

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Будівельний факультет
Кафедра металевих та дерев'яних конструкцій

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

на тему:

"Кінно-спортивна база з металевим каркасом у м. Бровари Київської обл."

Гордієнко Денис Дмитрович

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Будівельний факультет
Кафедра металевих та дерев'яних конструкцій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

„____” _____ 2024 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

"Кінно-спортивна база з металевим каркасом у м. Бровари Київської обл."

Виконав: Гордієнко Денис Дмитрович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Промислове та цивільне будівництво»

Групи: ПЦБм-23 МДК

Керівник: Склярів І.О.

(прізвище, ініціали,)

Доцент

науковий ступінь, вчене звання

Ідентичність електронного та друкованого екземплярів підтверджую

ЗМІСТ

Вступна частина.....	3
АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ.....	5
Вихідні дані	6
Об'ємно-планувальне рішення	6
Конструктивна система.....	7
Інженерне обладнання.....	12
Протипожежні та охоронні заходи	13
Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.....	14
МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ.....	16
Збір навантажень на покрівлю	17
Снігове навантаження	17
Вітрове навантаження	18
Розрахунок прогонів.....	20
Розрахунок підкосів.....	23
Розрахунок рами	25
Розрахунок лівої стійки.....	29
Перевірка стійкості стійки	32
Розрахунок ригеля	39
Перевірка стійкості	42
Розрахунок правої стійки	45
Перевірка стійкості стійки	48
ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ.....	51
Гідрогеологічні умови ділянки	52
Інженерно-геологічний розріз	53
Фізико-механічні показники ґрунтів	55
Збір навантажень на фундаменти	57
Розрахунок фундаменту ф1	58
Розрахунок осідання ф1	59
Розрахунок фундаменту ф2.....	60
Розрахунок осідання ф2	62
Розрахунок фундаменту ф3.....	63
Розрахунок осідання ф3	65

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		1

ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	67
Порядок виконання робіт.....	68
Вибір комплекту кранів за монтажними характеристиками	69
Схема монтажу металевого каркасу.....	73
Калькуляція витрат праці на монтаж елементів	74
Технологічні розрахунки на виконання монтажу елементів	75
Техніко економічні показники проекту	76
Вхідний контроль, зберігання металопрокату, зварювальних, лакофарбових матеріалів і металовиробів	76
Стропування, підйом, встановлення конструкцій у проектне положення	77
Календарний план	78
Нормативний термін будівництва	79
Розрахунок об'ємів робіт	80
Калькуляція витрат праці.....	82
Технологічні розрахунки	86
Техніко економічні показники.....	89
Заходи з охорони праці та навколишнього середовища	90
Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів	91
Заходи з охорони навколишнього середовища.....	92
НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	93
Збір навантажень	95
Розрахунок колони	96
Розрахунок ригеля	99
Розрахунок колони	101
Розрахунок в'язей.....	104
Вертикальні в'язі	105
ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	106
Вихідні дані для складання зведеного кошторисного розрахунку	107
Локальний кошторис на будівельні роботи	108
Об'єктний кошторис	112
Зведений кошторисний розрахунок	114
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	115

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		2

ВСТУП

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	<i>Лист</i>
<i>Зм</i>	<i>Літ.</i>	<i>№докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		3

Вступ

Магістерська робота присвячена проектуванню кінно-спортивної бази з металевим каркасом у місті Бровари Київської області. Цей об'єкт має важливе значення для розвитку спортивної інфраструктури регіону, популяризації кінного спорту та створення комфортних умов для тренувань, змагань і дозвілля.

Основною метою проекту є розробка сучасного функціонального комплексу, що відповідає вимогам безпеки, енергоефективності та економічності. Для досягнення цієї мети передбачено використання металевого каркасу зі змінним перерізом, що дозволяє оптимізувати витрати матеріалів і забезпечити необхідну жорсткість конструкції.

Проектом враховано місцеві кліматичні та геологічні умови, зокрема, розрахункові температури, вагу снігового покриву, швидкісний напір вітру та нормативну глибину промерзання ґрунту. Ці фактори стали основою для вибору конструктивних рішень, включаючи тип фундаментів, елементи покриття та конструкції зовнішніх стін. Робота також містить науково-дослідну частину, присвячену аналізу навантажень і деформацій, обґрунтуванню вибору оптимальних матеріалів та технологій.

У проекті детально розглянуто технологію монтажу металевих конструкцій, включаючи послідовність монтажу колон, розпірок, балок покриття та в'язей. Особливо приділено увагу заходам безпеки під час виконання робіт, серед яких інструктаж із техніки безпеки, використання засобів індивідуального захисту та дотримання вимог роботи з підйомними механізмами. Значну увагу приділено заходам з охорони праці, протипожежним і екологічним вимогам, що забезпечують безпеку працівників і мінімізують вплив будівництва на навколишнє середовище.

Реалізація цього проекту сприятиме створенню комфортного та функціонального середовища для занять кінним спортом, стане важливим етапом у розвитку регіональної спортивної інфраструктури та дозволить використовувати сучасні технології у будівництві. Такий підхід дозволяє не лише відповідати актуальним стандартам будівництва, але й забезпечити мінімальний вплив на навколишнє середовище через впровадження енергоефективних технологій і екологічно чистих матеріалів.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		4

АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

Консультант / Сергейчук О.В. /

Здобувач / Гордієнко Д.Д. /

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		5

1.1. Вихідні дані.

За проектом передбачається будівництво кінно-спортивної бази з металевим каркасом.

Район будівництва – м. Бровари Київської обл

Зона вологості зовнішнього клімату: помірно волога.

Розрахункова зимова температура повітря:

- найбільш холодної п'ятиденки: -25°C ;
- найбільш холодної доби: -29°C .

Нормативне значення ваги снігового покриву: 1,55 кПа (снігове для 5 зони).

Величина швидкісного напору повітря: 0,40 кПа (вітрове для 1 зони).

Кількість опадів на рік: близько 600-650 мм.

Нормативна глибина промерзання ґрунту: 1,0–1,2 м.

Середня швидкість вітру:

- січень: 2,7 м/с;
- липень: 2,2 м/с.

2.1. Об'ємно-планувальне рішення

Габаритні розміри будівлі в плані складають 111,00м x 96,80м.

Будівля складається із конюшень в осях: Ак-Пк, 1к-21к розміром 113,7м на 60,8м.

та громадської зони в осях: Ам-Им, 1м-23м розміром 111м на 36м.

Комплекс має два поверхи з функціональним розміщенням приміщень.

Перший поверх займають основні функціональні зони для коней і спортсменів, такі як зони верхової їзди, денники і допоміжні приміщення, а також адміністративні приміщення.

Другий поверх в осях: Ам-Им, 1м-4м передбачає розміщення номерів для гостей, конференц-залу та інших зон для персоналу. У плані передбачена зона для глядачів, яка розміщена з виглядом на основні арени для тренувань. На кожному поверсі комплексу, що проектується, передбачені жіночі та чоловічі санвузли для відвідувачів та обслуговуючого персоналу, кімнати для збирального інвентарю, інженерні, підсобні та технічні приміщення.

При розробці фасаду кінно-спортивної бази були враховані архітектурно-художні вимоги. Застосування сучасних матеріалів у оздобленні фасаду та велика площа застосування тонованим склом надає сучасного звучання усій архітектурній композиції.

Умовна висота будівлі – 10м. Висота в адміністративному корпусі першого поверху 3,1м., та другого поверху 3,0м. Відмітка карнизного вузла манежу бм

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		6

3.Конструктивна система

Конструктивні рішення будинку прийняті за умовами уніфікації основних параметрів, навантажень на покрівлю. Несучими конструктивними елементами промислового будинку є: фундаменти, колони, несучі елементи покриття, ферми, зв'язки.

Каркас будівлі виконано по рамно-в'язевій схемі, загальна жорсткість конструкції забезпечується жорсткістю рам у поперечному напрямку, а у поздовжньому напрямку системою вертикальних в'язей по колонам і фермам та горизонтальних в'язей по верхнім поясам ферм разом з жорстким диском.

3.1.Фундаменти

Фундамент під будівлю запроектований пинькового типу для кріплення металевих колон. Для захисту фундаментів від зовнішньої вологи, запроектовано бетонне вимощення шириною 1,5м. Для захисту фундаментів від ґрунтової вологи передбачено вертикальну та горизонтальну гідроізоляцію.

3.2.Металевий каркас будівлі

Металевий каркас будівлі запроектований із змінним перерізом для оптимізації міцності та економії матеріалів. Це означає, що профілі та елементи каркасу мають різний переріз залежно від навантажень, які вони сприймають в різних частинах будівлі.

Особливості металевого каркасу зі змінним перерізом:

1. Основні несучі конструкції виконані зі сталевих колон і балок, які змінюються за перерізом для зменшення маси конструкцій і оптимального розподілу навантажень.

2. Каркас розрахований на значні прольоти манежу, де використовуються більш масивні профілі для витримки навантаження, в той час як у зонах з меншими навантаженнями переріз зменшується.

3. Зменшення перерізу застосовується у верхніх частинах каркасу, де менші навантаження, а більші перерізи — на рівні першого поверху, що відповідає за головне навантаження.

Це дозволяє збільшити жорсткість будівлі та її стійкість при одночасному зниженні витрат на матеріали і забезпеченні енергоефективності.

Рами металевого каркасу розташовані зі змінним кроком (7,000, 5,500, 4,000, 3,500, м), прольотом 3бм.

Колони та ригелі поперечних рам каркасу виконані з прокатних двотаврів змінного перерізу, прогони – з Z подібних профілів. У проекті передбачене шарнірне кріплення поперечних рам каркасу до фундаменту.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Надокум	Підпис	Дат		7

Кріплення балок до колони забезпечено за допомогою анкерних болтів М28. Болтові з'єднання елементів запроектовані на болтах М16, класу міцності 8.8, з обов'язковим клеймом заводу та маркуванням класу міцності. Прийнятий клас точності В. Монтажний стик балок покриття – фланцевий, на високоміцних болтах М20, класу міцності 10.8 за ГОСТ 1759.4-87.

Просторова жорсткість та геометрична незмінність конструкцій покриття забезпечена жорстким блоком, що утворений горизонтальними та вертикальними в'язями. В'язі та розпірки запроектовані з квадратних труб. Розкріплення балок забезпечене прогонами покриття.

Всі заводські з'єднання зварні, монтажні – зварні та болтові. Зварні шви заводських з'єднань виконані напівавтоматичним та автоматичним зварюванням.

Всі металоконструкції обґрунтовані на заводі-виробнику металоконструкцій одним шаром ґрунтовки з попереднім очищенням м/к від окисів (іржі, окалини) та жирових плям.

3.3.Покриття

Несучі елементи покриття балки змінного перерізу та прогоны з Z подібних профілів 100x53/48x2 зі сталі С345

Профіль Z — основний вид профілів для монтажу в якості прогонів покриття для покрівель, завдяки своїй формі може застосовуватися на покрівлі в багатопрілітній схемі. Холоднокатані оцинковані Z-прогоны виготовляються з гарячеоцинкованої листової сталі марки S350 GD товщиною від 1,5 до 3,0 мм. Стандартних довжин немає, максимальна L = 13,6м.

3.4.Покрівля

Запроектована покрівля з покрівельних сендвіч-панелей Inteco MB

Ці панелі відзначаються відмінними теплоізоляційними властивостями, оскільки їх утеплювачем є мінеральна вата товщиною 150мм, яка забезпечує високий рівень опору теплопередачі та низьку теплопровідність.

Установка покрівельних панелей здійснюється внахлест. Кріплення панелей на прогонах виконується самонарізними болтами по гребням і між ними.

По довжині стика на гребні встановлюються комбіновані заклепки кроком 300мм.

В стику між панелями, по прогонам і між обкладками по гребню проклеюється ущільнююча стрічка.

3.5.Перекриття -

Несучі конструкції та перекриття на відмітці +4,500 в осях: Ам-Им, 1м-4м запроектоване залізобетонним. Перекриття виконане товщиною 300мм.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		8

3.6.Зовнішні стіни

Зовнішні стіни кінно-спортивної бази складаються з теплих стінових панелей товщиною 150мм, довжиною на всю висоту будівлі, кріпляться до несучих колон за допомогою прогонів 80×80мм.

Для кріплення панелей до конструкцій будівлі використовують оцинковані самонарізні болти з шайбами і ущільнювачем. Установка стінових панелей здійснюється в шпунт, гребнем вперед в паз раніше встановленої панелі.

По довжині стика з двох сторін обкладки панелей з'єднуються комбінованими заклепками кроком 300мм. Монтаж стінових панелей здійснюється горизонтально пазом вниз, гребнем вверх.

Панелі мають високу ступінь вогнестійкості і відносяться до категорії негорючих. Панелі передбачені проектом мають границю вогнестійкості 55хв..

3.7.Перегородки

Перегородки в приміщеннях кінно-спортивного комплексу запроектовані із газобетонних блоків.

Це сучасний матеріал, який забезпечує кілька важливих переваг: мають малу вагу, що знижує навантаження на фундамент і каркас будівлі. Має високі теплоізоляційні властивості, що покращує енергоефективність приміщень. Завдяки пористій структурі, такі перегородки добре поглинають звукові хвилі, що особливо важливо для комфорту в адміністративних та технічних приміщеннях комплексу. Великий розмір блоків дозволяє швидко зводити стіни, що скорочує терміни будівництва. Газобетон є негорючим матеріалом, що підвищує загальну пожежну стійкість будівлі.

Перегородки ефективно розділяють приміщення на функціональні зони і відповідають сучасним будівельним вимогам.

3.8.Сходи

Виконані з монолітного залізобетону, що робить їх стійкими до значних статичних і динамічних навантажень. Така конструкція гарантує довговічність, низькі експлуатаційні витрати і зменшує ризик тріщин або інших дефектів.

Сходова клітка мають штучне і природне освітлення через віконні отвори.

Для забезпечення безпеки сходи оснащені металевими огородженнями та поручнями, що відповідають сучасним вимогам безпеки і надають естетичного вигляду. Ширина маршу 1200мм.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Надокум	Підпис	Дат		9

3.9.Підлога

Для підлоги в приміщеннях кінно-спортивного комплексу, варто враховувати функціональне призначення кожної зони, щоб забезпечити оптимальні умови для догляду, зносостійкість і комфорт для людей і тварин.

1. Стайні та денники - Бетон з покриттям із гумової плитки.

Забезпечують хорошу амортизацію для коней, знижуючи ризик травмування. Вони також легко чистяться і є зносостійкими.

2. Мийки для коней - Бетон із спеціальним водовідштовхувальним покриттям.

Стійкі до впливу вологи, легко миються та є стійкими до хімічних речовин, що використовуються для чищення. Потрібно передбачити ефективну дренажну систему для швидкого відведення води.

3. Сідлачні та приміщення для зберігання інвентарю - Керамічні плитки.

Легко чистяться, стійкі до зносу та вологи.

4. Адміністративні приміщення (офіси, гардеробні, санвузли) - Ламінат, лінолеум або керамічна плитка.

Ламінат надає естетичний вигляд і комфорт для персоналу. Лінолеум доступний, зносостійкий і легкий у догляді матеріал. Керамічна плитка підходить для санвузлів завдяки вологостійкості.

5. Прохідні зони та коридори - Керамічна плитка.

Керамічна плитка з високим класом зносостійкості забезпечить тривалий термін служби.

6. Зони відпочинку та рекреаційні приміщення - Ковролін.

Ковролін забезпечує комфорт і поглинання звуків у зонах відпочинку.

7. Манеж - пісок з геотекстилем товщиною 10-15 см

Поєднання піску з геотекстилем є одним із найкращих варіантів для облаштування підлоги в манежі кінно-спортивного комплексу. Таке покриття забезпечує високу амортизацію, стійкість до навантажень і комфорт для коней, при цьому зберігаючи оптимальні умови для тренувань.

У всіх приміщеннях, де можливе підвищене зволоження, важливо передбачений нахил підлоги для відведення води. Для стайнь і технічних зон вибрані міцні, вологостійкі покриття, які легко миються і дезінфікуються.

В адміністративних та житлових зонах використані матеріали, орієнтовані на комфорт і естетику.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Недокум	Підпис	Дат		10

3.10. Вікна, двері, ворота

Для природнього освітлення приміщень в зовнішніх стінах передбачено металопластикові вікна з заповненням двокамерним прозорим склопакетом.

Зовнішні розпашні двері - сталеві, утеплені, з порогом, дверні ручки і петлі - нержавіюча сталь. Сталевий лист (відбійник) в нижній частині дверного полотна. Двері повинні відкриватися зсередини приміщення без ключа.

Зовнішні автоматичні розсувні двері з автоматикою NABCO або інший аналогічної якості, з опцією антипаніки. Двері використовуються з безпечним склом -триплексом.

Внутрішні однопільні та двопільні розпашні двері , сталеві, засклені, без порога. Дверні ручки і петлі - нержавіюча сталь. Сталевий лист (відбійник) в нижній частині дверного полотна. Двері повинні відкриватися зсередини приміщення без ключа

Ворота для коней – двостулкові, глухі, сталеві обладнанні автоматичною системою, що утримує стулку воріт в постійно відкритому положенні.

3.11. Зовнішнє оздоблення

Враховуючи особливі вимоги до експлуатаційних характеристик об'єктів такого призначення, було прийнято рішення використовувати сендвіч-панелі компанії **Inteco Construction**. Ці панелі відзначаються відмінними теплоізоляційними властивостями, оскільки їх утеплювачем є мінеральна вата, яка забезпечує високий рівень опору теплопередачі та низьку теплопровідність. Крім того, сендвіч-панелі Inteco відповідають нормам пожежної безпеки, маючи показники вогнестійкості на рівні **REI60**, що є важливим для безпеки як відвідувачів, так і тварин у комплексі.

Внутрішнє оздоблення та обладнання приміщень

Внутрішнє оздоблення приміщень виконується у відповідності с функціональним призначенням приміщень із високоякісних оздоблювальних матеріалів вітчизняного та імпортного виробництва.. Підлога виконується із керамічних плиток с високими коефіцієнтами по міцності та на стирання. В офісній частині застосовується паркет із коштовних порід деревини. Стіни обробляються у залежності від функціонального навантаження приміщень та розумінь естетки інтер'єрних рішень. Усі оздоблювальні матеріали повинні мати сертифікати Входи оздоблюються натуральним гранітом вітчизняного виробництва. Колір оздоблювальних матеріалів приймається згідно з паспортом оздоблювання фасадів.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Недокум	Підпис	Дат		11

4. Інженерне обладнання

4.1. Опалювання

Використовується радіаторне водяне опалювання, джерело тепла - від котельної. З можливістю автоматизації системи (терморегуляторами) для контролю температури.

4.2. Водопостачання

Централізована система з підключенням до міського водопостачання

Системи водопостачання мають забезпечити подачу води до всіх приміщень, зокрема: Санвузли, Мийки для коней, Питні фонтанчики для коней.

4.3. Каналізація

Централізована каналізація, підключена до міської системи

Важливо врахувати проектування дренажних систем для уникнення підтоплення та забезпечення безперебійної роботи.

В будівлі є окремі системи для збирання та відведення стічних вод, а внутрішньодворова каналізація з'єднана із загальною мережею кварталу, це забезпечує ефективну та безпечний забір та відведення стічних вод з будинку, а також запобігає забрудненню довкілля.

4.4. Енергопостачання

Електропостачання будівлі забезпечується від внутрішньодворової електростанції, яка живиться двома кабелями - основним та запасним.

Електрощитові забезпечують захист від зовнішніх впливів та забезпечує безпеку експлуатації. Важливо розрахувати споживану потужність для всіх систем (опалення, освітлення, обладнання) та забезпечити резервне живлення (генератори) на випадок перебоїв в електропостачанні.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Надокум	Підпис	Дат		12

4.5. Протипожежні та охоронні заходи

Протипожежні та охоронні заходи в кінно-спортивному комплексі є важливими складовими для забезпечення безпеки тварин, людей та матеріальних цінностей. Дотримання цих заходів дозволяє знизити ризики виникнення надзвичайних ситуацій і забезпечити безпечне середовище для всіх користувачів комплексу.

