Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра
(назва освітнього ступеня)

на тему: Проєкт адміністративно-побутового комплексу з дослідженням несучих конструкцій

Виконав: студент 6 курсу, групи МБмд-61
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

Студент	_____ (підпис)	Очерклевич А.І. (прізвище та ініціали)
	_____ (підпис)	Сеник В.М. (прізвище та ініціали)
Керівник	_____ (підпис)	Бодрова Л.Г. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____ (підпис)	Мещерякова О.М. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	_____ (підпис)	Ясній В.П. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	Качка О.І. (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Ясній В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20___ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

студентам Сенику Василю Мирославовичу, Очерклевичу Андрію Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проєкт адміністративно-побутового комплексу з дослідженням несучих конструкцій

Керівник роботи Бодрова Людмила Гордіївна, к.т.н. доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «___» _____ 20___ року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Архітектурний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Науково-дослідна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
8-10 листів формату А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каспрук В.Б. доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С. ст. викладач		
Нормоконтроль	Мещерякова О. М. ст. викладач		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурний розділ		
2.	Розрахунково-конструктивний розділ		
3.	Науково-дослідна частина		
4.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
5.	Графічне оформлення креслень		

Студенти _____ Очерклевич А.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ Сеник В.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Бодрова Л.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ЗМІСТ 1
ВСТУП 2
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ 5
1.1 Характеристика земельної ділянки та існуючої забудови (при наявності) 5
1.2 Генплан ділянки 5
1.3 Об`ємно планувальне рішення 8
1.4 Доступність для маломобільних груп 9
1.5 Протипожежні заходи 10
1.6 Розрахунок кількості паркомісць 14
1.8 Інженерні мережі 18
1.10 Водопостачання та каналізація 23
1.11 Заходи енергоефективності 26
1.12 Оцінка впливу на навколишнє середовище 28
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ 31
2.3.1 Перевірка верхнього стиснутого поясу ферми 51
2.3.3 Перевірка розтягнутого опорного розкосу з труби 140х5 55
2.3.4 Перевірка стиснутого опорного розкосу з труби 140х5 55
2.3.5 Перевірка середнього розтягнутого розкосу 57
2.4.1 Машинний розрахунок балки Б-1 у програм SCAD, модуль Kristall 32-bit 58
2.6.1 Характеристики ґрунтів 70
2.6.2 Навантаження на фундамент 72
2.7.1 Опалубка та компонування плити перекриття 80
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ 100
РОЗДІЛ 4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ 114
БІБЛІОГРАФІЯ 136

ВСТУП

С. Солонка розташоване на віддалі 12 км на південь від Львова, вважається передмістям, що в останні роки динамічно забудовується. Населення — 7308 осіб. Оскільки Львів є привабливою локацією для логістичних складських центрів з кількох причин:

1. Географічне розташування: Львів розташований близько до кордону з Європейськими країнами, що робить його стратегічно важливим пунктом для логістики та постачання.

2. Транспортна інфраструктура: Місто має добре розвинену транспортну інфраструктуру, включаючи дороги, залізницю та аеропорт. Це дозволяє забезпечити ефективний рух товарів із східних та західних регіонів.

3. Бізнес-сприятлива атмосфера: Львів є важливим бізнес-центром, що пропонує підприємцям дружелюбні умови для розвитку бізнесу. Це також стосується податкової політики та інших аспектів бізнес-екосистеми.

4. Розвиненість електронної торгівлі: Зростання електронної торгівлі створює попит на логістичні центри для ефективного виконання замовлень та доставки товарів. Львів, як інноваційне місто, може бути ідеальним місцем для таких центрів.

5. Висока кваліфікація робочої сили: Львів славиться своєю освіченою та кваліфікованою робочою силою. Це є важливим фактором при виборі місця для логістичних центрів, де потрібна організація складських операцій та управління інвентарем.

6. Сприятливі умови для розвитку інновацій: Львів активно розвивається в напрямку інновацій та технологій. Це може забезпечити логістичним центрам доступ до новітніх технологій, що підвищують ефективність операцій. Враховуючи ці чинники, Львів може стати стратегічним місцем для розташування логістичних складських центрів, які обслуговують різноманітні галузі, включаючи електронну торгівлю, виробництво та дистрибуцію.

Отже було прийняте рішення з проектування та подальше будівництво логістично-складського центру.

Згідно з генеральним плану техніко-економічні показники складають: площа земельної ділянки – 12003 м^2., площа логістичного центру – 7715,89 м^2. На генеральному плані відображено розу вітрів з орієнтуванням споруд. Згідно завдання, яке передбачалося проектом було запроектовано парко-місця, майданчики для відпочинку дітей та дорослих та ін. Будівля простої геометричної форми у плані. Гранична висота будівлі – 14,43 м. Поверховість – 1 поверх у складі, та 3 поверхи у адміністративному центрі. Дана споруда є частиною логістичного центру у даному дипломному проекту ми розглянемо складське приміщення. Диплом захищається двома особами, один відповідає за залізобетонні конструкції, а другий за металеві конструкції покрівлі.

За конструктивною схемою споруда є монолітним просторовим каркасом який підтримує металеві конструкції покрівлі. Жорсткість забезпечується за допомогою монолітної етажерки (сходова клітка, та плита перекриття), також жорсткість забезпечується вертикальними та горизонтальними металевими зв’язками. Фундаменти – монолітні залізобетонні стовпчасті, розв’язані між собою залізобетонними балками. Монолітні плити перекриття етажерки слугують жорстким диском. Колони – виконані з монолітного залізобетону та розв`язані між собою металевими розпірками та вертикальними зв`язками. Покрівля виконана з набірного сендвічу по профлисті, та опирається на систему металевих ферм та балок, які розкріплені між собою розпірками та зв`язками.

Конструктивним розділом дипломної роботи передбачено розрахунок восьми основних конструкцій проектованої будівлі. В даному випадку це поділ на залізобетонну частину, а саме: залізобетонні монолітні фундаменти, залізобетонна монолітна колона, монолітні залізобетонні фундаментні балки та монолітне перекриття етажерки; та металеву частину: металеві кроквяні ферми, металеві підкроквяні ферми, металеві балки, металеві елементи зв’язків.

Для машинного розрахунку будівельних конструкцій використано

програмний комплекс Dlubal RFEM 5.24. В даній програмі змодельовано залізобетонний та металевий каркас будівлі з врахуванням всіх несучих елементів, та навантажень згідно нормативних документів.

Тема наукової роботи для залізобетонної частини – застосування в будівельних конструкціях муфт для з'єднання робочої арматури, дослідження міцності муфти, контроль муфтового з’єднання, аналіз результатів.

Тема наукової роботи для металевої частити – порівняння розрахунків поясу ферми на продавлювання, ручний розрахунок, розрахунок у програмі Dlubal RFEM 5.24., розрахунок у програмі СКАД.

Об’єкт досліджень: 1. Муфтові з`єднання арматурних стержнів у монолітних колонах. 2. Продавлювання поясів металевої підкроквяної ферми. Порівння розрахунків у різних програмних комплексах.

Предмет дослідження – напружено-деформівнмй стан конструкцій

Методи досліджень: аналітичний, метод скінчених елементів, порівняльний аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів: аналіз машинного випробування металевих муфт для стикування арматурних стержнів. Аналіз компютерного розрахунку на продавлювання поясу ферми з ручним.

Практична значимість результатів дослідження. У кваліфікаційній роботі досліджено доцільність використання металевих муфт для стикування арматурних стержнів. Доцільність використання розкосів металевих ферм у їх співвідношенні до ширини поясу ферми.

Ключові слова: МЕТАЛЕВА МУФТА, ЗАЛІЗОБЕТОННА КОЛОНА, МЕТАЛЕВИЙ РОЗКІС, ПРОДАВЛЮВАННЯ, ПОЯС ФЕРМИ.

РОЗДІЛ 1
АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика земельної ділянки та існуючої забудови (при наявності)

Ділянки проектування площами 1,4858 га і 0,1176 га розташовані по вул. Кільцевій в с. Солонка Пустомитівського району Львівської області. На даний момент на території ділянки вільна від забудови. Заїзд на територію обслуговування проектованої будівлі передбачено з північної сторони по проїзду від вул. Кільцевої. Робочим проектом передбачено комплексний благоустрій території, влаштування автостоянок, у т.ч. для осіб з інвалідністю та маломобільних груп населення. Рельєф ділянки з ухилом в південну сторону.

Характеристика району та майданчика будівництва:

кліматичний район II В4;

температура повітря холодної п'ятиденки -19°С;

швидкісний напір вітру 0,51КПА;

сніговий район IV;

снігове навантаження 1310 ПА;

нормативна глибина промерзання ґрунту 0,8м.

зона вологості – нормальна.

1.2 Генплан ділянки

Ділянка розташована на вул. Кільцевій, 68 в с.Солонка, Львівської області. Характеристики проектованої інженерно-транспортної структури.

Генеральний план « будівництво логістичного центру по вул. Кільцевій,68 в с.Солонка Львівської області.» розроблений з врахуванням генерального плану с. Солонка.

Головний заїзд на територію логістичного центру передбачений з північної

сторони з сторони обїзної дороги Львова. Запроектований круговий об'їзд навколо будівлі пожежної машини по твердому покриттю.

Проектом передбачається будівництво одноповерхового логістичного центру з 2- поверховою адміністративно-побутовою частиною.

Площа забудови земельної ділянки –7 371,8 м^2, що становить 45% від площі земельної ділянки.

Рівень + 0,00 будівлі відповідає – 338,3 Гранична висота будівлі – 14,50 м.

Умовна висота 3,80 м.

Відстань від червоної лінії – 9,30 м.

Запроектовано надземну автостоянку на 41 машино-місце, з яких для працівників на 36 машино- місць і гостьову автстоянку на 5 машино-місць, в тому числі - 5 для мало-мобільних груп населення.

В межах ділянки передбачається розміщення трансформаторної підстанцію на нормативній відстані,- 10 м. габарит трансформаторної підстанції 5 х 6 м.

В рівні 1-го пов. передбачено стоянку для велосипедів і скутерів.

Побутові стоки скидаються в проектовану каналізацію , згідно технічних умов . Дощові стоки - через дощеприймачі в проектовану каналізацію .

Озеленення організоване – влаштуванням газонів з дренажним шаром межах забудови і висадкою багаторічних кущів і дерев за межами паркінга.

Заходи на генплані для експлуатації маломобільними групами населення.

На пішохідних доріжках, тротуарах використання бруківки з протиковзними властивостями. У пішохідних зонах запроектовані спеціальні тактильні смуги (ТС), а саме: в зонах перед входами, у зоні перед автомобільним проїздом та у зонах перепаду висоти.

Поздовжніх ухил доріжок та тротуарів складає не більше 2% при максимально допустимому - 4% (ДБН В.2.2-40:2018).

Планування території в існуючій ситуації виконується до відповідних ухилів для відведення поверхневих і талих вод від будівлі. Стік атмосферних і талих вод поверхневий спланованими поверхнями землі у лотки із подальшим викидом у

понижені ділянки та дощеприймальні решітки проектованої дощової каналізації.

Таблиця 1.1 - Техніко-економічні показники

Показник	Одиниця вим.	Кількість				
		логістичний центр	Підземна насосна	підземна частина	КПП	Всього
Вид будівництва	Нове будівництво					
Ступінь вогнестійкості будівель споруд	II					
Поверховість	пов	1;2	1	-	1	1;2
Площа ділянки	га	1,4858 га+ 0,1176 га=1 6034				
Площа забудови	$м^2$	7305,60	98.20	24,0	6,20	7434,00
Загальна площа приміщень	$м^2$	7 772,63	88.80	-	5.50	7 866.93
Загальна площа	$м^2$	7 857,40-	88,80	-	5,50	7951.70
Корисна площа	$м^2$	7 663,70	88,80	-	5,50	7 758,00
Розрахункова площа	$м^2$	7350,0	88,00	-	5.50	7 443.50
Площа верхнього технічного поверху	$м^2$	1 290,50	-	945,85		2 236,35
Кількість створених робочих місць	місце	45	-	-	1	46
Загальний будівельний об'єм будівель, у т. ч.: вище відм. 0,000 нижче відм. 0,000	$м^3$ $м^3$	102 278 102 278 -	88,20 - 88,20	80 - 80	18,60 18,60 -	102 464,8 102 296,6 168,20
Показники річних витрат ресурсів: - електроенергії - палива (природний газ) - води - -тепла	тис. кВт год. тис. $м^3$ тис. $м^3$/рік тис.кВт/рік	451,130 45,75 11,778 402,539				
Тривалість будівництва	міс	15.0				

1.3 Об`ємно планувальне рішення

При розробці даного проекту виконувались вимоги діючих будівельних норм та правил, санітарно

- гігієнічних норм Міністерства охорони здоров'я, правил техніки безпеки, Держтехнагляду, положень по організації праці працюючих, законодавчих актів Закону України про охорону праці і загальних нормативних документів:

ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова територій

ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України

ДСП-173 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів»,

ДБН В.2.2-40: 2018 «Інклюзивність будинків і споруд»

ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво»

-ДБН В.2.2-9-2018 «Громадські будинки та споруди»;

ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

Робочим проектом передбачається будівництво логістичного центру.

Проектована будівля логістичного центру - одноповерхова з вбудованим двоповерховим з верхнім технічним поверхом блоком адміністративно-побутових приміщень. Будівля прямокутної форми в плані, розмірами в осях 96,70х73,0 м.

На першому поверсі логістичного центру запроектовано: тамбур, приміщення охорони, комору, хол, офісне приміщення, роздягальні чоловічу та жіночу, душові, склад та санвузли (у т.ч. універсальні). На другому поверсі адміністративно-побутового блоку передбачено: офісні приміщення, хол, кабінет, кімнату нарад, допоміжні приміщення (кімната прийому їжі, відпочинку), комору та санвузли. На технічному поверсі запроектовано технічне приміщення та приміщення вентиляційих установок.

Зв'язок між поверхами адміністративно-побутової частини будівлі передбачено по двох сходових клітках типу СК1.

До логістичного центру до складів – передбачені під'їзди з гідро-рампами.

Кількість воріт - 19 . На технічному поверсі розташовується інженерне обладнання опалення, вентиляції та кондиціювання. Загальна висота будівлі від рівня проектованого нуля логістичного центру - складає 14 м.

Ступінь вогнестійкості II.

Для працівників передбачені побутові приміщення з санвузлами і душовими.

Група технічних приміщень, а саме вузол вводу, електрощитова, насосна, резервуари питної води та пожежогасіння розташовані в підземній частині в приямку та мають безпосередній вихід на вулицю.

1.4 Доступність для маломобільних груп

Будівлю запроектовано з врахуванням вимог ДБН В.2.2-40:2018 "Інклюзивність будівель і споруд". Поверхні покриття мощення перед приміщеннями та підлоги в приміщеннях запроектовано з твердих неслизьких матеріалів, ширина вхідних дверей передбачена 900 мм, всі дверні заповнення передбачено без порогів, на внутрішній стороні дверних полотен запроектовано допоміжні ручки. Зовнішні сходи входу в адміністративно-побутовий блок передбачено продублювати пандусом. На стоянці для автомобілів запроектовано місця для автомобілів осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення.

Маломобільні групи населення (МГН) забезпечуються:

-фізичною можливістю потрапляння на об’єкт та пересування в ньому, переміщення прилеглою територією за рахунок уникнення сходів і різких перепадів.

-можливістю отримання інформації орієнтування по комплексу за допомогою навігацій і покажчиків.

- виходи з будівлі - універсальні без ганків в рівень з землею;

- евкуація МНГ – передбачається через відкривні двері шириною мін. 1,0м (На прозорих полотнах

- передбачається контрастне маркування заввишки 0,1 м на рівні 1,2 м;

- вхідні двері для МГН – без порогів;

- глибина вхідних тамбурів – мін. 1,8 м.

Наземна автостоянка передбачає паркомісця для МГН відповідно до ДБН В 2.2-40:2018. Кількість паркомісць – згідно розрахунку –20.

Габарити паркомісць – нормативні 5м х 3,5м., для малобільних груп населення – 5м х4,8 м.

На першому поверсі (відм. ±0.000)в середній частині будівлі проектується вхідна група з холом для очікування, пункт охорони, побутові приміщення.

Висота приміщень 1-го поверху адміністративно-побутової частни –3 м . до низу підвісних стель, які закривають монолітне залізобетонне перекриття та інженерні мережі. На другому поверсі (від. +3.75) запроектовано приміщення з санвузлами чоловіків, жінок.

На технічному поверсі запроектовано технічне приміщення та приміщення вентиляційих установок. Вхід в тех приміщення здійснюється з площини даху. На площині даху буде розташовуватися технологічне обладнання – вентиляційне обладнання, обладнання кондиціювання з розташуванням конденсаторних установок на даху. . Також по периметру даху передбачено парапет огородження

1.5 Протипожежні заходи

Об’єкт – Нове будівництво логістичного центру по вул. Кільцевій,68 в с.Солонка Львівської області обладнано наступними системами протипожежного захисту:

- автоматичною системою пожежної сигналізації;
- системою оповіщення та управління евакуацією людей четвертого типу;
- системою передачі тривожних сповіщень першого типу;
- автоматичною системою водяного (спринклерного) пожежогасіння;
- внутрішнім протипожежним водопроводом;

- системами протидимного захисту;
- системою блискавкозахисту;
- системою загазованості приміщень. Конструктивні рішення.

Призначення будівлі – громадська будівля.

Ступінь вогнестійкості будівлі – II

Межі вогнестійкості несучих та огороджувальних конструкцій Комплексу: Колони комплексу – R 150;

- стіни несучі та сходових кліток - REI 150; стіни самонесучі - REI 75;
- зовнішні ненесучі стіни - E 30;
- стіни внутрішні ненесучі (перегородки) - EI 30;
- сходові площадки, косоури, сходи, балки, марші сходових кліток - R 60; міжповерхові перекриття - REI 60;
- елементи суміщених покриттів – REI 30 (для плит, настилів), R30 (для балок, ферм).
- Стіни перегородки між 1-м 2-м поверхом - EI 45, двері приміщень EI 30, перегродки холу 1-го поверху – EI – 45.
- межа поширення вогню по будівельних конструкціях - M0.

Всі вертикальні проходження мереж – відсікаються протипожними відсічками.

Розроблений розділ – розрахунок часу евакуації при пожежі. Ширини дверних прорізів – згідно розрахунку.

Проектом передбачено автоматичною системою пожежної сигналізації (СПС) обладнати:

- системою з використанням адресних компонентів – всі приміщення будівлі у відповідності до вимог п.п.3.3 п.3 табл.А1 дод.А ДБН В.2.5-56:2014, п.10.13 ДБН В.2.2-40:2018;
- системою з використанням неадресних компонентів – приміщення автостоянки у відповідності до вимог п.п.11.5, 11.9 п.11 табл.А2 дод.А ДБН В.2.5-

56:2014;

Проектне рішення – для захисту приміщень логістичного центру- проектом прийняті компоненти адресної пожежної сигналізації “Омега” ПУ-П та ППКП-П. Резерв ємності забезпечується використанням не більше 90% адресів у кожному шлейфі з адресними елементами. В якості основних сповіщувачів використати димові пожежні сповіщувачі СПДОТА. Шляхи евакуації та виходи з приміщень прийнято обладнати ручними сповіщувачами типу СПРА. Для запуску насосів внутрішнього протипожежного водопроводу і систем протидимного захисту використано кнопки типу КА04-Ж та КА04-С, що встановлюються в шафах пожежних кранів.

Для приміщень складів проектом прийнято використати неадресну пожежну сигналізацію на базі ППКП типу Тірас-16П. В якості основних сповіщувачів використано автоматичні димові оптичні сповіщувачі типу СПР-3 (Артон). Шляхи евакуації та виходи з складу обладнано ручними сповіщувачами типу SPR-1 (Артон), які підключено на окремі шлейфи ППКП. Одним шлейфом контролюється не більше п’яти приміщень об’єкту. Для запуску насосів внутрішнього протипожежного водопроводу і систем протидимного захисту використано кнопки типу РУПД, що встановлюються в шафи пожежних кранів.

Вбудовані в пристрої системи акумуляторні батареї забезпечують роботу системи не менше 30 годин у черговому режимі, в режимі «тривога» система працює не менше 3 годин.

Системою оповіщення та управління евакуюванням людей (СО) четвертого типу (мовне оповіщення із зворотнім зв’язком), у відповідності до вимог п.10.13 ДБН В.2.2-40:2018 прийнято обладнати приміщення адміністративно-побутової частини логістичного центру.

Проектне рішення – для створення в приміщеннях будівлі системи оповіщення четвертого типу проектом прийнято застосувати стійку оповіщення ВЕЛЛЕЗ із встановленням гучномовців мовного оповіщення типу 3АС100Пн, 6АС100Пн, 15АС100Пн у приміщеннях складу. Системою забезпечено рівень

звукового тиску в кожній точці офісних приміщень не менше 70дБ, а у приміщенні закладу харчування – 75дБ, що забезпечує перевищення звукового тиску постійного шуму на 15дБ. Влаштовано зворотній зв'язок з пожежним постом за допомогою блока КПО5 і визивних модулів ВМ01, що встановлюються на шляхах евакуації біля сходових кліток. Для управління евакуацією людей на шляхах евакуації застосовуються світлові покажчики «Вихід» типу ОС-1. Зовні будівлі прийнято встановити зовнішній світло-звуковий оповіщувач типу «Джміль».

Систему передачі тривожних сповіщень (СПТС) відповідно вимог п.п.12.1 п.12 табл.А1 дод.А ДБН В.2.5-56:2014. проектом прийнято виконати першого типу. СПТС побудована на базі модуля передачі тривожних сповіщень Лунь-9с, що управляється від ППКП системи пожежної сигналізації будівлі. ППКП автостоянки зв'язано з ПУ-П основної будівлі і має можливість передавати тривожні сповіщення через основний ППКП об'єкту.

Витрата води на внутрішнє пожежогасіння логістичного центру від ПК прийнята - два струменя по 5,0 л/с (табл.3 ДБН В.2.5-64:2012); пожежний кран Ду65, радіус дії компактної частини струменя прийнятий 6 м, діаметр сприска 19 мм, напір біля крану 20,0 м, довжина рукава 20 м, уточнена витрата - 2,6 л/с. Загальна витрата на пожежогасіння від ПК - 5,2х2=10,4 л/с. Мережа внутрішнього протипожежного водопроводу автономна, повітрозаповненя. Запуск системи передбачається за допомогою пускових кнопок, які встановлюються в кожній шафі ПКК.

Приміщення будівлі згідно табл.3 розділу 8 ДБН В.2.5-64:2012 обладнано внутрішнім протипожежним водопроводом.

Системи протидимного захисту – згідно вимог розділу 10 ДБН В.2.5-56:2014, - обладнані ліхтарями димовидалення згідно розрахунку

Система блискавкозахисту – згідно вимог ДСТУ EN62305:2012 "Блискавкозахист" необхідно обладнання будинку системою третього рівня.

Захист від прямих ударів блискавки (ПУБ) забезпечується шляхом використання стрижневих блискавкоприймачів та сітки блискавкозахисту, що

прокладена по покрівлях та парапетах по периметру дахів будівель, вимог ДСТУ EN62305:2012. Захист виступаючих елементів (вентиляційних шахт тощо) прийнято виконати стрижневими блискавкоприймачами, що під'єднані до захистної сітки найкоротшим шляхом. Опуски струмовідводів до заземлюючого пристрою прийнято виконати із застосуванням арматури Ø12мм, що додатково закладена в залізобетонних колонах будівлі та, для забезпечення електричної неперервності по всій висоті будівлі з'єднана зварюванням. Стрижні арматури струмовідводів з'єднано з сіткою із смуги сталевої оцинкованої 25х4мм, що закладається в залізобетонному фундаменті будівлі.

Крім того в фундаментах передбачено закладення сітки зі смуги сталевої оцинкованої січенням не менше 100 мм² (25х4 мм) з кроком 12х24 м, що кріпиться до арматури з/б фундаменту методом зварювання. Контур безперервний, з'єднання зварні. Контур заземлення та блискавкоприймальну сітку приєднано до закладеної арматури Ø 12 мм яка забезпечує неперервний електричний зв'язок по всій висоті колон з арматурою залізобетонних.

1.6 Розрахунок кількості паркомісць

Розрахункова кількість місць на автостоянках для установи управління визначається відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2018 "Планування і забудова територій" згідно Табл. 10.7 пункту 1.

Згідно таблиці, на 100 працюючих має бути не менше ніж 15-20 машиномісць. Відповідно до розрахунку класу наслідків даного об'єкту будівництва:

- кількість постійно перебуваючих людей (N1) у проектованій будівлі складає 46 осіб
- (кількість осіб, відносно яких проводиться розрахунок мінімальної кількості машиномісць на автостоянці - N1=46 осіб)
- 46 х15 / 100 = 7 машиномісць

На відкритих індивідуальних автостоянках біля закладів обслуговування слід виділяти не менше ніж 10% місць (але не менше одного місця) для транспорту осіб з інвалідністю, відповідно до вимог ДБН Б.2.2-40:2018 "Інклюзивність будівель і споруд" згідно п.5.4.1.

7х 10% =1 машино-місце

3 паркомісця відведені для користування маломобільними групами населення на паркінгу. Ці місця позначені відповідним дорожнім знаком, горизонтальною розміткою та розташовуються у безпосередній близькості до вхідних груп.

Отже, даним проектом забезпечена мінімальна потреба об’єкту у парко-місцях.

На надземній автостоянці – передбачено 37 паркомісць – для відвідувачів логітичного центру. Доступність малобільних груп з передбачена в безпосередньо біля входу в адміністративно- побутову частину логістичного центру.

1.7 Технологічні рішення складування

Будівля логістичного центру - окремостояча, одноповерхова з вбудованим двоповерховим з верхнім технічним поверхом блоком адміністративно-побутових приміщень. Будівля прямокутної форми в плані, розмірами в осях 96,70х73,0 м.

На першому поверсі логістичного центру адміністративно-побутового блоку запроектовано: тамбур, приміщення охорони, комору, хол, офісне приміщення, роздягальні чоловічу та жіночу, душові, склад та санвузли (у т.ч. універсальні). На другому поверсі адміністративно-побутового блоку передбачено: офісні приміщення, хол, кімнату нарад, допоміжні приміщення (кімната прийому їжі, відпочинку та надання першої допомоги), комору та санвузли. На технічному поверсі запроектовано технічне приміщення для вентиляційних установок.

Даним комплектом креслень розроблені технологічні рішення в частині розміщення і обладнання устаткуванням наступних приміщень: складські і допоміжні приміщення, адміністративно-побутові приміщення, вузлова насосної.

Технологічні рішення розміщення і обладнання торгівельним устаткуванням приміщень логістичного центру

розроблені з врахуванням чинних в Україні норм і правил:

ДБН В.2.2.-9:2018 "Громадські будинки та споруди";

ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення»;

ДБН В.2.2.-40:2018 "Інклюзивність будівель і споруд"

ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

Складські приміщення призначені для щоденного обслуговування клієнтів. Вхід до складів передбачений як із ззовні, так і з адміністративно-побутового блоку.

Організаційна структура логістичного комплексу складається з 3-х функціональних груп приміщень розмежованих за призначенням:

- складські і допоміжні приміщення;
- адміністративно-побутові приміщення;
- вузлової насосної.

Складські приміщення розділені за функіональним призначенням на наступні зони:

- зона розвантаження , комплектація та сортування
- зона, призначена для зберігання інвентарю, обладнання;
- експедиційна зона –на якій здійснюється прийом і відпуск товарів, комплектація вантажів;
- За показником рівня механізації складських процесів проектовані склади відносяться до немеханізованих, оскільки обслуговування вантажів виконується за допомогою ручної обробки. До найкращому варіанту відносяться автоматизовані складські системи. У них застосовуються підйомно-транспортні пристрої, якими можна керувати за допомогою комп’ютера.

У всіх складах використовується торгове обладнання, за допомогою якоого забезпечується товарообіг. До них відносяться стелажі різних розмірів і конфігурацій, каркасні огородження, контейнери, піддони, пластикові ящики.

Складські та допоміжні приміщення.

Склад і площі приміщень складських і допоміжних прийняті згідно ДБН В.2.2-23:2009

Склади обладнуються стелажами складськими палетними, візками гідравлічними для перевезення палет, візками складськими до 400 кг, візком для збору макулатури, штабелером електричним. Інвентарна зона обладнується шафами металевими для мийних та дез.засобів, стелажем підсобним, візком для прибирання, порохотягами для сухого і вологого прибирання, машинами підлогомийними в-ва Kärcher (Німеччина), продуктивністю ло 1020 м2/год, рукомийником. Додатково передбачено ваги товарні напільні електронні, до 300 кг, відлякувач птахів ультразвуковий, знищувач комах.

Приміщення додатково обладнується прес-машиною для вторсировини, із регульованим зусиллям пресу до 5 т.

Адміністративні та побутові приміщення.

Склад і площі приміщень складських і допоміжних прийняті згідно ДБН В.2.2-23:2009

«Підприємства торгівлі», табл.М1, додаток М та завдання на проектування та ДБН В.2.2- 28-2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення».

На першому поверсі АПК запроектовано: тамбур, приміщення охорони, комору, хол, офісне приміщення, роздягальні чоловічу та жіночу, душові, склад та санвузли (у т.ч. універсальні для МГН). На другому поверсі адміністративно-побутового блоку передбачено: офісні приміщення, хол, кабінет, кімнату нарад, допоміжні приміщення (кімната прийому їжі, відпочинку), комору та санвузли. На технічному поверсі запроектовано технічне приміщення та приміщення вентиляційих установок. Загальна площа адміністративних та побутових приміщень складає 616,50 м2.

Кімната персоналу обладнується міні кухнею з мийкою побутовою, чайником електричним, піччю мікрохвильовою, поверхнею обіденною з табуретами, підставкою для води бутильованої. У кабінетах та залі для нарад передбачено столи письмові, крісла пересувні, комп'ютерні термінали, шафа для одягу.

Кількість співробітників логістичного центру складає 46 осіб у максимальну зміну, загальна кількість (обліковий склад) 92 особи.

Персонал логістичного центру забезпечується гардеробом і санітарно-побутовими приміщеннями відповідно до груп виробничих процесів.

Для персоналу також передбачені окреме приміщення приймання їжі. При експлуатації об'єкта персонал повинен забезпечуватися безкоштовним санітарним одягом і санітарним приладдям відповідно до норм забезпечення працівників підприємства. Прання спецодягу передбачено у пральні згідно укладеної угоди.

Вторинні відходи, що виникають при роботі центру і підлягають подальшій переробці, збираються в тарній та пресуються передбаченим пресом для вторсировиниіз зусиллям до 5 тон. Отримані брикети передаються у спеціалізовані організації на переробку згідно укладених угод. Для решти відходів передбачено смітники, облаштовані на території згідно вимог ДБН.

1.8 Інженерні мережі

Електротехнічні рішення

Напруга мережі

а) силового обладнання - 380/220 В б) електроосвітлення - 220 В

Категорія надійності -III

Розрахункова потужність:

робочий режим – 50 кВт;

пожежний режим – 20 кВт;

Силове електрообладнання

Основними силовими споживачами електроенергії є технологічне обладнання, електроприводи сантехнічного обладнання, обладнання побутового призначення, напругою 380/220 В.

Для прийому, обліку і розподілу електроенергії на напрузі 0,4 кВ, проектом передбачається установка ввідно-розподільчих пристроїв ВРП1, ВРП2 які встановлюються в електрощитовій. Для забезпечення електроспоживачів 1-ї категорії встановлена шафа з АВР (ГРЩ).

Чілери, які встановлені на даху заживлюються напряму від проектованої ТП. Пускова і захисна апаратура постачається комплектно з обладнанням.

Проектом передбачений захист силових мереж від перевантаження і струмів к.з., який здійснюється автоматичними вимикачами з комбінованими розчеплювачами, встановленими в розподільчих щитах. Комутаційна і захисна апаратура прийнята імпортного виробництва фірми «Шнайдер».

Конструктивно, силові мережі виконуються кабельними. Кабелі прокладаються відкрито, на кабельних лотках, кабельних конструкціях і сховано в трубах з негорючого ПВХ пластикату в штрабах будівельних конструкцій.

Силові кабелі прийняті з мідними жилами марки ВВГнг-нд; для електроприймачів протипожежної сигналізації, вентиляторів димовидалення, мережі виконуються вогнестійкими кабелями NHXH FE180/E90.

Електрообладнання, електроапаратура і електромережа прийняті з врахуванням призначення, класу приміщень згідно ПУЕ і характеру середовища.

Для компенсації реактивної потужності проектом передбачені автоматичні конденсаторні установки, які забезпечують доведення показника cosφ до значення 0,97, та запобігають перекомпенсації.

Комерційний облік електроенергії буде здійснюватися на ТПпр. Комерційний облік буде здійснюватися у ввідно-розподільчих пристроях ВРП1, ВРП2, ЩГЖ.

Облік електроенергії намічено здійснити за допомогою автоматизованої системи обліку електроенергії АСКОЕ з використанням лічильників МТХ.

Електроосвітлення.

Електричне освітлення розроблене з урахуванням норм і вимог ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення».

Проектом прийнята система загального рівномірного освітлення і передбачені наступні види освітлення:

робоче;

аварійне (безпеки, евакуаційне);

ремонтне.

На об'єкті крім робочого освітлення передбачено: евакуаційне освітлення на сходових клітках, освітлення безпеки в насосній, електрощитовій.

У проекті використані світлодіодні світильники.

Керування робочого освітлення й аварійного освітлення, сходових кліток і коридорів, що мають природне освітлення, передбачено автоматичним від датчиків руху, у приміщеннях з відсутнім природним світлом - світильники не вимикаються.

Мережі освітлення виконуються в приміщеннях кабелем ВВГнг-нд відкрито з прокладкою безпосередньо по негорючим будівельним конструкціям, частково в кабельних каналах і трубах із негорючого ПВХ пластикату, сховано в штробах, проводом ВВГнг-нд.

Мережі евакуаційного освітлення виконуються кабелем NHXH FE 180/E30.

Захисні заходи. Живлення електроприймачів передбачено здійснити від мережі 380/220 В з системою заземлення TN-C-S. Розділення PEN провідника на PE (захисний) і N (нейтральний) провідники проводиться на ввідних розподільчих пристроях (ВРП1, ВРП2, ЩГЖ).

Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом, у випадку пошкодження ізоляції електрообладнання, проектом передбачено автоматичне вимикання живлення п. 1.7.5. ПУЕ і захисне зрівнювання потенціалів.

Автоматичне вимикання живлення здійснюється автоматичними

вимикачами встановленими в розподільчих і групових мережах які реагують на надструми і забезпечують вимоги ПУЕ по часу вимкнення, а також пристроями які реагують на диференційний струм (ПЗВ).

Проектом передбачена основна система зрівнювання потенціалів, яка реалізується шляхом приєднання до головної заземлюючої шини (ГЗШ), контуру повторного заземлення захисних провідників, металеві труби комунікацій, систему блискавкозахисту, металеві частини каркасу будинку, металеві частини систем вентиляції та кондиціонування.

Проводячі частини комунікацій, які входять в будинок ззовні, необхідно з'єднувати в безпосередній близькості від ГЗШ (обладнано в електрощитовій будинку).

Опір контуру повторного заземлення прийнятий ≤ 4 Ом.

По всій мережі живлення передбачена додаткова система зрівнювання потенціалів, яка здійснюється шляхом приєднання доступних для торкання струмопровідних частин стаціонарних електроустановок, сторонніх струмопровідних частин і нульових захисних провідників.

1.9 Опалення та вентиляція

Теплопостачання об’єкту запроектовано від Індивідуального Теплового Пункту(ІТП) розміщеного у приміщені технічного поверху. Теплопродуктивність якого становить 200 кВт МВт. Теплоносій вода з параметрами 80-60 оС. Джерелом теплоносія паливна на даху адміністративно- побутового корпусу.

Опалення службових приміщень та сходових кліток що мають хочаби одну стіну дотичну із зовнішнім середовищем здійснється окремою водяною системою з насосною циркуляцією , двотрубна , тупікова з верхньою розводкою. Опалювальні прилади - сталеві профільні радіатори з нижнім підключенням. На всіх опалювальних приладах встановлюються індивідуальні автоматичні регулятори температури.

Запроектовуються вентиляційні шахти для повітропроводів . Трубопроводи систем опалення монтуються з поліпропіленових багатошарових PP-R фірми

KAN-Therm та прокладаються у спеціальних шахтах та у міжстелевому просторі по поверхах. Всі трубопроводи ізолюються термоізоляцією Thermaflex товщиною відповідно до діаметру труби.

Випуск повітря здійснюється через розповітрювачі , які передбачені на трубопроводах в вищих точках системи.На відгалуженнях систем опалення встановлюються автоматичні балансувальні клапани , теплообмінники ПВ установок та фанкойлів підключаються лише через двохходові регулювальні клапани з сервоприводом.

Вентиляція адміністративно-побутових приміщень запроектована припливно-витяжна з механічним спонуканням з розрахунку 45 (м3/год) на одну людину та 0,7 (дм3/сек) на 1м2 площі для розбавлення будівельних забруднень.

Згідно технічного завдання замовника передбачається окрема система вентиляції з власним програмуванням автоматики для регулювання кожного поверху окремо. Кожна поповерхова система обслуговується однією припливно-витяжною установкою.. Передбачити встановлення протипожежних клапанів у нормально відкритому положенні у місцях проходження повітропроводами через огороджуючі конструкції окремих пожежних зон.

Викид повітря передбачений окремими витяжними шахтами для кожної установки піднятими на 2 метри вище найвищої точки покрівлі..

Для приміщень санвузлів запроектовані витяжні системи з канальними вентиляторами , зблокованими зі світлом таймером затримки на виключення.

Припливні та витяжні системи передбачені з шумоглушниками.

Для підтримання відповідних параметрів повітря припливно-витяжні установки , передбачаються , обов'язково з комплектами автоматики.

Повітропроводи систем вентиляції виконуються зі сталі тонколистової оцинкованої по ДСТУ 2834-94.

Повітропроводи припливних ліній ізолюються ізоляцією "Rockwool" з алюмінієвим покриттям товщиною 3мм.

Холодопостачання.

Проект холодопостачання повітря виконується для температури найжаркішої доби +35оС.

Внутрішня температура повітря в літній період в приміщенях +22оС до +25оС.

Всі припливно-витяжні установки комплексу передбачені з секціями охолодження. Крім того запроектовано чотирьохтрубні фанкойли , які мають секцію охолодження , будуть розміщені зонально у місцях згідно технічного завдання орендарів та виконують функцію доводчиків до необхідного температурного режиму.

Трубопроводи між блоками чиллерів монтуються з труби мідної з ухилом та ізолюються Thermaflex.

1.10 Водопостачання та каналізація

Водопостачання ОЦ здійснюється з насосної що розташована в технічному приміщенні в рівні підземного резервуару.

В зв'язку з тим . що міська мережа не може забезпечити необхідного тиску води на господарсько-питні потреби проектом передбачається насосна установка підвищення тиску.

Для обліку води передбачено встановлення лічильників холодної води Sensus клас С в приміщенні насосної. Система господарсько-питного водопроводу запроектована з поліпропіленових труб KAN-therm PP в офісній частині та зі сталевих емальованих труб в частині підземного паркінгу. По всій довжині водопроід покривається тепловою ізоляцією фірми "Thermaflex".

Гаряче водопостачання запроектоване від індивідуального теплового пункту розташованого в рівні підземного резервуару. Система водопроводу гарячої води запроектована з поліпропіленових труб KAN-therm PP. По всій довжині водопроід покривається тепловою ізоляцією фірми "Thermaflex".

Кріплення поліетиленових трубопроводів вести з допомогою хомутів з

закладними деталями:

на горизонтальних ділянках через 0,5м довжини ;

на вертикальних ділянках - два кріплення на поверх.

Всі роботи по монтажу внутрішніх систем водопроводу та каналізації вести згідно з діючими нормами та правилами ДБН В.2.5-64:2012 Частина ІІ , ДСТУ Н Б В.2.5-40:2009 , ВСН 47-96 з дотриманням вимог ДБН А.3.1-5:2009 "Організація будівельного виробництва" та ДБН А.3.2-2:2009 "Промислова безпека у будівництві".

При обслуговуванні споруд необхідно дотримуватись вимог "Правил технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України", інструкції і паспортів застосованого обладнання та технологічного регламенту.

Кріплення трубопроводів і обладнання систем внутрішнього водопроводу і каналізації виконувати по місцю згідно з вимогами ДБН В.2.5-64:2012 "Внутрішній водопровід та каналізація" та Серія 5.900-7.

Перелік видів робіт для яких необхідно складання актів на приховані роботи:

герметизація вводів та випусків трубопроводів;

прокладання трубопроводів в грунті , стінах і коробах;

гідравлічне випробовування систем холодного і гарячого водопостачання;

випробовування систем внутрішньої каналізації і водостоків;

антикорозійна ізоляція труб;

теплова ізоляція труб.

Робочі креслення розроблені відповідно до чинних норм , правил і стандартів. Протипожежні заходи по інженерних мережах:

Внутрішнє пожежогасіння згідно ДБН В 2.5-64:2012 "Внутрішній водопровід та каналізація" .

Згідно наказу МНС України від 02.04.2004р. "Про типові норми належності вогнегасників" для захисту житлових та громадських приміщень використовуються переносні вогнегасники. Водопровід.

Джерелом водопостачання проектованого комплексу є існуючий водопровід по вулиці Кільцевій.

Вода до проектованих споруд подаватиметься до приміщення насосної. Для забезпечення потреб логістичного центру передбачено два вводи водопроводу Ø133 з поліетиленових труб ПЕ 100 SDR 11 (1.6МПа) з резервуару запасу води.

Приміщення насосної та вузол водопідготовки питного водопроводу знаходиться в запроектованому підземному технічному приміщенні пожежного резервуару.

Згідно з технічними умовами ЛМКП "Львівводоканал" №ТУ-Вд 198-20 від 01.06.2020 року. вода подається цілодобово з гарантованим тиском 2,0 атм.

Норма водоспоживання:

15 л/доб на 1-го працівника офісних приміщенньі;

Необхідний напір на вводі водопроводу - 46,00м.вод.ст - при господарсько-питних потребах.

Для загального обліку води,в приміщенні насосної комплексу, передбачено встановлення водомірного вузла з лічильником холодної води з терміналом передачі данних HRI-Mei.

На водомірному вузлі облаштувати обвідну лінію з зпсувками з електроприводом, запломбованими в закритому стані. Відкриття опломбованої засувки здійснюється дистанційно від кнопок,які розташовані в пожежних шафах та датчиків положення запірної арматури пожежних кран-комплектів.

Гарантованого тиску в мережі міського водопроводу є недостатньо для забезпечення необхідного тиску у внутрішньобудинковій водопровідній мережі проектованого комплексу.

Безперебійну подачу води для офісного центру, з необхідним тиском, забезпечує станція підвищення тиску,з частотним перетворювачем. Станція працює в автоматичному режимі від тиску в мережі.

В будівлі приготування гарячої води для працівників офісних приміщень,магазинів та кафе здіснюватиметься в приміщенні ІТП. Для обліку

витрат води в приміщенні теплового пункту передбачено встановлення окремих лічльників для кожного типу споживачів.

