

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проєкт висотної будівлі в Житомирі з дослідженням
міжповерхового перекриття

Виконав: студент 6 курсу, групи МБм-61
спеціальності

192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Тимкович В.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Ігнат'єва В.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Мещерякова О. М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясний В. П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Кошалко С.А.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

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)
« » 2024 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)
студенту Тимковичу Віталію Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект висотної будівлі в Житомирі з дослідженням міжповерхового перекриття

Керівник роботи Ігнат'єва Вікторія Борисівна к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 12 » 11 2024_ року № 4/7-1091

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Місце розташування об'єкту.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Архітектурно будівельний розділ, розрахунково-конструктивний розділ, науково дослідний розділ, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Плани поверхів. Фасади, розрізи. Конструктивні рішення, вузли, деталі та специфікації до них.

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. викл.		
Нормоконтроль	Мешерякова О.М. ст.викл.		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Тимкович В. М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ігнат'єва В. Б.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Відомості про метеорологічні, топографічні, інженерно-геологічні та кліматичні умови будівельного майданчика.....	8
1.2 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду об'єкта будівництва	8
1.3 Обґрунтування прийнятих архітектурних рішень у частині забезпечення відповідності будівлі, будівлі та споруди встановленим вимогам енергетичної ефективності	11
1.3.1 Перелік заходів із забезпечення дотримання встановлених вимог енергетичної ефективності до архітектурних рішень, що впливають на енергетичну ефективність будівель, споруд, споруд	12
1.4 Опис та обґрунтування використаних композиційних прийомів під час оформлення фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва	13
1.5 Опис рішень щодо оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення.....	13
1.6 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей.....	14
1.7 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншого впливу.....	14
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	16
2.1 Відомості про топографічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні, метеорологічні та кліматичні умови земельної ділянки, наданої для розміщення об'єкта капітального будівництва	16
2.2 Відомості про особливі природні кліматичні умови території, на якій розташовується земельна ділянка, надана для розміщення об'єкта капітального будівництва	16
2.3 Відомості про міцнісні та деформаційні характеристики ґрунту в основі	

об'єкта капітального будівництва.....	16
2.4 Рівень ґрунтових вод, їхній хімічний склад, агресивність ґрунтових вод і ґрунту по відношенню до матеріалів, що використовуються під час будівництва підземної частини об'єкта капітального будівництва.....	17
2.5 Опис та обґрунтування технічних рішень, що забезпечують необхідну міцність, стійкість, просторову незмінюваність будівель і споруд об'єкта капітального будівництва загалом, а також їхніх окремих конструктивних елементів, вузлів, деталей у процесі виготовлення, перевезення, будівництва та експлуатації об'єкта капітального будівництва	17
2.5.1 Загальні положення.....	17
2.5.3 Розрахункова схема будівлі. Збір навантажень.....	18
2.5.4 Результати розрахунку.....	20
2.6 Залізобетонні конструкції	21
2.6.1 Розрахунок армування плити перекриття ПМ-1	21
2.6.2 Розрахунок армування ядра жорсткості	23
2.6.3 Розрахунок армування стін підземного поверху	24
2.6.4 Розрахунок армування внутрішніх стін ядра жорсткості	26
2.6.5 Розрахунок армування пілонів.....	27
2.6.6 Розрахунок армування колон першого та підземних поверхів	29
2.7 Металеві конструкції	30
2.8 Конструювання вузлів	33
2.8.1 Вузол 3.....	34
2.8.2 Вузол 4.....	41
2.8.3 Вузол 5.....	47
2.8.4 Розрахунок закладної деталі	53
2.9 Опис конструктивних і технічних рішень підземної частини капітального будівництва.....	53
2.9.1 Загальні відомості	53
2.9.2 Проектування фундаменту з використанням буронабивних паль	55
2.9.3 Проектування фундаменту з використанням забивних паль.....	58

2.9.4 Техніко-економічне порівняння варіантів	61
2.10 Конструювання палі	61
2.11 Конструювання ростверку	62
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ	64
3.1 Варіант №1 - Сталезалізобетонне перекриття - монолітна плита перекриття 160 мм з використанням незнімної опалубки	64
3.2 Варіант №2 - Сталезалізобетонне перекриття - монолітна плита перекриття 200 мм	67
3.3 Порівняння варіантів	69
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
4.1 Охорона праці	70
4.1.1 Організація безпечних умов праці на будівельному майданчику	70
4.1.2 Перелік заходів і проєктних рішень щодо визначення технічних засобів і методів роботи, які забезпечують виконання нормативних вимог охорони праці	71
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	72
4.2.1 Законодавча база України	72
4.2.2 Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на будівельному об'єкті	72
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	76
БІБЛІОГРАФІЯ	77

ВСТУП

Сучасні тенденції розвитку міської забудови в Україні, зокрема в Житомирі, характеризуються інтенсивним зростанням кількості висотних будівель. Такі проекти не лише задовольняють потреби в житлі, офісних та громадських приміщеннях, але й стають символом урбаністичного прогресу, який інтегрує архітектурні, технічні та екологічні аспекти.

Одним із ключових елементів висотних споруд є міжповерхове перекриття, яке відіграє важливу роль у забезпеченні надійності, стійкості та довговічності будівлі. Враховуючи зростаючі вимоги до енергоефективності, зменшення маси конструкцій та підвищення безпеки, дослідження міжповерхових перекриттів є актуальним завданням сучасної інженерії.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи обумовлена кількома факторами. Одним із центральних аспектів проектування висотних будівель є вибір оптимальних міжповерхових перекриттів, які забезпечують надійність, довговічність і функціональність споруди. Водночас вони мають відповідати сучасним вимогам до енергоефективності, зменшення маси конструкцій, скорочення термінів будівництва та економічної доцільності. Усі ці чинники вимагають застосування новітніх матеріалів і технологій, а також ґрунтовних досліджень для розробки конструктивних рішень, адаптованих до місцевих умов, таких як клімат, сейсмічність і економічна ситуація.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ ім. І. Пулюя та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка проекту висотної будівлі в Житомирі з дослідженням міжповерхового перекриття.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні **завдання**:

- розробити основні архітектурно-будівельні та конструктивні рішення висотної будівлі;

- розрахувати основні параметри несучих конструкцій висотної будівлі відповідно до діючих навантажень;
- дослідити металоємність, трудомісткість конструкцій покриття громадської будівлі;
- розробити основні рекомендації з охорони праці та цивільного захисту населення.

Об’єктом дослідження міжповерхові конструкції перекриття громадської висотної будівлі.

Предметом дослідження є зниження матеріалоємності сталебетонних конструкцій перекриття висотної будівлі.

Методи дослідження. У роботі використано моделювання несучих конструкцій будівлі методом скінчених елементів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому що проведено аналіз існуючих систем міжповерхових сталебетонних перекриттів з метою виявлення найбільш ефективних за техніко-економічними показниками, а також адаптації цих рішень до умов забудови.

Практичне значення отриманих результатів – це можливість проектування надійних та оптимальних конструкцій для громадських будівель.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи виконана на XIII Міжнародні науково-технічні конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 11-12 грудня 2024 року).

Публікації результатів кваліфікаційної роботи виконана на вищезгаданій конференції із публікацією тез доповіді.

Ключові слова: перекриття, сталебетон, залізобетон, громадська будівля.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Відомості про метеорологічні, топографічні, інженерно-геологічні та кліматичні умови будівельного майданчика

Цей район будівництва характеризується природно-кліматичними даними, представленими в таблиці 1.1.

За сукупністю всіх метеорологічних даних клімат району будівництва характеризується як континентальний з відносно морозною зимою і спекотним літом з малою кількістю опадів.

Кліматичний район для будівництва ІВ.

Нормативний вітровий тиск - 0,38 кПа, III вітровий район. Нормативний сніговий тиск - 1,5 кПа, III сніговий район. Сейсмічність району - 6 балів.

Каркасно-ствольну систему. У плані являє собою еліпс габаритними розмірами 72,8х38,8 м. Місце розташування - м. Житомир.

1.2 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду об'єкта будівництва

Об'єкт будівництва - офісний центр із каркасно-ствольною системою, висотою 106 м, розташований у м. Житомир.

Будівля окремо розташована, має форму тривісного еліпсоїда, у плані являє собою еліпс із максимальним габаритним розміром 72,8х38,8 метрів. Формоутворення вежі відбувається за допомогою збільшення габаритних розмірів перекриття до середини висоти будівлі та подальшого зменшення габаритного розміру перекриття до вершини будівлі.

Габаритні розміри будівлі біля основи 72,8х38,8 метрів.

Нульова відмітка 0,000 прийнята відмітка чистої підлоги першого поверху. Максимальна відносна відмітка будівлі становить +106 метри. Висота поверхів становить 3,6 метра. Клас споруди СС-3 [7]. Ступінь вогнестійкості будівлі - І

таблиця 21 [10]. Рівень відповідальності - підвищений, п 10.1 [7].

Архітектура будівлі відповідає вимогам, що висуваються для громадських будівель. Просторова, планувальна та функціональна організація обумовлена функціональним призначенням будівлі - офісна будівля.

На першому поверсі знаходяться такі приміщення:

- вестибюль
- кафе готової продукції
- рекреаційна зона
- санвузли
- тамбур
- ліфт
- технічні приміщення

На підземному поверсі розташовані:

- санвузли
- тамбур
- машинне відділення ліфтів
- технічні приміщення
- приміщення для інженерних систем будівлі

Приміщення типового поверху, 2-8, 9-16, 18-23, 25-28 - поверхи:

- санвузли
- тамбур
- ліфт
- технічні приміщення
- офісні приміщення

На технічних поверхах (9, 17, 24 поверхи) вільне планування під розміщення обладнання інженерних систем і датчиків моніторингу несучих конструкцій будівлі.

Вхід до будівлі здійснюється через чотири входи. Два входи відведено для потреб співробітників і відвідувачів офісної частини будівлі. Біля входів в офісну частину будівлі розташовані пости охорони, а також обладнання огляду. Два інші

входи служать для відвідування кафе готової продукції. До вестибюля примикає кільцевий коридор, через який здійснюється доступ до ліфтового холу. Переміщення людей у вертикальному напрямку здійснюється за допомогою 8-ми електричних швидкісних ліфтів марки KONE, вантажопідйомністю кабіни 1350 кг, розрахованої на перевезення 18-ти осіб. Швидкість ліфтом встановлюється рівною 3 м/с. Необхідний розмір шахти під одну кабіну 2150 мм × 2300 мм. Для забезпечення доступності МГН встановлюються двері без порогів.

У будівлі прийнято контейнерну систему сміттєвидалення в полімерних мішках, що видаляються через технічний ліфт. Сміттєзбір ведеться на виділений збірний пункт на віддаленні від будівлі. Доступ на покрівлю здійснюється з другого поверху будівлі. Для всіх зовнішніх входів у будівлі та виходів на покрівлю передбачено тамбури.

Покрівля будівлі – рулонна неексплуатована з внутрішнім водостоком. Дах має огорожу по периметру 1.5 м, відповідно до [11, п 6.23]. Огородження покрівлі виконано, згідно з [11]. Евакуацію з приміщень передбачено через 2 сходові клітки типу НЗ, які розташовані в центральній частині будівлі дзеркально відносно літерної осі Г. Евакуація з будівлі здійснюється через 4 розосереджені по периметру будівлі виходи, які розташовані біля несучих залізобетонних стін.

Для наповнення офісних приміщень природним світлом зовнішнє оздоблення виконується вітражною системою, на виконання якої накладається низка особливих вимог згідно з п. 6.26 [3].

Фасадні світлопрозорі панелі індивідуального виготовлення, рама з комбінованих профілів з термоізоляційною вставкою, з трикамерними склопакетами.

Оздоблення стін технічного поверху виконано за системою мокрого фасаду.

Зовнішні двері - засклені з обрамленням з алюмінієвих профілів, зламостійкі.

Внутрішнє оздоблення:

а) стелі - штукатурка, шпаклівка, фарбування; підвісна стеля "Грильято";

б) стіни - штукатурка, затирка, забарвлення, оздоблення керамічною плиткою;

в) підлоги - керамічна і керамогранітна плитка, цементно-піщана стяжка зі знепилюванням - технічні приміщення;

г) двері - у ядрі жорсткості металеві, в офісних приміщеннях - скляні, у санвузлах і технічних приміщеннях - з алюмінієвих профілів.

Будівля обладнана централізованим водопроводом, каналізацією, опаленням, електропостачанням, системами кондиціонування та вентиляції. Також відповідно до п.10.4.2 [11] системами зв'язку, сигналізації, автоматизації та диспетчеризації, що включають:

- а) системи телефонного зв'язку;
- б) системи радіомовлення, радіотрансляції, проводового мовлення та оповіщення;
- в) телевізійні системи;
- г) доступ до інформаційно-телекомунікаційної мережі Інтернет;
- г) автоматизовану систему управління та диспетчеризації інженерного обладнання будівлі;
- д) системи протипожежного захисту;
- е) структуровану кабельну систему (мережу передачі даних);
- є) локальні обчислювальні мережі;
- ж) охоронні системи;
- з) системи моніторингу стану будівлі;

1.3 Обґрунтування прийнятих архітектурних рішень у частині забезпечення відповідності будівлі, будівлі та споруди встановленим вимогам енергетичної ефективності

Архітектурні рішення в частині забезпечення вимог енергетичної ефективності прийняті згідно з[6].

Конструктивні рішення:

— опалювальні приміщення відокремлені від зовнішнього повітря огорожувальними конструкціями з опором за теплопередачею не нижче

нормованого;

- при склінні будівлі застосовуються трикамерні склопакети, що мають низьку теплопровідність.

- зниження повітропроникності (стикових з'єднань і швів, віконних і дверних блоків) тощо.

Об'ємно-планувальні рішення:

- а) раціональна орієнтація входів;

- б) влаштування тамбурів, тамбурів із повітряними завісами;

- в) зменшення питомої тепловіддавальної поверхні огороження.

У системах водопостачання: забезпечення стабілізації та обмеження тиску води на вводах і перед водорозбірною арматурою,

1.3.1 Перелік заходів із забезпечення дотримання встановлених вимог енергетичної ефективності до архітектурних рішень, що впливають на енергетичну ефективність будівель, споруд, споруд

Для досягнення відповідності будівлі вимогам енергетичної ефективності та скорочення питомої витрати енергії на опалення під час проєктування було передбачено:

- проєктні рішення передбачають забезпечення замкнутого теплового контуру опалювального об'єму будівлі;

- встановлення приладів обліку споживання електроресурсів.

Використання енергоощадних елементів освітлення.

Тепловіддача мереж теплопостачання має бути знижена до мінімуму від місць підключення до введення в будівлю шляхом влаштування теплоізоляції. У будівлі встановлено прилади обліку для мереж водо-, тепло- та електропостачання.

1.4 Опис та обґрунтування використаних композиційних прийомів під час оформлення фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва

Будівля має форму тривісного еліпсоїда.

В оздобленні фасадів застосовуються сучасні високоякісні та зносостійкі оздоблювальні матеріали.

Кольорова гама стримана і сувора. Деталі входних груп і елементів фасаду виконані в загальному стилі будівлі. Композиційні прийоми засновані на компоновальних рішеннях, що забезпечують раціональне використання будівлі відповідно до її функціонального призначення.

Рішення фасаду – фасадні панелі сріблястого кольору, індивідуального місцевого виробництва.

Вирішення фасаду дає змогу створити динамічну, живу споруду, яка помітно виділяється на тлі прямокутних коробчастих будівель типової забудови, що відсилає до природних законів пропорцій, математичності форм. Незвичайність будівлі покращує архітектурне тло міста, що формує більш приємне міське середовище. Будівля є домінантою серед змішаної забудови району будівництва, що урізноманітнює і створює додаткові місця тяжіння мешканців і гостей міста.

У проєкті застосовуються матеріали, що дають змогу домогтися виразності планувальних і конструктивних рішень, а також забезпечити високий рівень пожежної безпеки відвідувачів будівлі.

1.5 Опис рішень щодо оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення

У приміщеннях санвузлів, кімнатах прибирального інвентарю виконати оштукатурювання, шпаклювання, облицювання керамічною плиткою на всю висоту стіни приміщення. Стіни сходових кліток і ліфтових холів, а також приміщень підземного поверху обштукатурюють, шпаклюють, забарвлюють

водоемульсійною фарбою за 2 шари, внизу облицьовують керамічною плиткою. Стелі - затирка, водоемульсійне забарвлення в два рази. Підлоги - керамограніт. Підлоги інженерних приміщень і технічних поверхів виконати із цементно-піщаної стяжки зі знепилюванням. Покриття підлог спроектовано відповідно до вимог [11]. Складні перегородки влаштовуються для формування офісних та інших приміщень на всіх поверхах, за винятком підземних і технічних. Скло, що обмежує кабінети, матове. За межами ядра жорсткості, крім підземних і технічних поверхів, стелі-підвісні.

1.6 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей

Ділянка забудови проєктованої будівлі розташована на незабудованій території, отже, навколишня забудова не впливає на КЕО приміщень офісної будівлі.

Природне освітлення виконано згідно з вимогами [3]. Планування офісних приміщень, кабінетів виконано з урахуванням норм освітлення. Без природного освітлення спроектовано приміщення з тимчасовим перебуванням людей, приміщення, розташовані в ядрі жорсткості будівлі та підземному поверсі.

У всіх приміщеннях, призначених для тривалого перебування людей, передбачено природне освітлення через світлопрозорий фасад. Необхідно обладнати віконні прорізи в приміщеннях регульованими сонцезахисними пристроями для захисту від сліпучого і теплового впливу інсоляції.

1.7 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншого впливу

Заходи щодо захисту від шуму виконуються відповідно до [11].

У проєкті передбачено звукоізоляцію зовнішніх і внутрішніх огорожувальних конструкцій приміщень для зниження шуму від зовнішніх

джерел, а також від шуму устаткування інженерних систем, повітропроводів і трубопроводів, що не перевищують допустимих [11]. Зниження тиску шуму в приміщеннях з боку вулиці забезпечено за рахунок герметичного встановлення фасадних панелей і багатошаровості склопакета. Виконання приміщень виконано таким чином, що основні приміщення не примикають до ліфтової шахти та санвузлів.

Основний склад приміщень та їхнє цільове призначення не потребують додаткової звукоізоляції. Для того, щоб знизити рівень шуму від вентиляційного обладнання, що працює, передбачаються такі заходи:

- установки припливних і витяжних систем обладнуються шумоглушниками;
- підключення повітропроводів до вентиляторів за допомогою гнучких вставок;
- обмеження швидкості руху повітря.

У перегородках санвузлів ГКЛ, виконаних за системою KNAUF C.131.1, як заповнення передбачено наявність мінераловатних плит KNAUF 50мм, що забезпечує звукоізоляцію приміщеннями. Будівля розташована у віддаленні від основних автомагістралей, що дає змогу виключити вібраційні навантаження від автомобільного транспорту. У проєкті не передбачено обладнання, яке чинило б підвищений шумовий або вібраційний вплив.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Відомості про топографічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні, метеорологічні та кліматичні умови земельної ділянки, наданої для розміщення об'єкта капітального будівництва

Інженерно-геологічний розріз ділянки будівництва подано в п. 2.9.1.

2.2 Відомості про особливі природні кліматичні умови території, на якій розташовується земельна ділянка, надана для розміщення об'єкта капітального будівництва

Об'єкт вишукувань належить:

- до кліматичного підрайону ІВ ;
- до найменш суворих умов 1;
- за розподілом середнього за рік числа днів із переходом температури повітря через 0°C від 70 до 80 днів;
- величина питомої ентальпії І зовнішнього повітря в теплий період року становить 48,4 Дж/кг (параметри А) ;
- величина питомої ентальпії І зовнішнього повітря в теплий період року становить 52,6 Дж/кг (параметри Б);

Кліматична характеристика району вишукувань наводиться за матеріалами спостережень метеорологічної станції Житомир.

2.3 Відомості про міцнісні та деформаційні характеристики ґрунту в основі об'єкта капітального будівництва

На момент вишукувань до несприятливих геологічних та інженерно-геологічних процесів слід зарахувати сейсмонебезпеку району, морозне обдимання ґрунтів, небезпеку підтоплення території в паводковий період.

2.4 Рівень ґрунтових вод, їхній хімічний склад, агресивність ґрунтових вод і ґрунту по відношенню до матеріалів, що використовуються під час будівництва підземної частини об'єкта капітального будівництва

На період проведення польових робіт гідрогеологічні умови майданчика характеризуються повсюдним розповсюдженням ґрунтових вод, розкритих із глибини 5,30-5,70 м (абсолютні позначки 136,75-137,05 м) від денної поверхні.

Водовмісними ґрунтами є гальковий ґрунт із піщаним заповнювачем і піски, відносним водотривким покривом слугують елювіальні відкладення, які залягають на глибині 12,90-15,10 м від денної поверхні (абсолютні відмітки 127,35-129,70 м). Для теперішнього часу умовно позначимо абсолютну позначку рівня підземних вод уздовж західної межі ділянки, на півночі 137.05 метрів, а на півдні 139.5 метрів (середнє значення з 4 величин). Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівель і споруд, включно з їхніми просторовими схемами, прийнятими під час виконання розрахунків будівельних конструкцій

2.5 Опис та обґрунтування технічних рішень, що забезпечують необхідну міцність, стійкість, просторову незмінюваність будівель і споруд об'єкта капітального будівництва загалом, а також їхніх окремих конструктивних елементів, вузлів, деталей у процесі виготовлення, перевезення, будівництва та експлуатації об'єкта капітального будівництва

2.5.1 Загальні положення

Схема будівлі являє собою каркасно-ствольну систему. Будівля має форму тривісного еліпсоїда. У плані являє собою еліпс із максимальним габаритним розміром перекриття 73х39 метрів. Місце розташування - м. Житомир. Висота 106 м, висота поверху 3,6 м. Характеристика основних конструкцій будівлі подана далі: Фундамент - плитно-пальовий, коробчатого типу. Огороджувальні конструкції - фасадні світлопрозорі панелі індивідуального виготовлення з трикамерними склопакетами. Стіни - монолітні залізобетонні 200, 300, 600, 800,

1000, 1500 мм; Перегородки - з ГКЛ KNAUF C131.1 100 мм; скляні. Перекриття - сталезалізобетонні 160 мм; Покриття - сталезалізобетонне 200 мм. Покрівля плоска неексплуатована з організованим внутрішнім водостоком.

2.5.3 Розрахункова схема будівлі. Збір навантажень

Розрахункова схема в Ліра-САПР зображена на рисунку 2.1. Збір навантажень див. у таблиці 2.1.

