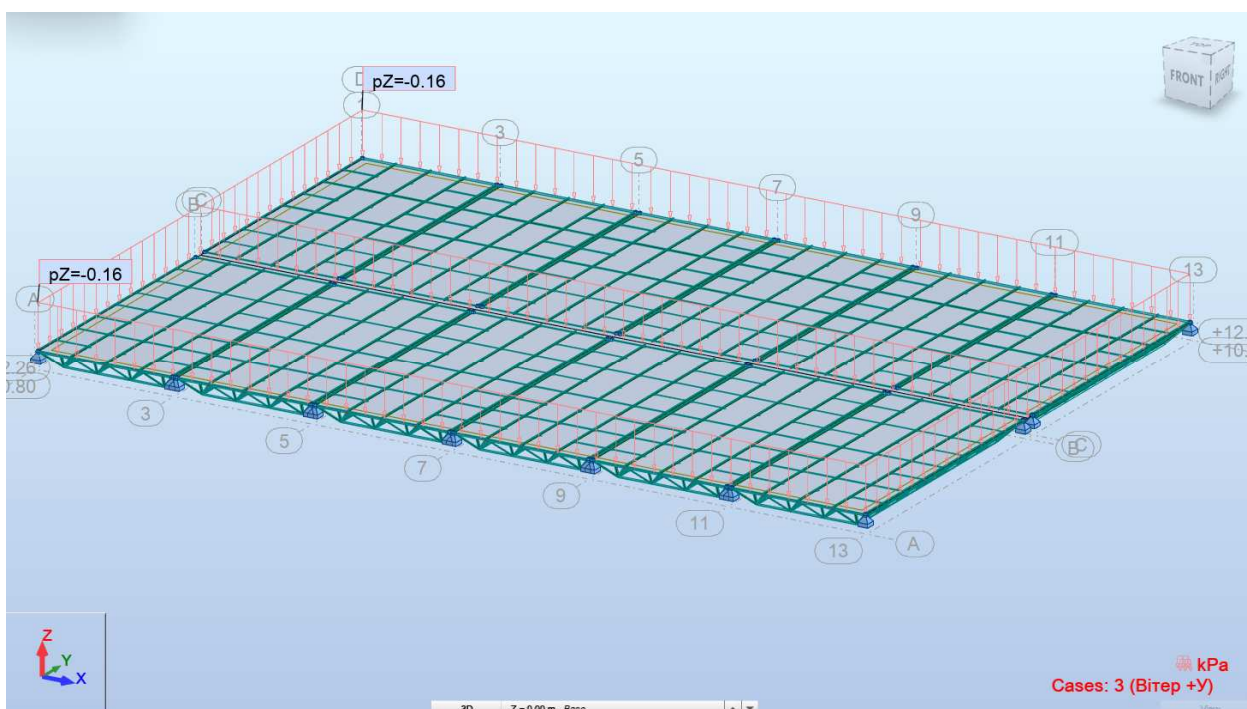


Рисунок 3.7 – Прийняті навантаження при розрахунку (показані розрахункові значення). Вітрові навантаження

За результатом розрахунку (див. рис. 3.8) міцність та просторова стійкість структури забезпечена згідно вимог СНиП II-23-81, що діяли на момент проектування.

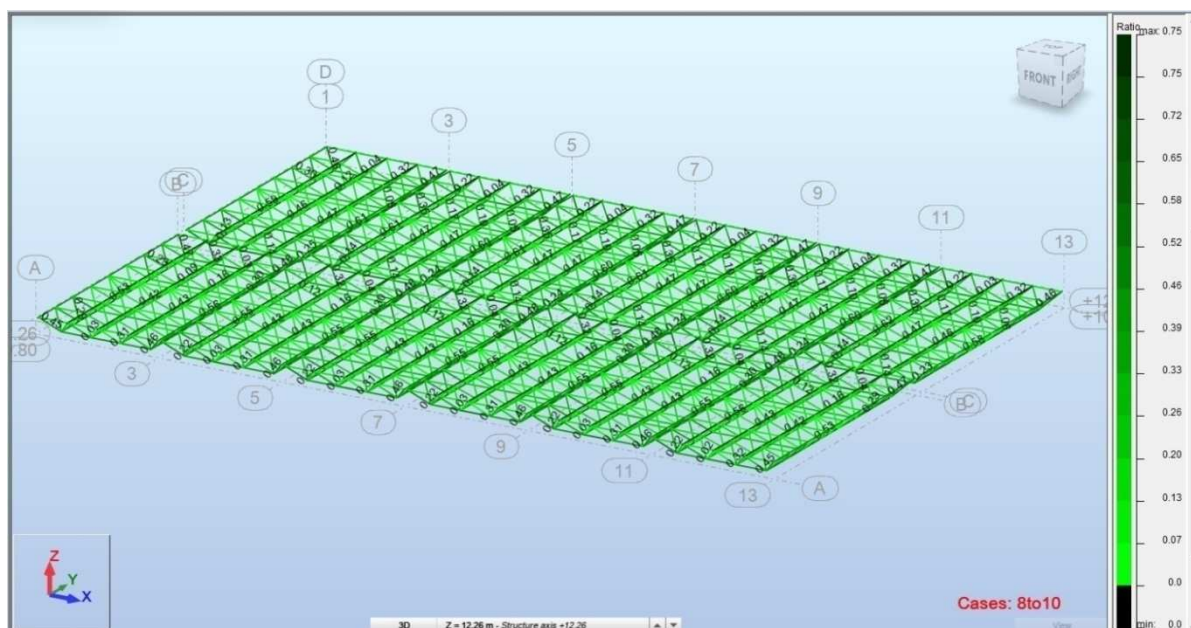


Рисунок 3.8 – Результати розрахунку: максимальний відсоток використання перерізу елементів складає 75% , що відповідає вимогам норм

Також виконано розрахунок структури покриття згідно креслень (зі змінами на основі звіту обстеження і оцінки технічного стану цеху концентрованих соків, 2000 рік) робочого проекту на будівництво цеху, розроблених інститутом «Укргіпродор» м. Київ (об'єкт 0881/К-1-КМ, КЖ 1988). Розрахунок виконаний згідно вимог СНиП II-23-81.

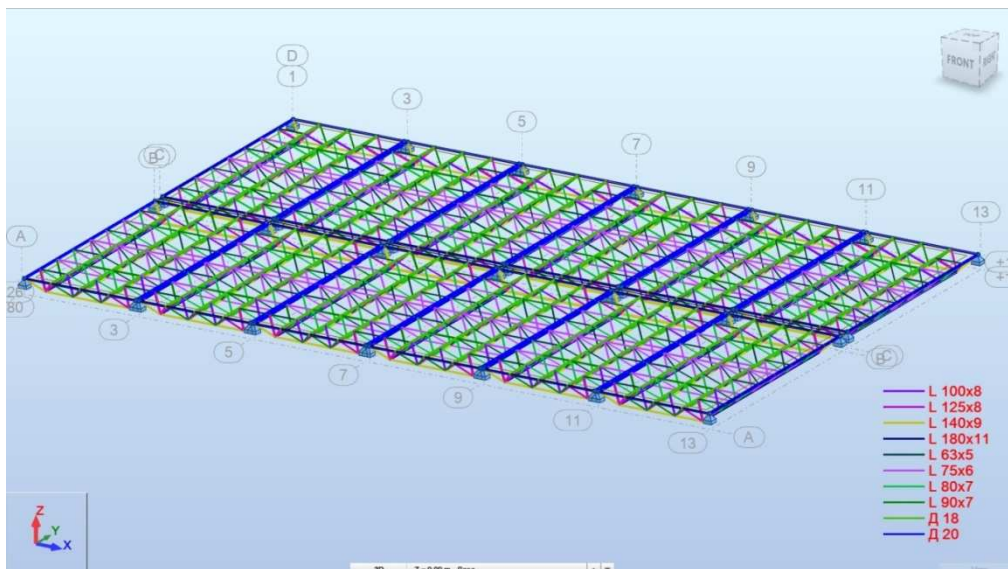


Рисунок 3.9 – Загальний вигляд моделі, в якій змінено переріз елементів верхнього поясу структури, а навантаження аналогічні попередньому розрахунку

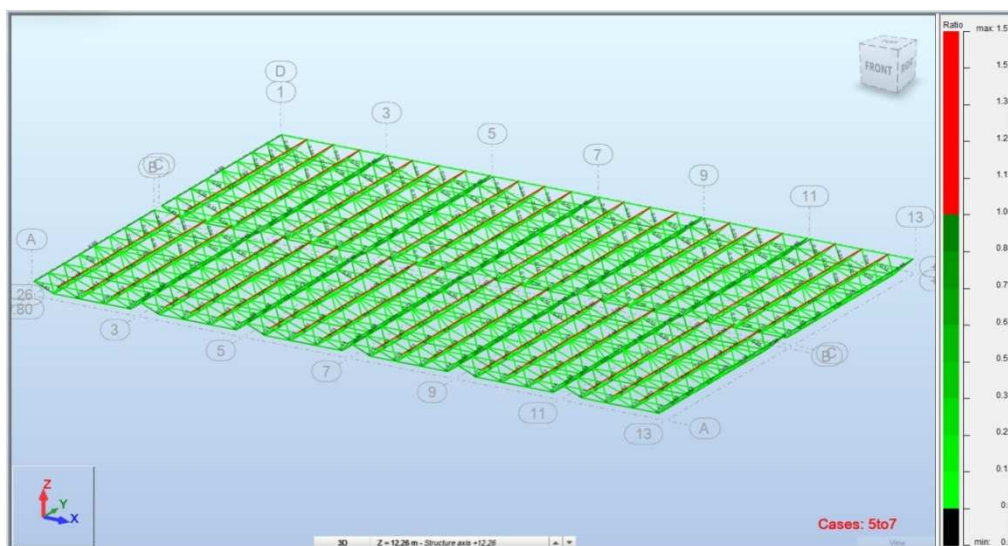


Рисунок 3.10 – Результати розрахунку:

Як видно з результатів розрахунку (рис. 3.10): в основному всі елементи структури відповідають вимогам норм. Максимальний коеф. використання перерізу 0,73. Не проходять тільки елементи верхнього поясу структури із двотавра 18 (максимальний коеф. використання перерізу 1,57).

Як показано на рисунку нижче, в основному дані елементи не проходять по стійкості. Тобто, міцність та просторова стійкість структури незабезпечена.

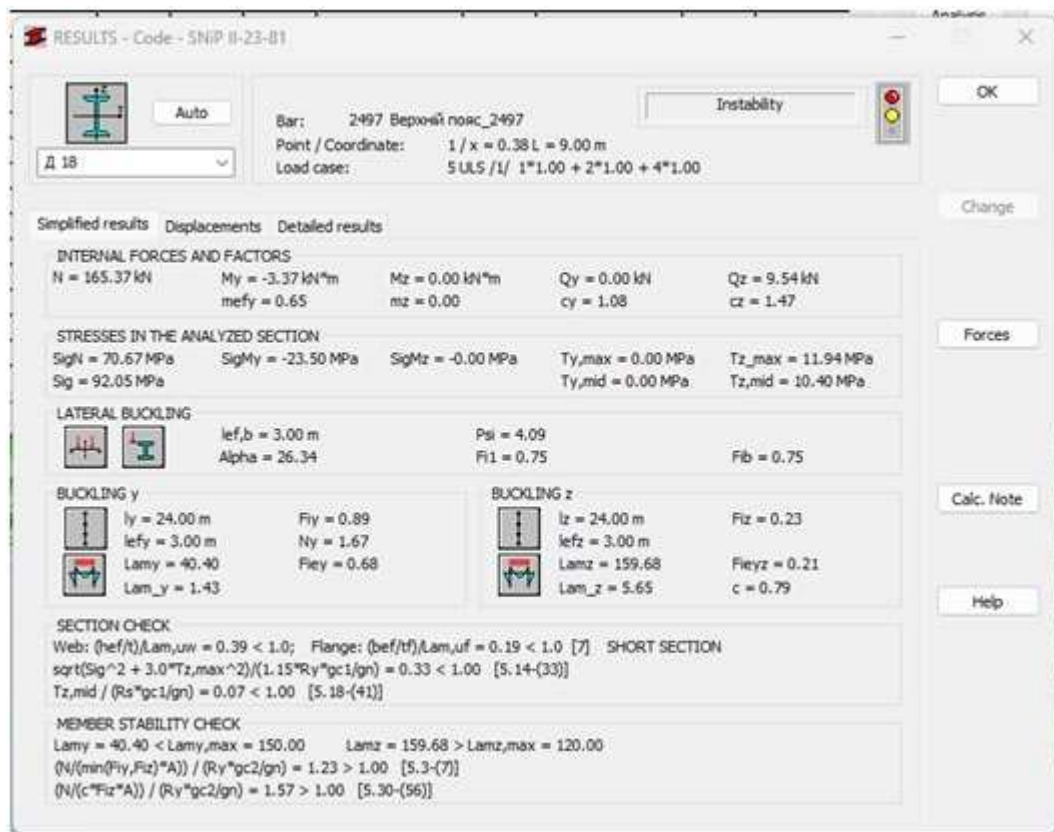


Рисунок 3.11 – Результати розрахунку згідно вимог СНиП II-23-81

Також виконано розрахунок структури покриття згідно обстежень 2024 року (з надбудовою). Розрахунок виконаний згідно вимог СНиП II-23-81.

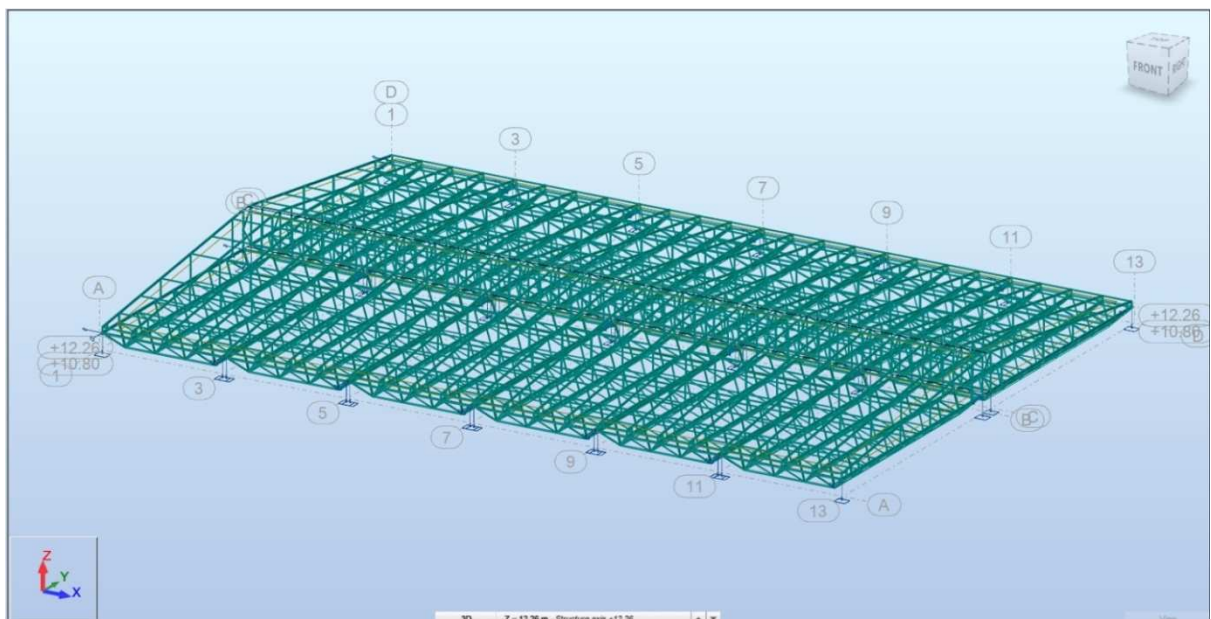


Рисунок 3.12 – Загальний вигляд моделі

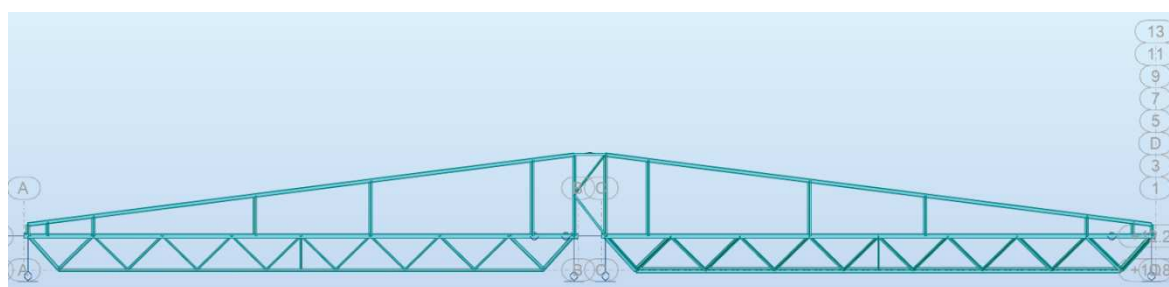


Рисунок 3.13 – Поперечний переріз моделі

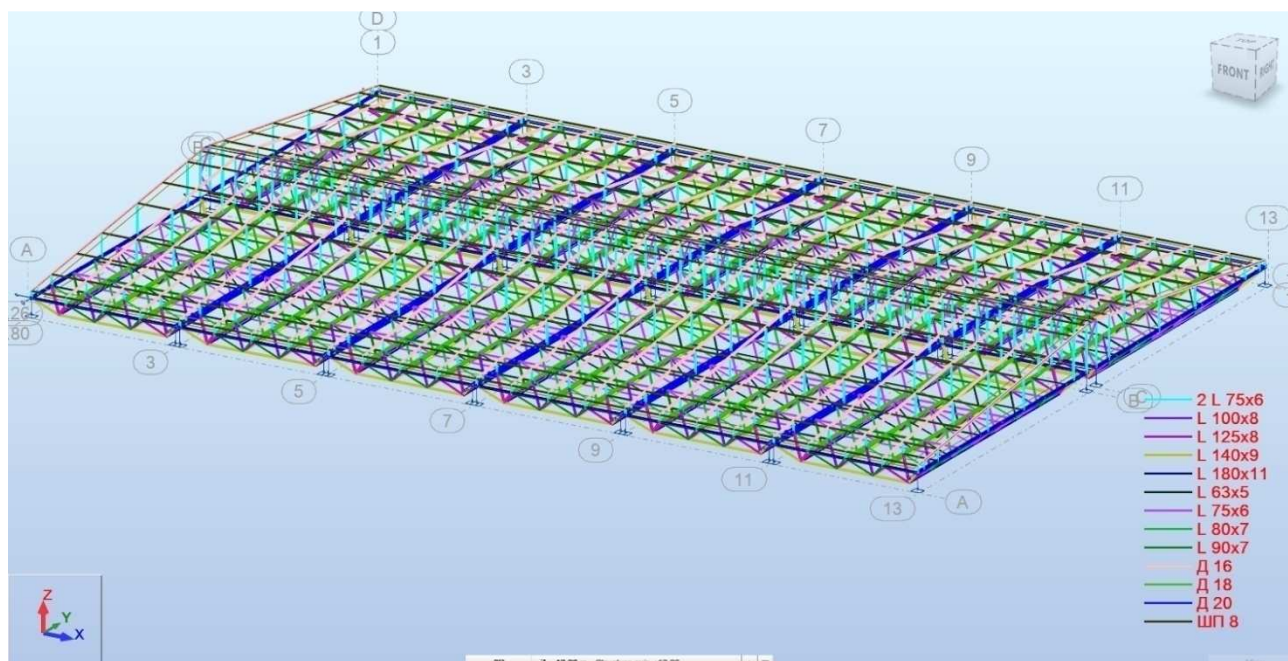


Рисунок 3.14 – Поперечні перерізи елементів структури, що були закладені в модель