В місцях проходження трубопроводів крізь стіни та міжповерхові перекриття передбачені гільзи прохідні з гермитизацією вогнезахисним матеріалом. Всі сталеві трубопроводи мають бути приєднані до найближчої заземлюючої шини.

Каналізація.

Відвід побутових,виробничих,дощових та випадкових вод від насосної, ІТП та венткамер здійснюється по окремих випусках до оглядових колодязів, з наступним відводом до каналізаційних колекторів по вул.Трускавецькій для госпобутових стоків та дощовий колектор по вул.Кільцевій. Для відводу талих та випадкових вод з технічних приміщень та території підземного паркінгу проектом передбачено дренажні насоси розташовані у дренажних колодязях.

Всі сантехнічні прилади підключаються до каналізаційних мереж через гідравлічні затвори. На каналізаційних стояках передбачені ревізії а на горизонтальних ділянках прочистки, для належної експлуатації мереж.

Дощові та талі води від покрівлі будівлі відводяться внутрішніми водостоками в зовнішню мережу каналізації. Водостічні лійки передбачені з електропідігрівом.

Виробничі стояки з кухні кафе та кухонь офісних приміщень відводяться окремою мережею в сепаратори жиру для попередньої очистки перед скидом в міську каналізаційну мережу.

1.11 Заходи енергоефективності

Проектом передбачено заходи щодо енергозбереження. Об’ємно-планувальні і конструктивні рішення будівлі забезпечують оптимальний рівень енерговитрат при експлуатації. Огороджувальні конструкції, в тому числі зовнішні стіни, підлоги, суміщене перекриття, перекриття над паркінгом

виконуються із застосуванням ефективних утеплювачів за сучасними технологіями, які забезпечують розрахункові значення опору теплопередачі, визначених з урахуванням теплопровідних включень, не менше нормативних, встановлених ДБН В.2.6-31. Конструкції вікон відповідають вимогам щодо опору теплопередачі та повітропроникності, встановлених ДБН В.2.6-31.

Передбачене встановлення сучасного високоефективного обладнання в індивідуальному тепловому пункті (ІТП), що сприяє значній економії теплової енергії. Система автоматичного керування забезпечує економну витрату теплової енергії. Система опалення - економнана, безпечна, проста у використанні і довговічне. На всіх радіаторах встановлено термостатичні головки для регулювання тепловіддачі, завдяки чому підвищується економія теплової енергії понад 20% та покращується мікроклімат у приміщеннях. Між нагрівальними приладами і зовнішньою стіною передбачається встановлення тепловідбивної теплоізоляції. Трубопроводи системи опалення та теплопостачання прокладаються в тепловій ізоляції з метою запобігання непродуктивним втратам тепла. Всі трубопроводи мереж гарячого водопостачання, систем опалення, кондиціонування та теплопостачання ізолюються від тепловтрат.

Енергозбереження забезпечується також за рахунок застосування технічних рішень, а саме:

1. На вводі водопроводу до насосної станції встановлюється загальний водолічильний вузол.

2. В приміщенні ІТП передбачено лічильники обліку спожитої теплової енергії.

3. Обліку спожитої гарячої передбачено в ІТП вузлом обліку з лічильником гарячої води.

4. Проектом передбачений облік електроенергії.:

5. Застосовані в проекті світильники виготовлені за новітніми технологіями з високою світловіддачею.

1.12 Оцінка впливу на навколишнє середовище

Об’єкт будівництва не є джерелом потенційного впливу на навколишнє середовище, а тому проектом не передбачені спеціальні заходи щодо:

- захисту повітряного середовища та боротьби з шумом і іншими негативними фізичними впливами;
- охорони поверхневих і підземних вод;
- охорони ґрунту;
- охорони рослинного і тваринного світу, заповідних об'єктів;
- охорони умов життєдіяльності людини;
- охорони пам'яток історії і культури;
- охорони оточуючих об'єктів техногенного середовища.

Також не вимагається здійснення спеціальних санітарних заходів щодо створення сприятливих умов життєдіяльності населення, що проживає в зоні будівництва під час виконання будівельних робіт.

Впроваджені оптимальні технологічні рішення теплопостачання об’єкта, які забезпечать мінімальний вплив на навколишнє середовище.

З метою запобігання ерозії та забруднення ґрунтів передбачено заходи:

- проїзди мають тверде водонепроникне покриття;
- замощення тротуарів;
- відведення поверхневого стоку.

До заходів, передбачених проектом, профілактичних та спеціальних для попередження забруднення підземних вод відноситься:

- ефективний відвід поверхневих вод;
- дбайливе виконання гідроізоляції при будівництві водоносних мереж та споруд;
- побутові стічні води відводяться в міські мережі каналізації;
- побутові відходи сортуються і вивозяться комунальною службою міста відповідно до угоди.

Результати програмного розрахунку розсіювання показали, що максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин, що містяться у викидах від стаціонарних організованих джерел проектованого офісного центру не перевищують нормативних вимог.

Відповідно, негативний вплив на атмосферне повітря від здійснення викидів забруднюючих речовин буде відсутній. Рівень забруднення атмосферного повітря оцінюється як «допустимий», ступінь безпечності – «безпечний». Можливість виникнення ризиків негативного впливу на соціальне середовище та здоров'я населення – відсутня. Тобто можливість реалізації планової діяльності оцінюється як «прийнятна».

В процесі експлуатації проектованого об'єкту буде відсутній негативний вплив на мікрокліматичні умови району (шум, вібрація, теплове забруднення, електромагнітне та іонізуюче випромінювання, ультразвук тощо). Все обладнання проектованого об'єкту працюватиме з звуковим тиском в межах встановлених норм.

Негативного впливу на повітряне та водне середовище, ґрунти, геологічне середовище, рослинний та тваринний світ, заповідні об'єкти, на клімат та мікроклімат, навколишнє техногенне та соціальне середовища під час експлуатації проектованого об'єкту - не передбачається.

По завершенню реалізації планової діяльності відбудуться наступні позитивні екологічні, санітарно-епідеміологічні, соціальні і економічні явища:

- створення додаткових робочих місць;
- використання земельної ділянки за призначенням.

В проекті були враховані нормативні вимоги і закладені комплексні заходи для забезпечення нормативного стану навколишнього середовища та його безпеки. Виконання технічних рішень, передбачених проектом, виключає можливість виникнення аварійних ситуацій з негативними екологічними наслідками.

Повітряне середовище: викиди в атмосферне повітря забруднюючих

речовин, із стаціонарних організованих джерел – отвори вентиляції підземного паркінгу; викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин від неорганізованих джерел викидів - відкрита гостьова автостоянка. Викиди міститимуть забруднюючі речовини: оксиди азоту (в перерахунку на діоксид азоту), оксид вуглецю, діоксид сірки, вуглеводні насичені С12-С19, аміак, зважені речовини недиференційовані за складом, бенз(а)пірен та парникові гази (діоксид вуглецю, метан). Перевищень нормативних значень гранично-допустимих концентрацій (ГДКн.п.) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та утворення зони забруднення в районі розташування проектованого об’єкту не очікується. Проектними рішеннями передбачається дотримання всіх діючих нормативних вимог, щодо забезпечення якості атмосферного повітря та охорони його від забруднення. Детальніше проектні рішення описані в розділі ОВНС.

РОЗДІЛ 2
РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1. Конструктивні рішення

Конструктивна система будівлі - монолітний залізобетонний каркас з залізобетонними діафрагмами жорсткості в адміністративно-побутовому блоці.

Фундаменти - монолітні залізобетонні стовпчасті. Колони - монолітні залізобетонні. Елементи вертикальних та горизонтальних в'язей та фахверку - металеві, перекриття, діафрагми, стіни сходових кліток - монолітні залізобетонні. Сходи - монолітні залізобетонні марші з монолітними площадками. Несучі конструкції покриття - металеві ферми. Зовнішні огороджуючі конструкції стін - з алюмінієвих сендвіч-панелей, даху - мінераловатні плити по металевому профлисту. Покриття - з мембрани.

Основна частина складу - монолітні залізобетонні колони , металеві конструкції ферм, балок., монолітний залізобетон – адміністративно-побутова частина.

-фундаменти – монолітні стаканного типу- .

сходи монолітні залізобетонні марші з монолітними площадками. Ширина маршів – 1300 мм.

зовнішні огороджуючі конструкції стін виконуються з алюмінієвих сендвіч-панелей.

Сітка колон логістичного центру – 12 х 24 м. Висота колон 10 м. Покриття металеві конструкції ферм і балок .

Висота поверхів між підлогами адміністративно-побутової частини 3,30 м. Сходові клітки - монолітні залізобетонні, габарит сходинок – 300х150 мм.

Навантаження прийняті згідно ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи":

- снігове навантаження для 5 району - 1310 Па;
- вітрове для 1 - 520 па;
- сейсмічність майданчика - 6 балів;

- клас наслідків – СС-1;
- категорія відповідальності конструкції - А;
- коефіцієнт надійності за відповідальністю – 1,3;
- термін функціонування будівлі 50 років.

Проектом передбачено ряд заходів для забезпечення стійкості та конструктивної надійності споруди. Всі частини(блоки) ізольовані одна від одної деформаційними (температурно- усадочними) швами, що починаються над рівнем спільних фундаментів, які опираються на не стискаючу основу в виді скельних ґрунтів, і проходять аж до даху.

Просторова жорсткість та стійкість окремих блоків забезпечується жорстким з'єднаннями колон з фундаментами, монолітними залізобетонними дисками перекриттів, диском покриття утвореним профнастилом закріпленим до з.б. прогонів каркасу, диском покриття утвореним прогонами, профнастилом та металевими в'язями між фермами, та ядрами жорсткості у вигляді сходових кліток.

Фундаменти – монолітні плити під будівлею-. товщина по розрахунку. Несучі колони – 600х600 , 600х500, крок колон – 12 м х24 м.

Стіни сходових кліток , діафрагми - товщиною 25 мм створюють ядро жорсткості в частині складу та адмін. частини. Висота поверхів – від перекриття до перекриття – 3,60м .Сходи - монолітні залізобетонні . на 2-х сходових клітках.(вихід з техприміщень).

Парапети ,– залізобетонні- монолітні в адміністративно обутовій частині . Стіни – цегляні з керамічною цегли – самонесучі.

Коефіцієнт надійності по призначенню (відповідальності) при розрахунку конструкцій (відповідно класу відповідальності споруди СС1 (згідно ДБН В1.1.2-14:2018)) прийнято: за першою групою граничних станів $\gamma_н=1.0$; за другою групою граничних станів $\gamma_н=0.950$.

2.2. Розрахунок кроквяної ферми

2.2.1. Навантаження від м² конструкції покрівлі

Окремо визначаємо навантаження від 1 м² конструкції покрівлі складського приміщення.

Отримані значення записуємо в таблицю.

Таблиця 2.1 - Навантаження від 1 м² конструкції покрівлі

№	Вид навантажень і їх підрахунок	Характе-ристичне навантаження	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_{fm}	Граничне розрахункове навантаження
	А. Постійне навантаження	кН/м^2	-	кН/м^2
1.	Сонячні панелі, алюмінієві несучі констрцкції (вага надана на м2 виробником та фірмою, яка здійснює монтаж панелей)	0,5	1,05	0,525
2.	Шиповидна мембрана - Ізоліт 0,5	0,005	1,3	0,0065
3.	Гідроізоляційний шар - ПВХ мембрана - Rhenofol CG 1.5 мм	0,013	1,3	0,0169
4.	Розділюючий шар - геотекстиль 150 г/м.кв.	0,0015	1,3	0,00195
5.	Теплоізоляційний шар - XPS t=150 мм 3 шари по 50 мм.	0,045	1,3	0,0585
6.	Пароізоляційна плівка	0,005	1,3	0,0065
7.	Профлист ТПх128х0,7	0,094	1,05	0,098
8.	Вентиляційні канали, оздоблення, фон арі освітлення.	0,25	1,1	0,275
	Всього постійне (g_0, g):	$g_0 = 0,9585$	–	$g = 0,988$
	Б. Змінне навантаження			
	Снігове навантаження	0,642	–	1,49

2.2.2 Обчислення снігового навантаження

Розрахункове граничне снігове навантаження знаходимо згідно з розділом 8 ДБН В.1.2-2:2006 [4] за формулою:

$$s = \gamma_{fm,s} s_0 c,$$

де $\gamma_{fm,s}$ – коефіцієнт надійності для снігового навантаження, що залежить від терміну експлуатації будинку (за п.8.11 Норм [4]); приймаючи для громадського будинку розрахунковий термін експлуатації T_{ef} =100 років (додаток В Норм [4]), $\gamma_{fm,s}$ =1,14.

s_0 – характеристичне значення снігового навантаження, яке приймають залежно від снігового району за картою 8.1 Норм [4]; оскільки с.Солонка знаходиться в 4-му сніговому районі, – s_0 =1310Па=1,31кПа.

с – коефіцієнт, який враховує конфігурацію даху, географічну висоту, умови експлуатації даху і який обчислюють за формулою:

$$c = \mu c_e c_{alt},$$

де μ – коефіцієнт переходу від снігового навантаження на горизонтальну поверхню землі до навантаження на покриття, який залежить від конфігурації даху і який приймають за п.п. 8.7, 8.8 Норм [4]; оскільки ухил даху становить 10°, що на перевищує 25° то для двосхилих дахів μ =1.

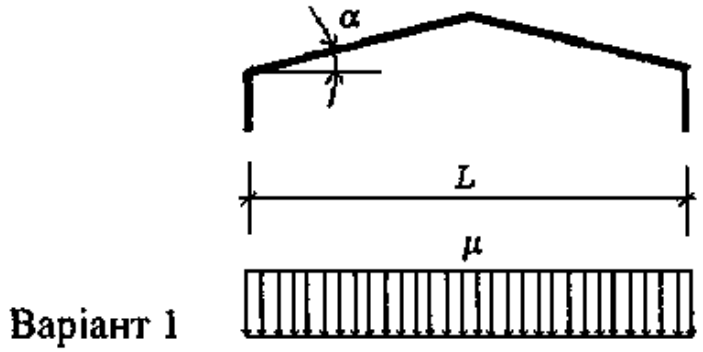


Рисунок 2.1 - Схема снігового навантаження на двосхилий дах

c_e – коефіцієнт, який враховує режим експлуатації даху (п.8.9 Норм [4]); оскільки немає ніяких даних про режим експлуатації даху, приймаємо c_e =1.

c_{alt}– коефіцієнт, який враховує географічну висоту розташування майданчика під будівництво (п.8.9 Норм [4]); оскільки географічна висота для с. Солонка становить приблизно 0,32км<0,5км, то c_{alt} =1.

Таким чином, розрахункове граничне снігове навантаження на покриття обчислюємо за формулою:

$s= \gamma_{fm,s}\, s_0\, \mu\, c_e\, c_{alt} = 1{,}14 \cdot 1{,}31\ 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1{,}49$ кН/м^2.

Експлуатаційне розрахункове значення обчислюється за формулою: $s_e = \gamma_{fe} s_0 c$,

де γ_{fe} – коефіцієнт надійності за експлуатаційним значенням снігового навантаження, що залежить від частки часу η, протягом якої можуть порушуватися умови другого граничного стану(за п.8.12 Норм [4]);

приймаючи для громадського будинку значення η =0,02– γ_e =0,49.

$$s_e = \gamma_{fe} s_0 c = 0{,}49 \cdot 1{,}31 \cdot 1 = 0{,}642\text{кН/м2}$$

Квазіпостійне розрахункове значення:

$$s_p = (0.4 s_0 - \overline{S}) = (0{,}4 \cdot 1{,}31 - 0{,}16) = 0{,}364\text{кН/м2}$$

де $\overline{S}$ =160МПа.

2.2.3 Врахування дії вітру на споруду

Врахування дії вітру на проектовану споруду обчислюється за ДБН В1.2-2:2006 [4];

W_0=520 Н/м^2 – характеристичне значення вітрового тиску для с. Солонка ДБН В1.2-2:2006 [4];

Експлуатаційне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою:

$$W_e = \gamma_{fe} W_0 C; \qquad (2.1)$$

де γ_{fe}=0,21 – коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням вітрового навантаження (п. 9.15 [4]).

С – коефіцієнт який визначається за формулою:

$$c = c_{aer} c_h c_{alt} c_{rel} c_{dir} c_d; \quad (2.2)$$

де: c_{aer} – аеродинамічний коефіцієнт, який визначається за п. 9.8 [4].

$$C_{aer} = C_e + C_{e1} + C_{e2} + C_{e3} \quad (2.3)$$

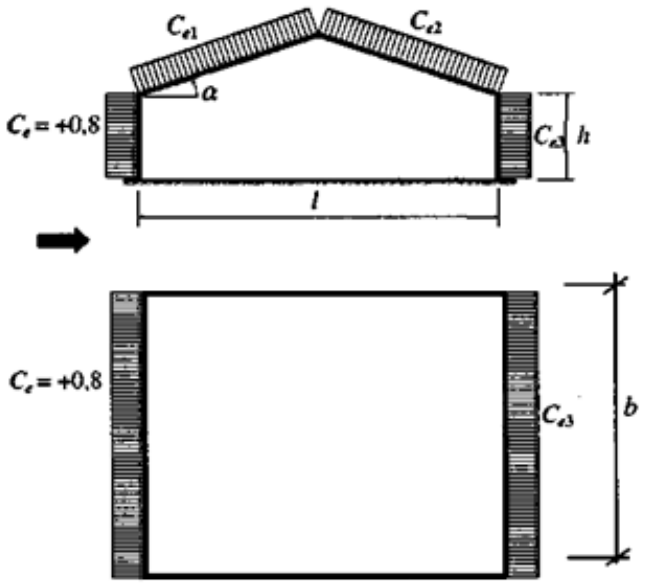


Рисунок 2.2 - Схема вітрового навантаження на двосхилий дах

Оскільки ухил даху складає 10°, то при відношеннях h/l=1,4і b/l=6:

$C_{\mathrm{e}} = +0{,}8;$

$C_{\mathrm{e1}} = -0{,}6;$

c_h – коефіцієнт висоти споруди, визначається за п. 9.9 [4].

Таблиця 2.2 - Таблиця залежності висоти будівлі від коофіцієнту c_h

Висота z, м	Коефіцієнт c_h
≤ 5	0.6
10	1.0
20	1.4

Висота будівлі складає 11 м, звідси c_h =1,04

c_{alt} – коефіцієнт географічної висоти, що рівний 1,0.

c_{rel} – коефіцієнт рельєфу, який рівний 1,0.

c_{dir} – коефіцієнт напрямку,який рівний 1,0.

c_d – коефіцієнт динамічності, який рівний 1,0.

Визначаємо експлуатаційне розрахункове значення вітрового навантаження:

$W_{e1} = 0{,}21 \cdot 0{,}52 \cdot (-0{,}8) \cdot 1{,}04 = 0{,}091$ кН/м^2

$W_{e2} = 0{,}21 \cdot 0{,}52 \cdot (-0{,}6) \cdot 1{,}04 = 0{,}068$ кН/м^2

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою:

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C; \tag{2.4}$$

де γ_{fm}=1,14 – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження, термін експлуатації споруди Т=100років (п. 9.14 [4]).

Визначаємо граничне розрахункове значення вітрового навантаження для адміністративно-торгового центру:

$W_{m1} = 1{,}14 \cdot 0{,}52 \cdot (-0{,}8) \cdot 1{,}04 = 0{,}49$ кН/м^2

$W_{m2} = 1{,}14 \cdot 0{,}52 \cdot (-0{,}6) \cdot 1{,}04 = 0{,}37$ кН/м^2

2.2.4 Розрахунок ферми металевої кроквяної ферми

Ферму розраховуємо в програмному комплексі ПК “ Dlubal RFEM 5.29 ”.

Моделюється уся споруда у програмному комплексі, за для врахування усіх можливих сполучень від навантаження.

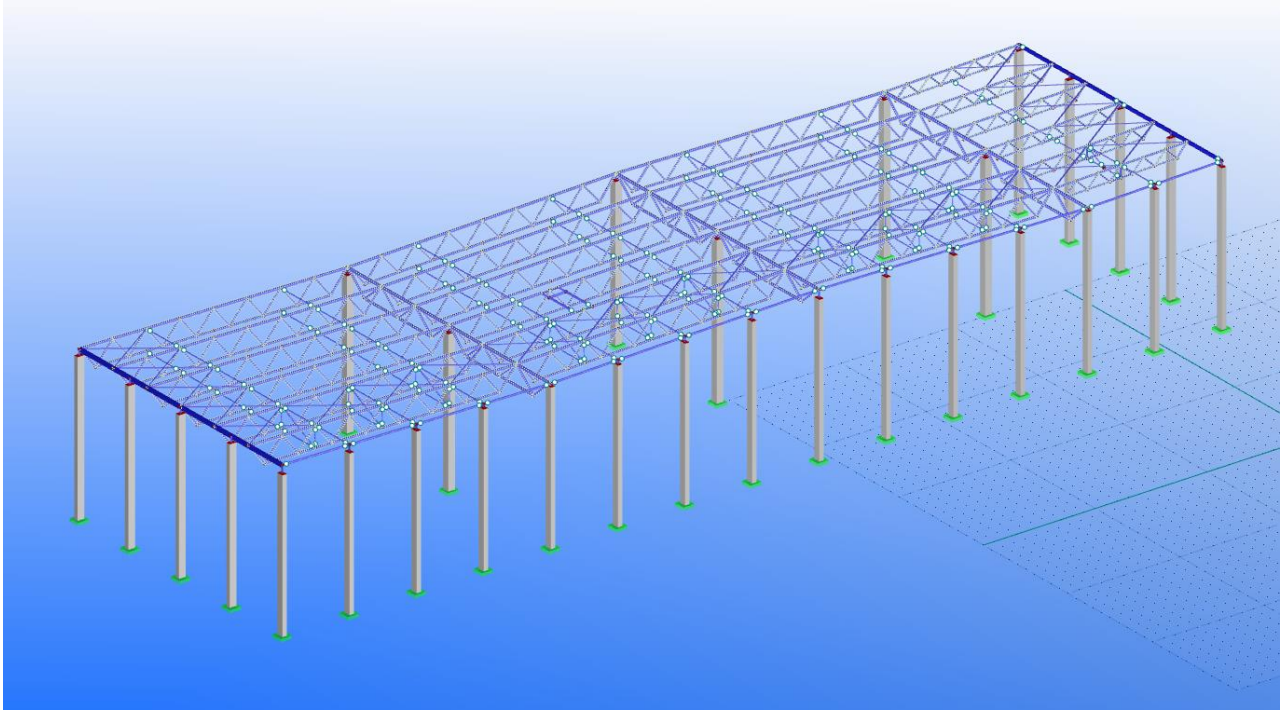


Рисунок 2.3 - Фрагмент загальної 3-Д схеми розрахунку

Таблиця 2.3 - Таблиця комбінації навантажень на металевий каркас

Комб.	Визначення	EN 1990 | CEN	Опис. 1	Опис. 2			Опис. 3		Опис. 4	
нав.	комбінацій навантаження	Розрахункова ситуація	Коеф.	№	Коеф.	№	Коеф.	№	Коеф.	№
СВ 1	1.20G	ПС 1г (STR/GEO) - постійна / перехідна - форм. 6.10	1.20	А 1						
СВ 2	1.20G + 1.35Gq	ПС 1г (STR/GEO) - постійна / перехідна - форм. 6.10	1.20	А 1	1.35	А 2				
СВ 3	1.20G + 1.14Qs	ПС 1г (STR/GEO) - постійна / перехідна - форм. 6.10	1.20	А 1	1.14	А 3				
СВ 4	1.20G + 1.35Gq + 1.14Qs	ПС 1г (STR/GEO) - постійна / перехідна - форм. 6.10	1.20	А 1	1.35	А 2	1.14	А 3		
СВ 5	1.20G + 1.35Gq + 1.14Qs + 0.68Qw	ПС 1г (STR/GEO) - постійна / перехідна - форм. 6.10	1.20	А 1	1.35	А 2	1.14	А 3	0.68	А 4

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CB 6	1.20G + 1.14Qs + 0.68Qw	ПС 1г (STR/GEO) - постійна / перехідна - форм. 6.10	1.20	A1	1.14	A3	0.68	A4		
CB 7	1.20G + 1.14Qw	ПС 1г (STR/GEO) - постійна / перехідна - форм. 6.10	1.20	A1	1.14	A4				
CB 8	1.20G + 1.35Gq + 1.14Qw	ПС 1г (STR/GEO) - постійна / перехідна - форм. 6.10	1.20	A1	1.35	A2	1.14	A4		
CB 9	1.20G + 1.35Gq + 0.57Qs + 1.14Qw	ПС 1г (STR/GEO) - постійна / перехідна - форм. 6.10	1.20	A1	1.35	A2	0.57	A3	1.14	A4
CB 10	1.20G + 0.57Qs + 1.14Qw	ПС 1г (STR/GEO) - постійна / перехідна - форм. 6.10	1.20	A1	0.57	A3	1.14	A4		
CB 11	1.00G	ПС 2г - характеристична	1.00	A1						
CB 12	1.00G + 1.00Gq	ПС 2г - характеристична	1.00	A1	1.00	A2				
CB 13	1.00G + 1.00Qs	ПС 2г - характеристична	1.00	A1	1.00	A3				
CB 14	1.00G + 1.00Gq + 1.00Qs	ПС 2г - характеристична	1.00	A1	1.00	A2	1.00	A3		
CB 15	1.00G + 1.00Gq + 1.00Qs + 0.60Qw	ПС 2г - характеристична	1.00	A1	1.00	A2	1.00	A3	0.60	A4
CB 16	1.00G + 1.00Qs + 0.60Qw	ПС 2г - характеристична	1.00	A1	1.00	A3	0.60	A4		
CB 17	1.00G + 1.00Qw	ПС 2г - характеристична	1.00	A1	1.00	A4				
CB 18	1.00G + 1.00Gq + 1.00Qw	ПС 2г - характеристична	1.00	A1	1.00	A2	1.00	A4		
CB 19	1.00G + 1.00Gq + 0.50Qs + 1.00Qw	ПС 2г - характеристична	1.00	A1	1.00	A2	0.50	A3	1.00	A4
CB 20	1.00G + 0.50Qs + 1.00Qw	ПС 2г - характеристична	1.00	A1	0.50	A3	1.00	A4		
CB 21	1.00G	ПС 2г - часта	1.00	A1						
CB 22	1.00G + 1.00Gq	ПС 2г - часта	1.00	A1	1.00	A2				
CB 23	1.00G + 0.20Qs	ПС 2г - часта	1.00	A1	0.20	A3				
CB 24	1.00G + 1.00Gq + 0.20Qs	ПС 2г - часта	1.00	A1	1.00	A2	0.20	A3		
CB 25	1.00G + 1.00Gq + 0.20Qs + 0.00Qw	ПС 2г - часта	1.00	A1	1.00	A2	0.20	A3	0.00	A4
CB 26	1.00G + 0.20Qs + 0.00Qw	ПС 2г - часта	1.00	A1	0.20	A3	0.00	A4		
CB 27	1.00G + 0.20Qw	ПС 2г - часта	1.00	A1	0.20	A4				

Продовження таблиці 2.3

CB28	1.00G + 1.00Gq + 0.20Qw	ПС 2г - часта	1.00	A1	1.00	A2	0.20	A4		
CB29	1.00G + 1.00Gq + 0.00Qs + 0.20Qw	ПС 2г - часта	1.00	A1	1.00	A2	0.00	A3	0.20	A4
CB30	1.00G + 0.00Qs + 0.20Qw	ПС 2г - часта	1.00	A1	0.00	A3	0.20	A4		
CB31	1.00G	ПС 2г - квазіпостійна	1.00	A1						
CB32	1.00G + 1.00Gq	ПС 2г - квазіпостійна	1.00	A1	1.00	A2				
CB33	1.00G + 1.00Gq + 0.00Qs	ПС 2г - квазіпостійна	1.00	A1	1.00	A2	0.00	A3		
CB34	1.00G + 1.00Gq + 0.00Qs + 0.00Qw	ПС 2г - квазіпостійна	1.00	A1	1.00	A2	0.00	A3	0.00	A4
CB35	1.00G + 1.00Gq + 0.00Qw	ПС 2г - квазіпостійна	1.00	A1	1.00	A2	0.00	A4		
CB36	1.00G + 0.00Qs	ПС 2г - квазіпостійна	1.00	A1	0.00	A3				
CB37	1.00G + 0.00Qs + 0.00Qw	ПС 2г - квазіпостійна	1.00	A1	0.00	A3	0.00	A4		
CB38	1.00G + 0.00Qw	ПС 2г - квазіпостійна	1.00	A1	0.00	A4				

Задання навантажень на покрівельні ферми:
ЗГ-1 – вага металевого каркасу;

ЗГ-2 – вага пиріжка покрівлі та парапетів;

ЗГ-3 – снігове навантаження;

ЗГ-4 – вітрове навантаження у напрямку осі У;

ЗГ-5 – вітрове навантаження у напрямку осі Х.

Розрахункові комбінації навантажень прорама здійснює автоматично, приймемо комібанції, які пропонує EN 1990, даний документ єврокоду дозволяється для використання на території України. Коефіцієнти забиті у програмний комплекс автоматично. Коефіцієнт 1.35 встановлений програмним комплексом по замовчуванні та зміні не підлягає, оскільки є обовязковим для євростандарту.

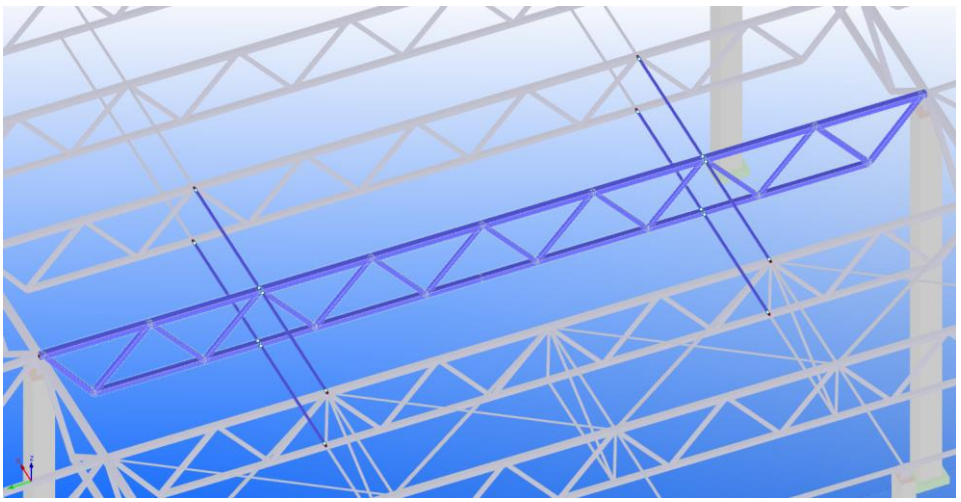


Рисунок 2.4 - Фрагмент типової підкроквяної ферми до розрахунку

Короткий опис кроквяної ферми:

1.Проліт – 24 м.;

2.Крок ферм – 4 м.;

3.Розкріплення з площини роботи ферми 2 точки по 6 м. від опори для нижнього та верхнього поясу. Суцільне розкріплення профлистом для верхнього поясу

4.Задання навантаження – рівномірно розподілені на пояс ферми.

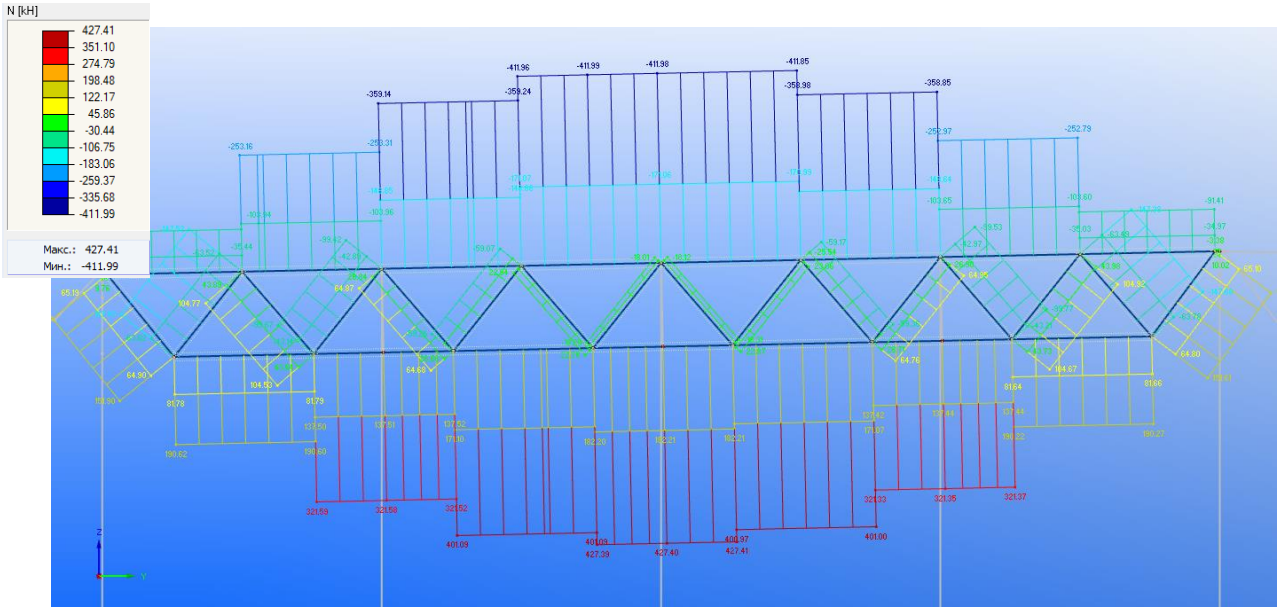


Рисунок 2.5- Внутрішні зусилля у кроквяній фермі N згідно критичного комбінації навантаження

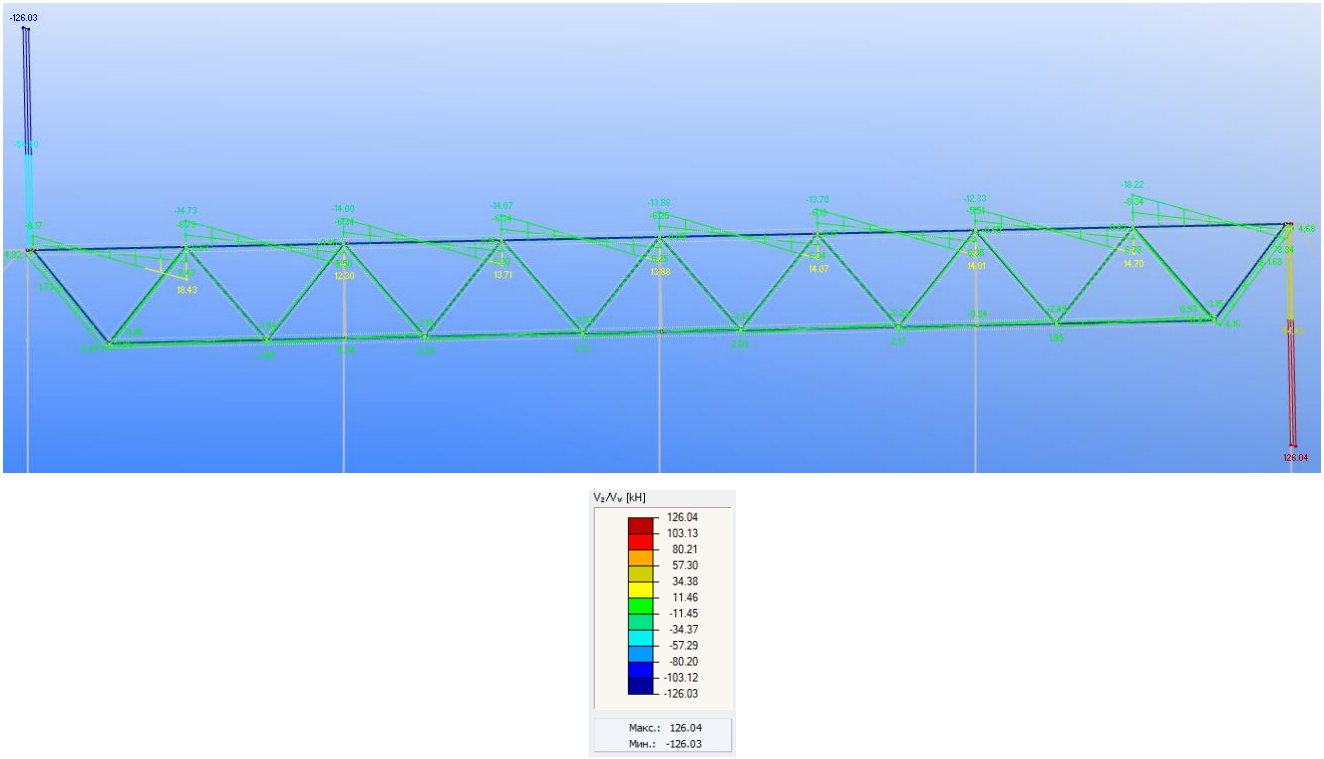


Рисунок 2.6 - Поперечні зусилля у кроквяній фермі Qz згідно критичного комбінації навантаження

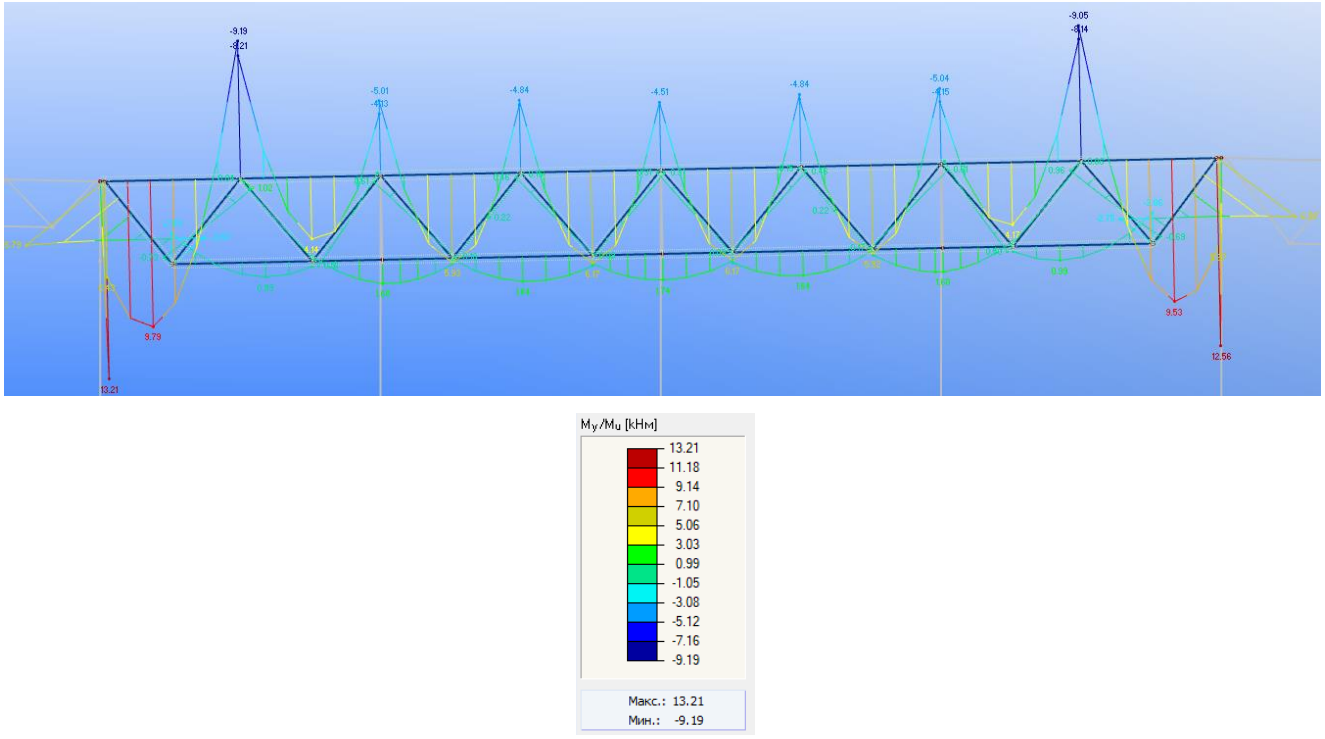


Рисунок 2.7 - Епюра моментів у кроквяній фермі My згідно критичного комбінації навантаження

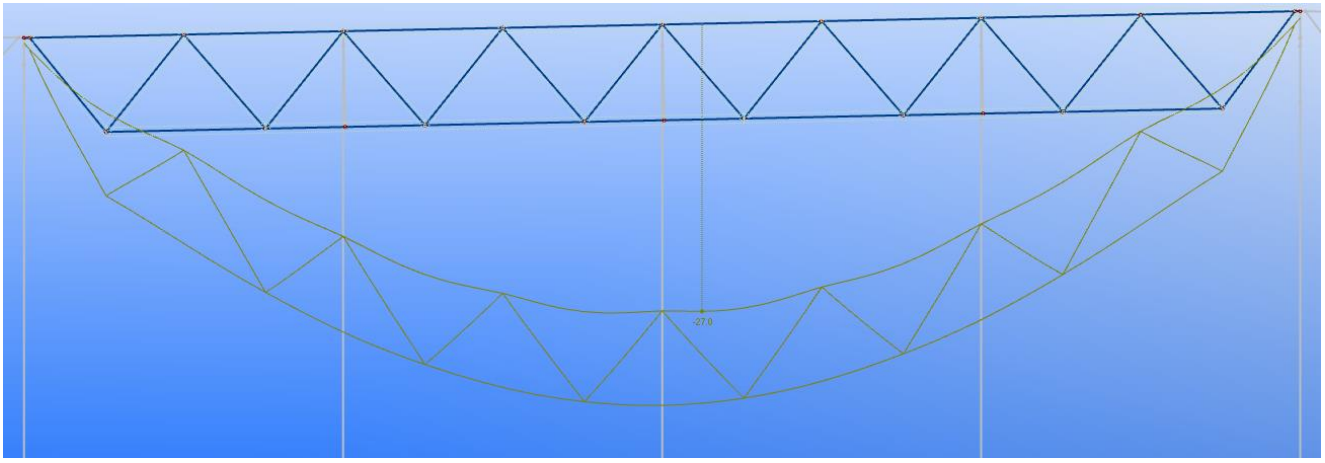


Рисунок 2.8 - Епюра прогинів кроквяної ферми

Підбір переріз січень кроквяної ферми підбирається автоматичним розрахунком додаткового модуля комплексу «Dlubal RFEM 5.29», а саме модулем «RF-STEEL EC3». Опісля проведення розрахунку отримуємо наступні результати.