Встановлення автоматичних систем пожежогасіння (спринклерів) у всіх приміщеннях, особливо в зонах, де зберігаються корми, сіно та інші легкозаймисті матеріали. Обладнання будівлі системою пожежної сигналізації, що включає димові датчики та датчики температури. Розробка чітких планів евакуації, розміщених у видимих місцях, з вказівкою основних виходів, сходів і безпечних зон для збору людей. Проведення регулярних навчань з евакуації для персоналу та відвідувачів.

4.6. Охоронні заходи

1. Системи контролю доступу:

Встановлення електронних замків, які обмежують доступ до чутливих зон, таких як стайні та кімнати для зберігання обладнання. Використання карток для авторизації входу в приміщення.

2. Відеоспостереження:

Установка камер спостереження на території комплексу, включаючи входи, виходи та зони, де зберігаються коні та обладнання. Використання системи моніторингу в реальному часі, що дозволяє швидко реагувати на надзвичайні ситуації.

Дотримання протипожежних і охоронних заходів у кінно-спортивному комплексі є невід'ємною частиною забезпечення безпеки. Це не тільки зменшує ризики виникнення надзвичайних ситуацій, а й підвищує загальний рівень комфорту для всіх користувачів комплексу. Системи моніторингу, контроль доступу, регулярні тренування та чіткі плани дій допомагають підтримувати високий рівень безпеки на території комплексу, що є важливим аспектом його функціонування.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

4.1. Теплотехнічний розрахунок

Стінове огороження

Місто будівництва – м. Бровари, Київської області

Розрахунки виконані за ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель

Розрахункові параметри повітря:

за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 “Будівельна кліматологія”

Теплий період - параметр А - температура повітря +28 °С, швидкість вітру 2,2 м/с;

Холодний період – параметр Б - температура повітря -29 °С, швидкість вітру 2,7 м/с.

зона вологості території будівництва - суха;

режим експлуатації приміщень будівлі в зимовий період року відноситься до нормального.

Стіна законструйована з сандвіч панелей з мінераловатним наповнювачем : $\gamma=150\text{кг/м}^3$, $\lambda=0,039\text{ Вт/м}\times\text{К}$, $\delta=0,12\text{ м}$.

5.4 Товщину теплоізоляційного шару в непрозорій огорожувальній конструкції визначають за виконанням вимоги (4) ДБН В.2.6-31 [2]:

$$R_{\Sigma\text{пр,к}} \geq R_{\text{qmin}}, \quad (3)$$

де $R_{\Sigma\text{пр,к}}$ — приведений опір теплопередачі непрозорій огорожувальній конструкції чи непрозорій частини огорожувальній конструкції, що розраховують відповідно до 5.6 цього стандарту, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначають опір теплопередачі згідно з формулою (2);

R_{qmin} — мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі непрозорій огорожувальній конструкції чи непрозорій частини огорожувальній конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що встановлюють згідно з ДБН В.2.6-31 [2]. Мінімально допустимий опір теплопередачі внутрішніх огорожувальних конструкцій, що розділяють приміщення з розрахунковими температурами повітря, які відрізняються більше ніж на 4 °С, визначають відповідно до алгоритму, наведеному в додатку Е.

ДСТУ 9191:2022

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{\text{si}}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{\text{se}}} = \frac{1}{h_{\text{si}}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{\text{ip}}} + \frac{1}{h_{\text{se}}}, \quad (2)$$

де h_{si} , h_{se} — коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальній конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, які приймають згідно з додатком Б;

R_i — тепловий опір i -го шару конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Для замкнених повітряних прошарків значення теплового опору визначають за даними, наведеними у додатку В;

d_i — товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} — теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність), $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, приймають згідно з додатком А;

$i \dots l$ — кількість шарів огорожувальній конструкції.

Ψ_m — лінійний коефіцієнт теплопередачі m -го лінійного теплопровідного включення (враховують теплопровідні включення, визначені за примітками 1 та 2 підрозділу 5.5), $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

l_m — лінійний розмір (проекція) m -го лінійного теплопровідного включення, м;

χ_j — точковий коефіцієнт теплопередачі j -го точкового теплопровідного включення, Вт/К , розраховують за тримірним температурним полем або приймають згідно з додатком Д;

N_j — загальна кількість j -их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огорожувальній конструкції без урахування площ внутрішніх укосів прорізів, шт.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнти теплообміну:

де h_{si} - коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для стін, підлоги, перекриття – 8,7 Вт/(м² × К);

h_{se} - коефіцієнт теплопередачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції для стін, підлоги, перекриття – 23 Вт/(м² × К).

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}},$$

$$\frac{1}{23} + \frac{0,12}{0,039} + \frac{1}{8,7} = 0,043 + 3,08 + 0,115 = 3,24 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

що більше мінімально допустимого значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будинків:

$$R_o = 3,24 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт} > R_{q \text{ min}} = 2,2 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}.$$

Таблиця 2 – Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції будівель промислового та сільськогосподарського призначення $R_{q \text{ min}}$

Вид огорожувальної конструкції та тепловологісний режим експлуатації будівлі	Значення $R_{q \text{ min}}$, м ² ·К/Вт, для температурної зони	
	I	II
Зовнішні непрозорі стіни будівель: - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1,70	1,50
$D \leq 1,5$	2,20	2,00
- з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1,80	1,60
$D \leq 1,5$	2,40	2,20
- з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м ³)	0,55	0,45
Покриття та перекриття неопалюваних горіщ будівель: - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1,70	1,60
$D \leq 1,5$	2,20	2,10
- з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1,70	1,60
$D \leq 1,5$	1,90	1,80

Запроектована стіна відповідає нормативним вимогам.

Розрахунок покриття

Покрівля законструйована з сандвіч панелей з мінераловатним наповнювачем :

$$\gamma = 150 \text{ кг/м}^3, \lambda = 0,039 \text{ Вт/м} \times \text{К}, \delta = 0,15 \text{ м}.$$

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}},$$

$$\frac{1}{23} + \frac{0,15}{0,039} + \frac{1}{8,7} = 0,043 + 3,846 + 0,115 = 4,004 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

що більше мінімально допустимого значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будинків:

$$R_o = 4,004 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт} > R_{q \text{ min}} = 2,2 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}.$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№ докум	Підпис	Дат		15

**КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ:
МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ**

Консультант /Склярів І.О./

Здобувач /Гордієнко Д.Д./

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		16

ЗБІР НАВАНТАЖЕНЬ

Розрахунок виконується на дію власної ваги огорожуючих конструкцій, навантажень від покриття, ваги снігового покриву, вітрового навантаження, власної ваги елементів каркаса.

Визначення навантажень виконано відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи».

Снігове навантаження

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття обчислюємо згідно з п.8.2 ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» за формулою:

$$S_e = \gamma_{fm} S_0 C.$$

γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження

$\gamma_{fm} = 1,04$ – для терміну експлуатації 60 років.

γ_{fe} – коефіцієнт надійності за експлуатаційним значенням снігового навантаження $\gamma_{fe} = 0,49$

S_0 – характеристичне значення снігового навантаження

Для V району снігове навантаження: $S_0 = 1550$ Па

Коефіцієнт C

$$C = \mu C_e C_{alt}$$

μ приймаємо як для будинків з двосхилим покриттям при куті нахилу $< 10^\circ$ відповідно до додатку «Ж» ДБН В.1.2-2:2006 $\mu = 1$

C_{alt} - коеф., що враховує висоту споруди над рівнем моря.

Для даного району будівництва можемо прийняти цей коеф. рівним 1.

C_e - коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі.

Для даного об'єкта приймаємо

$$C_e = 1$$

$$C = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$S_m = 1,04 \cdot 1600 \text{ Па} \cdot 1 = 1664 \text{ Па} = 1,612 \text{ кН/м}^2;$$

$$S_e = 1,04 \cdot 1600 \text{ Па} \cdot 0,49 = 815,36 \text{ Па} = 0,815 \text{ кН/м}^2;$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		17

Вітрове навантаження

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою:

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C.$$

Експлуатаційне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою:

$$W_e = \gamma_{fe} W_0 C.$$

Коефіцієнт C визначається за формулою

$$C = C_{aer} C_h C_{alt} C_{rel} C_{dir} C_d$$

де	C_{aer}	—	аеродинамічний коефіцієнт
	C_h	—	коефіцієнт висоти споруди
	C_{alt}	—	коефіцієнт географічної висоти = 1
	C_{rel}	—	коефіцієнт рельєфу = 1
	C_{dir}	—	коефіцієнт напрямку = 1
	C_d	—	коефіцієнт динамічності = 1

Період повторюваності за ДБН приймаємо 60 років, $\gamma_{fm} = 1,04$.

Характеристичне значення вітрового навантаження: $W_0 = 400$ Па

$C_h = 0,9$ для висоти до 5 метрів

$C_h = 1,2$ для висоти до 10 метрів

(відповідно до змін до ДБН В.1.2-2:2006 №1 від 1-го жовтня 2007р.).

$C_{aer} = +0,8$ для активного тиску

$C_{aer} = -0,6$ для пасивного тиску

Таким чином:

$W_{ma5} = 1.04 \cdot 0.40 \text{ кН/м}^2 \cdot (0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1) = 0,30 \text{ кН/м}^2$ активний до 5 метрів

$W_{ma10} = 1.04 \cdot 0.40 \text{ кН/м}^2 \cdot (0,8 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1) = 0,40 \text{ кН/м}^2$ активний до 10 метрів

$W_{mp5} = 1.04 \cdot 0.40 \text{ кН/м}^2 \cdot (-0,6 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1) = -0,22 \text{ кН/м}^2$ пасивний до 5 метрів

$W_{mp10} = 1.04 \cdot 0.40 \text{ кН/м}^2 \cdot (-0,6 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1) = -0,30 \text{ кН/м}^2$ пасивний до 10 метрів

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		18

Навантаження на покриття

№п/п	Навантаження	Характеристичне значення навантаження (кН/м ²)	Коеф. надійності γ_f	Експлуатаційне значення (кН/м ²)	Коеф. надійності γ_{fn}	Граничне розрахункове значення (кН/м ²)
Постійне навантаження						
1	Покрівельна сендвіч-панель t=150	0,273	1,0	0,273	1,3	0,355
	Разом постійне навантаження			$g_e=0,273$		$g_m=0,355$
Тимчасове навантаження						
2	Технологічне навантаження на покриття	0,4	1,0	$P_e=0,4$	1,2	$P_m=0,48$

Сендвіч-панель покрівельна Inteco MB

НАПОВНЮВАЧ: МІНЕРАЛЬНА ВАТА

Загальні характеристики панелей										
Товщина панелі з мінераловатним утеплювачем, мм	65	80	100	120	140	150	180	200	250	
Мінімальна довжина панелі, м	2									
Максимальна довжина панелі, м	12									
Покрівельна сендвіч-панель. Утеплювач мінеральна вата, метал 0,5 мм										
Товщина панелі, мм	65	80	100	120	140	150	180	200	250	
Вага, кг/м ² При щільності утеплювача 117 кг/м ³	17,6	19,3	21,6	23,9	26,2	27,3	30,7	33,0	48,7	
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м ² *К	0,041									
Розрахункове значення опору теплопередачі R, м ² *К/Вт	-	2,21	2,72	2,76	-	4,0	-	5,26	6,57	
Показник вогнестійкості	-	-	REI60	REI60	-	REI60	-	REI60	REI60	

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		19

Розрахунок прогонів

Прогони проєктуємо з гнутих оцинкованих z-профілів з улаштуванням додаткових підкосів з кутиків до нижнього поясу рами.

Крок прогонів $a=2\text{м}$.

Крок рам $L=5,5\text{м}$

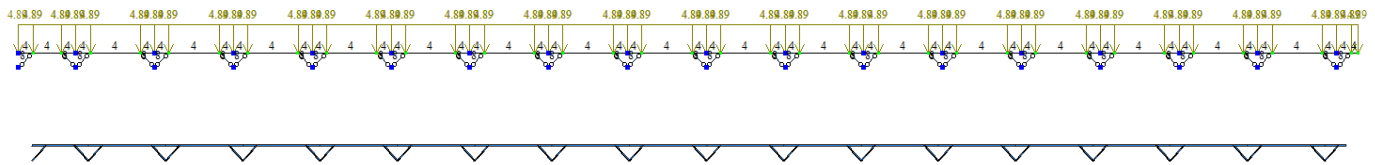
Граничне розрахункове значення навантаження на прогони:

$$q_m = (g_m + P_m + S_m) \cdot a = (0,355 + 0,48 + 1,612) \cdot 2 = 4,894 \text{ кН/м};$$

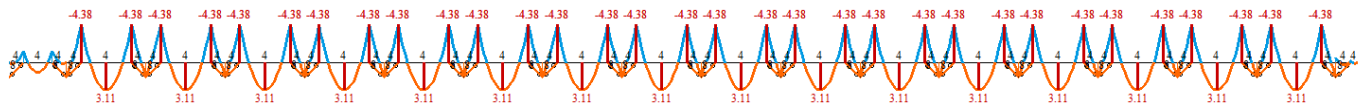
Експлуатаційне розрахункове значення навантаження на прогони:

$$q_e = (g_e + P_e + S_e) \cdot a = (0,273 + 0,4 + 0,815) \cdot 2 = 2,976 \text{ кН/м};$$

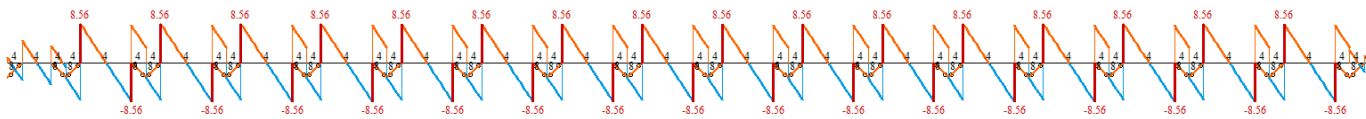
Схема прикладання навантажень на прогони



Значення згинальних моментів у прогонах



Значення поперечних зусиль у прогонах



Макимальне значення згинального моменту:

$$M_y = 4,38 \text{ кНм}$$

Макимальне значення поперечного зусилля:

$$Q_z = 8,56 \text{ кН}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Недокум	Підпис	Дат		20

Необхідний момент опору перерізу з умови забезпечення міцності на згин:

$$W_{n.min} = \frac{M\gamma_n}{R_y\gamma_c} = \frac{4,38 \cdot 10^2 \cdot 0,975}{33,5 \cdot 0,95} = 13,41 \text{ см}^3$$

Будівля класу СС1 згідно завдання, прогони покриття відносяться до конструкцій категорії Б.

Клас наслідків (відповідальності)	Категорія відповідальності конструкції	Значення γ_n , які використовуються в розрахункових ситуаціях				
		усталених		перехідних		аварійних
		перша група граничних станів	друга група граничних станів	перша група граничних станів	друга група граничних станів	перша група граничних станів
СС3	А	1,250	1,000	1,050	0,975	1,050
	Б	1,200		1,000		
	В	1,150		0,950		
СС2	А	1,100	0,975	0,975	0,950	0,975
	Б	1,050		0,950		
	В	1,000		0,925		
СС1	А	1,000	0,950	0,950	0,925	0,950
	Б	0,975		0,925		
	В	0,950		0,900		

Примітка 1. Якщо у нормах проектування певних типів будівель або споруд не наведено конкретних рекомендацій щодо розподілу конструкцій за категоріями відповідальності відповідно до класів наслідків (відповідальності), слід їх відносити до категорії Б.

Примітка 2. Для об'єктів нового будівництва, що споруджуються в охоронній зоні пам'яток культурної спадщини національного та місцевого значення, які за всіма характеристиками можливих наслідків їх відмови відносяться до класу наслідків (відповідальності) СС1, коефіцієнт надійності γ_n , що передбачений для вищих класів наслідків, не застосовується.

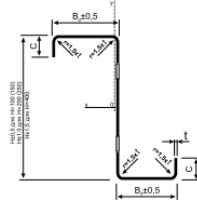
ДБН В.2.6-198:2014

Продовження таблиці Г.2

Клас міцності прокату сталі	Товщина прокату ¹⁾ , мм	Характеристичний опір ²⁾ , Н/мм ² , прокату				Розрахунковий опір ³⁾ , Н/мм ² , прокату			
		листового, широкосмугового універсального		фасонного		листового, широкосмугового універсального		фасонного	
		R_{yn}	R_{un}	R_{yn}	R_{un}	R_y	R_u	R_y	R_u
С275	від 2 до 10	275	380	275	390	270	370	270	380
	понад 10 до 20	265	370	275	380	260	360	270	370
С285	від 2 до 3,9	285	390	–	–	280	380	–	–
	від 4 до 10	275	390	285	400	270	380	280	390
	понад 10 до 20	265	380	275	390	260	370	270	380
С295	до 100	295	430	295	430	285	420	285	420
С325	понад 10 до 20	325	470	325	470	315	460	315	460
	понад 20 до 40	305	460	305	460	300	450	300	450
	понад 40 до 60	285	450	–	–	280	440	–	–
	понад 60 до 80	275	440	–	–	270	430	–	–
	понад 80 до 100	265	430	–	–	260	420	–	–
С345	від 2 до 10	345	490	345	490	335	480	335	480
	понад 10 до 20	325	470	325	470	315	460	315	460
	понад 20 до 40	305	460	305	460	300	450	300	450

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Недокум	Підпис	Дат		21

Статичні характеристики Z-профилів



Тип профілю	Висота Н, мм	Ширина верхньої полиці В _с , мм	Ширина нижньої полиці В _н , мм	Відгин С, мм	Ном. товщина L _н , мм	Вага шп, кг	Мін. довжина L _{мін} , мм	Макс. довжина L _{макс} , мм	Площа перерізу А _ш , см ²	Площа при сталевій А _{ст} , см ²	Координати ц.т. перерізу брута, мм		Координати ц.т. перерізу при сталевій, мм		Координати центру ваги перерізу брута, мм		Момент інерції I _x , см ⁴	Момент інерції I _y , см ⁴	Момент опору W _x , см ³	Момент інерції I _х с _х , см ⁴	Момент опору W _х с _х , см ³	Момент інерції I _х с _х с _х , см ⁴	Момент опору W _х с _х с _х , см ³	Момент інерції I _х с _х с _х с _х , см ⁴	Момент опору W _х с _х с _х с _х , см ³	Момент інерції I _х с _х с _х с _х с _х , см ⁴	Момент опору W _х с _х с _х с _х с _х , см ³	Сектор. момент інерції I _х с _х с _х с _х с _х , см ⁴	Радіус інерції I _х с _х с _х с _х с _х , см	Радіус інерції I _х с _х с _х с _х с _х , см	Примітки
											Y _с	Z _с	Y _{ст}	Z _{ст}	Y _в	Z _в															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
Z	100	53	48	19	1,50	2,64	1400	13600	3,32	2,57	50,36	51,39	50,13	51,62	3,27	7,69	21,48	52,67	10,30	64,47	9,73	64,87	9,56	0,023	348,27	3,99	2,54	29,72			
Z	100	53	48	19	2,00	3,52	1400	13600	4,37	3,84	50,11	51,41	49,96	51,53	3,28	7,85	27,33	67,97	13,29	85,48	12,86	85,47	12,87	0,0546	437,05	3,95	2,50	29,48			
Z	100	53	48	19	2,50	4,40	1400	13600	5,37	5,1	49,85	51,43	49,8	51,47	3,29	8,03	32,59	82,21	16,07	102,78	15,65	102,78	15,65	0,1058	508,93	3,91	2,46	29,24			
Z	100	53	48	19	3,00	5,28	1400	13600	6,35	6,18	49,6	51,46	49,6	51,46	3,3	8,22	37,26	95,38	18,84	118,32	18,21	118,32	18,21	0,1806	565,32	3,88	2,42	28,99			
Z	150	53	48	19	1,50	3,24	1400	13600	4,07	2,56	50,7	76,77	50,21	77,49	2,99	11,8	21,64	136,34	17,82	140,95	16,5	140,97	15,93	0,0282	844,39	5,78	2,30	17,6			
Z	150	53	48	19	2,00	4,32	1400	13600	5,37	3,91	50,46	76,8	50,06	77,32	3	12,03	27,61	177,16	23,15	187,75	21,89	189,52	21,77	0,0872	1063,2	5,75	2,27	17,39			
Z	150	53	48	19	2,50	5,40	1400	13600	6,62	5,39	50,21	76,82	49,91	77,19	3	12,28	33,00	215,73	26,19	230,24	26,83	230,24	26,83	0,1306	1246,76	5,71	2,23	17,17			
Z	150	53	48	19	3,00	6,48	1400	13600	7,85	6,83	49,96	76,85	49,78	77,08	3	12,56	37,84	252,09	32,93	267,5	31,35	267,5	31,35	0,2238	1395,82	5,67	2,20	16,95			
Z	200	53	48	18	1,50	3,84	1400	13600	4,82	2,54	50,94	102,04	50,26	103,35	2,74	15,85	21,75	289,44	26,54	255,33	22,84	253,51	21,84	0,0334	1585,91	7,48	2,12	11,86			
Z	200	53	48	18	2,00	5,12	1400	13600	6,36	3,92	50,7	102,06	50,12	103,1	2,74	16,16	27,79	351,51	34,62	354,6	32,93	355,27	32,41	0,0797	2002,71	7,44	2,09	11,88			
Z	200	53	48	24	1,50	4,97	1400	13600	6,01	2,5	51,2	142,32	50,33	144,77	2,41	22,29	21,87	610,82	43,15	623,01	32,76	616,56	31,3	0,0417	3302,05	10,08	1,91	7,33			
Z	280	53	48	24	2,00	6,62	1400	13600	7,95	3,9	50,95	142,35	50,19	144,34	2,41	22,72	26,00	800,30	56,53	741,54	49,08	734,88	46,97	0,0998	4178,18	10,04	1,88	7,2			

Приймаємо прогони **z 1ш 100x53/48x2,5** зі сталі С345.