Рисунок 3.15 – Поперечні перерізи елементів надбудови двоскатного даху

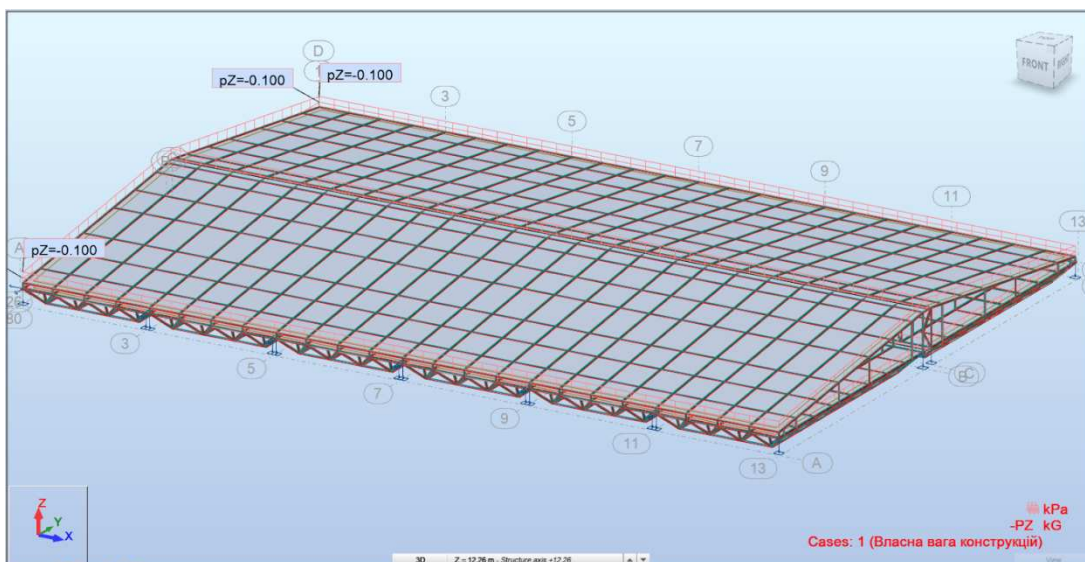


Рисунок 3.16 – Навантаження прийняті в розрахунку. Власна вага конструкцій

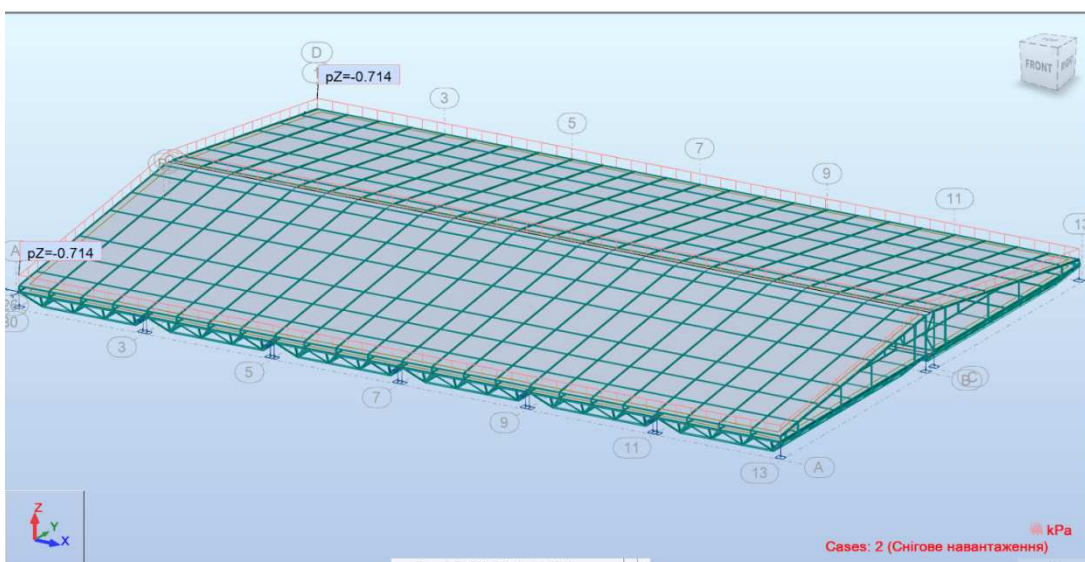


Рисунок 3.17 – Навантаження прийняті в розрахунку. Снігове навантаження

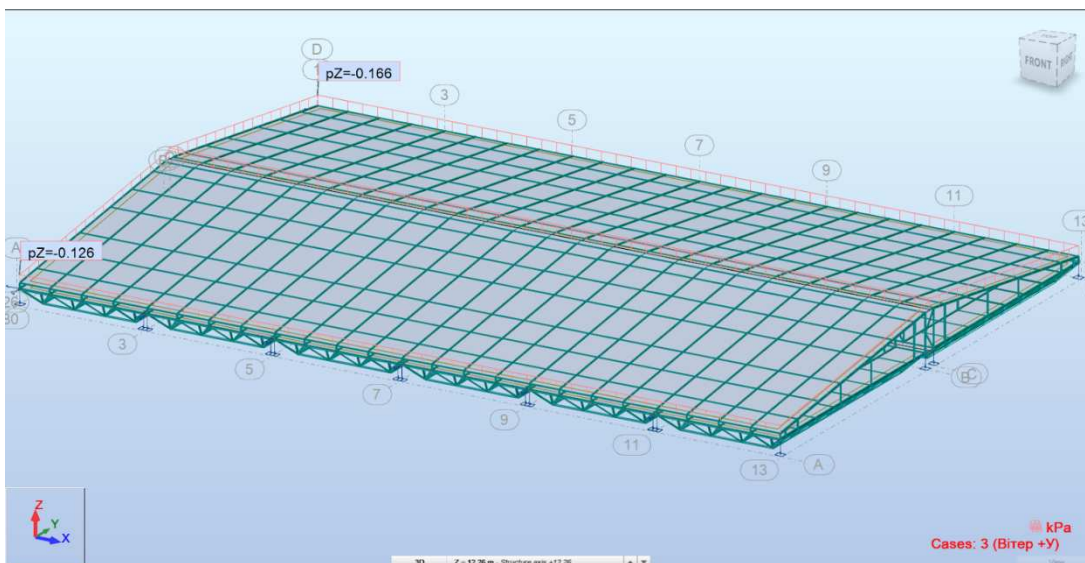


Рисунок 3.18 – Навантаження прийняті в розрахунку. Вітрове навантаження «+»

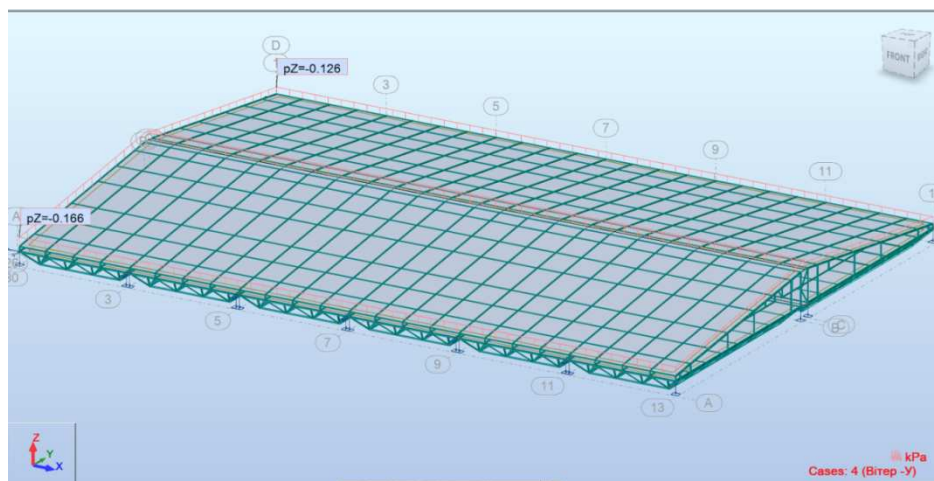


Рисунок 3.19 – Навантаження прийняті в розрахунку. Вітрове навантаження «-»

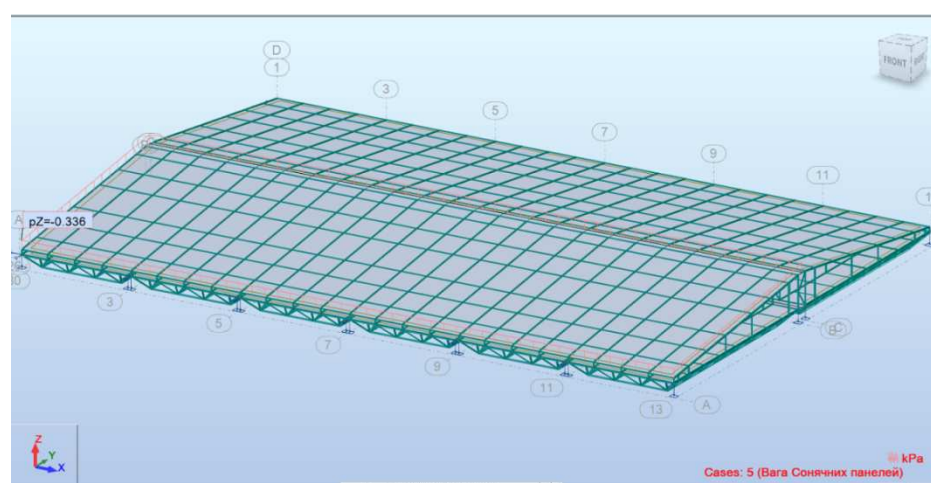


Рисунок 3.20 – Навантаження прийняті в розрахунку. Вага сонячних панелей

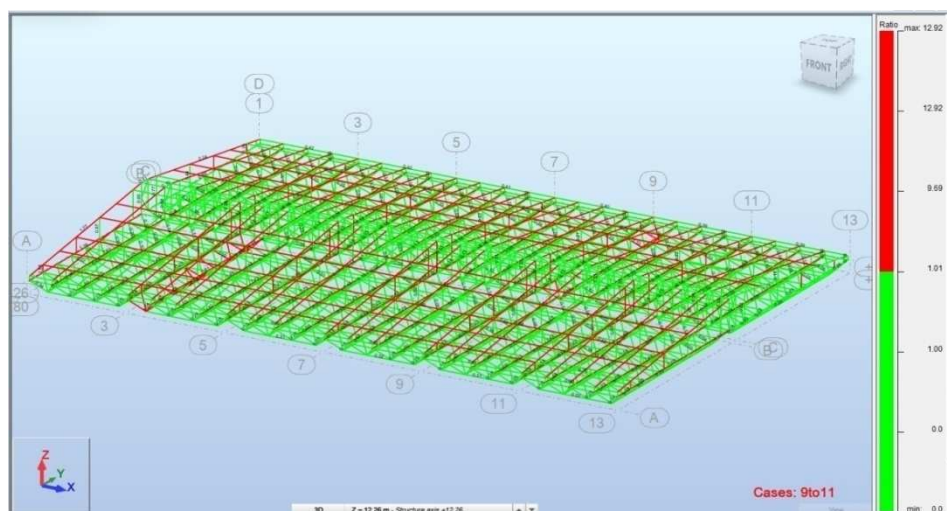


Рисунок 3.21 – Результати розрахунку

Як видно з результатів розрахунку (рис. 3.21): в основному елементи конструкцій проходять. Максимальний коеф. використання перерізу до 0,99. Не проходять елементи відмічені червоним. В основному це верхній пояс структури, стійки надбудови, головні прогони (крокви) надбудови, обрешітка.

На рисунку 3.22 сонячні панелі розміщені справа. При цьому, в правій частині більше елементів, які не проходять по міцності та просторовій стійкості.

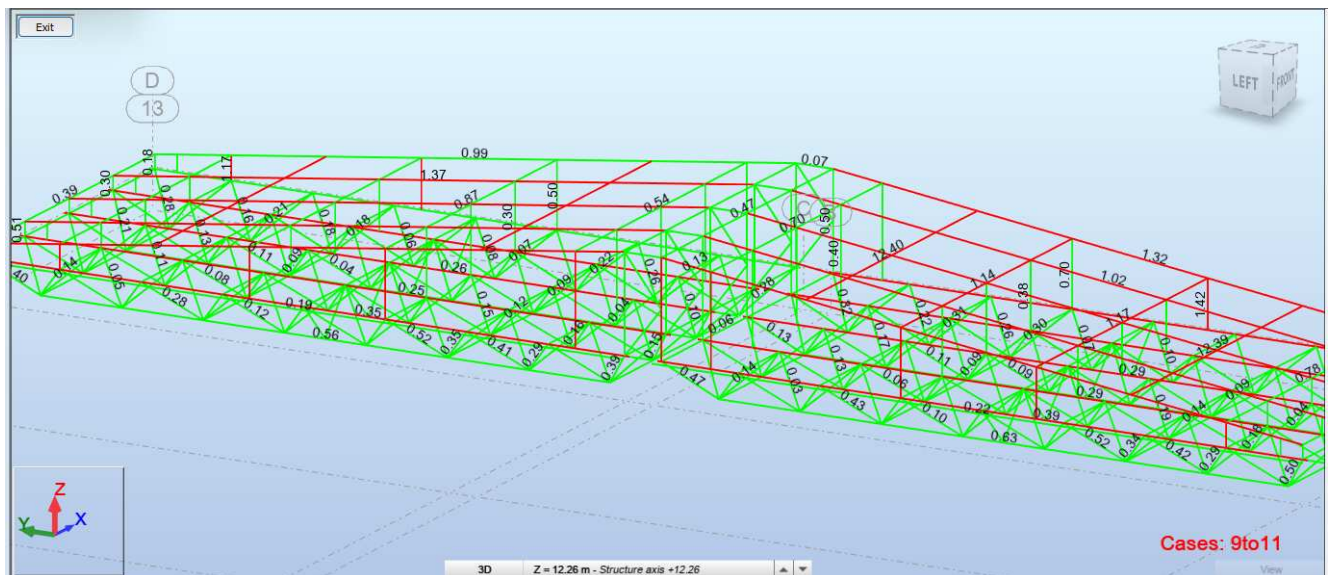


Рисунок 3.22 – Напруження в елементах даху при розташуванні сонячних панелей з права