Таблиця 2.4 - Таблиця результатів автоматичного розрахунку модулем «RF-STEEL EC3»

Позначення січення	Марка Сталі	Класифікація січення	Макс. Розрах. співідношення
QRO 160x5 (труба квадратна)	C245	Авто	0.80
QRO 140x4 (труба квадратна)	C245	Авто	0.90
QRO 100x4 (труба квадратна)	C245	Авто	0.42
QRO 120x4 (труба квадратна)	C245	Авто	0.79
QRO 100x3 (труба квадратна)	C245	Авто	0.31

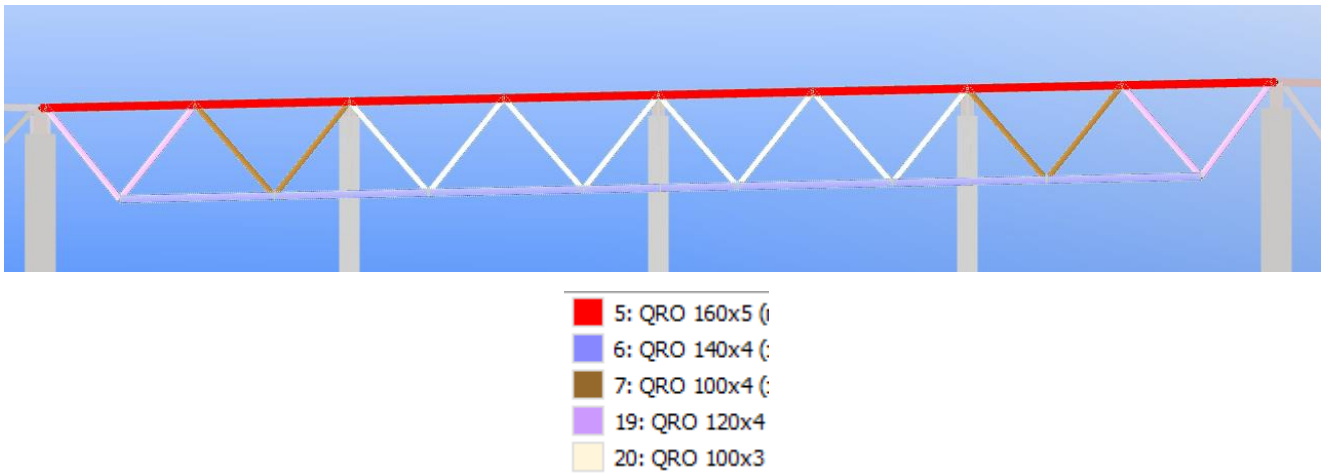


Рисунок 2.9 - Результат підбору перетинів ферми

2.2.5. Розрахунок монтажного стику ферми

Стик ферми проектуємо посередині, що дасть нам змогу збирати ферму з двох одинакових частин. Стик виконуємо на болтах звичайної точності (класу точності В).

Отвори просвердлюємо на проектний діаметр, або в подальшому розсвердлюємо до проектного діаметру.

Розрахункове зусилля, яке може бути сприйняте одним розтягнутим болтом, слід визначати у за формулою:

При розтягу болта:

$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c$

де R_{bt}– розрахункові опори одноболтових з'єднань;

A_{bn} – площа поперечного перерізу нетто болта за різьбою, що приймається відповідно до табл. Ж8 додатку Ж норм. [10];

$\gamma_c = 0{,}7$ - коефіцієнт умов роботи, який визначається за табл. 1.1.1 норм. [10];

Приймаємо болти класу точності В, за класом міцності 10,9 , діаметром 20 мм. Для яких:

$R_{bt} = 54$ кН/см2 ;

$A_{bn} = 4{,}52$ см^2;

Отже, зусилля яке може сприйняти один болт:

$N_{bt} = 54{,}0 \cdot 4{,}52 \cdot 0{,}7 = 170{,}86$ кН;

Визначаємо необхідну кількість болтів:

$$n \geq \frac{N}{N_{bt}};$$

Значення N=428 кН беремо з епюри поздовжніх сил

$$n \geq \frac{428}{170{,}86} = 2{,}51$$

Оскільки закріплення 3 болтами є асиметричним, а рекомендація ферм молодечно рекомендує у даному типі з’єднання 8 М24, приймаємо 8 болтів нормальної точності , класом міцності 10,9, та діаметром 24 мм.

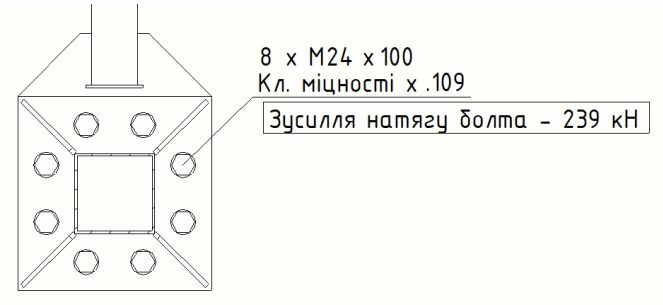


Рисунок 2.10 - Вузол стикування кроквяних ферм

Рекомендації:

1. Натяг високоміцних болтів фланцевого зєднання необхідно виконувати від найбільш жорсткої зони до його країв.

2. Натяг болтів потрібно виконувати тільки по моменту закручення.

3. Відхилення фактичного моменту закручення від моменту закручення не має перевищувати 0 ... 10 %

4. Контроль натягу болтів болтів здійснюється не менше ніж через 8 год.

2.3 Розрахунок підкроквяної ферми

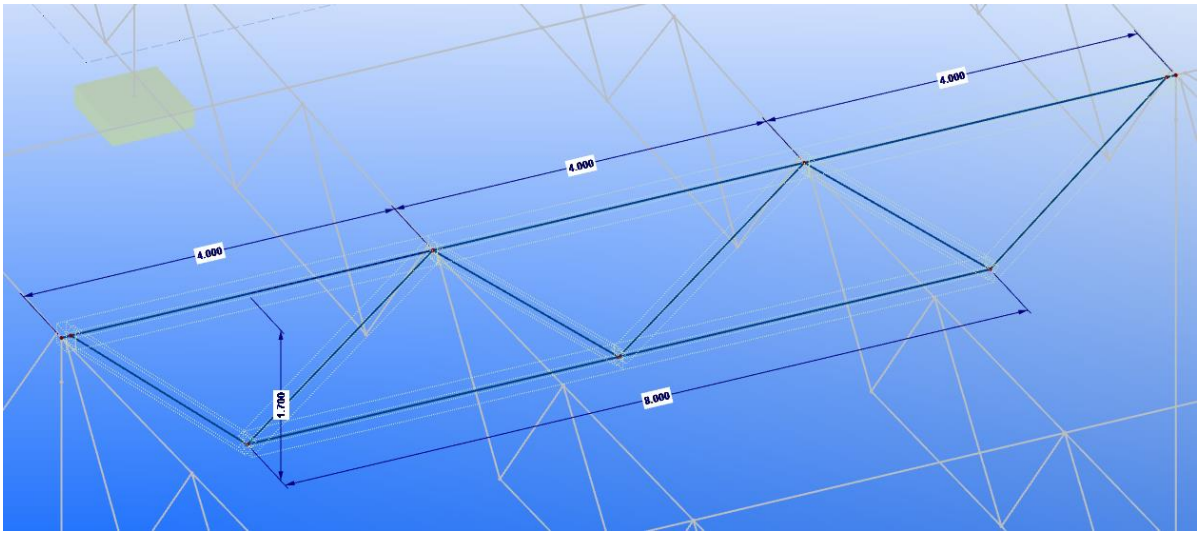


Рисунок 2.11 - 3-Д схема підкроквяної ферми

Короткий опис підкроквяної ферми:

1.Проліт – 12 м.;

2.Крок ферм – 24/12 м.;

3.Розкріплення з площини роботи ферми 2 точки по 4 м. від верхнього поясу. Нижній пояс ферми не розкріплюється

4.Задання навантаження – точкові від кроквяних ферм.

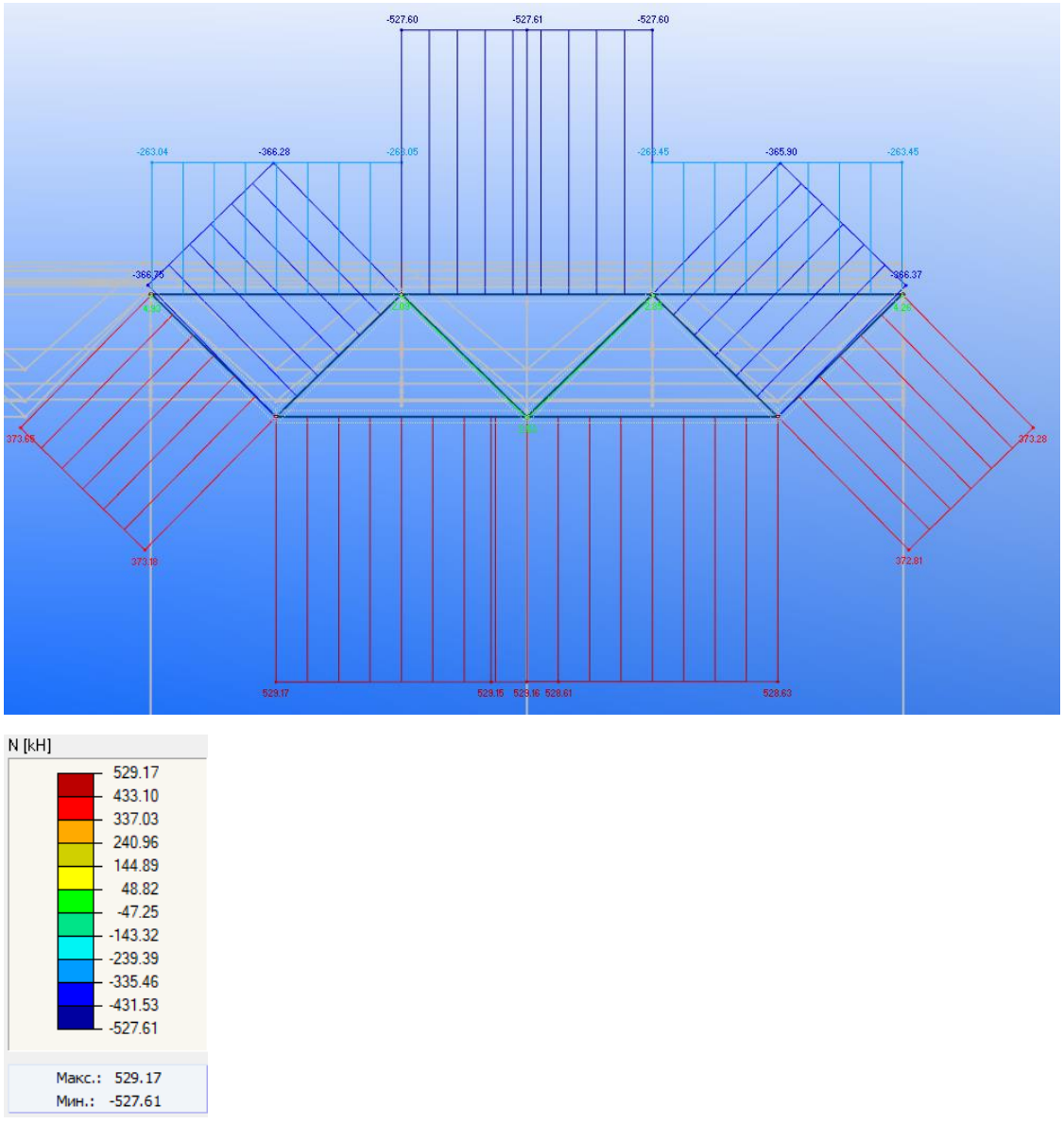
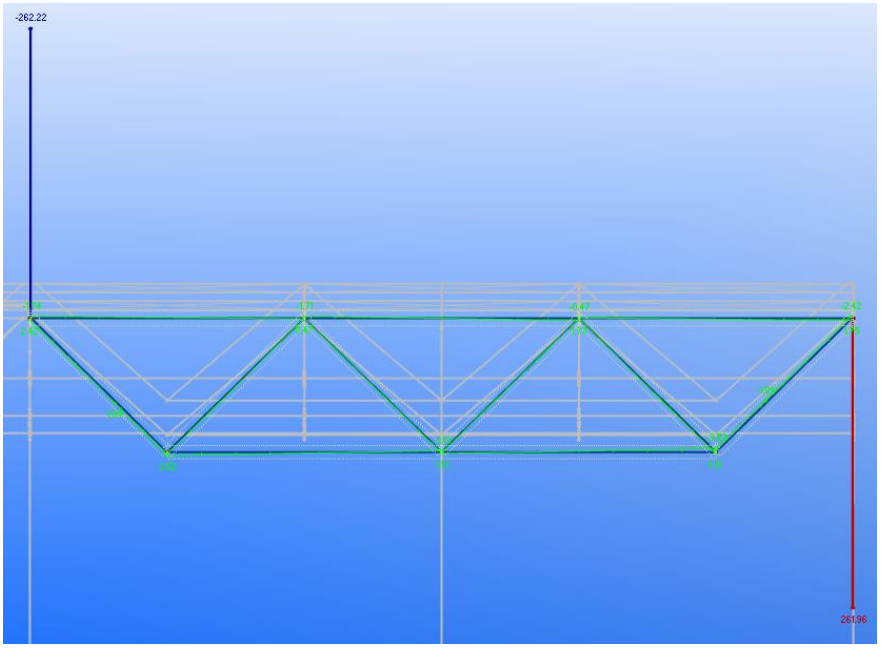


Рисунок 2.12 - Внутрішні зусилля у підкроквяній фермі N згідно критичного комбінації навантаження



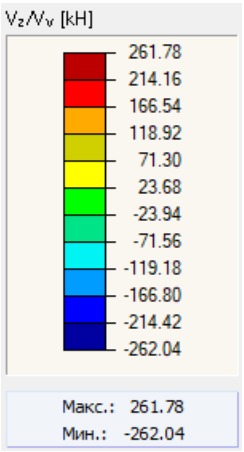


Рисунок 2.13 - Поперечні зусилля у підкроквяній фермі Qz згідно критичного комбінації навантаження

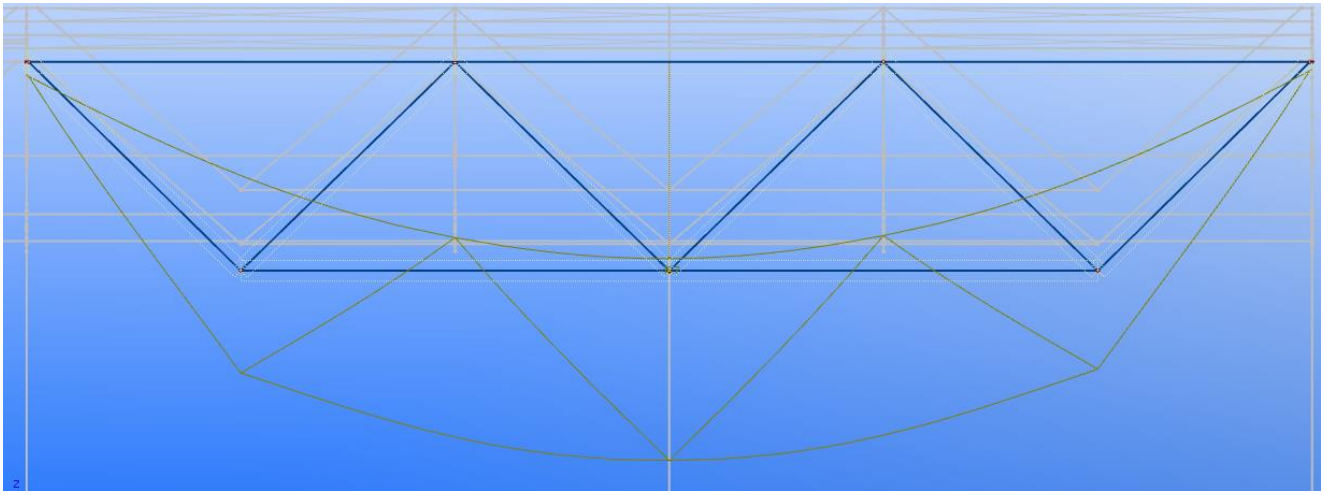


Рисунок 2.14 - Епюра прогинів пікроквяної ферми. Становить 16,7 мм.

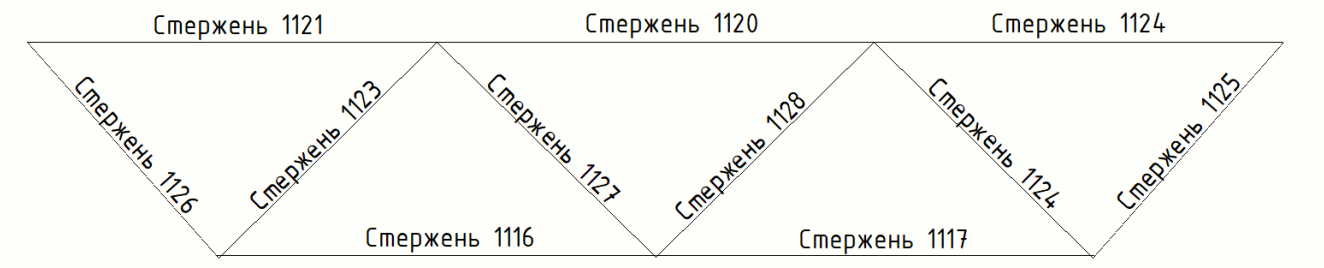


Рисунок 2.15 - Схема підписів стержнів підкроквяної ферми.

Підбір переріз січень кроквяної ферми підбирається автоматичним розрахунком додаткового модуля комплексу «Dlubal RFEM 5.29», а саме модулем «RF-STEEL EC3». Опісля проведення розрахунку отримуємо наступні результати.

Таблиця 2.5 - Таблиця визначальних зусиль у стержнях ферми

Стержень	Розріз	Нава	Зусилля [kH]			Моменти [kHм]		
№	x [м]	нтаження	N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
1116	січення № 5 - QRO 160x5							
	0.000	CH5	529.21	0.07	3.52	0.02	-1.06	0.23
	0.000	CH4	529.17	0.05	3.52	0.02	-1.06	0.14
	0.000	CH1	228.62	0.02	0.92	0.01	-0.24	0.06
	3.000	CH6	529.10	0.00	-0.13	0.01	3.34	0.07
	0.000	CH7	462.41	0.05	1.13	0.01	-0.07	0.17
	3.000	CH5	529.19	-0.03	-0.14	0.02	3.33	0.18

Продовження таблиці 2.5

1117	січення № 5 - QRO 160x5							
	4.000	CH5	528.74	0.03	-3.52	0.07	-1.06	-0.06
	4.000	CH5	528.74	0.03	-3.52	0.07	-1.06	-0.06
	0.000	CH2	295.19	0.00	2.51	0.01	0.24	-0.02
	1.000	CH5	528.72	0.02	0.14	0.07	3.33	0.00
	4.000	CH8	461.64	0.04	-1.14	0.01	-0.07	-0.12
	4.000	CH6	528.55	0.05	-3.52	0.02	-1.05	-0.12
1119	січення № 23 - QRO 180x5							
	3.980	CH6	-266.95	-0.23	-0.48	-0.07	3.98	0.60
	0.000	CH6	-266.94	-0.25	1.75	-0.07	1.17	-0.46
	0.000	CH1	-113.92	-0.12	0.95	-0.02	0.56	-0.21
	1.990	CH6	-266.95	-0.28	0.74	-0.07	3.72	0.09
	3.483	CH6	-266.95	-0.25	-0.18	-0.07	4.15	0.49
	3.980	CH6	-266.95	-0.23	-0.48	-0.07	3.98	0.60
1120	січення № 23 - QRO 180x5							
	1.778	CH6	-530.22	0.36	0.22	0.08	4.35	0.06
	0.000	CH4	-527.60	0.27	1.73	0.10	2.52	0.62
	1.778	CH5	-525.53	0.60	0.21	0.15	4.34	-0.09
	0.000	CH1	-227.36	0.12	0.84	0.04	1.03	0.25
	2.222	CH6	-530.22	0.36	-0.20	0.08	4.35	-0.10
	2.667	CH5	-525.53	0.55	-0.62	0.15	4.16	-0.62
	1.778	CH5	-525.53	0.60	0.21	0.15	4.34	-0.09
1121	січення № 23 - QRO 180x5							
	0.000	CH6	-264.91	-0.33	0.48	-0.11	3.99	-0.76
	3.980	CH6	-264.90	-0.34	-1.75	-0.11	1.16	0.70
	1.990	CH13	-201.70	-0.68	-0.58	-0.20	2.92	-0.03
	0.000	CH1	-113.70	-0.17	0.51	-0.04	1.47	-0.36
	1.990	CH6	-264.90	-0.39	-0.74	-0.11	3.71	-0.03
	0.000	CH5	-261.08	-0.58	0.47	-0.19	3.98	-1.26
	0.000	CH5	-261.08	-0.58	0.47	-0.19	3.98	-1.26
1123	січення № 24 - QRO 140x5							
	0.000	CH5	-366.77	-0.20	1.13	-0.05	-0.36	-0.29
	0.000	CH8	-321.97	-0.11	1.18	-0.03	-0.76	-0.14
	0.000	CH1	-158.74	-0.06	0.68	-0.02	-0.36	-0.07
	1.397	CH6	-366.48	-0.15	0.77	-0.03	1.03	0.03
	2.793	CH5	-366.30	-0.18	0.09	-0.05	1.66	0.34
	0.000	CH5	-366.77	-0.20	1.13	-0.05	-0.36	-0.29
1124	січення № 24 - QRO 140x5							

Продовження таблиці 2.5

	0.000	CH5	-366.44	-0.06	1.13	-0.02	-0.36	-0.04
	0.000	CH3	-321.61	-0.09	1.17	-0.03	-0.75	-0.11
	0.000	CH1	-158.57	-0.05	0.68	-0.02	-0.36	-0.05
	1.397	CH4	-366.13	-0.11	0.77	-0.03	1.03	0.04
	2.793	CH4	-365.90	-0.08	0.09	-0.03	1.66	0.18
	0.000	CH4	-366.37	-0.10	1.13	-0.03	-0.36	-0.11
1125	січення № 24 - QRO 140x5							
	0.000	CH5	373.35	-0.04	-2.42	0.05	4.08	-0.08
	0.000	CH5	373.35	-0.04	-2.42	0.05	4.08	-0.08
	0.000	CH1	161.29	-0.03	-0.73	-0.01	1.71	-0.03
	0.000	CH4	373.28	-0.05	-2.42	-0.01	4.08	-0.06
	0.000	CH5	373.35	-0.04	-2.42	0.05	4.08	-0.08
1127	січення № 19 - QRO 120x4							
	2.793	CH2	4.12	0.04	0.01	0.01	0.50	-0.05
	0.000	CH8	-1.84	0.06	0.49	0.01	0.02	0.09
	2.328	CH16	-0.59	0.04	0.11	0.00	0.60	-0.03
	0.000	CH15	-0.75	0.14	0.41	0.04	-0.01	0.17
	0.000	CH4	1.76	0.08	0.52	0.02	0.06	0.12
	0.000	CH1	-0.02	0.03	0.32	0.01	-0.02	0.04
	2.328	CH16	-0.59	0.04	0.11	0.00	0.60	-0.03
	0.000	CH15	-0.75	0.14	0.41	0.04	-0.01	0.17
	2.793	CH15	-0.43	0.14	0.07	0.04	0.66	-0.22
	1.862	CH4	1.98	0.08	0.30	0.02	0.81	-0.03
	0.000	CH11	3.78	0.08	0.34	0.03	0.02	0.09
	2.793	CH5	2.15	0.15	0.19	0.03	1.03	-0.23
1128	січення № 19 - QRO 120x4							
	2.793	CH11	4.43	0.01	0.01	0.00	0.50	0.02
	0.000	CH7	-1.04	0.06	0.50	0.01	0.01	0.11
	2.328	CH7	-0.77	0.06	0.22	0.01	0.84	-0.02
	0.000	CH15	-0.32	0.05	0.41	0.01	-0.01	0.11
	0.000	CH5	2.48	0.06	0.51	0.02	0.06	0.14
	0.000	CH1	0.33	0.02	0.32	0.01	-0.02	0.04
	2.328	CH7	-0.77	0.06	0.22	0.01	0.84	-0.02
	0.000	CH15	-0.32	0.05	0.41	0.01	-0.01	0.11
	2.793	CH8	-0.68	0.06	0.16	0.01	0.93	-0.07
	2.793	CH5	2.80	0.06	0.19	0.02	1.03	-0.03
	0.000	CH13	3.34	0.04	0.43	0.01	0.04	0.12
	2.793	CH6	2.86	0.06	0.18	0.01	1.02	-0.08

Таблиця 2.6 - Таблиця результатів автоматичного розрахунку модулем «RF-STEEL EC3»

Позначення	Марка	Класифікація	Макс. Розрах.
січення	Сталі	січення	співідношення
QRO 160x5 (труба квадратна)	C245	Авто	0.80
QRO 120x4 (труба квадратна)	C245	Авто	0.08
QRO 180x5 (труба квадратна)	C245	Авто	0.94
QRO 140x5 (труба квадратна)	C245	Авто	0.78

Перевірка січень ферми ручним розрахунком, оскільки поперечні зусилля та моменти у стержнях ферми наближені до нуля, розрахунок будемо проводити на стиск або на розтяг. Приведене довжина стрижнів дорівнює 1.

2.3.1 Перевірка верхнього стиснутого поясу ферми

Перевірка поясу на міцність.

Верхній пояс ферми, стержні 1121, 1120, 1124. Максимальне зусилля стиску -530 кН

$R_{yn} \leq 440$ Н/мм2 при центральному розтягу і стиску слід виконувати за формулою:

$$\frac{N}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1 \qquad (2.4)$$

де N – значення відповідно поздовжньої сили;

$\gamma_c = 0{,}95$ – коефіцієнт умов роботи конструкцій, який призначається згідно з табл. 1.1.1 Норм [10].

$A_n = 33.9$ см2 – площа попречного перерізу квадратної труби

$$\frac{530}{33{,}9 \cdot 24 \cdot 0{,}95} \leq 1$$

$0{,}68 \leq 1$

Умова виконується, міцність забезпечена.

Перевірка верхнього поясу на стійкість.

Розрахунок на стійкість елементів суцільного перерізу при центральному стиску слід виконувати за формулою:

$$\frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1$$

де φ – коефіцієнт стійкості при центральному стиску, по вітці «С» таблиця Ж.1. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції.

$\overline{\lambda}$ – умовна гнучкість стрижня, яка визначається за формулою

$$\overline{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

Знаходимо гнучкість:

$$\lambda \quad = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{4.0}{7{,}08} = 56{,}5;$$

де $i = 7{,}08$ см (Рисунок 2.24 Геометричні характеристики)

Знаходимо умовну гнучкість:

$$\overline{\lambda} = 56{,}5 \sqrt{\frac{24}{2{,}06 \cdot 10^4}} = 1{,}92$$

Таблиця 2.7

Умовна гнучкість $\bar{\lambda}$	Коефіцієнт φ для типів кривих стійкості			Умовна гнучкість $\bar{\lambda}$	Коефіцієнт φ для типів кривих стійкості		
	a	*b*	*c*		*a*	*b*	*c*
0,4	999	998	992	5,4	261	261	255
0,6	994	986	950	5,6	242	242	240
0,8	981	967	929	5,8	226	226	226
1,0	968	948	901	6,0	211		
1,2	954	927	878	6,2	198		
1,4	938	905	842	6,4	186		
1,6	920	881	811	6,6	174		
1,8	900	855	778	6,8	164		
2,0	877	826	744	7,0	155		
2,2	851	794	709	7,2	147		
2,4	820	760	672	7,4	139		
2,6	785	722	635	7,6	132		
2,8	747	683	598	7,8	125		
3,0	704	643	562	8,0	119		
3,2	660	602	526	8,5	105		
3,4	615	562	492	9,0	094		
3,6	572	524	460	9,5	084		
3,8	530	487	430	10,0	076		
4,0	475	453	401	10,5	069		
4,2	431	421	375	11,0	063		
4,4	393	392	351	11,5	057		
4,6	359	359	328	12,0	053		
4,8	330	330	308	12,5	049		
5,0	304	304	289	13,0	045		
5,2	281	281	271	14,0	039		

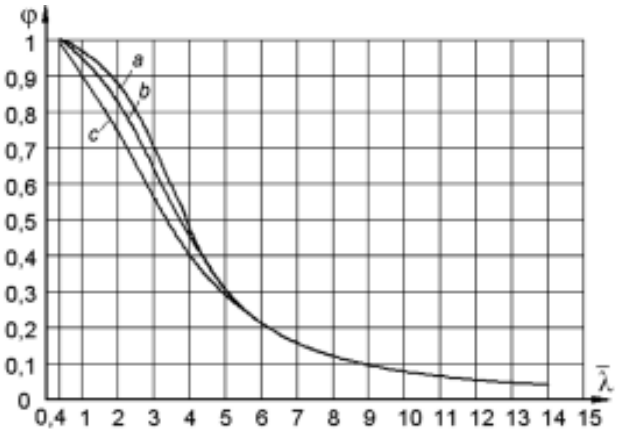


Рисунок 2.16 - Криві стійкості а,б,с

$$\frac{530}{0{,}755 \cdot 33{,}9 \cdot 24 \cdot 0{,}95} \leq 1$$

$$0{,}91 \leq 1$$

Умова виконується, стійкість забезпечена.

Перевірка загальної стійкості суцільного перерізу, стійкість поясу забезпечено.

Отже стиснутий пояс ферми задовільняє умови машинного та ручного розрахунку, та працює з коефіцієнтом 0,91 (ручний) та 0,94 (машинний). Приймаємо для верхнього поясу ферми трубу квадратну перерізом 180х5 сталь С245.

2.3.2 Перевірка нижнього розтягнутого поясу

Нижній пояс ферми, стержні 1116, 1117. Максимальне зусилля розтягу 529 кН

$R_{yn} \leq 440$ Н/мм2 при центральному розтягу і стиску слід виконувати за формулою:

$$\frac{N}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1$$

де N – значення відповідно поздовжньої сили;

$\gamma_c = 0{,}95$ – коефіцієнт умов роботи конструкцій, який призначається згідно з табл. 1.1.1 Норм [10].

$A_n = 29.9$ см2 – площа попречного перерізу квадратної труби

$$\frac{529}{29{,}9 \cdot 24 \cdot 0{,}95} \leq 1$$

$$0{,}78 \leq 1$$

Умова виконується, міцність забезпечена.

Отже розстягнутий пояс ферми задовільняє умови машинного та ручного розрахунку, та працює з коефіцієнтом 0,78 (ручний) та 0,8 (машинний). Приймаємо для верхнього поясу ферми трубу квадратну перерізом 160х5 сталь С245.

2.3.3 Перевірка розтягнутого опорного розкосу з труби 140х5

Опорний розтягнутий розкіс, стержні 1125, 1126. Максимальне зусилля розтягу 373 кН

$R_{yn} \leq 440$ Н/мм2 при центральному розтягу і стиску слід виконувати за формулою:

$$\frac{N}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1$$

Де N – значення відповідно поздовжньої сили;

$\gamma_C = 0{,}95$ – коефіцієнт умов роботи конструкцій, який призначається згідно з табл. 1.1.1 Норм [10].

$A_n = 25.9$ см2 – площа попречного перерізу квадратної труби

$$\frac{373}{25{,}9 \cdot 24 \cdot 0{,}95} \leq 1$$

$$0{,}63 \leq 1$$

Умова виконується, міцність забезпечена.

2.3.4 Перевірка стиснутого опорного розкосу з труби 140х5

Перевірка розкосу на міцність.

Опорний розтягнутий розкіс, стержні 1123, 1124. Максимальне зусилля стиску 366,77 кН

$R_{yn} \leq 440$ Н/мм2 при центральному розтягу і стиску слід виконувати за формулою:

$$\frac{N}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1$$

де N – значення відповідно поздовжньої сили;

$\gamma_c = 0{,}95$ – коефіцієнт умов роботи конструкцій, який призначається згідно з табл. 1.1.1 Норм [10].

$A_n = 25.9$ см2 – площа попречного перерізу квадратної труби

$$\frac{366{,}77}{25{,}9 \cdot 24 \cdot 0{,}95} \leq 1$$

$$0{,}62 \leq 1$$

Умова виконується, міцність забезпечена.

Перевірка розкосу на стійкість.

Розрахунок на стійкість елементів суцільного перерізу при центральному стиску слід виконувати за формулою:

$$\frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1$$

де φ – коефіцієнт стійкості при центральному стиску, по вітці «С» таблиця Ж.1. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві контрукції.

$\overline{\lambda}$ – умовна гнучкість стрижня, яка визначається за формулою

$$\overline{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

Знаходимо гнучкість:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{2.8}{5{,}45} = 51{,}37;$$

де $i = 5{,}45$ см (Рисунок 2.24 Геометричні характеристики)

Знаходимо умовну гнучкість:

$$\overline{\lambda} = 51{,}37 \sqrt{\frac{24}{2{,}06 \cdot 10^4}} = 1{,}75$$

$$\frac{366,77}{0,79 \cdot 25,9 \cdot 24 \cdot 0,95} \leq 1$$

$$0,79 \leq 1$$

Умова виконується, стійкість забезпечена.

Перевірка загальної стійкості суцільного перерізу, стійкість поясу забезпечено.

Отже стиснутий та розтягнутий опорний розкіс підкроквяної ферми задовільняє умови машинного та ручного розрахунку, та працює з коефіцієнтом 0,79 (ручний) та 0,78 (машинний). Приймаємо для розкосу ферми трубу квадратну перерізом 140х5 сталь С245.

2.3.5 Перевірка середнього розтягнутого розкосу

Це стержні 1127, 1128. Максимальне зусилля розтягу 4,43 кН

$R_{yn} \leq 440$ Н/мм2 при центральному розтягу і стиску слід виконувати за формулою:

$$\frac{N}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1$$

де N – значення відповідно поздовжньої сили;

$\gamma_c = 0,95$ – коефіцієнт умов роботи конструкцій, який призначається згідно з табл. 1.1.1 Норм [10].

$A_n = 18.56$ см2 – площа попречного перерізу квадратної труби

$$\frac{4,43}{18,56 \cdot 24 \cdot 0,95} \leq 1$$

$$0,09 \leq 1$$

Умова виконується, міцність забезпечена.

Отже розстягнутий середній розкіс ферми задовільняє умови машинного та ручного розрахунку, та працює з коефіцієнтом 0,09 (ручний) та 0,08 (машинний). Приймаємо для середній розкіс ферми трубу квадратну перерізом 120х4 сталь С245. Зменшити перетин розкосу ми не можемо через норматив співвідношення

ширини розкосу до ширини поясу ферми 0,6.

2.4. Розрахунок металевих балок покрівлі

2.4.1 Машинний розрахунок балки Б-1 у програм SCAD, модуль Kristall 32-bit

У розрахунок приймемо двопролітну балку на яку опирається підкроквяна ферма.

Короткий опис балки:

1.Проліт – 6 + 6 м.;

2.Крок ферм – 4 м.;

3.Розкріплення з площини роботи 2 точки по 4 м.

4.Критичні поперечні сили отримуємо із розразункового програмного комплексу «Dlubal RFEM 5.29».

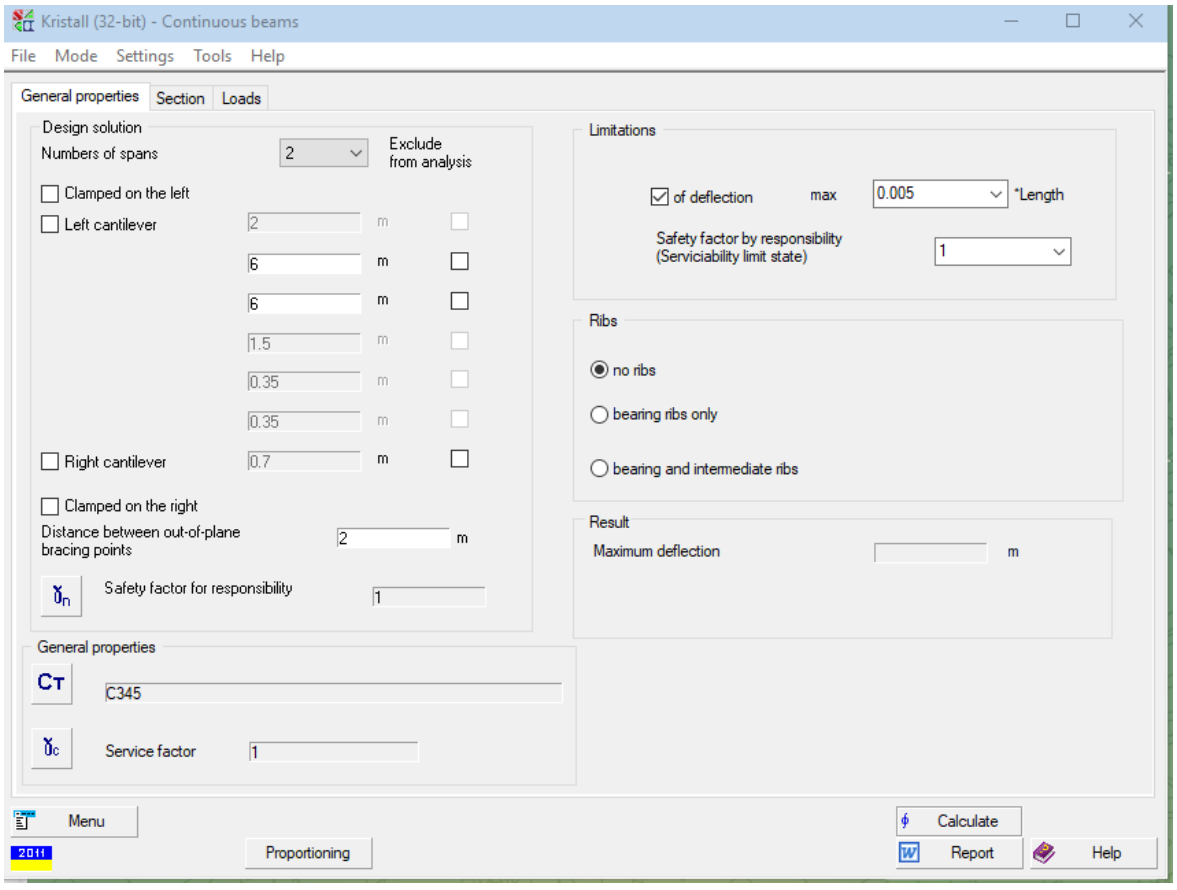


Рисунок 2.16 - Основні властивості розрахунку

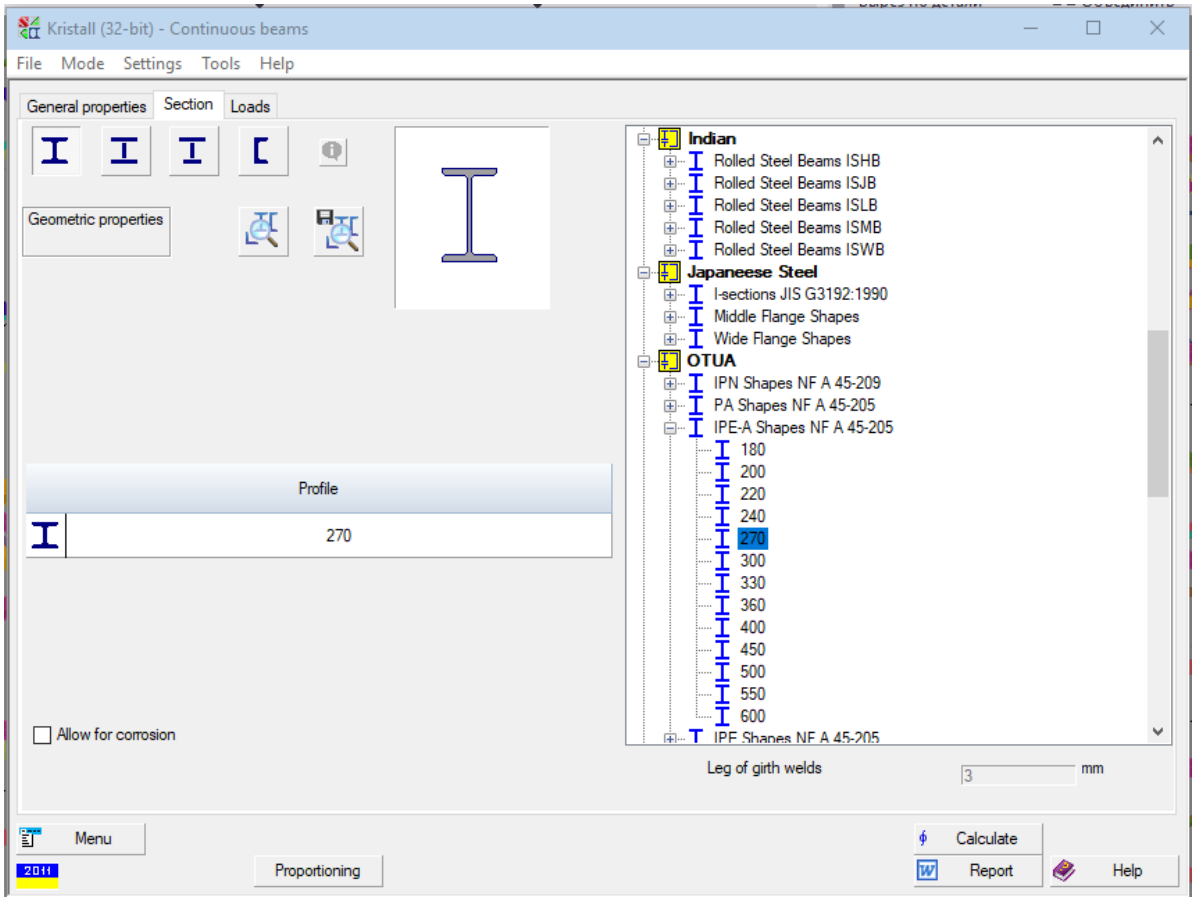


Рисунок 2.17 - Задання профілю балки

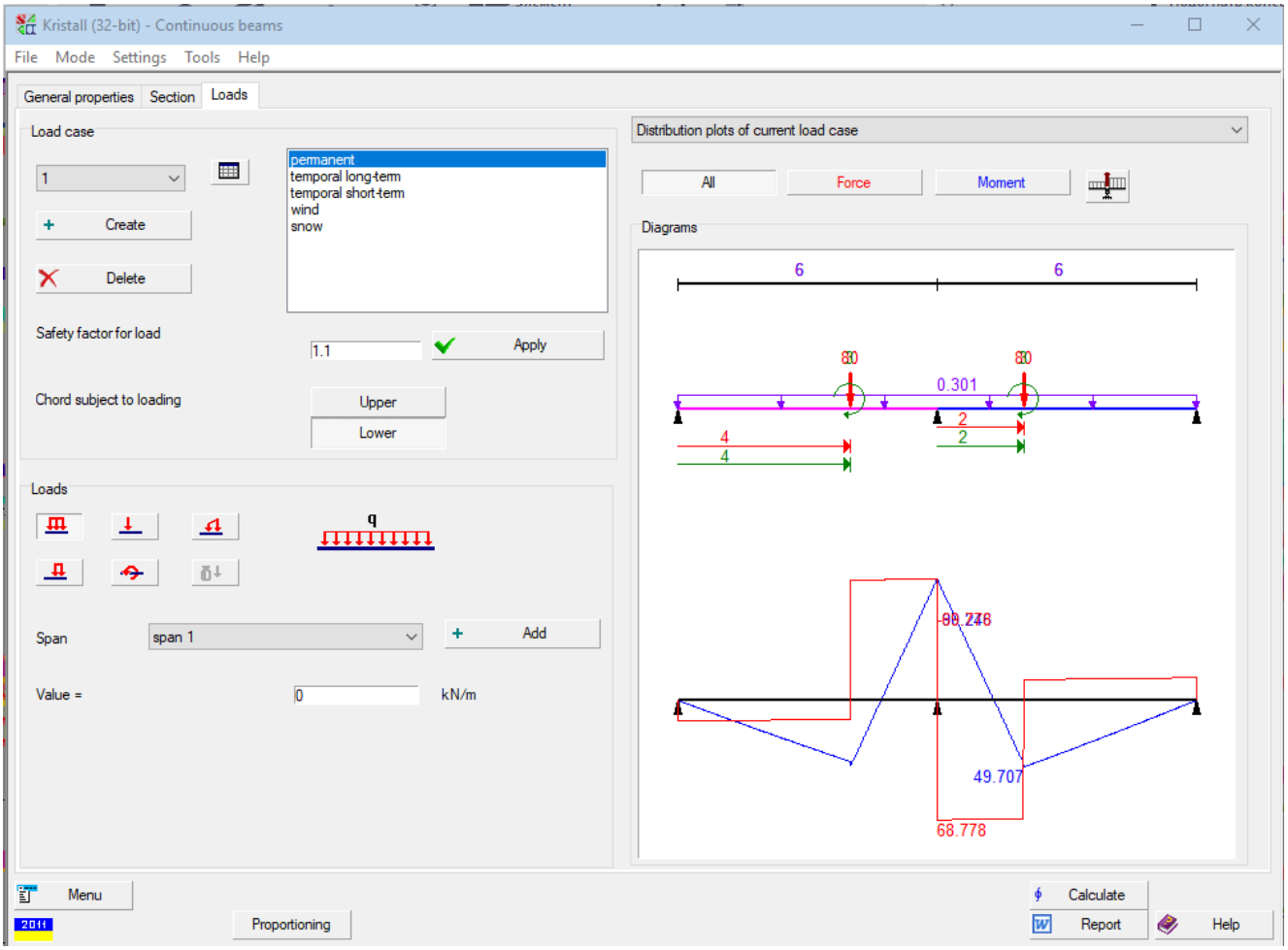


Рисунок 2.18 - Задання навантажень на балку

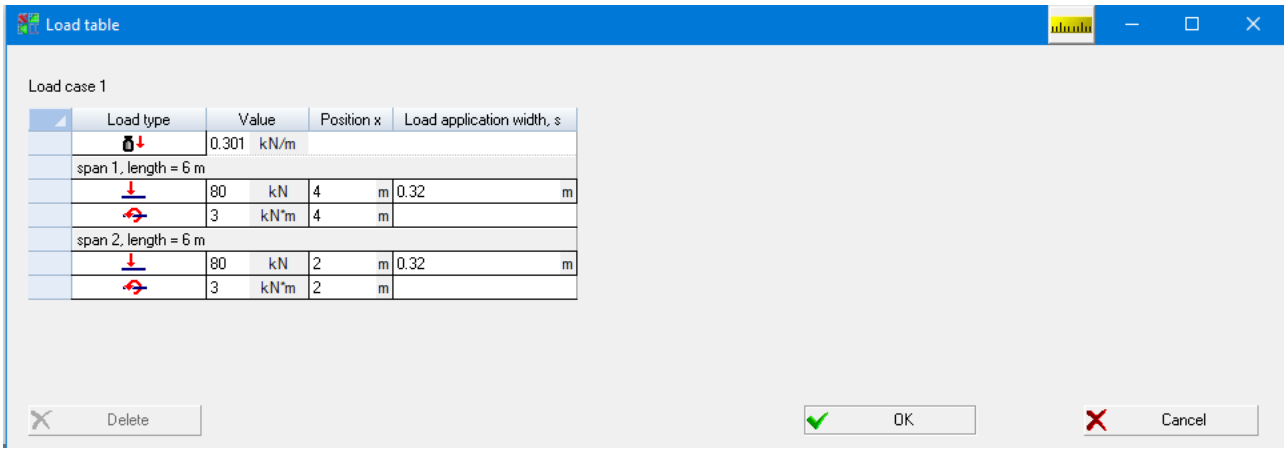


Рисунок 2.19 -Таблиця навантажень на балку

Factors Diagram [DBN B.2.6-163:2010]

Check		Factor
Strength under lateral force	Sec.1.5.2.1	0.262
Strength under bending moment	Sec.1.5.2.1	0.731
Stability of planar mode of bending under moment	Sec.1.5.4.1	0.731

Рисунок 2.20 -Таблиця результатів розрахунку

Отже приймаємо балку IPE270 маркою сталі С345 (S355JR), прогин балки 7 мм.