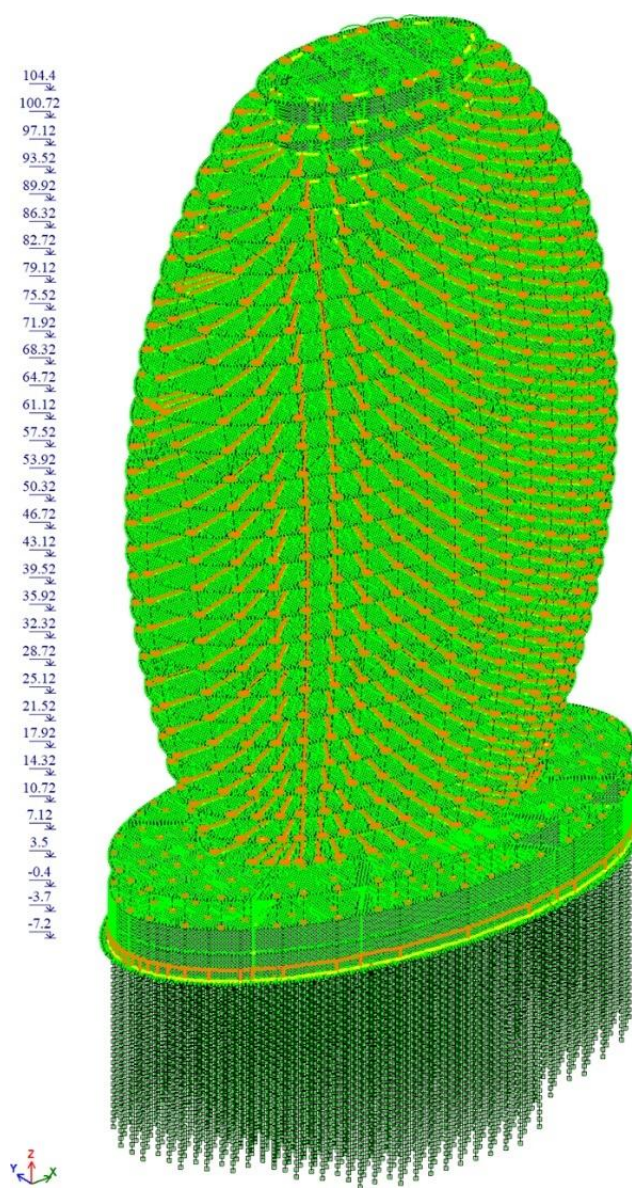


Рисунок 2.1 - Розрахункова схема Ліра-САПР (загальний вигляд)

Таблиця 2.1 - Діючі навантаження

№	Найменування навантаження	Нормативне значення	Коефіцієнт надійності за навантаженням, γ_f	Розрахункове значення
1	2	3	4	5
1	Власна вага металоконструкцій	Ліра-САПР	1,05	Ліра- САПР
	Власна вага залізобетонних конструкцій		1,1	
2	Вага фасадної системи, кН/м	6,793	1,2	8,151
3	Вага покриття підлоги, кН/м ²	1,139	1,27	1,456
	-Плитка керамогранітна 12 мм	0,245	1,2	0,294
	-Клейовий склад - 8 мм	0,188	1,3	0,244
	-Стяжка цементно-піщана вирівнювальна М150 40 мм	0,706	1,3	0,918
4	Вага покрівлі, кН/м ²	1,275	1,43	1,625
	ЕКП 4мм, маса 5,25 кг/м ²	0,052	1,2	0,062
	ЕПП 4мм, маса 5 кг/м ²	0,049	1,2	0,059
	Стяжка цементно-піщана М200 t = 40 мм	0,706	1,3	0,918
	Плівка ПЕТ 0,5 мм маса 0,67 кг/м ²	0,006	1,2	0,007
	Ухилоутворювальний шар із керамзиту М400 t = 100 мм, $\rho = 400$ кг/м ³	0,235	1,3	0,306
	$\rho = 135$ кг/м ³	0,198	1,2	0,238
	-Пароізоляційний шар, 3 мм, маса 3 кг/м ²	0,029	1,2	0,035
5	Навантаження від скляних елементів будівлі			
	Навантаження від скляних перегородок, кН/м	1	1,2	1,2
	Навантаження від скляної огорожі на даху, кН/м	0,4	1,2	0,48
6	Короткочасне навантаження на перекриття технічних поверхів, кН/м ²	10	1,2	12
7	Короткочасне навантаження на перекриття службових приміщень, офісів, побутових приміщень, кН/м ²	2	1,2	2,4
8	Короткочасне навантаження на перекриття вестибюля і коридорів першого поверху, кН/м ²	4	1,2	4,8
9	Короткочасне навантаження на сходи, кН/м ²	5	1,2	6,00
10	Тиск ґрунту зворотного засипання	9,44	1,15	10,86
11	Снігове навантаження (III сніговий район)	Ліра-САПР	1,4	Ліра- САПР
12	Вітер (III вітровий район) $\varphi=0^\circ$		1,4	
13	Вітер (III вітровий район) $\varphi=45^\circ$		1,4	
14	Вітер (III вітровий район) $\varphi=90^\circ$		1,4	
15	Сейсмічний вплив $\varphi=0^\circ$			
16	Сейсмічний вплив $\varphi=90^\circ$	Ліра-САПР		Ліра- САПР
17	Сейсмічний вплив за Z			

Снігове навантаження, вітрове навантаження і сейсмічний вплив враховуються безпосередньо в розрахунковому комплексі Ліра-САПР і препроцесорі САПФІР 3D.

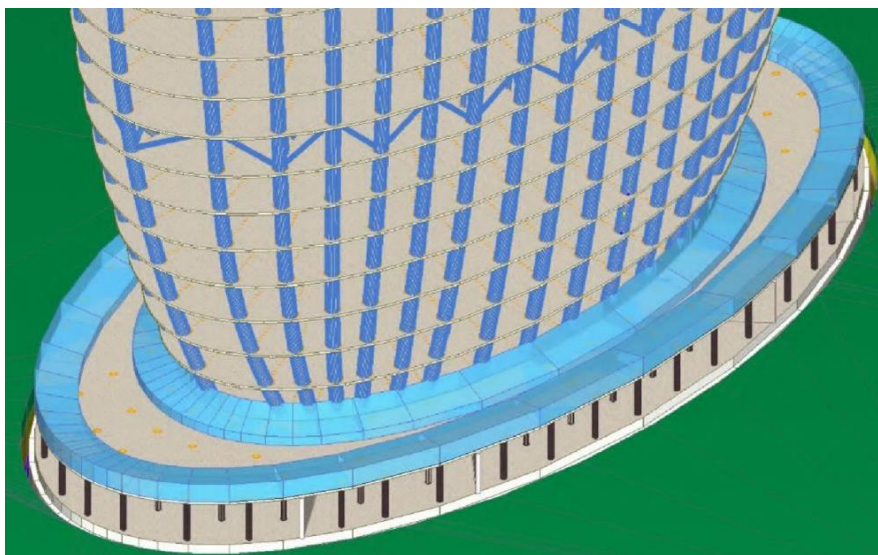


Рисунок 2.2 - Снігове навантаження

2.5.4 Результати розрахунку

Максимальні переміщення будівлі:

По X - 34,49 мм;

По Y - 116,46 мм (РСН 36);

По Z - 149,04 мм (РСН 36).

Максимальне прискорення - 150 мм/м² (без урахування роботи демпфера).

Граничний прогин конструкцій (найбільші переміщення отримували вузли, що належать балці перекриття довжиною 18200 мм) $f_u = 1/220 = 18200/220 = 82,72$ мм, згідно [8], максимальне горизонтальне переміщення $i = H/500 = 106000/500 = 212$ мм згідно з п. 8.2.4.15 [2].

Отримані переміщення задовольняють вимогам [8]. Для компенсації прискорень на 28-му поверсі будівлі встановлюються адаптивні демпфери з додатковим вантажем. Заповнені вони магнітно-реологічною рідиною, в'язкість якої може регулюватися змінним магнітним полем. Завдяки цьому параметри демпфірування можуть постійно змінюватися відповідно до індивідуально заданого алгоритму з найкоротшим часом реагування і мінімальною витратою енергії. У рамках дипломного проєкту не враховується вплив демпфувальних елементів у розрахунковій схемі будівлі.

2.6 Залізобетонні конструкції

У результаті розрахунку в ПК Ліра-САПР було отримано такі перерізи елементів: стіни ядра жорсткості 600 мм, бетон класу міцності В40; стіни підземного поверху 800, 1000, 1500 мм, бетон класу міцності В60; Пілони 1000 мм, бетон класу міцності В40; плити перекриття підземних поверхів 200, 600 мм, бетон класу міцності В40; плити перекриття 160 мм, бетон класу міцності В40;

2.6.1 Розрахунок армування плити перекриття ПМ-1

Ділянки зі сплесками армування є дефектами розрахунку методом кінцевих елементів. В армуванні ці елементи не враховуються.

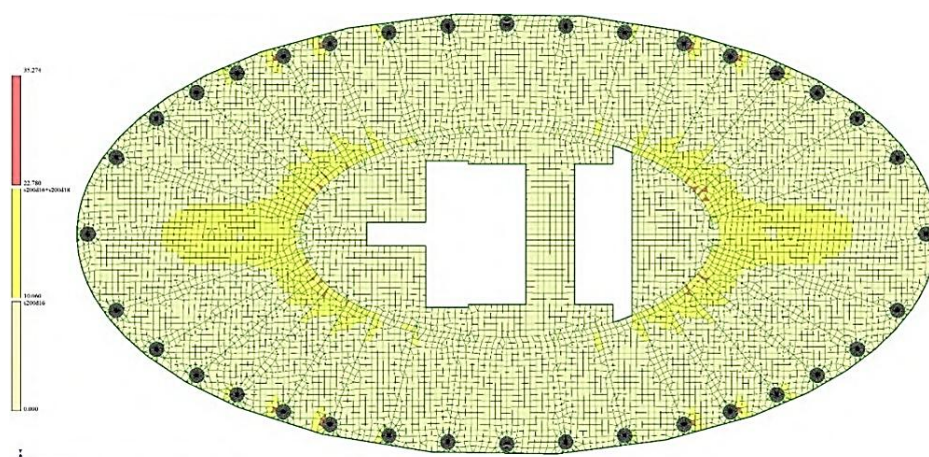


Рисунок 2.3 - Інтенсивність верхнього армування плити ПМ-1 за X

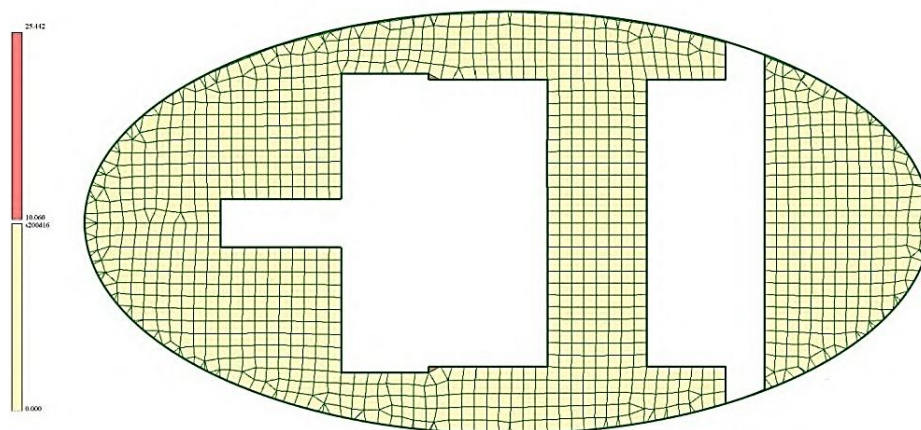


Рисунок 2.4 - Інтенсивність нижнього армування плити ПМ-1 за X

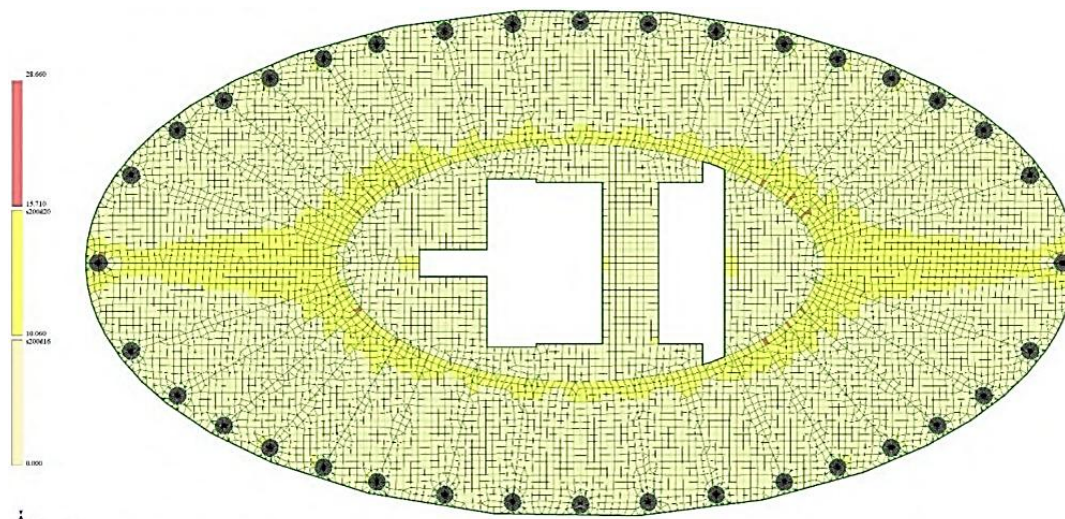


Рисунок 2.5 - Інтенсивність верхнього армування плити ПМ-1 за Y

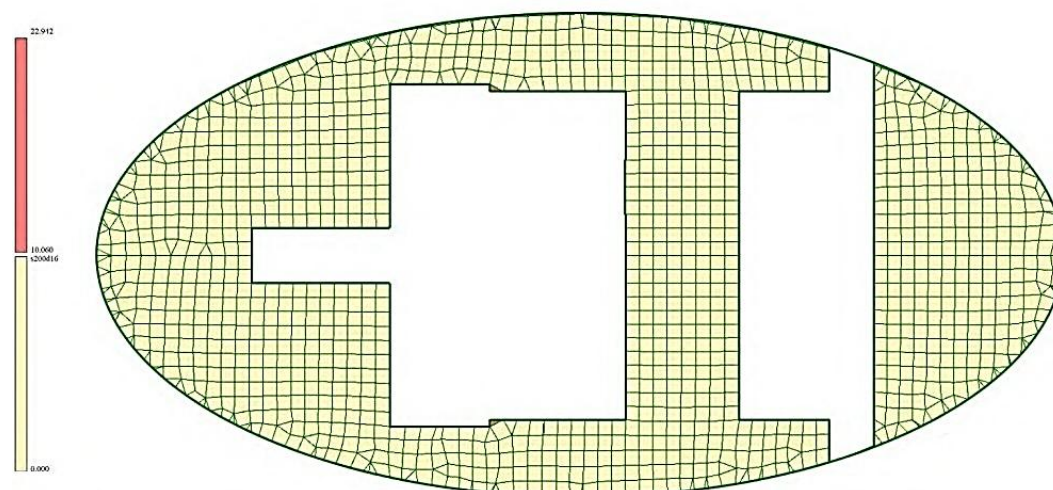


Рисунок 2.6 - Інтенсивність нижнього армування плити ПМ-1 за Y

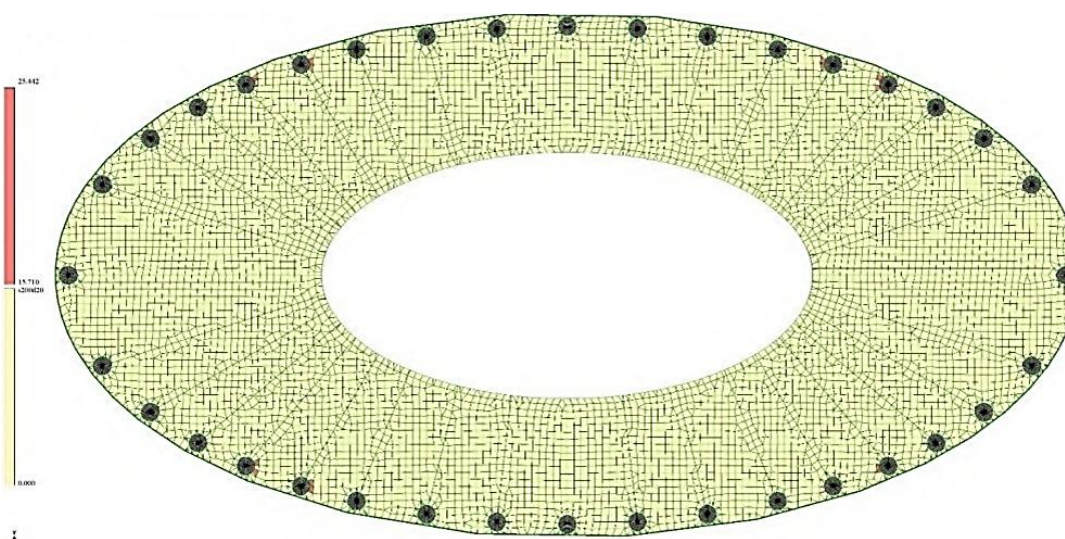


Рисунок 2.7 - Інтенсивність нижнього армування плити ПМ-1 (радіальне)

Використання профнастилу в конструкції перекриття накладає обмеження на укладання ніжного армування у двох напрямках, тому прийнято посилене армування в радіальній розкладці стрижнів A500 $\varnothing 20$.

2.6.2 Розрахунок армування ядра жорсткості

Ділянки зі сплесками армування є дефектами розрахунку методом кінцевих елементів. В армуванні ці елементи не враховуються.