Виконуємо перевірку міцності прогону за умовою 9.1 ДБН В.2.6-198:2014

– при дії згинального моменту M в одній з головних площин

$$\frac{M \gamma_n}{W_{n, \min} R_y \gamma_c} \leq 1; \quad (9.1)$$

– при дії поперечної сили Q , що спрямована паралельно серединній площині стінки

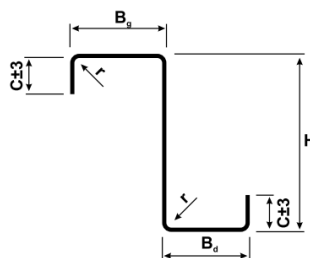
$$\frac{Q S_x \gamma_n}{I_x t_w R_s \gamma_c} \leq 1; \quad (9.2)$$

$$\frac{4,38 \cdot 10^2 \cdot 0,975}{15,65 \cdot 33,5 \cdot 0,95} = 0,85 \leq 1$$

Виконуємо перевірку міцності прогону за умовою 9.2 ДБН В.2.6-198:2014

$$\frac{8,56 \cdot 0,975}{82,12 \cdot 0,25 \cdot 33,5 \cdot 0,95} = 0,12 \leq 1$$

Умова міцності прогону забезпечена.



Z	Товщина, мм	Вага, кг/мп	H, мм	B _d , мм	B _g , мм	C, мм
100	1,50	2,64	100	48	53	19
100	2,00	3,52	100	48	53	19
100	2,50	4,40	100	48	55	19
100	3,00	5,28	100	48	55	19

Зм	Літ.	Недокум	Підпис	Дат

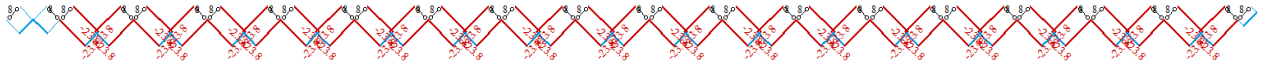
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

22

Виконуємо перевірку несучої здатності підкосів

Значення поздовжніх стискаючих зусиль у підкосах



Максимальне значення поздовжнього зусилля:

$$N=23,8 \text{ кН}$$

Геометрична довжина підкосу 1,4 м.

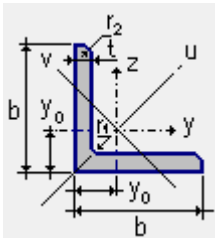
Попередньо задаємось значенням $\varphi=0,3$ і визначаємо необхідну площу перерізу підкосу

$$A = \frac{N\gamma_n}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{23,8 \cdot 0,975}{0,3 \cdot 24 \cdot 0,9} = 3,58 \text{ см}^2$$

Обираємо **L50x50x4**

$$A=3,89 \text{ см}^2$$

$$i_{\min} = i_v = 0,99 \text{ см}$$



4,5	45	3	5,0	1,7	2,65	2,08	5,13	1,56	1,39	8,13	1,75	2,12	1,24	0,89	9,01	3,00	1,21
		4			3,48	2,73	6,63	2,04	1,38	10,52	1,74	2,74	1,54	0,89	12,25	3,89	1,26
		5			4,29	3,37	8,03	2,51	1,37	12,74	1,72	3,33	1,81	0,88	15,28	4,71	1,30
		6			5,08	3,99	9,35	2,95	1,36	14,80	1,71	3,90	2,06	0,88	18,47	5,45	1,34
5	50	3	5,5	1,8	2,96	2,32	7,11	1,94	1,55	11,27	1,95	2,95	1,57	1,00	12,35	4,16	1,33
		4			3,89	3,05	9,21	2,54	1,54	14,63	1,94	3,80	1,95	0,99	16,62	5,42	1,38
		5			4,80	3,77	11,20	3,13	1,53	17,77	1,92	4,63	2,30	0,98	20,88	6,57	1,42
		6			5,69	4,47	13,07	3,69	1,52	20,72	1,91	5,43	2,63	0,98	25,20	7,65	1,46
		7			6,56	5,15	14,84	4,23	1,50	23,47	1,89	6,21	2,93	0,97	29,60	8,63	1,50
		8			7,41	5,82	16,51	4,76	1,49	26,03	1,87	6,98	3,22	0,97	33,86	9,52	1,53
5,6	56	4	6,0	2,0	4,38	3,44	13,10	3,21	1,73	20,79	2,18	5,41	2,52	1,11	23,22	7,69	1,52
		5			5,41	4,25	15,97	3,96	1,72	25,36	2,16	6,59	2,97	1,10	29,31	9,41	1,57

Умовна гнучкість стержня:

$$\bar{\lambda} = \frac{l_{ef}}{i_x} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{170 \cdot 1,0}{0,99} \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 5,86$$

$$\varphi=0,220$$

Виконуємо перевірку стійкості підкосу за умовою 8.3 ДБН В.2.6-198:2014

$$\frac{23,8 \cdot 0,975}{0,22 \cdot 3,89 \cdot 24 \cdot 0,95} = 1,18 \leq 1$$

Стійкість підкосу не забезпечена.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Недокум	Підпис	Дат		23

Повторюємо підбір

$$A = \frac{N\gamma_n}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{23,8 \cdot 0,975}{0,22 \cdot 24 \cdot 0,9} = 4,88 \text{ см}^2$$

Обираємо **L56x56x5**

$$A = 5,41 \text{ см}^2$$

$$i_{\min} = i_v = 1,10 \text{ см}$$

Умовна гнучкість стержня:

$$\bar{\lambda} = \frac{l_{ef}}{i_x} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{170 \cdot 1,0}{1,10} \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 5,2$$

$$\varphi = 0,281$$

Виконуємо перевірку стійкості підкосу за умовою 8.3 ДБН В.2.6-198:2014

$$\frac{23,8 \cdot 0,975}{0,281 \cdot 5,41 \cdot 24 \cdot 0,95} = 0,66 \leq 1$$

Стійкість підкосу забезпечена.

ДБН В.2.6-198:2014

ДОДАТОК Ж
(обов'язковий)

**КОЕФІЦІЄНТИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ НА СТІЙКІСТЬ ЦЕНТРАЛЬНО-
І ПОЗАЦЕНТРОВО-СТИСНУТИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

Таблиця Ж.1 – Коефіцієнти стійкості при центральному стиску

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

Примітка. Наведені у таблиці значення коефіцієнта φ збільшені в 1000 разів.

Зм.	Лист	в докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

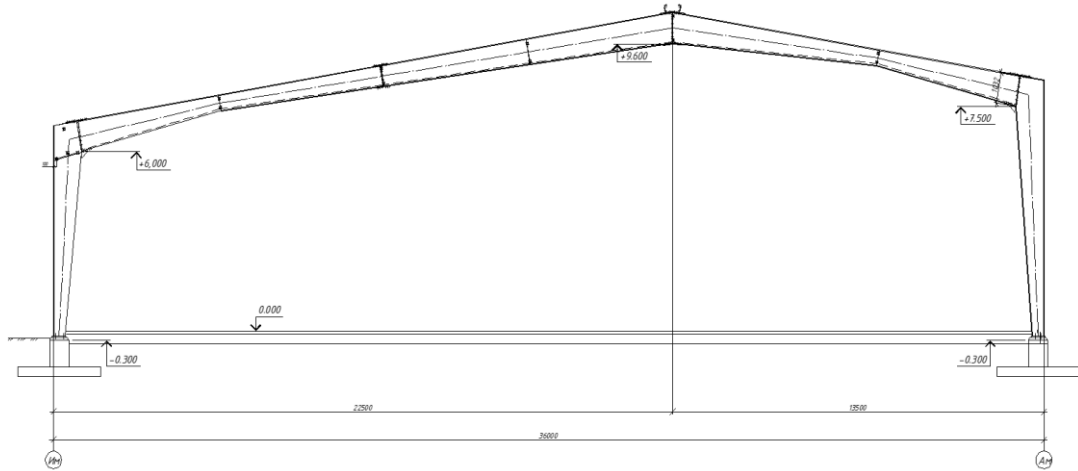
24

Розрахунок рами

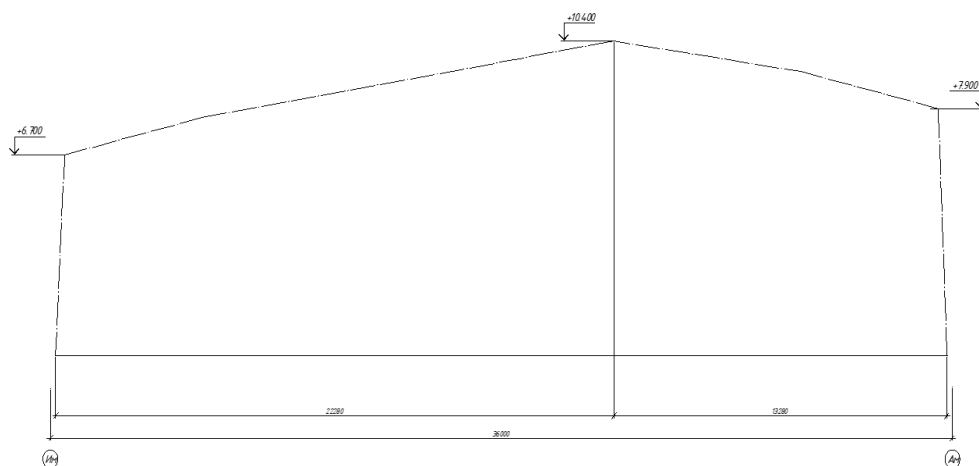
Проліт рами (L) 36 м, висота лівої стійки 6,7м, правої стійки 7,9м, крок прогонів 2м
кут нахилу ригеля складає 10°, висота рами в гребеневому вузлі 10,4м.

Крок рам $V=5,5$ м.

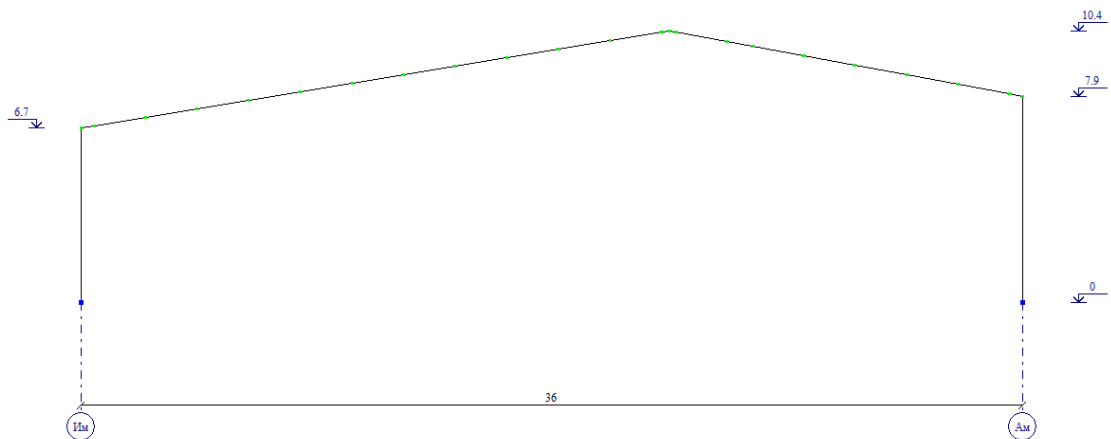
Розріз елементів рами



Положення центральних осей рами



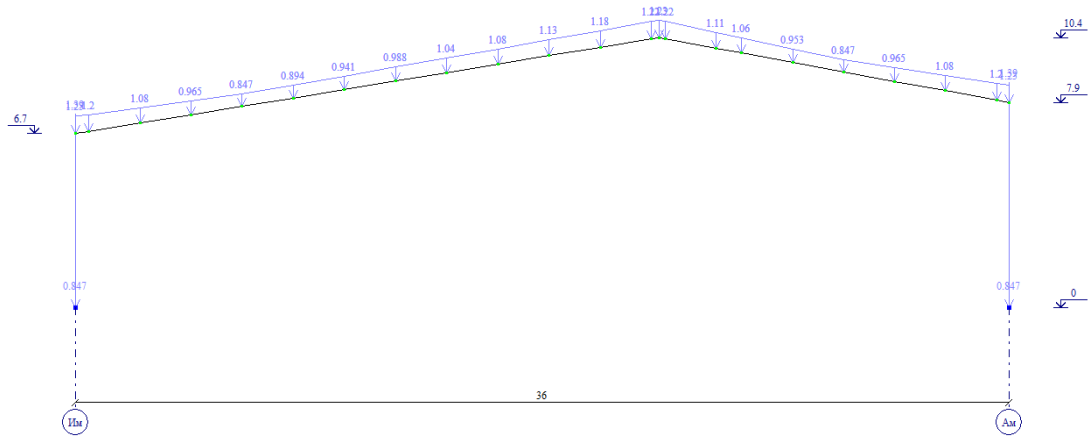
Створення схеми в Ліра



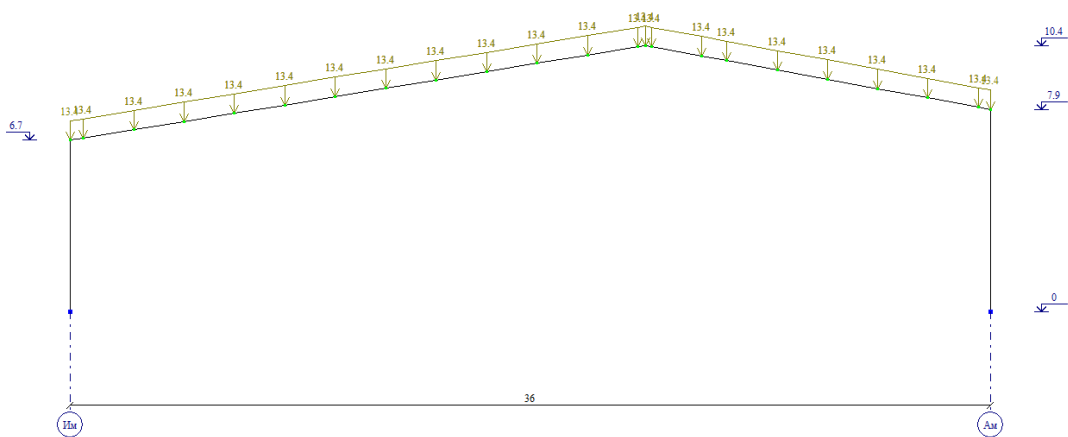
					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Схеми прикладання навантажень на раму

Власна вага



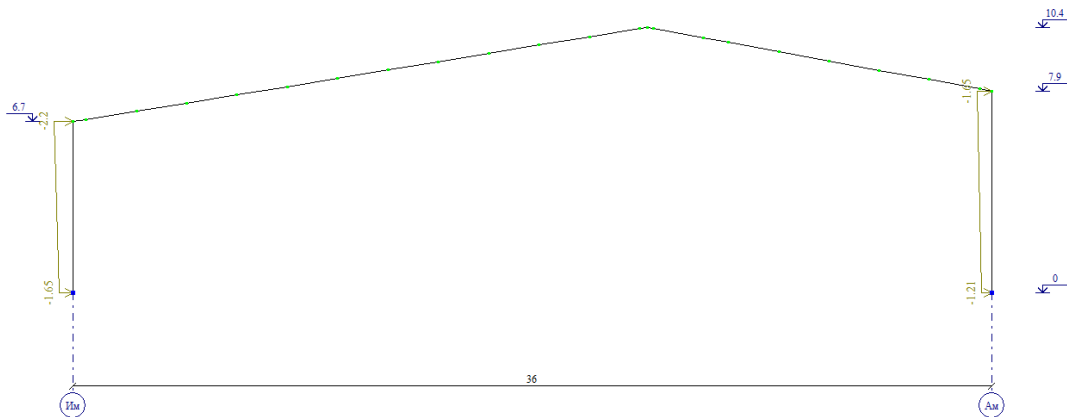
Снігове навантаження



Граничне розрахункове значення вертикального навантаження на ригель покриття:

$$q_m = (g_m + P_m + S_m) \cdot a = (0,355 + 0,48 + 1,612) \cdot 5,5 = 13,45 \text{ кН/м};$$

Вітрове навантаження



					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		26

Граничне розрахункове значення горизонтального вітрового навантаження на колони каркасу:

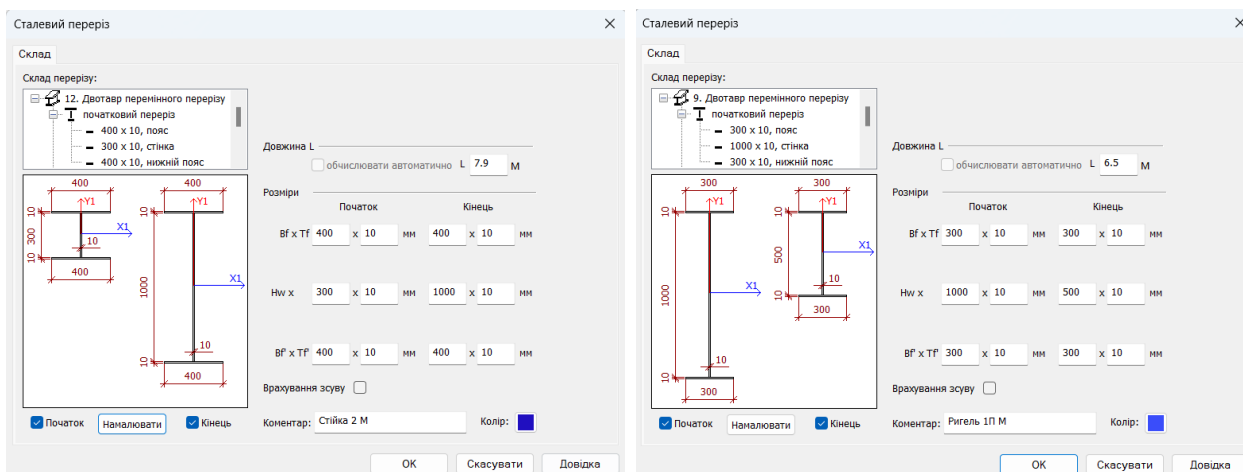
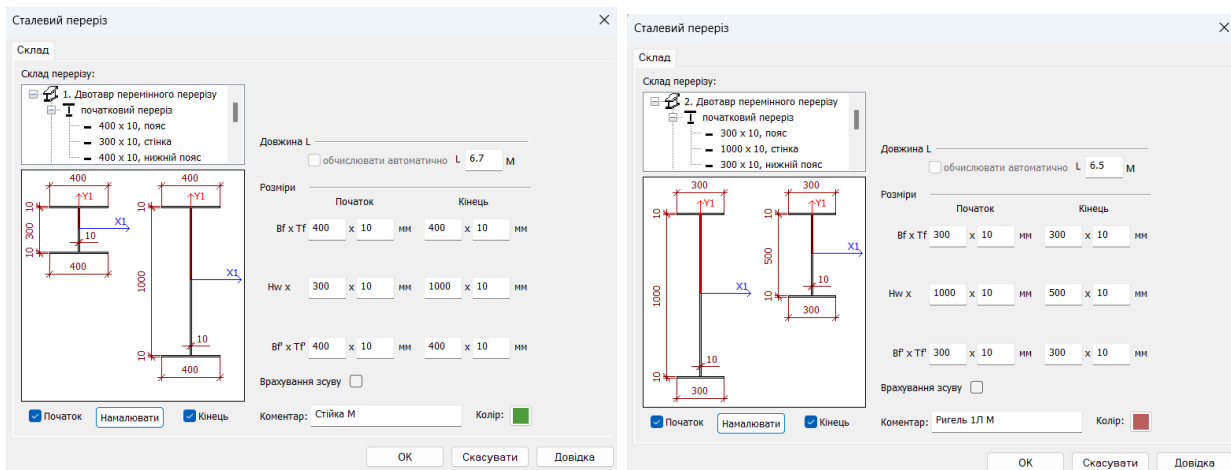
$$q_{ma5} = W_{ma5} \cdot B = 0,30 \cdot 5,5 = 1,65 \text{ кН/м (активне до 5 метрів)}$$

$$q_{ma10} = W_{ma10} \cdot B = 0,40 \cdot 5,5 = 2,2 \text{ кН/м (активне до 10 метрів)}$$

$$q_{mp5} = W_{mp5} \cdot B = -0,22 \cdot 5,5 = -1,21 \text{ кН/м (пасивне до 5 метрів)}$$

$$q_{mp10} = W_{mp10} \cdot B = -0,30 \cdot 5,5 = -1,65 \text{ кН/м (пасивне до 10 метрів)}$$

Жорсткості елементів рами (попередньо)

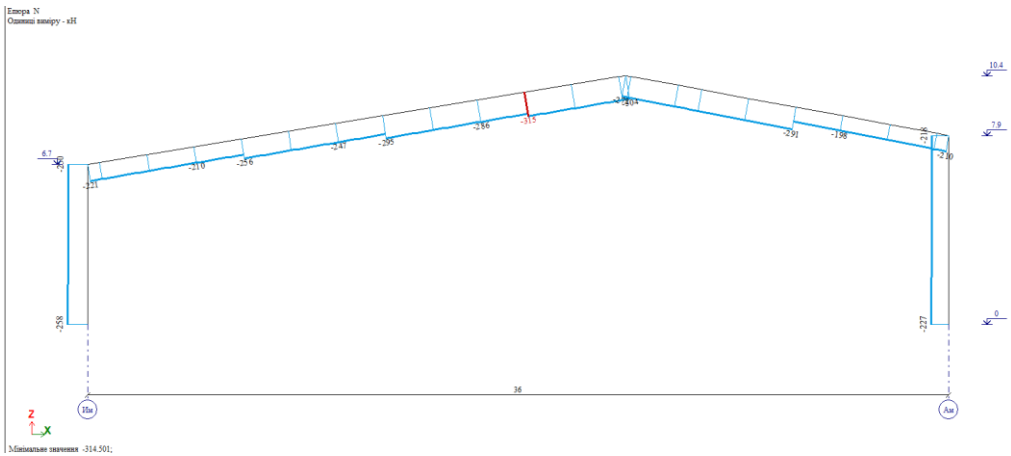
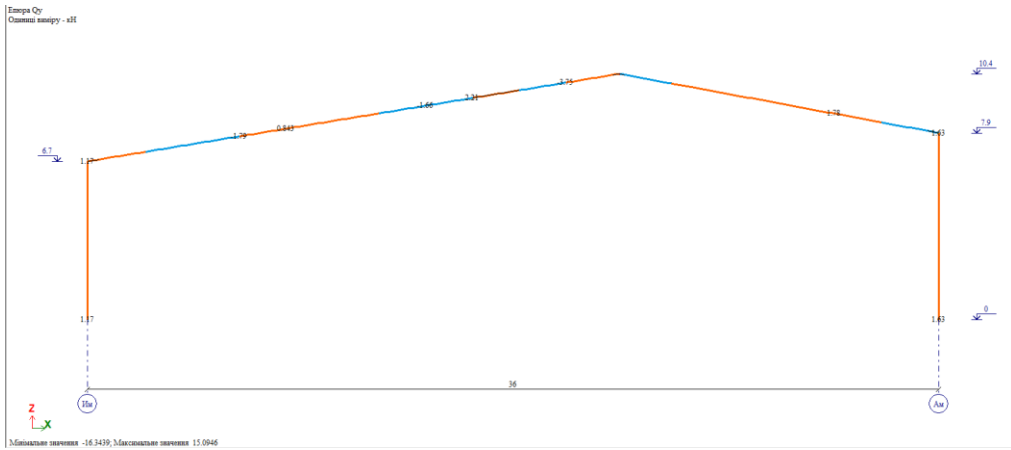
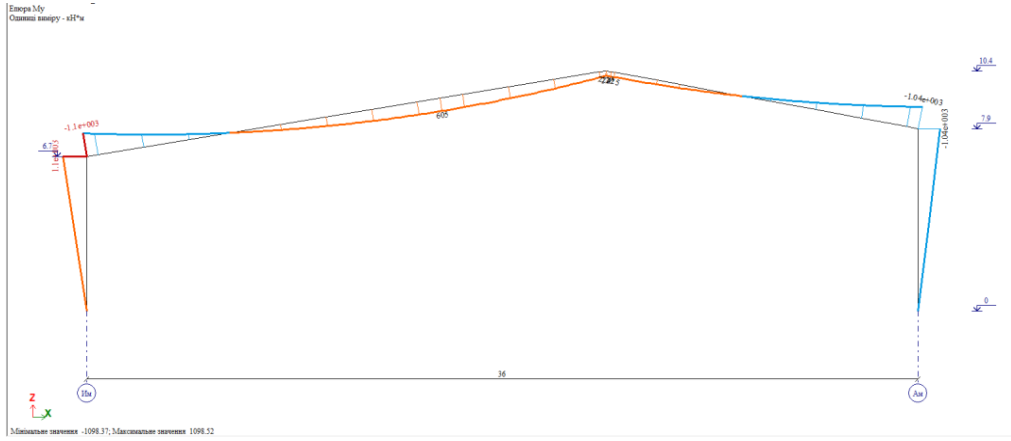


ЗМ	Літ.	№докум	Підпис	Дат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

Зусилля в рамі



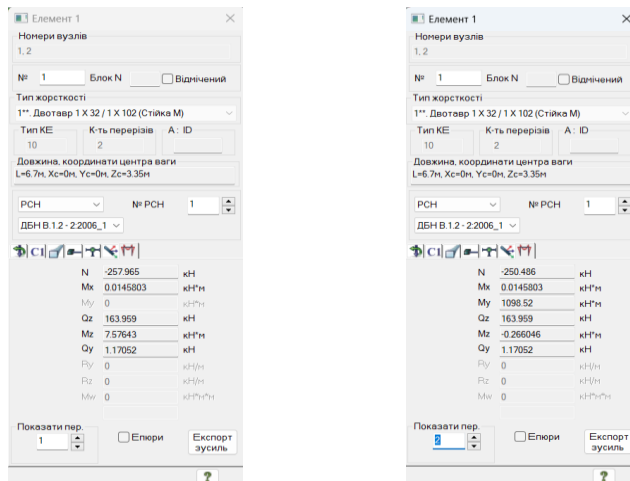
ЗМ	Літ.	№докум	Підпис	Дат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

1. Розрахунок лівої стійки L=6,7м

За результатами статичного розрахунку рами максимальні значення зусиль у колоні в карнизному вузлі складають



M=1098,52 кНм Q=163,95кН N=250,48кН

Рациональну висоту перерізу визначаємо при $\lambda_{\omega}=150$, при можливих обмеженнях за граничною гнучкістю $\lambda = 120$, $\gamma_c = 1,1$ та при значенні $h_0 t_{\omega} / (A_f) = 1,5 \dots 2,5$ $k_R = 1,0$.

$$h_0 = \sqrt[3]{k_{\gamma}^2 \sqrt[3]{k_R W_{x0} \lambda_{\omega} / (1 - \psi_N)}}$$

$$W_{x0} = \frac{1098,52 \text{ кН} \cdot 10^2 \text{ см}}{24 \text{ кН/см}^2} = 4577,16 \text{ см}^3$$

$$h_0 = \sqrt[3]{1,5^2} \times \sqrt[3]{1 \times 4577,16 \text{ см}^3 \times 150 / (1 - 0)} = 115,59 \text{ см}$$

Для попереднього розрахунку приймаємо висоту перерізу стінки 120см.

Необхідна товщина стінки з умови забезпечення гнучкості:

$$t_{wef} = \frac{h_0}{5,5 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}} = \frac{120 \text{ см}}{5,5 \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа}}{240 \text{ МПа}}}} = 0,75 \text{ см}$$

Необхідна товщина стінки з умови забезпечення міцності на зріз:

$$t_{wef} = \frac{Q}{h_0 R_s \gamma_c} = \frac{163,95 \text{ кН}}{120 \cdot 0,58 \cdot 24,0 \text{ кН/см}^2} = 0,09 \text{ см}$$

Призначаємо товщину стінки $t_w = 10 \text{ мм}$

$$\text{Фактична гнучкість стінки складає } \lambda_w = \frac{120 \text{ см}}{1 \text{ см}} = 120$$

Розрахункова площа полиці

$$A_{fef} = \left(\frac{W_{x0}}{h} - \frac{t_w \cdot h_w}{6} \delta_w \right)$$

$\delta_w = 1$ для двотаврів зі стійкою стінкою

$$A_{fef} = \left(\frac{4577,16 \text{ см}^3}{120} - \frac{1 \text{ см} \cdot 120 \text{ см}}{6} \cdot 1 \right) = 18,14 \text{ см}^2$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
ЗМ	Літ.	№докум	Підпис	Дат		29

Необхідна товщина полиці

$$t_{fef} = \sqrt{\frac{A_{fef}}{\sqrt{\frac{E}{R_y}}}} = \sqrt{\frac{18,14 \text{ см}^2}{\sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^4 \text{ кН/см}^2}{24 \text{ кН/см}^2}}}} = 0,78 \text{ см}$$

Приймаємо товщину полицки $t_f = 1,0 \text{ см}$.

$$b_f = \frac{A_{fef}}{t_f} = \frac{18,14 \text{ м}^2}{1,0 \text{ см}} = 18,14 \text{ см}$$

Приймаємо ширину полицки $b_f = 25 \text{ см}$.

Визначаємо геометричні характеристики підбраного перерізу

Збільшуємо розмір полицок до 30 см х 1 см.

$$A = 2A_f + A_w = 2 \cdot (30 \text{ см} \cdot 1 \text{ см}) + (120 \text{ см} \cdot 1 \text{ см}) = 180 \text{ см}^2$$

$$I_x = \frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} + b_f \cdot t_f (h_w/2 + t_f)^2 \cdot 2$$

$$I_y = 2 \frac{b_f^3 \cdot t_f}{12}$$

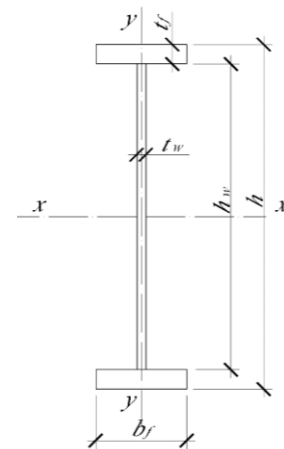
$$I_x = \frac{(120 \text{ см})^3 \cdot 1 \text{ см}}{12} + 30 \text{ см} \cdot 1 \text{ см} \cdot (120 \text{ см}/2 + 1 \text{ см})^2 \cdot 2 = 367260 \text{ см}^4$$

$$I_y = 2 \frac{(30 \text{ см})^3 \cdot 1,0 \text{ см}}{12} = 4500 \text{ см}^4$$

$$W_x = \frac{2I_x}{h} = \frac{2 \cdot 367260 \text{ см}^4}{122 \text{ см}} = 6020,65 \text{ см}^3$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{367260}{180}} = 45,17 \text{ см}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{4500}{180}} = 5 \text{ см}$$



Виконуємо перевірку міцності перерізу

Розрахунок на міцність елементів у випадках, що не передбачені розрахунком за формулами (10.1) та (10.2), слід виконувати за формулою:

$$\frac{N \gamma_n}{A_n R_y \gamma_c} \pm \frac{M_x \gamma_n}{I_{xn} R_y \gamma_c} y \pm \frac{M_y \gamma_n}{I_{yn} R_y \gamma_c} x \leq 1, \quad (10.3)$$

де x, y – відстані від головних осей до точки перерізу, яка розглядається.

$$\frac{250,48 \cdot 1,1}{180 \cdot 24 \cdot 1,0} + \frac{1098,52 \cdot 10^2 \cdot 1,1}{367260 \cdot 24 \cdot 1,0} \cdot 61 = 0,90 < 1,0$$

Умова міцності перерізу в карнизному вузлі забезпечена.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
ЗМ	Літ.	№докум	Підпис	Дат		30

Висоту перерізу в нижній частині колони

Визначаємо за умови забезпечення несучої здатності перерізу на сумісну дію поздовжнього та поперечного зусилля.

$$M=0 \text{ кНм} \quad Q=163,95 \text{ кН} \quad N=257,96 \text{ кН}$$

Мінімальна висота перерізу з умови забезпечення міцності стінки на зріз:

$$h_n = \frac{Q \cdot \gamma_{nm}}{t_w R_s \gamma_c} = \frac{163,95 \cdot 1,1}{1,0 \cdot 0,58 \cdot 24 \cdot 1,0} = 12,95 \text{ см}$$

Рекомендується приймати співвідношення максимальної та мінімальної висоти перерізу не більше 4, тому приймаємо висоту перерізу в нижній точці колони:

$$h_n = \frac{h_0}{4} = \frac{120}{4} = 30 \text{ см}$$

Виконаємо перевірку міцності перерізу нижньої частини колони на одночасну дію стиску та поперечного зусилля.

– у загальному випадку

$$\frac{0,87 \gamma_n}{R_y \gamma_c} \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3 \tau_{xy}^2} \leq 1, \quad (9.4)$$

$$A = 2A_f + A_w = 2 \cdot (30 \text{ см} \cdot 1,0 \text{ см}) + (30 \text{ см} \cdot 1,0 \text{ см}) = 90 \text{ см}^2$$

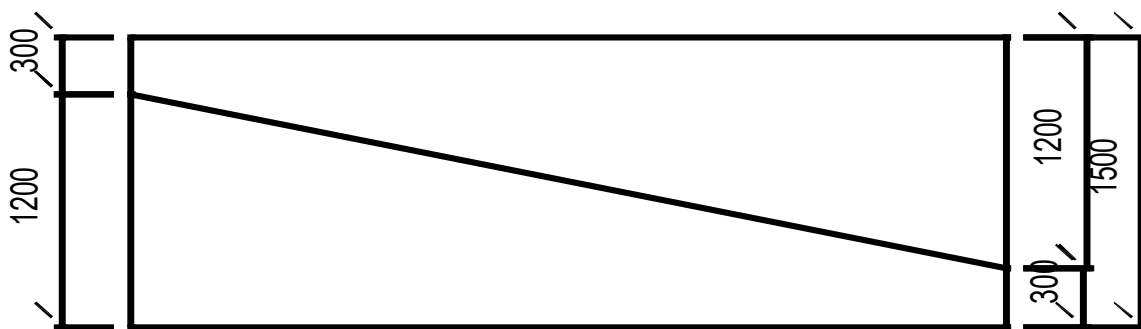
$$I_{xn} = \frac{(30 \text{ см})^3 \cdot 1,0 \text{ см}}{12} + 30 \text{ см} \cdot 1,0 \text{ см} \cdot (30 \text{ см}/2 + 1,0 \text{ см})^2 \cdot 2 = 17610 \text{ см}^4$$

$$\sigma_x = \frac{N}{A} = \frac{257,96}{90} = 2,86 \text{ кН/см}^2$$

$$\tau_{xy} = \frac{Q}{h_w t_w} = \frac{163,95}{30 \cdot 1} = 5,465 \text{ кН/см}^2$$

Перевірка міцності опорного перерізу:

$$\frac{0,87 \cdot 1,1}{24 \cdot 1,0} \sqrt{2,86^2 + 3 \cdot 5,465^2} = 0,394 \leq 1$$



Стінка колони виготовляється шляхом розрізання листа металу по діагональній лінії.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		31

Виконуємо перевірку стійкості колони в площині рами.

Визначимо коефіцієнт розрахункової довжини стійки рами прогоном 36,0 м, висота стійки 6,7 м. Довжина ригеля: 22,8м.

Відношення моментів інерції найменшого до найбільшого перерізів стояка рами становить

$$\frac{I_{xn}}{I_x} = \frac{17610}{367260} = 0,047$$

Відношення моментів інерції найменшого до найбільшого перерізів ригеля рами приймаємо рівним $I_{xnr} / I_{x0r} = 0,5$.

1-й випадок-втрата стійкості при дії одиничного згинального момента в карнизному вузлі (кососиметрична форма втрати стійкості стійки рами).

Таблиця 1. Залежність параметра ψ_r від змінності перерізу стояка

$\frac{I_{xn}}{I_{x0}}$	ψ_r	$\frac{I_{xn}}{I_{x0}}$	ψ_r	$\frac{I_{xn}}{I_{x0}}$	ψ_r
0,999	0,333416178	0,65	0,36994758	0,3	0,438379623
0,99	0,334171282	0,6	0,376892836	0,25	0,454822556
0,9	0,34215881	0,55	0,384486489	0,2	0,475012726
0,85	0,346983606	0,5	0,392852974	0,15	0,501058502
0,8	0,352128234	0,45	0,40215578	0,1	0,537572492
0,75	0,357634731	0,4	0,412615634	0,05	0,598577646
0,7	0,363553839	0,35	0,424540684	0,01	0,7263

Зведена характеристика пружності заземленої опори, яку виконує карнизний вузол рами $\psi_r = 0,6081$ за табл. 1 при $I_{xnr} / I_{x0r} = 0,047$.