2.4.2 Машинний розрахунок балки Б-2 у програмі SCAD, модуль Kristall 32-bit

У розрахунок приймемо двопролітну балку на яку опирається підкроквяна ферма.

Короткий опис балки:

1.Проліт – 6 + 6 м.;

2.Крок ферм – 4 м.;

3.Розкріплення з площини роботи 2 точки по 4 м.

4.Критичні поперечні сили отримуємо із розразунокового програмного комплексу «Dlubal RFEM 5.29».

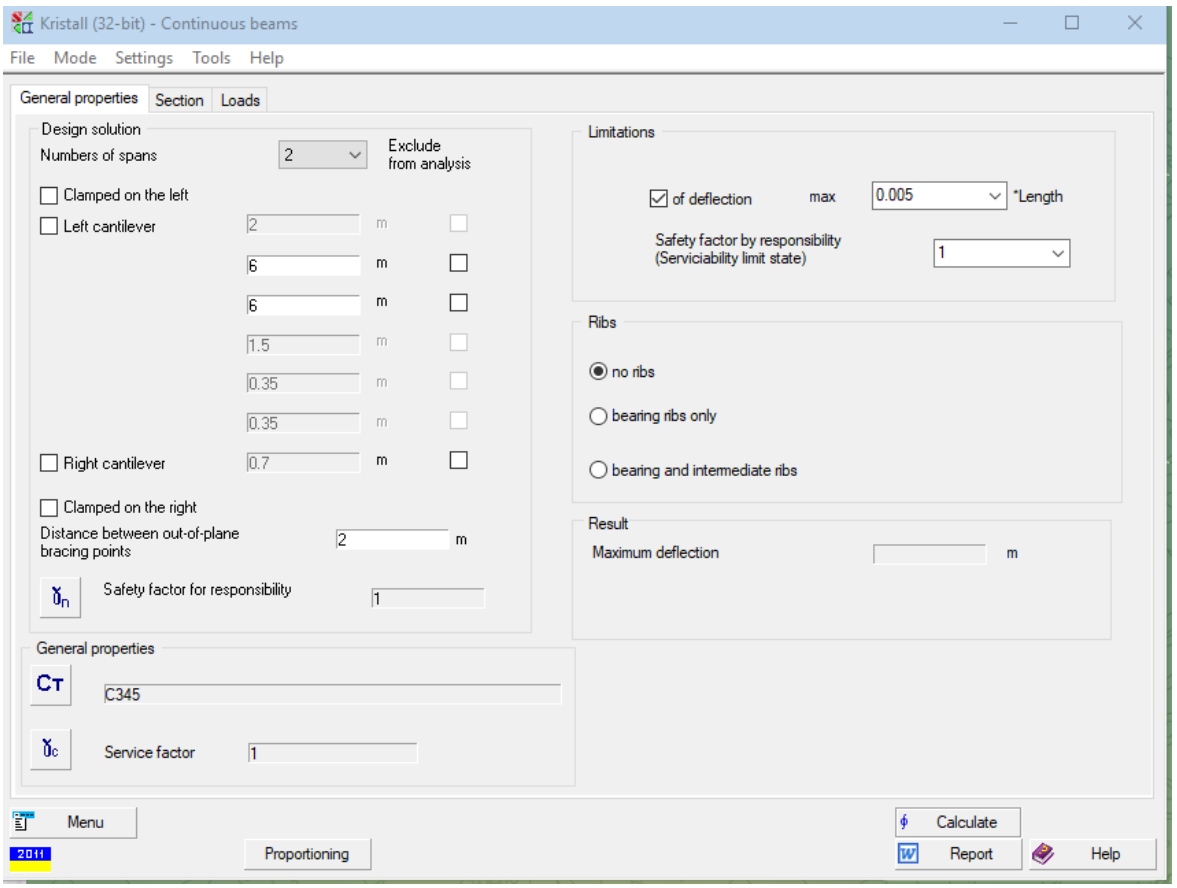


Рисунок 2.21. Основні властивості розрахунку

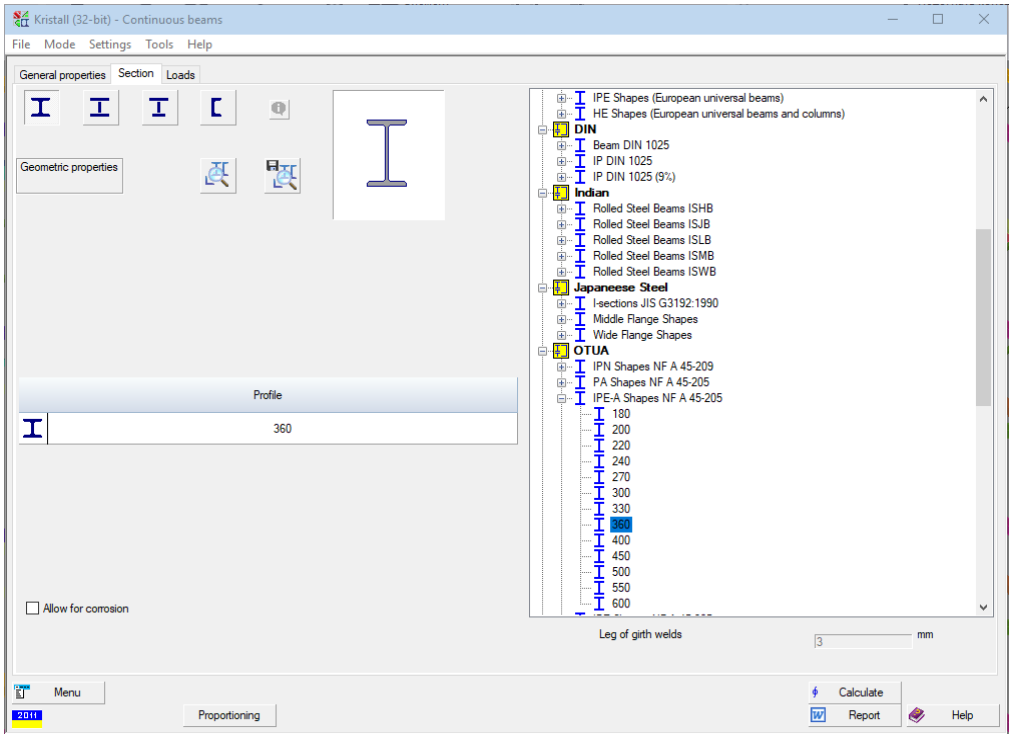


Рисунок 2.21 - Задання профілю балки

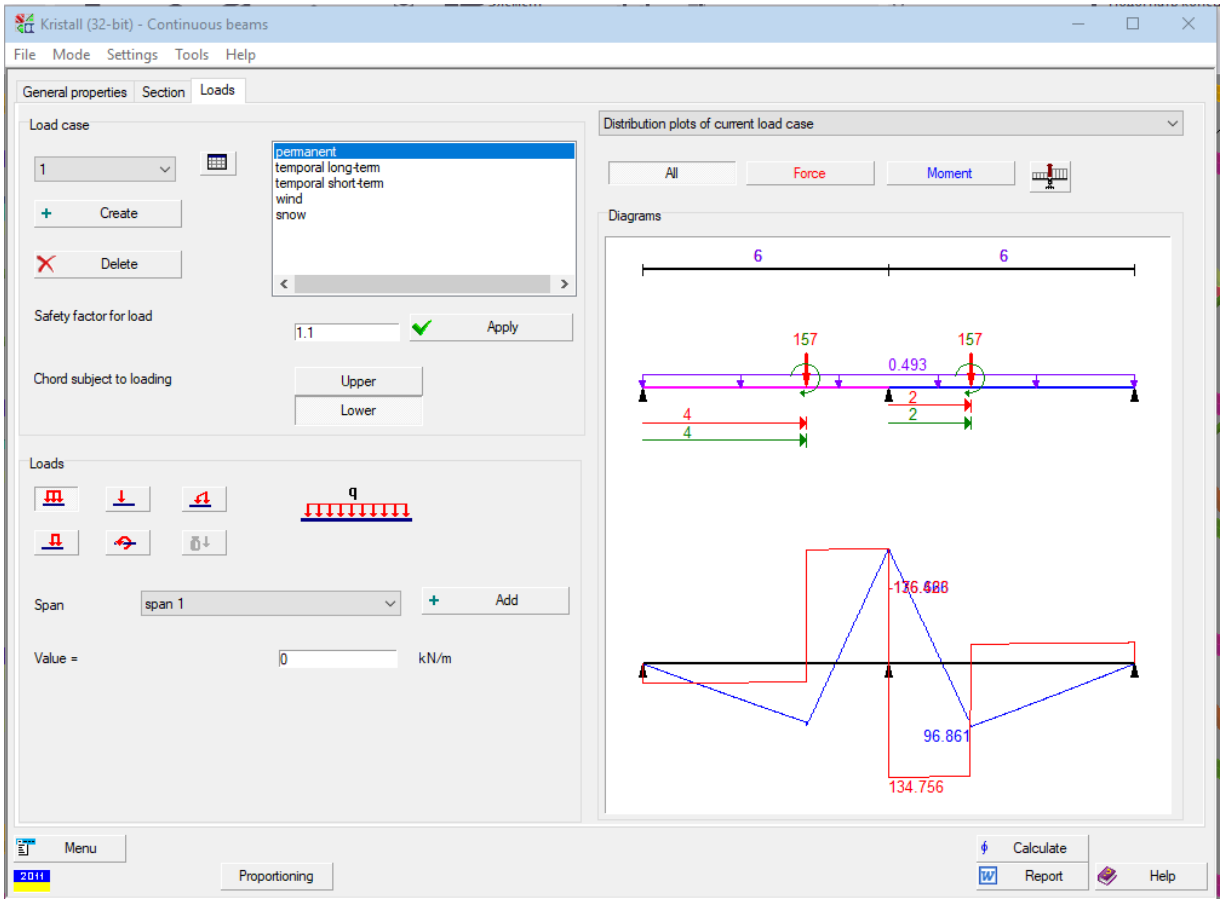


Рисунок 2.22 - Задання навантажень на балку

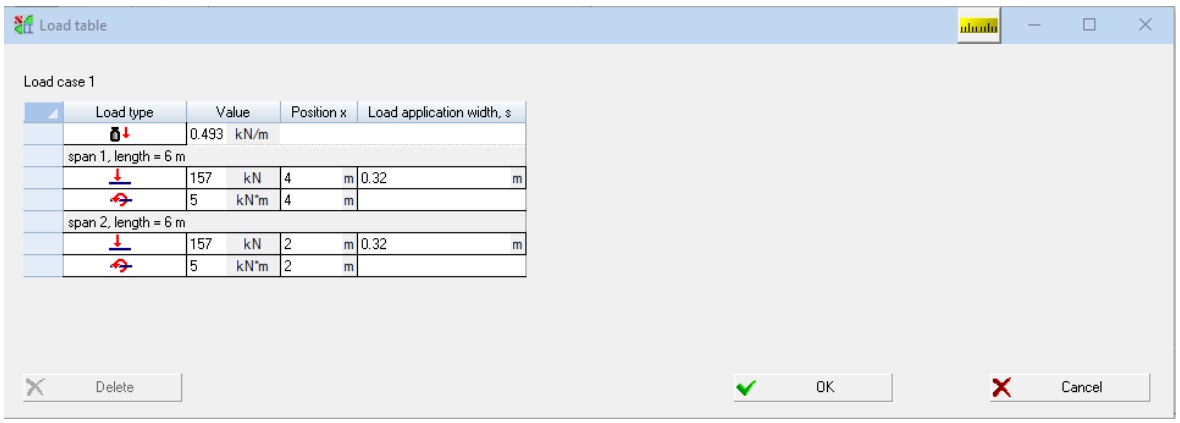


Рисунок 2.23 - Таблиця навантажень на балку

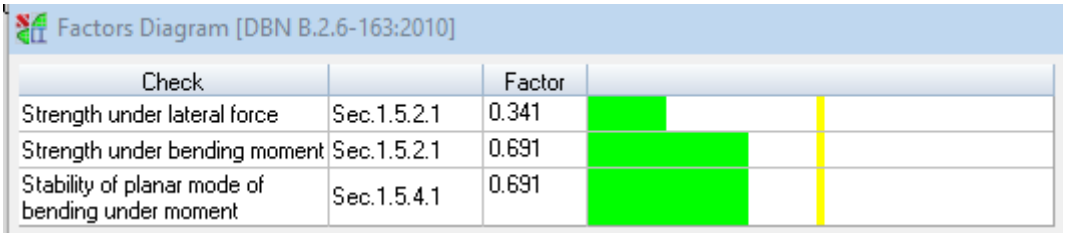


Рисунок 2.24 - Таблиця результатів розрахунку

Отже приймаємо балку IPE360 маркою сталі С345 (S355JR) , прогин балки 6 мм.

2.4.3 Ручний розрахунок металевого прогону П-1, з наявного швелеру 20У С245

Короткий опис прогону:

1.Проліт – 6 м.;

2.Вантажна площа 2.3 м..;

3.Розкріплення з площини – закріплення профлиста до прогону у верхній полці швелера.

4. Навантаження на 1 м.пог перша група граничних станів 5,7 кН/м

5. Навантаження на 1м. пог друга група граничних станів 3,68 кН/м

Розраховуємо зусилля:

$$M_{max} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{5{,}7 \cdot 6^2}{8} = 25.7 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_{max} = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{5.7 \cdot 6}{2} = 17.1 \text{ кН}$$

Визначаємо потрібний переріз балки враховуючи пластичні деформації. Знаходимо момент опору за формулою:

$$W_x \geq \frac{M_{max}}{C_x \cdot R_y \cdot \gamma_c}$$

$$W_x = \frac{25.7 \cdot 100}{1.1 \cdot 240 \cdot 0.1 \cdot 0.9} = 110.46 \text{ см}^3$$

Де C_x =1,1 – коефіцієнт, що враховує вплив пластичних деформацій

R_y = 240 МПа – розрахунковий опір сталі С245 (табл. Е.2, дод. Е, [1]);

γ_c= 0,9 – коефіцієнт умов роботи конструкції;

Згідно сортаменту прокатної сталі підбираємо швелер 20У з такими характеристиками:

Таблиця 2.9

Характеристика	Од. вим.	Величина
Момент опору $W_{x,fac}$	см3	152
Момент інерції $I_{x,fac}$	см4	1520
Статичний момент перерізу Sx	см3	87,8
Висота h	см	20
Ширина полички b_f	см	7,6
Товщина полички t_f	см	0.9
Товщина стінки t_w	см	0,5
Маса погонного метра msb	кг	18.4

Перевірка міцності підібраної балки:

$$\frac{M_{max}}{\mathrm{C}_x \cdot W_x \cdot \beta \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1$$

Знаходимо дотичні напруження:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{17{,}1 \cdot 87{,}8}{1520 \cdot 0.5} = 19{,}8 \text{ МПа}$$

При $\tau < R_s \cdot 0{,}5 \cdot \gamma_c;\ \beta = 1;$

$$\frac{19{,}8 \cdot 100}{1.1 \cdot 87{,}8 \cdot 1 \cdot 240 \cdot 0.1 \cdot 0.9} = 0.96 < 1$$

Де τ – дотичні напруження;

Міцність забезпечена, проводимо перевірку балки на жорсткість:

$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_n \cdot L_1^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{3{,}68 \cdot 600^4}{2.06 \cdot 10^4 \cdot 10^2 \cdot 1520} = 1.8 \text{ см}$$

E = 2,06·105 МПа =2,06·104 $\frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$ – модуль деформації сталі;

$L_1 = 600$ см – довжина балки;

$\frac{L_1}{f} = \frac{600}{200} = 3$ см - граничний прогин балки прольотом l.

$$f_{max} < \frac{L_1}{f}$$

Умова жорсткості забезпечена. Максимальний прогин балки менший за допустимий. Загальну стійкість балки настилу забезпечено (згідно п. 1.5.4.4 (а)) прикріпленням профлисту по всій довжині прогону.

Остаточно приймаємо швелер 20У.

2.5 Розрахунок металевих елементів жорсткості покрівлі.

2.5.1 Розрахунок розпірки Р-1

Короткий опис розпірки:

1.Довжина – 4 м.;

2.Розкріплення верхнього та нижнього поясу кроквяних ферм Фм-1, Фм-2.

3. Зусилля у розпірці стиск-8,14 кН, розтяг +5,96 кН

Перевірка на міцність у програмі SCAD, модуль Kristall 32-bit.

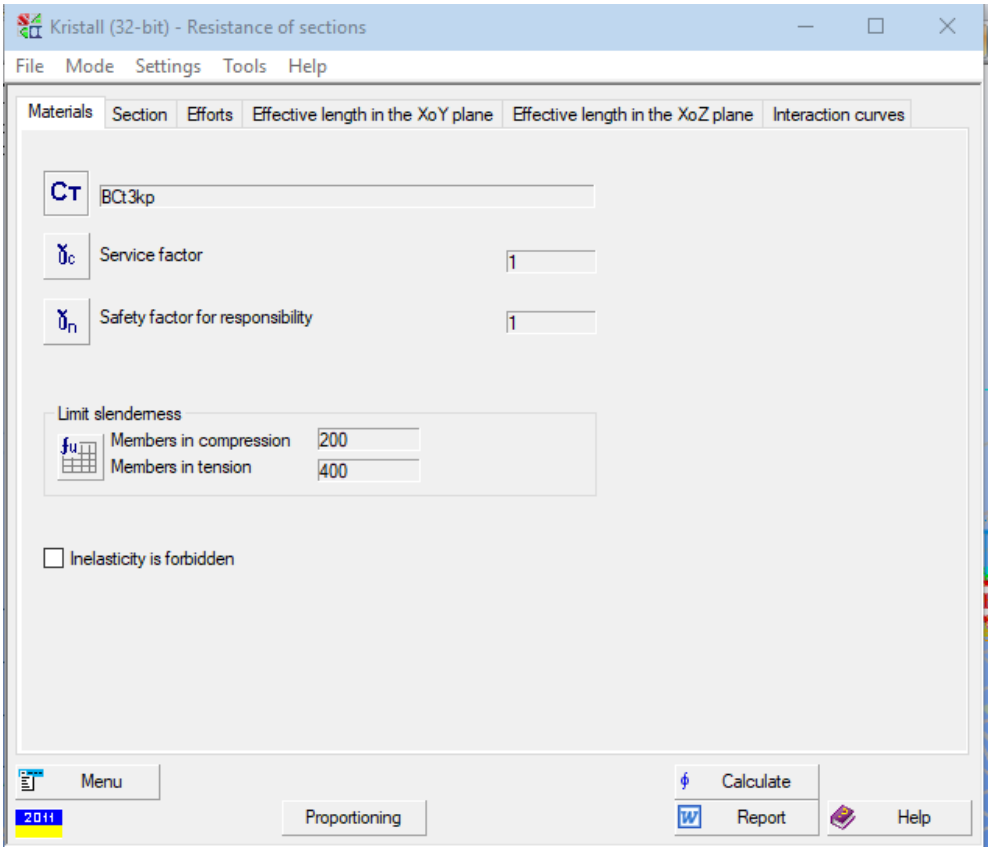


Рисунок 2.25 - Задання матеріалів та умов гнучкості

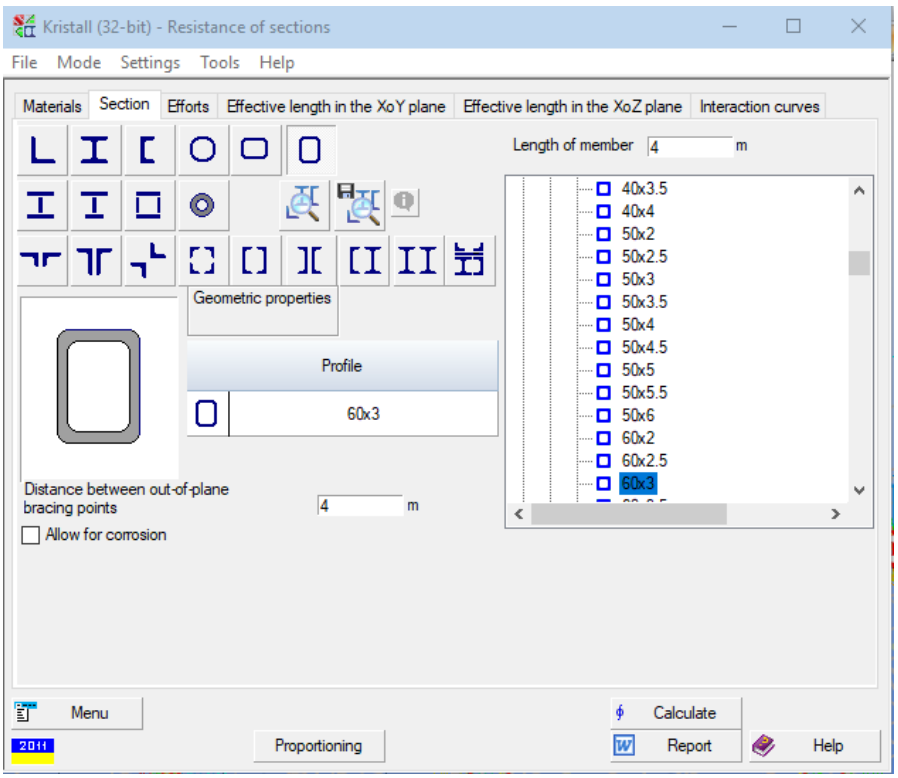


Рисунок 2.26 - Задання довжини та профілю

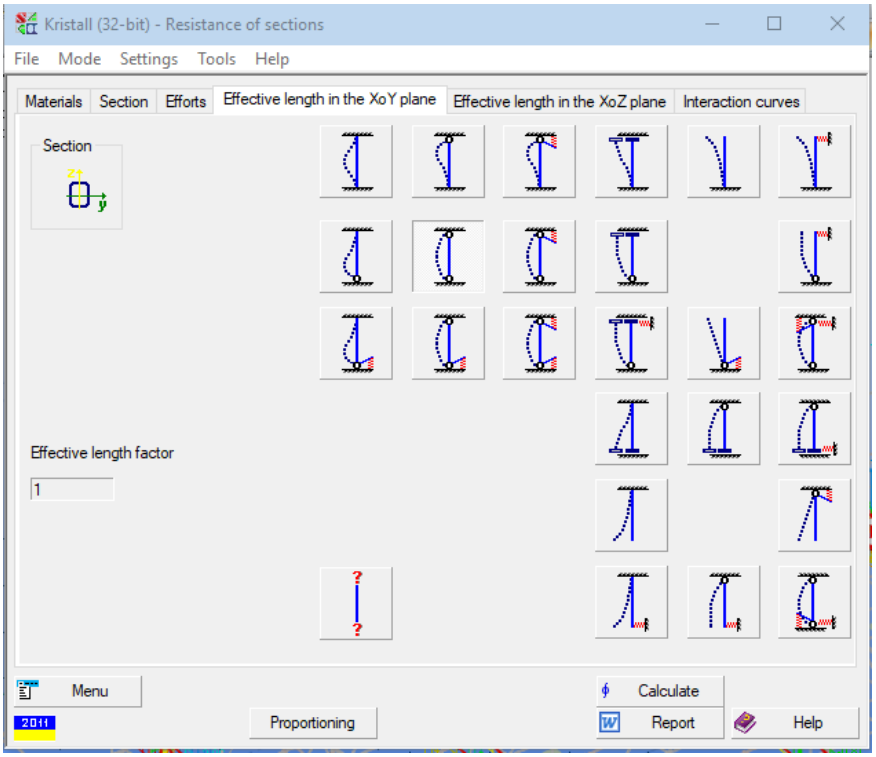


Рисунок 2.27 - Розрахункової довжини

Розрахункова довжина у напрямку XoУ рівна XoZ

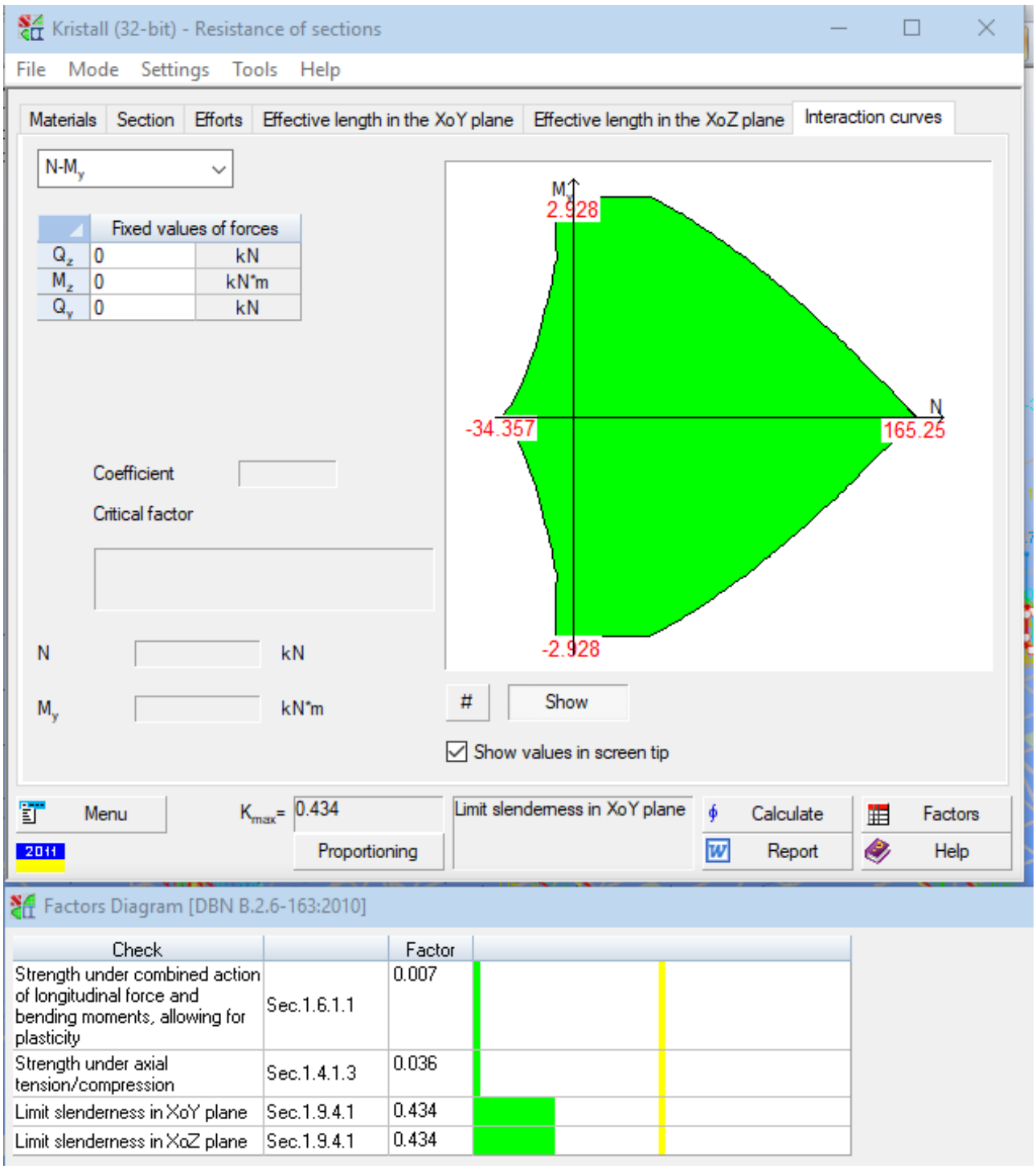


Рисунок 2.28 - Перевірка розпірки на розтяг

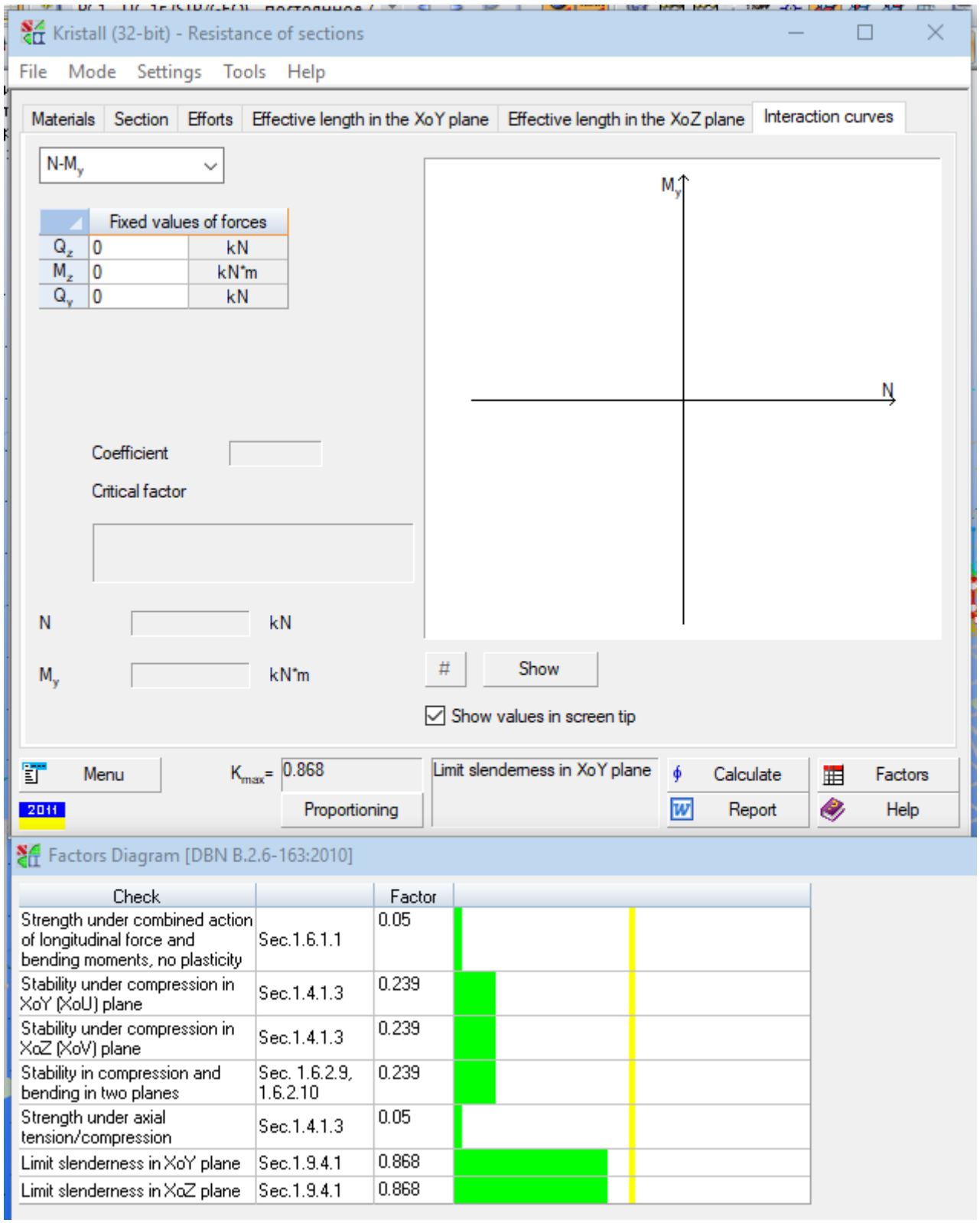


Рисунок 2.29 - Перевірка розпірки на стиск

2.5.2 Розрахунок горизонтального звязка Зг-1

Короткий опис зв'язкового елементу:

1.Довжина – 7.212 м.;

2.Зусилля на розтяг +14 кН

Підбір елементу за граничною гнучкістю λ=400:

$$i = \frac{7212}{400} = 18 \text{ мм};$$

Приймаємо кутник 63х4 С245 і=19.5мм., А=4,96 см2

Перевірка елементу за міцністю

$R_{yn} \leq 440$ Н/мм2 при центральному розтягу і стиску слід виконувати за формулою:

$$\frac{N}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1$$

де N – значення відповідно поздовжньої сили;

$\gamma_c = 0{,}95$ – коефіцієнт умов роботи конструкцій, який призначається згідно з табл. 1.1.1 Норм [10].

$A_n = 4.96$ см2 – площа попречного перерізу квадратної труби

$$\frac{14}{4{,}56 \cdot 24 \cdot 0{,}95} \leq 1$$

$$0{,}134 \leq 1$$

Умова виконується, міцність забезпечена.

2.6. Розрахунок стовбчастого монолітного фундаменту

2.6.1 Характеристики ґрунтів

В геоструктурному відношенні район ділянки будівництва розміщений в межах південно-західної окраїни Східно-Європейської платформи.

Гідрогеологічні умови ділянки будівництва характеризуються наявністю

грунтового водоносного горизонту, який приурочений до еолово-делювіальних та елювіальних відкладів четвертинного віку.

Водоносний горизонт розповсюджений по всій площі ділянки і приурочений до грунтів ІГЕ – 2, 3, 4, 5. Ґрунтові води безнапірні.

Живлення горизонту здійснюється за рахунок інфільтрацій атмосферних опадів.

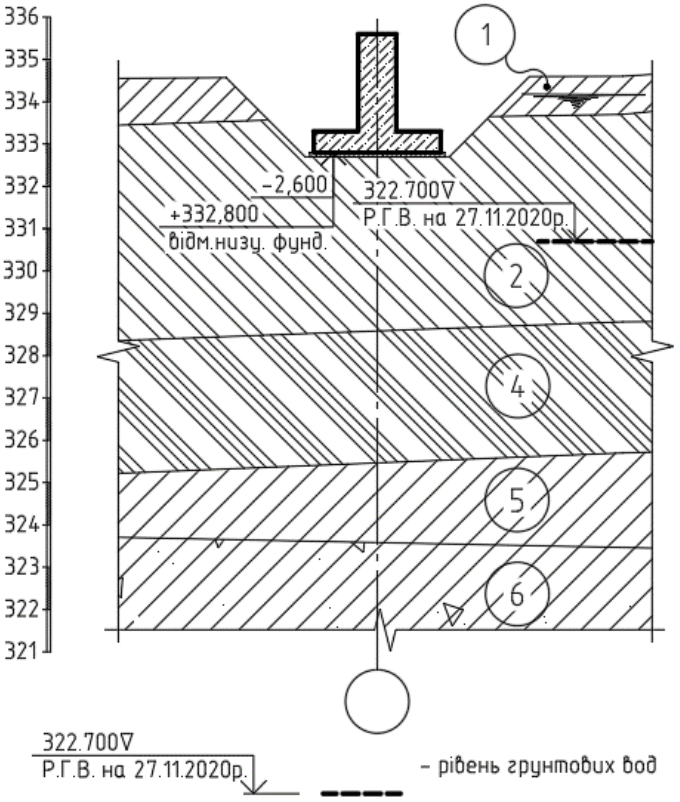


Рисунок 2.30 - Посадка на геологічний розріз

Наявні ґрунти згідно гелогії:

ІГЕ-1 Суглинок темно-сірий, тугопластичний, з домішками органіки до 10%;

ІГЕ-2 Суглинок жовто-сірий, жовто-бурий, тугопластичний, з лінзами м'якопластичного;

ІГЕ-3 Суглинок сірий, зеленувато-сірий, напівтвердий з прошкарками та лінзами тугопластичного;

ІГЕ-4 Суглинок сірий, зеленувато-сірий, тугопластичний;

ІГЕ-5 Глина зеленувато-сіра, сіра, зеленувато-бура, тугопластична, з включенням уламків пісковику та вапняку до 5%, місцями піщаниста;

ІГЕ-6 Глина зеленувато-сіра, сіра, зеленувато-бура, напівтверда та тверда, з включенням уламків пісковику та вапняку до 5%, місцями піщаниста.

Несучим ґрунтом для фундаментів вибрано грунт ІГЕ-2 " Суглинок жовто-сірий, жовто-бурий, тугопластичний, з лінзами м'якопластичного", його характеристики наведені у табл.2.7.