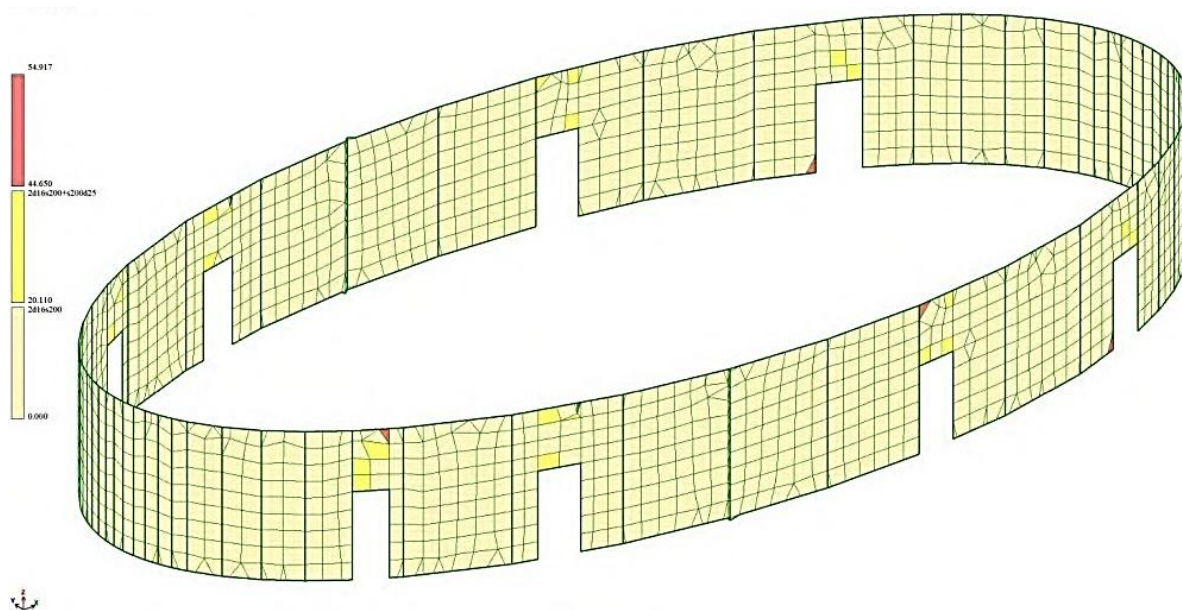


Рисунок 2.8 - Інтенсивність верхнього армування ядра жорсткості за X

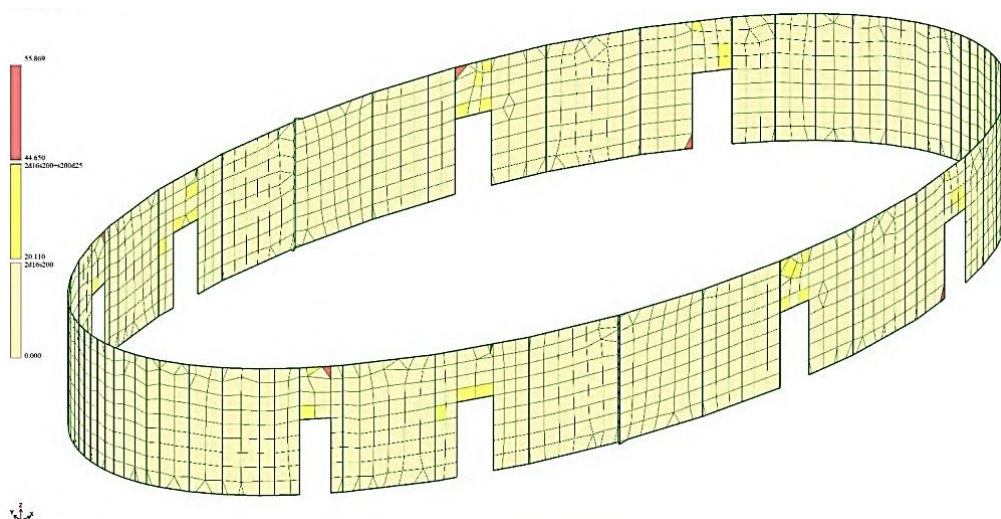


Рисунок 2.9 - Інтенсивність нижнього армування ядра жорсткості за X

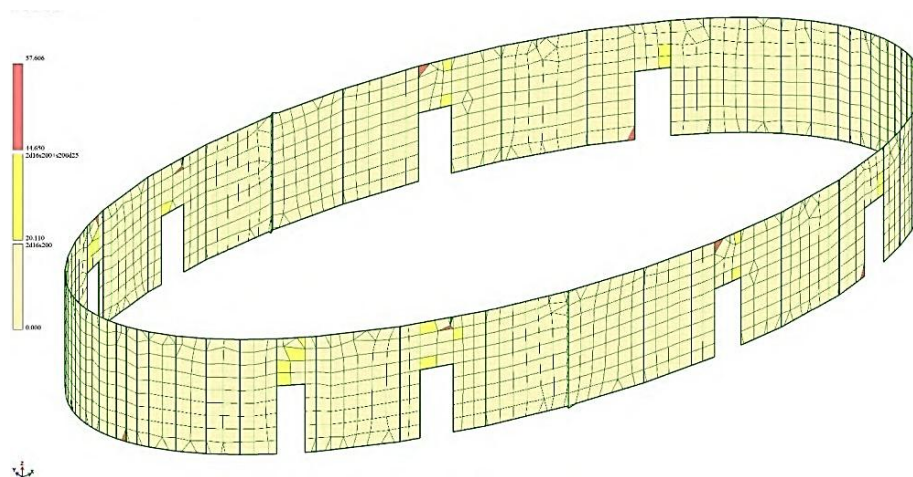


Рисунок 2.10 - Інтенсивність верхнього армування ядра жорсткості за Y

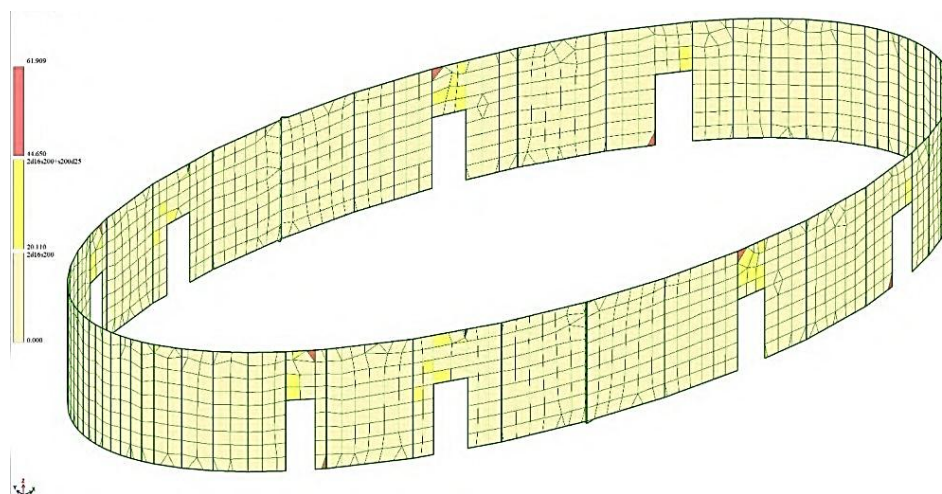


Рисунок 2.11 - Інтенсивність нижнього армування ядра жорсткості за Y

2.6.3 Розрахунок армування стін підземного поверху

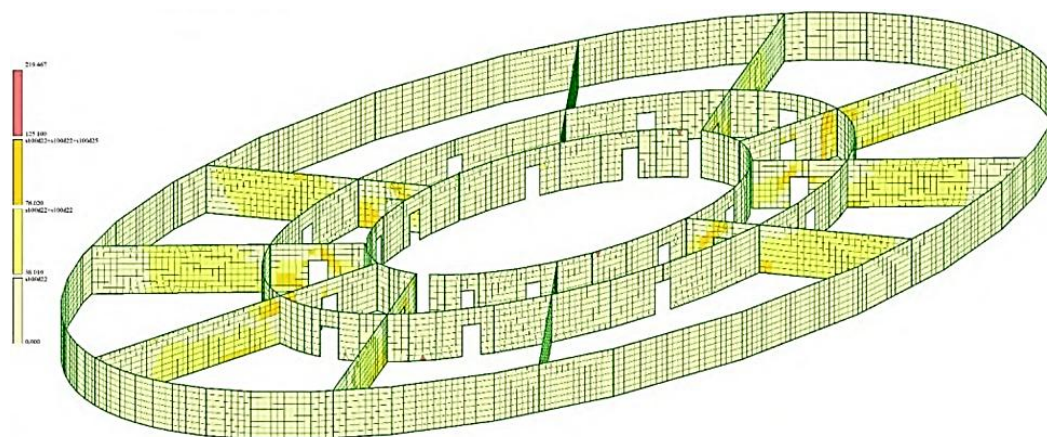


Рисунок 2.12 - Інтенсивність верхнього армування СтМ за X

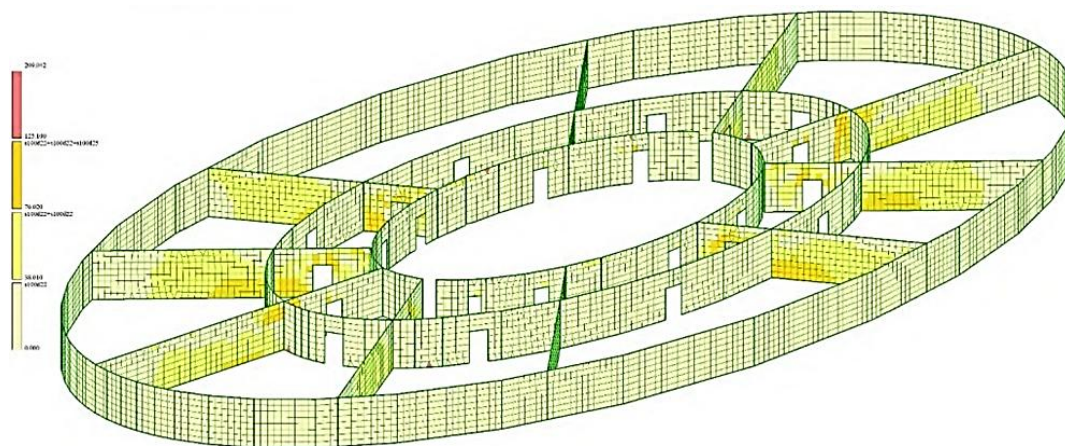


Рисунок 2.13 - Інтенсивність нижнього армування СтМ за X

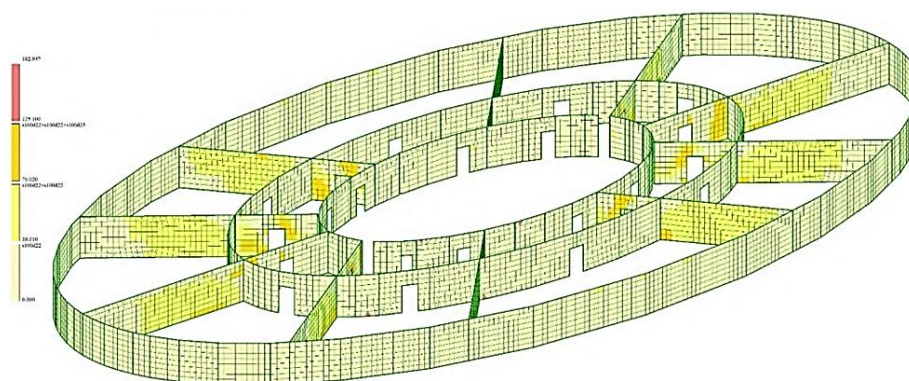


Рисунок 2.14 - Інтенсивність верхнього армування СтМ за X

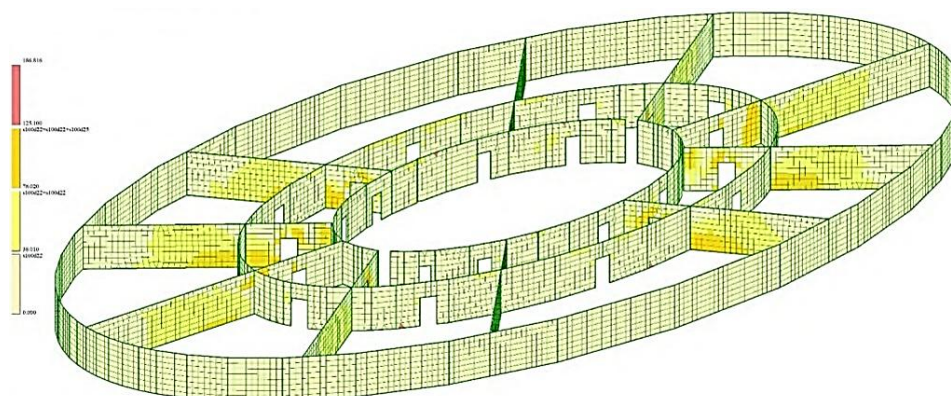


Рисунок 2.15 - Інтенсивність нижнього армування СтМ за Y

2.6.4 Розрахунок армування внутрішніх стін ядра жорсткості

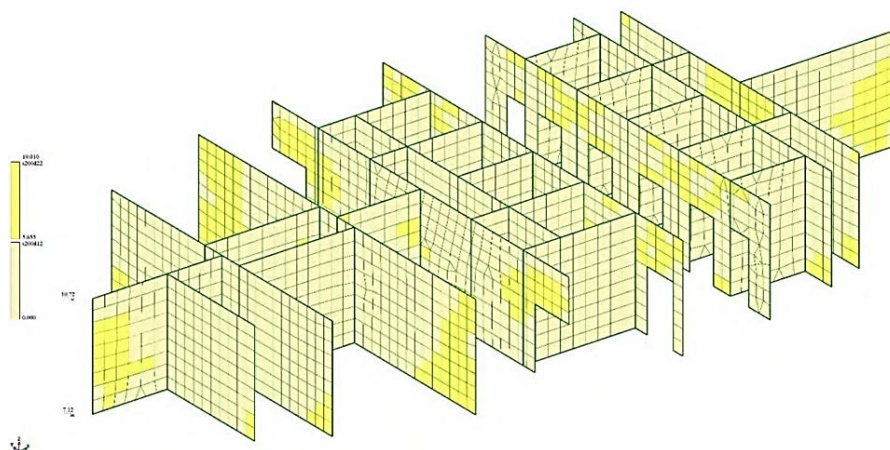


Рисунок 2.16- Інтенсивність верхнього армування СтМ за X

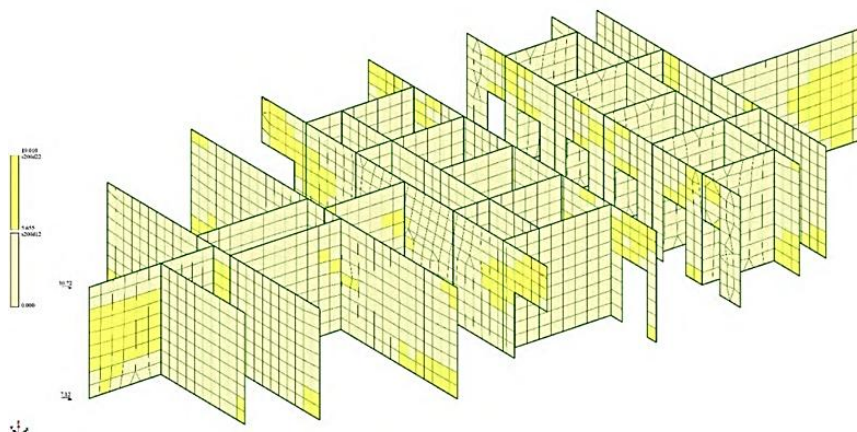


Рисунок 2.17 - Інтенсивність нижнього армування СтМ за X

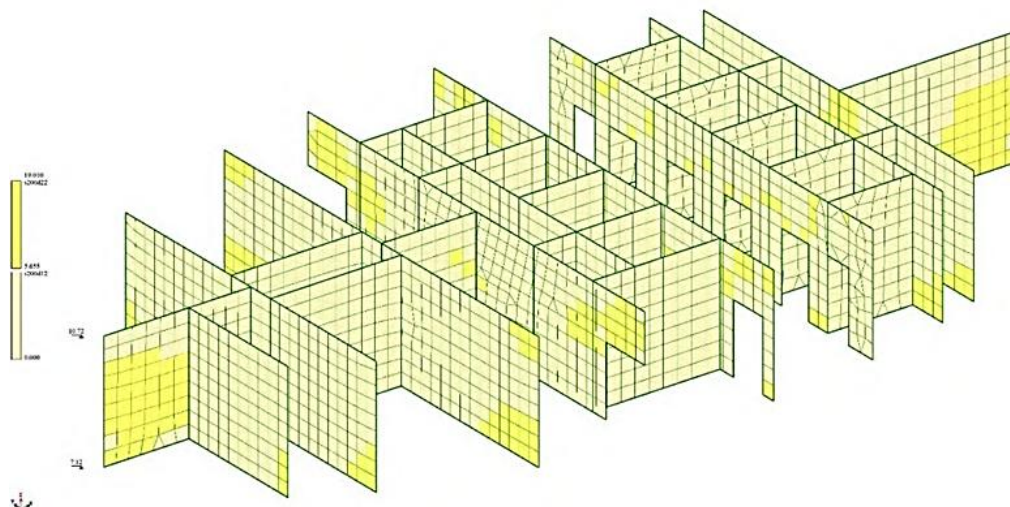


Рисунок 2.18 - Інтенсивність верхнього армування СтМ за Y

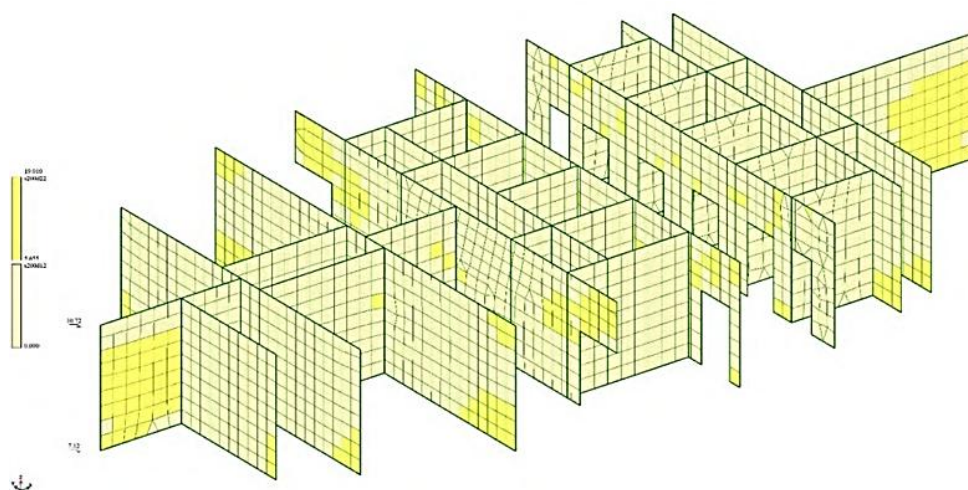


Рисунок 2.19 - Інтенсивність нижнього армування СТМ за Y

2.6.5 Розрахунок армування пілонів

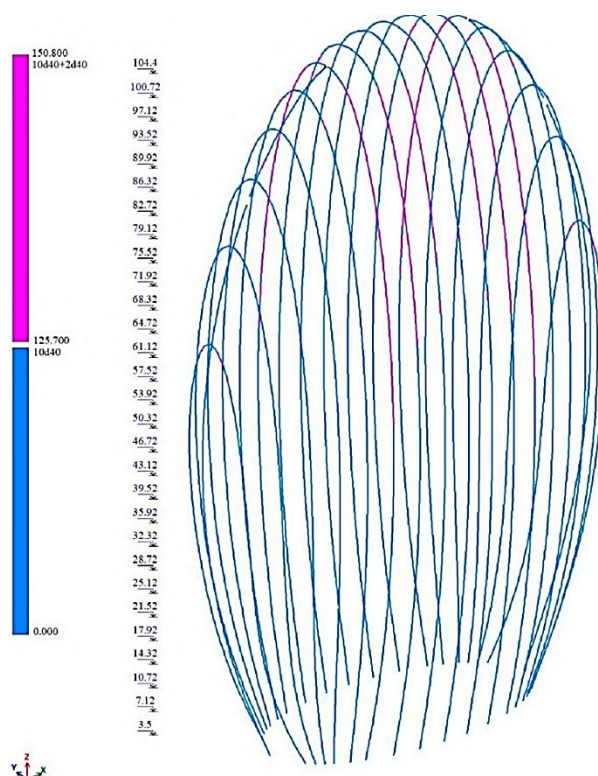


Рисунок 2.20 - Інтенсивність поздовжнього армування

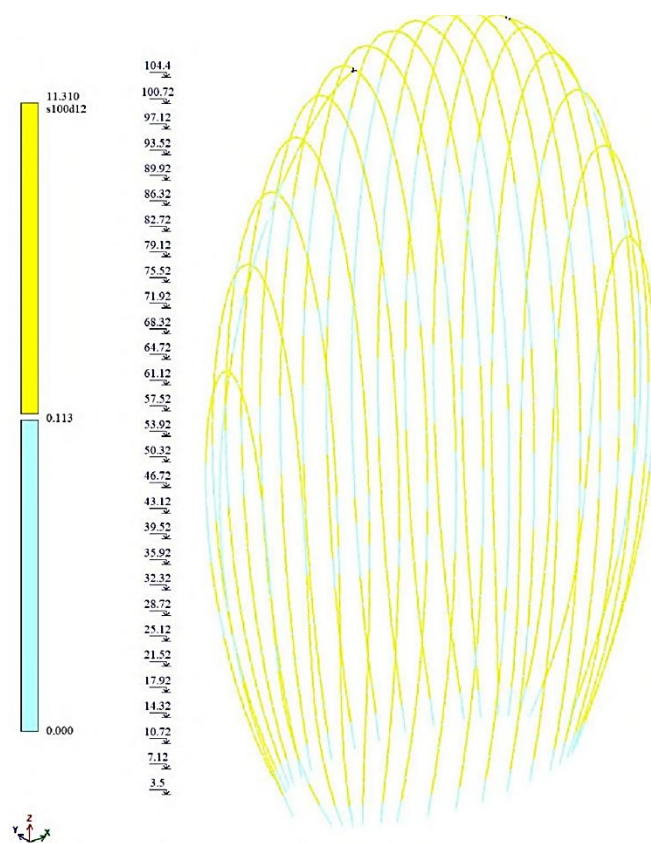


Рисунок 2.21 - Інтенсивність поперечного армування

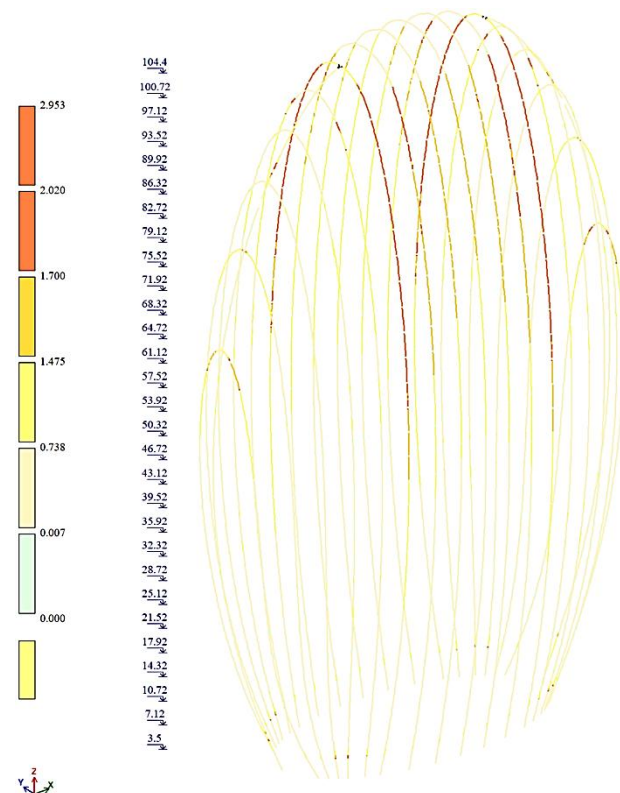


Рисунок 2.22 - Відсоток армування

2.6.6 Розрахунок армування колон першого та підземних поверхів

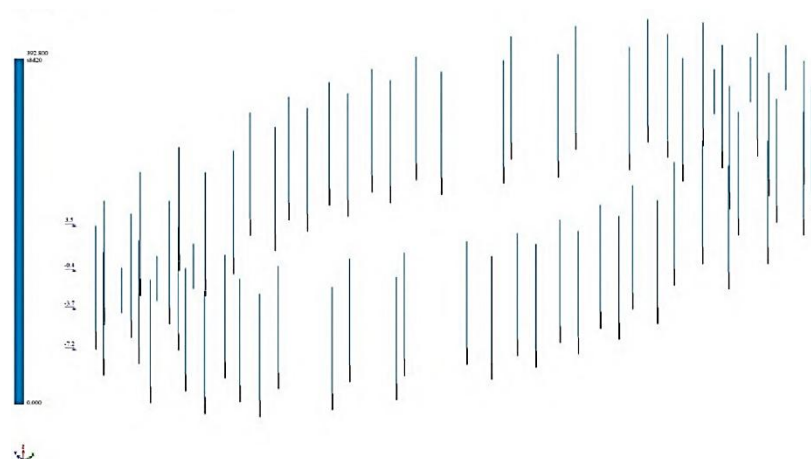


Рисунок 2.23 - Інтенсивність поздовжнього армування

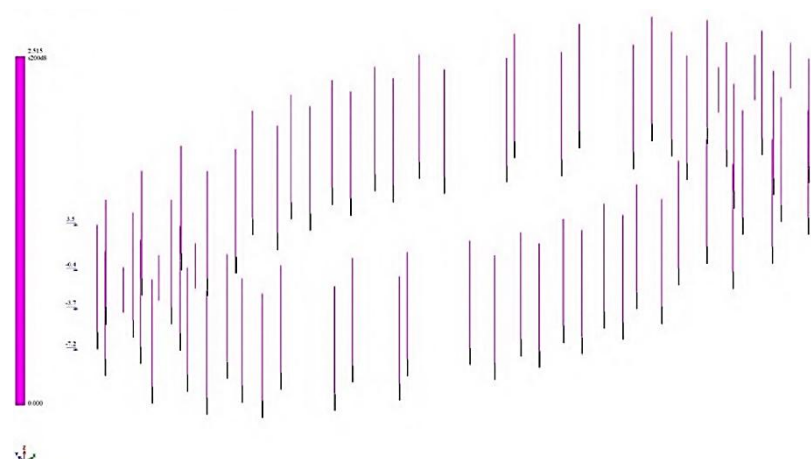


Рисунок 2.24 - Інтенсивність поперечного армування

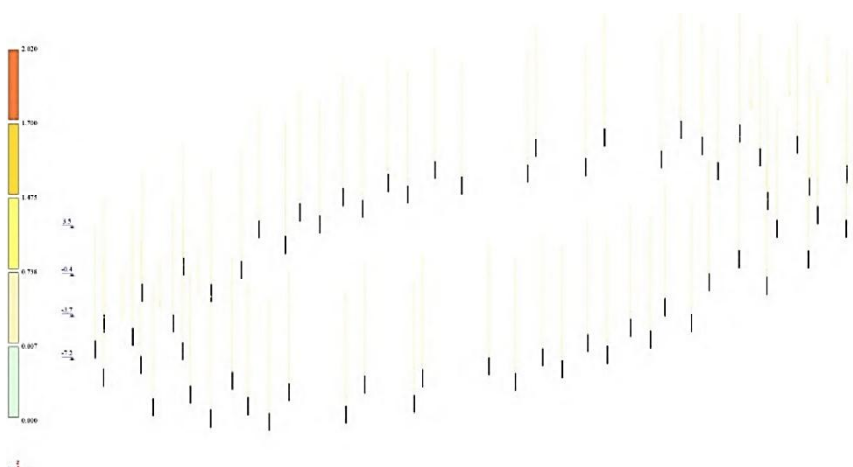


Рисунок 2.25 - Відсоток армування

2.7 Металеві конструкції

У результаті розрахунку в ПК Ліра-САПР було отримано такі перерізи елементів: балки перекриття: $\square$ 35ШЗ С345; зовнішні зв'язки аутригерного поверху: труба 325×10 С345; внутрішні зв'язки аутригерного поверху: $\square$ 36 С345, $\square$ 30 С345. Як перевірку проведено експертизу за значенням відсоток використання перерізу. Результати зображено на рисунках 2.26-2.35.