Значення приведенного коефіцієнта пружності карнизного вузла буде:

$$b_{E2} = \frac{EI_{x0st}}{l_{st}} \frac{\eta'_{0k}}{M_{xk}} = \frac{EI_{x0st}}{EI_{x0r}} \frac{l_r}{l_{st}} \psi_r = \frac{2,06 \cdot 10^4 \text{кН/см}^2 \cdot 367260 \text{см}^4}{2,06 \cdot 10^4 \text{кН/см}^2 \cdot 367260 \text{см}^4} \cdot \frac{1760 \text{см}}{850 \text{см}} \cdot 0,6081 = 1,259$$

Таблиця 2

Коефіцієнти розрахункової довжини центрально-стиснутого консольного стояка при пружному заземленні найбільшого перерізу

$\frac{I_{xn}}{I_{x0}}$	μ_x $b_{Er}=0$	μ_x $b_{Er}=0,033$	μ_x $b_{Er}=0,33$	μ_x $b_{Er}=0,5$	μ_x $b_{Er}=1,0$	μ_x $b_{Er}=2,0$
0,99	2,0003	2,0669	2,635	2,918	3,652	4,809
0,90	2,032	2,097	2,656	2,936	3,666	4,819
0,80	2,067	2,131	2,68	2,957	3,681	4,83
0,70	2,107	2,169	2,708	2,981	3,699	4,843
0,60	2,154	2,214	2,74	3,009	3,72	4,858
0,50	2,209	2,268	2,779	3,043	3,746	4,876
0,40	2,277	2,334	2,827	3,086	3,777	4,899
0,30	2,366	2,419	2,891	3,141	3,819	4,928
0,20	2,491	2,54	2,983	3,223	3,879	4,971
0,10	2,704	2,747	3,145	3,365	3,985	5,046

Зм	Літ.	Нодокум	Підпис	Дат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

32

Коефіцієнт розрахункової довжини стійки при $I_{xnst}/I_{x0st} = 0,1$ буде за критерієм пружності заземлення стояка дорівнювати $\mu_{xst} = 4,26$.

Виконуємо перевірку загальної стійкості стійки рами при приведених вище параметрах

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} \quad l_{ef} = \mu \cdot l = 4,26 \cdot 850 \text{ см} = 3621 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{3621 \text{ см}}{45,17 \text{ см}} = 80,16$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80,16 \sqrt{\frac{24 \text{ кН/см}^2}{20600 \text{ кН/см}^2}} = 2,736$$

$$m_{ef} = \eta m$$

$$M = 1098,52 \text{ кНм} \quad Q = 163,95 \text{ кН} \quad N = 250,48 \text{ кН}$$

$$m = \frac{eA}{W_x} \quad e = \frac{M}{N} = \frac{1098,52 \text{ кН} \cdot \text{м}}{250,48 \text{ кН}} = 4,385 \text{ м}$$

$$m = \frac{438 \text{ см} \cdot 180 \text{ см}^2}{6020,65 \text{ см}^3} = 13,09$$

$$\frac{Af}{Aw} = \frac{30 \cdot 1}{120 \cdot 1} = 0,25$$

Таблиця Ж.2 – Коефіцієнти впливу форми перерізу η

Тип перерізу	Схема перерізу і ексцентриситет	$\frac{A_f}{A_w}$	Значення η при			
			$0 \leq \bar{\lambda}_x (\bar{\lambda}_y) \leq 5$		$\bar{\lambda}_x (\bar{\lambda}_y) > 5$	
			$0,1 \leq m_x (m_y) \leq 5$	$5 < m_x (m_y) \leq 20$	$0,1 \leq m_x (m_y) \leq 5$	$5 < m_x (m_y) \leq 20$
1-й		–	1,0	1,0	1,0	1,0
2-й		–	0,85	0,85	0,85	0,85
3-й		–	$0,75 + 0,02 \bar{\lambda}_x$	$0,75 + 0,02 \bar{\lambda}_x$	0,85	0,85
4-й		–	$(1,35 - 0,05 m_x) - 0,01 (5 - m_x) \bar{\lambda}_x$	1,10	1,10	1,10
5-й		0,25 0,5 $\geq 1,0$	$(1,45 - 0,05 m_x) - 0,1 (5 - m_x) \bar{\lambda}_x$ $(1,75 - 0,1 m_x) - 0,02 (5 - m_x) \bar{\lambda}_x$ $(1,90 - 0,1 m_x) - 0,02 (6 - m_x) \bar{\lambda}_x$	1,20 1,25 $1,4 - 0,02 \bar{\lambda}_x$	1,20 1,25 1,30	1,20 1,25 1,30

$$\eta = 1,20$$

$$m_{ef} = 1,20 \cdot 13,09 = 15,71$$

Таблиця Ж.3 – Коефіцієнти стійкості φ_e при позакентровому стиску суцільностінчастих стрижнів у площині дії моменту, що збігається з площиною симетрії

Умовна гнучкість λ	Значення φ_e при значенні приведенного відносного ексцентриситету m_{ef}																									
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20
0,5	967	922	850	782	722	669	620	577	538	469	417	370	337	307	280	260	237	222	210	183	164	150	125	106	090	077
1,0	925	854	778	711	653	600	563	520	484	427	382	341	307	283	259	240	225	209	196	175	157	142	121	103	086	074
1,5	875	804	716	647	593	548	507	470	439	388	347	312	283	262	240	223	207	195	182	163	148	134	114	099	082	070
2,0	813	742	653	587	536	496	457	425	397	352	315	286	260	240	222	206	193	182	170	153	138	125	107	094	079	067
2,5	742	672	587	526	480	442	410	383	357	317	287	262	238	220	204	190	178	168	158	144	130	118	101	090	076	065
3,0	667	597	520	465	425	395	365	342	320	287	260	238	217	202	187	175	166	156	147	135	123	112	097	086	073	063
3,5	587	522	455	408	375	350	325	303	287	258	233	216	198	183	172	162	153	145	137	125	115	106	092	082	069	060
4,0	505	447	394	356	330	309	289	270	256	232	212	197	181	168	158	149	140	135	127	118	108	098	088	078	066	057
4,5	418	382	342	310	288	272	257	242	229	208	192	178	165	155	146	137	130	125	118	110	101	093	083	075	064	055
5,0	354	326	295	273	253	239	225	215	205	188	175	162	150	143	135	126	120	117	111	103	095	088	079	072	062	053
5,5	302	280	256	240	224	212	200	192	184	170	158	148	138	132	124	117	112	108	104	095	089	084	075	069	060	051
6,0	258	244	223	210	198	190	178	172	166	153	145	137	128	120	115	109	104	100	096	089	084	079	072	066	057	049
6,5	223	213	196	185	176	170	160	155	149	140	132	125	117	112	106	101	097	094	089	083	080	074	068	062	054	047
7,0	194	186	173	163	157	152	145	141	136	127	121	115	108	102	098	094	091	087	083	078	074	070	064	059	052	045
8,0	152	146	138	133	128	121	117	115	113	106	100	095	091	087	083	081	078	076	074	068	065	062	057	053	047	041
9,0	122	117	112	107	103	100	098	096	093	088	085	082	079	075	072	069	066	065	064	061	058	055	051	048	043	038
10,0	100	097	093	091	090	085	081	080	079	075	072	070	069	065	062	060	059	058	057	055	052	049	046	043	039	035
11,0	083	079	077	076	075	073	071	069	068	063	062	061	060	057	055	053	052	051	050	048	046	044	040	038	035	032
12,0	069	067	064	063	062	060	059	059	058	055	054	053	052	051	050	049	048	047	046	044	042	040	037	035	032	029
13,0	062	061	054	053	052	051	051	050	049	049	048	048	047	045	044	043	042	041	041	039	038	037	035	033	030	027
14,0	052	049	049	048	048	047	047	046	045	044	043	043	042	041	040	040	039	039	038	037	036	036	034	032	029	026

Примітка 1. Значення коефіцієнтів φ_e в таблиці збільшені в 1000 разів.
Примітка 2. Значення коефіцієнта φ_e приймається не більшим за значення коефіцієнта φ .

$$\varphi_e = 0,07$$

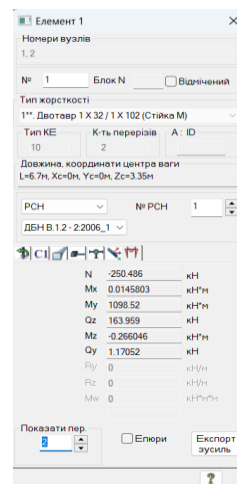
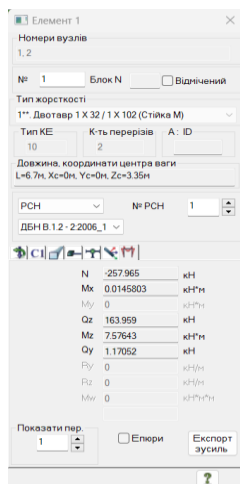
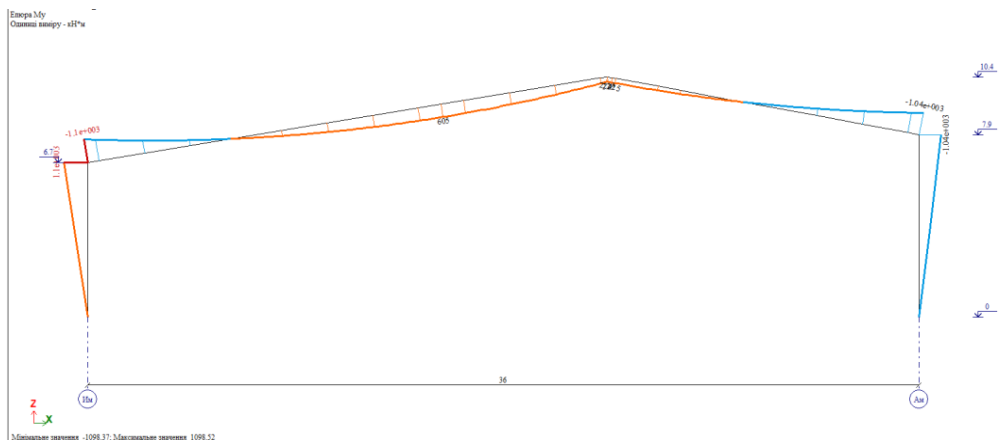
$$\frac{N\gamma_n}{\varphi_e A R \gamma_c} = \frac{250,48 \text{ кН} \cdot 1,1}{0,082 \cdot 180 \text{ см}^2 \cdot 24 \cdot 1,0} = 0,707 \leq 1$$

Стійкість колони в площині рами забезпечена.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
ЗМ	Літ.	№ докум	Підпис	Дат		34

Перевіримо стійкість стійки із площини рами.

Визначаємо значення відносного ексцентриситету для втрати стійкості колони із площини рами. При цьому значення згинального моменту приймається для середньої третини висоти перерізу колони:



$$M=1098,52 \text{ кНм}$$

$$Q=163,95\text{кН}$$

$$N=250,48\text{кН}$$

$$m_x = \frac{M_x A}{N W} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 1098,52 \text{ кНм} \cdot 10^2}{250,48 \text{ кН}} \cdot \frac{180 \text{ см}^2}{6020,65 \text{ см}^3} = 8,741$$

Для визначення коефіцієнта φ_y визначимо гнучкість колони із площини рами:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} \quad l_{ef,y} = \mu \cdot l = 1 \cdot 670\text{см} = 670\text{см}$$

$$\lambda = \frac{670\text{см}}{5\text{см}} = 134$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 134 \sqrt{\frac{24\text{кН/см}^2}{20600\text{кН/см}^2}} = 4,5738$$

ЗМ	Літ.	№докум	Підпис	Дат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

35

Таблиця Ж.1 – Коефіцієнти стійкості при центральному стиску

Умовна гнучкість $\bar{\lambda}$	Коефіцієнт φ для типів кривих стійкості			Умовна гнучкість $\bar{\lambda}$	Коефіцієнт φ для типів кривих стійкості		
	a	b	c		a	b	c
0,4	999	998	992	5,4	261	261	255
0,6	994	986	950	5,6	242	242	240
0,8	981	967	929	5,8	226	226	226
1,0	968	948	901	6,0		211	
1,2	954	927	878	6,2		198	
1,4	938	905	842	6,4		186	
1,6	920	881	811	6,6		174	
1,8	900	855	778	6,8		164	
2,0	877	826	744	7,0		155	
2,2	851	794	709	7,2		147	
2,4	820	760	672	7,4		139	
2,6	785	722	635	7,6		132	
2,8	747	683	598	7,8		125	
3,0	704	643	562	8,0		119	
3,2	660	602	526	8,5		105	
3,4	615	562	492	9,0		094	
3,6	572	524	460	9,5		084	
3,8	530	487	430	10,0		076	
4,0	475	453	401	10,5		069	
4,2	431	424	375	11,0		063	
4,4	393	392	351	11,5		057	
4,6	359	359	328	12,0		053	
4,8	330	330	308	12,5		049	
5,0	304	304	289	13,0		045	
5,2	281	281	271	14,0		039	

Примітка. Наведені у таблиці значення коефіцієнта φ збільшені в 1000 разів.

Коефіцієнт поздовжнього згину при центральному стиску із площини рами:

$$\varphi_y = 0,376$$

б) для складених двотаврів із листів зі зварними та фрикційними поясними з'єднаннями:

$$\alpha_t = 8 \left(\frac{l_{ef} t_f}{h_{b1} b_f} \right)^2 \left(1 + \frac{a_k t_w^2}{b_f t_f^3} \right), \quad (H.5)$$

де:

– для двотаврових балок складеного перерізу із зварними поясними з'єднаннями:

 t_f і b_f – товщина і ширина полиці балки; h_{b1} – відстань між осями поясів; $a_k = 0,5 h_{b1}$; t_w – товщина стінки;

– для двотаврових балок складеного перерізу із фрикційними болтовими поясними з'єднаннями:

 t_f – сумарна товщина листів пояса і полиці поясного кутика двотаврової балки з фрикційними поясними з'єднаннями; b_f – ширина листів пояса двотаврової балки з фрикційними поясними з'єднаннями; h_{b1} – відстань між осями пакетів поясних листів; a_k – ширина вертикальної полиці поясного кутика за відрахуванням товщини його полиці; t_w – сумарна товщина стінки і вертикальних полиць поясних кутиків. $l_{ef} = 6,7 \text{ м}$ – висота до рівня розкріплення колони із площини.

$$\alpha_t = 8 \left(\frac{670 \text{ см} \cdot 1 \text{ см}}{121 \text{ см} \cdot 30 \text{ см}} \right)^2 \left(1 + \frac{0,5 \cdot 121 \text{ см} \cdot (1 \text{ см})^2}{30 \text{ см} \cdot (1 \text{ см})^3} \right) = 0,822$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
ЗМ	Літ.	№докум	Підпис	Дат		36

Таблиця Н.1 – Коефіцієнти ψ для балок двотаврового перерізу з двома осями симетрії

Кількість закріплень стиснутого пояса в прогоні	Вид навантаження в прогоні	Епюра M_y на ділянці довжиною l_{ef}	Пояс, до якого прикладене навантаження	Коефіцієнт ψ при значеннях α_t	
				$0,1 \leq \alpha_t \leq 40$	$40 < \alpha_t \leq 400$
Без закріплень	Зосереджене		Стиснутий	$\psi = 1,75 + 0,09 \alpha_t$	$\psi = 3,3 + 0,053 \alpha_t - 4,5 \times 10^{-5} \alpha_t^2$
			Розтягнутий	$\psi = 5,05 + 0,09 \alpha_t$	$\psi = 6,6 + 0,053 \alpha_t - 4,5 \times 10^{-5} \alpha_t^2$
	Рівномірно розподілене		Стиснутий	$\psi = 1,60 + 0,08 \alpha_t$	$\psi = 3,15 + 0,04 \alpha_t - 2,7 \times 10^{-5} \alpha_t^2$
			Розтягнутий	$\psi = 3,80 + 0,08 \alpha_t$	$\psi = 5,35 + 0,04 \alpha_t - 2,7 \times 10^{-5} \alpha_t^2$
Два і більше, що ділять прогін на рівні частини	Будь-яке		Будь-який	$\psi = 2,25 + 0,07 \alpha_t$	$\psi = 3,6 + 0,04 \alpha_t - 3,5 \times 10^{-5} \alpha_t^2$
Одне в середині	Зосереджене в середині		Те саме	$\psi = 1,75 \psi_1$	
	Зосереджене у чверті		Стиснутий	$\psi = 1,14 \psi_1$	
			Розтягнутий	$\psi = 1,60 \psi_1$	
	Рівномірно розподілене		Стиснутий	$\psi = 1,14 \psi_1$	
Розтягнутий			$\psi = 1,30 \psi_1$		

Примітка. Значення ψ_1 приймається таким, що дорівнює ψ при двох і більше закріпленнях стиснутого пояса в прогоні.

$$\psi = 1,6 + 0,08 \cdot 0,822 = 1,665$$

Визначаємо коефіцієнт:

Н.2 Для балки і консолі двотаврового перерізу з двома осями симетрії коефіцієнт φ_b слід приймати таким, що дорівнює:

– при $\varphi_1 \leq 0,85$

$$\varphi_b = \varphi_1; \quad (Н.1)$$

– при $\varphi_1 > 0,85$

$$\varphi_b = 0,68 + 0,21 \varphi_1 \leq 1, \quad (Н.2)$$

де значення коефіцієнта φ_1 слід розраховувати за формулою:

$$\varphi_1 = \psi \frac{I_y}{I_x} \left(\frac{h_b}{l_{ef}} \right)^2 \frac{E}{R_y}, \quad (Н.3)$$

де ψ – коефіцієнт, що обчислюється відповідно до вимог Н.3;

h_b – повна висота перерізу прокатного двотавра або відстань між осями поясів (пакетів поясних листів) складеного двотавра;

l_{ef} – розрахункова довжина балки або консолі прийнята відповідно до вимог 9.4.2.

$$\varphi_1 = 1,665 \cdot \frac{4500 \text{ см}^4}{367260 \text{ см}^4} \left(\frac{121 \text{ см}}{670 \text{ см}} \right)^2 \frac{2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа}}{240 \text{ МПа}} = 0,571$$

$$\varphi_b = \varphi_1 = 0,571$$

Коефіцієнт c для відносного ексцентриситету $m_x \leq 5$ визначаємо за умовою:

– при значеннях $m_x \leq 5$ за формулою:

$$c = \frac{\beta_c}{1 + \alpha_c \sqrt{m_x}} \leq 1, \quad (10.9)$$

$$\alpha_c = 0,65 + 0,05 \cdot m_x = 0,65 + 0,05 \cdot 8,741 = 1,08$$

$$\beta_c = \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_y}} = \sqrt{\frac{0,602}{0,376}} = 1,265$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
ЗМ	Літ.	№ докум	Підпис	Дат		37

$$\varphi_c = 0,602$$

$$\nu = 1 - \frac{\bar{\lambda}}{14} \left(2,12 - \frac{b}{h} \right) = 1 - \frac{4,5738}{14} \left(2,12 - \frac{300}{1200} \right) = 0,389$$

$$c_5 = \frac{1,265}{1 + 1,08 \cdot 0,389 \cdot 8,741} = 0,315$$

Коефіцієнт c для відносного ексцентриситету $m_x > 10$ визначаємо за умовою:

$$c = \frac{1}{1 + m_x \varphi_y / \varphi_0},$$

Коефіцієнт c для відносного ексцентриситету $m_x > 10$ визначаємо за умовою:

$$c_{10} = \frac{1}{1 + 8,741 \cdot 0,376 / 0,571} = 0,148$$

Коефіцієнт c :