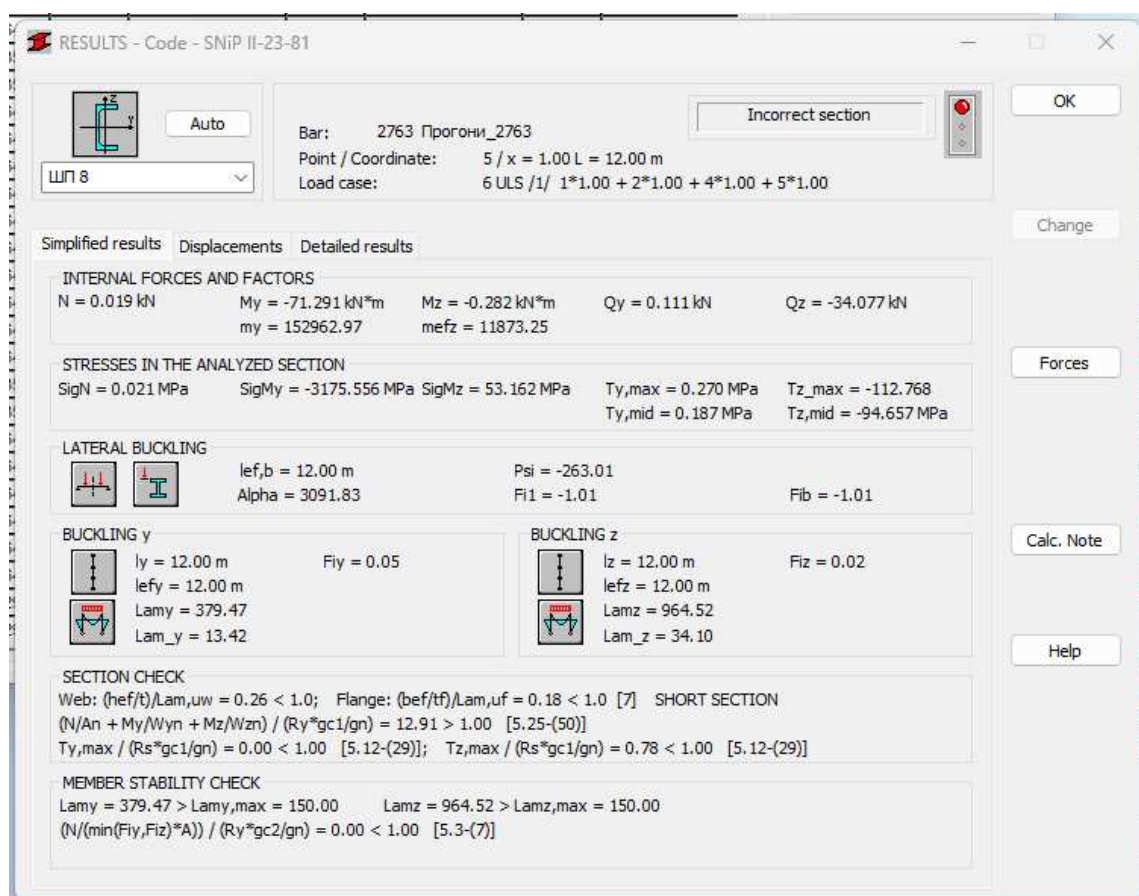


Рисунок 3.23 – Результати перевірки обрешітки

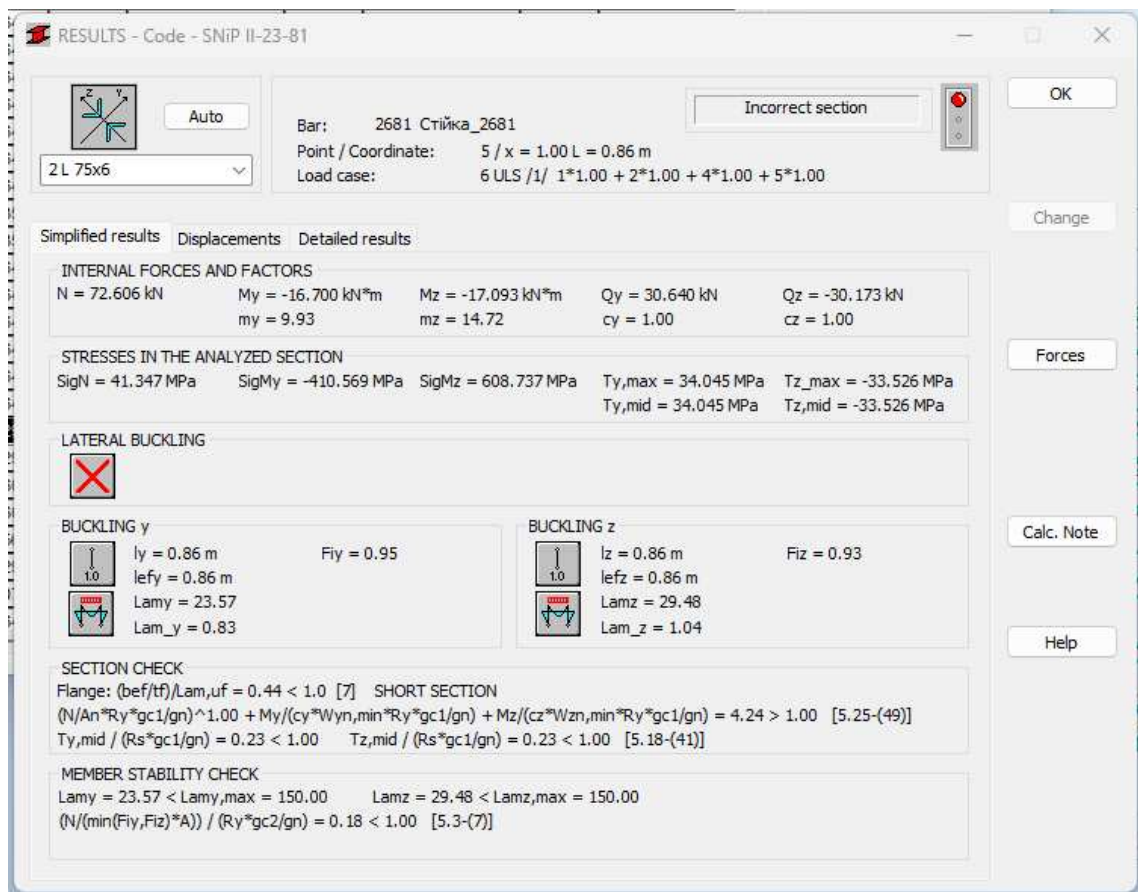


Рисунок 3.24 – Результати перевірки стійок надбудови

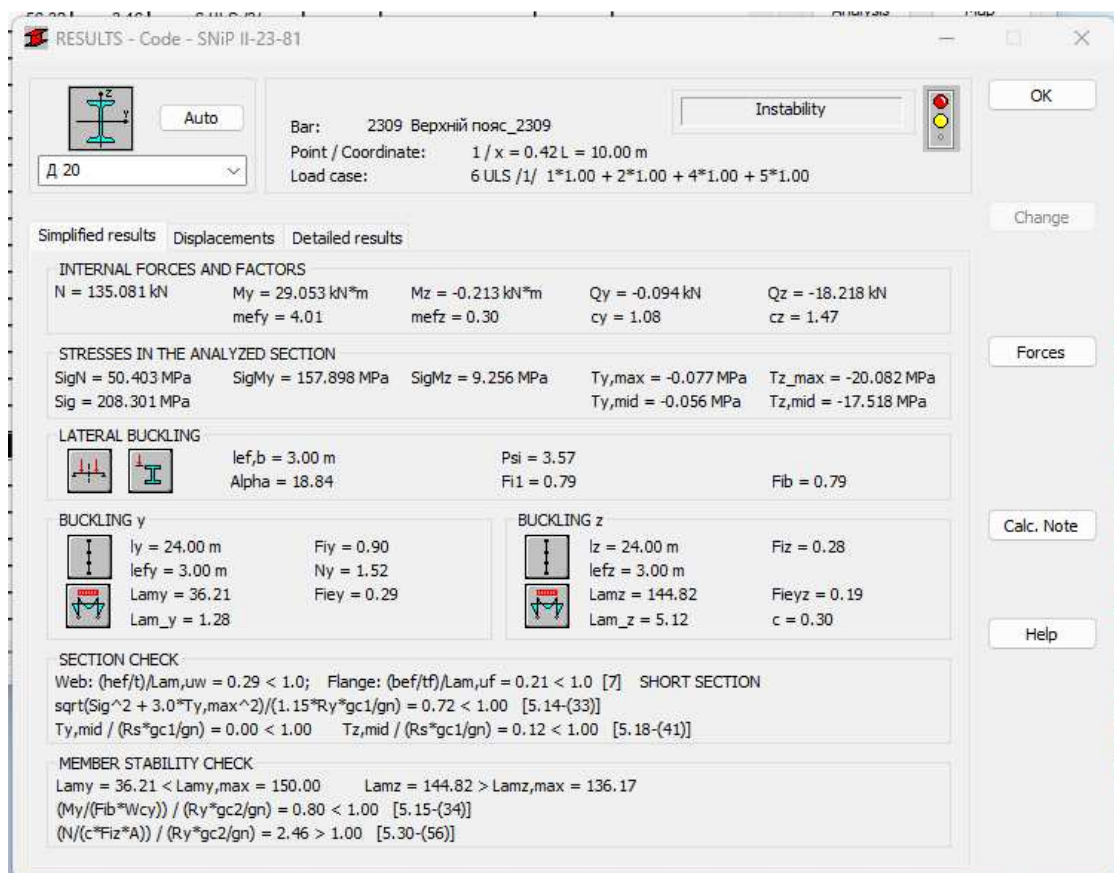


Рисунок 3.25 – Результати перевірки верхнього поясу крайніх елементів

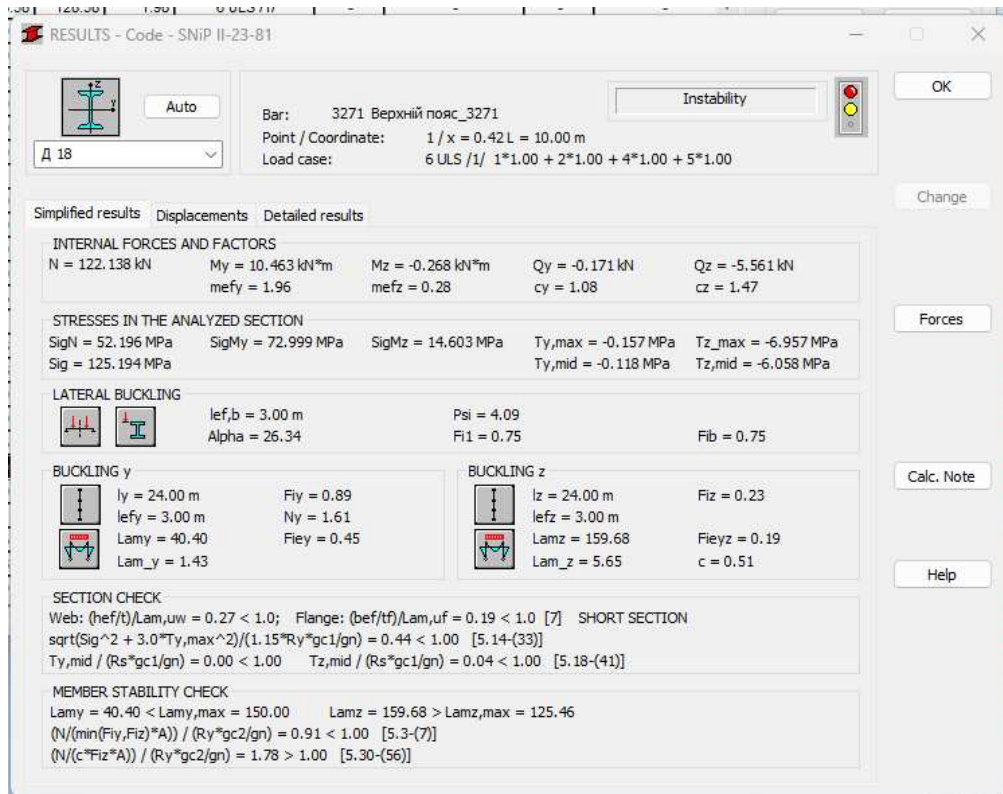


Рисунок 3.26 – Результати перевірки верхнього поясу середніх елементів

3.2 Результати перевірконого розрахунку несучої здатності конструкції покриття на навантаження, що діяли на момент експлуатації

Виконано розрахунок структури покриття згідно обстежень 2024 року (з надбудовою). Розрахунок виконаний згідно вимог ДБН В.2.6-198:2014.

Загальний вигляд моделі і перерізи аналогічні п.3.1.

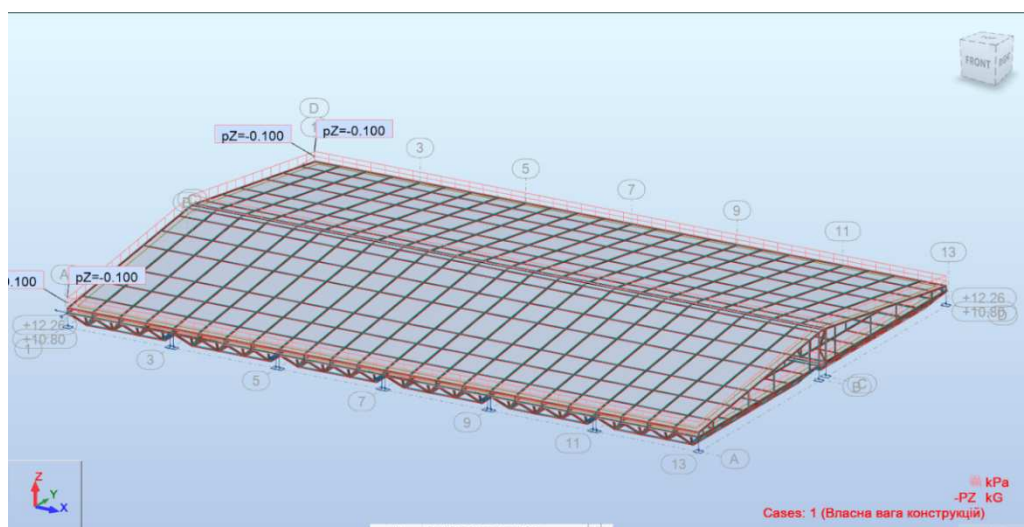


Рисунок 3.27 – Навантаження прийняті в розрахунку. Власна вага конструкцій

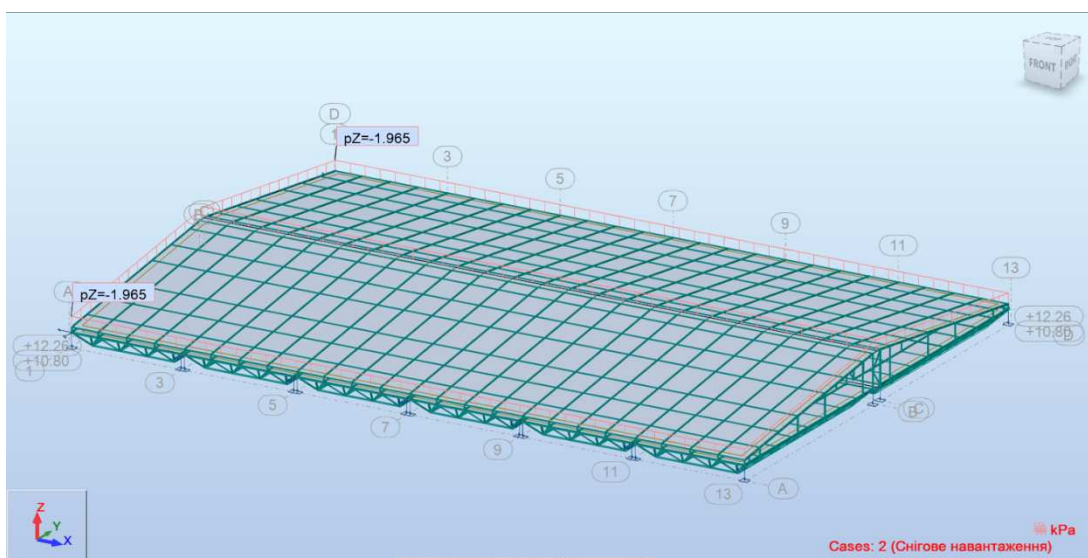


Рисунок 3.28 – Навантаження прийняті в розрахунку. Снігове навантаження

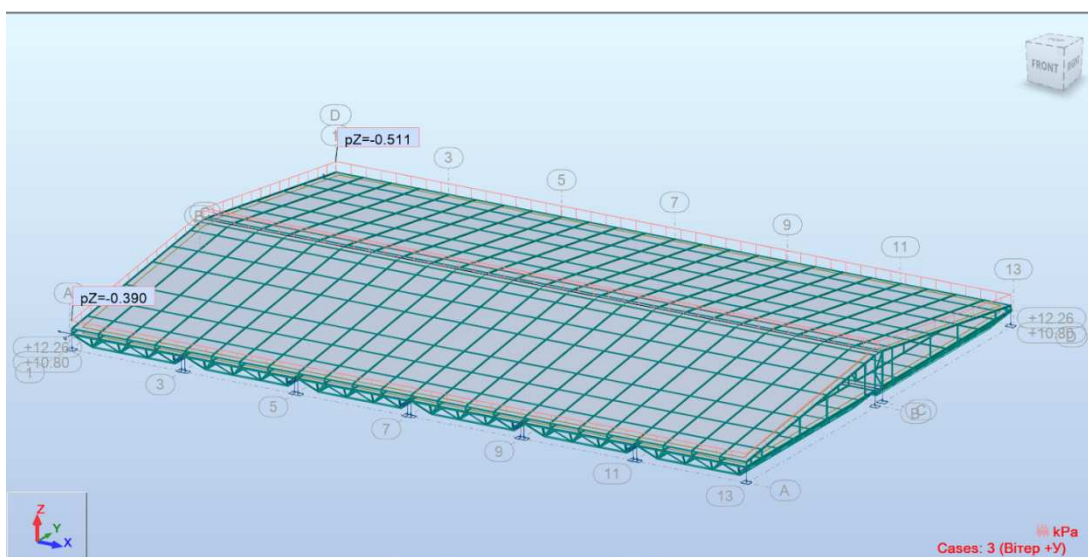


Рисунок 3.29 – Навантаження прийняті в розрахунку. Вітрове навантаження «+»

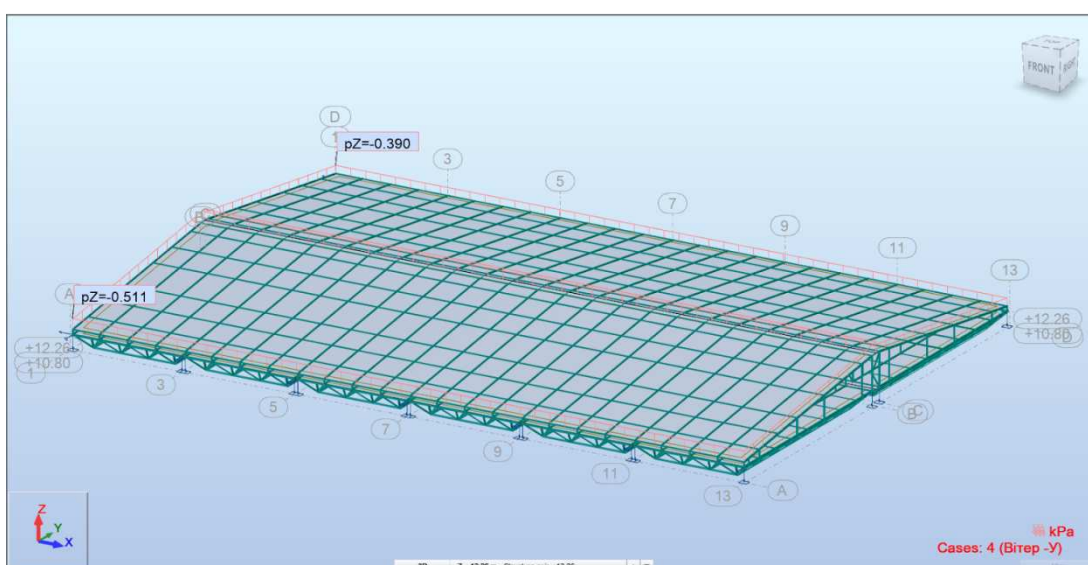


Рисунок 3.30 – Навантаження прийняті в розрахунку. Вітрове навантаження «-»