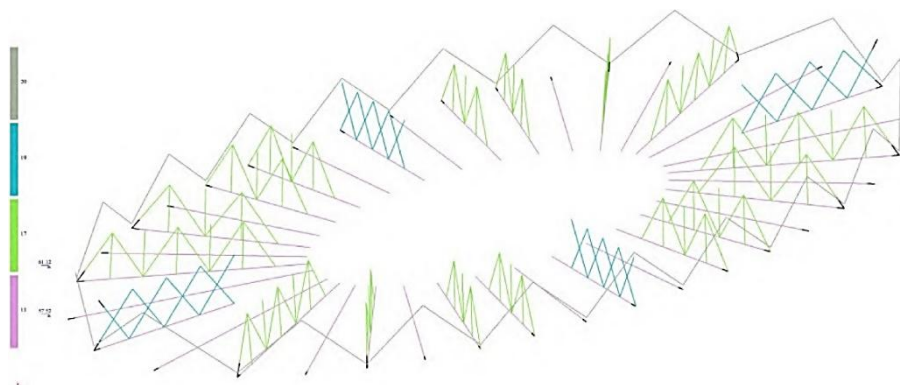


Рисунок 2.26 - Мозаїка призначених жорсткостей аутригерного поверху

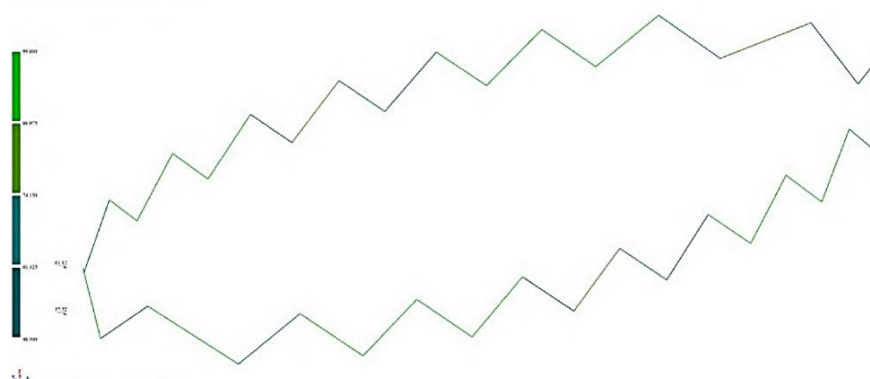


Рисунок 2.27 - Мозаїка результатів перевірки перерізів за 1 граничним станом

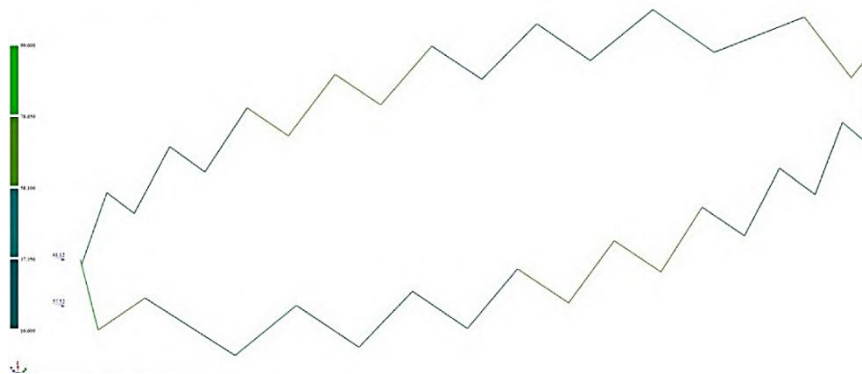


Рисунок 2.28 - Мозаїка результатів перевірки перерізів за 2 граничним станом

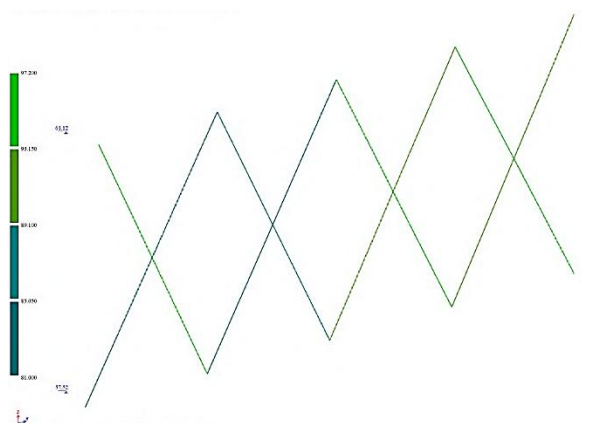


Рисунок 2.29 - Мозаїка результатів перевірки перерізів за 1 граничним станом

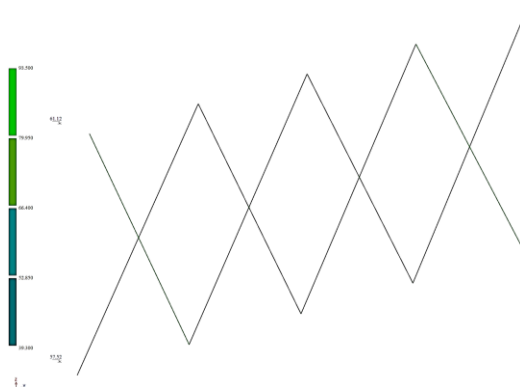


Рисунок 2.30 - Мозаїка результатів перевірки перерізів за 2 граничним станом

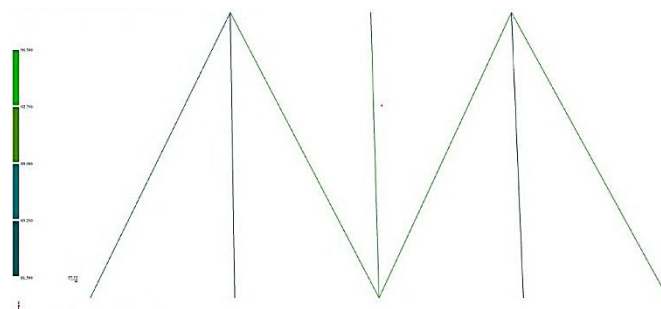


Рисунок 2.31 - Мозаїка результатів перевірки перерізів за 1 граничним станом

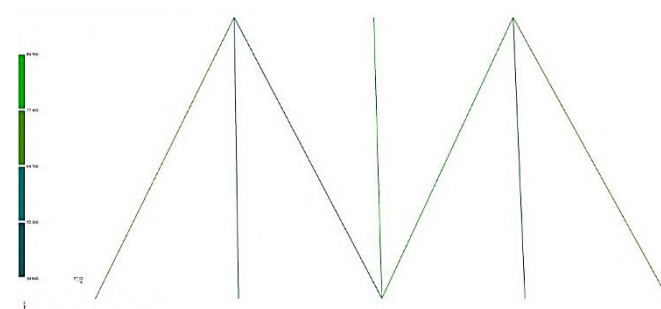


Рисунок 2.32 - Мозаїка результатів перевірки перерізів за 2 граничним станом

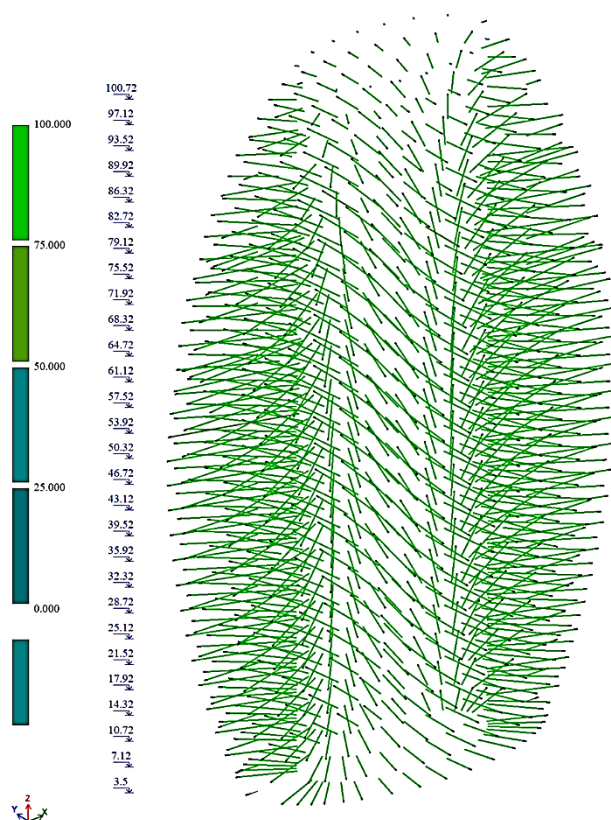


Рисунок 2.33 - Мозаїка результатів перевірки перерізів за 1 граничним станом

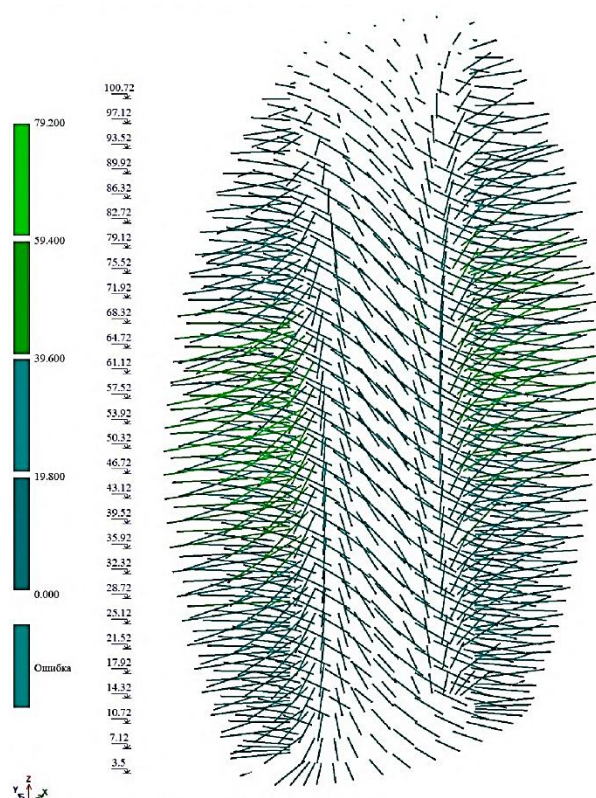


Рисунок 2.34 - Мозаїка результатів перевірки перерізів за 2 граничним станом

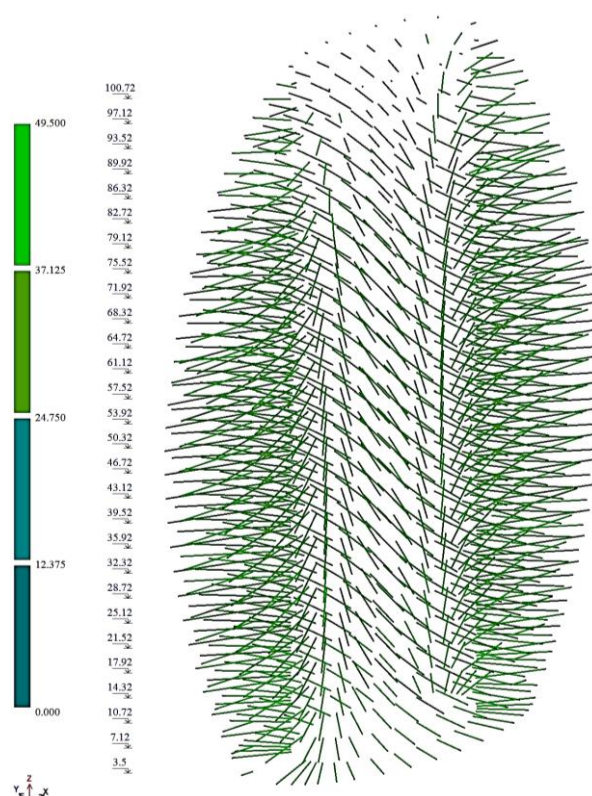


Рисунок 2.35 - Мозаїка результатів перевірки перерізів за місцевою стійкістю

2.8 Конструювання вузлів

З огляду на складну і неплоску орієнтацію елементів у просторі конструювання і розрахунок виконано в програмі IDEA StatiCa, оскільки вона дає змогу використовувати всі переваги параметричного моделювання. Було використано таке зв'язування програм: за лініями в Grasshopper побудували модель у Revit, призначили перерізи, отримані під час розрахунку, а потім здійснили імпорт вузла з Revit в IDEA StatiCa для подальшого детального конструювання і розрахунку. Оскільки і розрахункова модель у Ліра-САПР, і модель вузла були побудовані єдиною моделлю Grasshopper, вийшло автоматично дотриматися орієнтації місцевих осей елемента, що значно заощадило час проєктування і підвищило його точність. У межах КРМ було розглянуто 3 найважливіші вузли з найбільшими зусиллями.

2.8.1 Вузол 3

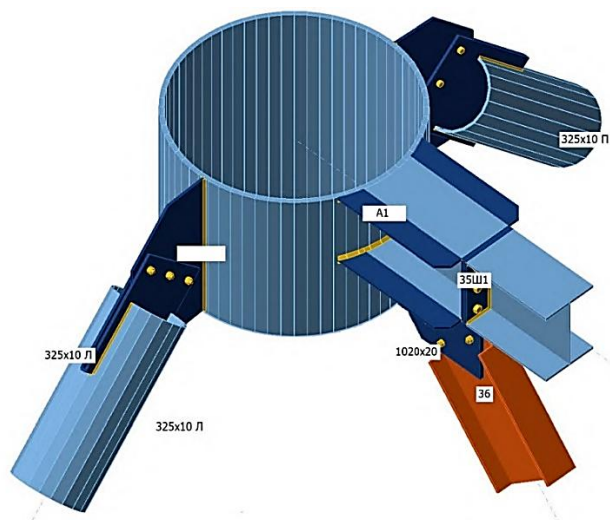


Рисунок 2.36 - 3D-вигляд вузла 3

Таблиця 2.2 - Балки та колони

Ім'я	Перетин	β - Напрямок [°]	γ - Нахил [°]	α - Обертання [°]	e_x - Зміщення [мм]	e_y - Зміщення [мм]	e_z - Зміщення [мм]	Приклада ння сил
1020x20	1 -1020x20	0,0	90,0	0,0	0	0	0	Вузол
35Ш1	2 - 35Ш1	-90,0	0,0	0,0	0	0	-170	Вузол
325x10 П	3 -325x1.0	-2,8	45,0	0,0	900	0	250	Вузол
325x10 Л	3 -325x1.0	-177,2	45,0	0,0	900	0	250	Вузол
36	7 - 36	-90,0	50,0	0,0	880	0	300	Вузол

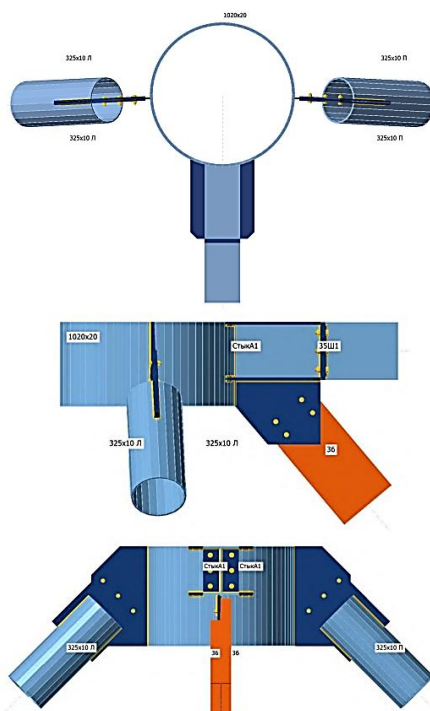


Рисунок 2.37 - Проекції вузла 3

Таблиця 2.3 - Перетини

Ім'я	Матеріал
1 - 1020×20	C345
2 - 35Ш1	C345
3 - 325×1.0	C345
7 - 36	C345
6 - CFLgen500×500	C345

Таблиця 2.4 - Болти

Ім'я	Болтове з'єднання	Діаметр [мм]	f_u [МПа]	Площа брутто [mm] ²
M20 8.8 A	M20 8.8 A	20	830,0	314
M16 8.8 A	M16 8.8 A	16	830,0	201

Таблиця 2.5 - Завантаження (рівновага не потрібна)

Ім'я	Частина	N [кН]	V_y [кН]	V_z [кН]	M_x [кНм]	M_y [кНм]	M_z [кНм]
LE1	35Ш1	206,0	-0,7	-85,4	0,0	66,0	-0,1
	325x10 П	158,2	0,4	-9,1	-0,4	-1,9	0,5
	325x10 Л	182,6	1,7	5,6	0,4	-7,7	2,1
	36	-155,2	0,0	-6,2	0,0	0,6	0,0

Таблиця 2.6 - Короткий звіт

Ім'я	Значення
Розрахунок	100,0%
Пластини	1,2 < 5,0%
Болти	85,9 < 100%
Зварні шви	97,2 < 100%
Стійкість	20,71
GMNA	Обчислено

Таблиця 2.7 - Пластини

Ім'я	Матеріал	R_y [МПа]	Товщина [мм]	Навантаження	σ [МПа]	ε_{pl} [%]	σ_{cEd} [МПа]
1020x20	C345	317,1	20,0	LE1	317,1	0,0	0,0
35Ш1-bfl 1	C345	317,1	12,5	LE1	74,8	0,0	0,0
35Ш1-tfl 1	C345	317,1	12,5	LE1	33,6	0,0	0,0
35Ш1-w 1	C345	317,1	9,5	LE1	153,7	0,0	0,0
325x10 П	C345 - 1	336,6	10,0	LE1	87,3	0,0	0,0
325x10 Л	C345 - 1	336,6	10,0	LE1	111,4	0,0	0,0
36-bfl 1	C345	317,1	12,3	LE1	57,0	0,0	0,0
36-tfl 1	C345	317,1	12,3	LE1	61,5	0,0	0,0
36-w 1	C345	317,1	7,5	LE1	317,3	0,1	54,2
СтикA1-bfl 1	C345	317,1	12,5	LE1	76,0	0,0	0,0
СтикA1-tfl 1	C345	317,1	12,5	LE1	40,0	0,0	0,0
СтикA1-w 1	C345	317,1	9,5	LE1	121,5	0,0	0,0
	C345 - 1	336,6	10,0	LE1	178,8	0,0	19,8

Продовження таблиці 2.7

Ім'я	Матеріал	R_y [МПа]	Товщина [мм]	Навантаження	σ [МПа]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{сEd}$ [МПа]
	C345 - 1	336,6	10,0	LE1	254,4	0,0	29,5
СтикА1-ЕРа	C345	317,1	15,0	LE1	317,5	0,2	39,7
СтикА1-ЕРb	C345	317,1	15,0	LE1	317,5	0,2	39,7
Вут1a	C345	317,1	15,0	LE1	151,9	0,0	0,0
Вут1b	C345	317,1	15,0	LE1	139,1	0,0	0,0
Вут1c	C345	317,1	15,0	LE1	76,6	0,0	0,0
Вут1d	C345	317,1	15,0	LE1	58,9	0,0	0,0
SP1	C345 - 1	336,6	10,0	LE1	321,5	0,0	19,8
SP2	C345 - 1	336,6	10,0	LE1	339,0	1,2	29,5
SP3	C345	317,1	20,0	LE1	216,5	0,0	52,5

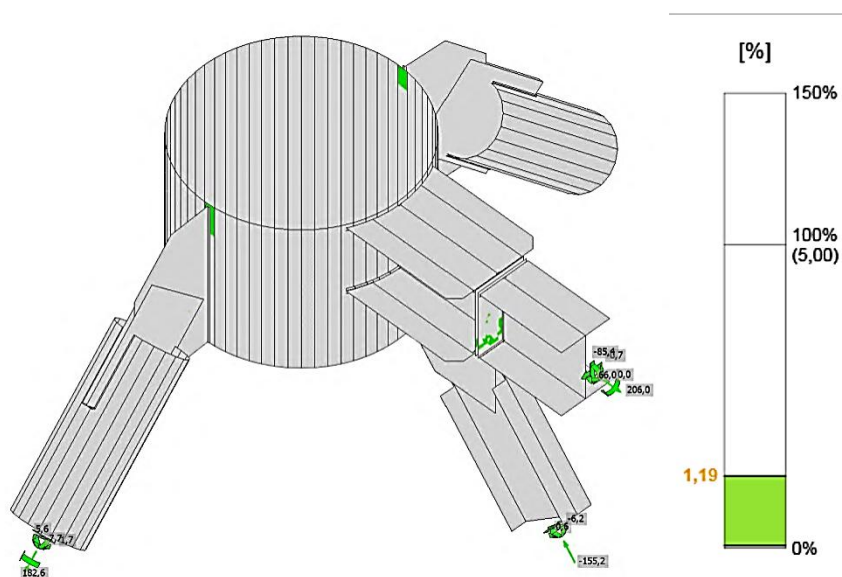


Рисунок 2.38 - Перевірка за деформаціями LE1

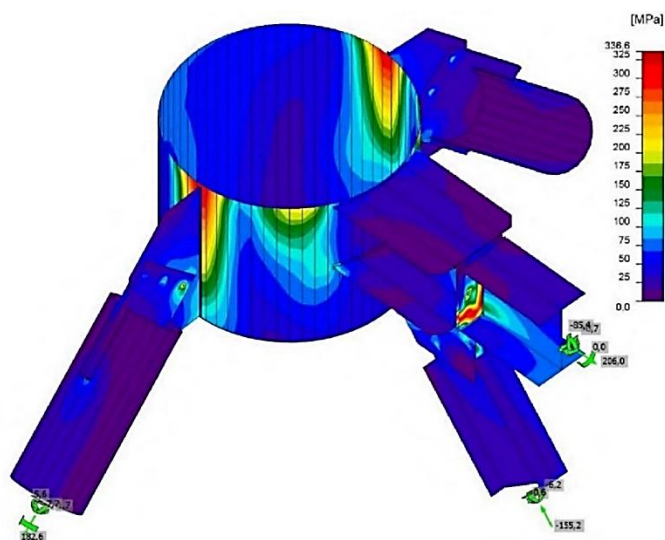
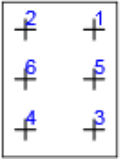
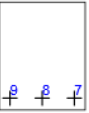
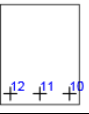
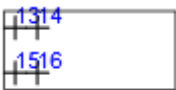


Рисунок 2.39 - Еквівалентні напруги LE1

Таблиця 2.8 - Болти

Форма	Елемент	Клас	Навантаження	N_t [кН]	N_s [кН]	N_{bp} [кН]	U_{tt} [%]	U_{ts} [%]	U_{tts} [%]
	B1	M20 8.8 A - 1	LE1	19,3	16,0	220,1	17,6	15,4	23,3
	B2	M20 8.8 A - 1	LE1	19,4	16,2	220,1	17,7	15,6	23,6
	B3	M20 8.8 A - 1	LE1	93,7	10,5	220,1	85,3	10,1	85,9
	B4	M20 8.8 A - 1	LE1	93,6	10,4	220,1	85,3	10,0	85,9
	B5	M20 8.8 A - 1	LE1	57,0	16,1	220,1	51,9	15,4	54,1
	B6	M20 8.8 A - 1	LE1	56,7	16,1	220,1	51,6	15,5	53,9
	B7	M16 8.8 A - 2	LE1	5,8	33,5	119,9	8,3	54,2	50,9
	B8	M16 8.8 A - 2	LE1	4,4	26,4	119,9	6,2	43,8	40,1
	B9	M16 8.8 A - 2	LE1	2,6	20,9	119,9	3,7	34,2	31,5
	B10	M16 8.8 A - 2	LE1	9,4	51,2	119,9	13,3	82,2	77,9
	B11	M16 8.8 A - 2	LE1	6,2	33,4	119,9	8,8	52,9	50,8
	B12	M16 8.8 A - 2	LE1	2,1	12,3	119,9	3,0	18,4	18,7
	B13	M16 8.8 A - 2	LE1	10,4	39,7	88,0	14,8	59,5	61,3
	B14	M16 8.8 A - 2	LE1	17,6	38,5	88,0	25,0	57,7	62,9
	B15	M16 8.8 A - 2	LE1	12,9	39,6	88,0	18,4	59,3	62,1
	B16	M16 8.8 A - 2	LE1	24,4	37,6	88,0	34,7	56,3	66,2

Таблиця 2.9 - Перевірка на розтягнення

Параметр	Значення	Од. вим.
$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c$	109,8кН $\geq N_t = 93,7$ кН	кН
R_{bt}	448,2	МПа
A_{bn}	245	мм ²
γ_c	1	

Таблиця 2.10 - Перевірка на зріз

Параметр	Значення	Од. вим.
$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c$	104,7кН $\geq N_s = 10$ кН	кН
R_{bt}	332,0	МПа
A_{bn}	314	мм ²
γ_b	1	
γ_c	1	

Таблиця 2.11 - Перевірка на зминання

Параметр	Значення	Од. вим.
$N_{bt} = R_{bt} \cdot d_b \cdot t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c$	220,1кН $\geq N_s = 10,5$ кН	кН
R_{bt}	733,7	МПа
t	20	мм
d_b	15	мм
γ_b	1	
γ_c	1	

Таблиця 2.12 - Перевірка на спільну дію розтягування і зсуву

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
$\sqrt{\left(\frac{N_t}{N_{bt}}\right)^2 + \left(\frac{N_s}{N_{bs}}\right)^2}$	$0,86 \leq 1$		перевірка на зминання
N_t	93,7	кН	зусилля розтягування в болті
N_{bt}	109,8	кН	міцність болта при розтягуванні
N_s	10,5	кН	зусилля в одній площині зрізу
N_{bs}	104,2	кН	розрахункове зусилля зрізу

Таблиця 2.13 - Перетин зварних швів

Елемент	Край	k_f [мм]	l [мм]	l_{we} [мм]	Навантаження	N [кН]	U_{twm} [%]	U_{tbm} [%]
A1-EPa	35III1-bfl 1	▲8,0	249	20	LE1	14,5	47,0	41,1
A1-EPa	35III1-tfl 1	▲8,0	249	20	LE1	9,5	30,9	27,0
A1-EPa	35III1-w 1	▲8,0▲	324	21	LE1	14,1	43,5	38,0
		▲8,0▲	324	21	LE1	14,0	43,1	37,7
A1-EPb	A1-bfl 1	▲8,0	249	20	LE1	19,9	64,3	56,2
A1-EPb	A1-tfl 1	▲8,0	249	20	LE1	5,7	18,6	16,2
A1-EPb	A1-w 1	▲8,0▲	324	21	LE1	14,7	45,1	39,4
		▲8,0▲	324	21	LE1	12,4	38,1	33,2
1020x20-arc 30	A1-bfl 1	▲12,0	26	16	LE1	3,6	11,9	8,9
1020x20-arc 31	A1-bfl 1	▲12,0	49	39	LE1	4,9	6,6	5,0
1020x20-arc 32	A1-bfl 1	▲12,0	49	39	LE1	7,3	9,9	7,4
1020x20-arc 33	A1-bfl 1	▲12,0	49	39	LE1	6,7	9,1	6,8
1020x20-arc 34	A1-bfl 1	▲12,0	49	39	LE1	5,2	7,0	5,2
1020x20-arc 35	A1-bfl 1	▲12,0	26	16	LE1	3,8	12,8	9,6
1020x20-arc 30	A1-tfl 1	▲12,0	26	16	LE1	3,1	10,4	7,8
1020x20-arc 31	A1-tfl 1	▲12,0	49	39	LE1	8,6	11,6	8,7
1020x20-arc 32	A1-tfl 1	▲12,0	49	39	LE1	1,5	2,0	1,5
1020x20-arc 33	A1-tfl 1	▲12,0	49	39	LE1	4,6	6,2	4,7
1020x20-arc 34	A1-tfl 1	▲12,0	49	39	LE1	7,9	10,6	8,0
1020x20-arc 35	A1-tfl 1	▲12,0	26	16	LE1	3,3	11,1	8,3
1020x20-arc 32	A1-w 1	▲7,0▲	325	39	LE1	3,3	6,1	5,4
		▲7,0▲	325	39	LE1	4,2	7,8	6,9
A1-bfl 1	Byr1a	-	521	-	-	-	0,0	0,0
A1-bfl 1	Byr1b	-	521	-	-	-	0,0	0,0
A1-tfl 1	Byr1c	-	521	-	-	-	0,0	0,0
A1-tfl 1	Byr1d	-	521	-	-	-	0,0	0,0
1020x20-arc 17	SP1	▲8,0▲	699	43	LE1	24,6	36,7	32,1
		▲8,0▲	699	43	LE1	24,1	36,1	31,5
1020x20-arc 48	SP2	▲8,0▲	699	43	LE1	20,1	30,1	26,3
		▲8,0▲	698	43	LE1	12,0	17,9	15,7
СтикA1-bfl 1	SP3	▲10,0▲	505	31	LE1	30,6	57,3	46,7
		▲10,0▲	505	31	LE1	21,1	39,5	32,2
1020x20-arc 33	SP3	▲10,0▲	149	28	LE1	5,4	11,4	9,3
		▲10,0▲	149	28	LE1	18,5	38,6	31,5
1020x20-arc 28	1020x20	▲12,0▲	419	32	LE1	39,4	60,0	49,0