Таблиця 2.7

Шар грунту	Значення для розрахунків										
	Нормативні				Розрахункові						
	Питома вага, кН/м^3	Модуль деформації, мПа	Кут внутрішнього тертя, гр	Питоме зчеплення, кПа	Питома вага, кН/м^3		Кут внутрішнього тертя, гр		Питоме зчеплення, кПа		Порядковий номер класифікації грунтів за ДБН В.1.1-12:2014
	γ	E	φ	C	γ_2	γ_1	φ_2	φ_1	C_2	C_2	
ІГЕ-2	19,6	16	20	23	19,5	19,4	20	17	23	15	35б

2.6.2 Навантаження на фундамент

Вибираємо найбільш завантажений центральний фундамент для розрахунку, згідно найбільш завантаженої колони;

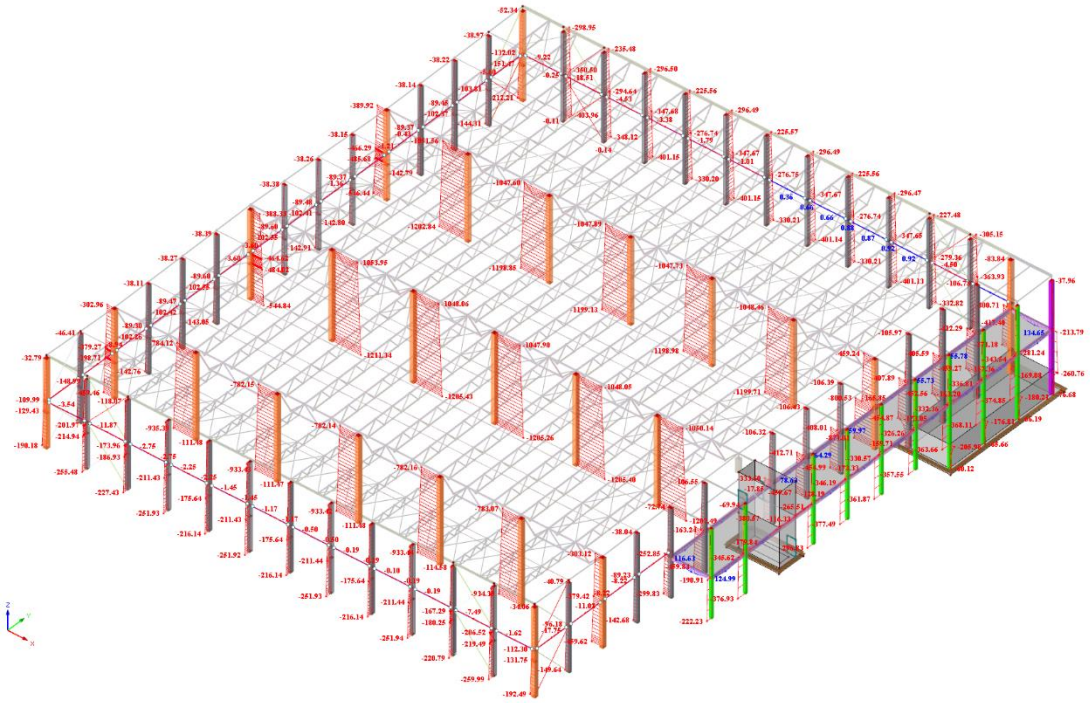


Рисунок 2.31 - Вертикальне навантаження

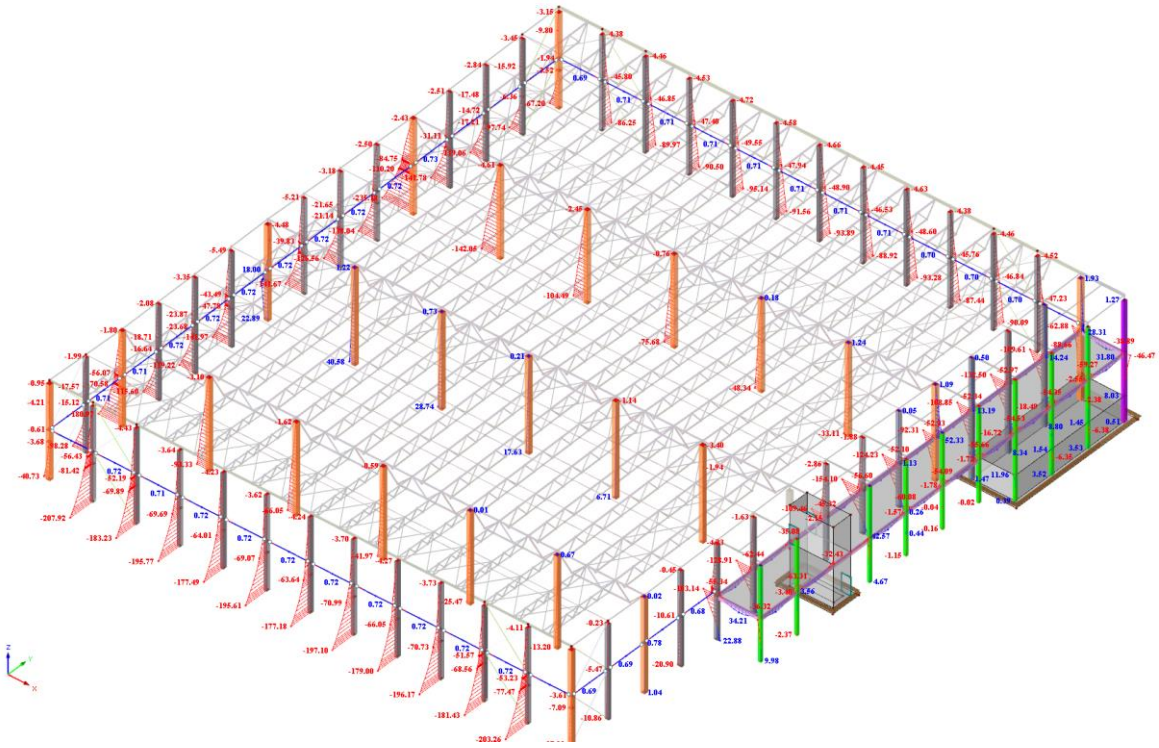


Рисунок 2.32 - Момент Mx

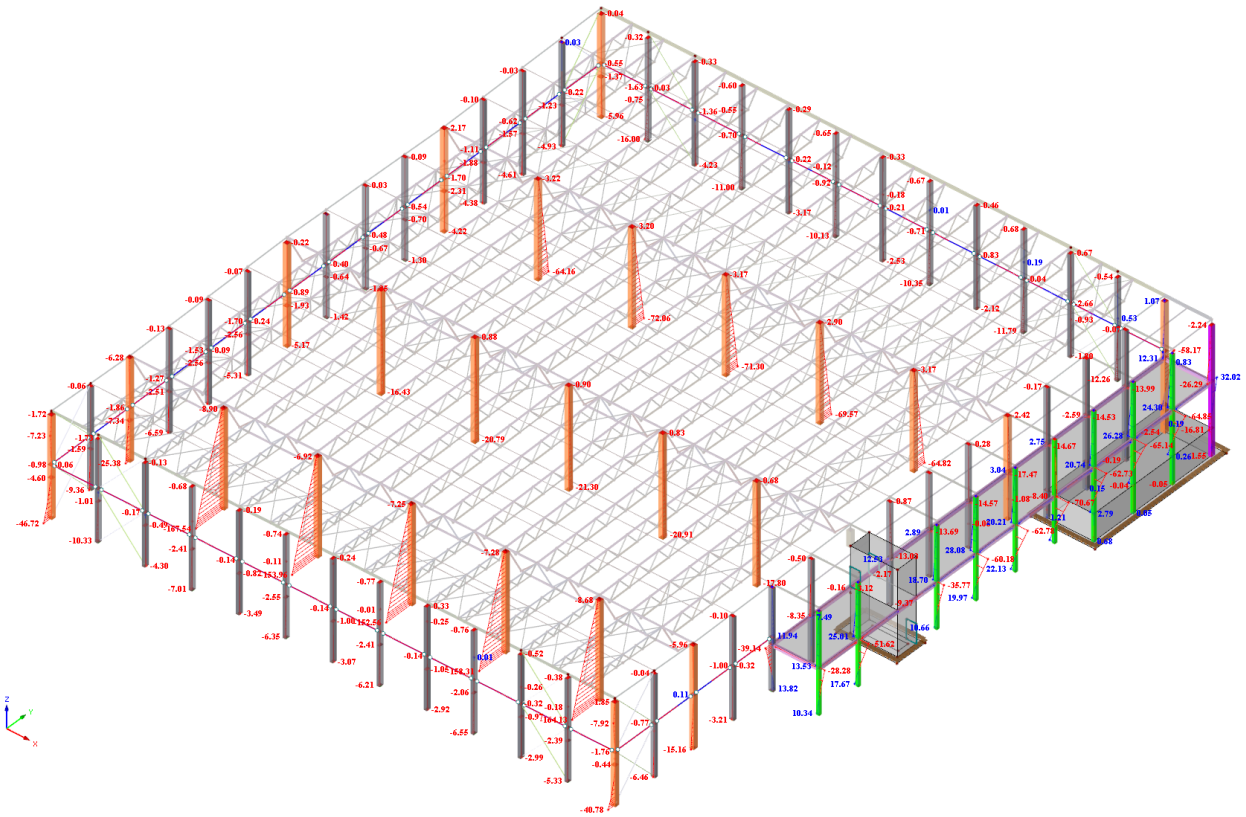


Рисунок 2.33 - Момент My

Максимальні наванатаження що діють на фундамент беремо з розрахункового комплексу Dlubal rfem:

Максимальне вертикальне навантаження:

$F_{\text{макс}} = 1205{,}43$ кН.

Максимальний момент:

$M_{\text{макс}} = 142{,}05$ кНм.

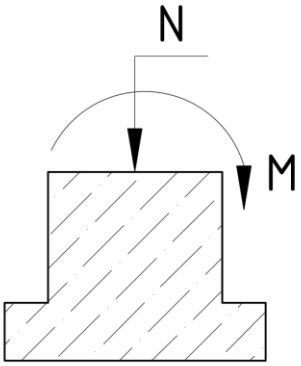


Рисунок 2.34 - Зусилля що діють на свбчатий фундамент

2.6.3 Розрахунок стовпчатого фундаменту за II-ю групою граничних станів

Розраховуємо конструкцію фундаменту завантажену розрахунковим зусиллям F

Визначаємо ширину підошви через необхідну площу:

$$A = \frac{F_{\text{макс}}}{R_0 - d \cdot \gamma_{\text{ф}}} = \frac{1205{,}43}{237{,}89 - 1{,}8 \cdot 19{,}5} = 8{,}65 \text{ м}^2$$

$$b = \sqrt{A} = \sqrt{8{,}65} = 2{,}94\text{м}$$

Приймаємо ширину підошви фундаменту $b = 3$ м.

Де, $F_{\text{макс}} = 1205{,}43$ кН $-$ навантаження на фундамент;

$R_0 = 237{,}89$ кН/м^2 $-$ розрахунковий опір ґрунту основи табл. Е.3 [7];

$d = 1{,}8$ м $-$ глибина закладання фундаменту;

$\beta = 1 -$ коефіцієнт, що враховує меншу питому вагу ґрунту, який лежить на обрізах фундаменту у порівнянні з потомою вагою фундаменту;

$\gamma_{\text{ф}} = 19{,}5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$ –питома вага ґрунту;

Приймаємо габарити підошви фундаменту : ширина $b = 3$ м,

довжина $a = 3$ м, висота $h = 0{,}5$м;

У таблиці Е.7 [7] знаходимо:

$$\gamma_{\text{с1}} = 1{,}1;\ \gamma_{\text{с2}} = 1{,}0$$

$$\varphi_{\text{II}} = 20°:$$

$$M_\gamma = 0{,}39;\ M_q = 2{,}57;\ M_c = 5{,}15;$$

Розрахунковий опір грунта основи:

$$R = \frac{\gamma_{\text{с1}} \cdot \gamma_{\text{с2}}}{k} \cdot \left[M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{\text{II}} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_{\text{II}} + M_c \cdot c_{\text{II}}\right]$$

Де $k_z = 1$ — при ширині низу фундименту $b < 10$м

$\gamma_{\text{II}} = 19{,}5\ \text{кН/м}^3$ — питома вага несучого ґрунту основи;

$c_{\text{II}} = 23$ кПа −питоме зачеплення ґрунту;

$d_1 = 1{,}8$ м − глибина посадки закладання фундаменту;

$$R = \frac{1{,}1 \cdot 1{,}0}{1}\,[0{,}39 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 19{,}5 + 2{,}57 \cdot 1{,}8 \cdot 19{,}5 + 5{,}15 \cdot 23] = 237{,}89\,\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

$$= 0{,}238\ \text{МПа}$$

Рахуємо вагу фундаменту:

Власна вага фундаменту:

$$G_{\text{ф}} = 0{,}9 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}2 \cdot 2500 \cdot (0{,}01) + 3 \cdot 3 \cdot 0{,}5 \cdot 2500 \cdot (0{,}01) = 136{,}8\ \text{кН}$$

Вага грунту на краях фундаменту:

$$G_{\text{гр}} = 9{,}83 \cdot 19{,}5 = 191{,}68\ \text{кН}$$

Прорахуємо усереднений фактичний тиск під фундаментною підошвою від навантаження:

$$p_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{макс}} + G_{\text{ф}} + G_{\text{гр}}}{A_{\text{ф}}} =\leq R = \frac{1205{,}43 + 136{,}8 + 191{,}68}{3 \cdot 3} = 170{,}43\ \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

$$= 0{,}170\ \text{МПа} \leq R = 0{,}238\ \text{МПа}$$

Висновок: відбувається виконання умови, тому фінально приймаємо габарит фундаменту 3х3м, товщиною 0,5м.

2.6.4 Розрахунок стовпчатого фундаменту за II-ю групою граничних станів

Для стовпчатого фундаменту використовуємо важкий бетон С 20/25, захисний шар для арматурних стрижнів 50 мм. Для чистоти виконання фундаменту і забезпечення гарантованого захисного шару під фундамент влаштовуєио бетонну підготовку з бетону С8/10:

Чиста висота роботи перерізу складатиме:

$h_0 = h - a = 50 - 5 = 45$ см

Визначаємо розрахункові навантаження від ваги фундаменту:

$$G_{\text{ф}}^{\text{р}} = G_{\text{ф}} \cdot \gamma_{fm} = 136{,}8 \cdot 1{,}3 = 177{,}84 \text{ кН},$$

де $\gamma_{fm} = 1{,}3 -$ коефіцієнт по безпеці відносно навантаження по таблиці 5.1 [3]

Рахуємо пригруз від кількості землі на виступах фундаментної подушки від підколонника:

$$G_{\text{гр}}^{\text{р}} = G_{\text{гр}} \cdot \gamma_{fm} = 191{,}68 \cdot 1{,}1 = 210{,}85 \text{ кН}$$

Де $\gamma_{fm} = 1{,}1 -$ коефіцієнт безпеки відносно навантаження по таблиці. 5.1 [3]

Рахуємо навантаження, що діє на підстилаючий шар під фундаментною підошвою.:

$$p_{cp}^{\text{р}} = \frac{F_{\text{р}}}{A_{\text{ф}}} = \frac{1205{,}43 + 177{,}84 + 210{,}85}{9 \cdot 1} = 177{,}1 \ \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 0{,}177\text{МПа}$$

Рахуємо поперечну напруженість у секції фундаменту від максимального навантаження неподалік від бічної стіни:

$$Q = p_{cp}^{\text{р}} \cdot l \cdot \frac{b - b_{\text{ф}}}{2} = 177{,}1 \cdot 1 \cdot \frac{3 - 0{,}9}{2} = 185{,}96 \text{ кН}$$

$l = 1$ м $-$ розмір шматка конструкції яка обраховується;

$b = 3$ м $-$ горизонтальний розмір підошви фундаменту;

$b_{\text{ф}} = 0{,}9$ м $-$ розмір обрізу підколонника;

Визначення поперечних сил не потрібно при умові виконання вимоги:

$$Q \leq \varphi_{b3} \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot h_0$$

Де $\varphi_{b3} = 0{,}6 -$ коефіцієнт для важкого бетону;

$f_{ctd} = 1$ МПа $-$ розрахункова міцність бетону на розтяг;

$0{,}186$ МПа $\leq 0{,}6 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 0{,}45 = 0{,}810$ МПа

Згідно з вимог, влаштування поперечного армування не є обов'язковим, оскільки умова виконується.

Перевірка на міцність похилих перерізів не є необхідною, оскільки ми розглядаємо лише довжину проекції даного перерізу $c = 0$ м.

Рахуємо продавлювання:

Де $A = 0{,}5(l_k + 2h_0)(b_k + 2h_0) = 0{,}5 \cdot (1 + 2 \cdot 0{,}45)(0{,}9 + 2 \cdot 0{,}45) =$

$= 1{,}71$м^2;

$F = 185{,}96 - 177{,}1 \cdot 1{,}71 = 15{,}15$ кН

Визначаємо величину u_m:

$$u_m = 0{,}5 \cdot (b_к + l_к + 2h_0) = 0{,}5 \cdot (0{,}9 + 1 + 2 \cdot 0{,}45) = 1{,}4 \text{ м}$$

Перевіряємо міцність фундаменту на продавлювання:

$$F \leq \varphi_3 \cdot f_{ctd} \cdot u_m \cdot h_0$$

Де $\varphi_3 = 1 -$ коефіцієнт для важкого бетону;

$$15{,}15 \text{ кН} \leq 0{,}6 \cdot 1000 \cdot 1{,}4 \cdot 0{,}45 = 378 \text{ кН}$$

Міцність фундаменту на продавлювання забезпечена.

Розраховуємо момент:

$$M = 0{,}125 \cdot p_{cp}^{р} \cdot (\, b - b_ф)^2 \cdot l = 0{,}125 \cdot 177{,}1 \cdot (\, 1 - 0{,}9)^2 \cdot 1 = 22{,}14 \text{ кНм}$$

Арматуру беремо класу міцності А500С, розрахунковий опір якої: $f_{yd} =$ 435 МПа.

Рахуємо необхідну площу армування 1м подушки:

$$A_s = \frac{M}{0{,}9 \cdot h_0 \cdot f_{yd}} = \frac{22{,}14 \cdot (100)}{0{,}9 \cdot 4{,}5 \cdot 43{,}5} = 12{,}56 \text{ см}^2$$

Приймаємо 7 стержнів діаментром 16мм класу А500С з кроком 150мм.

Розраховуємо момент від експлуатаційного навантаження:

$$M = 0{,}125 \cdot p_{ср} \cdot (\, b - b_ф)^2 \cdot l = 0{,}125 \cdot 170{,}43 \cdot (\, 1 - 0{,}9)^2 \cdot 1 = 21{,}30 \text{ кНм}$$

Знаходимо величину n:

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{210}{30} = 7$$

де $E_s = 210$ ГПа – модуль пружності арматури класу А500С;

$E_c = 30$ ГПа – модуль пружності бетону класу С20/25;

Рахуємо коефіцієнт армування:

$$\mu = \frac{A_{fac}}{A} = \frac{14{,}07}{30 \cdot 140} \cdot 100 = 0{,}335\% > 0{,}05\%$$

Умова виконується, фундамент заармовано правильно

Рахуємо пружнопластичний момент опору перерізу:

$$W_{pl} = [0{,}292 + 0{,}75 \cdot 2 \cdot \mu \cdot n] \cdot b \cdot h^2 =$$

$$= [0{,}292 + 0{,}75 \cdot 2 \cdot 0{,}00335 \cdot 7] \cdot 3 \cdot 0{,}5^2 = 0{,}024 \text{ м}^3$$

Визначаємо момент тріщиностійкості:

$$M_{crc} = f_{ctk} \cdot W_{pl} = 1500 \cdot 0{,}245 = 36 \text{ кНм}$$

Де $f_{ctk} = 1{,}5$ МПа – опір арматури на розтяг, за другою групою граничних станів;

Перевіряємо дотримання умови:

$$M \leq M_{crc}$$

$21{,}30$ кНм ≤ 36 кНм

Висновок: Розрахунок за першою групою граничних станів виконується, тріщин не утворюється.

Крайні та інші стовпчаті фундаметри розраховуються аналогічним методом.

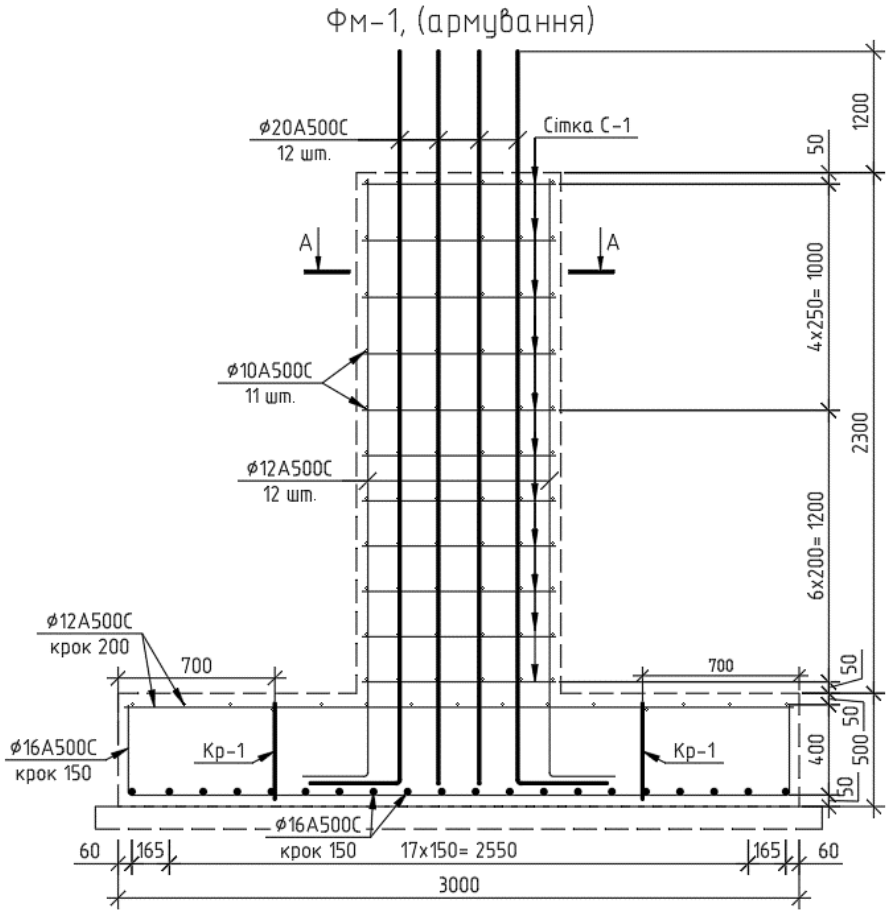


Рисунок 2.35 - Армування центрального стовбчастого фундаменту

2.7. Розрахунок плити перекриття етажерки

2.7.1 Опалубка та компонування плити перекриття

Товщину плити перекриття попередньо приймаємо товщиною 220мм, обпирання плити перекриття відбувається на залізобетонні колони та сходову діафрагму.

Додатково між колонами влаштовані залізобетонні балки у двох напрямках. Бетон плити перекриття приймаємо класу С20/25, розрахунковий опір стисканню для якого fcd =14,5МПа (табл. 13 Норм [2]); при тривалому навантаженні коефіцієнт умов роботи бетону – γc1=0,9 (табл. 15 Норм [2]). Коефіцієнт надійності по призначенню γn=0.95.

Армування плити виконуємо з гарячекатаної арматури класу А500С, характеристичний опір стисканню становить fyk =500 МПа (табл. 3.4 Норм [2].

(fyd=435 МПа), поперечна і конструктивна арматура класу А500С (fyd=435 МПа).

2.7.2. Розрахунок плити перекриття

Розрахунок плити перекриття виконуємо в розрахунковому комплексі Dlubal rfem в попередньо змодельованому компонуванні будівлі. Результати розрахунку наведені в рисунках 2.39-2.52.

Проаналізувавши результати розрахунку плити перекриття приймаємо армування (рис. 2.53):

- Нижнє фонове армування Ø12А500С крок 200мм, без додаткового нижнього армування;
- Верхнє фонове армування Ø10А500С крок 200мм, додаткове верхнє армування Ø10А500С крок 200мм та Ø12А500С крок 200мм;
- Поперечне армування в надопорних зонах непотребується оскільки влаштовані балки.

Армування монолітних балок виконуємо згідно розрахунку програмного комплексу Dlubal rfem.

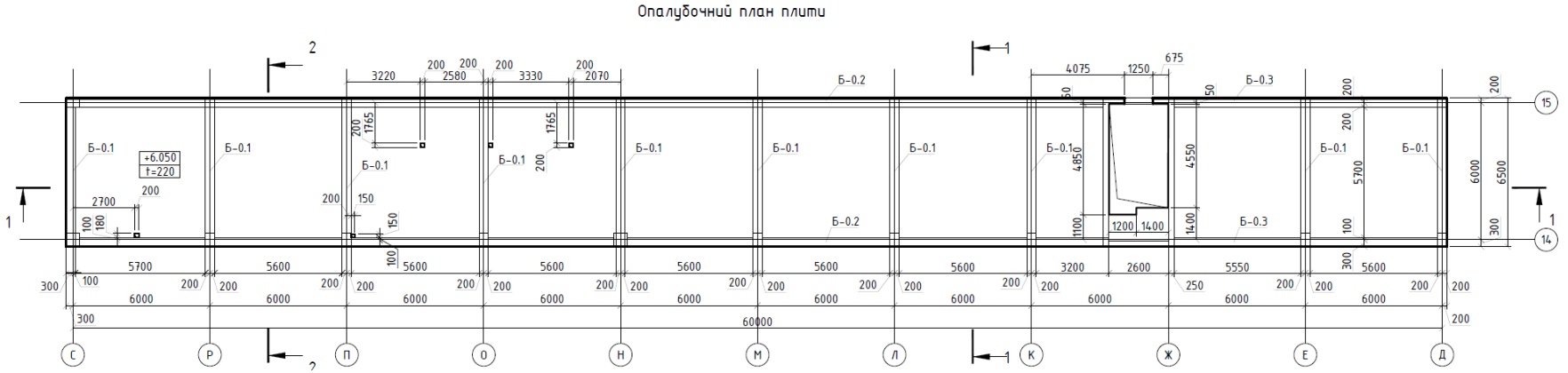


Рисунок 2.36 - Опалубочний план плити перекриття

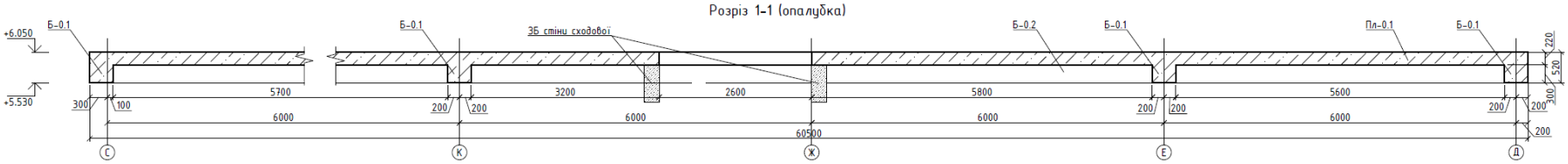


Рисунок 2.37 -Поздовжній розріз

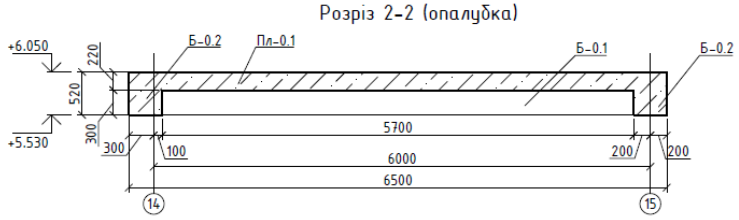


Рисунок 2.38 - Поперечний розріз

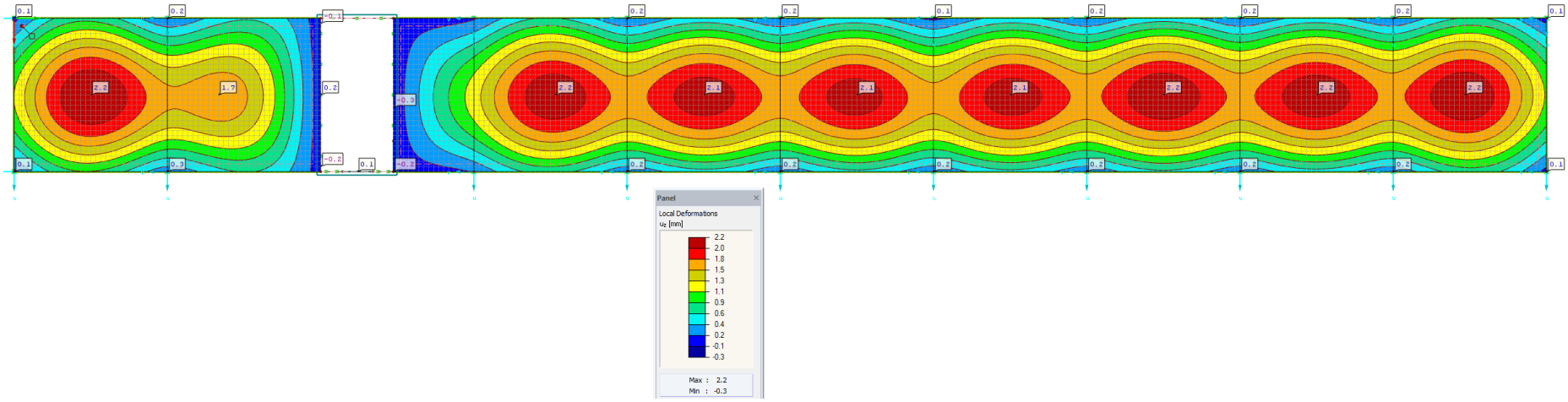


Рисунок 2.39 - Мінімальні деформації плити перекриття [2,2 мм]

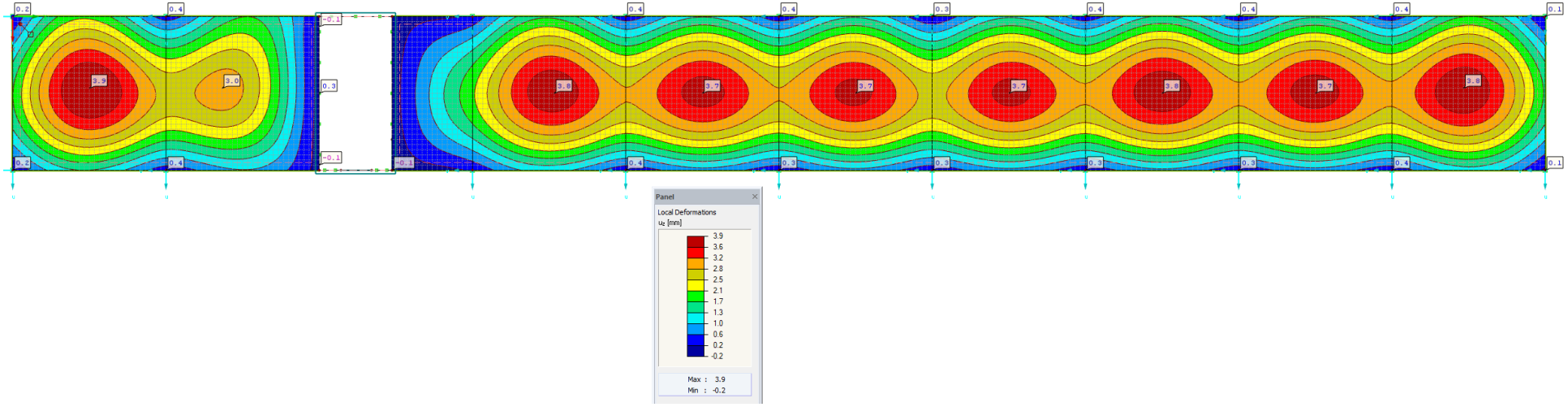


Рисунок 2.40. Максимальні деформації плити перекриття [3,9 мм]

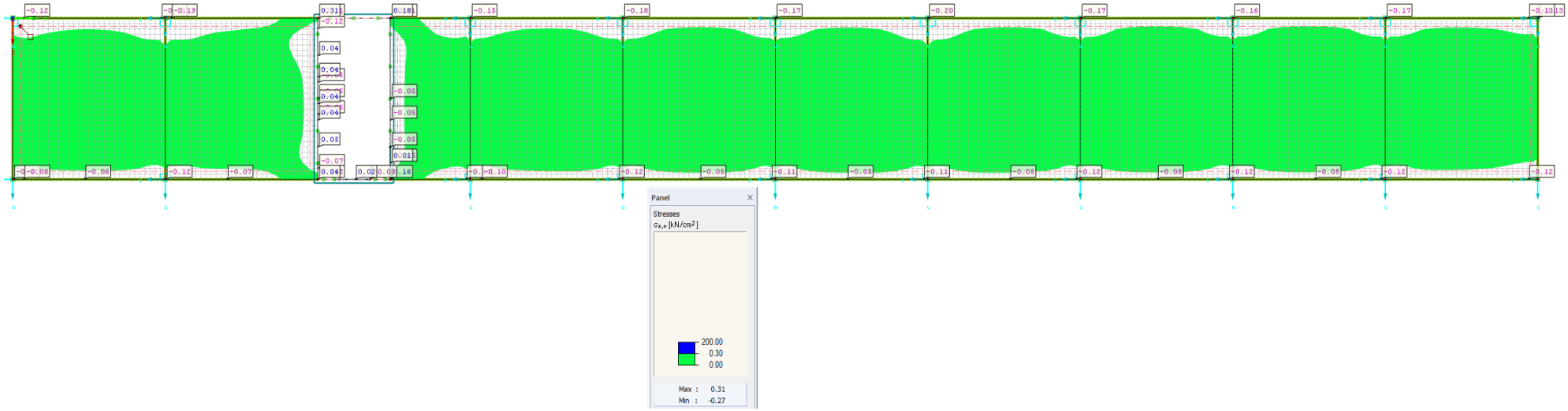


Рисунок 2.41 - Мапа нормальних напружень. Напрямок X нижній шар [кН/м2]

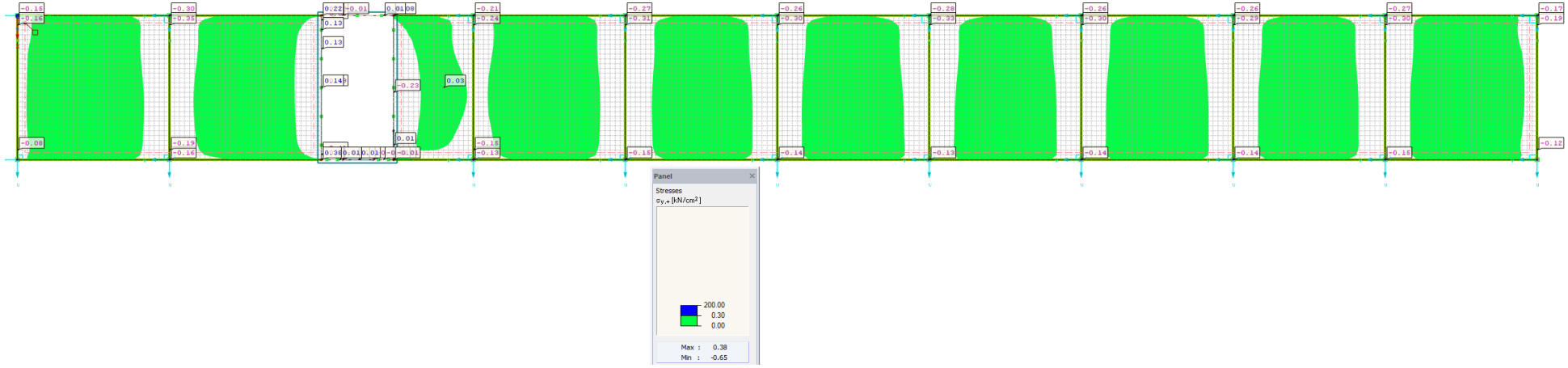


Рисунок 2.42 - Мапа нормальних напружень. Напрямок Y нижній шар [кН/м2]

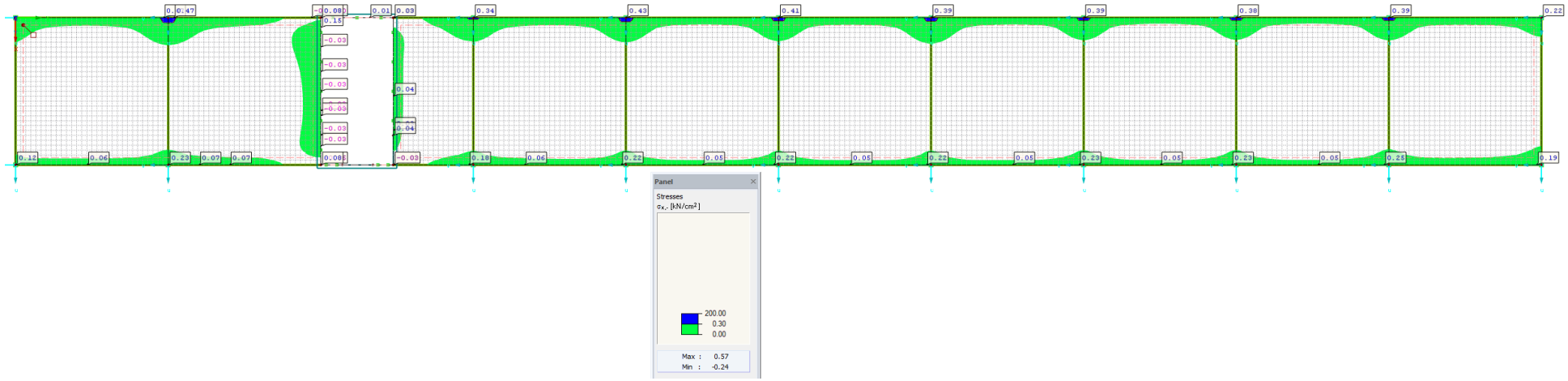


Рисунок 2.43 - Мапа нормальних напружень. Напрямок X верхній шар [кН/м2]

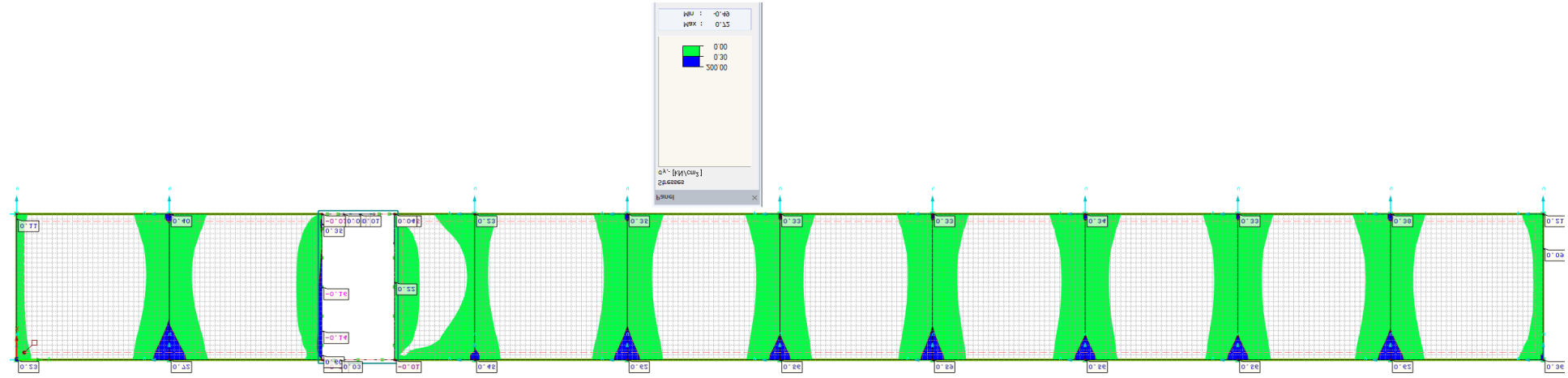


Рисунок 2.44 - Мапа нормальних напружень. Напрямок Y верхній шар [кН/м2]

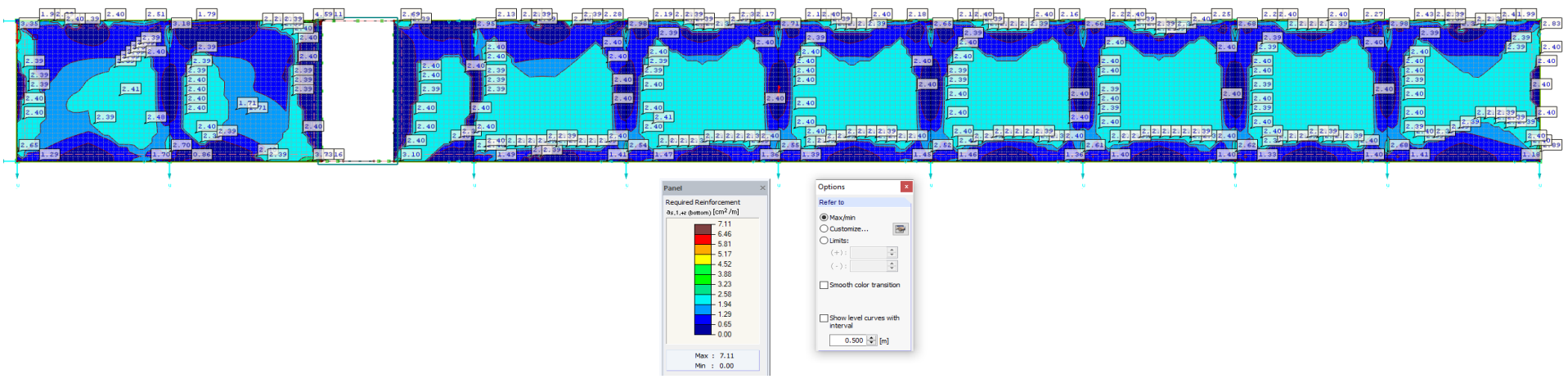


Рисунок 2.45 -Мапа необхідного нижнього армування у напрямку осі x [см2/м] (істині значення)

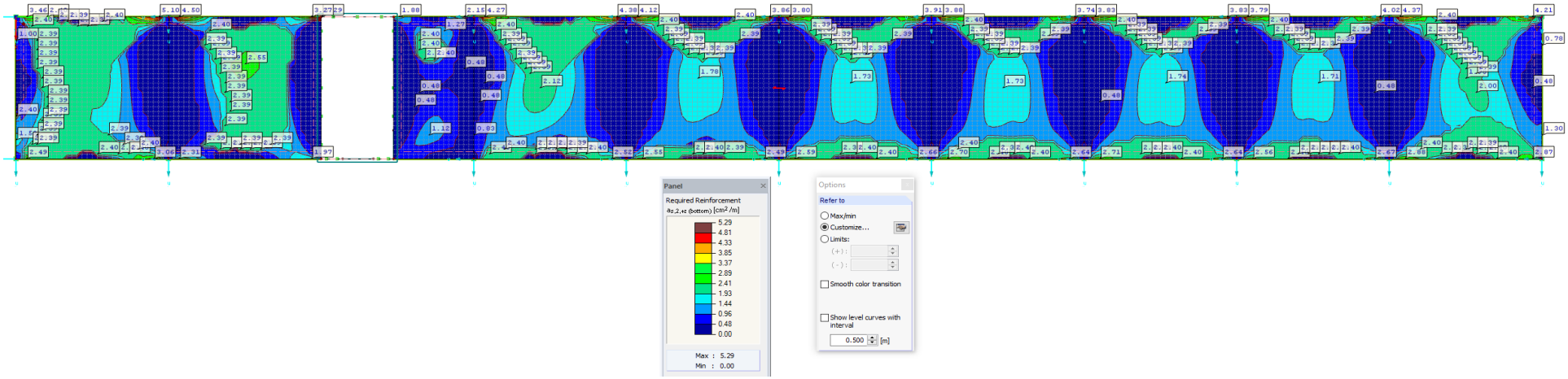


Рисунок 2.46 -Мапа необхідного нижнього армування у напрямку осі y [см2/м] (істині значення)

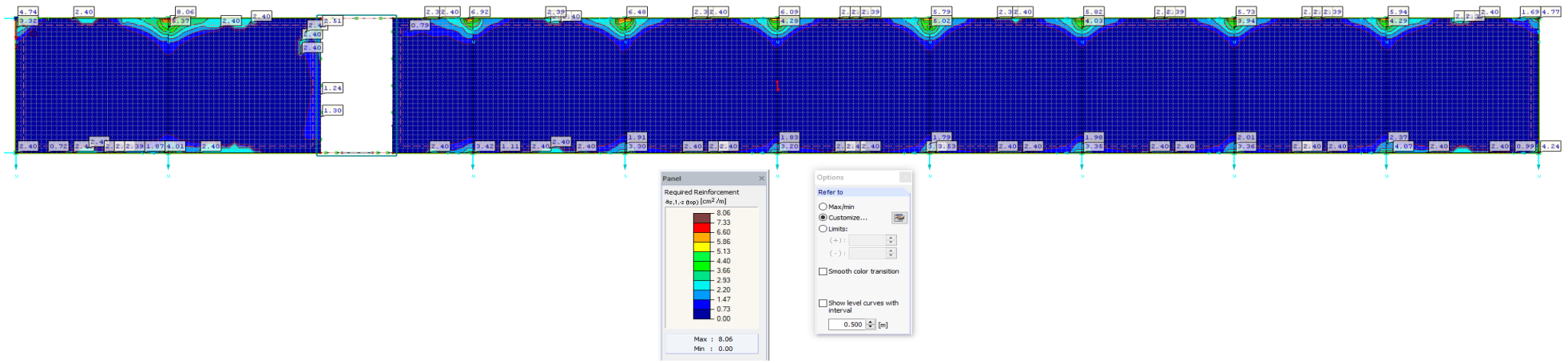


Рисунок 2.47 - Мапа необхідного верхнього армування у напрямку осі x [см2/м] (істині значення)