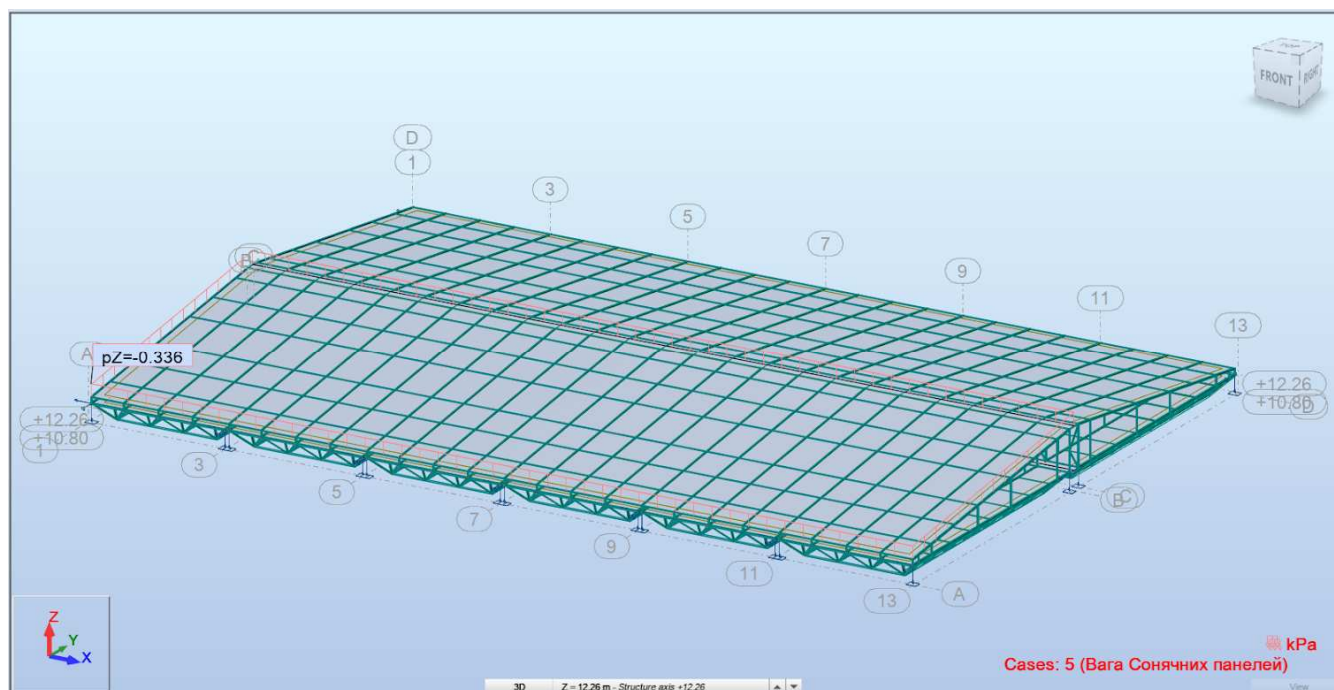


Рисунок 3.31 – Навантаження прийняті в розрахунку. Вага сонячних панелей

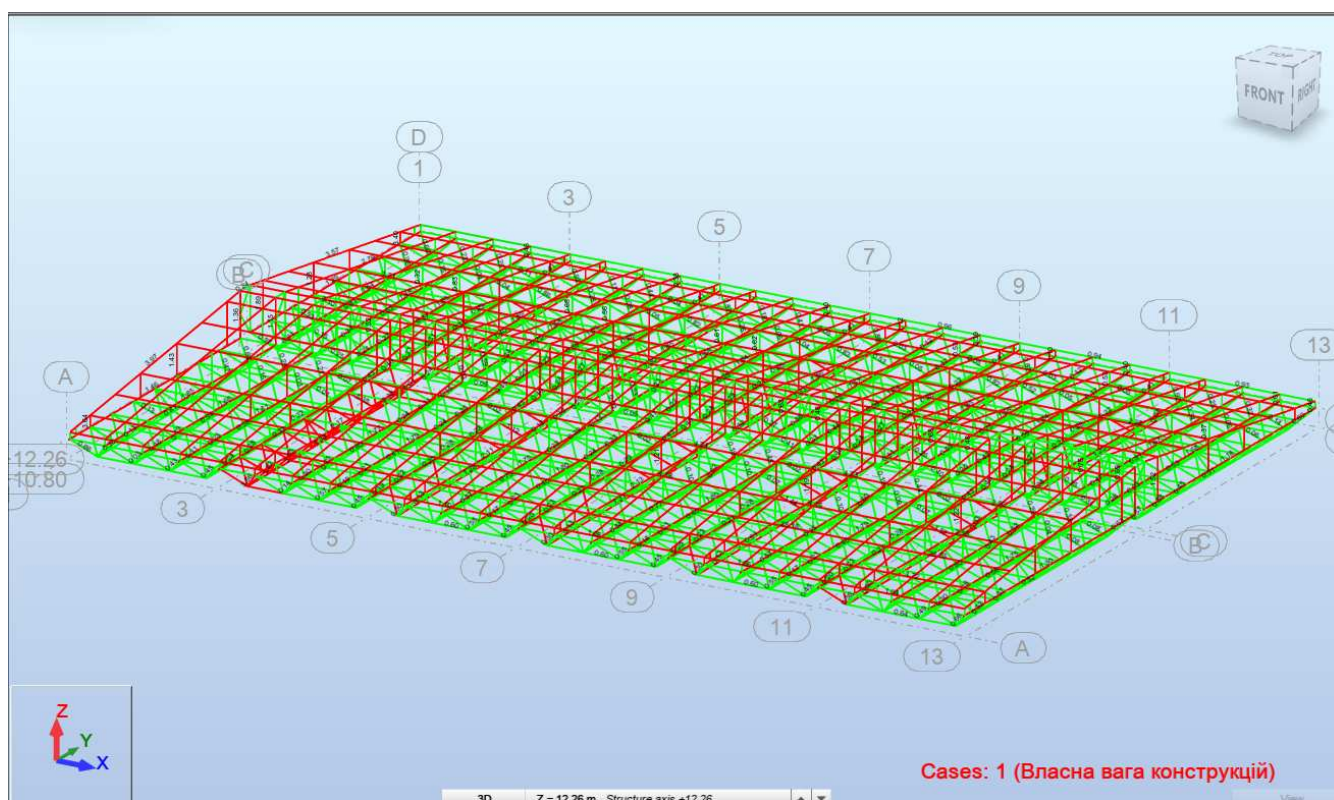


Рисунок 3.32 – Результати розрахунку

Як видно з результатів розрахунку (рис. 3.32): в основному елементи конструкцій проходять. Максимальний коеф. використання перерізу до 0,99. Не проходять елементи відмічені червоним. В основному це верхній пояс структури,

стійки надбудови, головні прогони (крокви) надбудови, обрешітка, плюс розкоси структури.

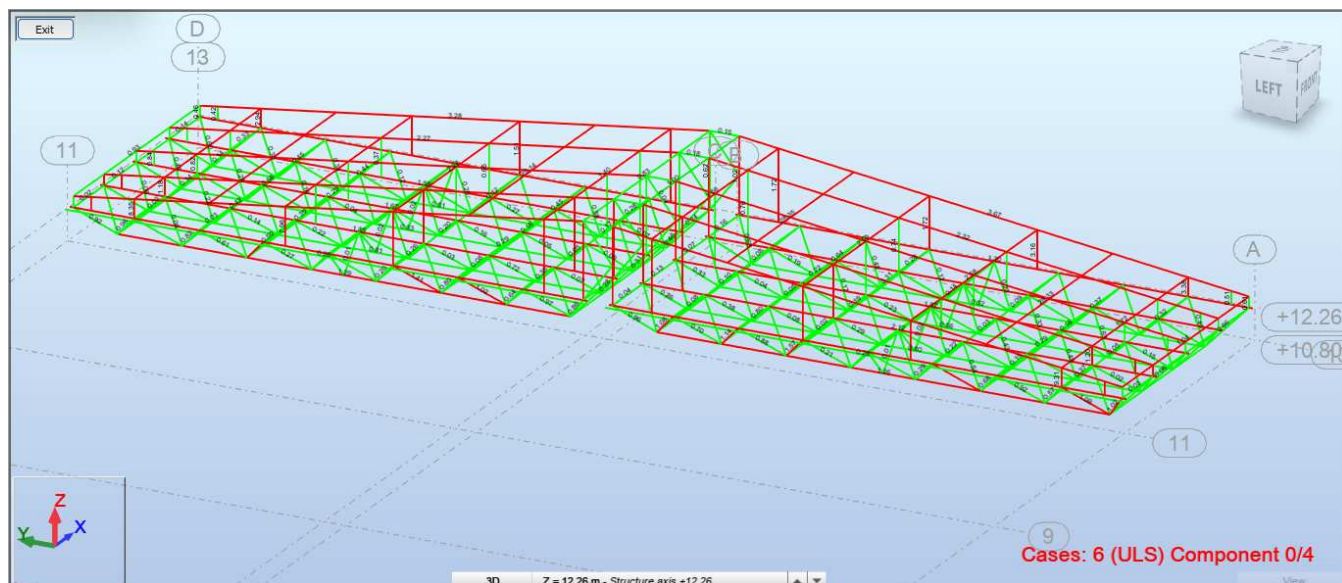


Рисунок 3.33 – Напруження в елементах даху при розташуванні сонячних панелей справа

За результатом розрахунку (див. рис. 3.32 та рис. 3.33) **міцність та просторова стійкість структури не забезпечена** згідно вимог ДБН В.2.6-198:2014, що діяли на момент технічного обстеження (2024 рік).

3.3 Висновки до розділу 3

1. Виконано перевірочний розрахунок несучої здатності конструкції покриття будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» на навантаження, що діяли на момент проектування будівлі, а також на навантаження, які діяли на момент експлуатації об'єкту.

2. Враховано при встановленні дійсного напружено-деформованого стану конструкцій даху будівлі вплив навантажень від розміщення на його поверхні сонячних панелей. Встановлено, що існуюча конструкція даху будівлі не в змозі нести навантаження такого характеру.

3. Для можливості подальшої надійної і безпечної експлуатації даху будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» в цілому, необхідно виконати наступні заходи:

- підсилити металевими накладками елементи несучих структурних блоків перекриття, що не відповідають проектній документації та у відповідності до проведеного розрахунку;

- підсилити металевими накладками елементи несучих структурних блоків перекриття, що містять надмірні деформації;

- підсилити металеві стійки, прогони (крокви) та обрешітку надбудованого двоскатного даху у відповідності до проведеного розрахунку;

- влаштувати додаткові горизонтальні зв'язки в надбудованому двоскатному даху.

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК ПІДСИЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ПОКРИТТЯ ПРИ ВЛАШТУВАННІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ НА ЙОГО ПОВЕРХНІ

4.1 Результати розрахунку підсилення металевого каркасу будівлі за дії навантажень, що будуть діяти при влаштуванні сонячних панелей на поверхні даху

Розрахунок підсилення металевого каркасу будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» виконувався методом скінченних елементів.

1. Допущення які прийняті при розрахунку:

- в розрахунку прийнята сталь класу С235;
- геометричні розміри будівлі та її даху прийняті згідно обмірних креслень (див. Додаток 2.4):

2. Моделювання структури перекриття виконано згідно креслень (зі змінами на основі звіту обстеження і оцінки технічного стану цеху концентрованих соків, 2000 рік) робочого проекту на будівництво цеху, розроблених інститутом «Укргіпродор» м. Київ (об'єкт 0881/К-1-КМ, КЖ 1988).

3. Навантаження від сонячних панелей прийнято згідно інформації загальнодоступної в інтернеті щодо технічних характеристик обладнання, що планується розмістити на покрівлі будівлі (див. рис. 4.1)

Jinko Tiger Pro JKM555M-72HL4-V 555 Вт

Tiger Pro

Основне

Призначення ?

Тип ?

стаціонарна

монокристалічна

Характеристики (STC) ?

Потужність (Pmax) ?

Номінальна напруга (Vmp) ?

Номінальний струм (Imp) ?

Напруга розімкнутого контуру (Voc) ?

Струм короткого замикання (Isc) ?

Ефективність ?

555 Вт

40.99 В

13.54 А

49.72 В

14.12 А

21.48 %

Функції та можливості

Конектор MC4 ?

Захист від вологи ?

Робоча температура ?

✓

IP68

-40 °C ~ +85 °C

Інше

Кількість комірок ?

Габарити ?

Вага

Дата додавання на E-Katalog

144 (6x24)

2278x1134x35 мм

28 кг

листопад 2023

Рисунок 4.1 – Технічні характеристики сонячних панелей

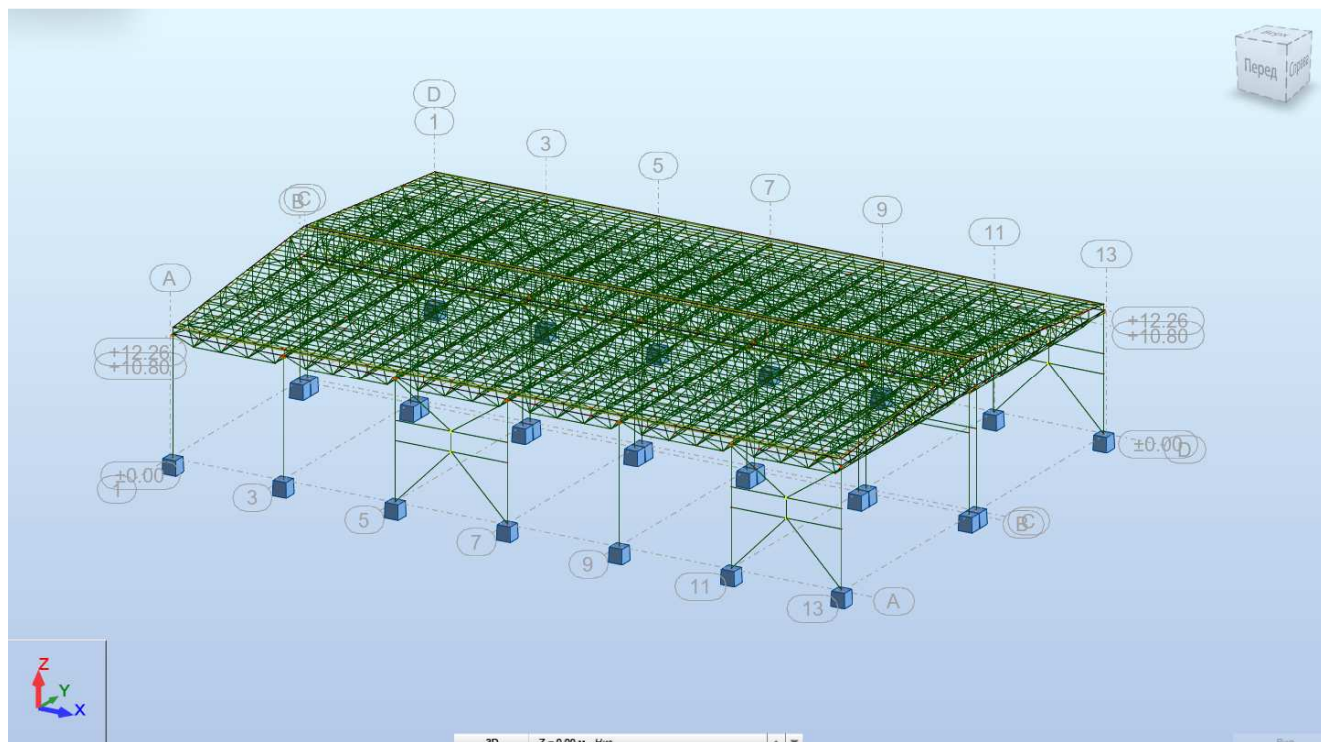


Рисунок 4.2 – Загальний вигляд розрахункової моделі

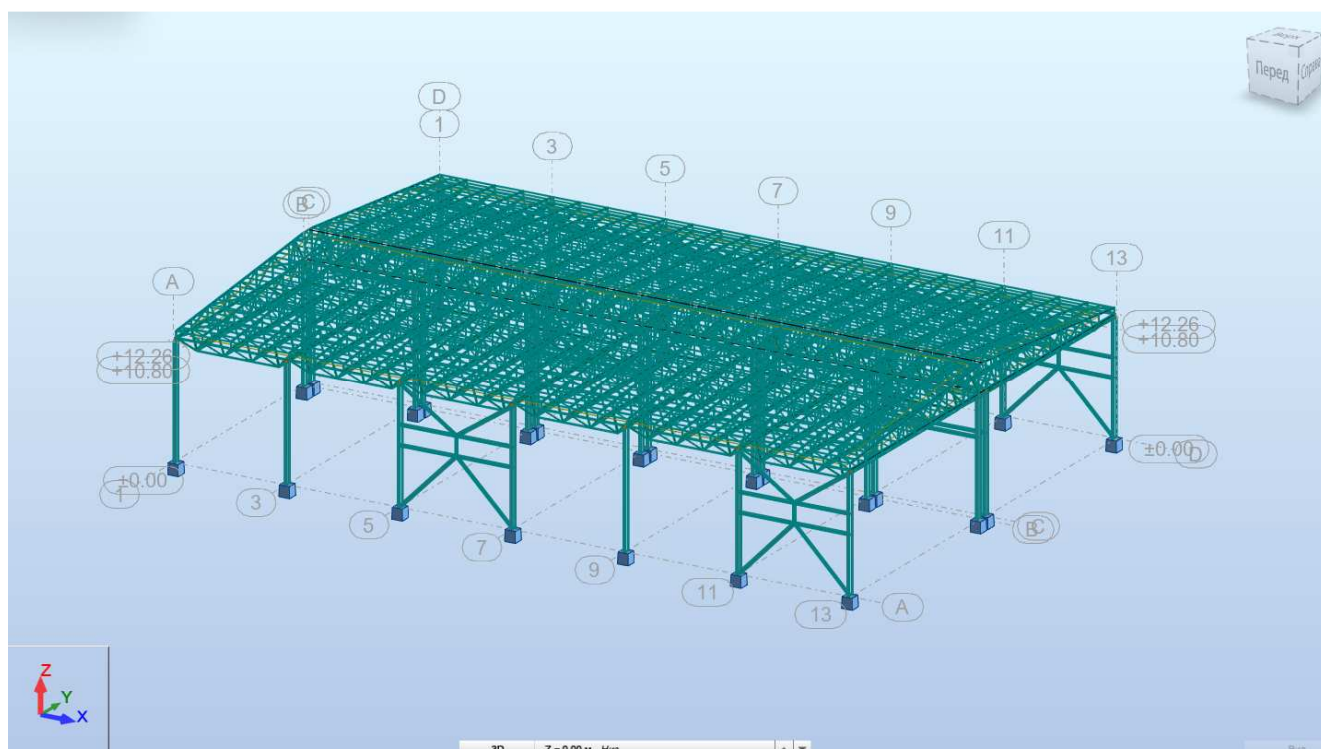


Рисунок 4.3 – Поперечні перерізи елементів каркасу будівлі, що були закладені в модель

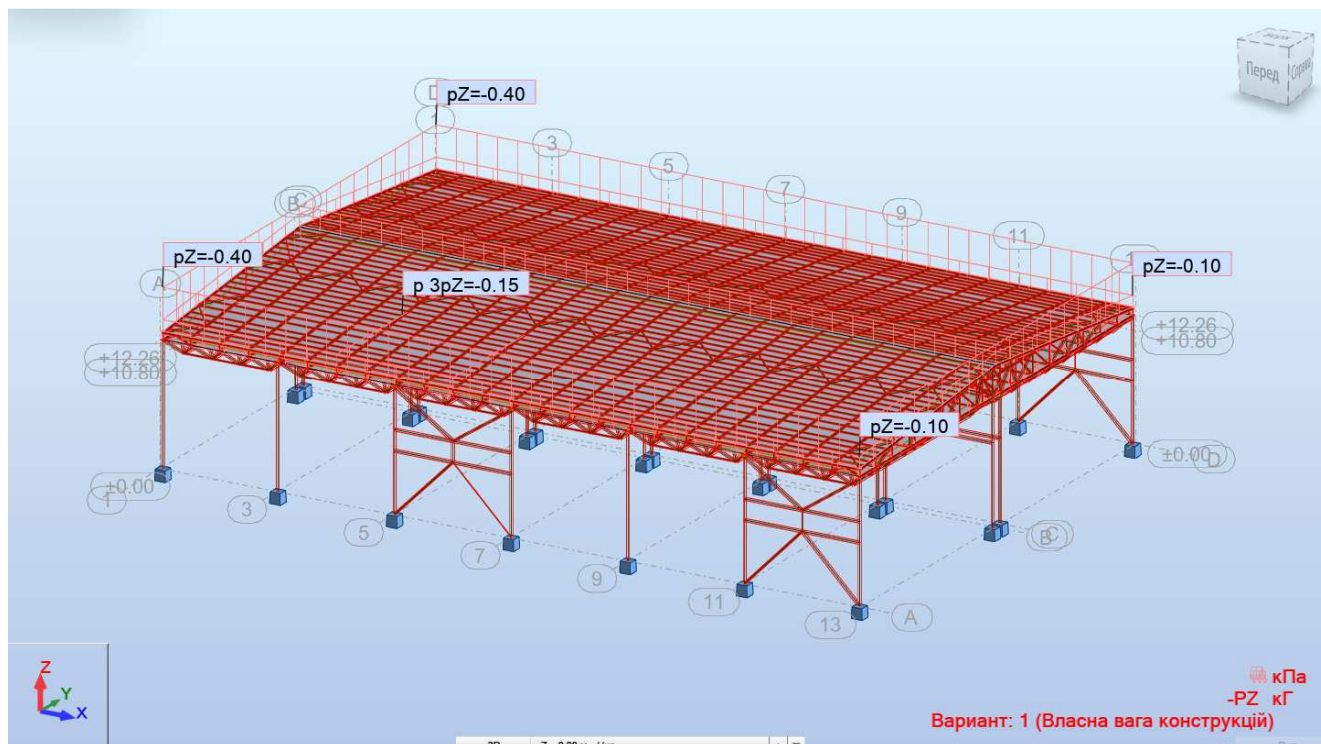


Рисунок 4.4 – Прийняті навантаження при розрахунку (показані розрахункові значення). Власна вага конструкцій