– при значеннях $5 < m_x < 10$ за формулою:

$$c = c_5 (2 - 0,2 m_x) + c_{10} (0,2 m_x - 1), \quad (10.11)$$

де коефіцієнт c_5 необхідно визначати за формулою (10.9) при $m_x \leq 5$, а коефіцієнт c_{10} – за формулою (10.10) при $m_x \geq 10$;

$$c = 0,315(2 - 0,2 \cdot 8,741) + 0,148(0,2 \cdot 8,741 - 1) = 0,190$$

Виконуємо перевірку стійкості

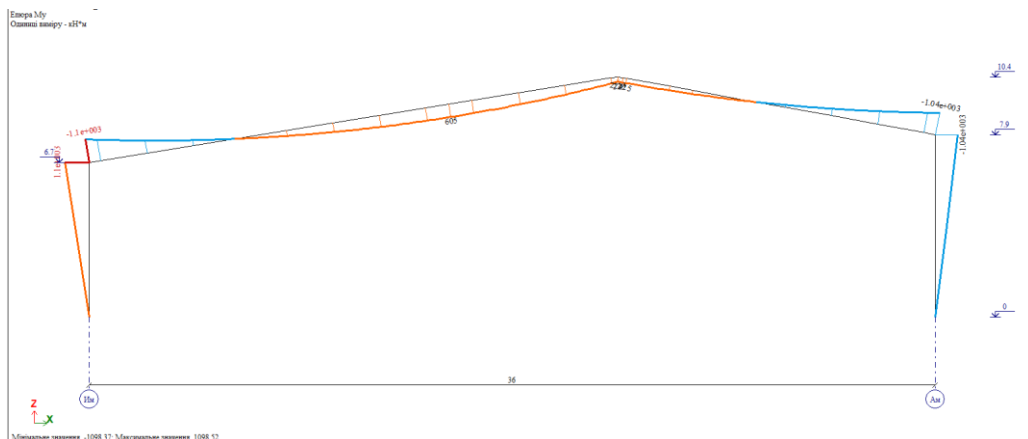
$$\frac{N \gamma_n}{c \varphi_y A R_y \gamma_c} = \frac{250,48 \text{ кН} \cdot 1,1}{0,190 \cdot 0,376 \cdot 180 \text{ см}^2 \cdot 24 \cdot 1,0} = 0,892 \leq 1$$

Стійкість колони із площини згину забезпечена, додаткові розкріплення не потрібні.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		38

2. Розрахунок ригеля L=22,8м

За результатами статичного розрахунку рами максимальні значення зусиль у ригелі складають



Елемент 1605	
Номери вузлів 79, 1182	
№ 1605	Блок N
Тип жорсткості 3 ^м , Двотавр 1 X 52 / 1 X 102 (Ригель 2ПМ)	
Тип КЕ	К-ть перерізів А: ID
10	2
Довжина, координати центра ваги L=1тн, Xc=14.8012тн, Yc=0тн, Zc=9.1339тн	
РСН	№ РСН 1
ДБН В.1.2 - 2:2006_1	
N	-288 287 кН
Mx	0 0169074 кН*м
My	605 385 кН*м
Qz	-0 00390037 кН
Mz	2 12431 кН*м
Oy	-0 0489343 кН
Ry	0 кН/м
Rz	0 кН/м
Mw	0 кН*м/тн

Елемент 94	
Номери вузлів 83, 71	
№ 94	Блок N
Тип жорсткості 3 ^м , Двотавр 1 X 52 / 1 X 102 (Ригель 2ПМ)	
Тип КЕ	К-ть перерізів А: ID
10	2
Довжина, координати центра ваги L=0.302193тн, Xc=22.3509тн, Yc=0тн, Zc=-10.3755тн	
РСН	№ РСН 1
ДБН В.1.2 - 2:2006_1	
N	-305 012 кН
Mx	0 100317 кН*м
My	254 625 кН*м
Qz	-100 397 кН
Mz	3 9355 кН*м
Oy	15 0945 кН
Ry	0 кН/м
Rz	0 кН/м
Mw	0 кН*м/тн

M=605,38 кНм

N=288,287 кН

Рациональну висоту перерізу визначимо при $\lambda_{\omega}=150$, при можливих обмеженнях за граничною гнучкістю $\lambda=120$, $\gamma_c=1,1$ та при значенні $h_0 t_{\omega} / (A_f) = 1,5 \dots 2,5$ $k_R=1,0$.

$$h_0 = \sqrt[3]{k_{\gamma}^2 \cdot 2 \sqrt[3]{k_R W_{x0} \lambda_{\omega} / (1 - \psi_N)}}$$

$$W_{x0} = \frac{605,38 \cdot 10^2 \text{ кН} \cdot \text{см}}{24 \text{ кН} / \text{см}^2} = 2522,41 \text{ см}^3$$

$$h_0 = \sqrt[3]{1,5^2 \times \sqrt[3]{1 \times 2522,41 \text{ см}^3 \times 150 / (1 - 0)}} = 94,77 \text{ см}$$

Для попереднього розрахунку приймаємо висоту перерізу стінки 100см.

Необхідна товщина стінки з умови забезпечення гнучкості:

$$t_{wef} = \frac{h_0}{5,5 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}} = \frac{100 \text{ см}}{5,5 \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа}}{240 \text{ МПа}}}} = 0,62 \text{ см}$$

Зм	Літ.	Нодокум	Підпис	Дат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

39

Необхідна товщина стінки з умови забезпечення міцності на зріз:

$$t_{wef} = \frac{Q}{h_0 R_s \gamma_c} = \frac{100 \text{ кН}}{100 \cdot 0,58 \cdot 24 \text{ кН/см}^2} = 0,71 \text{ см}$$

Призначаємо товщину стінки $t_w = 10 \text{ мм}$

Фактична гнучкість стінки складає $\lambda_w = \frac{100 \text{ см}}{1 \text{ см}} = 100$

Розрахункова площа полиці

$$A_{fef} = \left(\frac{W_{x0}}{h} - \frac{t_w \cdot h_w}{6} \delta_w \right)$$

$\delta_w = 1$ для двотаврів зі стійкою стінкою

$$A_{fef} = \left(\frac{2522,41 \text{ см}^3}{100} - \frac{1 \text{ см} \cdot 100 \text{ см}}{6} \right) = 8,55 \text{ см}^2$$

Необхідна товщина полиці

$$t_{fef} = \sqrt{\frac{A_{fef}}{\sqrt{\frac{E}{R_y}}}} = \sqrt{\frac{8,55 \text{ см}^2}{\sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^4 \text{ кН/см}^2}{24 \text{ кН/см}^2}}}} = 0,54 \text{ см}$$

Приймаємо товщину полички $t_f = 0,8 \text{ см}$.

$$b_f = \frac{A_{fef}}{t_f} = \frac{8,55 \text{ см}^2}{0,8 \text{ см}} = 10,68 \text{ см}$$

Приймаємо ширину полички $b_f = 30 \text{ см}$. приймаємо конструктивно.

Визначаємо геометричні характеристики підбраного перерізу

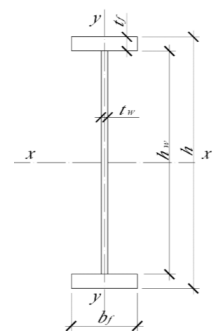
$$A = 2A_f + A_w = 2 \cdot (30 \text{ см} \cdot 0,8 \text{ см}) + (100 \text{ см} \cdot 1 \text{ см}) = 148 \text{ см}^2$$

$$I_x = \frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} + b_f \cdot t_f (h_w/2 + t_f)^2 \cdot 2$$

$$I_y = 2 \frac{b_f^3 \cdot t_f}{12}$$

$$I_x = \frac{(100 \text{ см})^3 \cdot 1 \text{ см}}{12} + 30 \text{ см} \cdot 0,8 \text{ см} \cdot (100 \text{ см}/2 + 1 \text{ см})^2 \cdot 2 = 208181,33 \text{ см}^4$$

$$I_y = 2 \frac{(30 \text{ см})^3 \cdot 0,8 \text{ см}}{12} = 1800 \text{ см}^4$$



					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
ЗМ	Літ.	№докум	Підпис	Дат		40

$$W_x = \frac{2Ix}{h} = \frac{2 \cdot 208181,33 \text{ см}^4}{102 \text{ см}} = 4082 \text{ см}^3$$

$$ix = \sqrt{\frac{Ix}{A}} = \sqrt{\frac{208181,33}{148}} = 37,50 \text{ см}$$

$$iy = \sqrt{\frac{Iy}{A}} = \sqrt{\frac{1800}{148}} = 3,48 \text{ см}$$

Виконуємо перевірку міцності перерізу

Розрахунок на міцність елементів у випадках, що не передбачені розрахунком за формулами (10.1) та (10.2), слід виконувати за формулою:

$$\frac{N\gamma_n}{A_n R_y \gamma_c} \pm \frac{M_x \gamma_n}{I_{xn} R_y \gamma_c} y \pm \frac{M_y \gamma_n}{I_{yn} R_y \gamma_c} x \leq 1, \quad (10.3)$$

де x, y – відстані від головних осей до точки перерізу, яка розглядається.

$$\frac{288,28 \cdot 1,1}{148 \cdot 24 \cdot 1,0} + \frac{605,38 \cdot 10^2 \cdot 1,1}{208181,33 \cdot 24 \cdot 1,0} 51 = 0,769 < 1,0$$

Умова міцності перерізу ригеля в гребеновому вузлі забезпечена.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		41

Перевіримо стійкість ригеля із площини рами.

Визначаємо значення відносного ексцентриситету для втрати стійкості ригеля із площини рами.

$$M=605,38 \text{ кНм}$$

$$N=288,287 \text{ кН}$$

$$m_x = \frac{Mx}{N} \frac{A}{W} = \frac{605,38 \text{ кНм} \cdot 10^2}{288,28 \text{ кН}} \cdot \frac{148 \text{ см}^2}{4082 \text{ см}^3} = 7,61$$

Для визначення коефіцієнта φ_y визначимо гнучкість колони із площини рами:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} \quad l_{ef_y} = \mu \cdot l = 1 \cdot 200 \text{ см} = 200 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{200 \text{ см}}{3,48 \text{ см}} = 57,47$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 57,47 \sqrt{\frac{24 \text{ кН/см}^2}{20600 \text{ кН/см}^2}} = 1,961$$

Таблиця 10.2 – Значення коефіцієнтів α_c , β_c і ν

Тип перерізу	Схема перерізу і ексцентриситет	Значення коефіцієнтів				ν
		α_c при		β_c при		
		$m_x \leq 1,0$	$1,0 < m_x \leq 5,0$	$\bar{\lambda} \leq 3,14$	$\bar{\lambda} > 3,14$	
1-й				1,0		$1 - \frac{\bar{\lambda}}{14} \left(2,12 - \frac{b}{h} \right)$
2-й		0,7	$0,65 + 0,05 m_x$	1,0	$\sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_y}}$	1,0
3-й						$1,25 - 0,12 \bar{\lambda}$

$l_{ef} = 2m$ – відстань між точками розкріплення ригеля із площини.

$$\alpha_t = 8 \left(\frac{200 \text{ см} \cdot 1 \text{ см}}{101,6 \text{ см} \cdot 30 \text{ см}} \right)^2 \left(1 + \frac{0,5 \cdot 101,6 \text{ см} \cdot (1 \text{ см})^2}{30 \text{ см} \cdot (0,8 \text{ см})^3} \right) = 0,148$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
ЗМ	Літ.	№докум	Підпис	Дат		42

Таблиця Н.1 – Коефіцієнти ψ для балок двотаврового перерізу з двома осями симетрії

Кількість закріплень стиснутого пояса в прогоні	Вид навантаження в прогоні	Епюра M_y на ділянці довжиною l_{ef}	Пояс, до якого прикладене навантаження	Коефіцієнт ψ при значеннях α_t	
				$0,1 \leq \alpha_t \leq 40$	$40 < \alpha_t \leq 400$
Без закріплень	Зосереджене		Стиснутий	$\psi = 1,75 + 0,09 \alpha_t$	$\psi = 3,3 + 0,053 \alpha_t - 4,5 \times 10^{-5} \alpha_t^2$
			Розтягнутий	$\psi = 5,05 + 0,09 \alpha_t$	$\psi = 6,6 + 0,053 \alpha_t - 4,5 \times 10^{-5} \alpha_t^2$
	Рівномірно розподілене		Стиснутий	$\psi = 1,60 + 0,08 \alpha_t$	$\psi = 3,15 + 0,04 \alpha_t - 2,7 \times 10^{-5} \alpha_t^2$
			Розтягнутий	$\psi = 3,80 + 0,08 \alpha_t$	$\psi = 5,35 + 0,04 \alpha_t - 2,7 \times 10^{-5} \alpha_t^2$
Два і більше, що ділять прогін на рівні частини	Будь-яке		Будь-який	$\psi = 2,25 + 0,07 \alpha_t$	$\psi = 3,6 + 0,04 \alpha_t - 3,5 \times 10^{-5} \alpha_t^2$
Одне в середині	Зосереджене в середині		Те саме	$\psi = 1,75 \psi_1$	
	Зосереджене у чверті		Стиснутий	$\psi = 1,14 \psi_1$	
			Розтягнутий	$\psi = 1,60 \psi_1$	
	Рівномірно розподілене		Стиснутий	$\psi = 1,14 \psi_1$	
Розтягнутий			$\psi = 1,30 \psi_1$		

Примітка. Значення ψ_1 приймається таким, що дорівнює ψ при двох і більше закріпленнях стиснутого пояса в прогоні.

$$\psi = 1,6 + 0,08 \cdot 0,148 = 1,611$$

Визначаємо коефіцієнт:

$$\varphi_1 = \psi \frac{I_y \left(\frac{h_b}{l_{ef}} \right)^2 E}{I_x R_y}$$

$$\varphi_1 = 1,611 \cdot \frac{1800 \text{ см}^4}{208181,33 \text{ см}^4} \left(\frac{101,6 \text{ см}}{200 \text{ см}} \right)^2 \frac{2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа}}{240 \text{ МПа}} = 3,08$$

$$\varphi_b = 0,68 + 0,21 \varphi_1 = 1,326$$

Приймаємо $\varphi_b = 1,326$

Коефіцієнт c для відносного ексцентриситету $m_x \leq 5$ визначаємо за умовою:

– при значеннях $m_x \leq 5$ за формулою:

$$c = \frac{\beta_c}{1 + \alpha_c \nu m_x} \leq 1, \quad (10.9)$$

$$\alpha_c = 0,65 + 0,05 \cdot m_x = 0,65 + 0,05 \cdot 7,61 = 1,03$$

$$\beta_c = 1$$

$$\nu = 1 - \frac{\bar{\lambda}}{14} \left(2,12 - \frac{b}{h} \right) = 1 - \frac{1,961}{14} \left(2,12 - \frac{300}{1000} \right) = 0,745$$

$$c_5 = \frac{1}{1 + 1,03 \cdot 0,745 \cdot 7,61} = 0,146$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
ЗМ	Літ.	№ докум	Підпис	Дат		43

Коефіцієнт c для відносного ексцентриситету $m_x > 10$ визначаємо за умовою:

– при значеннях $m_x \geq 10$ за формулою:

$$c = \frac{1}{1 + m_x \varphi_y / \varphi_b}, \quad (10.10)$$

$$c_{10} = \frac{1}{1 + 7,61 \cdot 0,831 / 1,326} = 0,173$$

Таблиця Ж.1 – Коефіцієнти стійкості при центральному стиску

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

Примітка. Наведені у таблиці значення коефіцієнта φ збільшені в 1000 разів.

Коефіцієнт поздовжнього згину при центральному стиску із площини рами:

$$\varphi_y = 0,831$$

Коефіцієнт c :

– при значеннях $5 < m_x < 10$ за формулою:

$$c = c_5 (2 - 0,2 m_x) + c_{10} (0,2 m_x - 1), \quad (10.11)$$

де коефіцієнт c_5 необхідно визначати за формулою (10.9) при $m_x \leq 5$, а коефіцієнт c_{10} – за формулою (10.10) при $m_x \geq 10$;

$$c = 0,146(2 - 0,2 \cdot 7,61) + 0,173(0,2 \cdot 7,61 - 1) = 0,160$$

Виконуємо перевірку стійкості

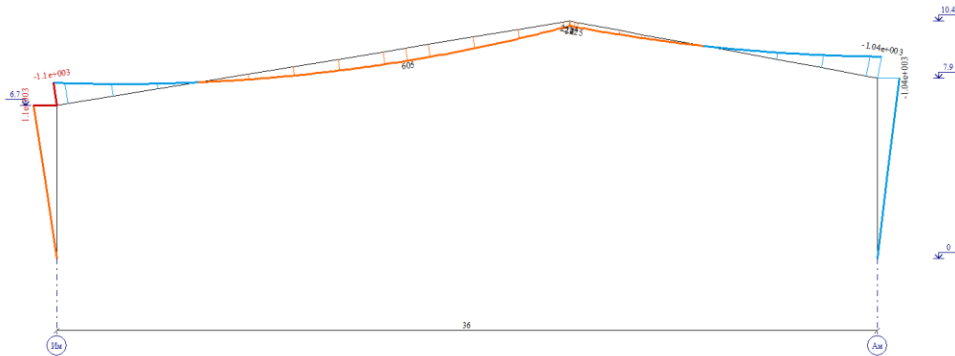
$$\frac{N \gamma_n}{c \varphi_y A R_y \gamma_c} = \frac{288,28 \text{ кН} \cdot 1,1}{0,160 \cdot 0,831 \cdot 148 \text{ см}^2 \cdot 24 \cdot 1,0} = 0,610 \leq 1$$

Стійкість ригеля із площини згину забезпечена.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
ЗМ	Літ.	№ докум	Підпис	Дат		44

Розрахунок правої стійки L=7,9м

За результатами статичного розрахунку рами максимальні значення зусиль у колоні в карнизному вузлі складають



Елемент 2	
Номери вузлів 4, 3	
№ 2	Блок N <input type="checkbox"/> Відзначений
Тип хорсткості 9" Двоотвір 1 X 32 / 1 X 102 (Стойка 2 М)	
Тип КЕ	К-ть перерізів А: ID
10	2
Довжина, координати центра ваги L=7.9м, Xc=36м, Yc=0м, Zc=3.95м	
РСН	№ РСН 1
ДБН В 1.2-2:2006_1	
<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> Mx <input type="checkbox"/> My <input type="checkbox"/> Oz <input type="checkbox"/> Mz <input type="checkbox"/> Qy <input type="checkbox"/> Py <input type="checkbox"/> Rz <input type="checkbox"/> Mw	
Показати пер. <input type="checkbox"/> Експорти зусиль	

$$M=1042,68 \text{ кНм} \quad Q=131,98 \text{ кН} \quad N=217,75 \text{ кН}$$

Переріз підбираємо аналогічно лівій стійці.

Розмір нижньої частини стінка **30см x 1см**, полицок **30см x 1см**, карнизного вузла стінка **120см x 1см**, полицок **30см x 1см**.

Перевіримо стійкість стійки із площини рами.