Продовження таблиці 2.13

Елемент	Край	k_f [мм]	l [мм]	l_{we} [мм]	Навантаження	N [кН]	U_{twm} [%]	U_{tbm} [%]
1020x20-arc 37	1020x20	▲12,0▲	419	32	LE1	31,7	48,3	39,4
1020x20-arc 28	1020x20	▲12,0	419	32	LE1	45,2	68,9	56,2
1020x20-arc 37	1020x20	▲12,0	419	32	LE1	37,5	57,1	46,6
w 2	325x10 П	▲6,0	1264	10	LE1	11,1	97,1	83,0
w 2	325x10 Л	▲6,0	1264	10	LE1	11,1	97,2	83,1
		▲12,0▲	419	32	LE1	42,6	64,8	52,9
		▲12,0▲	419	32	LE1	27,0	41,1	33,5

Таблиця 2.14 - Перевірка міцності за металом найбільш навантаженого шва

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
$N/(B_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c) \leq 1$	$0,97 \leq 1$		перевірка міцності за металом шва
N	11,1	кН	зусилля зсуву в елементі зварювання
B_f	0,7		коєф-т за металом шва
k_f	6	мм	катет зварного шва
$l_{we} = (l_w / l) \cdot l_e$	10	мм	розрахункова довжина елемента зварювання
$l_w = l - 10\text{мм}$	1254	мм	розрахункова довжина зварного шва
l	1264	мм	фактична довжина зварного шва
l_e	10	мм	фактична довжина елемента зварювання
$R_{wun} R_{wf} = 0,55 \cdot \gamma_{wm}$	215,6	МПа	розрахунковий опір зварного з'єднання за металом шва
R_{wun}	490	МПа	нормативний опір металу швів зварних з'єднань із кутовими швами
γ_{wm}	1,25		коєф-т надійності за металом шва
γ_c	1		коєф-т умов роботи

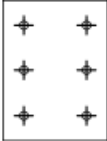
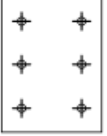
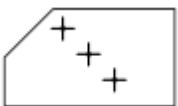
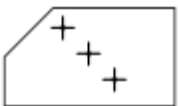
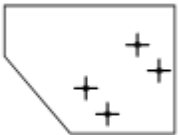
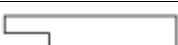
Таблиця 2.15 - Перевірка міцності за металом межі сплавлення найбільш навантаженого шва

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
$N/(B_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c) \leq 1$	$0,83 \leq 1$		перевірка міцності по металу межі сплавлення
N	11,1	кН	зусилля зсуву в елементі зварювання
B_f	1,05		коєф-т за металом межі сплавлення
k_f	6	мм	катет зварного шва
$l_{we} = (l_w / l) \cdot l_e$	10	мм	розрахункова довжина елемента зварювання
$l_w = l - 10\text{мм}$	1254	мм	розрахункова довжина зварного шва
l	1264	мм	фактична довжина зварного шва
l_e	10	мм	фактична довжина елемента зварювання
$R_{wf} = 0,45 \cdot R_{un}$	216,0	МПа	розрахунковий опір зварного з'єднання за металом межі сплавлення
R_{un}	480	МПа	нормативний тимчасовий опір сталі деталей, що зварюються
γ_c	1,00		коєф-т умов роботи

Таблиця 2.16 - Стійкість

Навантаження	Форма	Коеф-т, [-]
LE1	1	20,71
	2	24,54
	3	28,90
	4	34,49
	5	39,45
	6	41,25

Таблиця 2.17 - Монтажні операції

Ім'я	Пластины [мм]	Форма	№	Зварні шви [mm]	Довжина [мм]	Болти	№
СтикА1	P15,0x250,0-338,0 (C345)		1	Кутовий: a = 5,7 Кутовий: a = 5,7 Двосторонній кутовий: a = 5,7	500,0 500,0 651,0	M20 8.8 A	6
	P15,0x250,0-338,0 (C345)		1				
Підріз1				Кутовий: a = 8,5 Кутовий: a = 8,5 Двосторонній кутовий: a = 4,9	247,9 247,9 325,5		
Вут1	P15,0x100,0-557,9 (C345)		4	Двосторонній кутовий: a = 4,2 3 проваром: a = 4,2	0,0 2084,7		
SP1	P10,0x700,0-400,0 (C345)		1	Двосторонній кутовий: a = 5,7	700,0	M16 8.8 A	3
Ел1		CFLgen500x500			400		
Підріз2				Кутовий: a = 4,2	1264,1		
SP2	P10,0x700,0-400,0 (C345)		1	Двосторонній кутовий: a = 5,7	700,0	M16 8.8 A	3
Ел2		CFLgen500x500			400		
Підріз3				Кутовий: a = 4,2	1264,1		
SP3	P20,0x505,7-379,0 (C345)		1			M16 8.8 A	4
Підріз5							
Отв1	P12,3x772,0-145,0 (C345)		1				
Отв2	P12,3x772,0-145,0 (C345)		1				

Таблиця 2.18 - Зварні шви

Тип	Матеріал	Товщина шва [mm]	Розмір катета [mm]	Довжина [mm]
Кутовий	E50	5,7	8,0	500,0
Кутовий	E50	5,7	8,0	500,0
Двосторонній кутовий	E50	5,7	8,0	2051,0
Кутовий	E46	8,5	12,0	247,9
Кутовий	E46	8,5	12,0	247,9
Двосторонній кутовий	E50	4,9	7,0	325,5
Двосторонній кутовий	E50	4,2	6,0	0,0
З проваром	E50	-	-	2084,7
Двосторонній кутовий	E50	8,5	12,0	209,7
Кутовий	E50	8,5	12,0	104,8
Кутовий	E50	8,5	12,0	104,8
Кутовий	E50	4,2	6,0	2528,2
Двосторонній кутовий	E50	7,1	10,0	654,8

Таблиця 2.19 - Болти

Ім'я	Затискна довжина болта [mm]	Кількість
M20 8.8 A	30	6
M16 8.8 A	30	6
M16 8.8 A	28	4

2.8.2 Вузол 4

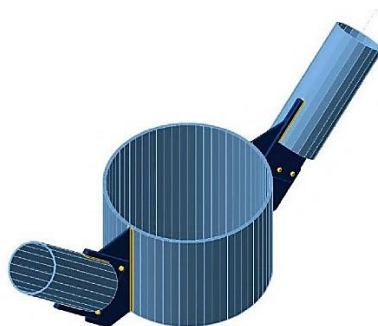


Рисунок 2.40 - 3D-вигляд вузла 3

Таблиця 2.20 - Балки та колони

Ім'я	Пере- тин	β - Напрямок [°]	γ - Нахил [°]	α - Обертання [°]	e_x - Зміщення [mm]	e_y - Зміщення [mm]	e_z - Зміщення [mm]	Прик- ладання сил
1020x20	2 - 1020x20	0,0	90,0	0,0	0	0	0	Вузол
325x10 (П)	1 - 325x1.0	-2,8	-45,0	0,0	420	0	-765	Вузол
325x10 (Л)	1 - 325x1.0	-177,2	-45,0	0,0	420	0	-765	Вузол

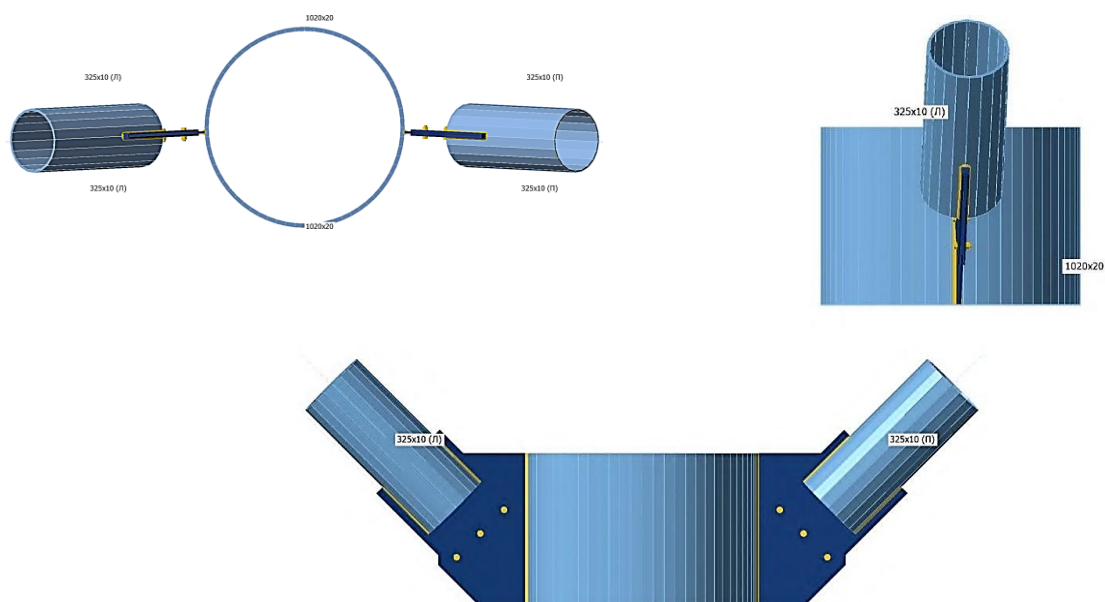


Рисунок 2.41 - Проекції вузла 3

Таблиця 2.21 - Перетини

Ім'я	Матеріал
2 - 1020x20	C345
1 - 325x10	C345
3 - CFLgen500x500	C345

Таблиця 2.22 - Болти

Ім'я	Болтове з'єднання	Діаметр [мм]	f_u [МПа]	Площа бруutto [mm] ²
M16 8.8 A	M16 8.8 A	16	830,0	201

Таблиця 2.23 - Завантаження

Ім'я	Член	N [кН]	V_y [кН]	V_z [кН]	M_x [кНм]	M_y [кНм]	M_z [кНм]
LE1	325x10 (П)	102,3	0,7	2,4	-0,6	-0,6	-0,2
	325x10 (Л)	103,2	0,1	-1,4	-0,1	-3,3	-0,1

Таблиця 2.24 - Короткий звіт

Ім'я	Значення	Статус перевірки
Розрахунок	100,0%	ОК
Пластини	$0,0 < 5,0\%$	ОК
Болти	$36,9 < 100\%$	ОК
Зварні шви	$59,9 < 100\%$	ОК
Стійкість	175,65	
GMNA	Обчислено	

Таблиця 2.25 - Пластини

Ім'я	Матеріал	R_y [МПа]	Товщина [мм]	Навантаження	σ [МПа]	ϵ_{pl} [%]	σ_{cEd} [МПа]
1020x20	C345	317,1	20,0	LE1	177,2	0,0	0,0
325x10 (П)	C345 - 1	336,6	10,0	LE1	56,4	0,0	0,0
325x10 (Л)	C345 - 1	336,6	10,0	LE1	63,1	0,0	0,0
УсілЕл1	C345 - 1	336,6	10,0	LE1	95,9	0,0	10,6
УсілЕл2	C345 - 1	336,6	10,0	LE1	108,8	0,0	12,2
SP1	C345 - 1	336,6	10,0	LE1	180,3	0,0	10,8
SP2	C345 - 1	336,6	10,0	LE1	211,1	0,0	12,8

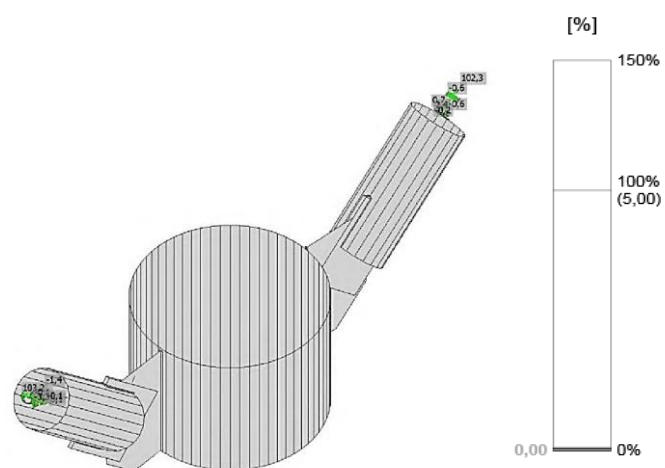


Рисунок 2.42 - Перевірка за деформаціями LE1

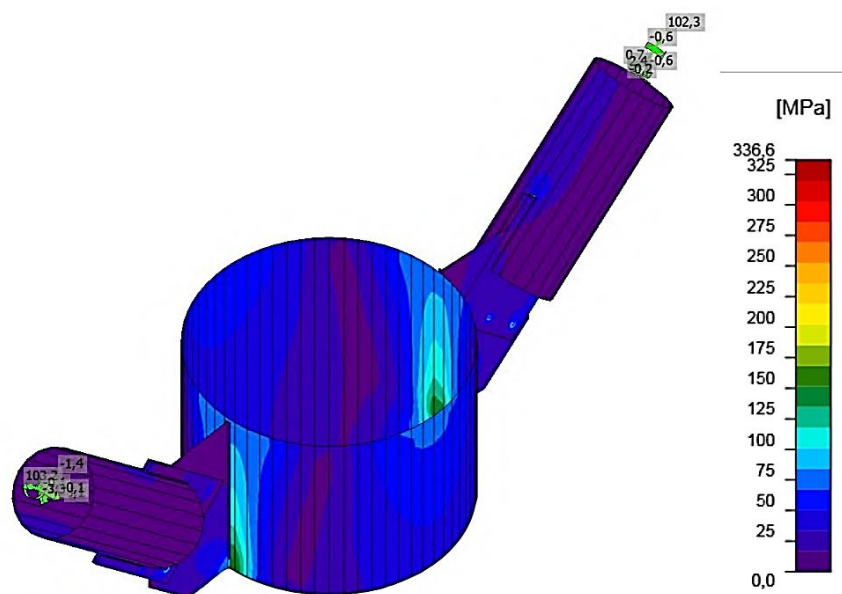
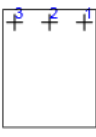


Рисунок 2.43 - Еквівалентні напруги LE1

Таблиця 2.26 - Болти

Форма	Елемент	Клас	Навантаження	N_t [кН]	N_s [кН]	N_{bp} [кН]	U_{tt} [%]	U_{ts} [%]	U_{tts} [%]
	B1	M16 8.8 A - 1	LE1	2,9	19,3	119,9	4,1	31,2	29,1
	B2	M16 8.8 A - 1	LE1	2,9	17,1	119,9	4,1	28,4	25,9
	B3	M16 8.8 A - 1	LE1	3,0	16,1	119,9	4,3	25,7	24,6
	B4	M16 8.8 A - 1	LE1	3,3	22,2	119,9	4,6	36,9	33,6
	B5	M16 8.8 A - 1	LE1	3,0	17,3	119,9	4,2	28,7	26,2
	B6	M16 8.8 A - 1	LE1	1,8	12,5	119,9	2,5	20,5	19,0

Таблиця 2.27 - Перевірка на розтягнення

Параметр	Значення	Од. вим.
$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot 70,4 \text{ кН} \geq N_t = 3,3 \text{ кН}$		кН
R_{bt}	448,2	МПа
A_{bn}	157	мм ²
γ_c	1	

Таблиця 2.28 - Перевірка на зріз

Параметр	Значення	Од. вим.
$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c \cdot 66,7 \text{ кН} \geq N_s = 22,2 \text{ кН}$		кН
R_{bt}	448,2	МПа
A_{bn}	157	мм ²
γ_b	1	
γ_c	1	

Таблиця 2.29 - Перевірка на зминання

Параметр	Значення	Од. вим.
$N_{bt} = R_{bt} \cdot d_b \cdot t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot 119,9 \text{ кН} \geq N_s = 44,3 \text{ кН}$		кН
R_{bt}	749,3	МПа
t	10	мм
d_b	16	мм
γ_b	1	
γ_c	1	

Таблиця 2.30 - Перевірка на спільну дію розтягування і зсуву

Параметр	Значення	Од. вим.
$\sqrt{\left(\frac{N_t}{N_{bt}}\right)^2 + \left(\frac{N_s}{N_{bs}}\right)^2}$	$0,34 \leq 1$	
N_t	3,3	кН
N_{bt}	70,4	кН
N_s	22,2	кН
N_{bs}	66,7	кН

Таблиця 2.31 - Перетин зварних швів

Елемент	Край	Електрод	k_f [мм]	l [мм]	l_{we} [мм]	Навантаження	N [кН]	U_{twm} [%]	U_{tbm} [%]
1020x20-arc 17	SP1	E50	▲12,0▲	699	43	LE1	34,3	38,5	31,4
		E50	▲12,0▲	699	43	LE1	32,0	35,9	29,3
1020x20-arc 48	SP2	E50	▲12,0▲	699	43	LE1	35,7	40,0	32,7
		E50	▲12,0▲	699	43	LE1	35,2	39,5	32,2
Ел1-в 2	325x10 (П)	E50	▲6,0▲	1188	10	LE1	6,6	54,9	47,0
Ел2-в 2	325x10 (Л)	e50	▲6,0▲	1188	10	LE1	7,2	59,9	51,3
		E50	▲6,0▲	1188	10	LE1	4,5	39,9	34,1
		E50	▲6,0▲	1188	10	LE1	5,1	42,9	36,7

Таблиця 2.32 - Перевірка міцності за металом найбільш навантаженого шва

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
$N / (B_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c) \leq 1$	$0,60 \leq 1$		перевірка міцності за металом шва
N	7,2	кН	зусилля зсуву в елементі зварювання
B_f	0,9		коєф-т за металом шва
k_f	6	мм	катет зварного шва
$l_{we} = (l_w / l) \cdot l_e$	10	мм	розрахункова довжина елемента зварювання
$l_w = l - 10\text{мм}$	1178	мм	розрахункова довжина зварного шва
l	1188	мм	фактична довжина зварного шва
l_e	10	мм	фактична довжина елемента зварювання
$R_{wf} = 0,55 \cdot R_{wun} / \gamma_{wun}$	215,6	МПа	розрахунковий опір зварного з'єднання за металом шва
R_{wun}	490	МПа	нормативний опір металу швів зварних з'єднань із кутовими швами
γ_{wm}	1,25		коєф-т надійності за металом шва
γ_c	1		коєф-т умов роботи

Таблиця 2.33 - Перевірка міцності за металом межі сплавлення найбільш навантаженого шва

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
$N / (B_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c) \leq 1$	$0,51 \leq 1$		перевірка міцності металу по межі сплавлення
N	7,2	кН	зусилля зсуву в елементі зварювання
B_f	1,05		коєф-т за металом межі сплавлення
k_f	6	мм	катет зварного шва
$l_{we} = (l_w / l) \cdot l_e$	10	мм	розрахункова довжина елемента зварювання
$l_w = l - 10\text{мм}$	1178	мм	розрахункова довжина зварного шва
l	1188	мм	фактична довжина зварного шва

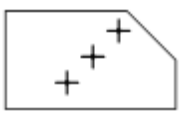
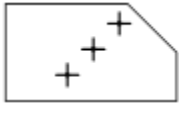
Продовження таблиці 2.33

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
l_e	10	мм	фактична довжина елемента зварювання
$R_{wf} = 0,45 \cdot R_{un}$	216,0	МПа	розрахунковий опір зварного з'єднання за металом межі сплавлення
R_{un}	480	МПа	нормативний тимчасовий опір сталі деталей, що зварюються
γ_c	1,00		коєф-т умов роботи

Таблиця 2.34 - Стійкість

Навантаження	Форма	Коеф-т, [-]
LE1	1	175,65
	2	211,69
	3	216,04
	4	217,43
	5	248,86
	6	267,85

Таблиця 2.35 - Монтажні операції

Ім'я	Пластины [мм]	Форма	№	Зварні шви [mm]	Довжина а [мм]	Болти	№
SP1	P10,0x700,0-400,0 (C345)		1	Двосторонній кутовий: а = 8,5	700,0	M16 8.8 A	3
Ел1		CFLgen500x500			400		
Підріз1				Двосторонній кутовий: а = 4,2	1187,8		
SP2	P10,0x700,0-400,0 (C345)		1	Двосторонній кутовий: а = 8,5	700,0	M16 8.8 A	3
Ел2		CFLgen500x500			400		
Підріз2				Двосторонній кутовий: а = 4,2	1187,8		

Таблиця 2.36 - Зварні шви

Тип	Матеріал	Товщина шва [mm]	Розмір катета [mm]	Довжина [мм]
Двосторонній кутовий	Э50	8,5	12,0	1400,0
Двосторонній кутовий	Э50	4,2	6,0	2375,7

Таблиця 2.37 - Болти

Ім'я	Затискна довжина болта [mm]	Кількість
M16 8.8 A	30	6

2.8.3 Вузол 5

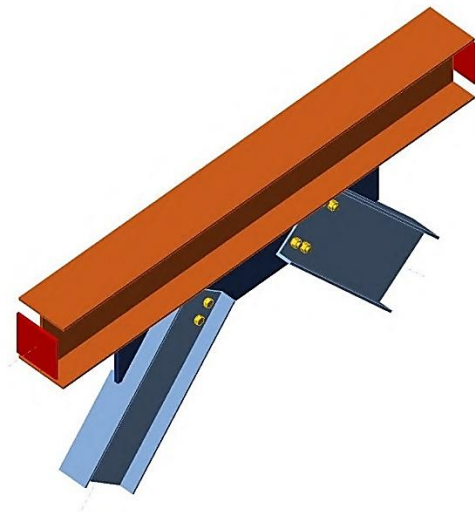


Рисунок 2.44 - 3D-вигляд вузла 3

Таблиця 2.38 - Балки та колони

Ім'я	Перетин	β - Напрямок [°]	γ - Нахил [°]	α - Обертання [°]	e_x - Зміщення [мм]	e_y - Зміщення [мм]	e_z - Зміщення [мм]
35Ш1	2 - 35Ш1	-90,0	0,0	0,0	0	0	-170
36 (Л)	1 - 36	-90,0	50,0	0,0	550	-14	-80
36 (П)	1 - 36	90,0	50,0	0,0	540	14	-80

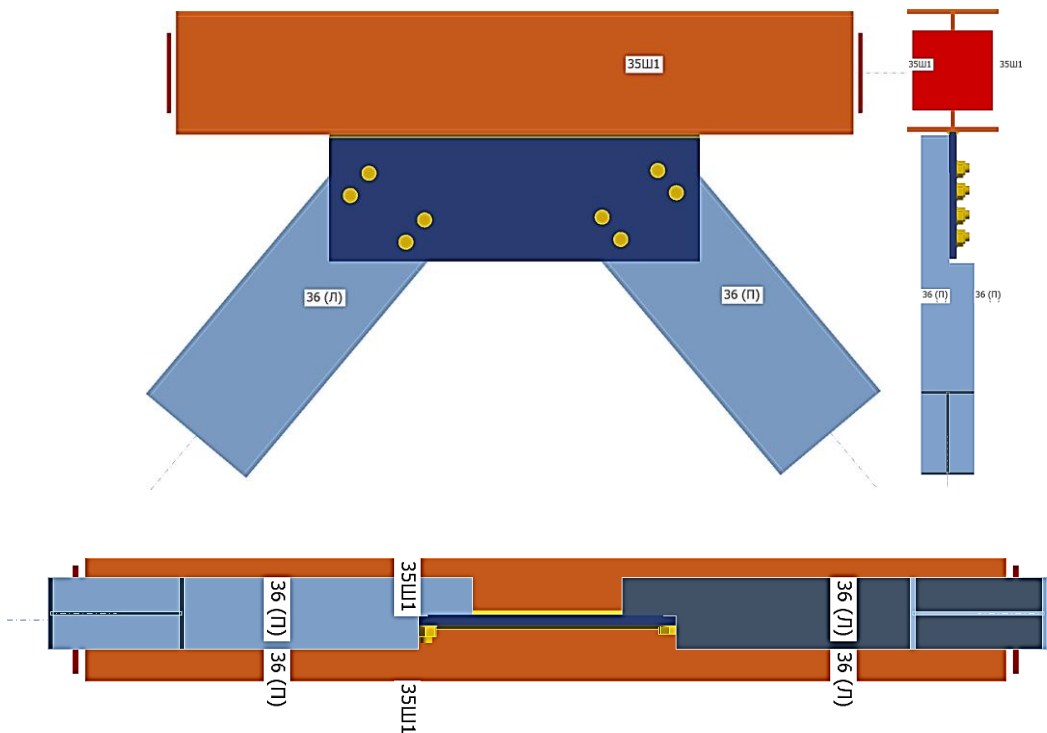


Рисунок 2.45 - Проекції вузла 3

Таблиця 2.39 - Перетини

Ім'я	Матеріал
2 - 35Ш1	C345
1 - 36	C345

Таблиця 2.40 - Болти

Ім'я	Болтове з'єднання	Діаметр [мм]	f_u [МПа]	Площа бруто [mm] ²
M24 8.8 A	M24 8.8 A	24	830,0	452