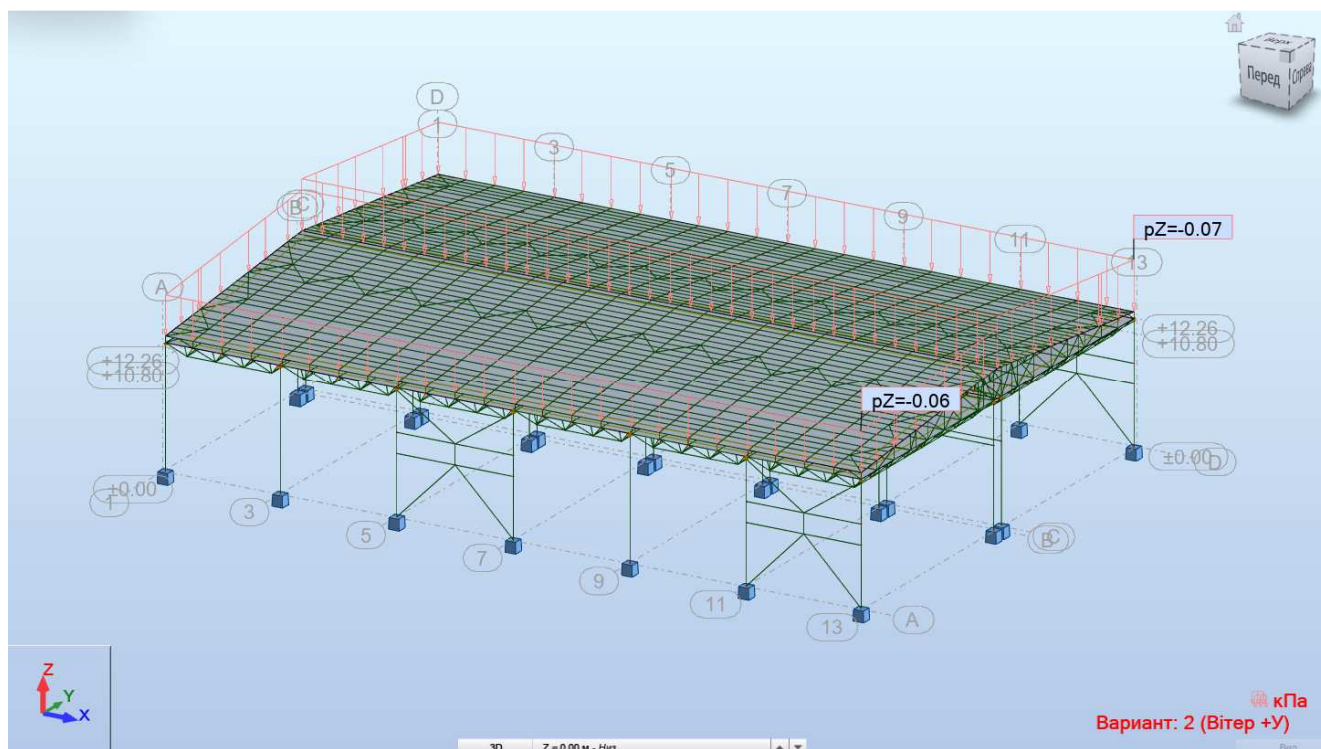


Рисунок 4.5 – Прийняті навантаження при розрахунку (показані розрахункові значення). Вітрові навантаження із зовнішньої сторони будівлі «+»

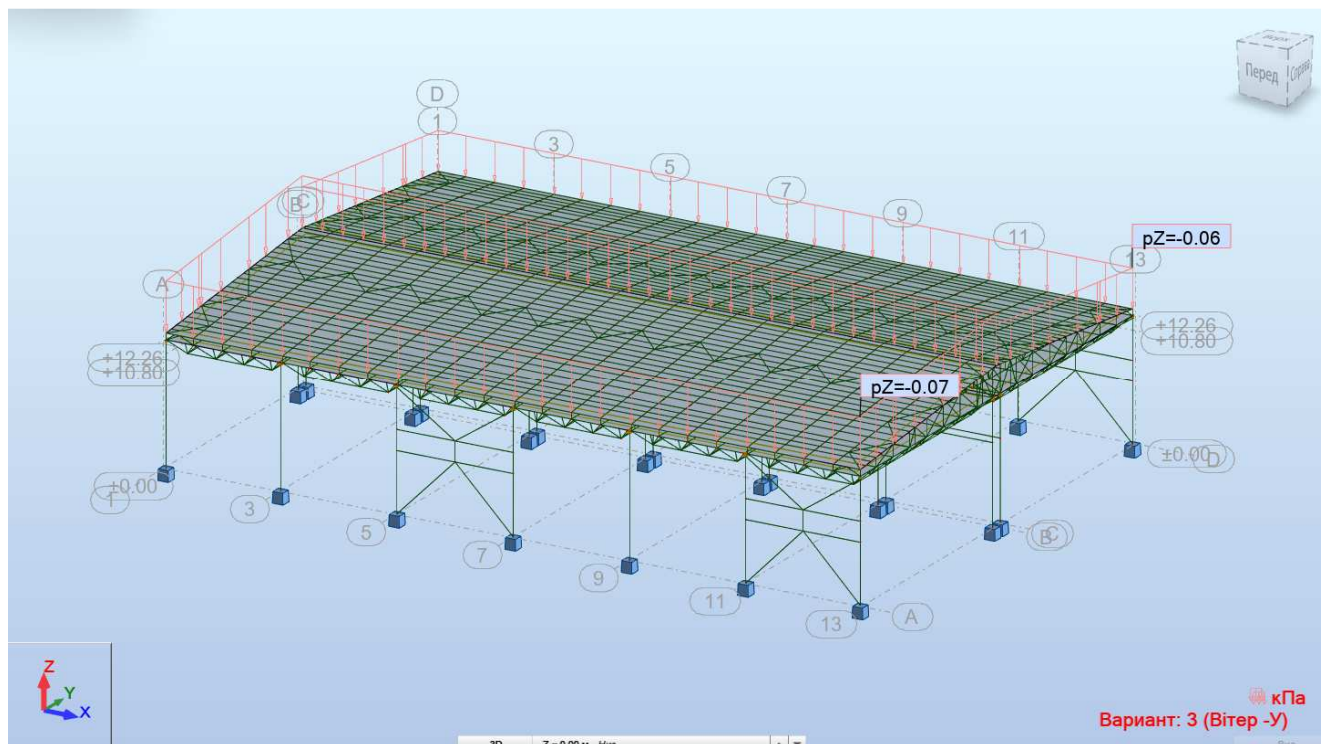


Рисунок 4.6 – Прийняті навантаження при розрахунку (показані розрахункові значення). Вітрові навантаження із зовнішньої сторони будівлі «-»

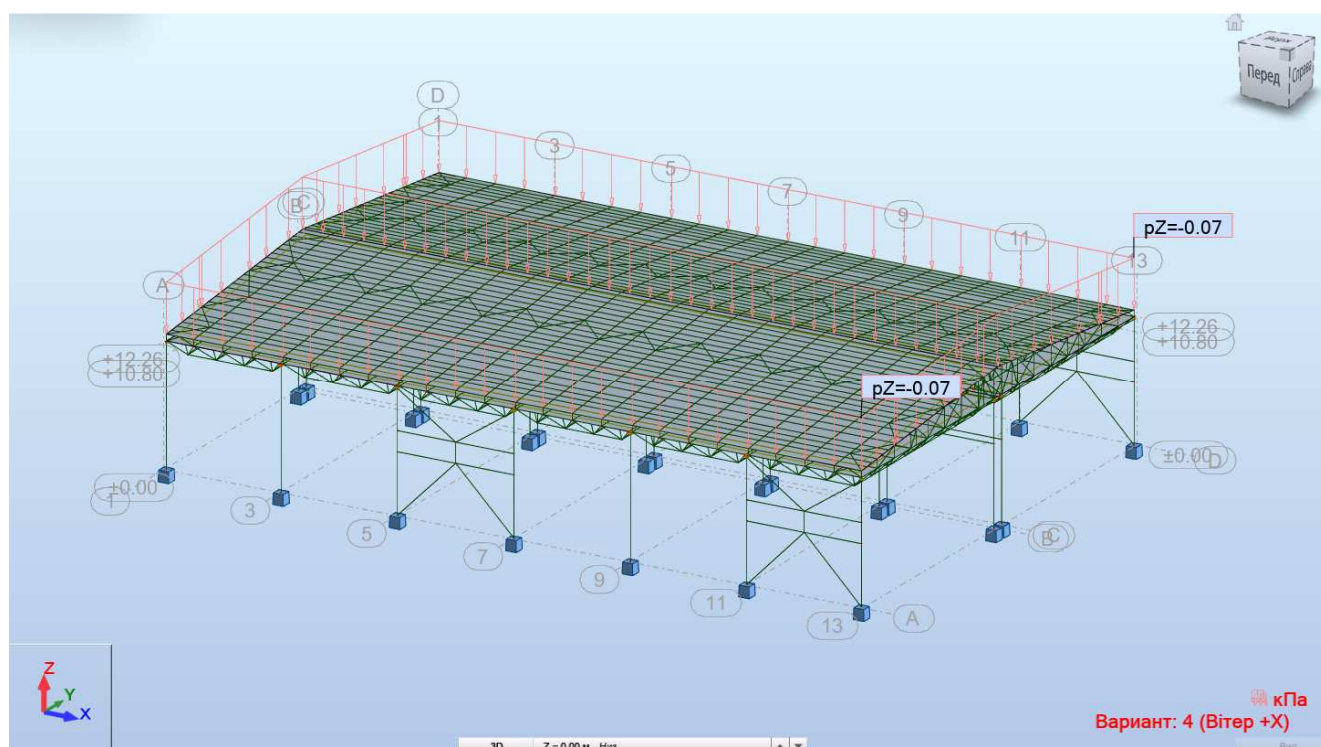


Рисунок 4.7 – Прийняті навантаження при розрахунку (показані розрахункові значення). Вітрові навантаження із внутрішньої сторони будівлі «+»

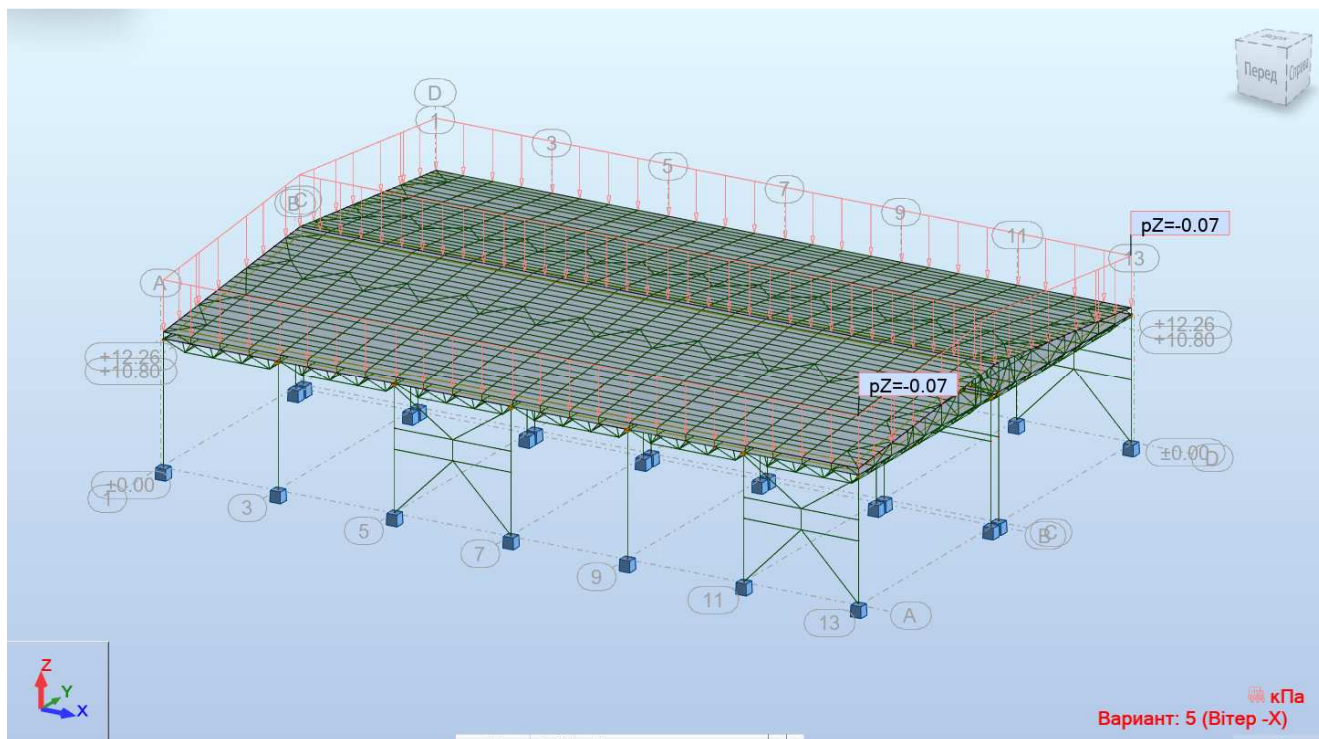


Рисунок 4.8 – Прийняті навантаження при розрахунку (показані розрахункові значення). Вітрові навантаження із внутрішньої сторони будівлі «-»

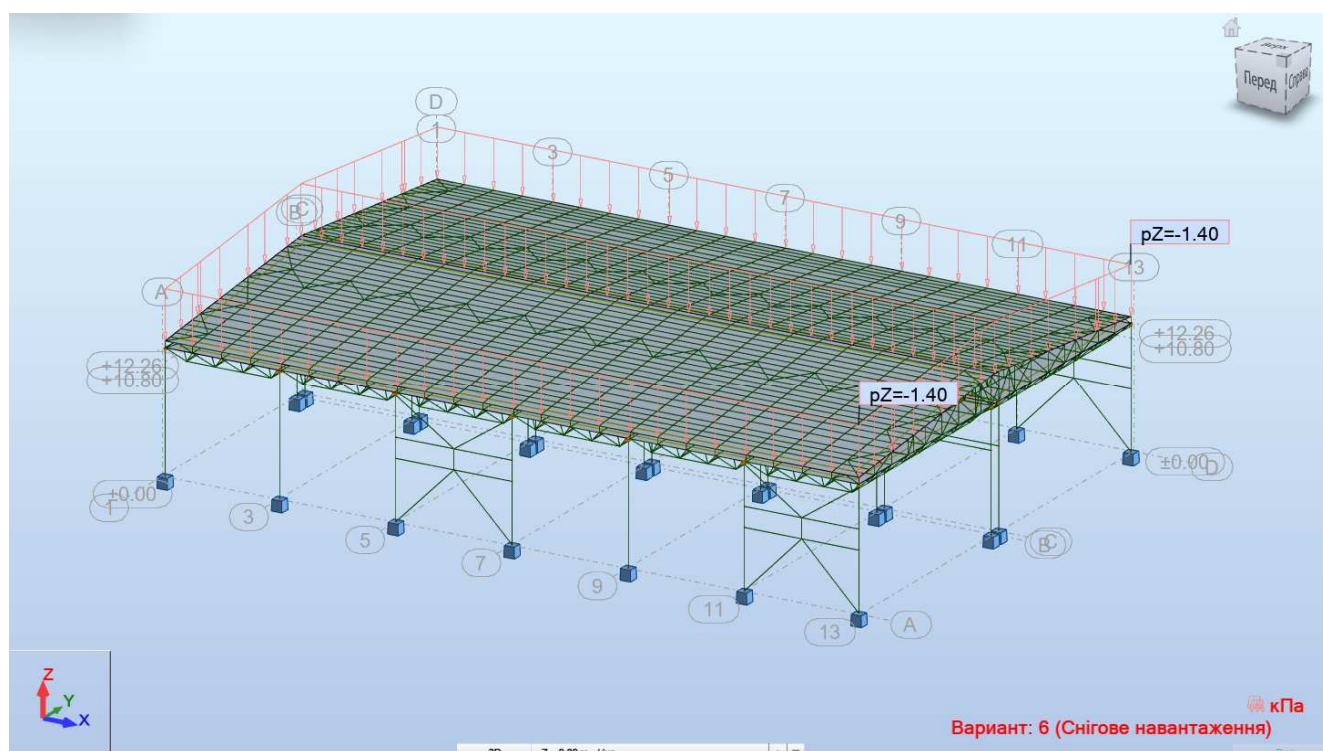


Рисунок 4.9 – Прийняті навантаження при розрахунку (показані розрахункові значення). Снігове навантаження

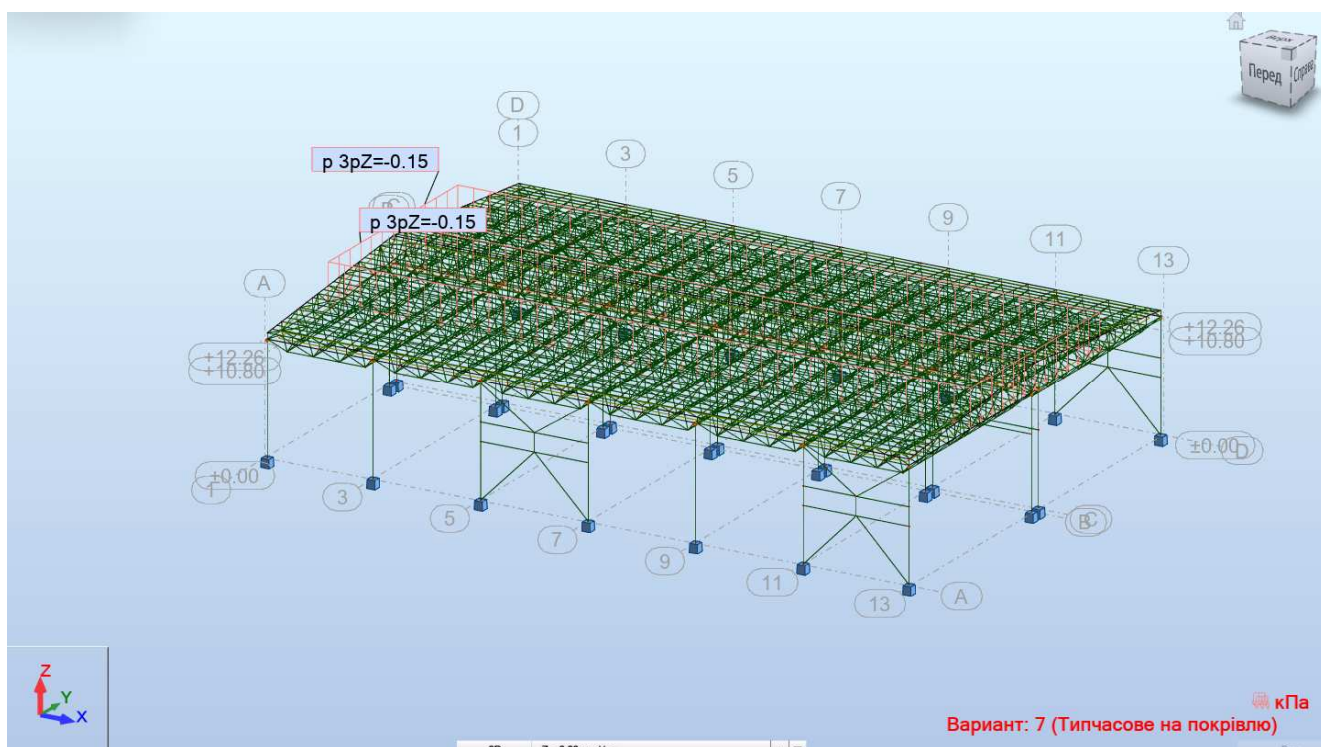


Рисунок 4.10 – Прийняті навантаження при розрахунку (показані розрахункові значення). Тимчасове навантаження на покрівлю