Визначаємо значення відносного ексцентриситету для втрати стійкості колони із площини рами. При цьому значення згинального моменту приймається для середньою третини висоти перерізу колони:

$$m_x = \frac{M_x A}{N W} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 1042,68 \text{ кНм} \cdot 10^2}{217,75 \text{ кН}} \cdot \frac{180 \text{ см}^2}{6020,65 \text{ см}^3} = 9,55$$

Для визначення коефіцієнта φ_y визначимо гнучкість колони із площини рами:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} \quad l_{ef y} = \mu \cdot l = 1 \cdot 790 \text{ см} = 790 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{790 \text{ см}}{5 \text{ см}} = 158$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 158 \sqrt{\frac{24 \text{ кН/см}^2}{20600 \text{ кН/см}^2}} = 5,392$$

Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

45

$lef = 7,9 \text{ м}$ – висота до рівня розкріплення колони із площини.

$$\alpha_t = 8 \left(\frac{790 \text{ см} \cdot 1 \text{ см}}{121 \text{ см} \cdot 30 \text{ см}} \right)^2 \left(1 + \frac{0,5 \cdot 121 \text{ см} \cdot (1 \text{ см})^2}{30 \text{ см} \cdot (1 \text{ см})^3} \right) = 1,14$$

Визначаємо коефіцієнт:

Н.2 Для балки і консолі двотаврового перерізу з двома осями симетрії коефіцієнт φ_b слід приймати таким, що дорівнює:

– при $\varphi_1 \leq 0,85$

$$\varphi_b = \varphi_1; \quad (\text{Н.1})$$

– при $\varphi_1 > 0,85$

$$\varphi_b = 0,68 + 0,21\varphi_1 \leq 1, \quad (\text{Н.2})$$

де значення коефіцієнта φ_1 слід розраховувати за формулою:

$$\varphi_1 = \psi \frac{I_y \left(\frac{h_b}{l_{ef}} \right)^2 E}{I_x R_y}, \quad (\text{Н.3})$$

де ψ – коефіцієнт, що обчислюється відповідно до вимог Н.3;

h_b – повна висота перерізу прокатного двотавра або відстань між осями поясів (пакетів поясних листів) складеного двотавра;

l_{ef} – розрахункова довжина балки або консолі прийнята відповідно до вимог 9.4.2.

$$\varphi_1 = 1,691 \cdot \frac{4500 \text{ см}^4}{367260 \text{ см}^4} \left(\frac{121 \text{ см}}{790 \text{ см}} \right)^2 \frac{2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа}}{240 \text{ МПа}} = 0,417$$

$$\psi = 1,6 + 0,08 \cdot 1,143 = 1,691$$

$$\varphi_b = \varphi_1 = 0,417$$

Коефіцієнт c для відносного ексцентриситету $m_x \leq 5$ визначаємо за умовою:

– при значеннях $m_x \leq 5$ за формулою:

$$c = \frac{\beta_c}{1 + \alpha_c \nu m_x} \leq 1, \quad (10.9)$$

$$\alpha_c = 0,65 + 0,05 \cdot m_x = 0,65 + 0,05 \cdot 9,55 = 1,127$$

$$\beta_c = \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_y}} = \sqrt{\frac{0,602}{0,263}} = 1,512$$

$$\varphi_c = 0,820$$

$$\nu = 1 - \frac{\bar{\lambda}}{14} \left(2,12 - \frac{b}{h} \right) = 1 - \frac{5,392}{14} \left(2,12 - \frac{300}{1200} \right) = 0,279$$

$$c_5 = \frac{1,512}{1 + 1,127 \cdot 0,279 \cdot 9,55} = 0,377$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
ЗМ	Літ.	№докум	Підпис	Дат		46

Коефіцієнт c для відносного ексцентриситету $m_x > 10$ визначаємо за умовою:

– при значеннях $m_x \geq 10$ за формулою:

$$c = \frac{1}{1 + m_x \varphi_y / \varphi_b}, \quad (10.10)$$

Коефіцієнт c для відносного ексцентриситету $m_x > 10$ визначаємо за умовою:

$$c_{10} = \frac{1}{1 + 9,55 \cdot 0,263 / 0,417} = 0,142$$

Таблиця Ж.1 – Коефіцієнти стійкості при центральному стиску

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

Примітка. Наведені у таблиці значення коефіцієнта φ збільшені в 1000 разів.

Коефіцієнт поздовжнього згину при центральному стиску із площини рами:

$$\varphi_y = 0,263$$

Коефіцієнт c :

– при значеннях $5 < m_x < 10$ за формулою:

$$c = c_5 (2 - 0,2 m_x) + c_{10} (0,2 m_x - 1), \quad (10.11)$$

де коефіцієнт c_5 необхідно визначати за формулою (10.9) при $m_x \leq 5$, а коефіцієнт c_{10} – за формулою (10.10) при $m_x \geq 10$;

$$c = 0,377(2 - 0,2 \cdot 9,55) + 0,142(0,2 \cdot 9,55 - 1) = 0,163$$

Виконуємо перевірку стійкості

$$\frac{N \gamma_n}{c \varphi_y A R_y \gamma_c} = \frac{217,75 \text{ кН} \cdot 1,1}{0,163 \cdot 0,263 \cdot 180 \text{ см}^2 \cdot 24 \cdot 1,0} = 1,17 \leq 1$$

Стійкість колони із площини згину не забезпечена, потрібні додаткові розкріплення.

Додаємо додаткове розкріплення на відмітці 4м, виконуємо повторну перевірку стійкості колони із площини рами.

$$m_x = \frac{M_x A}{N W} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 1042,68 \text{ кНм} \cdot 10^2}{217,75 \text{ кН}} \cdot \frac{180 \text{ см}^2}{6020,65 \text{ см}^3} = 9,55$$

Для визначення коефіцієнта φ_y визначимо гнучкість колони із площини рами:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} \quad l_{ef,y} = \mu \cdot l = 1 \cdot 400 \text{ см} = 400 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{400 \text{ см}}{5 \text{ см}} = 80$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80 \sqrt{\frac{24 \text{ кН/см}^2}{20600 \text{ кН/см}^2}} = 2,730$$

$l_{ef} = 4 \text{ м}$ – висота до рівня розкріплення колони із площини.

$$\alpha_t = 8 \left(\frac{400 \text{ см} \cdot 1 \text{ см}}{121 \text{ см} \cdot 30 \text{ см}} \right)^2 \left(1 + \frac{0,5 \cdot 121 \text{ см} \cdot (1 \text{ см})^2}{30 \text{ см} \cdot (1 \text{ см})^3} \right) = 0,293$$

$$\psi = 1,6 + 0,08 \cdot 0,293 = 1,623$$

Визначаємо коефіцієнт:

$$\varphi_1 = \psi \frac{I_y \left(\frac{h_b}{l_{ef}} \right)^2 E}{I_x R_y},$$

$$\varphi_1 = 1,623 \cdot \frac{4500 \text{ см}^4}{367260 \text{ см}^4} \left(\frac{121 \text{ см}}{400 \text{ см}} \right)^2 \frac{2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа}}{240 \text{ МПа}} = 1,56$$

$$\varphi_b = \varphi_1 = 1,56$$

Коефіцієнт c для відносного ексцентриситету $m_x \leq 5$ визначаємо за умовою:

– при значеннях $m_x \leq 5$ за формулою:

$$c = \frac{\beta_c}{1 + \alpha_c \nu m_x} \leq 1, \quad (10.9)$$

$$\alpha_c = 0,65 + 0,05 \cdot m_x = 0,65 + 0,05 \cdot 9,55 = 1,127$$

$$\beta_c = 1$$

$$\nu = 1 - \frac{\bar{\lambda}}{14} \left(2,12 - \frac{b}{h} \right) = 1 - \frac{2,730}{14} \left(2,12 - \frac{300}{1200} \right) = 0,635$$

$$c_5 = \frac{1}{1 + 1,127 \cdot 0,635 \cdot 9,55} = 0,127$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
ЗМ	Літ.	№докум	Підпис	Дат		48

Коефіцієнт c для відносного ексцентриситету $m_x > 10$ визначаємо за умовою:

Таблиця Ж.1 – Коефіцієнти стійкості при центральному стиску

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

Примітка. Наведені у таблиці значення коефіцієнта φ збільшені в 1000 разів.

Коефіцієнт поздовжнього згину при центральному стиску із площини рами:

$$\varphi_y = 0,692$$

– при значеннях $m_x \geq 10$ за формулою:

$$c = \frac{1}{1 + m_x \varphi_y / \varphi_b}, \quad (10.10)$$

$$c_{10} = \frac{1}{1 + 9,149 \cdot 0,692 / 1,56} = 0,197$$

Коефіцієнт c :

– при значеннях $5 < m_x < 10$ за формулою:

$$c = c_5 (2 - 0,2 m_x) + c_{10} (0,2 m_x - 1), \quad (10.11)$$

де коефіцієнт c_5 необхідно визначати за формулою (10.9) при $m_x \leq 5$, а коефіцієнт c_{10} – за формулою (10.10) при $m_x \geq 10$;

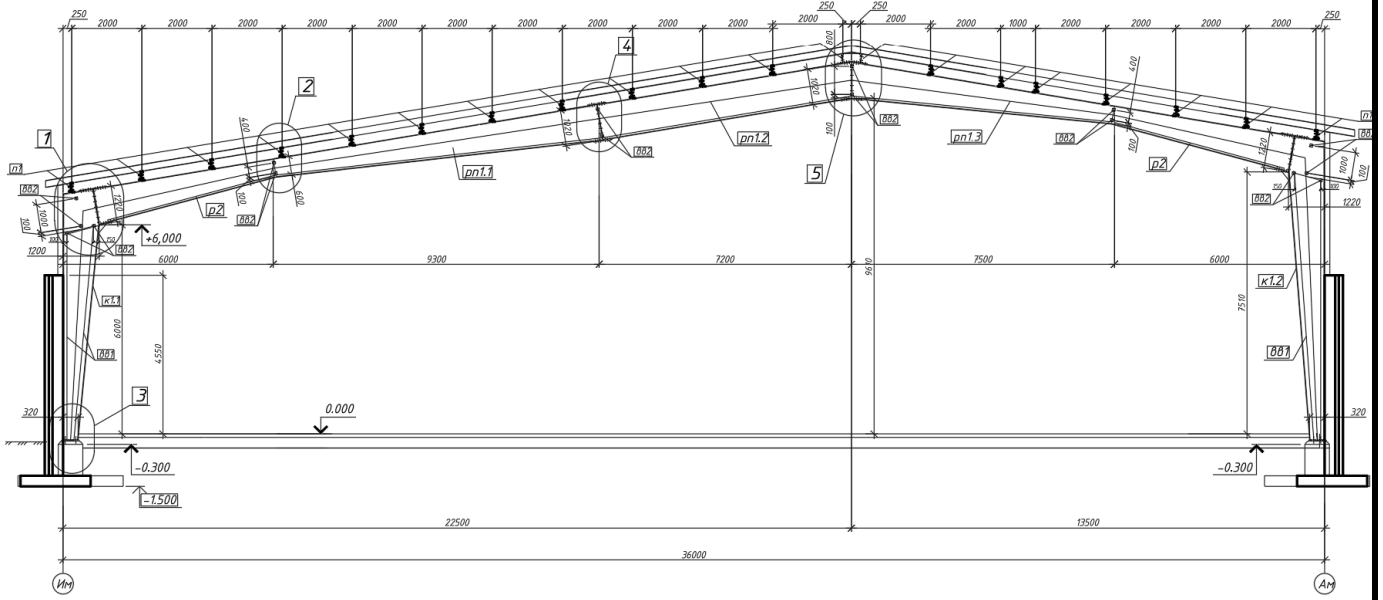
$$c = 0,127(2 - 0,2 \cdot 9,55) + 0,197(0,2 \cdot 9,55 - 1) = 0,1907$$

Виконуємо перевірку стійкості

$$\frac{N \gamma_n}{c \varphi_y A R_y \gamma_c} = \frac{217,55 \text{ кН} \cdot 1,1}{0,1907 \cdot 0,692 \cdot 180 \text{ см}^2 \cdot 24 \cdot 1,0} = 0,381 \leq 1$$

Стійкість колони із площини згину забезпечена.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
ЗМ	Літ.	№докум	Підпис	Дат		49



Зм	Літ.	Надодкум	Підпис	Дат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

Консультант /Ращенко А. М. /

Здобувач /Гордієнко Д.Д. /

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		51

2.2. Основи і фундаменти

Об'єктом, що підлягає інженерно-геологічним вишукуванням є Кінно-спортивна база з металевим каркасом у м. Бровари Київської області.

Інженерно-геологічні вишукування виконані у квітні 2024 року.

Клас відповідальності об'єкту – СС2.

Для вирішення поставленої задачі на об'єкті були виконані такі види вишукувальних робіт: бурові роботи, статичне зондування, лабораторні роботи, камеральна обробка матеріалів польових та лабораторних робіт і випуск технічного звіту.

Мета інженерно-геологічних вишукувань – оцінка інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов на ділянці вишукувань, визначення фізико-механічних властивостей ґрунтів.

Абсолютні відмітки території вишукувань коливаються в межах 101,40- 118,80 м.

За інженерно-геологічними умовами район робіт відноситься до II категорії складності (Додаток Ж, ДБН А.2.1-1-2008).

Потужність ґрунтово-рослинного шару складає 0,2-0,4 м, у середньому 0,3 м.

Гідрогеологічні умови

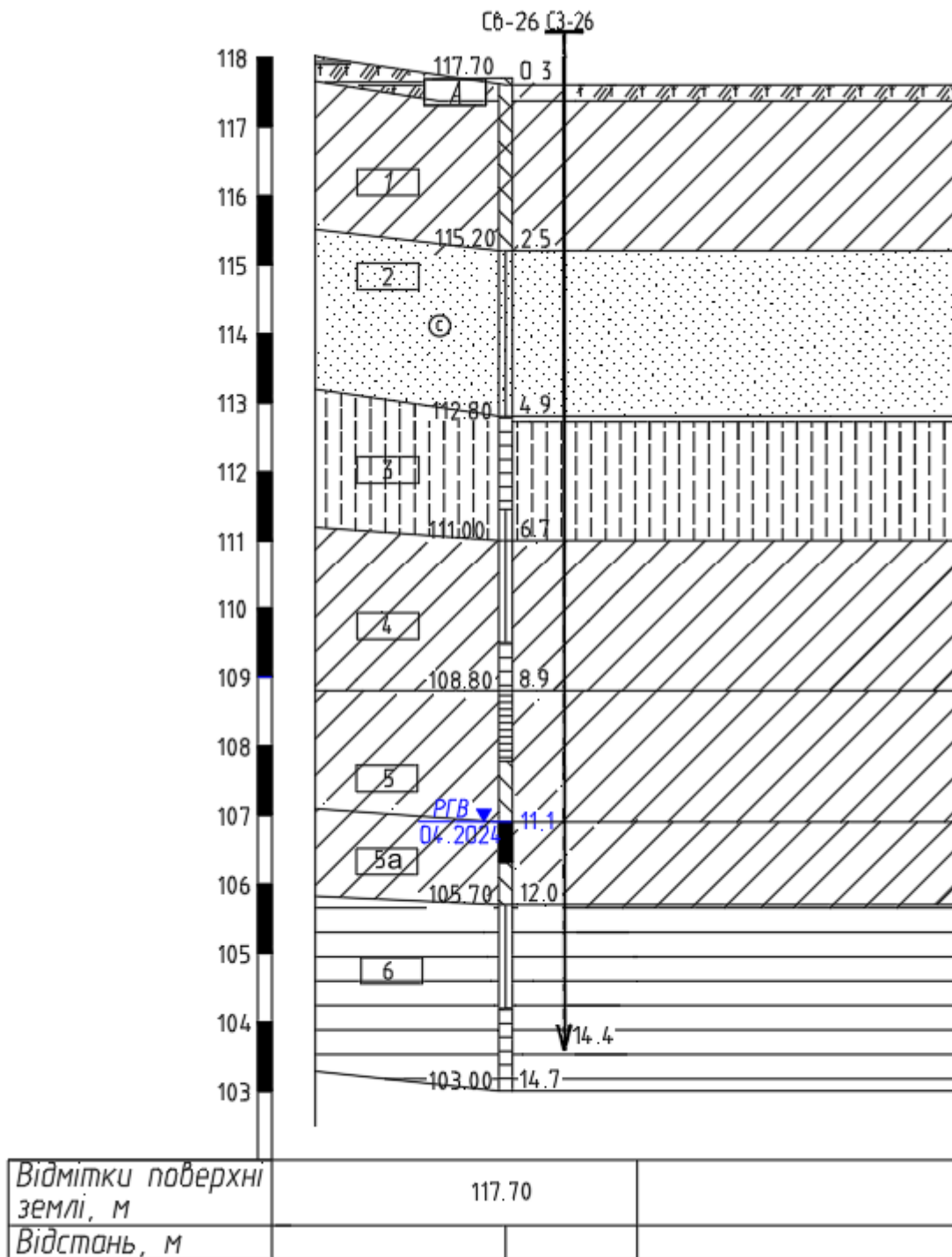
На ділянці робіт на період вишукувань (квітень 2024 року) постійний рівень ґрунтової води зафіксований у свердловинах №21,24,26 на глибинах 11,0-14,5 м, що відповідає абсолютним відміткам 104,60-109,10 м. Водоносний горизонт безнапірний, живлення ґрунтових вод відбувається переважно за рахунок поверхневих вод та інфільтрації атмосферних опадів.

Відмічені на інженерно-геологічному розрізі рівні ґрунтових вод (РГВ) близькі до середньорічних. Прогнозне коливання РГВ протягом року можливе в межах $\pm 0,8-1,2$ м.

Графічна модель інженерно-геологічної будови ділянки вишукувань представлена на інженерно-геологічних кресленнях.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Недокум	Підпис	Дат		52

2.2.1. Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика.









Зм	Літ.	Недокум	Підпис	Дат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»





Лист

53



Літологічний опис ґрунтів

- | | |
|---|---|
|  | ґрунтово-рослинний шар з корінням рослин (супісок піщанистий, сіро-бурий, буро-коричневий, темно-коричневий, пластичний, подекуди текучий); |
|  | Супісок піщанистий, буро-коричневий, жовто-бурий, жовто-коричневий, пластичний, з прошарками твердого, з прошарками і лінзами суглинку та піску 25-30%; |
|  | Пісок середньої крупності, жовто-сірий, буро-коричневий, сірий, середньої щільності, з прошарками пухкого, подекуди з прошарками щільного, малого ступеню водонасичення, подекуди середнього ступеню водонасичення, з прошарками та лінзами піску пилуватого, мілкого та супіску 25-30%, подекуди з включенням гальки і гравію 5-10%; |
|  | Супісок пилуватий, лесовидний, палево-жовтий, світло-сірий, сірий, твердий з прошарками пластичного, з прошарками і лінзами суглинку та піску 20-25%, подекуди з прошарками та лінзами похованого ґрунту; |
|  | Суглинок легкий пилуватий, буро-коричневий, бурий, жовто-бурий, твердий, з прошарками напівтвердого та тугопластичного, з прошарками і лінзами суглинку важкого, супіску та піску 20-25%, подекуди з включенням гальки і гравію 5-10%; |
|  | Суглинок легкий пилуватий, сірий, світло-сірий, жовто-сірий, напівтвердий, з прошарками тугопластичного, подекуди твердого, з прошарками і лінзами суглинку важкого, супіску та піску 25-30%; |
|  | Суглинок важкий пилуватий, сірий, світло-сірий, подекуди жовто-коричневий, тугопластичний, з прошарками напівтвердого, з прошарками і лінзами суглинку легкого, супіску та піску 25-30%; |
|  | Глина легка пилувата, темно-сіра, буро-сіра, сіра, коричнево-буря, напівтверда з прошарками тугопластичної, подекуди з прошарками твердої, з прошарками і лінзами суглинку 5-10%, з включенням гравію 5-10% (від слабо- до сильнонадухаючої); |
|  | Суглинок важкий пилуватий, жовтий, буро-коричневий, напівтвердий, з прошарками тугопластичного, з прошарками і лінзами суглинку легкого, супіску та піску 15-20%; |
|  | Супісок пилуватий, сірий, світло-сірий, твердий з прошарками пластичного, з прошарками і лінзами піску 25-30%; |
|  | Супісок пилуватий, сірий, світло-сірий, подекуди темно-сірий, текучий, з прошарками пластичного, з прошарками і лінзами піску та суглинку 15-20%; |
|  | Глина легка пилувата, чорна, подекуди з бурими плямами, тугопластична з прошарками напівтвердої, з прошарками і лінзами глини важкої та суглинку важкого 10-15%, з домішкою органічних речовин (ненадихаюча та слабонадихаюча); |

Умовні позначення

- | | |
|---|---|
| СВ-11 | Геологічна свердловина, її номер |
|  | глибина свердловини, м |
|  | Номер інженерно-геологічного елемента |
|  | Рівень ґрунтових вод
дата заміру |
|  | Місце випробувань ґрунтів методом статичного зондування
глибина, м |

Ступінь водонасичення та показник текучості ґрунтів

- | | |
|----------------------------------|---|
| піщаних | глинистих |
| малого ступеню водонасичення |  |
| | тверді |
| | напівтверді |
| | тугопластичні |
| середнього ступеню водонасичення |  |
| | пластичні (для супісків) |
| | текучі |

Зм	Літ.	№докум	Підпис
Дат			

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

54

2.2.2. Зведена таблиця нормативних значень фізико-механічних показників ґрунтів будівельного майданчика.