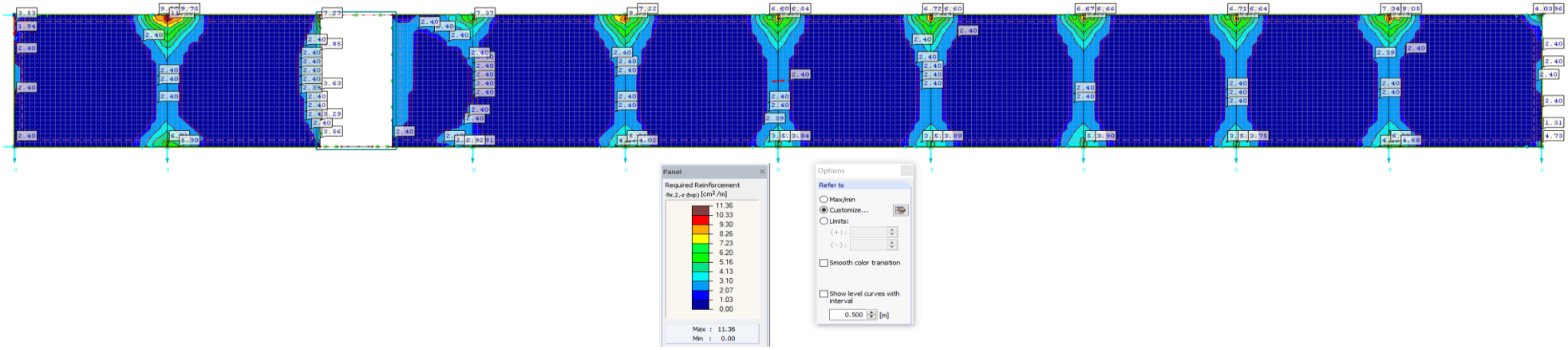


Рисунок 2.48 - Мапа необхідного верхнього армування у напрямку осі y [см2/м] (істині значення)

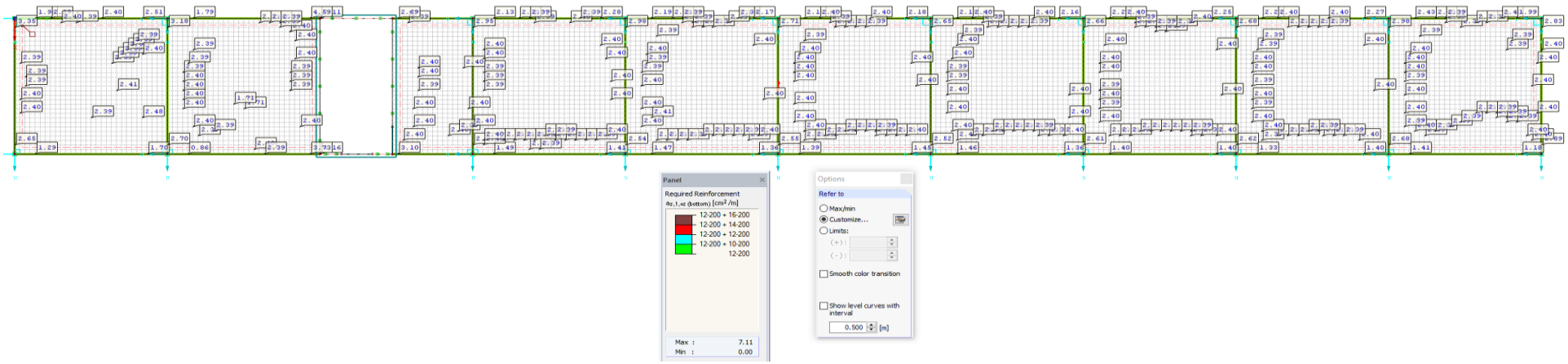


Рисунок 2.49 - Мапа необхідного нижнього армування у напрямку осі x [см2/м] (рекомендоване підібране армування)

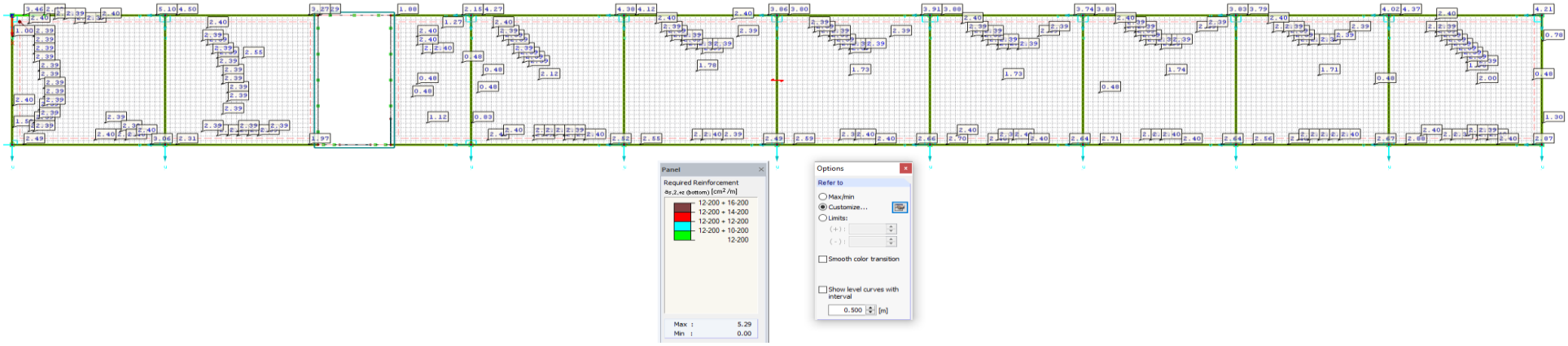


Рисунок 2.50 - Мапа необхідного нижнього армування у напрямку осі y [см2/м] (рекомендоване підібране армування)

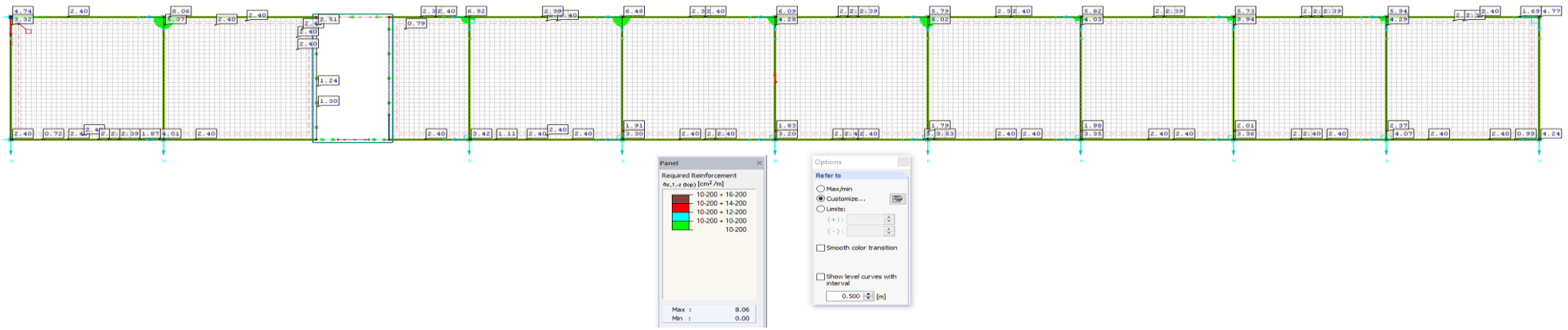


Рисунок 2.51 - Мапа необхідного верхнього армування у напрямку осі x [см2/м] (рекомендоване підібране армування)

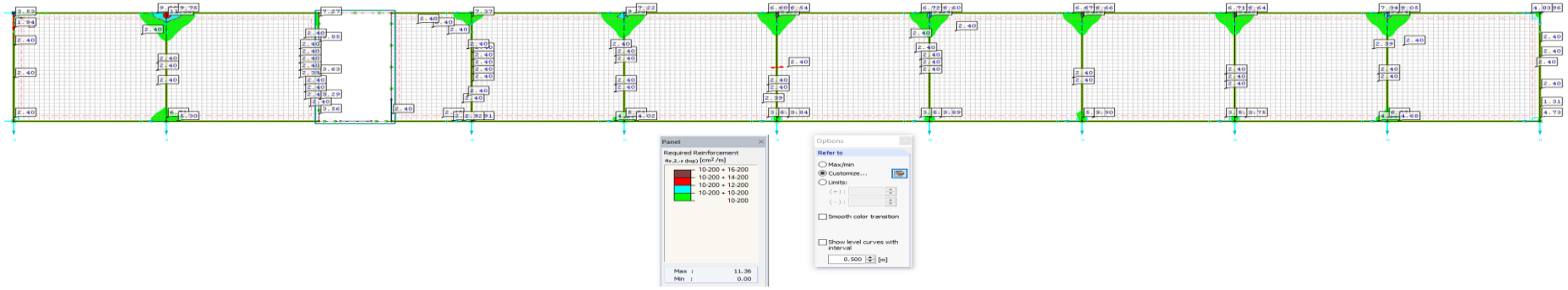


Рисунок 2.52 - Мапа необхідного верхнього армування у напрямку осі y [см2/м] (рекомендоване підібране армування)

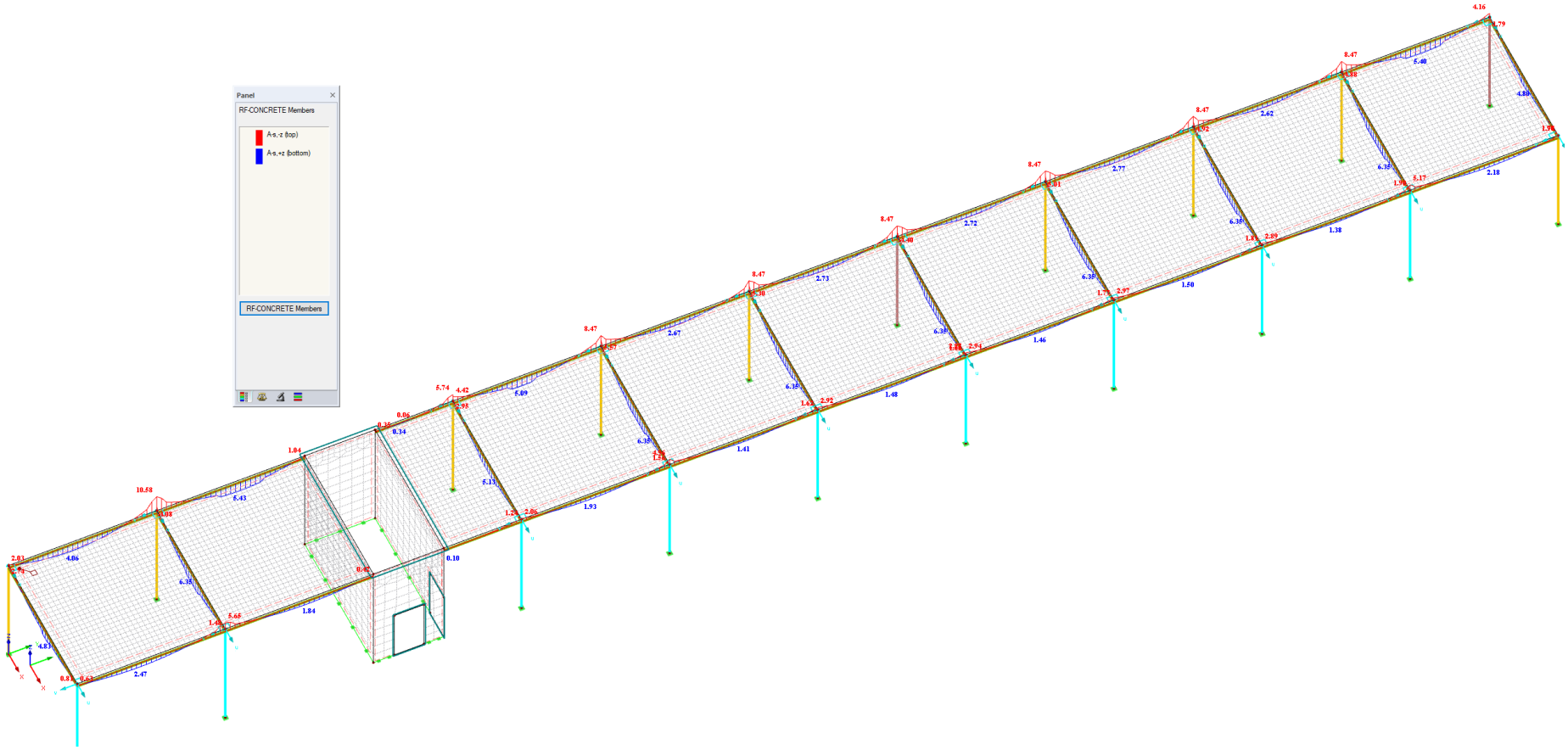


Рисунок 2.53 - Мапа необхідного поздовжнього армування для балок 400х520мм (ребром 300мм вниз від плити)

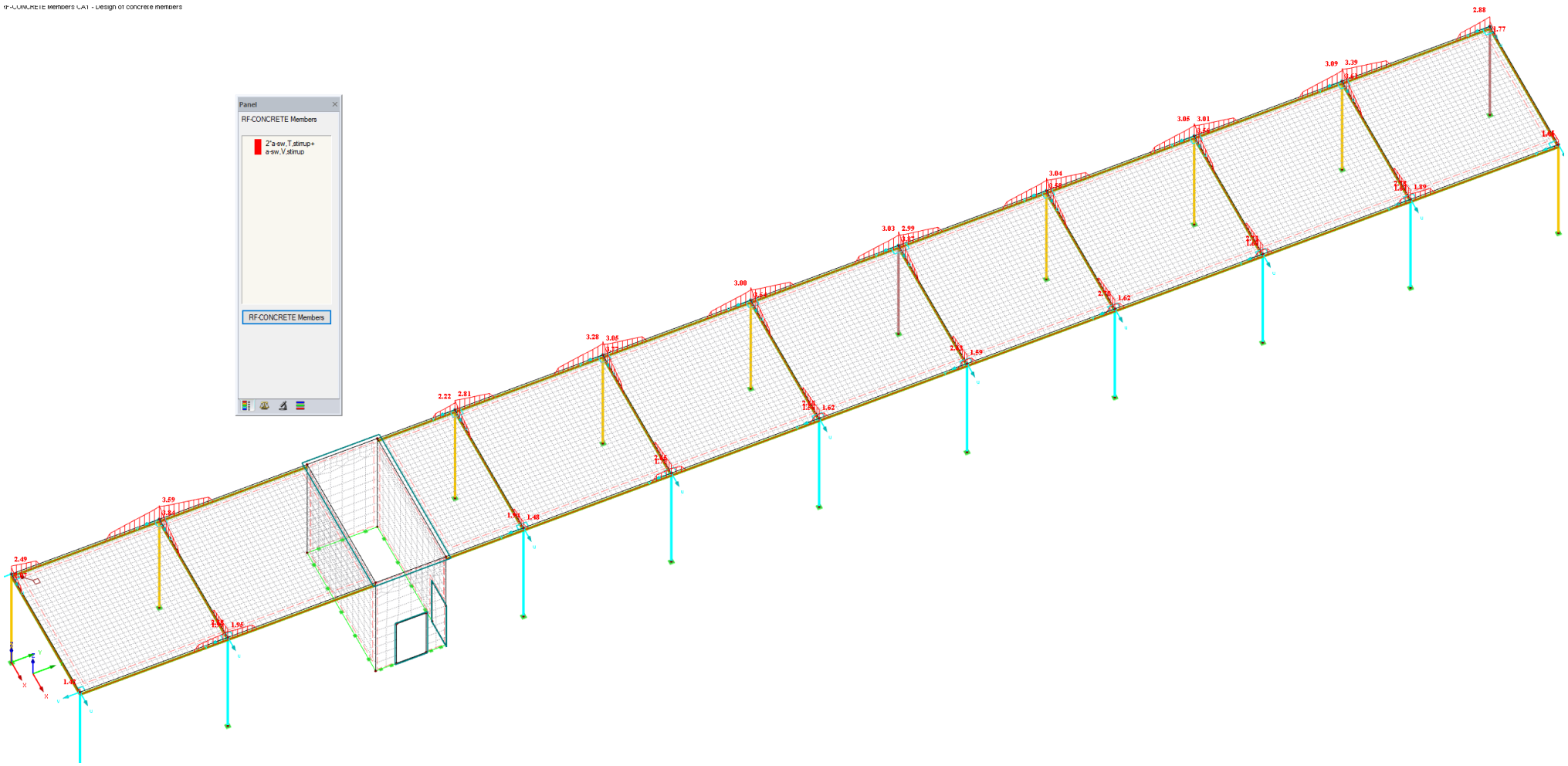


Рисунок 2.54 - Мапа необхідного поперечного армування (хомутів) для балок 400х520мм (ребром 300мм вниз від плити)/ (значення для А500С (fywd=435МПа) потрібно перевести для А240С (х2,1))

2.8. Розрахунок монолітної колони логістичного складу

Висота колон логістичного складу складає 12,6 м.

Зусилля діючі на колони визначаємо з програмного комплексу Dlubal rfem.

Вибираємо зі схеми колону для розрахунку:

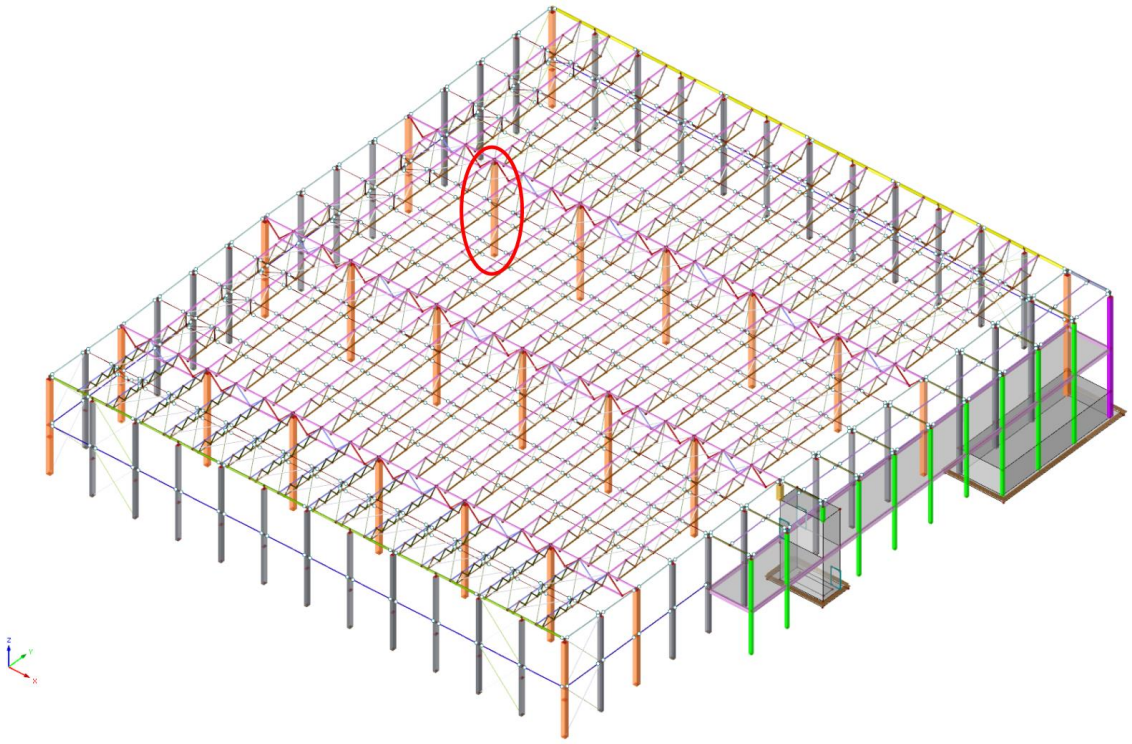


Рисунок 2.55 - Схема колон

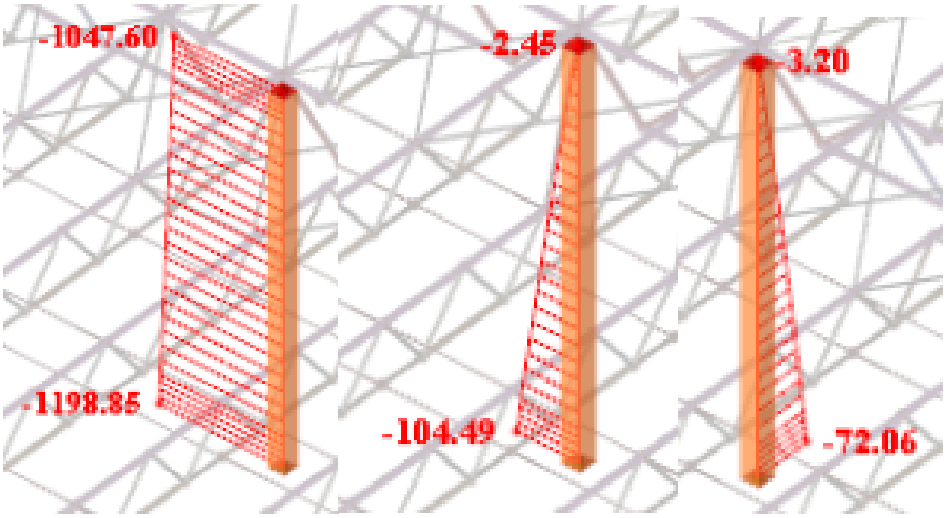


Рисунок 2.56 - Навантаження на колону

Розраховуємо поздовжню робочу арматуру

Зусилля в колоні згідно Dlubal rfem:

M =104,5 кНм; N = 1199 кН.

Бетон для використовуємо класу $C25/30$:

- розрахункова величина міцності бетону на стиск: $f_{cd} = 17$ МПа;
- нормативна міцність на осьовий стиск бетону: $f_{ck,prism} = 22$ МПа;
- опір розстягу бетону: $f_{ctk} = 1{,}8$ МПа;
- модуль пружності бетону $E_{ck} = 29000$ МПа;

Арматуру для колони використовуємо класу A500C, діаметром 10-40 мм :

- розрахунковий опір розстягу арматури $f_{yd} = 435$ МПа, ;
- розрахункове значення міцності поперечної арматури $f_{ywd} = 285$ МПа
- модуль пружності арматури: $E_s = 210000$ МПа;

Розрахункова довжина колони $l_0 = 12{,}6 \cdot 1 = 12{,}6$м.

Габарит колони приймаємо bxh=600x600

Ексцентриситет сили знаходимо за формулою:

$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{104{,}5 \cdot 10^3}{1199} = 0.08$м = 8,0 см

Обчислюємо критичну силу:

$N_{cr} = \frac{0{,}5 E_{ck} b h^3}{l_0^2} = 0{,}5 \cdot 29 \cdot 10^3 \cdot 600 \cdot \frac{600^3}{12600^2} = 1184 \cdot 10^4$ кН > N = 1199 кН.

Коефіцієнт η:

$$\eta = 1/(1 - N/N_{cr}) = 1/(1 - 1199/1184 \cdot 10^4\ \ ) = 1{,}0$$

Знаходимо ексцентриситет сили:

$e = \eta e_0 + 0.5(h_0 - a') = 1{,}0 \cdot 8 + 0{,}5(60 - 4) = 36\ см$

Стиснута зона бетону:

$$\xi_R = \frac{\varepsilon_{cu,3}}{\varepsilon_{cu,3} + \varepsilon_{so}} = \frac{3}{3 + 0{,}00174} = 0{,}999$$

Коефіцієнти α_n, α_m :

$$\alpha_n = \frac{N}{f_{cd} b h_0} = \frac{1199 \cdot 10^3}{17 \cdot 600 \cdot 600} = 0{,}196$$

$$\alpha_m = \frac{M \cdot e}{f_{cd} b h^2} = \frac{104.5 \cdot 10^6}{17 \cdot 600 \cdot 600^2} = 0{,}102$$

Відносна висота стиснутої зони бетону:

$\xi = \frac{\alpha_n(1-\xi_R)+2\alpha_s * \xi_R}{1-\xi_R+2\alpha_s}$, де

$\alpha_s = \frac{\alpha_m - \alpha_n\left(1-\frac{\alpha_n}{2}\right)}{1-\delta}$;

$\delta = \frac{a}{h} = \frac{4}{60} = 0.067$

$$\alpha_s = \frac{0{,}102 - 0{,}196\left(1 - \frac{0{,}196}{2}\right)}{1 - 0{,}067} = 0{,}1$$

$\xi = \frac{0{,}196\cdot(1-0{,}999)+2\cdot 0{,}1\cdot 0{,}999}{1-0{,}999+2\cdot 0{,}1}$ = 0.998 < ξ_R = 0,999

Отже:

$$As = \frac{N}{fyd} \cdot \frac{\frac{e}{h} - \xi\left(1-\frac{\xi}{2}\right)\cdot\frac{1}{\alpha_n}}{1-\delta} = \frac{119900}{435(100)} \cdot \frac{\frac{36}{60} - \frac{0{,}999\cdot\left(1-\frac{0{,}999}{2}\right)}{0{,}196}}{1-0{,}067} = 35{,}9 \text{ см}^2$$

З результатів розрахунку армування в колоні 12ø20А500С, з A_s = 37,7 см^2;

Поперечну арматуру приймаємо ø10 класу А500С, з кроком 150/300 мм.

Проведемо паралельний розрахунок в розрахунковій програмі SCAD.

Задаємо всі параметри в програму:

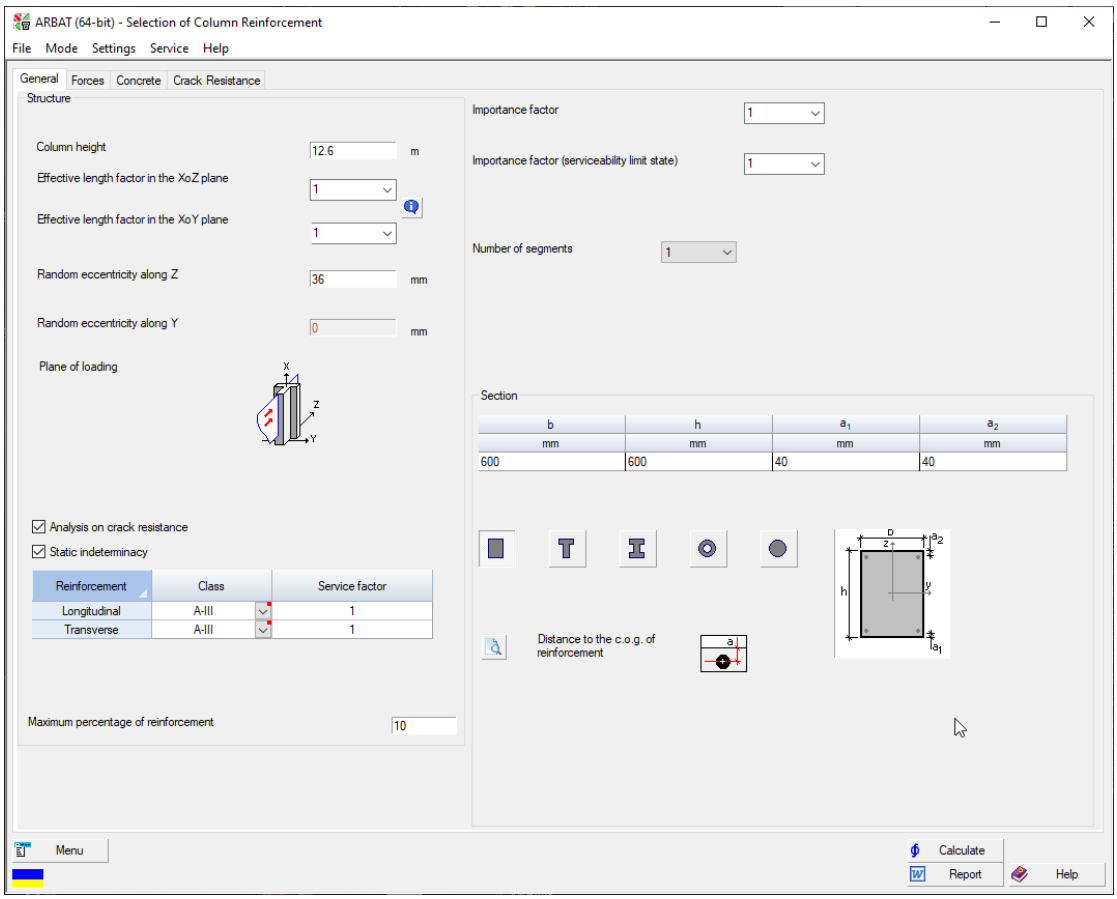


Рисунок 2.57 - Параметри колони в підпрограмі “ARBAT” програмного комплексу SCAD

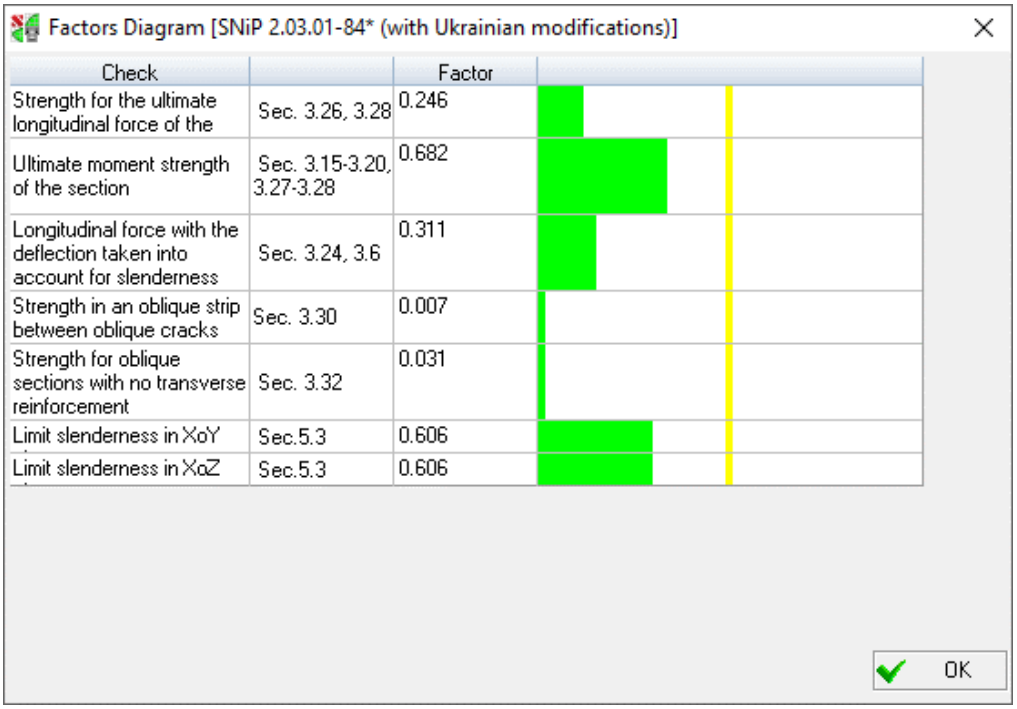


Рисунок 2.58 - Результат розрахунку

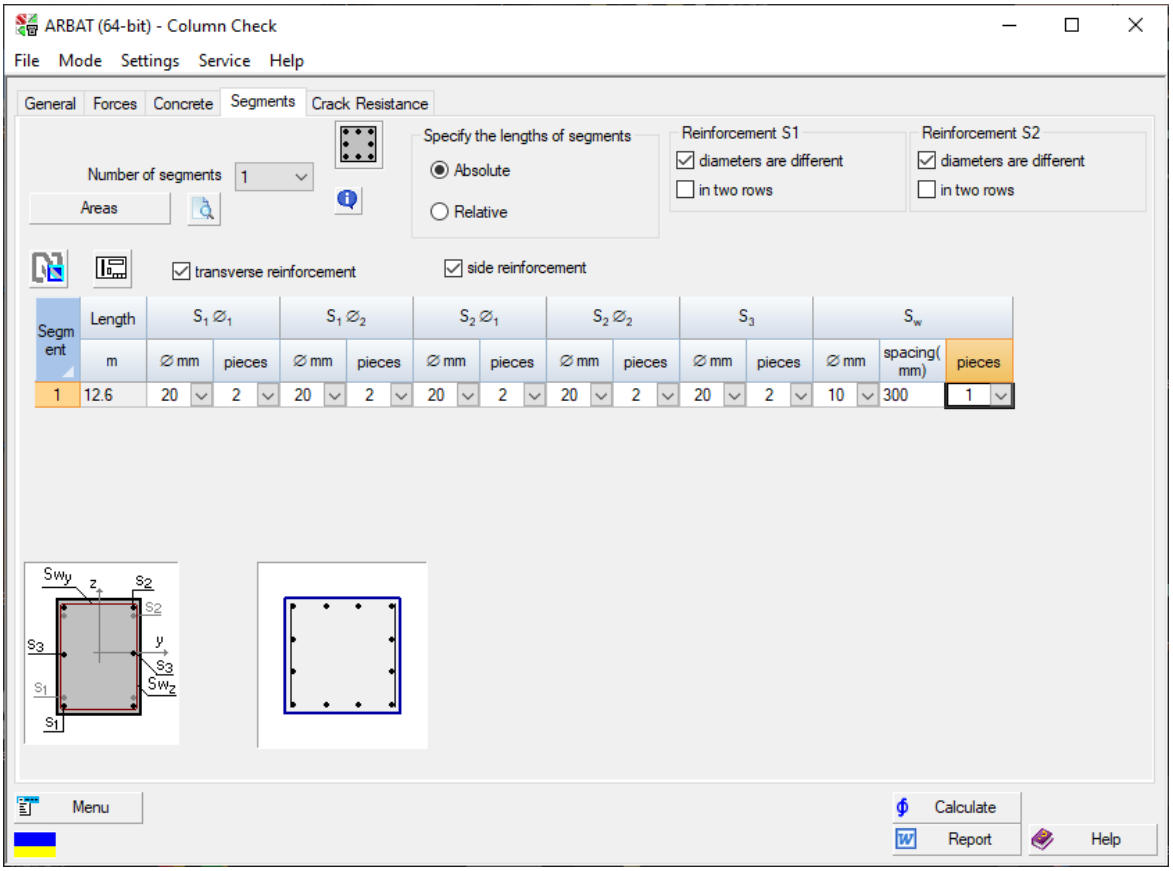


Рисунок 2.59- Підбір арматури в програмі

Остаточно приймаємо 12ø20А500С.

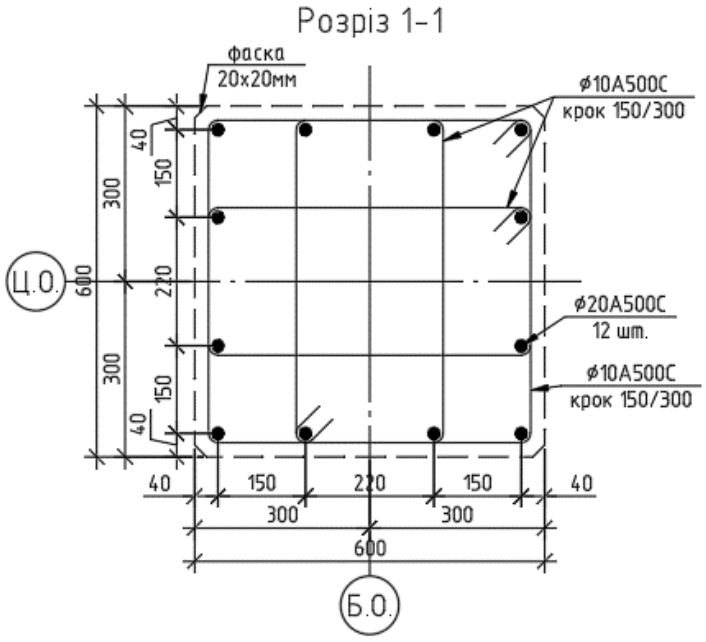


Рисунок 2.60 - Армування колони

2.9. Розрахунок фундаментної балки

Розрахунок фундаментної балки виконаємо в програмному комплексі SCAD.

Фундаментна балка в основному сприймає вертикальні і горизонтальні навантаження, в нашому випадку фундаментна балка сприймає навантаження тільки горизонтальні від тиску грунту, оскільки стінові сендвіч панелі розкладені горизонтально і кріпляться до колон.

Таким чином розрахунок фундаментної балки можна привести до розрахунку плити перекриття на двох опорах.

Товщина балки складає 300мм, висота 2,05м, проліт 5,3м.

Задаємо всі параметри в програму:

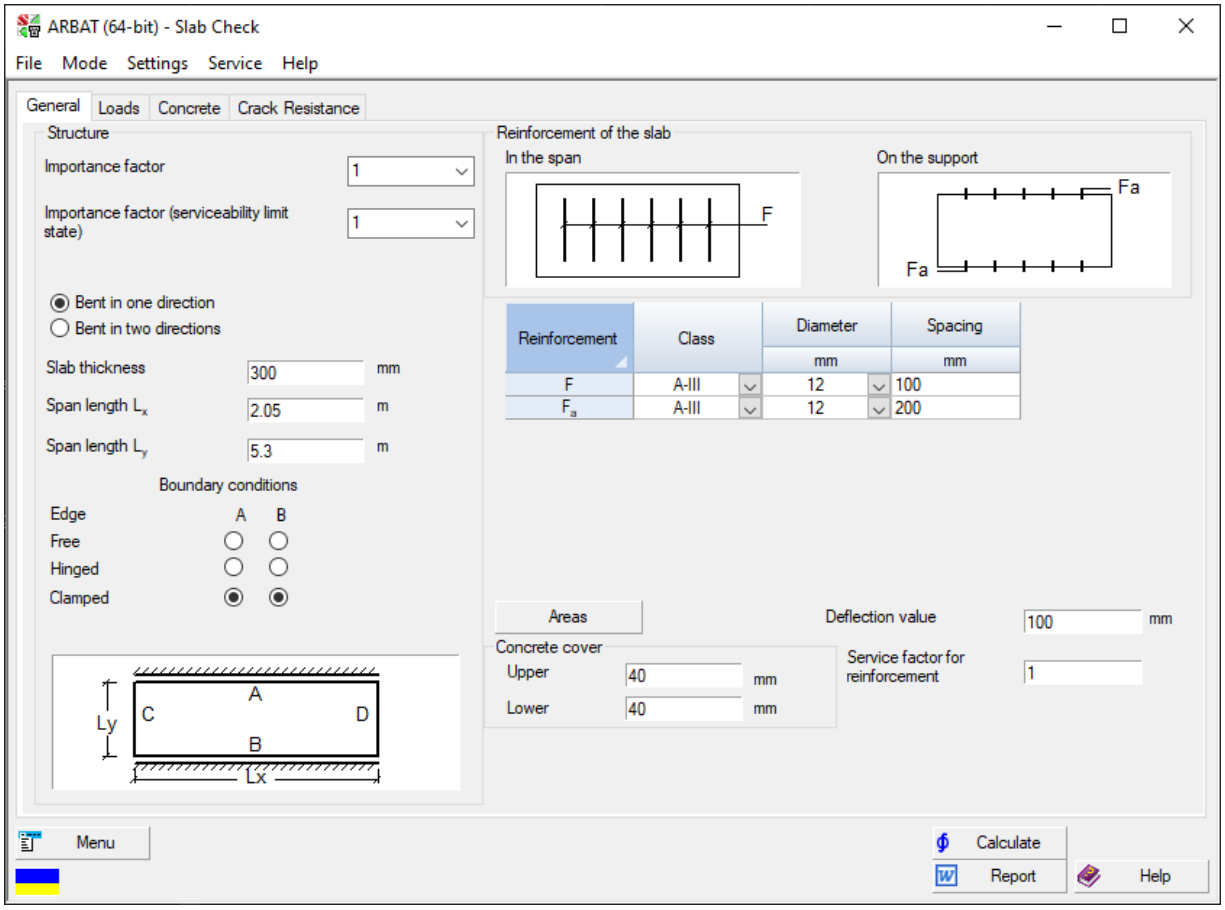


Рисунок 2.61 - Параметри фундаментної балки (плити) в підпрограмі “ARBAT” програмного комплексу SCAD

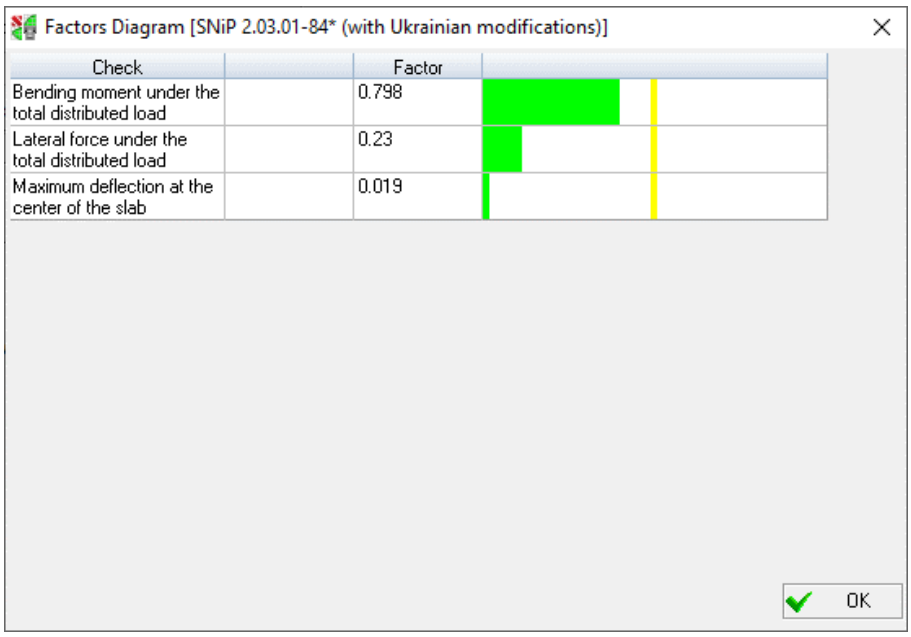


Рисунок 2.62 - Результат розрахунку

- З результатів розрахунку і підбору арматури, армування в балці виконуємо:

- ø12А500С, з кроком стержнів 200мм зі сторони засипки грунтом;
- ø12А500С, з кроком стержнів 100мм зі сторони вулиці.