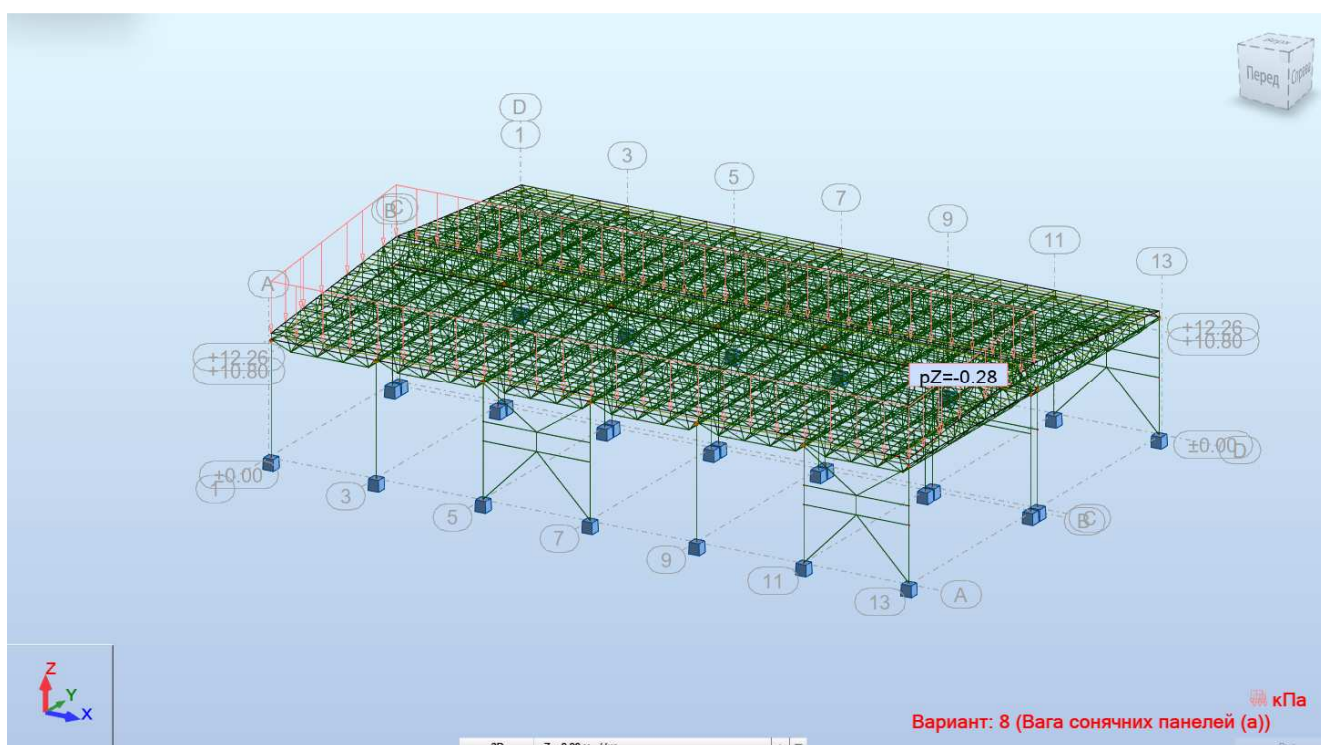


Рисунок 4.11 – Прийняті навантаження при розрахунку (показані розрахункові значення). Навантаження від сонячних панелей зліва

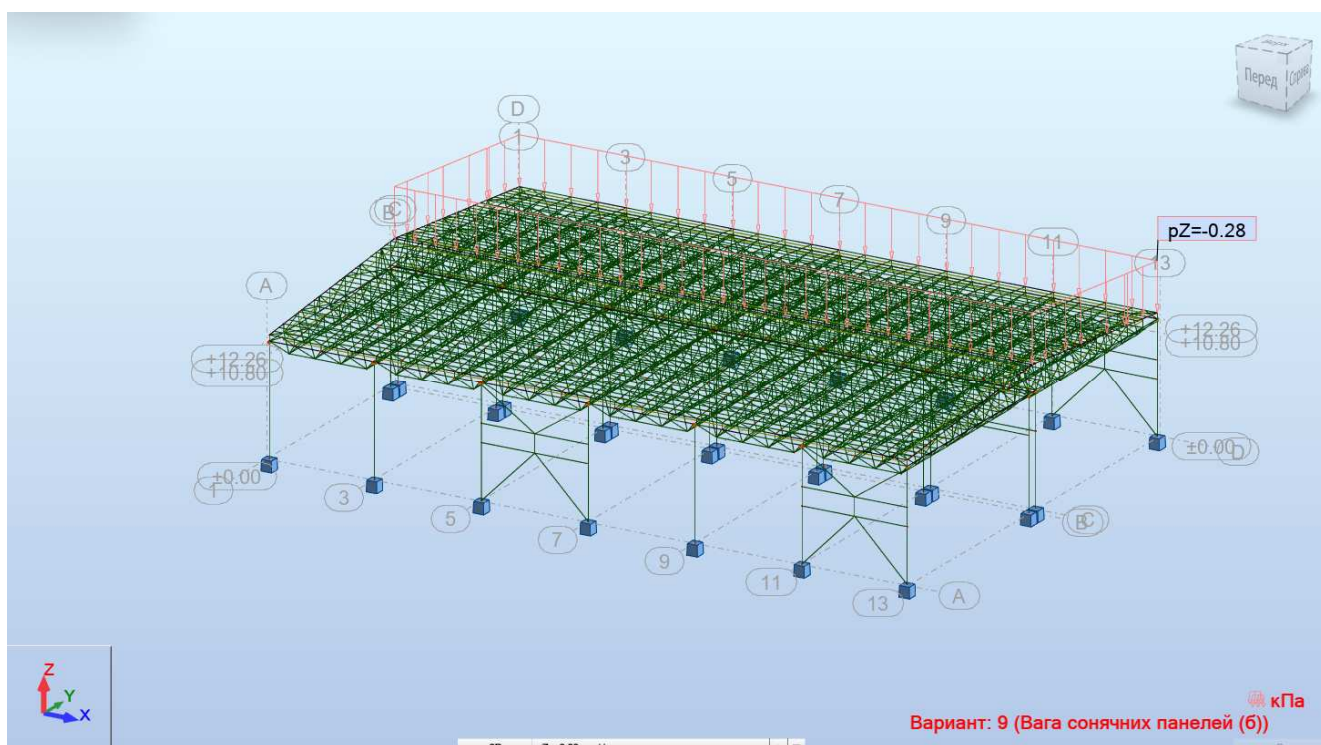


Рисунок 4.12 – Прийняті навантаження при розрахунку (показані розрахункові значення). Навантаження від сонячних панелей справа

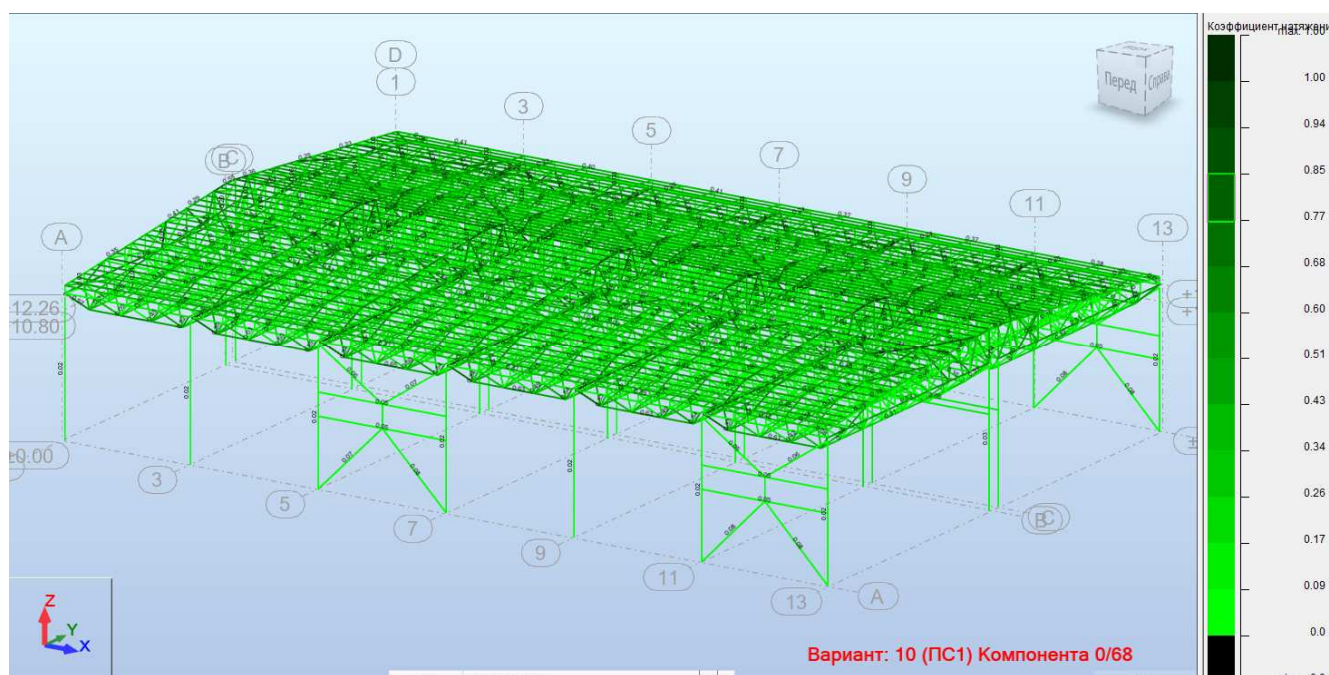


Рисунок 4.13 – Результати розрахунку після підбору елементів підсилення

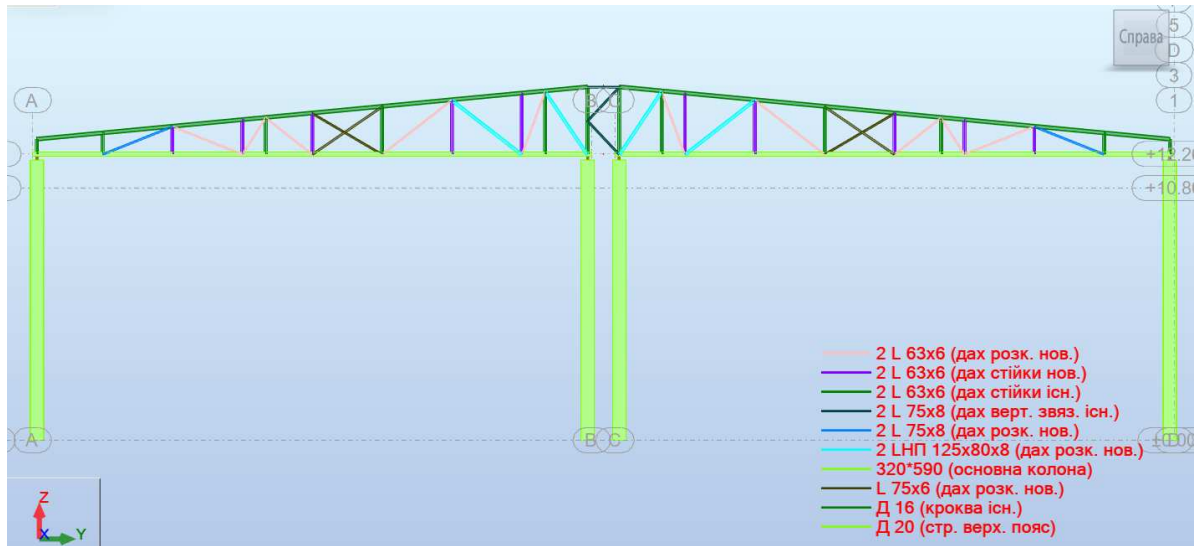


Рисунок 4.14 – Елементи підсилення конструкції даху в поперечному напрямку

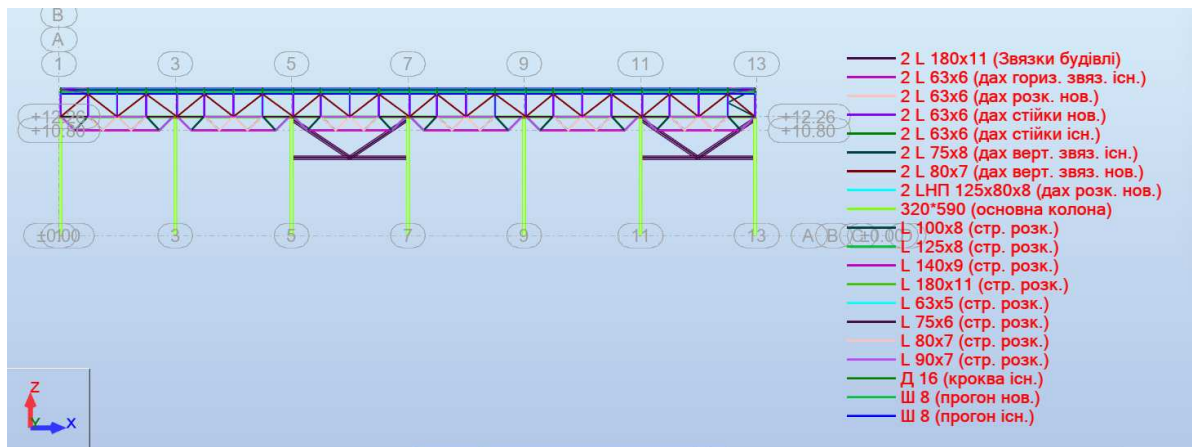


Рисунок 4.15 – Елементи підсилення конструкції даху в поздовжньому напрямку

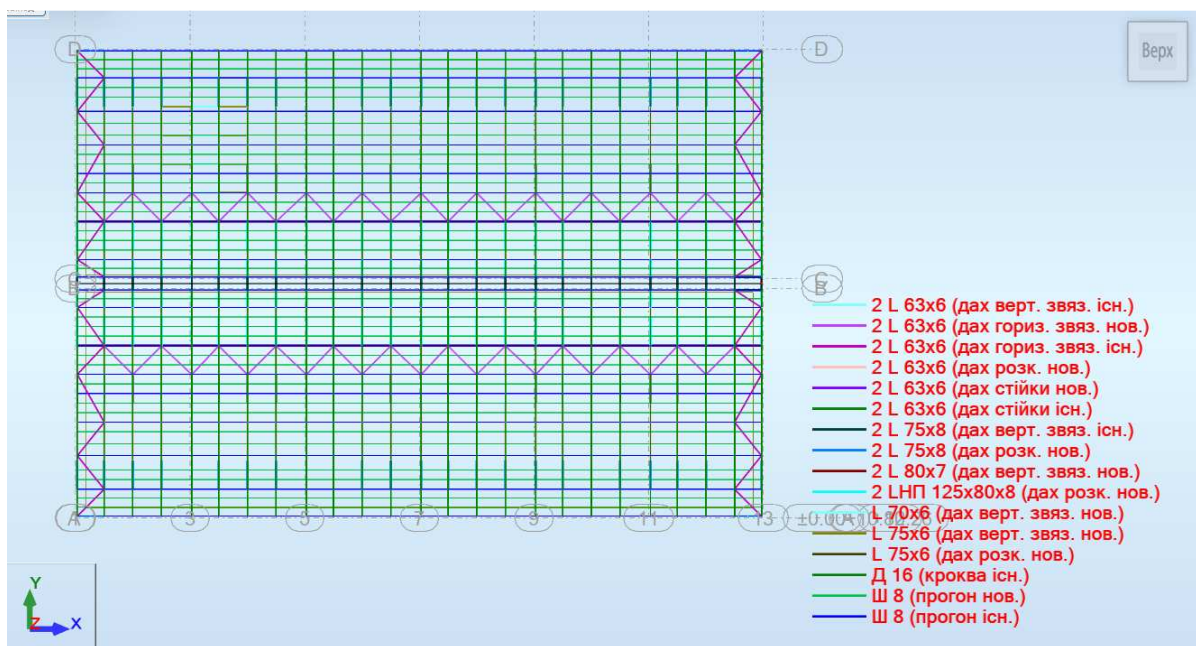


Рисунок 4.16 – Влаштування додаткових горизонтальних зв'язків даху

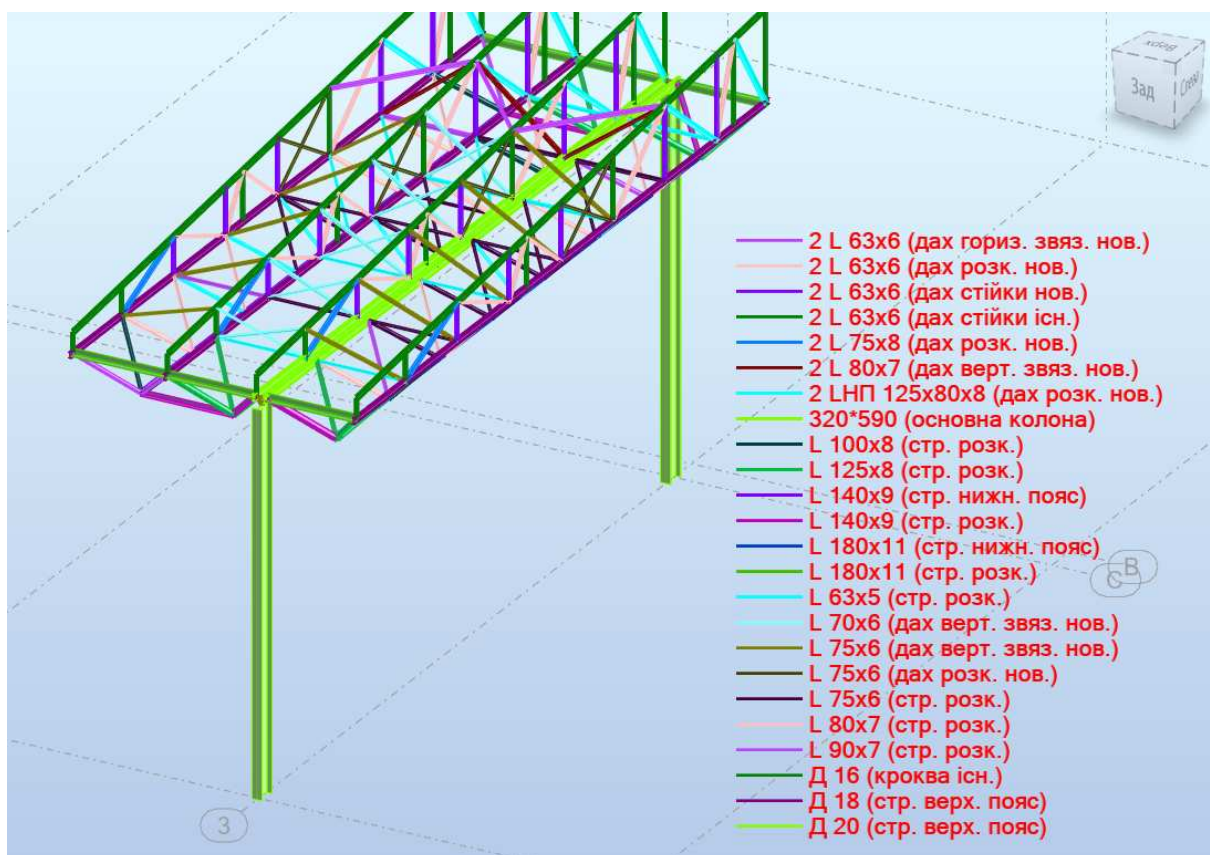


Рисунок 4.17 – Влаштування підсилення структури перекриття, що містить обрізаний нижній пояс (див. розташування рис. 2.4)