Таблиця 2.41 - Завантаження (рівновага не потрібна)

Ім'я	Член	N [кН]	V_y [кН]	V_z [кН]	M_x [кНм]	M_y [кНм]	M_z [кНм]
LE1	36 (Л)	-266,1	0,0	-12,5	0,0	-22,7	0,0
	36 (П)	252,0	0,0	-9,6	0,0	10,3	-0,1

Таблиця 2.42 - Короткий звіт

Ім'я	Значення	Статус перевірки
Розрахунок	100,0%	ОК
Пластини	$2,8 < 5,0\%$	ОК
Болти	$90,7 < 100\%$	ОК
Зварні шви	$87,1 < 100\%$	ОК
Стійкість	Не обчислено	

Таблиця 2.43 - Пластини

Ім'я	R [МПа]	Товщина [мм]	Навантаження	σ [МПа]	ε_{Pl} [%]	σ_{Ed} [МПа]	Статус перевірки
35Ш1-bfl 1	317,1	12,5	LE1	73,4	0,0	0,0	ОК
35Ш1-tfl 1	317,1	12,5	LE1	38,9	0,0	0,0	ОК
35Ш1-w 1	317,1	9,5	LE1	164,2	0,0	0,0	ОК
36 (Л)-bfl 1	317,1	12,3	LE1	40,8	0,0	0,0	ОК
36 (Л)-tfl 1	317,1	12,3	LE1	289,0	0,0	0,0	ОК
36 (Л)-w 1	317,1	7,5	LE1	322,9	2,8	77,8	ОК
36 (П)-bfl 1	317,1	12,3	LE1	49,2	0,0	0,0	ОК
36 (П)-tfl 1	317,1	12,3	LE1	169,7	0,0	0,0	ОК
36 (П)-w 1	317,1	7,5	LE1	318,2	0,6	61,3	ОК
SP1	317,1	20,0	LE1	267,8	0,0	76,6	ОК

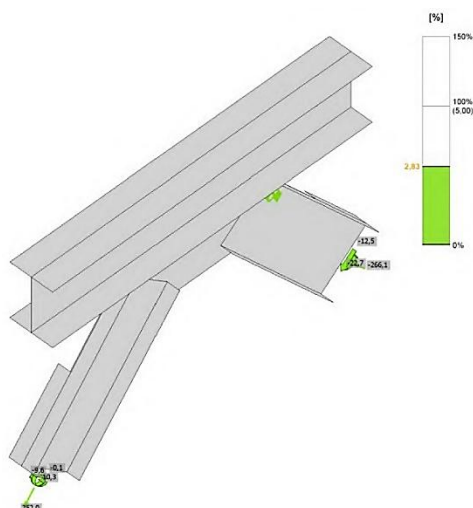


Рисунок 2.46 - Перевірка за деформаціями LE1

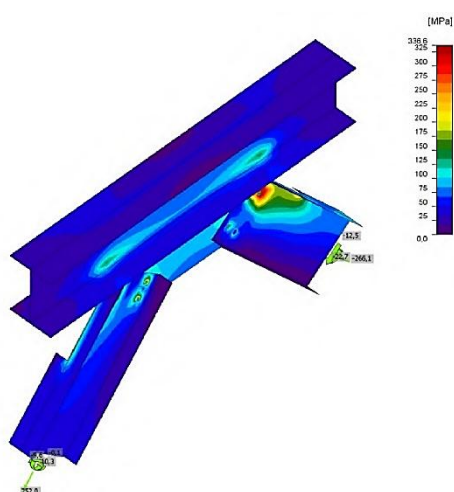


Рисунок 2.47 - Еквівалентні напруги LE1

Таблиця 2.44 - Болти

Форма	Елемент	Клас	Навантаження	N_t [кН]	N_s [кН]	N_{bp} [кН]	U_{lt} [%]	U_{ts} [%]	U_{tts} [%]
	B1	M24 8.8 A-1	LE1	7,5	31,3	132,1	4,7	23,7	21,4
	B2	M24.8.8 A-1	LE1	8,7	26,8	132,1	5,5	20,3	18,7
	B3	M24.8.8 A-1	LE1	31,6	119,8	132,1	20,0	90,7	82,3
	B4	M24.8.8 A-1	LE1	39,7	118,2	132,1	25,1	89,5	82,6
	B5	M24 8.8 A 1	LE1	18,6	43,5	132,1	11,7	33,0	31,3
	B6	M24 8.8 A-1	LE1	7,9	44,4	132,1	5,0	33,6	30,0
	B7	M24 8.8 A-1	LE1	36,9	83,3	132,1	23,3	63,1	60,2
	B8	M248.8 A-1	LE1	17,9	83,8	132,1	11,3	63,5	57,0

Таблиця 2.46 - Перевірка на розтягнення

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot 158,2 \text{ кН}$ $\geq N_t = 31,6 \text{ кН}$		кН	перевірка на розтягнення
R_{bt}	448,2	МПа	розрахунковий опір розтягуванню
A_{bn}	353	мм ²	площа різьбової частини болта нетто
γ_c	1		коєф-т умов роботи

Таблиця 2.46 - Перевірка на зріз

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c \cdot \gamma_c$ $150,1 \text{ кН} \geq N_s = 119,8 \text{ кН}$		кН	перевірка на розтягнення
R_{bt}	332,2	МПа	розрахунковий опір зрізу
A_{bn}	452	мм ²	площа перерізу стрижня болта бруто
γ_b	1		коєф-т умов роботи болтового з'єднання
γ_c	1		коєф-т умов роботи

Таблиця 2.47 - Перевірка на зминання

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
$N_{bt} = R_{bt} \cdot d_b \cdot t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot \gamma_b$ $\gamma_c \cdot 132,1 \text{ кН} \geq N_s = 119,8 \text{ кН}$		кН	перевірка на зминання
R_{bt}	733,7	МПа	розрахунковий опір зім'яттю елементів, що з'єднуються
t	24	мм	діаметр болта
d_b	8	мм	товщина пластини
γ_b	1		коєф-т умов роботи болтового з'єднання
γ_c	1		коєф-т умов роботи

Таблиця 2.48 - Перевірка на спільну дію розтягування і зсуву

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
$\sqrt{\left(\frac{N_t}{N_{bt}}\right)^2 + \left(\frac{N_s}{N_{bs}}\right)^2}$	$0,82 \leq 1$		перевірка на зминання
N_t	31,6	кН	зусилля розтягування в болті
N_{bt}	158,2	кН	міцність болта при розтягуванні
N_s	119,8	кН	зусилля в одній площині зрізу
N_{bs}	150,1	кН	розрахункове зусилля зрізу

Таблиця 2.49 - Перетин зварних швів

Елемент	Край	Електрод	k_f [мм]	l [мм]	l_{we} [мм]	Навантаження	N [кН]	U_{twn} [%]	U_{tbn} [%]	Конструювання	Статус
35Ш1-bfl 1	SP1	E50	▲9,0▲	1019	42	LE1	56,8	87,1	71,0	ОК	ОК
		E50	▲9,0▲	1019	42	LE1	12,4	19,0	15,5	ОК	ОК

Таблиця 2.50 - Перевірка міцності за металом найбільш навантаженого шва

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
$\frac{N}{B_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} \leq 1$	$0,87 \leq 1$		перевірка міцності за металом шва
N	56,8	кН	зусилля зсуву в елементі зварювання
B_f	0,8		коєф-т за металом шва

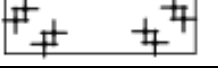
Продовження таблиці 2.50

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
k_f	9	мм	катет зварного шва
$l_{we} = (l_w / l) \cdot l_e$	42	мм	розрахункова довжина елемента зварювання
$l_w = l - 10\text{мм}$	1009	мм	розрахункова довжина зварного шва
l	1019	мм	фактична довжина зварного шва
l_e	42	мм	фактична довжина елемента зварювання
$R_{wf} = 0.55 \cdot \frac{R_{wun}}{\gamma_{wm}}$	215,6	МПа	розрахунковий опір зварного з'єднання за металом шва
R_{wun}	490	МПа	нормативний опір металу швів зварних з'єднань із кутовими швами
γ_{wm}	1,25		коэф-т надійності за металом шва
γ_c	1		коэф-т умов роботи

Таблиця 2.51 - Перевірка міцності за металом межі сплавлення найбільш навантаженого шва

Параметр	Значення	Од. вим.	Примітка
$\frac{N}{B_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} \leq 1$	$0,71 \leq 1$		перевірка міцності за металом межі сплавлення
N	56,8	кН	зусилля зсуву в елементі зварювання
B_f	1,00		коэф-т за металом межі сплавлення
k_f	9	мм	катет зварного шва
$l_{we} = \frac{l_w}{l} \cdot l_e$	42	мм	розрахункова довжина елемента зварювання
$l_w = l - 10\text{мм}$	1009	мм	розрахункова довжина зварного шва
l	1019	мм	фактична довжина зварного шва
l_e	42	мм	фактична довжина елемента зварювання
$R_{wf} = 0,45 \cdot R_{un}$	211,5	МПа	розрахунковий опір зварного з'єднання по металу межі сплавлення
R_{un}	470	МПа	нормативний тимчасовий опір сталі деталей, що зварюються
γ_c	1,00		коэф-т умов роботи

Таблиця 2.52 - Монтажні операції

Ім'я	Пластины [мм]	Форма	№	Зварні шви [mm]	Довжина [мм]	Болти	№
Отв1	P12,3x910,0-145,0 (C345)		1				
Отв2	P12,3x910,0-145,0 (C345)		1				
Отв3	P12,3x910,0-145,0 (C345)		1				
Отв4	P12,3x910,0-145,0 (C345)		1				
SP1	P20,0x1020,0-350,0 (C345)		1	Двосторонній кутовий: а = 6,4	1020,0	M24 8.8 А	8

Таблиця 2.53 - Зварні шви

Тип	Матеріал	Товщина шва [мм]	Розмір катета [мм]	Довжина [мм]
Двосторонній кутовий	E50	6,4	9,0	1020,0

Таблиця 2.54 - Болти

Ім'я	Затискна довжина болта [мм]	Кількість
M24 8.8 A	28	8

Таблиця 2.55- Пояснення до символів

Символ	Пояснення до символів
ϵ_{pl}	Відносна деформація
σ	Еквівалентні напруги
$R_{\text{и}}$	Межа плинності
ϵ_{lim}	Гранична пластична деформація
N_{tf}	Зусилля розтягу
V	Результуюча поперечних сил V_y, V_z у болті
V_b	Міцність під час зминання - AS 4100-2020
U_t	Коеф-т використання
U_{ts}	$K_{\text{викор}}$ при зсуві
U_{tts}	$K_{\text{викор}}$ при розтягуванні та зсуві EN 1993-1-8 table 3.4
ϕ_{Vf}	Міцність під час зсуву - AS 4100-2020
k_f	Катет зварного шва
l	Фактична довжина зварного шва
l_{we}	Розрахункова довжина елемента зварювання
N	Зусилля зсуву в елементі зварювання
U_{twm}	$K_{\text{викор}}$ за металом шва
U_{tbm}	$K_{\text{викор}}$ по металу межі сплавлення

Таблиця 2.56 - Налаштування норм

Елемент	Значення	Од. вим.
Зупиняти на граничній деформації	Ні	
Конструювання	Так	
Попередньо напружені болти - коеф-т тертя μ	0,35	-
Тип навантаження на болти	Static	
Тип зварювання	Автом. і мех. ($d = 1,4-2,0$ мм)	
Довжина анкерування для обчислення жорсткості $[d]$	8	-
Коеф-т умов роботи, γ_c	1,00	-
Гранична пластична деформація	0,05	-
Перевірка лок. пластич. деф-й	Ні	
Межа локальної пластич. деф-ії локальної пластичної деф-ії	0,03	-
Геометрична нелінійність (ГН)	Так	
Зв'язувальна система	Ні	

2.8.4 Розрахунок закладної деталі

Розрахунок закладних деталей проводиться в програмі-сателіті SCAD Office. Зусилля, прийняті для розрахунку, є максимальними для своєї групи уніфікації перерізів.

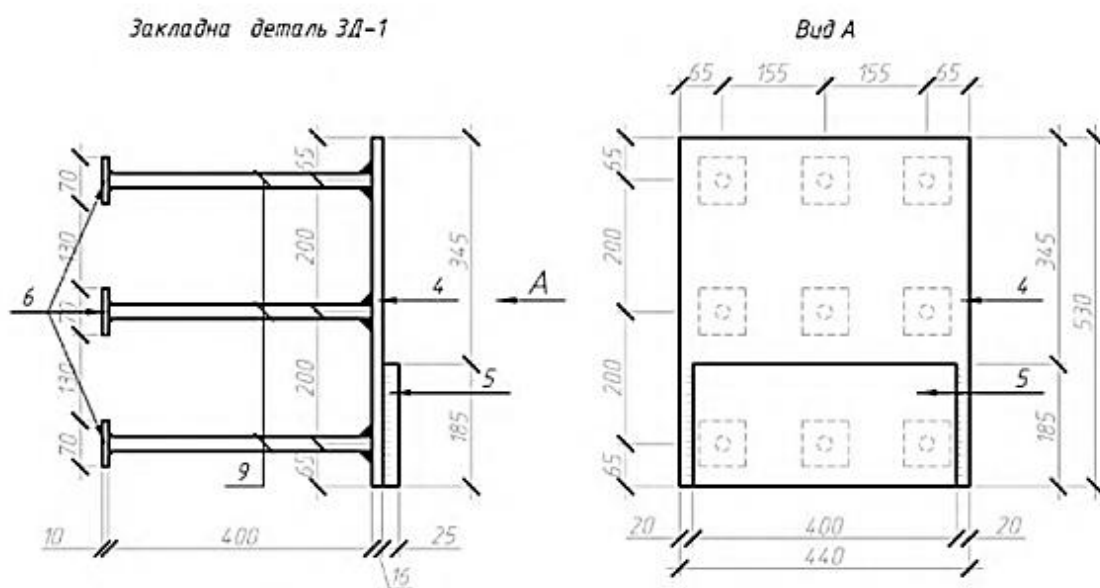


Рисунок 2.47 - Креслення закладної деталі 2

2.9 Опис конструктивних і технічних рішень підземної частини капітального будівництва

2.9.1 Загальні відомості

Схема будівлі являє собою каркасно-ствольну систему. У плані являє собою еліпс габаритними розмірами 74×40 м.

Місце розташування - м. Житомир.

Нульову позначку 0,000 прийнято за позначку чистої підлоги першого поверху, відповідна абсолютна позначка 142,6 м. Максимальна відносна відмітка будівлі становить +106 м. Грунтові води розташовуються на глибині 5,3-5,7 м. Інженерно-геологічна колонка свердловин наведені на рисунках 90-92.

Фізико-механічні властивості ґрунту представлено на рисунку 2.48.

Нормальна глибина сезонного промерзання визначається величиною в 1,74 м для суглинків, для пісків - 2,27 м, для крупноуламкових ґрунтів - 2,58 м.

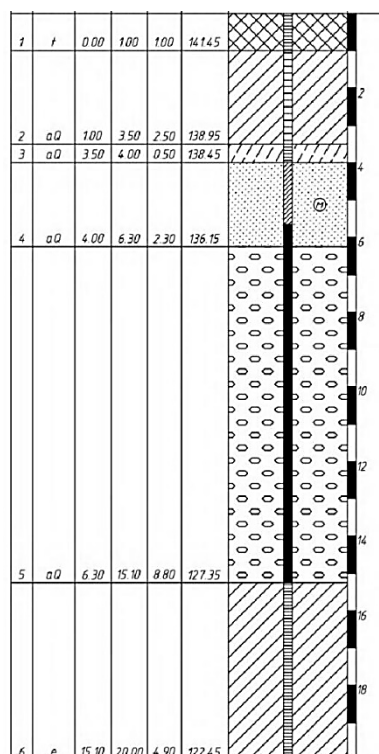


Рисунок 2.48 - Інженерно-геологічна колонка свердловини с-2001

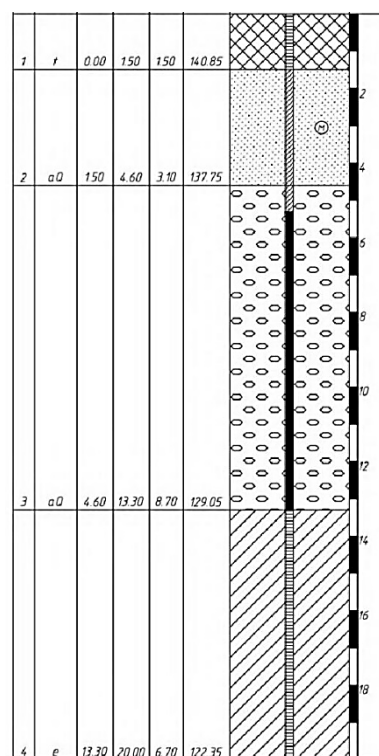


Рисунок 2.49 - Інженерно-геологічна колонка свердловини с-2002

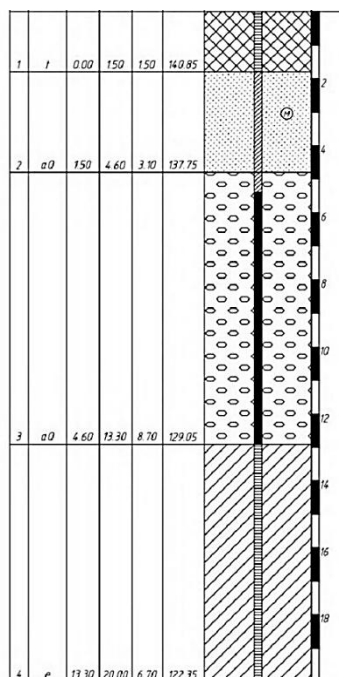


Рисунок 2.50 - Інженерно-геологічна колонка свердловини с-2003

У рамках КРМ розглянуто 2 види паль у складі плитно-пального фундаменту. Порівнявши техніко-економічні показники, необхідно вибрати оптимальний. Палі прийнято висячими, оскільки під їхньою подошвою відсутні скельні та напівскельні ґрунти. Інженерно-геологічне вишукування проведено на глибину 20 метрів. Глибина залягання паль перевершує цю глибину, для розрахунку фундаменту вирішено збільшити потужність нижнього шару з коригуванням деяких його характеристик внаслідок ущільнення. Для реалізації розрахунків виконують з урахуванням спільної роботи системи "основа-фундамент-будівля" в розрахунковому комплексі Ліра-САПР. Навантаження на палю визначається ітераційним розрахунком із застосуванням відбору ґрунту, враховується взаємний вплив паль. Жорсткості паль розраховуються автоматично за заданими характеристиками.

2.9.2 Проектування фундаменту з використанням буронабивних паль

Під плитним ростверком розташовуємо рівномірну сітку паль із кроком 2,2 м з урахуванням 8.13 [12]. Характеристики паль, задані в програмі. Кількість

паль: 25м - 192, 30м - 253. Результати розрахунку подано на рисунках 2.51-56.

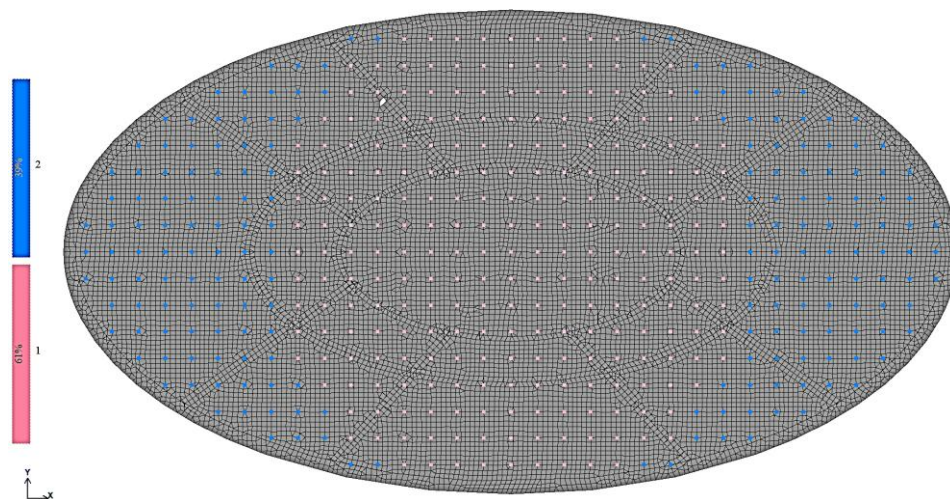


Рисунок 2.51 - Мозаїка груп паль 1 - паля 30 м, 2 - паля 25 м.