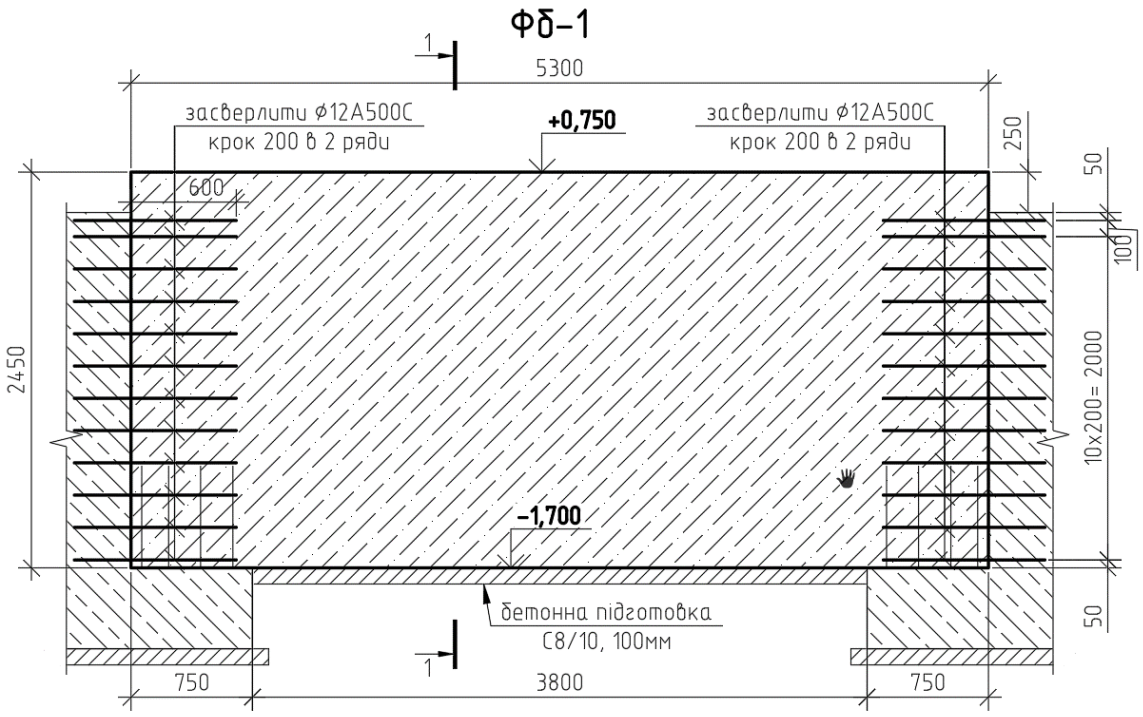


Рисунок 2.63 - Опалубка фундаментної балки

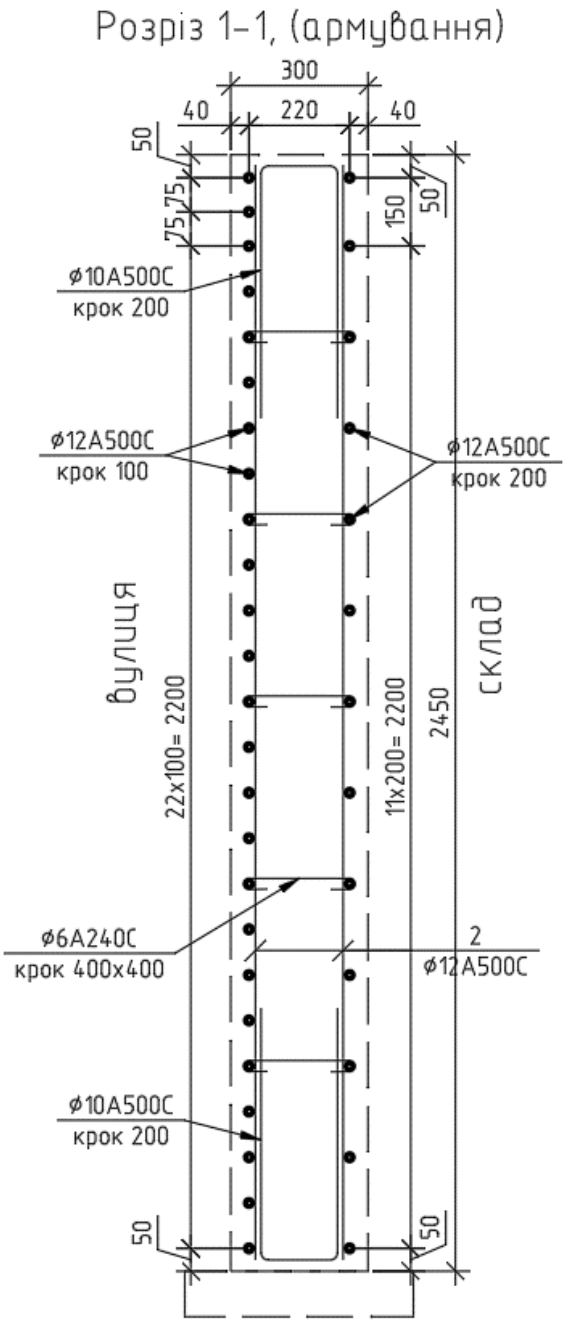


Рисунок 2.64 - Армування фундаментної балки

РОЗДІЛ 3
ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Загальна характеристика об’єкту проектування з точки зору охорони праці, аналіз шкідливих і небезпечних факторів

Складське приміщення виставкового типу в с. Солонка Пустомитівського р-ну Львівська обл. включає в себе наступні будівельно-монтажні роботи:

1) Підготовчі роботи (ознайомити працівників із заходами з безпечного виконання робіт і провести цільовий інструктаж, огородження будівельного майданчику, огородження потенційно небезпечних зон, які повинен визначити генпідрядник, санітарно-побутовими приміщеннями (гардеробними, душовими, умивальними, сушильними для одягу і взуття, приміщеннями для обігрівання, для вживання їжі та відпочинку, для особистої гігієни жінок, туалетами тощо), питною водою і медичним обслуговуванням згідно з чинними нормативами і колективним договором (угодою).

2) Земельні роботи (розробка котлованів екскаваторами потужністю 109 кВт, вивіз зайвого грунту, переміщення земляних мас бульдозерами потужність 59 кВт). Під час виконання земляних робіт необхідно дотримуватись вимог безпеки та охорони праці цього документа, відповідних рішень проектно-технологічної документації (ПОБ, ПВР тощо), зокрема:

- визначеної безпечної крутизни незакріплених укосів котлованів і траншей з урахуванням навантаження від машин і ґрунту;

- визначеної конструкції кріплення стінок виїмок;

- визначених типів і місць встановлення огорож виїмок, перехідних містків, а також сходів для спуску працівників до місця робіт або їх евакуації;

- вибраних типів машин, що застосовуються для розробки ґрунту та місць їх встановлення; - додаткових заходів забезпечення стійкості укосів у зв'язку із сезонними змінами щільності ґрунтів та контролю.

За необхідності улаштування котловану поблизу фундаментів існуючої

будівлі (Адміністративного корпусу) до глибини, близької до рівня підошви фундаменту, під час закладання котловану без попереднього кріплення його стін необхідно дотримуватись такої послідовності безпечного виконання робіт:

- механізованим способом розробляється ґрунт до позначки на 0,5 м вище від підошви фундаменту існуючої будівлі;

- вручну вибирається ґрунт до проектної позначки вздовж фронту прилягання до існуючої будівлі.

Виконання монолітних робіт проводяться відповідно до затвердженого ПВР. Виконуючи роботи, пов'язані із заготовкою арматури, місця для її розмотування та виправлення обгороджують.

Елементи каркасів арматури пакетують, враховуючи умови піднімання, складування і транспортування їх до місця монтажу.

Конструкції опалубки для вкладання арматури і бетонної суміші у монолітні конструкції будівель повинні бути надійними. Опалубні роботи складаються із встановлення підтримувальних риштувань, виготовлення опалубки та її монтажу. Опалубку, підтримувальні риштування, а також робочі настили виконують відповідно до ПВР і робочих креслень.

При бетонуванні опалубка несе значні навантаження, тому опорні її частини (стояки, підкладки) потрібно встановлювати на надійній основі, щоб не допустити до осідання забетонованих конструкцій. Розбирають опалубку (після досягнення бетоном заданої міцності) з дозволу виконроба, а особливо відповідальних конструкцій (за переліком, встановленим проектом) — з дозволу головного інженера.

Перед бетонуванням конструкцій кожної зміни перевіряють стан опалубки, помостів, огорож і драбин. Розбирати опалубку можна після того, як бетон набере необхідної стійкості. Для цього повинні бути відсутні навантаження і дефект у роботі, а також вжиті заходи проти падіння елементів опалубки і обвалення риштувань.

При ущільненні бетонної суміші електровібраторами перевіряють їхню

надійність і вживають заходів щодо захисту від ураження електричним струмом. Під час роботи потрібно стежити за надійністю кріплення самого вібратора. Не можна проводити з вібратором, який працює, будь-які операції. Переміщують його тільки за допомогою гнучких тяг, категорично забороняється переміщувати його за струмопровідні шланги. Вібратори виключають через кожні ЗО...35 хв. для охолодження, а також під час перерв чи при переході на інше місце роботи.

Складування матеріалів та виробів (металеві колони, розпірки, ферми, прогони) відповідно до ПВР повинен забезпечувати керівник робіт. У разі виявлення порушення вимог чинних правил складування він повинен терміново вжити заходів для усунення порушення. Застосування матеріалів та виробів, що були заскладовані з порушенням правил, керівником робіт повинно бути тимчасово зупинено до вирішення питання про можливість їх подальшого використання. Це рішення повинно бути задокументовано.
Металеві конструкції для будинків і промислових споруд можуть надходити на будівельні майданчики у вигляді окремих ланок і деталей (так званих "відправних елементів") або повністю підготовленими до монтажу.

1) На кожній конструкції ("відправному елементі") повинні бути нанесені необхідні маркірувальні знаки:

- номер замовлення;

- умовне позначення, що прийняте в стандартах конкретних типів конструкцій або відображене в кресленнях.

2) До подачі конструкцій з складу на монтаж потрібно виконати такі роботи:

- відсортувати їх за об'єктами, марками і черзі монтажу;

- оглянути, виявити пошкодження і ліквідувати їх;

- підготувати конструкції до монтажу (обчистити від іржі та забруднення і при необхідності укрупнити);

- нанести на елементи конструкцій необхідні риски, знаки, позначити місця стропування, вказати центри ваги;

- забезпечити конструкції монтажними пристроями, а опорні частини

обчистити і змастити густими мастилами;

- пофарбувати в заданий колір.

3) Ферми або окремі відправні елементи потрібно перевозити і зберігати в робочому положенні. При цьому ферми повинні спиратись на дерев'яні підкладки, які встановлюють поблизу вузлів, за втовшки не менше ніж 50 мм для перевезення і не менше ніж 150 мм для зберігання ферм на будівельному майданчику.

4) Металоконструкції дозволяється зберігати на відкритих майданчиках-складах і в закритих складах. Для зберігання кожного виду металоконструкцій за прийнятими нормами відводяться від повідні ділянки.

ДБН Г.1-4-95 4.14 Для зберігання і укладання металу, металевих конструкцій і виробів потрібно дотримуватись таких вимог:

- метал і металеві вироби, які відрізняються за профілем, сортом або розмірами, слід розміщувати окремо (в різних стосах, на різних полицях стелажів і т.п.);

- склади металу не рекомендується розміщувати близько до виробництва, яке виділяє гази; не можна зберігати металоконструкції в приміщеннях, де зберігають балони з газом або кислоти;

- метали та металеві вироби слід захищати від дії корозії, атмосферних опадів та ґрунтових вод:

- в зимовий період на відкритих майданчиках метал необхідно регулярно очищати від снігу.

5) Металеві конструкції дозволяється зберігати на відкритих, спеціально відведених складських майданчиках, з розташуванням елементів в порядку черги їх монтажу в стосах до 1,5 м з дерев'яними прокладками між рядами.

6) Для зберігання металеві колони, підкранові балки та прогони кладуться на ребро на підкладках до двох рядів при загальній висоті стосу до 1,2 м; фахверки, зв'язуючі елементи - в стоси з прокладками (до 5-6 рядів разом) загальною висотою не більше ніж 1,5 м.

7) Електроди, цвяхи, кріпильні матеріали, прилади віконні та дверні

рекомендується зберігати в сухому неопалюваному приміщенні укладеними в стоси: ящики - ярусами в перев'язку, діжки при вертикальному їх зберіганні - в два ряди по висоті, а при горизонтальному - в три ряди з прокладкою між рядами дощок.

8) Будівельно-монтажні роботи (монтаж металевих колон, розпірок, зв’язків, ферм покриття, прогонів і т.д.). При роботі з краном КС35-75 на будівництві слід дотримуватися наступних пунктів для забезпечення безпеки життя та здоров`я працівників і оточуючих:

- застосовувати засоби штучного обмеження зони роботи баштових кранів;
- застосовувати захисні пристрої, захисні екрани тощо.
- Траверси та інші такелажні пристосування для підйому металевих конструкцій повинні виключати можливість вільного відчеплення, вантажні гаки повинні бути забезпечені автоматичними клямками.
- Крім періодичних випробувань, стропи підлягають зовнішньому огляду перед початком кожної зміни.
- Забороняється переставляти конструкції після встановлення захватних пристосувань.
- При піднімані деталей з транспортних засобів забороняється переносити їх над кабіною водія.
- Зони, небезпечні під час монтажу для переходу людей повинні бути огородженні так щоб можна було побачити попереджуючі сигнали.
- Забороняється залишати підняті на підвісі елементи конструкцій.
- Робочі місця монтажників повинні бути обладнанні монтажними драбинами, прехідними містками, та трапами. Перебування їх на стіні або на елементі, що монтується – не допускається.
- Монтажні та верхолазні роботи на відкритому повітрі при силі вітру в 6 балів і більше, при ожеледиці, сильному снігопаді і дощі – не дозволяється.

Під час монтажу необхідно :

- застосування монтажниками запобіжних ремнів, закріплених до монтажних

петель, конькових прогонів, найближчих прогонів;

- огородження монтажної зони;

- виключення можливості перебування людей в межах монтажної зони.

- проходи на робочих місцях і до робочих місць повинні відповідати таким вимогам: - ширина одиночних проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше ніж 0,6 м, а висота таких проходів у просвіті - не менше ніж 1,8 м;

- драбини або скоби, що передбачені для піднімання чи спускання працівників на робочі місця, які розташовані на висоті (глибині) більше ніж 5 м, необхідно обладнувати пристроями для закріплення фала запобіжного пояса (канатами з уловлювачами тощо), а також обладнані дуговою огорожею.

До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів належать:

- місця поблизу неізольованих струмопровідних частин електроустановок;

- місця поблизу неогороджених перепадів по висоті 1,3 м і більше;

- місця, де можливе перевищення гранично-допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

До зон потенційно небезпечних факторів належать:

- ділянки території поблизу будівлі чи споруди, що зводиться;

- поверхи (яруси) будівель, споруд на одній захватці, над якими здійснюється монтаж (демонтаж) конструкцій, устаткування;

- зони переміщення будівельно-дорожніх машин, обладнання або їх частин, робочих органів;

- зони, над якими переміщуються вантажозахоплювальні пристрої з вантажем кранами (зони, над якими переміщуються частини баштового крана, зокрема противаги, частини балочної стріли баштового крана, по якій не переміщується вантажний візок, не вважаються небезпечними). Розміри небезпечних зон визначаються згідно з додатками ДБН.

Перед початком виконання робіт у місцях, де діють або можуть виникати небезпечні виробничі фактори, не пов'язані з характером виконуваної роботи,

відповідальний виконавець робіт повинен видати наряд-допуск на виконання робіт підвищеної небезпеки.

3.2 Техніка безпеки при виконанні металевого покриття

Монтаж технологічних металоконструкцій є трудомістким процесом у зв'язку з тим, що технологічні металоконструкції зазвичай індивідуальні. Ця обставина обумовлює складність типізації методів монтажу технологічних металоконструкцій.

Організація робіт з монтажу металевих конструкцій розробляється в проекті організації будівництва і в проекті виконання робіт. Проект організації будівництва входить у вигляді розділу до складу проектного завдання, а проект виконання робіт є робочим проектом. Монтаж металевих конструкцій повинен проводитися тільки за проектом виробництва робіт або за технологічними записки, які складаються для монтажу окремих дрібних конструкцій або обладнання.

Перед монтажем металевих конструкцій необхідно закінчити роботи зі зведення фундаментів, планування площі, влаштуванню постійних і тимчасових доріг.

Для виробництва монтажних робіт до місця монтажу підводять електропостачання для підключення зварювальних апаратів і монтажних кранів. Влаштовують шляху під крани. Поблизу монтажного майданчика споруджують побутові приміщення, пересувні інструментальні склади і кімнати виконавців робіт. При необхідності біля місця монтажу влаштовують майданчик для складування та укрупненого складання.

При монтажі технологічних металоконструкцій робітники-монтажники мають справу зі складними важкими підйомами, працюють на великій висоті майже без огороджень, користуються самими різними видами монтажних пристосувань, виробляють роботи по з'єднанню монтажних вузлів за допомогою болтів або електрозварювання.

У цих складних умовах питання безпечного ведення монтажних робіт набуває великого значення. Тому всі знову надходять робітники можуть бути допущені до роботи тільки після проходження:

Вступного (загального) інструктажу з техніки безпеки;

Інструктаж з техніки безпеки безпосередньо на робочому місці.

Для забезпечення безпечної роботи на висоті влаштовують підмостки, тимчасові площадки і люльки. Це особливо важливо при монтажі металевих конструкцій на великій висоті, де всі з'єднання окремих елементів, марок і вузлів здійснюють на болтах або зварюванням. Застосування монтажних риштування збільшує вартість монтажних робіт, але зате створює безпечні умови праці монтажників. Виходячи з цих умов, випливають такі вимоги, які пред'являються до підмостки:

а) необхідно встановлювати їх на елементі до його підйому;

б) вони повинні бути збірно-розбірними, легкими і по можливості інвентарними; мати достатню міцність і стійкістю.

Підмости повинні відповідати наступним конструктивним вимогам:

а) мати огородження (поручні) висотою 1000мм;

б) настил слід виготовляти з металевого листа або з дощок товщиною не менше 40мм;

в) по периметру риштування у настилу повинен бути бортик висотою близько 150мм для запобігання падінню інструменту.

Для виробництва монтажних робіт застосовуються монтажні щогли, шевро, портали, різні підйомники і вантажопідйомні крани.

Безпека робіт, можливість легкого оперування з елементом при його підйомі й установці залежать від правильного стропування. Стропування виконують за допомогою сталевого канату - стропа. Довжина стропа залежить від геометричних розмірів конструкцій.

Роботи зі стропування вантажів і конструкцій проводять спеціально виділений для цього людина - стропальник. Перед підйомом конструкцій

перевіряються:

а) відповідність вантажопідйомності стропа вазі вантажу, що піднімається;

б) правильність закріплення стропа;

в) можливість вільного проходу вантажу біля блізкостоящему конструкцій або обладнання;

г) відсутність людей біля вантажу, що піднімається.

У місцях прикріплення стропа до верхнього поясу ферми, для запобігання пошкодження куточків ферми і каната, під нього підкладають інвентарніпідкладки.

3.3 Техніка безпеки при виконанні монолітних робіт

Поверхні, на яких утворюється пил, регулярно очищують пилоприбиральними машинами, а самі приміщення провітрюють.

Для влаштування монолітної залізобетонної плити використовується автомобільний кран. Під час його експлуатації можливі такі ситуації, як обрив вантажу з гака чи перекидання транспортного засобу. Тому для запобігання наслідків аварійних ситуацій небезпечну ділянку обмежують спеціальною стрічкою.

Під час подавання, укладання і догляду за бетоном, заготовлення, монтажу арматури, а також монтажу та демонтажу опалубки повинні бути вжиті заходи із запобігання впливу на робітників таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

1) машини, що рухаються, та предмети, що ними переміщуються;

2) обвалення елементів будівельних конструкцій і опалубки;

3) несприятливі метеорологічні умови;

4) підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини.

У зв’язку із наявністю даних негативних факторів приймаються такі заходи:

огородження потенційно небезпечної ділянки будівництва, використання безпечних засобів для подавання і укладання бетону, визначають несучу здатність опалубки, а також послідовність її монтажу та демонтажу, забезпечують відповідні умови праці для догляду за бетоном у теплу та холодну пори року.

Під час замонолічування плит перекриття і покриття опалубка повинна бути огороджена вздовж усього периметра, а всі отвори в робочій підлозі опалубки закривають щитами. Місця розташування опор стояків опалубки плит перекриття повинні бути огороджені та позначені забороннними знаками безпеки з пояснювальними написами.

Перед монтажем збірної опалубки колон, що розташована на краю перекриття у випадках, коли монтажник під час виконання робіт перебуває не на робочій підлозі опалубки, влаштовують робочі настили завширшки 1м із захисними суцільними огорожами, конструкція яких розрахована на можливі технологічні навантаження.

Перед початком бетонування керівник зобов'язаний:

1) перевірити стійкість, міцність, справність риштувань, конструкцій опалубки, огорож робочих горизонтів;

2) перевірити справність тари, бункерів, бетононасосів, маніпуляторів;

3) забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту.

Робота змішувальних машин здійснюється з дотриманням таких вимог:

1) очищують приямки для завантажувальних ковшів після надійного закріплення ковша в піднятому положенні;

2) очищують барабани і корита змішувальних машин тільки після зупинки машини і зняття напруги.

Під час заготівлі арматури необхідно:

1) огороджувати місця, призначені для розмотування мотків і виправлення арматури;

2) під час різання верстатами стрижнів арматури на відрізки довжиною менше ніж 30 см застосовувати пристрої, що запобігають їх розлітанню;

3) під час обробки стрижнів арматури, що виступають за габарити верстака, огороджувати робоче місце;

4) після обробки заготовлену арматуру віднести до спеціального складу;

5) у місцях загальних проходів торцеві частини стрижнів закривати щитами, які повинні бути завширшки не менше ніж 1 м.

Під час виконання арматурних робіт потрібно дотримуватись таких правил:

1) Під час виконання робіт на висоті робоче місце арматурника повинно бути огороджено;

2) Доступ робітників на встановлені арматурні та арматурно-опалубні блоки до повного їх закріплення забороняється;

3) Ходіння по укладеній арматурі допускається тільки по спеціальних настилах завширшки не менше ніж 0,6 м, закріплених на арматурному каркасі;

4) Елементи каркасів арматури необхідно пакетувати з урахуванням умов їх піднімання, складування і транспортування до місця монтажу.

Для піднімання та переміщення вантажів, наприклад арматури, їх положення повинне бути стійким. Піднімання і переміщення арматурної сітки для плит перекриття і покриття необхідно здійснювати над територією, на якій немає працівників, опускати вантаж дозволено лише в тих місцях, де призначено, що унеможливлює його перекидання чи падіння. Після закінчення робіт або під час перерви не дозволяється залишати вантаж у піднятому стані, пусковий пристрій у кабіні або на порталі баштового крана повинен бути вимкнений і замкений.

Під час проектування технології будівництва монолітних будівель і споруд необхідно передбачати відставання зведення конструкцій сходових кліток не більше ніж на один поверх. Методи піднімання працівників на робочі горизонти повинні бути визначені в ПВР.

Під час виконання бетонних робіт слід дотримуватись таких правил:

1) Опалубка для зведення вертикальних елементів будівель і споруд повинна бути жорстко закріплена на робочому горизонті. Вона повинна бути облаштована елементами (площадки, драбини тощо), використання яких

забезпечує безпечне піднімання працівників на позначки робочих місць;

2) Переміщення завантаженого або порожнього бункера для бетону дозволяється тільки, якщо затвор зачинено;
3) Подавання бетонної суміші за допомогою бетононасоса за відсутності надійної сигналізації між оператором і робітниками, які укладають бетон, забороняється;
4) Перед включенням бетононасоса повинна бути перевірена надійність роботи замкових з'єднань і ввімкнута сигналізація;
5) Перед початком укладання бетонної суміші віброхоботом повинна бути перевірена справність та надійність закріплення всіх його ланок між собою і до страхувального каната;
6) Під час подавання бетону до місця його укладання бетононасосами необхідно забезпечити вільний доступ до стаціонарних вертикальних стояків бетоноводів;
7) Здійснювати монтаж і демонтаж бетоноводів дозволяється тільки після зниження тиску у бетоноводі до атмосферного.

Під час подавання бетону за допомогою бетононасоса необхідно:

1) відводити всіх працюючих від бетоноводу на час його продування на відстань не менше ніж 10 м;

2) укладати бетоноводи на прокладки для зменшення впливу динамічного навантаження на арматурний каркас і опалубку під час подавання бетону.

Видалення пробки з бетоноводу стисненим повітрям допускається за умов:

1) наявності захисного щита вихідного отвору бетоноводу;

2) перебування працюючих на відстані не менше ніж 10 м від вихідного отвору бетоноводу;

3) рівномірного без перевищення допустимого тиску подавання повітря до бетоноводу.

За неможливості видалення пробки необхідно скинути тиск у бетоноводі,

простукуванням знайти місце, де знаходиться пробка в бетоноводі, роз'єднати бетоновід і видалити пробку чи замінити засмічену ланку.

Під час використання системної опалубки потрібно дотримуватись таких правил:

1) Опалубка повинна експлуатуватися відповідно до інструкції з експлуатації організації- виробника опалубки. Інструкція повинна бути адаптована до умов праці організації-користувача. Без інструкції з експлуатації виробника опалубки її використання заборонено;

2) Основа, на якій установлюється системна опалубка, або елементи, що її підтримують, не повинні деформуватись під дією технологічних навантажень і факторів, що виникають під час експлуатації опалубки;

3) До виконання робіт з монтажу (демонтажу) системної опалубки допускаються працівники, що мають відповідну до Єдиного класифікатора технічних спеціальностей (ЄКТС) професійну підготовку, пройшли спеціальне навчання та отримали відповідні інструктажі з безпеки праці;

4) Системну опалубку необхідно встановлювати відповідно до технологічних карт зведення залізобетонних конструкцій;

5) Улаштування суцільних захисних огороджувальних систем необхідно робити перед установленням горизонтальної опалубки. Висота огорожі робочого горизонту, що утворюється вертикальними захисними системами, повинна бути не менше ніж 1,2 м;

6) Відстань від конструкцій огороджувальних систем до опалубки перекриття повинна бути не більше ніж 50 мм;

7) Вертикальна опалубка повинна бути обладнана жорстко закріпленими площадками, огородженими з трьох боків, для перебування на них бетонярів, і драбиною для підіймання працівників. Застосування збірних навісних площадок забороняється;

8) Розбирати опалубку з дозволу керівника робіт допускається після досягнення бетоном не менше 70 % міцності, що визначена проектною

документацією конструкції. Демонтаж системної опалубки необхідно виконувати після забезпечення надійної стійкості елементів опалубки для запобігання їх падінню під час демонтажу;

9) Після зняття опалубки повинні бути встановлені захисні огорожі по периметру поверху, а також огорожі прорізів у перекриттях або настили на них, які зберігаються до улаштування постійних огорож відповідно до технічної документації;

10) Складають щити опалубки для вертикальних конструкцій або горизонтально на висоту не більше ніж 2,0 м, або в спеціальних касетах. Під час складання на відкосах необхідно вжити заходів із запобігання перевертанню щитів під дією вітру.

Під час ущільнення бетонної суміші електровібраторами переміщувати їх необхідно за допомогою спеціальних тяг. Під час перерв у роботі та під час переходу з одного місця на інше електровібратори повинні бути вимкнуті. Експлуатація електрокабелю, що живить вібратор, з пошкодженою ізоляцією заборонена. Місце електропрогрівання бетону повинно бути огороджене згідно з вимогами ГОСТ [22] 23407, ГОСТ [23] 12.4.059 захисною огорожею, на якій встановлюються попереджувальні написи та сигнальні лампи червоного кольору. У зоні електропрогрівання повинні бути застосовані ізольовані гнучкі кабелі чи провідники у захисних ізоляційних шлангах. Заборонено прокладати живильні провідники чи кабелі безпосередньо по ґрунту чи по шару тирси, а також використовувати провідники та кабелі з пошкодженою ізоляцією.

Перебування працівників і виконання робіт на цих ділянках не допускається за винятком робіт, що виконуються за нарядом-допуском.

Забороняється виконання бетонних робіт з риштовань, площадок тощо під час грози, ожеледі, туману і за швидкості вітру 12 м/с і більше.

РОЗДІЛ 4
НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Застосування в будівельних конструкціях муфт для з'єднання робочої арматури, дослідження міцності муфти, контроль муфтового з'єднання, аналіз результатів

4.1.1 Вступ

Розглянута у дипломі споруда складається з одноповерхової споруди складу, та двоповерхової етажерки.

Особливості та призначення.

Що собою взагалі являє з'єднання арматури і навіщо воно потрібне? Воно для створення арматурного каркаса, що є свого роду скелетом будь залізобетонної конструкції.

Найпопулярнішим методом формуванням арматурних каркасів - зв'язування дротом. Використовується дріт товщиною до 1,5 мм. Будівельники за допомогою в'язальних гаків або пістолетів перетягують вузли арматури дротом. Це рішення не дуже надійне, але застаріле.

Проблема з'єднання дротом - незручність при складанні окремих стрижнів, які продовжують конструкцію каркаса в одному напрямку. Тобто тих, які необхідно з'єднати торцями встик.

Очевидно, що для подібних завдань дріт не підходить. Встик ефективно перев'язати арматуру неможливо, можна змістити стрижні один до одного, а потім перев'язати в декількох місцях. Однак таке рішення ставить нас перед масою проблем.

Доводиться витрачати зайві матеріали, враховувати слабку міцність складання каркаса, і підвищувати загальний рівень трудовитрат, а отже, знижувати швидкість будівництва. Другий варіант ще складніше і дорожче. Він полягає в поєднанні в'язки дротом зі зварюванням. Очевидно, що залучати кваліфікованого зварника - значить ще сильніше збільшувати вартість продукції. Муфтова

альтернатива вирішує дані проблеми та незручності. Отже у науковій роботі ми розглянемо обжимне муфтове з`єднання у колонах залізобетонного каркасу

4.1.2. Наукова частина

В якості обжимних муфт для арматурних стрижнів періодичного профілю використовуються сталеві безшовні гарячедеформовані або холоднодеформовані труби за ГОСТ 8732-78 та ГОСТ 8734-74, матеріал Ст10, Ст15, Ст20, за ГОСТ 1050-88. У досліджуваних конструкціях передбачено робочу арматуру діаметром 28 мм класу А500СП, для з'єднання яких передбачені обтискні муфти СО500-28РП із зовнішнім діаметром від 48 до 53 мм, із внутрішнім діаметром до 32 мм, згідно з ТУ 4848 026-77625325 - ГЛОУ (ЗАТ «ТД Енерпром»). Обтискання здійснюється пресом арматурним ПА-80 з робочим тиском обтиснення 800 атм. Загальний вид зразків для випробувань на стиск та розтяг представлений на рис 4.1.

Рисунок 4.1 - Загальний вигляд готових до випробувань арматурних стрижнів, з'єднаних обтисканням муфт СО500-28РП

Випробування на розрив проводилися на автоматизованій розривній машині МР-500 з максимальним зусиллям розтягу 500 кН (50 тс), рис 4.2. Навантаження створювалося за лінійному закону зі швидкістю завантаження трохи більше 1 кН/сек.

Рисунок 4.2 - Загальний вид випробування на розрив у випробувальній машині

МР-500

За результатами проведених випробувань на розтяг з'єднання арматурних стрижнів обтискними муфтами помічено, що руйнація відбувається після досягнення арматурою межі плинності з утворенням «шийки» при використанні обтискної муфти із зовнішнім діаметром 53 мм (відповідно до ТУ 4848 026-77625325), що говорить про перехід арматури у пластичну стадію. При використанні обтискних муфт із зовнішнім діаметром 47,8 і 48 мм в одному випадку сталося руйнування також по досягненню в арматурі межі плинності, а у другому випадку часткове прослизання арматурного стрижня в тілі муфти, що є

неприпустимим. Уточнимо, що в відповідно до ТУ 4848 026-77625325 та РД ЕО 0657-2006 «Положення щодо застосування механічних з'єднань арматури для залізобетонних конструкцій будівель та споруд атомних станцій» для з'єднання арматурних стрижнів діаметра 28 мм обжимними муфтами необхідно використовувати обтискні муфти із зовнішнімидіаметром 51-53 мм. Об'єктивність цих вимог було підтверджено експериментально проведеними дослідженнями.

Випробування зразків на стиск здійснювалося на універсальній випробувальній машині UTM 4500 (GTCS, USA) з максимальним стискуючим зусиллям 450тс (Рисунок 4.3). Ця випробувальна машина укомплектована цифровою оптичною системою Vic3D. Ця система використовує принцип кореляції цифрових стереоскопічних зображень з поверхні досліджуваних зразків, оброблених спеціальними контрастними фарбуючими матеріалами. Навантаження, створюване випробувальною машиною UTM 4500 за лінійним законом, не перевищувало швидкості 1кН/сек.

Рисунок 4.3 - Загальний вигляд випробувальної машини UTM 4500

Результати випробувань представлені у вигляді діаграми деформування "Деформації-час" (Рисунок 4.4.). Червоним кольором показана крива середніх деформацій повсьому зразку. Всі інші показують значення деформації екстензометрів, встановлених за висотою зразка.

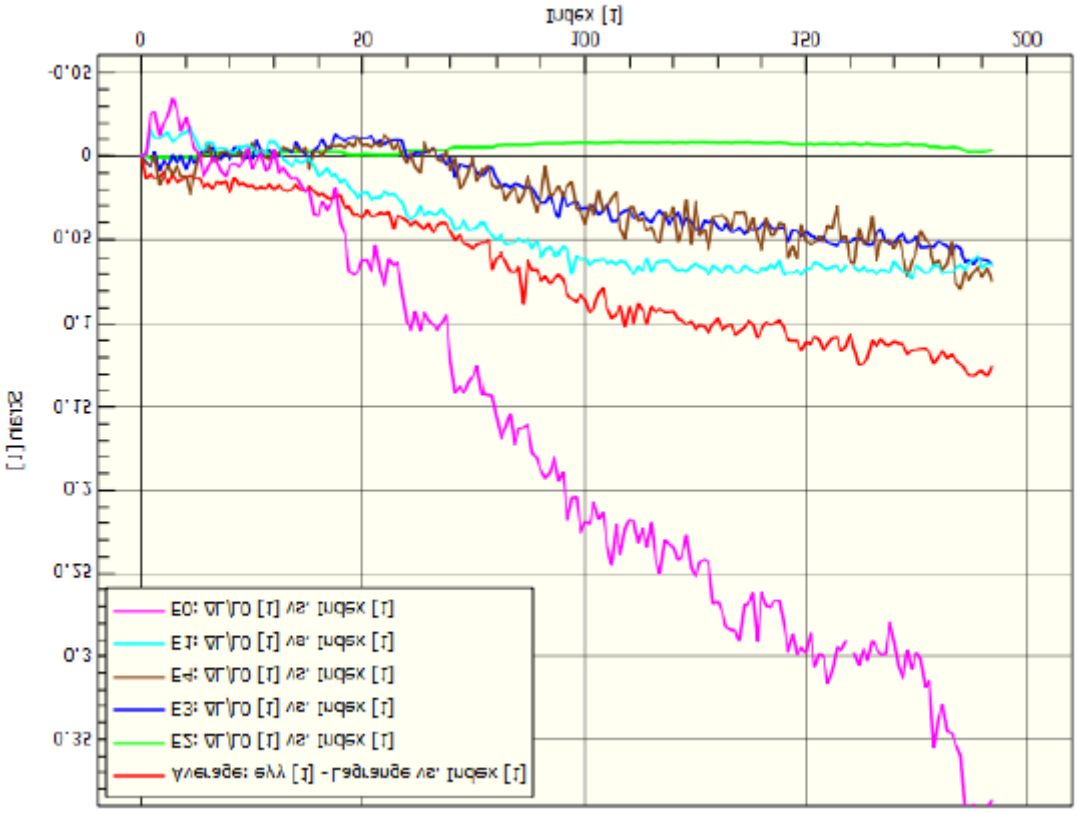


Рисунок 4.4 -Діаграма деформування "деформації-час"

Цифрова оптична система Vic3D використовує принцип кореляції цифрових стереоскопічних зображень: програмно обчислюються геометричні параметри поверхні (координати X, Y, Z для кожної аналізованої точки), а також переміщення в кожній точці (U, V та W, що вказують переміщення по осях X, Y та Z відповідно) (Рисунок 4.5, 4.6, 4.7), відносні деформації (exx - по осі X, eyy - по осі Y, exy – деформації зсуву), швидкості зміни переміщення та деформацій, кривизни поверхні. Представлені картини полів розподілу вертикальних та горизонтальних деформацій на поверхні зразка, що відповідають часу на графіку. Колір поля на

поверхні зразка відповідає значенням колірної шкали праворуч від картини.

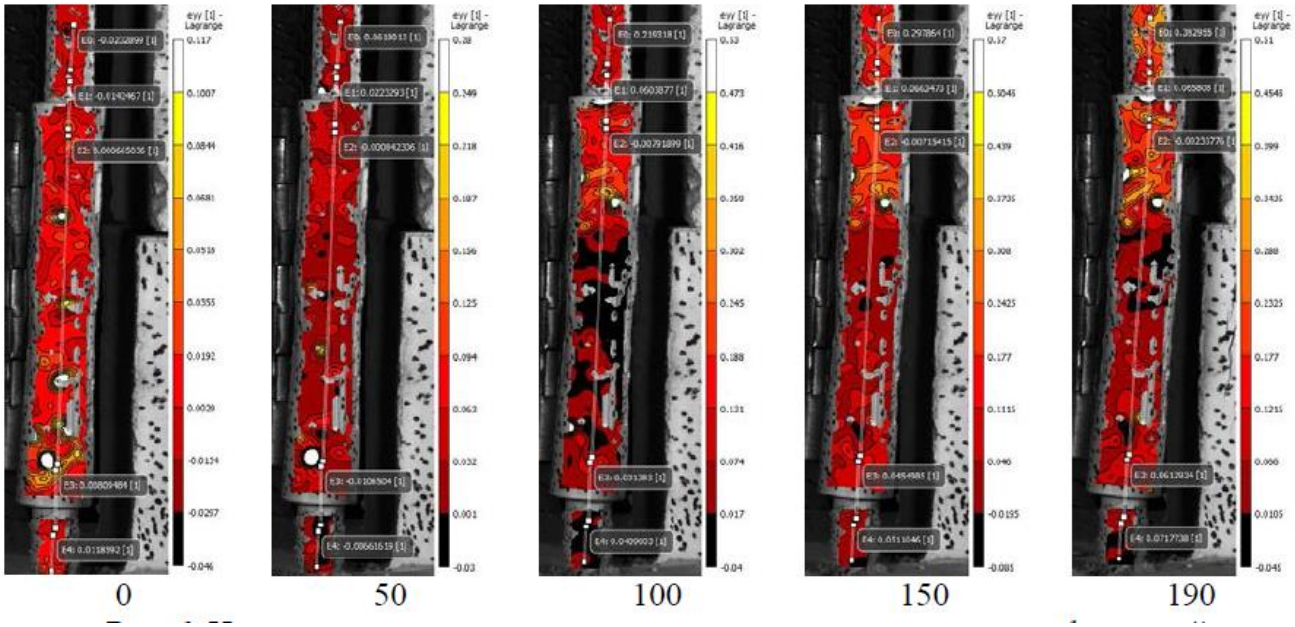


Рисунок 4.5 - Ізополя розподілу вертикальних та горизонтальних деформацій

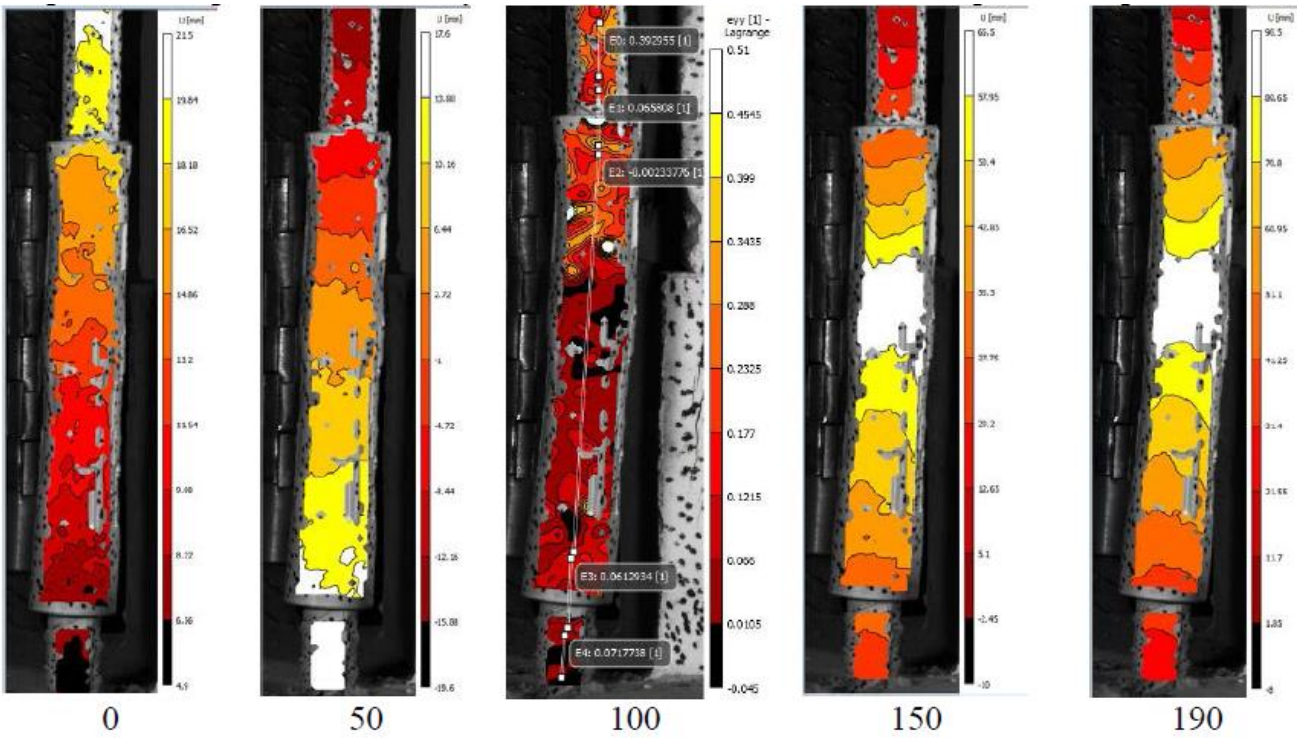


Рисунок 4.6 - Ізополя розподілу горизонтальних переміщень точок поверхні. Поля горизонтальних переміщень точок поверхні

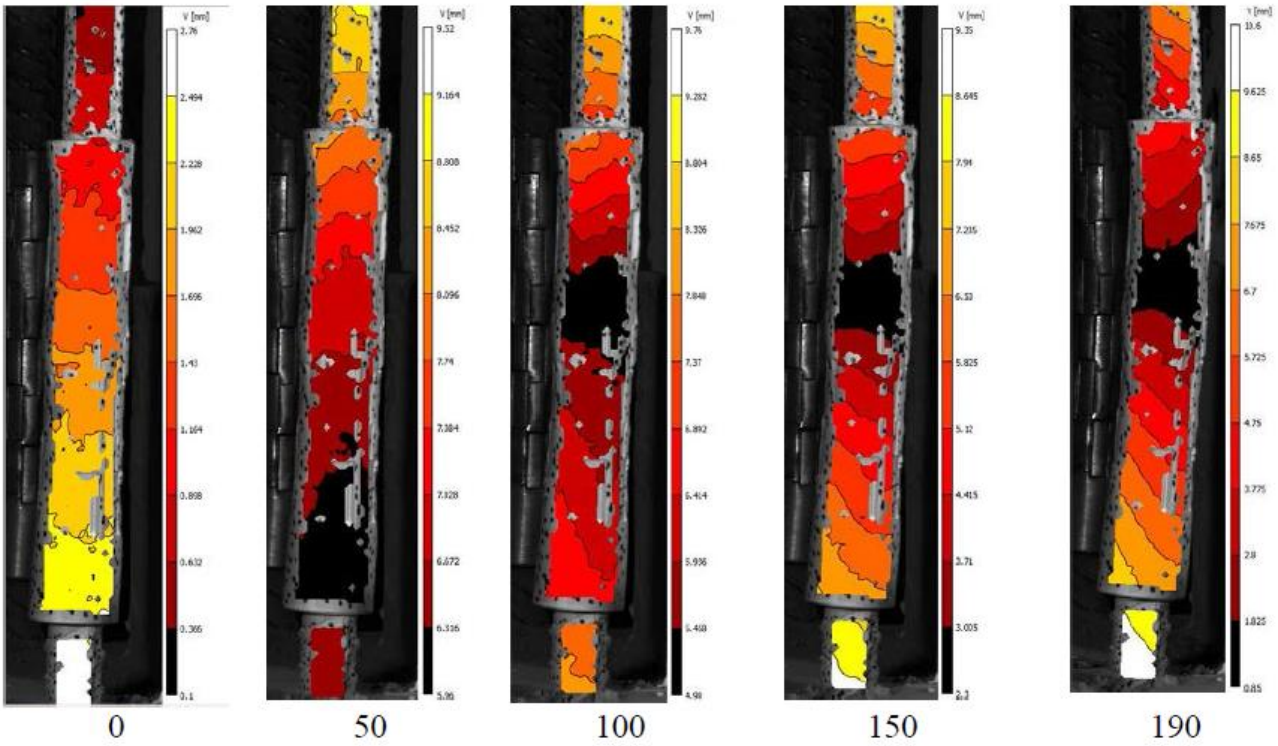


Рисунок 4.7 -Ізополя розподілу вертикальних переміщень точок поверхні. Поля вертикальних переміщень точок поверхні

На полях вертикальних переміщень видно, що на межах муфта-арматура поля мають однаковий колір, що говорить про спільну роботу елементів стику. Дані діаграм показали, що застосування обтискних муфт для з'єднання арматурних стрижнів забезпечує роботу арматури без прослизання.