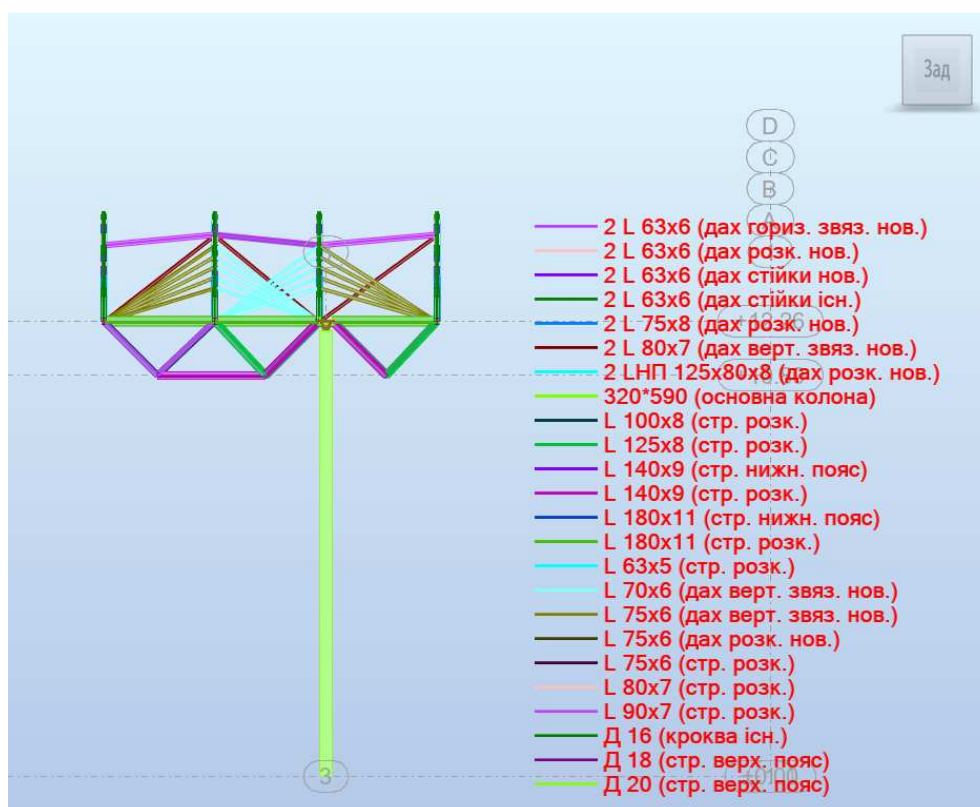


Рисунок 4.18 – Влаштування підсилення структури перекриття, що містить обрізаний нижній пояс (див. розташування рис. 2.4)

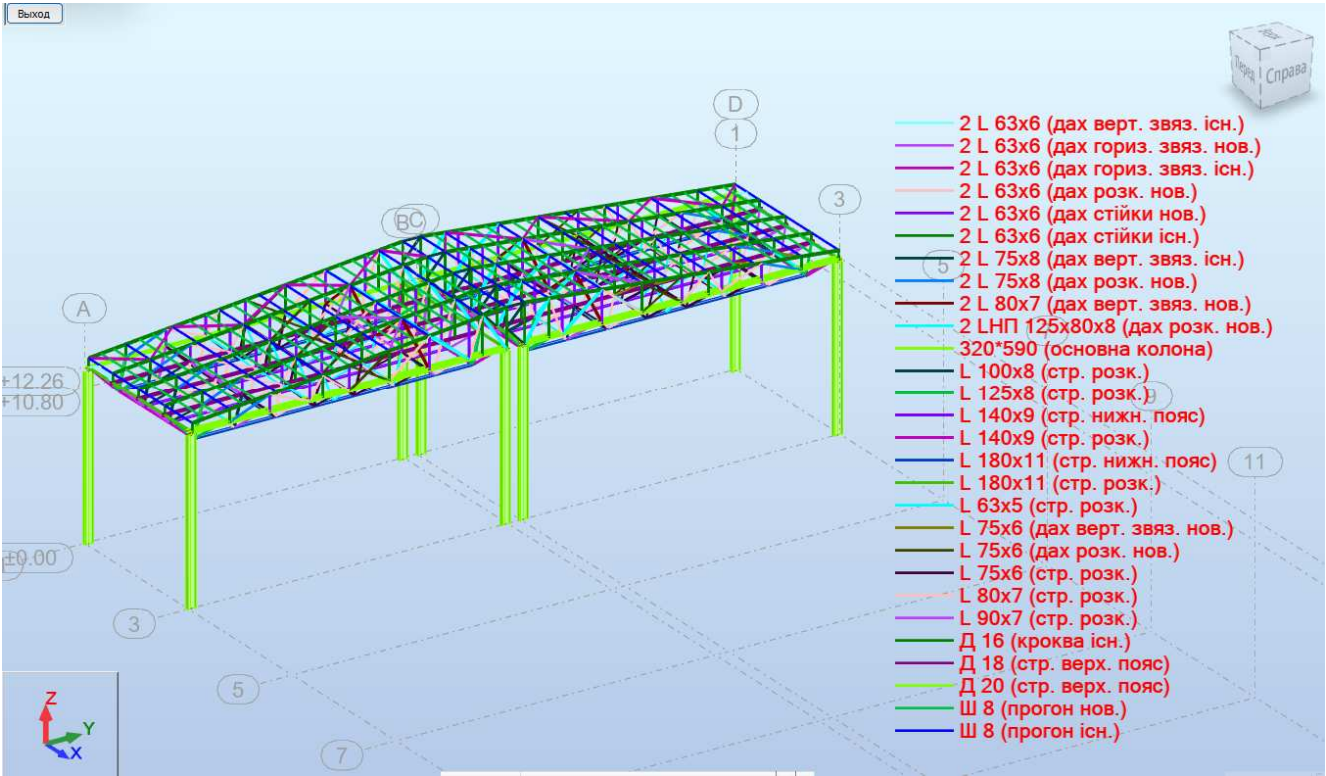


Рисунок 4.19 – Загальний вигляд одного структурного блоку після влаштування підсилення даху

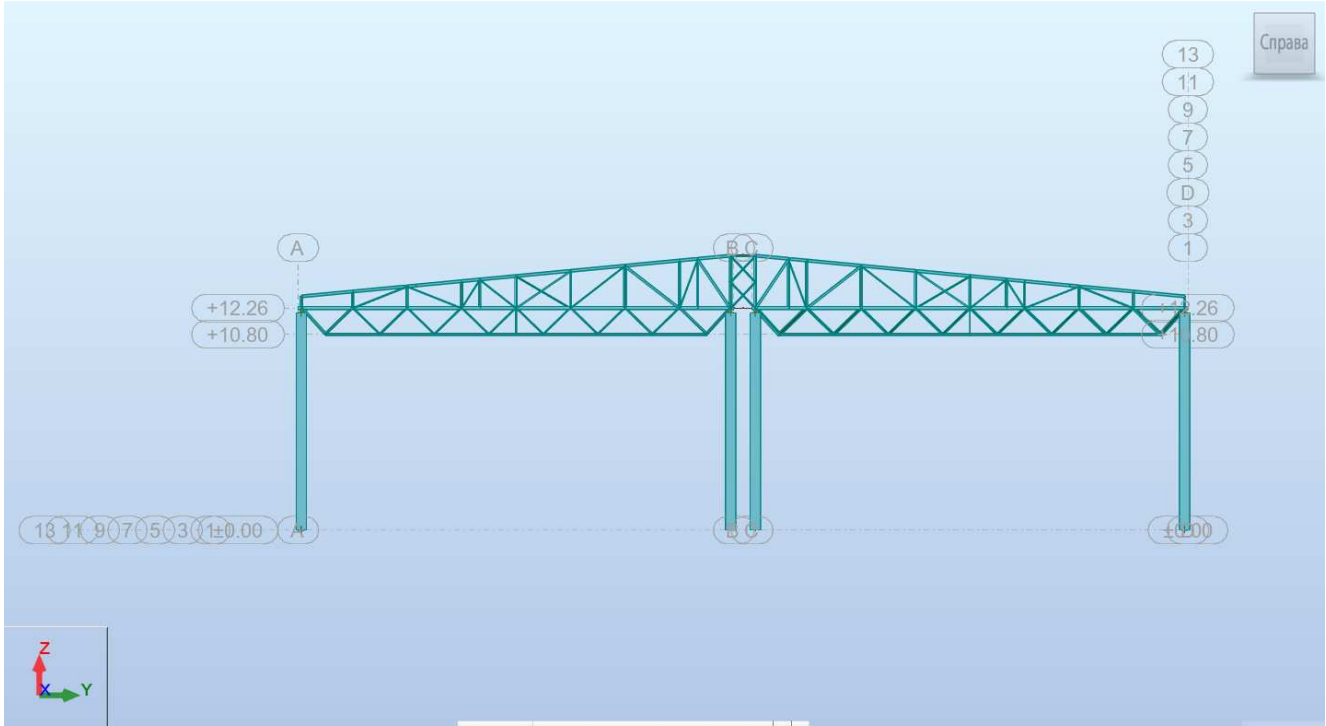


Рисунок 4.20 – Поперечний розріз будівлі після влаштування підсилення даху

4.2 Висновки до розділу 4

1. Технічний стан існуючих конструкцій та конструктивна схема даху будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» буде задовольняти вимогам механічного опору та стійкості для влаштування сонячних панелей на його поверхні після виконання підсилення конструкції згідно проведеного розрахунку.

2. Для можливості влаштування сонячних панелей на поверхні даху будівлі необхідно влаштувати додаткові прогони, стійки та розкоси шляхом об'єднання металевих крокв двоскатного даху з верхніми поясами структури в суцільні ферми. Також, відповідно до розрахунку, необхідно влаштувати додаткові горизонтальні та вертикальні зв'язки в межах двоскатного даху.

3. В місці демонтованого нижнього поясу структури необхідно в межах двоскатного даху влаштувати поперечні ферми для перередачі навантажень на сусідні несучі елементи даху. Таке рішення дозволить експлуатувати будівлю цеху з існуючим обладнанням без втручання в технологічний процес.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Заходи з охорони праці при виконанні електрозварювальних робіт

При виконанні зварювальних робіт в одному приміщенні з іншими роботами повинні бути прийняті міри, що виключають можливість впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів на працюючих.

При виконанні зварювання на різних рівнях по вертикалі повинний бути передбачений захист персоналу, що працює на нижче розташованих рівнях, від випадкового падіння предметів, недогарків електродів, бризків металу й ін.

Зони з наявністю небезпечного виробничого фактора варто обгороджувати відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.8-43:2011.

Робочі місця, розташовані вище 1,3 м від рівня чи землі суцільного покриття, повинні бути обладнані огороженнями відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.2-16:2015 висотою не менш 1,1 м, що складаються з поручня, одного проміжного елемента і бортової дошки шириною не менше 0,15 м.

При виробництві зварювальних робіт на висоті більш 5 м повинні влаштовуватися риштування (площадки) з неспалимих матеріалів відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.8-43:2011.

При відсутності риштувань (площадок) електрозварники повинні користуватися запобіжними поясами і вогнестійкими страхувальними фалами з карабінами. Робітники повинні користуватися спеціальними сумками для інструмента і збору недогарків електродів.

Збереження вихідних зварювальних матеріалів і готової продукції повинне здійснюватися на складах, які обладнані і утримуються у відповідності з вимогами будівельних, санітарних і протипожежних норм і правил, затверджених у встановленому порядку.

При збереженні заготівель, що зварюються, зварювальних матеріалів і готової продукції не повинні виникати які-небудь перешкоди природному

освітленню, вентиляції, проїзду, проходу, використанню пожежного устаткування і засобів захисту працюючих.

Знежирення поверхонь виробів, що зварюються, варто робити розчинами, склад яких допущений до застосування органами санітарного і пожежного нагляду.

Відпрацьовані матеріали (недогарки електродів, жужільна кірка, технологічні зразки, відходи знежирення й ін.) повинні збиратися в металеві ємкості і, у міру нагромадження, вивозитися з ділянок у відведені на території підприємства місця для збору й утилізації.

До виконання зварювання допускаються особи, що пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань вимог безпеки, що мають кваліфікаційну групу по електробезпеці не нижче II і відповідні посвідчення.

До зварювальних робіт на висоті — допускаються працівники, які пройшли спеціальний медичний огляд, що мають стаж верхолазних робіт не менш одного року і розряд зварника не нижче III.

Робітники електрозварювальних професій повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту відповідно до типових галузових норм, затвердженими у встановленому порядку, і відповідно до характеру й умов проведення робіт.

Захист обличчя й очей забезпечується щитками і окулярами за ДСТУ 7239:2011.

Для захисту органів слуху повинні застосовуватися засоби індивідуального захисту за ДСТУ 7239:2011.

Для захисту голови від механічних впливів і поразки електричним струмом повинні застосовуватися захисні каски за ДСТУ 7239:2011.

5.2 Безпечна експлуатація електрозварювальних установок

Електрозварювальна установка (трансформатор, агрегат, перетворювач) повинні мати паспорт, інструкцію по експлуатації та інвентарний номер.

Джерелами зварного току можуть бути спеціально призначені для електрозварювальних робіт трансформатори, генератори і випрямлювачі. В електричну мережу їх включають тільки за допомогою пускових пристроїв. Здійснювати живлення зварною дугою від силової або освітлювальної електромережі забороняється.

Включати в електромережу і відключати від неї електрозварювальні установки, а також ремонтувати їх повинні тільки електромонтери. Зварникам виконувати ці роботи забороняється.

При одночасному використанні кількох трансформаторів їх встановлюють не ближче як 0,35 м один від одного. Відстань між ними і ацетиленовими генераторами повинна бути не менше 3 м. Електрозварювальні трансформатори слід перевіряти не рідше одного разу на місяць.

Оглядають і чистять установки пускової апаратури не рідше як один раз на місяць. Ізоляцію струмоведучих частин зварного ланцюга перевіряють не рідше як один раз на три місяці (при автоматичному зварюванні під шаром флюса - один раз на місяць). При цьому витримується напруга 2 кВ протягом 5 хв. Результати перевірки реєструються в журналі.

Електродотримач повинен бути легким, зручним у роботі, забезпечувати надійний затиск і швидку зміну електродів, просто і надійно з'єднуватись зі зварювальним проводом, а також мати козирок, який захищає руку зварника.

Користуватися саморобними електродотримачами забороняється.

Держак електродотримача повинен бути з теплоізоляційного діелектричного матеріалу.

Забороняється застосовувати електродотримачі з підвідними проводами в держаку при силі току 600 А й більше. Як зворотний провід, який з'єднує зварювальний виріб з джерелом току, можуть бути гнучкі проводи, а також, де це можливо, сталі шини будь-якого профілю достатнього перерізу, плити і сама зварювана конструкція. Використання як зворотного проводу мережі заземлення металевих будівельних конструкцій, комунікацій і незварюваного технологічного обладнання забороняється. Корпус зварювального трансформатора і вторинну

обмотку необхідно заземлювати (занулювати). Діаметр заземлюючого гвинта - не менше 8 мм.

Виконують електрозварювальні роботи в спеціальному приміщенні, вільна площа якого (без обладнання) повинна бути не менше 3 м² для кожного поста, підлога - щільна, з вогнестійких матеріалів, стіни пофарбовані світлою матовою фарбою (сірою, голубою, жовтою), стіл - заземлений, стілець - на ніжках з регулятором висоти сидіння, під ногами - килимок.

Роботу в закритих приміщеннях слід вести не менше як двом особам, причому одна повинна мати кваліфікаційну групу не нижче II і знаходитися зовні зварювальної місткості для контролю за безпечним веденням роботи зварником.

Електрозварювальні установки, що працюють в особливо небезпечних умовах, повинні бути забезпечені пристроями автоматичного включення. Місця провадження робіт при відсутності неспалимого захисного настилу або настилу, захищеного неспалимим матеріалом, повинні бути захищені від спалимих матеріалів у радіусі не менше 5 м, а від вибухонебезпечних - 10 м.

Електрозварник повинен бути забезпечений необхідними засобами індивідуального захисту - брезентовим костюмом, черевиками, щитками-масками з світлофільтрами.

При зварюванні сталі, крім спецодягу, взуття та рукавиць, зварнику слід користуватися шлемом, азбестовими або брезентовими нарукавниками, а при зварюванні кольорових металів і сплавів з вмістом цинку, міді, свинцю - респіраторами і хімічним фільтром.

У майстернях, на будівельних майданчиках, робочих місцях необхідно вивішувати плакати, попереджувальні написи про небезпеку опромінення очей і шкіри працюючих. Усі обертові частини зварних агрегатів повинні бути огорожені.

Електрозварювальна установка повинна бути зареєстрована, паспорт та інструкція по експлуатації знаходитися у головного механіка підприємства. Кожен зварювальний агрегат слід підключати до індивідуального рубильника з запобіжниками або до автомата.