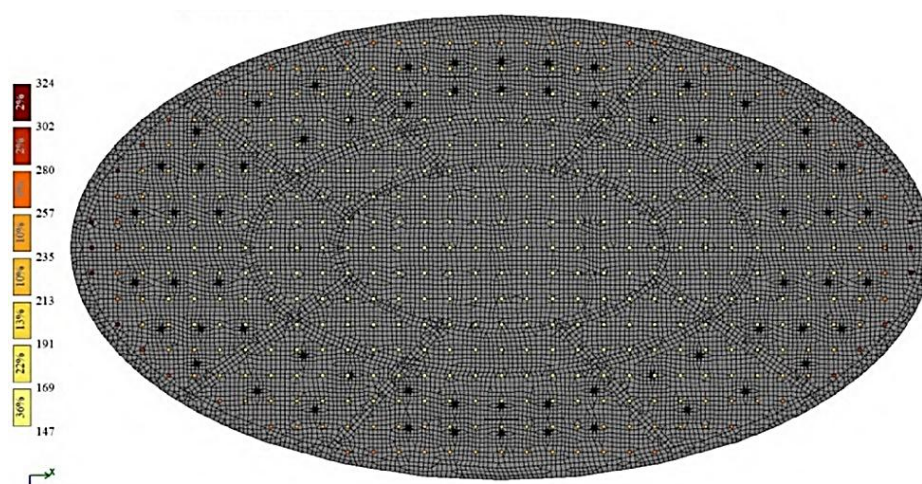


Рисунок 2.52 - Мозаїка навантажень на палі, т

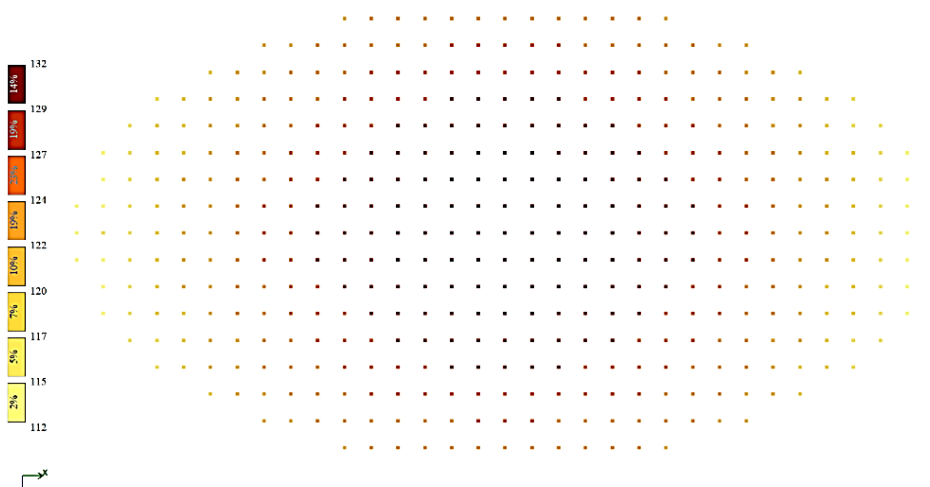


Рисунок 2.53 - Мозаїка переміщень за Z, мм

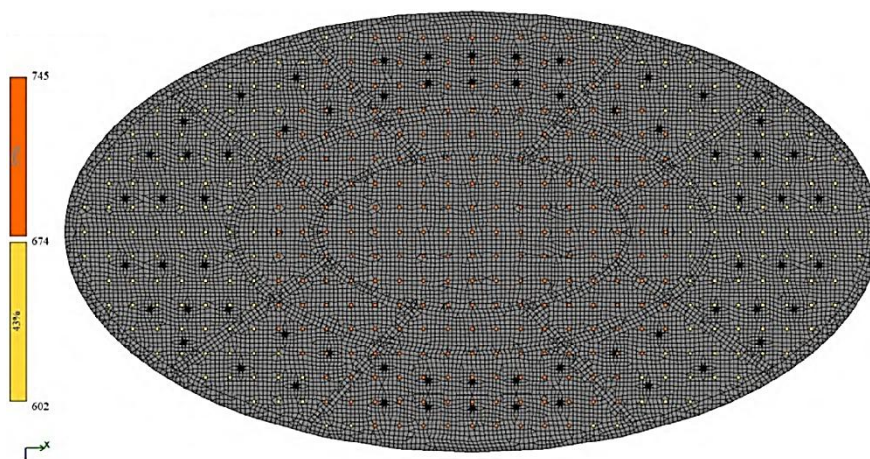


Рисунок 2.54 - Мозаїка несучої здатності палі, т

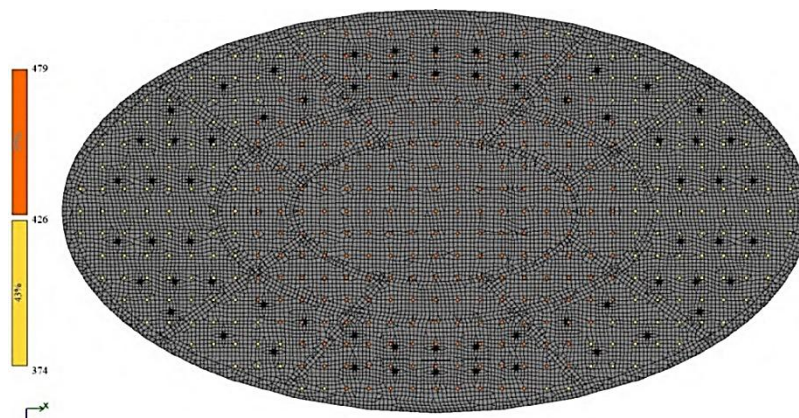


Рисунок 2.55 - Мозаїка несучої здатності палі на висмикування, т

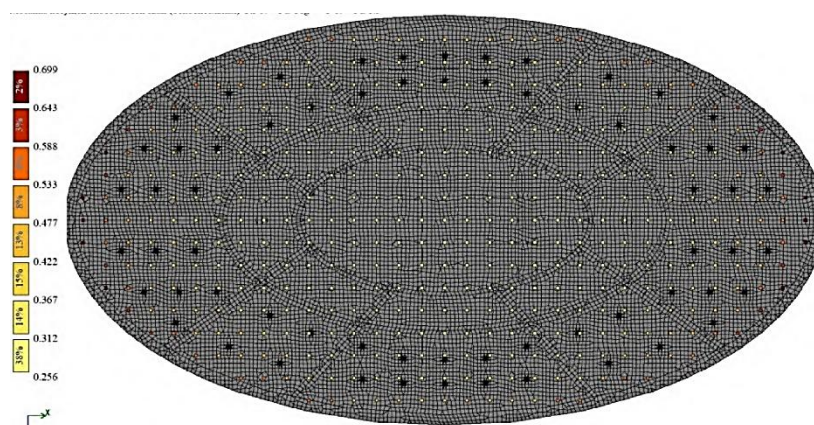


Рисунок 2.56 - Мозаїка несучої здатності палі (відносна), т

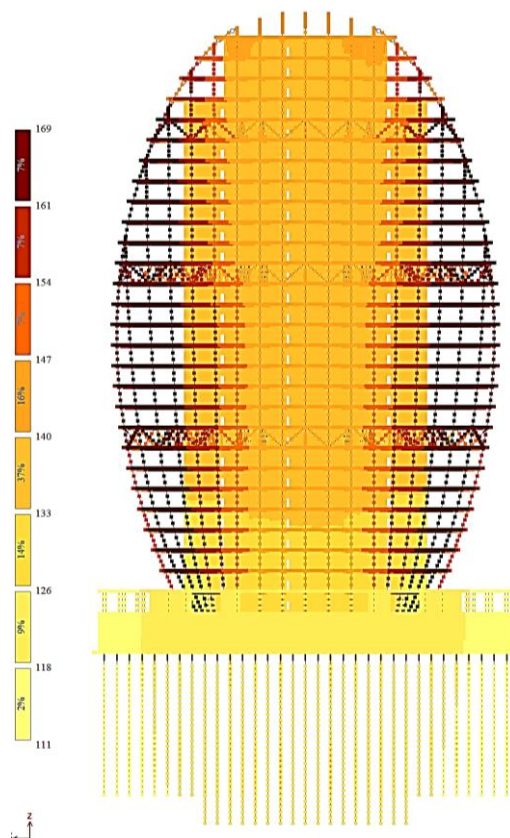


Рисунок 2.57 - Мозаїка переміщень по Z від поєднання навантажень, мм

2.9.3 Проектування фундаменту з використанням забивних паль

Під плитним ростверком розташовуємо рівномірну сітку паль із кроком 1,8 м з урахуванням 8.13 [12]. Загальна кількість паль - 664.

L	30	м	Ec	3e+006	т/м2
D		мм	d		мм
B	400	мм	H	400	мм
db	0	мм	dh	0	мм
Ycz	1		Lv	30	
hd	0.5				м
k	0.5		Цвет	☐	

Рисунок 2.58 - Вихідні дані групи паль для обчислення

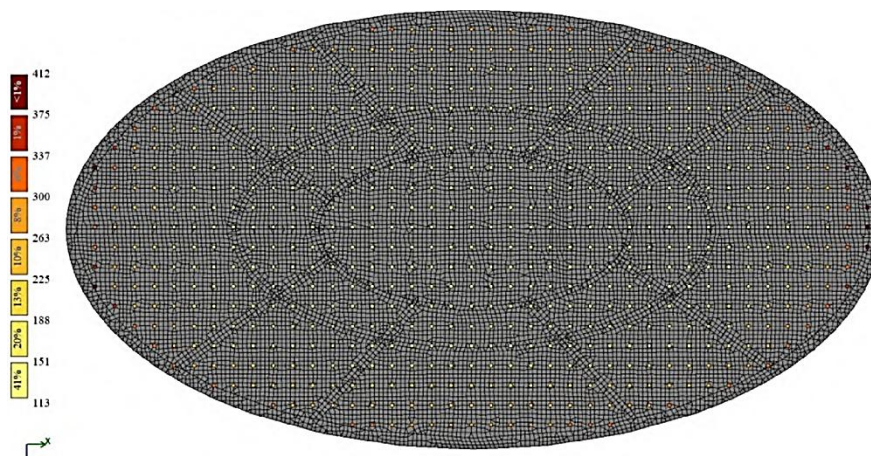


Рисунок 2.59 - Мозаїка навантажень на палі, т

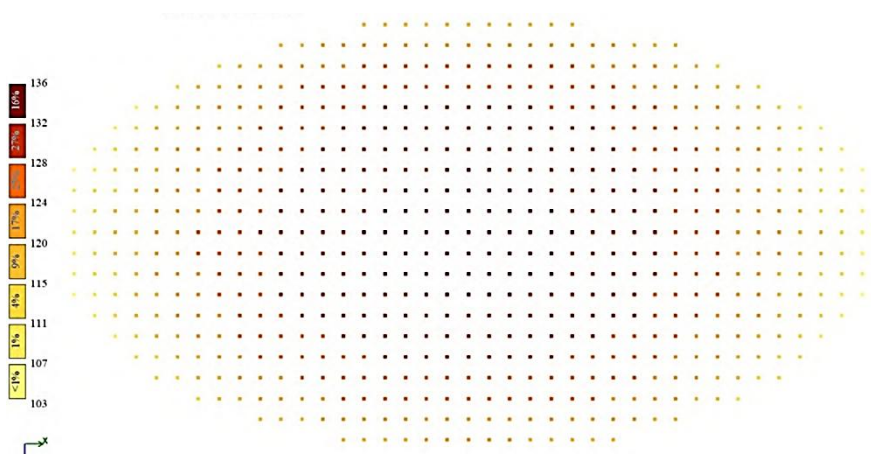


Рисунок 2.60 - Мозаїка переміщень за Z, мм

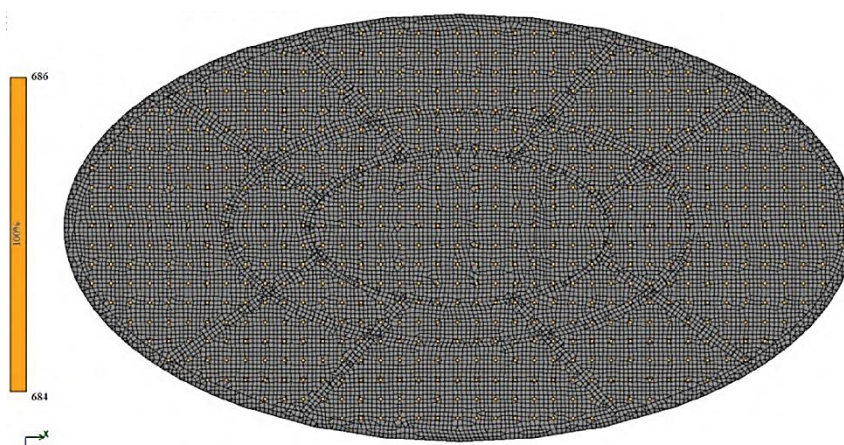


Рисунок 2.61 - Мозаїка несучої здатності палі, т

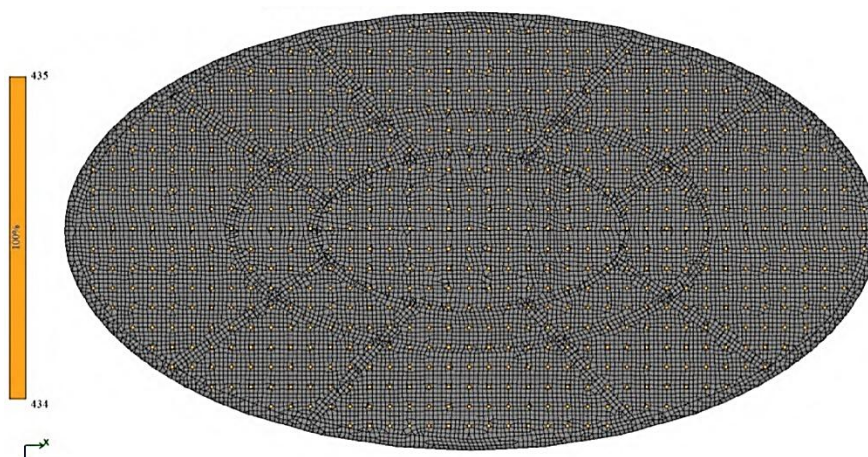


Рисунок 2.62 - Мозаїка несучої здатності палі на висмикування, т

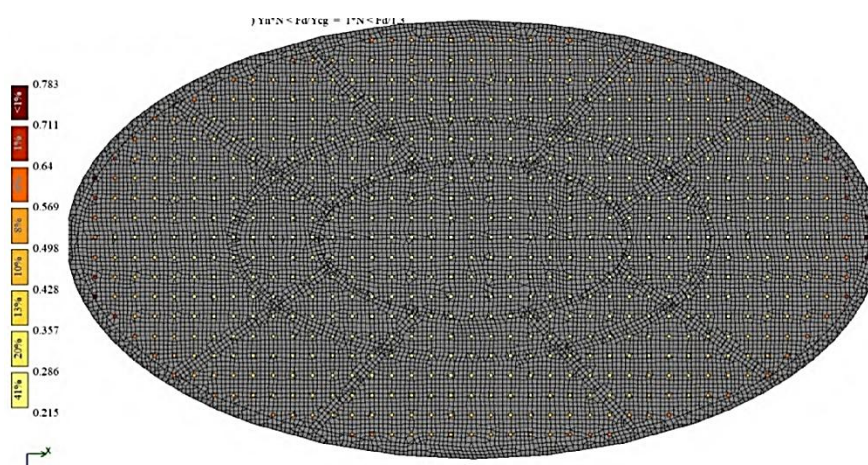


Рисунок 2.63 - Мозаїка несучої здатності палі (відносна), т

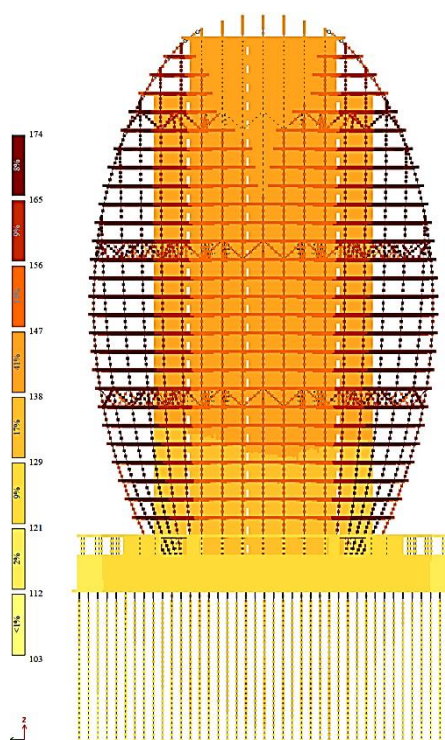


Рисунок 2.64 - Мозаїка переміщень по Z від поєднання навантажень, мм

2.9.4 Техніко-економічне порівняння варіантів

Порівнявши техніко-економічні показники різних варіантів, можна визначити забивні палі найвигіднішим варіантом, оскільки вартість виконання такого фундаменту дешевша в 1,62 рази. Для подальшого проектування прийнято пальово-плитний фундамент із буронабивними палями. Палі діаметром 1000 мм з бетону класу В40 жорстко сполучаються з плитним ростверком заввишки 3 метри за допомогою заведення стрижнів арматури паль у тіло ростверку на довжину 250 мм ($\varnothing 20$ А500) і довжину 2750 мм ($\varnothing 25$ А500).

2.10 Конструювання палі

Армування підібрано в програмі Ліра-САПР. Результати підбору арматури представлено на рисунку 2.65.

Палі армують жорстким каркасом, що складається з 8 стрижнів арматури $\varnothing 20$ А500 розташованих по всій довжині, додаткове армування 3-х метрів головної частини палі з 8 стрижнів $\varnothing 25$ А500.

Для забезпечення достатньої жорсткості каркаса, що забезпечує його геометричну незмінність під час транспортування і встановлення в свердловину, використовуються спарені кільця зі смугової сталі товщиною 5 мм, шириною 50 мм з кроком 3 м. Захисний шар бетону в палі забезпечується приварюванням скоб-полозів до двох сталевих кілець з діаметрально протилежних боків.

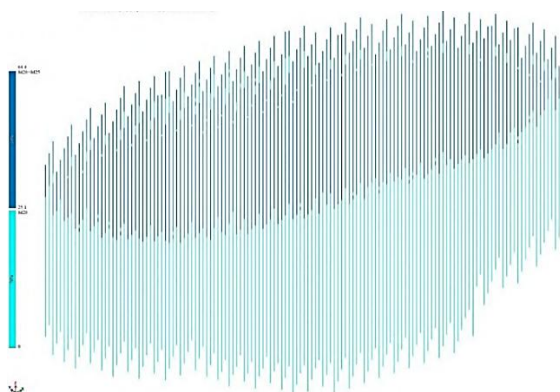


Рисунок 2.65 - Результат підбору поздовжньої арматури паль

2.11 Конструювання ростверку

Армування підбірано в програмі Ліра-САПР. Результати підбору арматури представлено на рисунках 2.66-2.69.

Ростверк у плані являє собою еліпс габаритними розмірами 74х40 м. Фонове армування плити виконується стрижнями в нижньому шарі ($\emptyset 22$ А500, крок 150 мм + $\emptyset 12$ А500, крок 150 мм), у верхньому шарі ($\emptyset 22$ А500, крок 150 мм + $\emptyset 12$ А500, крок 150 мм), укладеними на підтримувальні каркаси. У середній товщі плити передбачено конструктивне армування ($\emptyset 12$ А500, крок 150 мм). Додаткове армування нижнього рівня виконується арматурою $\emptyset 32$ А500, крок 150 мм у три шари, верхнього - арматурою $\emptyset 32$ А500, крок 150 мм.

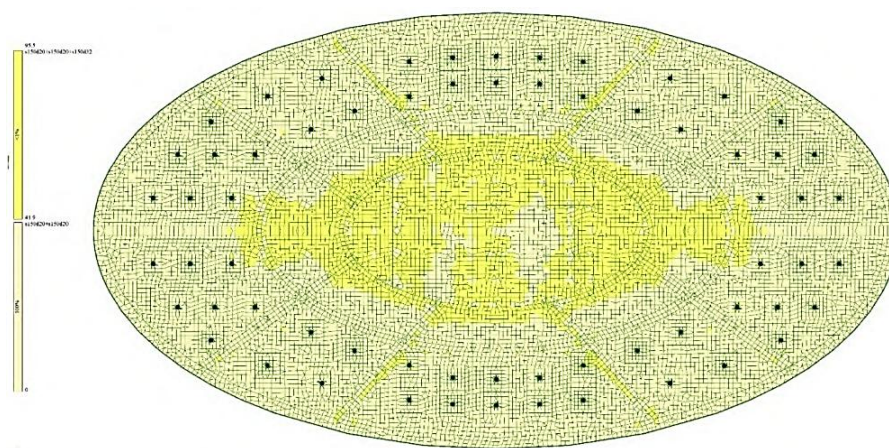


Рисунок 2.66 - Результат підбору розрахункової верхньої арматури по осі X

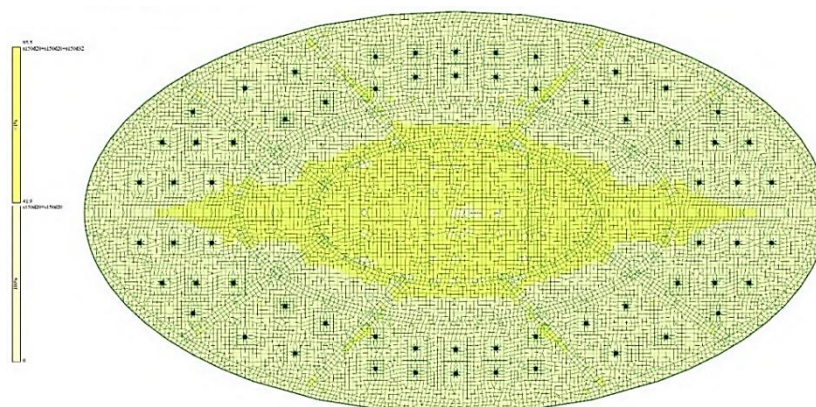


Рисунок 2.67 - Результат підбору розрахункової верхньої арматури по осі Y

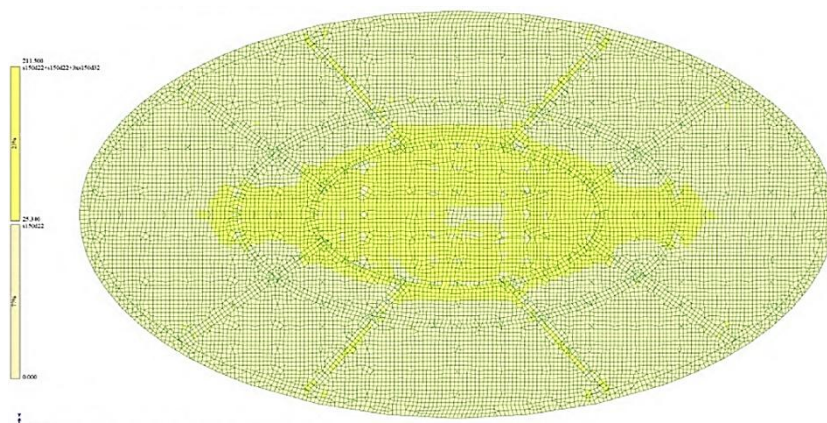


Рисунок 2.68 - Результат підбору розрахункової нижньої арматури по осі X

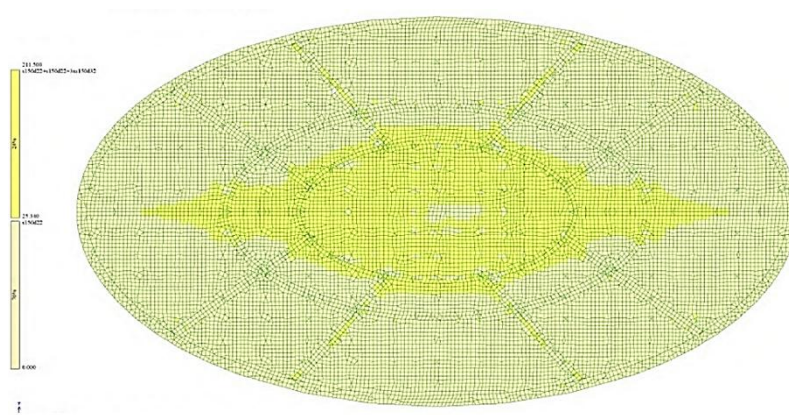


Рисунок 2.69 - Результат підбору розрахункової нижньої арматури по осі Y

Про писання та обґрунтування прийнятих об'ємно-планувальних рішень будівель і споруд об'єкта капітального будівництва

Будівля має можливість гнучкого перепланування внутрішнього простору за рахунок винесення несучої структури назовні. У внутрішньому об'ємі вежі кількість несучих елементів зведено до мінімуму.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

У межах дипломного проекту в розділі "Варіантне проектування" розглядаються два варіанти влаштування монолітного залізобетонного перекриття.

У першому варіанті монолітну плиту перекриття перетином 160 мм, виконано з використанням незнімної опалубки. У другому варіанті плита перекриття має переріз 200 мм з використанням великощитової знімної опалубки. В обох варіантах для спільної роботи балок перекриття і монолітної плити використовуються стаб-болти. Спирання залізобетонної плити відбувається на верхню полицю двотаврової балки.

3.1 Варіант №1 - Сталезалізобетонне перекриття - монолітна плита перекриття 160 мм з використанням незнімної опалубки

Розглянута будівля - 28-поверхова офісна будівля у формі трьохосного еліпсоїда, висотою 106 м.

Перекриття за межами ядра жорсткості - монолітне залізобетонне перекриття по незнімній опалубці (профільованому листу).

У цьому варіанті розглядають перекриття, що працює як сталезалізобетонна конструкція, тобто в такій конструкції забезпечено спільну роботу монолітної плити, гнучкої арматури, профільованого настилу і сталевих балок перекриття.

В об'єднаній конструкції плита працює переважно на стиск, сталева балка - переважно на розтягнення. На стадії виготовлення плити - гофровані листи виконують функцію незнімної опалубки, а на стадії експлуатації гофровані листи працюють, як зовнішня робоча арматура спільно з робочим армуванням плити. Профільований лист укладають так, щоб напрямок гофри був перпендикулярний до балок перекриття.

Верхнє армування цієї плити перекриття відбувається у двох напрямках: X і

У. Нижнє армування укладається в гофр профільованого листа і має радіальний напрямок.