4.1.3 Контроль з'єднання неруйнівним методом

Відпрацювання технології виробництва з'єднання арматури аналізованим способом неможливе без застосування неруйнівних методів випробувань [4, 5]. В силу особливостей об'єкта випробувань (ОІ) єдиним методом, за допомогою якого можна досліджувати ОІ, є цифрова радіографія. Як джерело фотонного випромінювання можуть бути використані радіоізотопи, рентгенівські апарати та бетатрони.

Для оцінки важливої можливості аналізу з'єднання арматури на предмет виявлення дефектів були отримані радіографічні зображення двох тестових зразків ОІ. Зображення сформовані за допомогою цифрової радіографічної системи на основі рентгенівського апарату, що випромінює фотони з максимальною енергією 160 кеВ. Для зменшення частки низькоенергетичних рентгенівських фотонів в спектрі випромінювання потік відфільтровували пластинами міді товщиною 2 та 4 мм.

Використана максимальна енергія рентгенівського випромінювання далека від оптимальної, тому для покращення відношення «сигнал-шум», що результує радіографічне зображення виходило усередненням 16 кадрів. Рентгенівське випромінювання реєстрували за допомогою матричного детектора Remote RadEye 200 з розміром пікселя 96 мкм. Об'єкт випробувань був максимально наближений до матриці детекторів, тому геометричне збільшення було незначним. Ефективний розмір пікселя становив 88-90 мкм. На Рисунок 4.8 наведено тіньове радіографічне зображення об'єкта з максимальним поперечним розміром 47 мм (зовнішній діаметр обтискної муфти), а на Рисунок 4.9 з максимальним поперечним розміром 51 мм (зовнішній діаметр обтискний муфти). З аналізу отриманих зображень можна сформулювати ряд висновків, пов'язаних з оцінкою параметрів випробуваних з'єднань арматури.

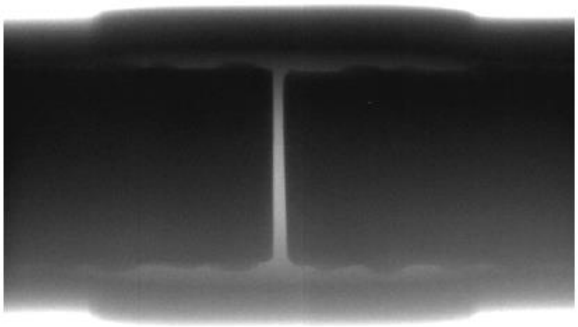


Рисунок 4.8 - Радіографічне зображення з'єднання арматури з максимальним поперечним розміром 47 мм

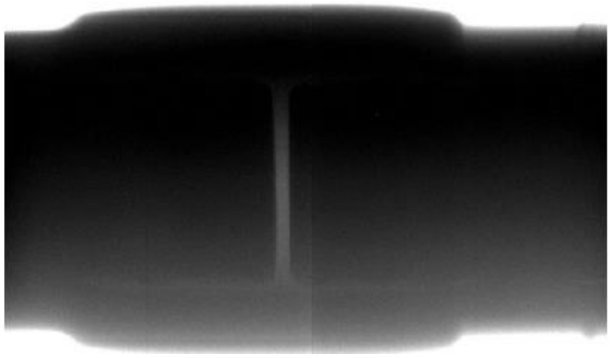


Рисунок 4.9 - Радіографічне зображення з'єднання арматури з максимальним поперечним розміром 51 мм

Аналіз результатів рентгенографічного дослідження:

1. З високою точністю (не менше 0,1 мм) можна виміряти відстань між двома з'єднуваними фрагментами арматури. Для зразка, радіографічне зображення якого представлено на Рисунок 4.8, відстань між фрагментами арматури змінюється від 0704 мм до 16 мм. Для другого зразка зазначена відстань змінюється на межах від 1,6 мм до 2,05 мм.

2. З виводу 1 випливає можливість вимірювання відхилення площин торців фрагментів арматури, що з'єднуються один з одним, з піксельною, а з урахуванням граничних ефектів, та субпіксельною точністю.

3. Наявність світлих плям на межах контакту фрагментів арматури та обтискних

гільз свідчать про недостатньо якісне з'єднання. Для першого зразка (Рисунок 4.8) зазначені світлі плями виявляються навіть візуально. На другому світла смуга в районі контакту арматури та обтискної гільзи помітна тільки з одного боку зображення, але не дуже очевидно.

4. В результаті обробки радіографічної інформації можна оцінити додаткові геометричні характеристики досліджуваного з'єднання арматури, наприклад, кінцеву довжину та профіль обтиснутої муфти тощо. Зауважимо, що висновок про дефектність або відсутність дефектів з'єднання можливе лише на основі необхідної нормативно-технічної документації. При відсутності такої документації вона має

бути розроблена з урахуванням зіставлення радіографічних зображень з'єднання арматури за допомогою обтискних гільз результатами механічних випробувань з'єднання.

4.1.4 Експериментальні дослідження фрагмента будівельної конструкції

Випробування вузлів сполучення конструкцій конструктивної системи на дію статичних навантажень (Рисунок 4.10, 4.11). Навантаження при проведенні експериментальних досліджень на примиканні ригель-колона за вироблялося етапами, рівними частками з величиною навантаження, що становить 10% від руйнівного навантаження. Дослідження проводились для визначення міцності, жорсткості та тріщиностійкості конструкції. Між етапами проводилася витримка в 10 хвилин для релаксації напружень у конструкціях стику, а на контрольних етапах (при визначенні міцності, жорсткості та тріщиностійкості) проводилася витримка протягом 30 хвилин. За результатами проведених експериментальних досліджень на міцність, жорсткість і тріщиностійкість стику ригель-колона, зібраного за конструктивною схемою зроблено висновок про те, що з'єднання робочої арматури за допомогою механічного обтиснення сталевими муфтами за ТУ 4848 026-77625325, забезпечує надійність виконання цього вузла.

Рисунок 4.10 - Загальний вигляд стику ригель-колона, зібраного із застосуванням обтискних муфт

Рисунок 4.11 - Загальний вид випробування стику ригель-колона на статичне навантаження

4.1.5 Висновки за результатами досліджень

1. З'єднання арматури механічним методом обтискними муфтами при виконанні вимог ТУ 4848 026-77625325 забезпечує надійне з'єднання, якому руйнування відбувається поза стиком за перетином арматури, а не по вузлу з'єднання.

2. Рентгенографія як неруйнівний метод контролю якості виконання з'єднання арматури механічним методом обжимних муфт показує об'єктивні дані, що дозволяють контролювати якість складання будівельних онструкцій без застосування руйнівних методів, що значно спрощує процес контролю якості будівництва.

3. Застосування в будівельних конструкціях муфт для з'єднання робочої арматури забезпечує надійне виконання вузлів, що дозволяють проектувати та зводити будівлі та споруди у сейсмічно небезпечних районах, що відчувають як статичні, і короткочасні динамічні впливу.

4. Це економічно вигідно під час використання арматури великих діаметрів.

4.2 Порівняння розрахунків поясу ферми на продавлювання, ручний розрахунок, розрахунок у програмі Dlubal RFEM 5.24., розрахунок у програмі СКАД

4.2.1 Вступ

Актуальність теми: Використання ферм з труб має свої переваги порівняно із традиційними фермами з кутиків, швелерів та двотаврових перерізів. До цих переваг відноситься менше використання металу, що знижує вагу та собівартість конструкції, хороша стійкість проти корозії за рахунок замкнутість профілю. Сумісно із відносно великим радіусами інерції, профілі з квадратних та прямокутних труб слугують для перекриття великих прольотів, дані профілі є архітектурно привабливими.

Перспективність використання такого типу рішень вказують дослідження та розробки Європейської асоціації з використання трубчастих профілів -CIDECT, організації, під егідою якої виконуються теоретичні та експериментальні дослідження для розробки європейських норм розрахунків.

Мета роботи: проаналізувати використання ферм з квадратних профілів. Особливості конструювання та розрахунку, монтаж вузлів, порівняння розрахунку продавлювання поясу ферми.

Описова частина роботи. Перерізи трубчастих профілів бувають круглі, прямокутні та квадратні. Прямокутні та квадратні труби мають ряд переваг порівняно над круглими, так як круглі ефективні лише тоді, коли вони тонкостінні. Якщо порівнювати ці два перерізи при однаковій висоті, то легко переконатися, що радіуси інерції при однаковій площі перерізу більше у прямокутних, ніж у круглих труб. Також у виготовлення ферм з квадратних чи прямокутних труб є менш трудозатратним, ніж з круглих труб, бо простіше приєднувати розкоси, оскільки потрібні прямі, а не фігурні різи. На прямокутні труби-пояси ферм простіше

опирати прогони, настил, сендвічпанелі, по таким поясам безпечніше пересуватися монтажниками. Найефективнішими є гнуто-зварні прямокутні труби, особливо при товщині стінки 3…6 мм. Для малих навантажень доцільно застосовувати ферми типу «Молодечно», для великих навантажень уже комбіновані ферми з поясами з двотаврів.

При проектуванні ферм з труб замкнутого гнуто-зварного профілю слід звертати увагу на розрахунок та проектування вузлів. Вузлові сполучення повинні забезпечувати герметизацію внутрішньої порожнини та не продавлювати пояс ферми. У трубчастих фермах раціональні вузли з безпосереднім примиканням стержнів решітки до поясів, саме один з таких вузлів ми і розрахуємо за допомогою різних програм та порівняємо результати розрахунку. Для спрощення конструкції примикання вузлів краще приймати трикутну решітку без додаткових стійок, коли в вузлах до поясів примикають не більше двох елементів. Ширину стрижнів решітки bp з площини ферми бажано приймати можливо більшої, але не більше величини $b_p<B-2(t_n+t_y)$, з умови накладення поздовжніх зварних швів і не менше 0,6 поперечного розміру поясу B для запобігання продавлювання поясу (t_n – товщина поясу, t_y –товщина решітки).

В одній фермі не варто застосовуватися профілі однакових розмірів, відмінних товщиною стінок більше ніж на 2 мм. При цьому товщину стінок стержнів ферми допускається застосовувати не меншими 3 мм.

Кути примикання розкосів до поясу мають бути не менше 30°. Це необхідно для необхідної якості зварного шва з боку гострого вузла.

Для вільного розміщення решітки на рівні межі поясу іноді доводиться порушувати центрування елементів вузлу. Якщо при цьому ексцентриситет $e>0,025h_n$ то при розрахунку слід враховувати вузловий момент $\mu=(N2-N1)e$, який сприймається в зазвичай поясом (h_n–висота поясу, N2, N1–зусилля в поясі – див.

Рисунок (4.12). При безперервному опиранні на пояс ферми настилу необхідно також враховувати момент від розподіленого навантаження.

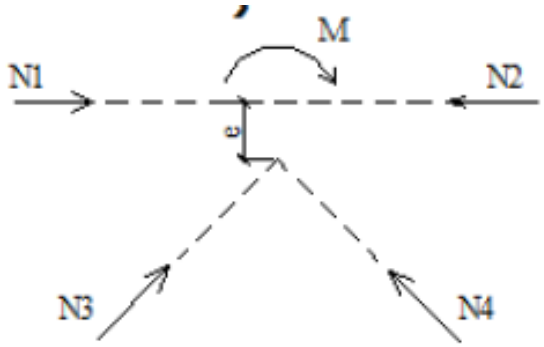


Рисунок 4.12 - Розцентрування розкосів ферми

Вузол до розрахунку: приймемо вузол кроквяної ферми де стикуються профілі до нижнього розтягнутого поясу. Пояс труба квадратна 140х4, розкоси труби квадратні 100х3.

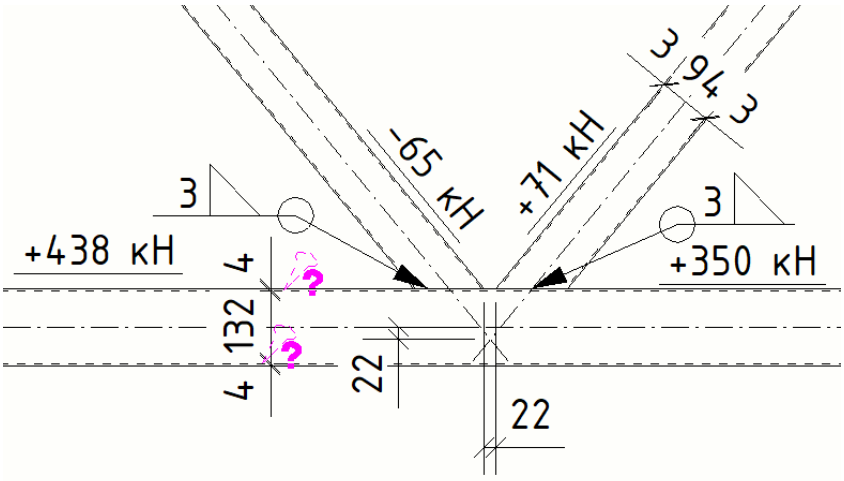


Рисунок 4.13 - Фрагмент вузла ферми

4.2.2 Розрахунок вузла у програмному комплексі SCAD, програмний модуль KOMET

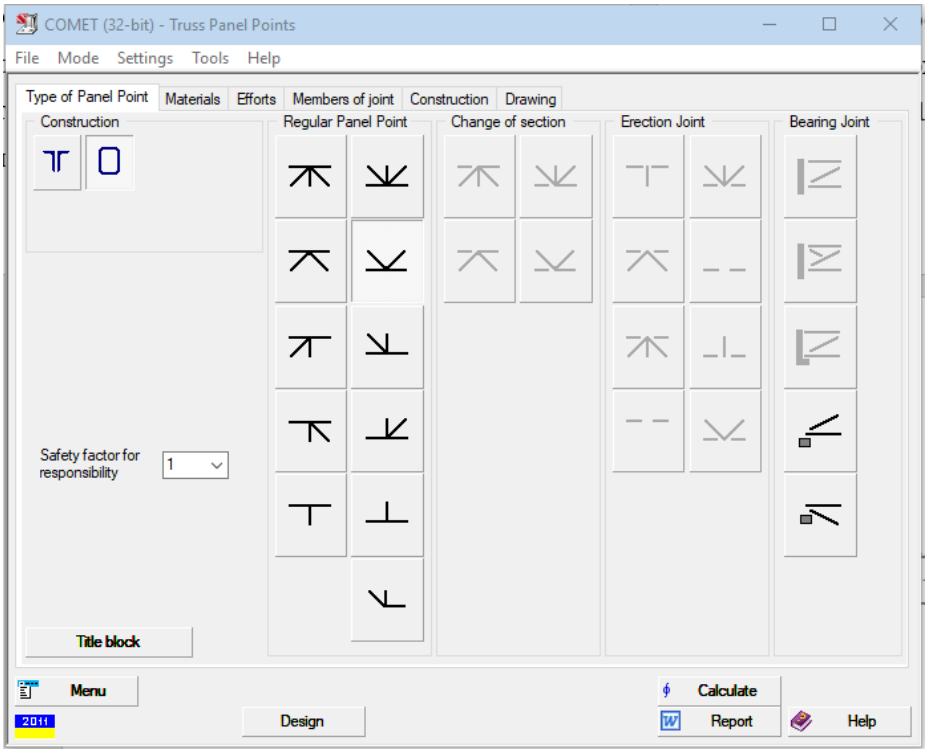


Рисунок 4.14 - Обирання типу вузла

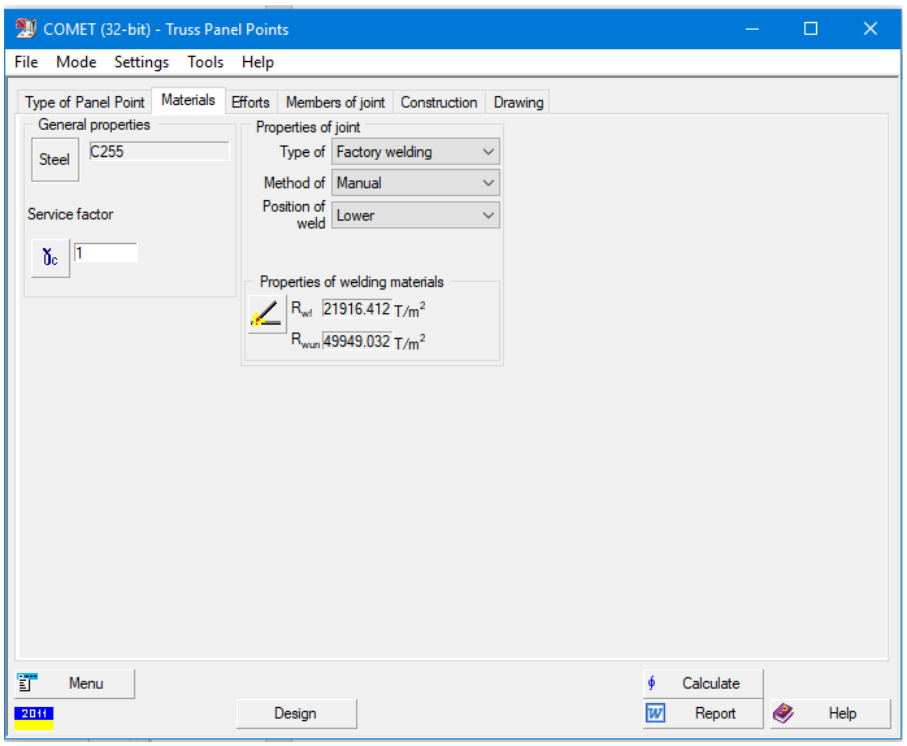


Рисунок4.15 - Задання матеріалів та типу зварки

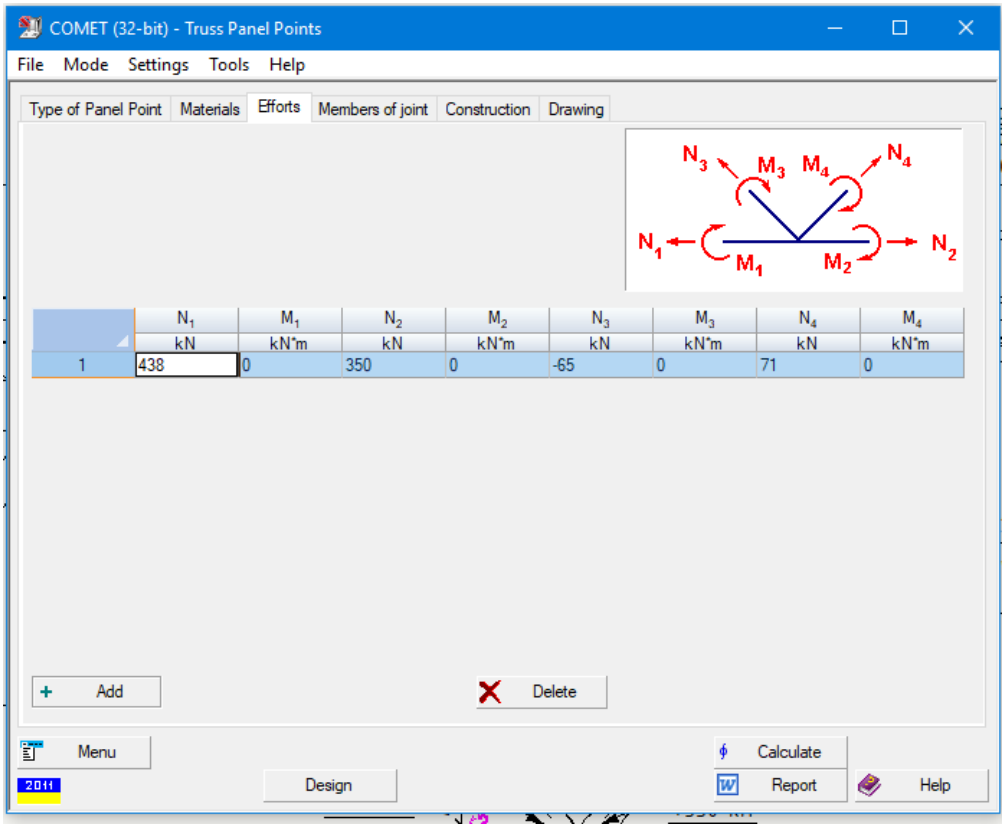


Рисунок 4.16 - Задання зусиль у поясі та розкосах

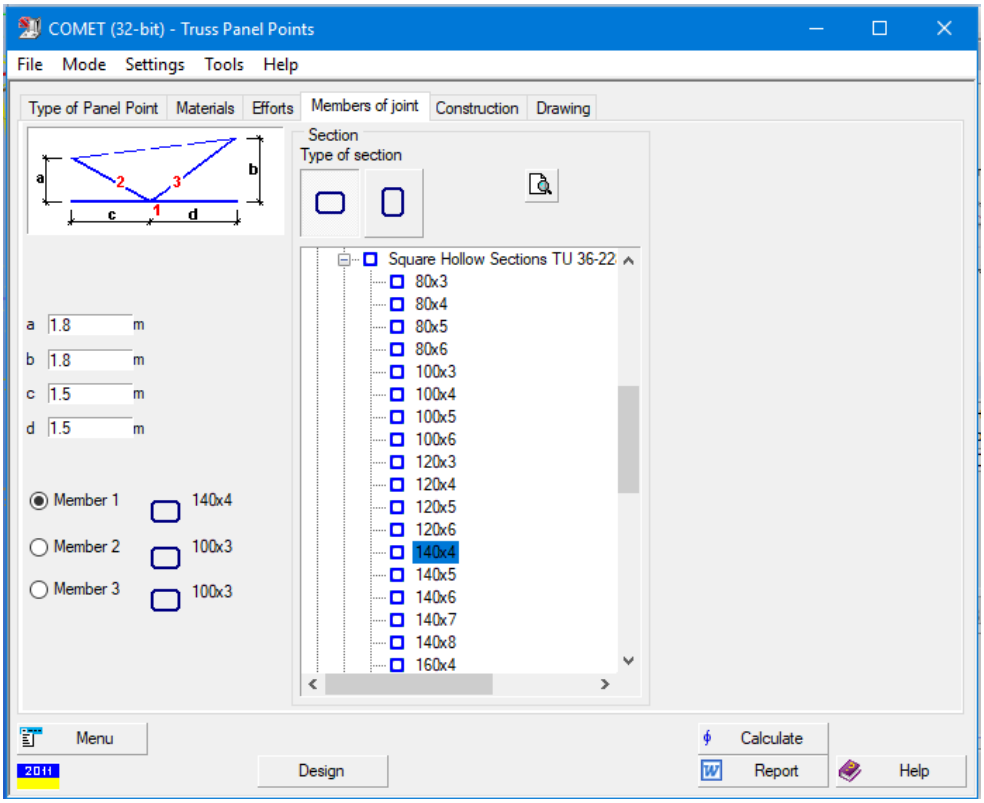


Рисунок 4.17 - Задання перерізу розкосів

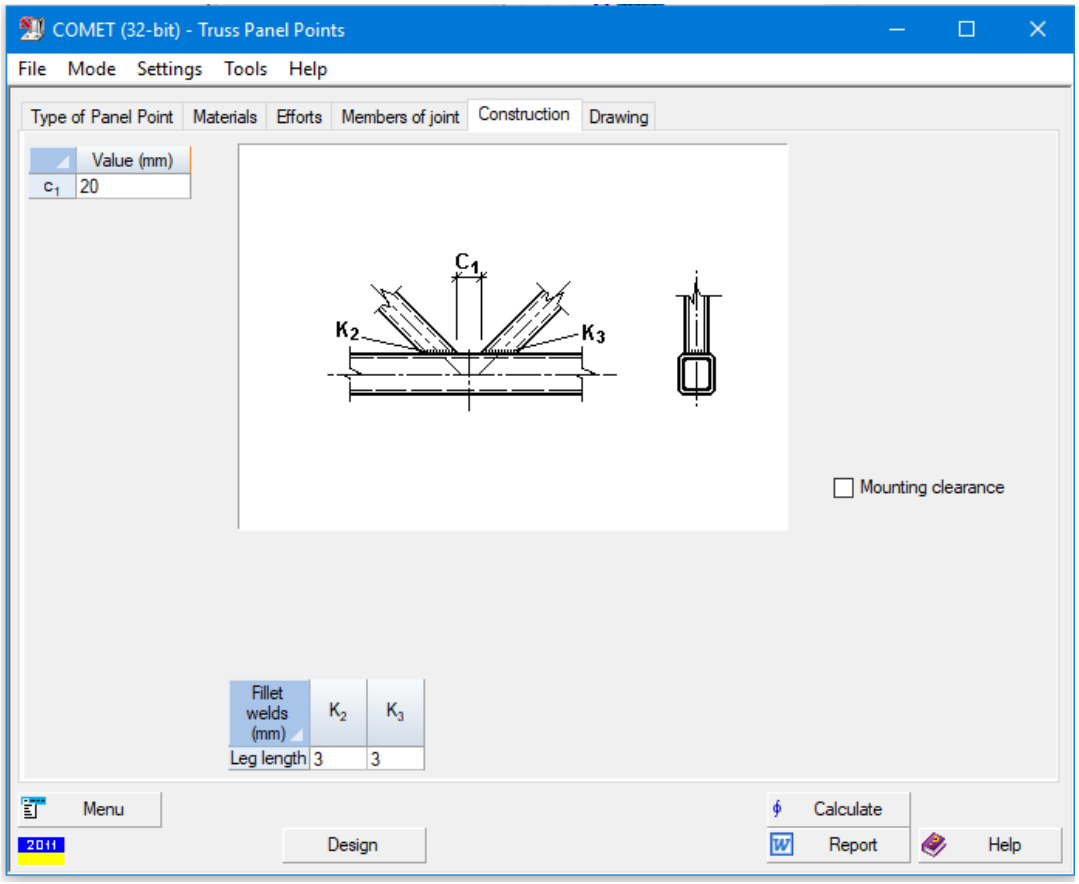


Рисунок 4.18 - Конструювання відстаней

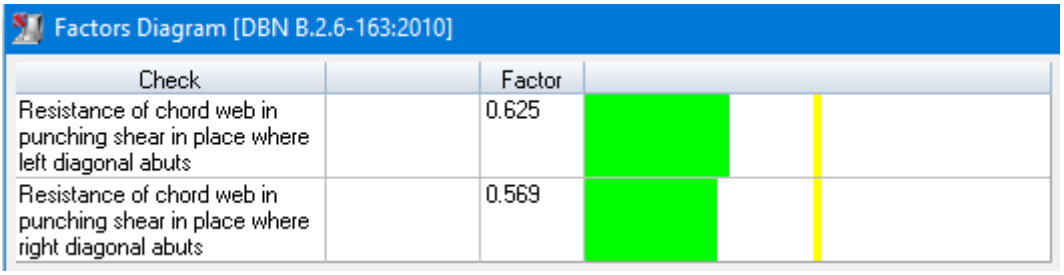


Рисунок 4.19 - Результати розрахунку

4.2.3 Розрахунок вузла у програмному комплексі Dlubal RFM

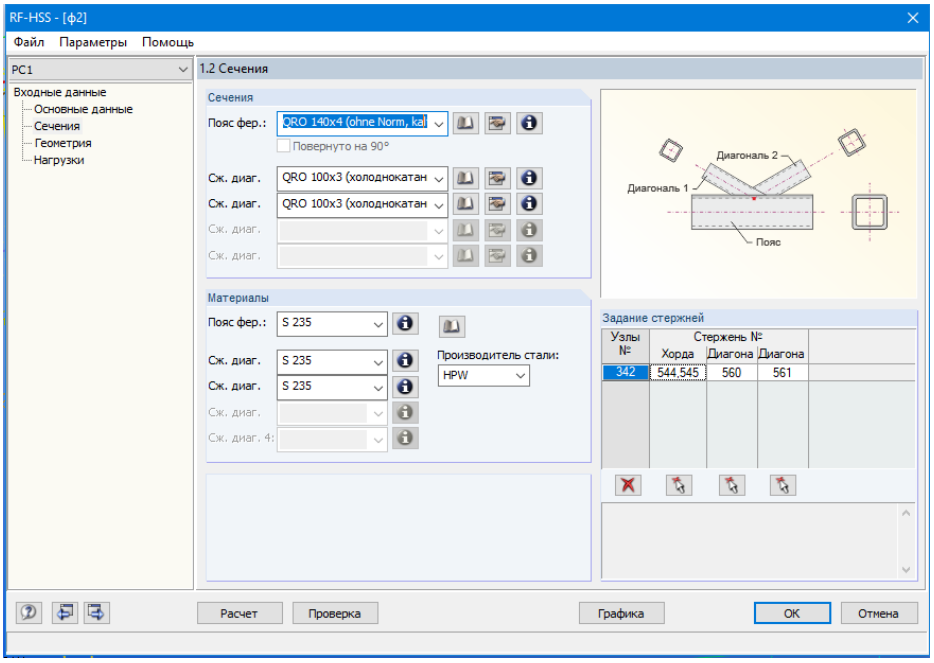


Рисунок 4.20 -Задання матеріалів

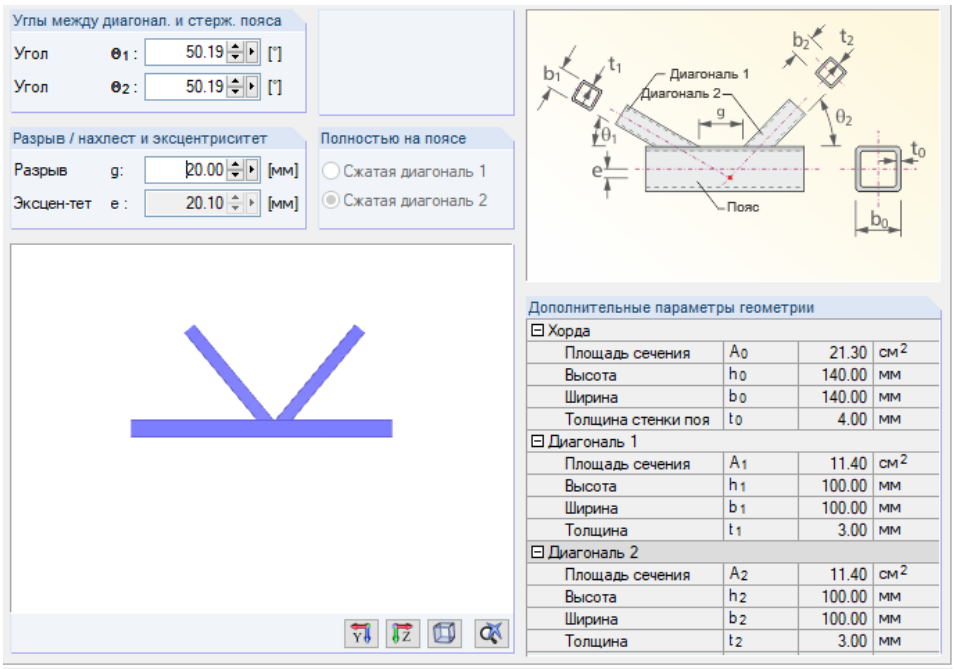


Рисунок 4.21 -Задання геометрії вузла

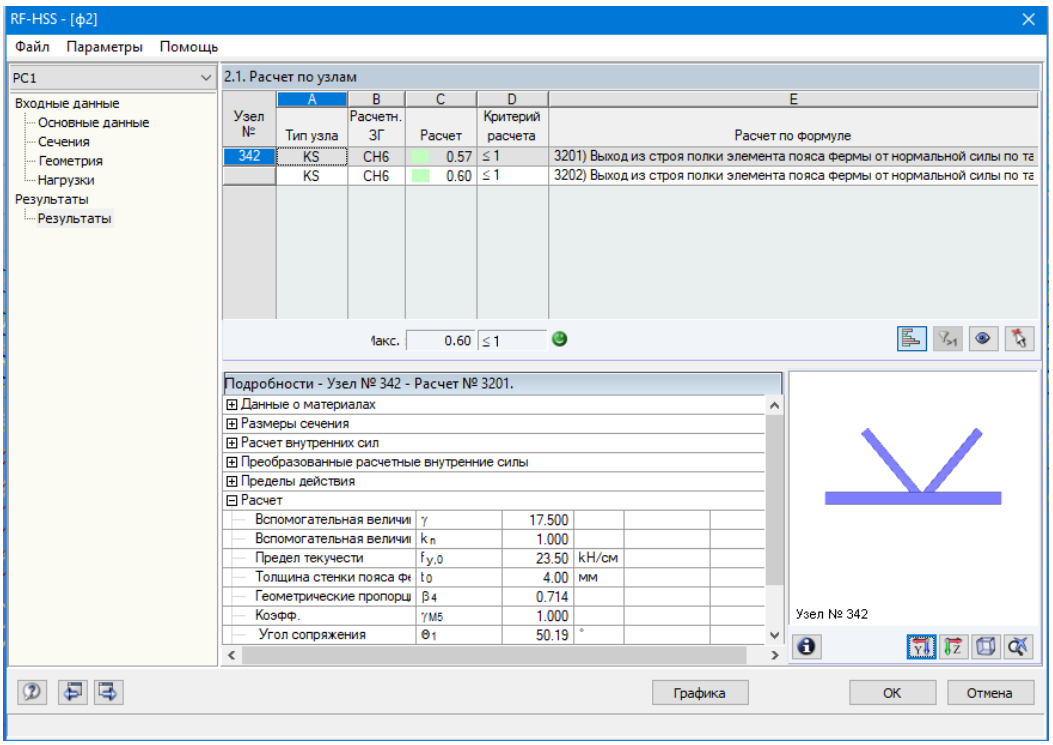


Рисунок 4.22- Результати розрахунку

4.2.4 Розрахунок вузла вручну

Розрахунок здійснюється за формулою:

$$\left(|N_d| + \frac{1,5|M_d|}{d_b}\right) \frac{\gamma_n (0,4 + 1,8 g / b_d) f \sin\alpha_z}{\gamma_c \gamma_d \gamma_D R_y t^2 \left(b_d + g + \sqrt{2Df}\right)} \le 1,$$

тут Nd - зусилля в елементі решітки;

Md - згинальний момент в площині ферми від основного впливу в елементі решітки в перетині, що збігається з стінкою пояса, до якого приєднується решітка;

αz - кут примикання елемента решітки до пояса;

Fl - поздовжня сила в поясі з боку розтягнутого елемента решітки;

A - площа поперечного перерізу поясу;

Ad - площа поперечного перерізу решітки;

t - товщина стінки поясу;

td - товщина стінки решітки;

2g - відстань між суміжними стінками елементів решітки або поперечної стінки розкоса і опорним ребром;

kf - катет зварювального шва;

Rwf - розрахунковий опір металу зварювального шва;

βf - коефіцієнт згідно таблиці 16.2

Для комфорту розрахунку даний алгоритм автоматизований у таблиці Exel.

Розтяг у поясі ферми задаємо – 350 кН.

Таблиця 4.1 - Перевірка стиснутого розкосу на продавлювання.

Зусилля стиску у поясі Fi, кН	350	
Зусилля у елементі, що примикає. Nd, кН	65	
Ексцентритет між центральною лініє розкосу та поясу. Враховуємо при відхилені більше 0.25 D, мм	0	
Кут примикання елемента розкосу до поясу, градуси	50.5	
SIN кута примикання	0.772	
Коефіцієнт Yc	1	
Коефіцієнт Yd	1	
для розстягу	1.2	
для стиску	1	
Площа поперечного перерізу поясу, A, см2	21.6	
Розрахунковий опір сталі, Ry, МПа	240	
Товщина стінки поясу, t, мм	4	
довжина ділянки яка примикає до поясу, bd, мм	130	
Товщина стінки розкосу td , мм	3	
Половина відстані між трубами,g, мм	10	
Ширина поясу D, мм	140	
Ширина розкосу d, мм	100	
Коефіцієнт YD (Визначається при стиску у поясі)	0.82484568	
Fi /Ary < 0.5	0.67515432	
Якщо менше 0.5 Коефіцієнт YD	0.82484568	
Якщо більше 0.5 Коефіцієнт YD	1	
Момент Md, кН*м	0	
f, мм	20	
Чисельник	0.00831385	
Знаменник	0.82495929	
	0.07483315	
Перевірка поясу на відрив чи продавлювання	0.65506263	<1

Таблиця 4.2 - Перевірка розтягнутого розкосу на продавлювання.

Зусилля стиску у поясі Fi, кН	350	
Зусилля у елементі, що примикає. Nd, кН	71	
Ексцентритет між центральною лініє розкосу та поясу. Враховуємо при відхилені більше 0.25 D, мм	0	
Кут примикання елемента розкосу до поясу, градуси	50.5	
SIN кута примикання	0.772	
Коефіцієнт Yc	1	
Коефіцієнт Yd	1.2	
для розстягу	1.2	
для стиску	1	
Площа поперечного перерізу поясу, A, см2	21.6	
Розрахунковий опір сталі, Ry, МПа	240	
Товщина стінки поясу, t, мм	4	
довжина ділянки яка примикає до поясу, bd, мм	130	
Товщина стінки розкосу td , мм	3	
Половина відстані між трубами,g, мм	10	
Ширина поясу D, мм	140	
Ширина розкосу d, мм	100	
Коефіцієнт YD (Визначається при стиску у поясі)	0.82484568	
Fi /Ary < 0.5	0.67515432	
Якщо менше 0.5 Коефіцієнт YD	0.82484568	
Якщо більше 0.5 Коефіцієнт YD	1	
Момент Md, кН*м	0	
f, мм	20	
Чисельник	0.00831385	
Знаменник	0.98995114	
	0.07483315	
Перевірка поясу на відрив чи продавлювання	0.59627496	<1

4.2.5 Аналіз результатів

Таблиця 4.3- Аналіз результатів

Розкіс	SCAD, KOMET.	Dlubal RFM	Ручна перевірка
Стиснутий	0.625	0.6	0.655
Розтягнутий	0.569	0.57	0.596

Дельта (похибка)		
Стиснутий	5.5	%
Розтягнутий	2.7	%

4.2.6 Висновки

Компютерні програмні комплекси обраховують продавлюванні поясів ферм з невеликою похибкою відносно ручних розразунків. Дана похибка може відбуватися через такі фактори:

- розрахунок у Dlubal RFM за еврокодом, та підтягнення матеріалів за єврокодом
- Розрахунок у SCAD, KOMET. Має опирання на деякі документи СНІП
- Використання програмними комплексами сортаментів різних сортаментів металопрокату.
- В ручному можливе похибки через заокруглення цифр

Отже, користуватися програмним комплексам під час перевірки ферми на продавлювання дацільно та вірно, але краще звіряти даний розрахунок із ручним аналогом, для чого і була імпортована та оцифрована формула у програмний комплекс Exel.

БІБЛІОГРАФІЯ

1- ДБН В.2.6-221:2021 Конструкції силосів з гофрованою стінкою для зерна. Основні положення. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022;

2- ДБН А.2.2-3-2014 «Склад, та зміст проектної документації на будівництво» [На заміну ДБН А.2.2-3-2012; чинний від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України 2014, 40 с.;

3- ДСТУ Б А.2.4-4-2009 «Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги для проектної та робочої документації» [На заміну ДСТУ Б А.2.4-4-99 (ГОСТ 21.101-97); чинний від 2009-01-

24]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2009, 66 с.;

4- ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» [На заміну ДБН Б.2.2-12:2018; чинний від 2019-04-26]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2019, 117 с;;

5- ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» [На заміну ДБН В.1.1-12:2006; чинний від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014, 110 с.;

6- ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування» [Чинний від 2006-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України 2006, 75 с.;

7- ДБН В.2.1-10-2009 «Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та фундаменти будинків і споруд.Основи та фундаменти. Основні положення проектування» [чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2009, 78 с.;

8- ДБН В.2.6-98:2009 «Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення» [На заміну СНіП

2.03.01-84; чинний від 2011-06-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2011, 71 с.;

9- ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування» [На заміну ДСТУ Б В.2.6-194:2013 та ДБН В.2.6-163:2010 у частині розділу 1; чинний від 2015-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України 2014, 199 с.;

10- ДСТУ Б А.2.4-15:2008 «Антикорозійний захист конструкцій будівель і споруд» [На заміну ГОСТ 21.513-83; чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2009, 13 с.;

11- ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» [На заміну СНиП III-4-80; чинний від 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2012, 116 с.;

12- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» [На заміну СНиП 2.01.01-82 і таблиці 2 ДСТУ-Н Б А.2.2- 5:2007; чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2011, 123 с.;

13- ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги» [На заміну ДБН В.1.1-7-2002; чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2017, 35 с.;

14- ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів [На заміну СНиП 3.02.01-87; чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2013, 82 с.;

15- ДБН В.2.1-10-2018 «Основи і фундаменти будівель. Основні положення» [На заміну ДБН В.2.1-10-2009; чинний від 2019-01-01]. Вид.

офіц. Київ: Мінрегіон України 2018, 36 с.;

16- Бібік М.В. Класифікація силосних зерносховищ / М.В. Бібік, В.М. Бібік, І.О. Бібік // ACADEMIC JOURNAL Industrial Machine Building, Civil Engineering. – Полтава: ПНТУ, 2017. – Т. 1 (40). – С. 157-165.

17- Метод граничних елементів в розрахунках кільцевих фундаментів : монографія / А. С. Моргун, О. В. Франчук – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 90 с.