При провадженні зварювальних робіт забороняється:

- працювати з несправною апаратурою, зварювати свіжопофарбовані конструкції та вироби до повного висихання фарби, користуватися одягом і рукавицями зі слідом на них масел, жирів, бензину, гасу та інших горючих рідин;
- зварювати або нагрівати відкритим вогнем апарати і комунікації, заповнені горючими і токсичними речовинами, а також знаходитися під тиском негорючих рідин, газів, парів, повітря та електричної напруги.

5.3 Заходи з охорони праці при виконанні монтажних робіт

При виконанні монтажних (демонтажних) робіт в умовах діючого підприємства експлуатовані електромережі й інші діючі інженерні системи в зоні робіт повинні бути, як правило, відключені, закорочені, а устаткування і трубопроводи звільнені від вибухонебезпечних, пальних і шкідливих речовин.

Способи стропування елементів конструкцій і устаткування повинні забезпечувати їхню подачу до місця установки в положенні, близькому до проектного.

Очищення конструкцій для монтажу від бруду варто робити до їхнього підйому.

Елементи, що монтуються під час переміщення повинні утримуватися від розгойдування й обертання гнучкими відтягненнями.

Не допускається перебування людей на елементах конструкцій під час їхнього підйому чи переміщення.

Під час перерв у роботі не допускається залишати підняті елементи конструкцій і устаткування у висячому положенні.

Не допускається перехід монтажників по встановлених конструкціях і їхніх елементах.

Встановлені в проектне положення елементи повинні бути закріплені так, щоб забезпечувалася їхня стійкість і геометрична незмінюваність,

Не допускається перебування людей під елементами, що монтуються до установки їх у проектне положення і закріплення. При необхідності перебування працюючих під устаткуванням (конструкціями), що монтуються, а також на устаткуванні (конструкціях) повинні здійснюватися спеціальні заходи, що забезпечують безпеку працюючих.

Фарбування й антикорозійний захист конструкцій і устаткування у випадках, коли вони виконуються на будівельному майданчику, варто робити, як правило, до їхнього підйому на проектну відмітку.

У процесі монтажу конструкцій будинків чи споруд монтажники повинні знаходитися на раніше встановлених і надійно закріплених підмостях, які служать для безпечного виконання робіт на висоті понад 1 м над рівнем землі.

На будівлях, як правило, використовуються інвентарні риштування, підмостки, люльки, які мають паспорти підприємств, що їх виготовляють. Не інвентарні засоби підмоцнування використовують у виняткових випадках з дозволу головного інженера будівельно-монтажної організації, якщо висота не інвентарних риштувань більша за 4 м, їх споруджують за затвердженим проектом.

Для виконання будівельних робіт у межах одного поверху використовують підмості. Їх встановлюють в середині будівлі і переносять краном з одного поверху на інший.

Для забезпечення стійкості риштувань у поперечному напрямку їх необхідно надійно кріпити до стіни за допомогою анкерів.

Демонтаж риштувань проводиться в зворотній послідовності його монтажу, коли з настилів зняті всі матеріали, інструмент і транспортні засоби, спуск елементів риштування здійснюється за допомогою кранів.

Для захисту людей, що перебувають на риштуваннях, від прямого удару блискавки передбачено блискавковідвід.

У будівництві є цілий ряд робіт, де огороження неможливе (на краю перекриття, карнизу тощо), у цих випадках використовується тільки канатний захист і монтажні пояси.

5.4 Розрахунок заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції

Виконуємо розрахунок трансформаторної підстанції

1. В установках напругою до 1000 В з заземленою нейтраллю опір заземлюючого пристрою, до якого приєднується нейтраль трансформатора, повинен бути не більше 4 Ом.

Так як заземлюючий пристрій, що розраховується, одночасно використовується для електроустановки напругою понад 1000 В (трансформаторна підстанція 10/0,4 кВ) з малим струмом замикання на землю ($I_3=8 \text{ А} < 500 \text{ А}$), допустимий опір заземлюючого пристрою визначається по формулі:

$$R_3 = \frac{125}{I_3} = \frac{125}{8} = 15 \text{ Ом.}$$

2. Визначаємо опір одиничного вертикального стержня по формулі:

$$R_{oc} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) \quad (5.1)$$

де: l - довжина стержня, м;

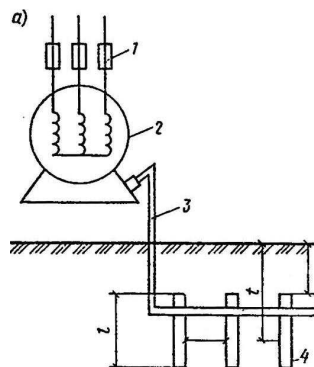
ρ - питомий опір ґрунту, Ом·м;

d - зовнішній діаметр стержня, м;

t - відстань від поверхні ґрунту до середини заземлювача, м;

$$R_{oc} = \frac{120}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot (0,8 + 1,5) + l}{4 \cdot (0,8 + 1,5) - l} \right) = 42 \text{ Ом.}$$

3. Визначаємо орієнтовну кількість вертикальних стержнів: $n = \frac{42}{1 \cdot 4} = 10,5$.



1 – запобіжники; 2 – електродвигун; 3 – з'єднувальна штаба; 4 – заземлювач.

Рисунок 5.1 – Схема заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції

Приймаємо $n=12$ стержнів, виходячи з умови задачі (заземлюючий контур виконаний у вигляді прямокутного чотирикутника).

1. Приймаємо схему розташування вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між суміжними заземлювачами

$$a = 2 \cdot l = 2 \cdot 3 = 6 \text{ м.}$$

де: l - довжина стержня, м;

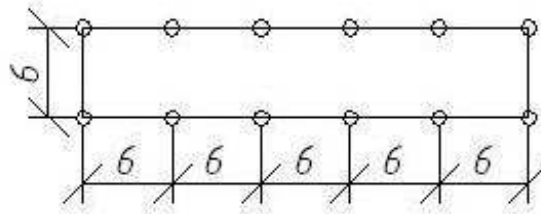


Рисунок 5.2 – Схема розташування вертикальних заземлювачів

5. Визначаємо довжину з'єднувальної штаби:

$$l_T = n \cdot a = 12 \cdot 6 = 72 \text{ м.}$$

6. Визначаємо опір сталюї штаби, яка з'єднує заземлювачі:

$$R_s = \frac{120}{2 \cdot 3.14 \cdot 72} \cdot \ln \frac{2 \cdot 72^2}{0.04 \cdot 0.8} = 3.4 \text{ Ом.}$$

7. Визначаємо опір групи стержневих заземлювачів із врахуванням екрануючого впливу з'єднувальної штаби:

$$R_g = \frac{42}{12 \cdot 0.69} = 5.1 \text{ Ом.}$$

η_g - коефіцієнт використання стержневого заземлювача, $\eta_g = 0.69$.

8. Визначаємо опір розтіканню струму з'єднувальної штаби R_z із врахуванням екранного впливу вертикальних заземлювачів:

$$R_z = \frac{3.4}{0.4} = 8.5 \text{ Ом.}$$

η_z - коефіцієнт використання горизонтального заземлювача(штаби), що з'єднує стержні, $\eta_z=0,40$.

9. Визначаємо загальний опір заземлюючого контуру:

$$R_u = \frac{R_g \cdot R_z}{R_g + R_z} = \frac{5,1 \cdot 8,5}{5,1 + 8,5} = 3,2 \text{ Ом} < [R_{\text{доп}}] = 4 \text{ Ом}.$$

Таким чином, розрахована кількість вертикальних заземлювачів задовольняє умови безпеки.

5.5 Цивільна оборона України в надзвичайних ситуаціях

Цивільна оборона України є складовою частиною соціальних та захисних заходів, які проводяться в мирний і воєнний час з метою захисту населення і народного господарства від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха і сучасних засобів ураження.

Цивільна оборона України організується за територіально-виробничим принципом на всій території і являє собою сукупність структур державного управління, підприємств, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони. Заходи цивільної оборони проводяться на всій території держави, як правило, заздалегідь, з врахуванням особливостей кожного району.

Основні завдання цивільної оборони:

- запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження і проведення заходів щодо зменшення збитків та втрат під час аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха;
- оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і воєнний час та постійне інформування його про наявну обстановку;
- захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та застосування засобів ураження;
- організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха та у воєнний час;

- створення систем аналізу і прогнозування управління, оповіщення і зв'язку;
- підготовка і перепідготовка керівного складу цивільної оборони, її органів управління та сил, навчання населення вмінню застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

Організаційна структура цивільної оборони України:

Кабінет Міністрів України постійно приділяє увагу розвитку цивільної оборони, підвищенню її ролі у захисті населення, підвищенню її значення, визначає основні принципи її побудови, характер і обсяг завдань, що вирішуються. Цивільна оборона організується за територіально-виробничим принципом.

Територіальний принцип полягає в організації цивільної оборони на території областей, міст і районів, сільських місцевостей відповідно до адміністративного поділу території. Згідно з цим, відповідальність на цих територіях несуть виконавчі органи влади, а начальниками цивільної оборони, які безпосередньо здійснюють керівництво цивільною обороною.

5.6 Забезпечення стійкості промислово-побутового комплексу в умовах надзвичайних ситуацій

Під стійкістю роботи промислових підприємств (об'єктів) розуміють їх можливість в умовах надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу виробляти продукцію в запланованому обсязі і номенклатурі, а при слабких пошкодженнях відновлювати виробництво в мінімальні терміни. Під стійкістю роботи об'єктів, які не виробляють матеріальних цінностей, розуміють їх можливість виконувати свої функції в умовах надзвичайних ситуацій.

Фактори від яких залежить стійкість роботи об'єктів в надзвичайних ситуаціях:

- надійність захисту робітників і службовців;
- безпечність розташування об'єкту відносно зон можливих зруйнувань;
- можливість інженерно-технічного комплексу протистояти ударній хвилі будь якого вибуху і уражаючим діям ядерної зброї;

- надійність керування виробництвом, силами і засобами цивільної оборони;

Із перерахованих факторів впливають такі шляхи і засоби підвищення стійкості роботи промислових підприємств:

- нагромадження фондів захисних споруд і засобів індивідуального захисту;
- розширення шляхів сполучення і розвиток всіх видів транспорту;
- утворення матеріально-технічних резервів;
- підтримування сил цивільної оборони в постійній готовності.

Принципами стійкості роботи промислових підприємств (об'єктів) в надзвичайних ситуаціях є єдина нормативна і директивна база, яка включає:

- Конституцію України;
- Закон про цивільну оборону України;
- Положення по цивільній обороні;
- Нормативні документи по стійкості роботи об'єктів;
- Директиви начальника штабу ЦО України.

В дипломній роботі передбачається зведення на території існуючого заводу будівлі виробничого корпусу з виготовлення керамічної цегли. Проектування виконувалось згідно вимог до стійкості функціонування об'єкту і передбачало наступні заходи:

- будівля одно поверхова, в плані прямокутної форми, що знижує парусність будівлі і збільшує стійкість до дії ударної хвилі;
- на території підприємства передбачені спеціальні будівлі для захисту працівників від аварій на АЕС, хімічно і вибухонебезпечних об'єктах, ядерної, хімічної, біологічної зброї та звичайних військових засобів ураження;
- в будівлі розміщені плани евакуації, встановлені таблички із зазначенням порядку виклику пожежної охорони, знаки місць розміщення первинних засобів пожежогасіння;

- територія підприємства забезпечена зовнішнім освітленням, яке забезпечує швидке знаходження пожежних драбин, протипожежного обладнання, евакуаційних виходів будинків і споруд;
- для підвищення стійкості до пожеж в будівлі використанні вогнестійкі конструкції (переkritтя виготовлене з армованого бетону), а також вогнезахисна обробка горючих елементів;
- дороги на території об'єкту з твердим покриттям, що забезпечує зручний і найкоротший шлях між виробничими будівлями;
- для уникнення ураження хімічною і біологічною зброєю, на виробництві передбачені засоби індивідуального захисту (фільтруючі та ізолюючі протигази, респіратори, ватномарлеві пов'язки, спеціальна ізолююча захисна одежа, а також медичні засоби захисту.

5.7 Висновки до розділу 5

1. Проведено аналіз заходів з охорони праці при виконанні електрозварювальних робіт та безпеки праці при експлуатації електрозварювальних у становок.
2. Виконано розрахунок заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції.
3. Розглянуто заходи із забезпечення стійкості промислово-побутового комплексу в умовах надзвичайних ситуацій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено технічне обстеження будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» з встановленням конструктивної схеми будівлі та визначенням основних об'ємно-планувальних рішень.

2. За сукупністю всіх показників визначення категорійності технічного стану всіх будівельних конструкцій і конструктивів об'єкта, обстежуваний дах будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» в цілому відносяться до III категорії (непридатний до нормальної експлуатації стан).

3. Виконано перевірочний розрахунок несучої здатності конструкції покриття будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» на навантаження, що діяли на момент проектування будівлі, а також на навантаження, які діяли на момент експлуатації об'єкту.

4. Враховано при встановленні дійсного напружено-деформованого стану конструкцій даху будівлі вплив навантажень від розміщення на його поверхні сонячних панелей. Встановлено, що існуюча конструкція даху будівлі неможливо нести навантаження такого характеру.

5. Для можливості подальшої надійної і безпечної експлуатації даху будівлі цеху по виготовленню сокових концентратів під літ. «Б» в цілому та з метою влаштування на його поверхні сонячних панелей, необхідно виконати підсилення несучих конструкцій даху згідно проведеного розрахунку.

6. Для можливості влаштування сонячних панелей на поверхні даху будівлі необхідно влаштувати додаткові прогони, стійки та розкоси шляхом об'єднання металевих крокв двоскатного даху з верхніми поясами структури в суцільні ферми. Також, відповідно до розрахунку, необхідно влаштувати додаткові горизонтальні та вертикальні зв'язки в межах двоскатного даху.

7. В місці демонтованого нижнього поясу структури необхідно в межах двоскатного даху влаштувати поперечні ферми для перередачі навантажень на сусідні несучі елементи даху. Таке рішення дозволить експлуатувати будівлю цеху з існуючим обладнанням без втручання в технологічний процес.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд.
2. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд.
3. ДБН В.1.2-9:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації.
4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі Зміною № 1.
5. ДСТУ Б В.2.6-210:2016 Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються.
6. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд.
7. ДСТУ 9273:2024 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість.
8. Постанова Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 року №257 Порядок проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва.
9. ДБН В12-5-2007 Науково-технічний супровід будівельних об'єктів.
10. ДБН В.1.2-12-2008 Будівництва в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки.
11. О.В. Якименко, К.О. Кіктьова. Технічна експлуатація будівель та споруд. Харків, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. – 248 с.
12. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будинків та споруд: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2008. – 108с.
13. Гандзюк М. П., Желібо Е. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці / За ред.. Гандзюка М. П. - К.: Каравела 2003 - 405 с.

14. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В.В., та інші. Основи охорони праці: Підручник. -К.: Основа, 2006. -444 с.
15. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник. - К.: Основа, 2002. - 320 с.
16. Пожежна безпека. Навч. посіб. /За ред. Рожкова А. П. — К.: Пожінформтех-ніка, 1999-255 с.
17. Ротань В. Г., Зуб І. В., Стичинський Б. С. Науково-практичний коментар до законодавства України про працю. Восьме видання. Доповнене та перероблене. — К.: Видавництво А.С.К., 2007. - 944 с.
18. Сучасні методи діагностики стану будівельних конструкцій після їх тривалої експлуатації / П.В. Ясній, О.П. Конончук, О.М. Якубишин // Праці V Міжнародної науково-технічної конференції «Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування», 19-22 вересня 2017 року — Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 — С. 222-225.
19. Використання неруйнівних методів контролю при дослідженні залізобетонних конструкцій / О.П. Конончук, І.М. Будзінський, А.Я. Данилків, Р.І. Фіцай // Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 7 – 8 грудня 2022 року — Т. : ТНТУ, 2022 — Том I. — С. 11-12.
20. Методичні вказівки до оформлення курсових та дипломних проектів із залізобетонних конструкцій для студентів спеціальності «Промислове та цивільне будівництво» / Ковальчук Я.О., Дубіжанський Д.І., Сорочак А.П., Конончук О.П. – Тернопіль: ТНТУ, 2013. – 52 с.
21. Ковальчук Я.О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.
22. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «Безпека в надзвичайних ситуаціях» / В.С.Стручок – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.

23. Конончук О.П. Технічне обстеження будівель корівників, що містять підвальний поверх на предмет можливості демонтажу надпідвального перекриття // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2024. – Вип. 45. – С. 345 – 354.

24. Технічне обстеження стану будівельних конструкцій будівлі готелю «Галичина» в місті Тернопіль / О.П. Конончук, П.О. Погребняк, С.В. Чаплінський, В.В. Штогрин // Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 6 – 7 грудня 2023 року — Т. : ТНТУ, 2023 — С. 23.

25. Kononchuk, O., Iasnii, V., Lutsyk, N., 2022. Prediction of reinforced concrete structures behavior using finite element method. 1st Virtual International Conference «In service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction». Procedia Structural Integrity 36, 177 – 181.

26. Налєпа О.І. Особливості методики розрахунку сталеві малоелементної ферми з двотавровим верхнім поясом змінної жорсткості / О.І. Налєпа, С.В. Філіпчук, Д.Я. Баран, О.П. Конончук // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2023. – Вип. 43. – С. 166 – 176.

27. Верюзький, Ю.В. Комп'ютерні технології проектування залізобетонних конструкцій / Ю.В. Верюзький, В.І. Колчунов, М.С. Барабаш, Ю.В. Гензерський. - К.: Національний авіаційний університет, 2006. - 808 с.

28. Романюк В.В. Вибір оптимальних параметрів розвитку висоти поперечного профілю пефорованих елементів / В.В. Романюк, В.В. Супрунюк, Л.І. Безнюк, Д.Я. Баран, О.П. Конончук // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2023. – Вип. 43. – С. 187 – 198.

29. Romaniuk, V., Supruniuk, V., Bezniuk, L., Kononchuk, O., Meshcheryakova, O., Soroachak, A., 2024. Experimental studies of a steel rafter arch with a perforated upper band. VII International Conference “In-service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction” (DMDP 2023). Procedia Structural Integrity 59, 479 – 486. [https://authors.elsevier.com/sd/article/S2452-3216\(24\)00384-6](https://authors.elsevier.com/sd/article/S2452-3216(24)00384-6).

30. Romaniuk, V., Supruniuk, V., Bezniuk, L., Kononchuk, O., Meshcheryakova, O., Sorochak, A., 2024. Features of the work of continuous perforated beams near intermediate supports. VII International Conference “In-service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction” (DMDP 2023). Procedia Structural Integrity 59, 471 – 478. [https://authors.elsevier.com/sd/article/S2452-3216\(24\)00383-4](https://authors.elsevier.com/sd/article/S2452-3216(24)00383-4).

31. Методичні вказівки до написання розділу з Охорони праці в будівництві для спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» - Тернопіль: ТНТУ, 2024 – 15 с.

32. Конспект лекцій з дисципліни «Обстеження і випробування будівель і споруд» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. / Укладач: О.П. Конончук – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 95 с.