Щоб забезпечити спільну роботу плити і балок перекриття, профільований настил кріпиться на спеціальні стал-болти (гнучкий упор у вигляді каліброваного сталевого стрижня з головкою, привареного одним кінцем до сталевій конструкції). Також має бути дотримано низку конструктивних вимог під час влаштування кріплень зі стал-болтів:

- ширина нижніх полиць настилу, на яких розташовуються упори, має бути не менше ніж 50 мм;
- відстань від стрижневого упору до краю настилу або сталевій опорної балки має бути не менше ніж $1,5d$ (d - діаметр упору);
- відстань між осями упорів на одній опорі настилу має бути не менше ніж 70 мм;
- настил має кріпитися до сталевих опорних балок у кожному гофрі на крайніх опорах і через гофр - на проміжних.

На рисунку 3.1 представлено схему кріплення профільованого настилу до сталевих балок для забезпечення спільної роботи плити і балок.

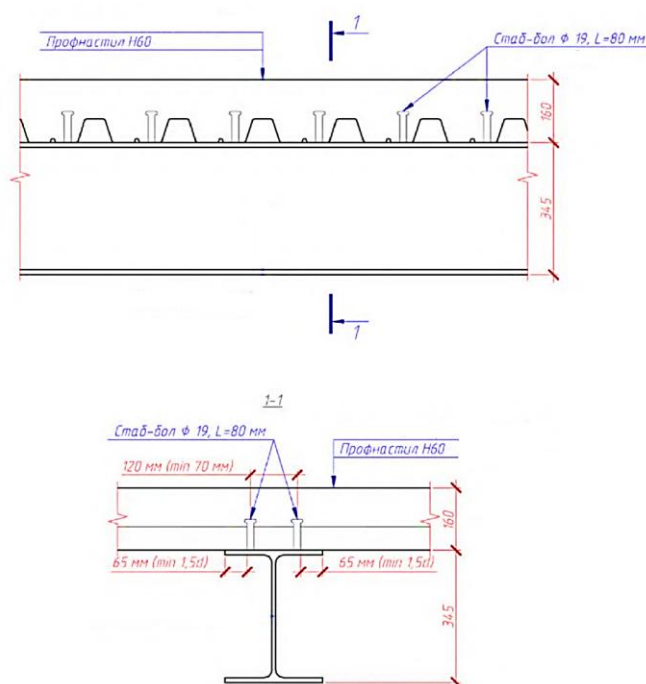


Рисунок 3.1 - Схема кріплення профільованого настилу до сталевій балки.

Для оцінки техніко-економічних показників цього варіанта необхідно порахувати матеріаломісткість і вартість витрат на влаштування такого перекриття.

Обсяги і собівартість матеріалів для цього варіанта представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Обсяги матеріалів на влаштування перекриття

№ п/п	Найменування	Од. вим.	Обсяг
1	Двутавр 35ШЗ	т	22,75
2	Стад-болт d19 мм	шт.	250
3	Профільований лист Н60 1,0 мм Профільований лист Н60 1,0 мм	м ²	807
4	Бетон В40	м ³	112,9

Максимальна висота перерізу сталезалізобетонного перекриття (з урахуванням висоти балки найбільшого перерізу) за такого варіанту влаштування становить 498 мм, рисунок 3.2.

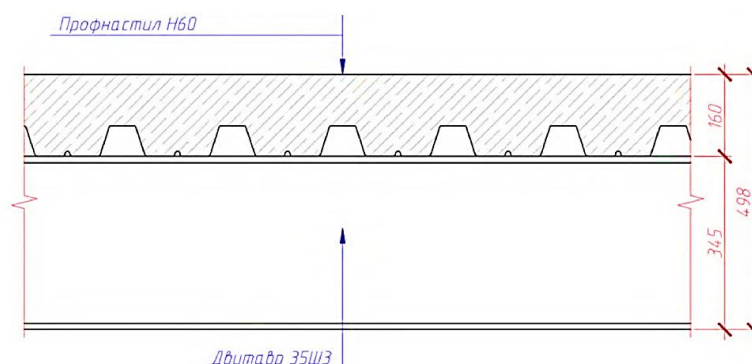


Рисунок 3.2 - Перерізи сталезалізобетонного перекриття

Зазначимо переваги та недоліки цього варіанта перекриття стосовно другого варіанта.

До переваг можна віднести:

- значна економія матеріалу - сталі на влаштування несучого каркаса будівлі за рахунок зменшення перерізу балок перекриття;
- завдяки зменшенню перерізу балок перекриття збільшується висота

приміщень, що робить їх просторішими, а за необхідності дає змогу проводити додаткові комунікації під підвісною стелею;

- простота монтажу профільованого листа як незнімної опалубки в будівлях зі складною балковою системою.

До недоліків належить:

- специфічність монтажу - для встановлення стаб-болтів потрібне спеціальне дороге зварювальне обладнання;
- вартість стаб-болта в десятки разів більша за вартість звичайного кріплення (посиленого самонарізного гвинта).

3.2 Варіант №2 - Сталезалізобетонне перекриття - монолітна плита перекриття 200 мм

Розглянута будівля - 28-поверхова офісна будівля у формі трьохосного еліпсоїда, висотою 106 м.

Перекриття - монолітне залізобетонне перекриття 200 мм.

У цьому варіанті спільна робота монолітної плити перекриття і сталевих балок забезпечена за допомогою стаб-болтів.

Верхня і нижня арматура укладається у двох напрямках: X і Y.

Під час монтажу перекриття застосовується опалубка з використанням фанерних листів, головних і другорядних балок, стійок.

На рисунку 3.3 представлено схему влаштування перекриття

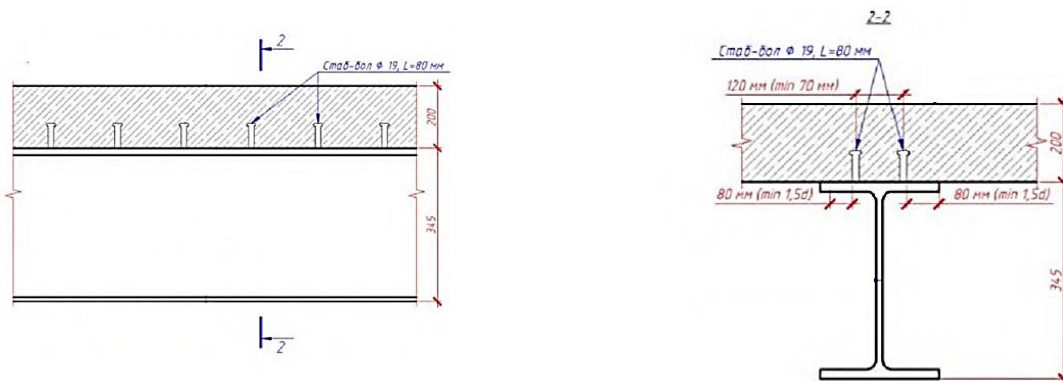


Рисунок 3.3 - Схема влаштування перекриття

Для оцінки техніко-економічних показників цього варіанта необхідно порахувати матеріаломісткість і вартість витрат на влаштування такого перекриття. Обсяги і собівартість матеріалів для цього варіанта подано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Обсяги на влаштування перекриття

№ п/п	Найменування	Од. вим.	Обсяг
1	Двотавр 50ШЗ	т	102,32
2	Стад-болт d19 мм	шт.	250
3	Бетон В40	м ³	161,3

Максимальна висота сталезалізобетонного перекриття (з урахуванням висоти балки найбільшого перерізу) за такого варіанту влаштування становить 695 мм, рисунок 3.3.

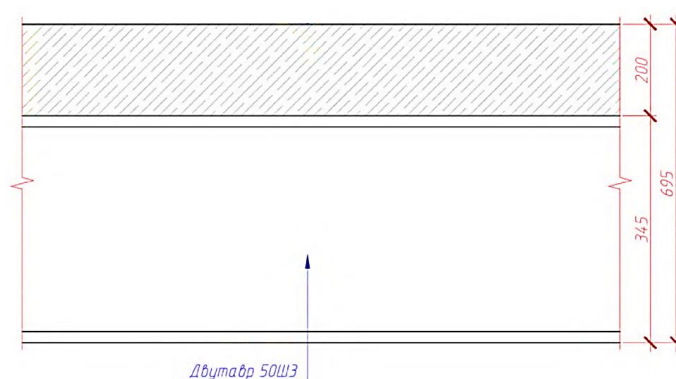


Рисунок 3.3 - Перерізи сталезалізобетонного перекриття

Зазначимо переваги та недоліки цього варіанта перекриття стосовно першого варіанта.

До переваг можна віднести:

- простота укладання арматурних стрижнів. До недоліків належить:
- збільшення металоємності та ваги конструкцій будівлі, а отже, і загальне подорожчання проєкту;
- велика товщина перекриття зменшує висоту приміщень.
- не зручність виставлення опалубки в будівлях зі складною балковою системою.

3.3 Порівняння варіантів

Порівнюємо основні показники двох варіантів. Для зручності та наочності показники для обох варіантів зведено в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 - Порівняльний аналіз техніко-економічних показників

№ п/п	Найменування	Варіант 1	Варіант 2
2	Загальна вага балок перекриття, т	22,75	102,32
3	Загальна висота перекриття, мм	498	695

Як показує порівняльний аналіз варіантів, перший варіант має такі переваги перед другим:

- загальна вартість конструкції перекриття менша на 50,27%;
- загальна вага балок перекриття менша на 77,76%;
- загальна висота перетину перекриття менша на 197 мм.

Обсяг бетонної суміші, необхідної для влаштування першого варіанту перекриття менший, ніж для другого.

Також слід зазначити, що при подальшому аналізі та розрахунку необхідної кількості стрижневої арматури для армування плити перекриття перший варіант також буде економічно вигіднішим. Під час розрахунку необхідного армування в сталезалізобетонному перекритті профільований лист буде враховуватися як зовнішнє армування, що забезпечується завдяки спеціальним рельєфним штампуванням. Цей ефект дасть змогу зменшити необхідні діаметри арматури в плиті, що призведе до зменшення витрат на армування порівняно з другим варіантом.

З огляду на проведений порівняльний аналіз для подальшого проектування приймаємо варіант 1 - сталезалізобетонне перекриття - монолітна плита перекриття 160 мм із використанням незнімної опалубки.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Організація безпечних умов праці на будівельному майданчику

Забезпечення безпечних умов праці на будівельному майданчику є одним із ключових завдань під час реалізації проєкту. Для цього необхідно дотримуватися низки заходів, що відповідають нормам законодавства України. Основні законодавчі та нормативні акти: кодекс законів про працю України (КЗпП) – регламентує основні положення щодо організації праці та охорони праці; закон України "Про охорону праці" – встановлює правові основи реалізації права працівників на безпечні та здорові умови праці; ДСТУ EN ISO 45001:2019 – Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці; ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві" – основний документ, що регламентує вимоги до охорони праці на будівельних майданчиках; Правила безпеки праці у будівництві (НПАОП 45.2-7.02-12).

Відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 [22] під час зведення будівельних об'єктів повинні бути вжиті заходи для запобігання впливу на працівників та населення. Згідно зі ст. 8 Закону «Про охорону праці» на роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням, несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безплатно (за кошти роботодавця) засоби індивідуального захисту відповідно до НПАОП 0.00-4.01, НПАОП 45.2-3.01. У разі залучення до трудового процесу жінок необхідно дотримуватись граничних норм підймання і переміщення важких речей жінками (наказ МОЗ України від 10.12.1993 № 241) і Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок (наказ МОЗ України від 29.12.1993 № 256).

У разі залучення до трудового процесу підлітків необхідно дотримуватись граничних норм підймання і переміщення важких речей неповнолітніми (наказ МОЗ України від 22.03.1996 № 59) і вимог Переліку важких робіт із шкідливими і

небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх (наказ МОЗ України від 31.03.1994 №46).

4.1.2 Перелік заходів і проєктних рішень щодо визначення технічних засобів і методів роботи, які забезпечують виконання нормативних вимог охорони праці

Основними небезпечними виробничими факторами під час виконання робіт є: робота будівельних машин і механізмів, їхня спільна робота; робота на висоті; робота з електроінструментом і поблизу електричних мереж; роботи з транспортування та складування будівельних вантажів; небезпека виникнення пожежі; шкідливі санітарно-гігієнічні чинники (недостатня освітленість, хімічно активні або отруйні речовини). Наказами по організації мають бути призначені особи, відповідальні за забезпечення охорони праці в межах доручених їм діляниць робіт, а також особа, відповідальна за безпечне виконання робіт краном. В організації та на будівельному майданчику має бути організовано проведення перевірок, контролю та оцінки стану охорони та умов безпеки праці на різних рівнях. Територія будівельного майданчика огорожується постійною огорожею, а ділянки виконання робіт - тимчасовими огорожами. Під час виконання робіт на будівельному майданчику виключається присутність сторонніх осіб. Будівельний майданчик обладнується необхідними знаками безпеки та наочною агітацією.

Під час роботи крана необхідно дотримуватися вимог, що стосуються вимог до експлуатації кранів і безпеки виконання вантажно-розвантажувальних робіт. Щоб уникнути доступу сторонніх осіб, небезпечні зони роботи крана повинні бути огорожені сигнальною огорожею. Будівельний майданчик має бути обладнаний комплексом первинних засобів пожежогасіння - пісок, лопати, багри, вогнегасники. Під час робіт наявна система трубопроводів пожежогасіння повинна бути в справному стані.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Законодавча база України

Основу нормативно-правової бази в сфері цивільної оборони, захисту населення і території від наслідків надзвичайних ситуацій складають: Кодекс цивільного захисту України, закони «Про війська цивільної оборони», «Про аварійно-рятувальні служби»; укази Президента України «Про Концепції захисту населення і територій у випадку загрози і виникнення НС» і Положення «Про міністерство України з питань НС і в справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи», постанови Кабінету Міністрів України про затвердження «Положення про цивільну оборону України», «Про єдину державну систему попередження і реагування на НС техногенного і природного характерів», «Положення про керування з питань НС і цивільного захисту населення обласних і міських державних адміністрацій» та інші нормативні акти.

4.2.2 Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на будівельному об'єкті

Оцінка обстановки – порядок визначення ступеню ураженості об'єкта чи території, можливих об'ємів завданих збитків та вплив вторинних факторів на проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (РіНР) в осередку ураження від надзвичайних ситуацій (НС). Вони залежать від конкретних умов виникнення або загрози виникнення надзвичайних ситуацій мирного чи воєнного часу [27].

По часу оцінка обстановки може бути - завчасна, планова, термінова.

В мирний час відповідно до Закону України «Про страховий фонд документації» на всій території України проведений моніторинг наявності потенційно небезпечних об'єктів чи явищ, що можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій. Оцінку обстановки можна попередньо проводити по карті місцевості району, де існує загроза або виникла надзвичайна ситуація. На підставі цих досліджень розроблені плани дій під час загрози або виникнення НС. В яких

грунтовно описані можливі наслідки тої чи іншої надзвичайної ситуації та шляхи її подолання - зменшення жертв, пошкоджень, руйнувань та інше.

Оцінка обстановки визначає: характер і об'єм руйнувань і пошкоджень, нанесені збитки і втрати; види аварійно-рятувальних робіт та можливий їх об'єм; радіаційну, хімічну, інженерну, пожежну та інші обстановки та їх вплив на виконання завдань; найбільш доцільні напрямки висування в введення сил ЦО в вогнище чи на територію ураження; місце розташування, стан і забезпеченість сил ЦО та їх можливості по виконанню завдань; вплив вторинних факторів ураження, погоди, пори року і доби, характер місцевості.

За результатами аналізу оцінки обстановки приймається рішення про ведення РіНР в осередках ураження чи на територія, яка потерпіла від НС.

Рішення на виконання завдань по локалізації та ліквідації наслідків НС включає: на що направлення основні зусилля сил та засобів; порядок ведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередку ураження чи події; організація зв'язку та управління підчас ведення РіНР; порядок взаємодії сил і засобів залучених на проведення робіт; час проведення РіНР.

Форми і методи оцінки обстановки при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій залежать в першу чергу від виду надзвичайної ситуації.

На місце загрози або виникнення НС терміново виїжджає мобільно-оперативна група у складі: спеціалістів з різних галузей. Метою роботи цієї групи на місці НС є: обстеження місця виникнення НС, характеру, об'ємів та пошкоджень НС; надання при необхідності першої медичної допомоги потерпілим; визначення попередніх обсягів втрат (площі території, яка постраждала); готує пропозиції щодо першочергових заходів та обсягів робіт по локалізації та ліквідації (мінімізації) наслідків НС; координує дії служб на місці НС.

Під обстановкою розуміють сукупність наслідків НС, що впливають на нормальну життєдіяльність, виробництво продукції та дії сил при локалізації та ліквідації наслідків НС.

Аналіз пожежної небезпеки і захисту технологічних процесів виробництв

здійснюється поетапно. Він містить у собі вивчення технологій виробництв, оцінку пожежонебезпечних властивостей речовин, виявлення можливих причин виникнення і запобіганню пожеж.

Під пожежною обстановкою розуміють сукупність наслідків впливу вражаючих факторів НС, у результаті яких виникають пожежі, які впливають на життєдіяльність людей.

Для оцінки пожежної обстановки необхідно провести такі заходи: визначити вид, масштаб і характер пожежі; провести аналіз впливу пожежі на стійкість окремих елементів і об'єкту в цілому, а також на життєдіяльність населення; вибрати найбільш доцільні дії пожежних підрозділів та формувань ЦО з локалізації і гасіння пожежі, евакуації при необхідності людей і матеріальних цінностей із зони пожежі.

Основна причина виникнення пожеж – необережне поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки. Крім того, вони можуть виникнути в наслідок природних явищ (грозові розряди, землетруси, виверження вулканів, самозаймання торфу, підпал, вибух).

Межа вогнестійкості, вимірювана в годинах, визначається здатністю несучих конструкцій протистояти вогню без обвалювань, прогинів, тріщин, і отворів, через які проникають продукти горіння.

Вона становить для будинків:

- I ступеня вогнестійкості – понад 2 годин;
- II ступеня до 2 годин;
- III ступеня - 1,5 години;
- IV ступеня - 1 година.

За категоріями вибухонебезпечності будинки поділяють на п'ять категорій: категорії А і Б – вибухопожежонебезпечні, В, Г, Д – пожежонебезпечні.

Пожежа характеризується видом, масштабом або щільністю, розвитком і швидкістю поширення, тепловою радіацією, тривалістю горіння, температурою горіння, зоною задимлення. Види пожеж: окремі, масові, суцільні, вогневий шторм, лісові, степові, торф'яні, тління, горіння в завалах. Розвиток і швидкість

поширення пожеж визначається ступенем вогнестійкості будинку, відстанню між ними, щільністю забудови, метеоумовами і порою року.

Розвиток пожеж незалежно від їх розмірів і місця виникнення відбувається за однією загальною закономірністю і поділяється на три фази:

- I фаза – поширення полум'я від початкового горіння до охоплення великої частини горючих матеріалів. Ця фаза характеризується спочатку порівняно невеликою температурою і швидкістю поширення вогню, тому пожежа може бути ліквідована у перші 15-20 хвилин за короткий час обмеженими засобами. Тривалість фази до 2 годин в залежності від вогнестійкості будинків.;

- II фаза – стає горіння до моменту обвалення конструкцій, тривалість від 1 до 4 годин;

- III фаза – вигорання матеріалів завалених конструкцій при невеликих швидкостях горіння і теплової радіації, тривалість від 2 до 5 годин.

Залежно від масштабів пожеж застосовують то чи іншу тактику ведення боротьби з ним, та залучають відповідні сили і засоби. Це може бути окрема тема для вивчення.

Отже, оцінка обстановки при виникненні надзвичайних ситуацій потребує значних об'ємів знань умінь і навичок, досвіду проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках ураження.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У першому розділі визначено метеорологічні, топографічні та геологічні умови будівельного майданчика, що дозволило визначити основні характеристики території. Обґрунтовано зовнішній та внутрішній вигляд будівлі, акцентуючи увагу на естетичності та відповідності вимогам енергоефективності. Також були обрані архітектурні рішення, які забезпечують функціональність та безпечну експлуатацію будівлі.

У другому розділі виконано розрахунок основних конструктивних елементів будівлі з використанням сучасного програмного забезпечення. Визначено необхідну міцність, жорсткість і стійкість конструкцій, а також оптимізовано армування міжповерхових перекриттів. Проектувались сталезалізобетонні перекриття, зокрема для забезпечення надійності й економічності, враховуючи специфіку навантажень.

В розділі 3 досліджено та порівняно два варіанти конструкцій сталезалізобетонного перекриття. Встановлено, що використання монолітної плити перекриття із застосуванням незнімної опалубки забезпечує меншу матеріалоємність та трудомісткість. Проведено аналіз економічної доцільності та технічної ефективності запропонованих рішень.

В розділі 4 розглянуто питання організації безпечних умов праці на будівельному майданчику.

Результати виконаної роботи свідчать про можливість ефективного застосування запропонованих конструктивних рішень у висотному будівництві. Виконані розрахунки та моделювання дозволяють забезпечити надійність, економічність і відповідність сучасним вимогам енергоефективності та екологічності. Запропоновані рекомендації щодо проектування та вибору матеріалів мають практичну цінність та можуть бути використані при розробці аналогічних проєктів. Це сприятиме зростанню якості будівництва та сталому розвитку урбаністичного середовища.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.
2. ДСТУ Б В.2.6-77:2009 "Захисні споруди цивільного захисту" зі Зміною №1 [Чинний від 10.08.2023]. Вид. офіц. Київ: Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 112 с.
3. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [Чинний від 01.10.2012]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
4. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Зі змінами [Чинний від 07.03.2019]. Вид. офіц. Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1996. 46 с.
5. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Із Зміною № 1 [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 67 с.
6. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 23 с.
7. ДБН В.1.2-14:2018 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд" із Зміною №1 [Чинний від 02.08.2018]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 35 с.
8. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2–2:2006. – [Чинні від 01.01.2007]. – К.: Мінбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2006. – 75 с.
9. ДСТУ Б В.2.6-77:2009 Конструкції будинків і споруд. Двері металеві протипожежні. Загальні технічні умови [Чинний від 01.08.2009]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 16 с.
10. ДБН В.1.17-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва.
11. ДБН В.2.2-9-2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення.

12. ДБН В.2.1-10-2018 "Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення" [Чинний від 02.08.2018]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.
13. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995.
14. ДБН А.2.1–1-2008 Інженерні вишукування для будівництва. Основні положення. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2008.
15. ДБН В.2.6-198:2014 "Сталеві конструкції. Норми проектування"
16. Гудь, Михайло Іванович. "Підбір раціональної схеми розміщення в'язей у днищі плаваючого басейну." Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій “ (2022): 93-94.
17. Ясній, В. П.; Будз, В. І. Пристрої та системи захисту будівель та споруд від дії циклічних навантажень: сучасний стан та перспективи. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій, 2023, 1.36: 105-114.
18. Kovalchuk, Yaroslav, Natalya Shynhera, and Yaroslav Shved. "Formation of input information arrays for computer simulation of welded trusses behavior under thermal force effects." Вісник Тернопільського національного технічного університету 110.2 (2023): 118-124.
19. Shved, Yaroslav. "Strength and deformation analysis of a welded truss under load in fire and emergency temperature conditions." Вісник Тернопільського національного технічного університету 112.4 (2023): 73-81.
20. Швед, Ярослав Леонідович, and Оксана Іванівна Міщук. "Комп'ютерне моделювання поведінки зварних ферм при дії циклічних навантажень." Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “ 1 (2020): 34-34.
21. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення" [Чинний від 30.12.2011]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 112 с.

22. Про охорону праці: Закон України від 14.10.92 р. № 2695-XII. Вид. офіц. Голос України 1992. 24 лист. № 49, ст.669.
23. ДСТУ-П OHSAS 18002: 2006 Системи управління безпекою та гігієною праці. Основні принципи виконання вимог (OHSAS 18002:2000, IDT).
24. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення"
25. ДСТУ 2293–99 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.
26. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 Норми освітлення будівельних майданчиків
27. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови
28. НПАОП 0.00-6.23–92 Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці
29. НПАОП 0.00-4.12–05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.
30. Каспрук В.Б. Методичні вказівки для написання розділу з Охорони праці в будівництві спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» - Тернопіль: ТНТУ, 2024. -15 с.
31. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Навчальний посібник / В.С. Стручок, – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2022. – 150 с.
32. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.
33. Кедик, Т., and Михайло Іванович Гудь. "Моделювання роботи каркасу будівлі складної геометричної форми при сукупній дії експлуатаційних навантажень." *Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій “* (2022): 161-163.