№	Повне найменування ґрунту	Товщина шару	Щільність ґрунту г/см ³		Питома вага ґрунту кН/м ³			Природна вологість, W	Межі		Число пластичності, I _p	Показник текучості, I _L	Коефіцієнт пористості, e	Ступінь водонасичення, S _r	Питоме зчеплення,	Кут внутрішнього тертя	Модуль деформації,	Розрахунковий опір, R _c , кПа
			Природного стану	Часток	Природного стану	Часток	У виваженому стані		Розкочування, W _p	Текучості, W _L								
A	Ґрунтово-рослинний шар	0,3	1,59	-	15,59	-	-	0,154	0,14	0,17	0,03	0,47	-	-	-	-	-	-
1	Супісок (піщанистий пластичний)	2,2	1,87	2,68	18,34	26,29	-	0,159	0,14	0,19	0,05	0,38	0,665	0,64	12	26	10	275
2	Пісок (середньої крупності, середньої щільності, малоого ступеню водонасичення)	2,4	1,72	2,64	16,87	25,89	-	0,089	0,13	0,16	0,03	1,37	0,67	0,137	1	35	30	400
3	Супісок (пилуватий, твердий.)	1,8	1,77	2,68	17,36	26,29	-	0,12	0,18	0,23	0,05	1,20	0,696	0,46	18	22	24	250
4	Суглинок (легкий, пилуватий, твердий)	2,2	1,96	2,69	19,22	29,03	-	0,147	0,16	0,25	0,09	0,14	0,573	0,67	27	21	18	275
5	Суглинок (легкий, пилуватий, напівтвердий)	2,2	1,97	2,69	19,32	26,38	-	0,186	0,18	0,28	0,10	0,06	0,620	0,81	25	23	18	275

2.2.3. Визначення мінімальну глибину закладання підшви фундаменту.

- З геологічних умов: $d_1 = h_1 + 0,4 = 0,8 + 0,4 = 1,2$ м.
- З гідрологічних умов: $d = h_w - 1 = 11,0 - 1 = 10$ м;
- З кліматичних умов: нормативна глибина промерзання для м. Бровари $d_{fm} = 1,20$ м.
- Враховуючи конструкцію підлоги і температуру в приміщенні $t = 15$ °C визначимо, що $K_h = 0,5$.

Тоді розрахункова глибина промерзання $d_f = K_h \times d_{fm} = 0,5 \times 1,2 = 0,60$ м.

- По конструктивним особливостям глибину закладання фундаменту приймаємо: $d_k = h_m$
- h_0 ;

де h_m – позначка верхнього обрізу фундаменту, приймаємо $h_m = 118,15$ м;

h_0 – абсолютна позначка рельєфу, $h_0 = 117,7$ м.

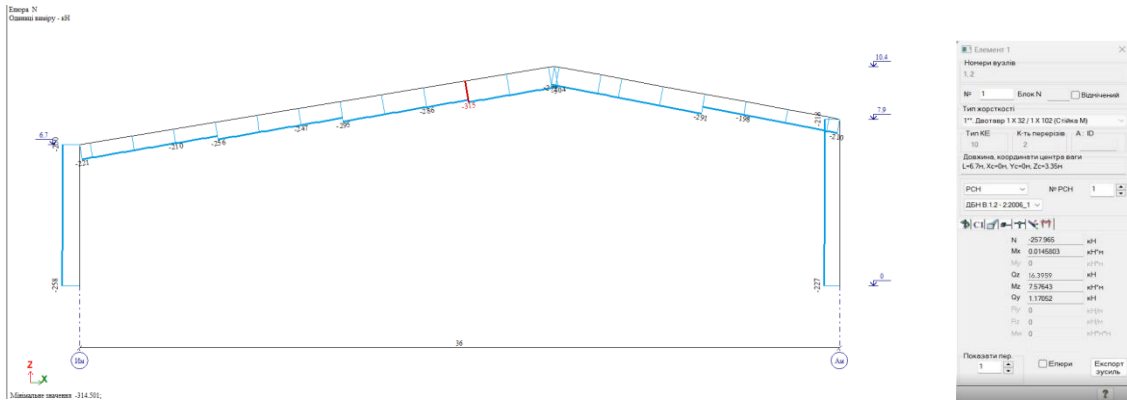
$d_k = 118,15 - 117,7 = 0,45$ м

Остаточно приймаємо глибину закладання підшви фундаменту вибираючи найбільшу з розрахованих величин, на глибині $d_1 = 1,2$ м від поверхні. $H_f = 1,2 + 0,45 = 1,65$ м.

Пабсолютна позначка підшви фундаментів $118,15 - 1,65 = 116,50$ м;

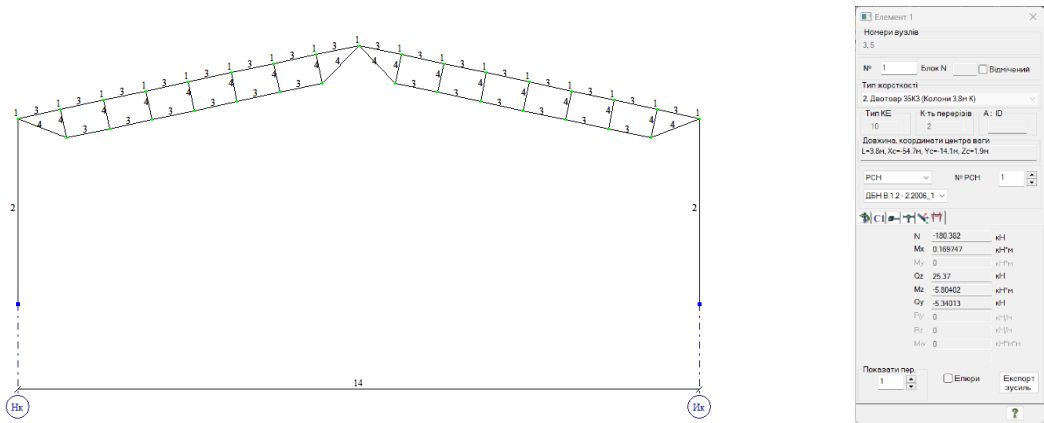
					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Недокум	Підпис	Дат		55

Збір навантажень на фундамент Ф-1



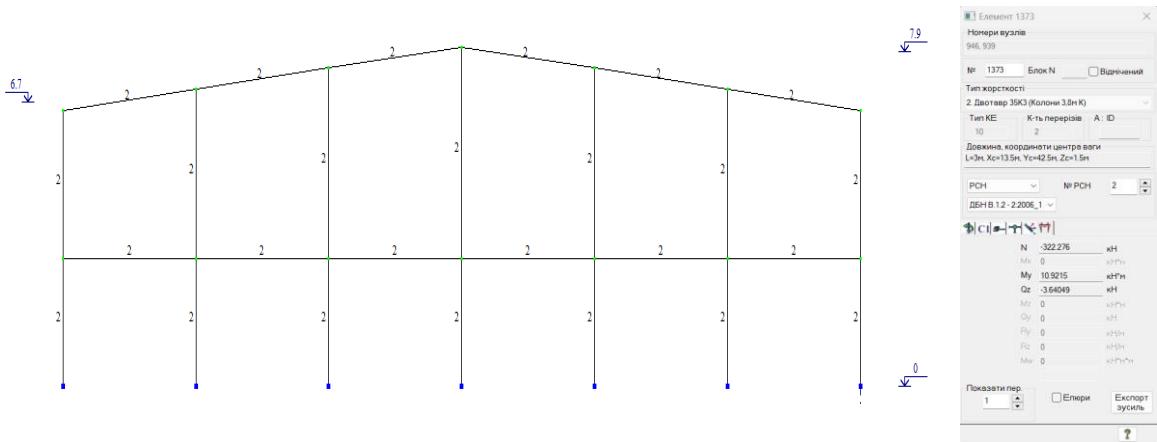
$$N = 258 \text{ кН} \quad M = 7,57 \text{ кНм} \quad Q = 16,39 \text{ кН}$$

Збір навантажень на фундамент Ф-2



$$N = 180,382 \text{ кН} \quad M = 5,80 \text{ кНм} \quad Q = 25,37 \text{ кНм}$$

Збір навантажень на фундамент Ф-3



$$N = 322,27 \text{ кН} \quad M = 10,92 \text{ кНм} \quad Q = 3,64 \text{ кНм}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		56

Навантаження на Ф-1

$$N = 258 \text{ кН} \quad M = 7,57 \text{ кНм} \quad Q = 16,39 \text{ кНм}$$

2.2.4. Визначаємо розмір фундаменту під колону

$$N_2 = \frac{N}{0,95} = \frac{258}{0,95} = 271,6 \text{ кН/м}$$
$$b_1 = \sqrt{\frac{N_2}{R_0 - 20d}} = \sqrt{\frac{271,6}{275 - 20 \cdot 1,2}} = 1,04 \text{ м}$$

Для колони приймаємо розмір фундаменту $b = 1,1 \times 1,1 \text{ м}$.

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot (M_\gamma \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot C_{II})$$

γ_{c1} – коефіцієнт умови роботи основи, $\gamma_{c1} = 1,1$;

γ_{c2} – коефіцієнт умов роботи будинку разом з ґрунтовою основою $\gamma_{c2} = 1$;

k – коефіцієнт надійності, який приймають при визначенні характеристик ґрунтів $k = 1$;

В залежності від кута внутрішнього тертя, град 26^0 , приймаємо M_γ, M_q, M_c :

$$M_\gamma = 0,84;$$

$$M_q = 4,37;$$

$$M_c = 6,90$$

d_1 – глибина закладання фундаменту, $d_1 = 1,2 \text{ м}$;

$\gamma_2 = \dots \text{ кН/м}^3$ – питома вага ґрунту нижче подошви фундаменту;

$\gamma_1 = \dots \text{ кН/м}^3$ – середнє значення питомої ваги ґрунту вище подошви фундаменту;

$$\gamma'_2 = \frac{\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2}{h_1 + h_2} = \frac{15,59 \cdot 0,3 + 18,34 \cdot 0,9}{1,2} = 17,65 \text{ кН/м}$$

$C_{II} = 1 \text{ кПа}$ – питоме зчеплення ґрунту;

$$R_1 = \frac{1,1 \cdot 1}{1} (0,84 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 18,34 + 4,37 \cdot 1,2 \cdot 17,65 + 0 + 6,90 \cdot 1) = 128,04 \text{ кПа}$$

Різниця між $R_0 = 275 \text{ кПа}$ і $R_1 = 128,04 \text{ кПа}$, більша ніж 10 кПа

Тому уточнюємо ширину фундаменту:

$$b_1 = \sqrt{\frac{N_2}{R_0 - 20d}} = \sqrt{\frac{271,6}{128,04 - 20 \cdot 1,2}} = 1,61 \text{ м}$$

$$R_1 = \frac{1,1 \cdot 1}{1} (0,84 \cdot 1 \cdot 1,7 \cdot 18,34 + 4,37 \cdot 1,2 \cdot 17,65 + 0 + 6,90 \cdot 1) = 138,21 \text{ кПа}$$

Різниця між $R_0 = 123,36 \text{ кПа}$ і $R_1 = 138,21 \text{ кПа}$, більша ніж 10 кПа

Уточнюємо ширину фундаменту:

$$b_1 = \sqrt{\frac{N_2}{R_0 - 20d}} = \sqrt{\frac{271,6}{138,21 - 20 \cdot 1,2}} = 1,54 \text{ м}$$

$$R_1 = \frac{1,1 \cdot 1}{1} (0,84 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 18,34 + 4,37 \cdot 1,2 \cdot 17,65 + 0 + 6,90 \cdot 1) = 136,51 \text{ кПа}$$

Різниця між $R_0 = 138,21 \text{ кПа}$ і $R_1 = 136,51 \text{ кПа}$, не більша ніж 10 кПа

Приймаємо фундамент розмірами в плані $b \times a = 1,6 \times 1,6 \text{ м}$.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		57

Вага фундаменту та ґрунту на його обрізах
 $1,6 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 20 = 61,44$ кН

Сумарне навантаження:

$$\Sigma G_{new} = 271,6 + 61,44 = 333,04 \text{ кН}$$

$$\Sigma M = M + Q \cdot \left(h_1 - \frac{h_f}{2}\right) = 7,57 + 16,39 \cdot (1,2 - 0,15) = 24,77 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Перевірка по середнім напруженням

$$\sigma_{mt} = \frac{N_{II}}{b \cdot l} = \frac{333,04}{1,6 \cdot 1,6} = 130,09 \text{ кПа} < R = 132,76 \text{ кПа}$$

По максимальним напруженням:

$$\sigma_{max} = \frac{\Sigma G}{A} + \frac{\Sigma M}{W} = \frac{333,04}{1,6 \cdot 1,6} + \frac{24,77}{0,682} = 166,41 \text{ кПа} < 1,2 \cdot R = 169,312 \text{ кПа}$$

Момент опору:

$$W = \frac{b \cdot l^2}{6} = \frac{1,6 \cdot 1,6^2}{6} = 0,682$$

По мінімальним напруженням:

$$\sigma_{min} = \frac{\Sigma G}{A} - \frac{\Sigma M}{W} = \frac{333,04}{1,6 \cdot 1,6} - \frac{24,77}{0,682} = 93,77 \text{ кПа} > 0$$

2.2.5. Визначення очікуваної величини осідання основи для запроектованого фундаменту.

Вихідні дані:

- Тип фундаменту: пинькового типу під колону;
- Ширина підшви: $b = 1,6$ м;
- Глибина закладання: $d = 1,2$ м;
- Середній тиск під підшвою фундаменту: $P = 130,09$ кПа;

Напруження від власної ваги ґрунту в характерних точках:

- на підшві першого шару:
 $\sigma_{zg}^I = \gamma_1 \cdot h_1 = 15,59 \cdot 0,3 = 4,677$ кПа
- на рівні підшви фундаменту:
 $\sigma_{zg}^{II} = \sigma_{zg}^I + \gamma_2 \cdot (d - h_1) = 4,677 + 18,34 \cdot 0,9 = 21,183$ кПа
- на підшві другого шару:
 $\sigma_{zg}^{III} = \sigma_{zg}^{II} + \gamma_2 \cdot h_2 = 21,183 + 18,34 \cdot 1,6 = 50,527$ кПа
- на підшві третього шару:
 $\sigma_{zg}^V = \sigma_{zg}^{IV} + \gamma_4 \cdot h_4 = 50,527 + 16,87 \cdot 2,4 = 91,015$ кПа
- на підшві четвертого шару:
 $\sigma_{zg}^V = \sigma_{zg}^{IV} + \gamma_4 \cdot h_4 = 91,015 + 17,36 \cdot 1,8 = 122,263$ кПа
- на підшві п'ятого шару:
 $\sigma_{zg}^V = \sigma_{zg}^{IV} + \gamma_4 \cdot h_4 = 122,263 + 19,22 \cdot 2,2 = 164,547$ кПа
- на підшві п'ятого шару:
 $\sigma_{zg}^V = \sigma_{zg}^{IV} + \gamma_4 \cdot h_4 = 164,547 + 19,32 \cdot 2,2 = 207,051$ кПа

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		58

Додатковий тиск на основу на рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{zp}^0 = P - \sigma_{zg}^0(\sigma_{zg}^{\text{II}}) = 130,09 - 21,183 = 108,907 \text{ кПа}$$

Додатковий тиск на основу в кожній точці елементарного шару:

$$\sigma_{zp}^i = \alpha \cdot \sigma_{zp}^0, \text{ визначаємо до нижньої границі стисливої зони}$$

(точка, в якій виконується умова $0,2 \cdot \sigma_{zg} \geq \sigma_{zp}$)

Деформація кожного елементарного шару:

$$S_i = \frac{\sigma_{zp, \text{сеп}}^i \cdot h_i}{E_i} \cdot \beta$$

Розрахунок осідання фундаменту

Номер точки	Глиби на точки z_i	f 2z/b	Коеф. розе a_i	σ_{zg} кПа	σ_{zg} кПа	$\sigma_{zg, \text{сеп}}$ кПа	Модуль деф. E_i	Товщина шару h_i	Осідання шару S_i
0	0	0	1	21,183	108,9				
						98,1	10000	130,0	1,020
1	1,3	1,63	0,801	50,527	87,2				
						80,1	30000	120,0	0,256
2	2,50	3,13	0,671	70,271	73,1				
						67,1	30000	120,0	0,215
3	3,70	4,63	0,562	90,015	61,2				
						57,4	24000	90,0	0,172
4	4,60	5,75	0,492	106,139	53,6				
						50,3	24000	90,0	0,151
5	5,50	6,88	0,431	122,263	46,9				
						43,4	18000	110,0	0,212
6	6,60	8,25	0,366	143,405	39,9				
						36,9	18000	110,0	0,180
7	7,70	9,63	0,312	164,547	33,9				
						31,4	18000	110,0	0,153
8	8,80	11,00	0,265	185,799	28,8				
						26,7	18000	110,0	0,130
9	9,90	12,38	0,225	207,051	24,5				
						Загальні осідання :			2,491

Перевірка відповідності деформації будинку:

Відповідно до таблиці (И.1) додатку «И» ДБН В.2.1-10-2018, граничне осідання для будівель з металевим каркасом $S_U = 12$ см.

$$S = 2,491 \text{ см} < S_U = 12 \text{ см.}$$

Умова виконується.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		59

Навантаження на Ф-2

$$N = 180,382 \text{ кН} \quad M = 5,80 \text{ кНм} \quad Q = 25,37 \text{ кНм}$$

2.2.4. Визначаємо розмір фундаменту під колону

$$N_2 = \frac{N}{0.95} = \frac{180,382}{0.95} = 189,87 \text{ кН/м}$$

$$b_1 = \sqrt{\frac{N_2}{R_0 - 20d}} = \sqrt{\frac{189,87}{275 - 20 * 1,2}} = 0,869 \text{ м}$$

Для колони приймаємо розмір фундаменту $b = 1 \times 1 \text{ м}$.

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot (M_\gamma \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot C_{II})$$

γ_{c1} – коефіцієнт умови роботи основи, $\gamma_{c1} = 1,1$;

γ_{c2} – коефіцієнт умов роботи будинку разом з ґрунтовою основою $\gamma_{c2} = 1$;

k – коефіцієнт надійності, який приймають при визначенні характеристик ґрунтів $k = 1$;

В залежності від кута внутрішнього тертя, град 26° , приймаємо M_γ, M_q, M_c :

$$M_\gamma = 0,84;$$

$$M_q = 4,37;$$

$$M_c = 6,90$$

d_1 – глибина закладання фундаменту, $d_1 = 1,2 \text{ м}$;

$\gamma_2 = \dots \text{ кН/м}^3$ – питома вага ґрунту нижче подошви фундаменту;

$\gamma_1 = \dots \text{ кН/м}^3$ – середнє значення питомої ваги ґрунту вище подошви фундаменту;

$$\gamma'_2 = \frac{\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2}{h_1 + h_2} = \frac{15,59 \cdot 0,3 + 18,34 \cdot 0,9}{1,2} = 17,65 \text{ кН/м}$$

$C_{II} = 1 \text{ кПа}$ – питоме зчеплення ґрунту;

$$R_1 = \frac{1,1 \cdot 1}{1} (0,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 18,34 + 4,37 \cdot 1,2 \cdot 17,65 + 0 + 6,90 \cdot 1) = 126,34 \text{ кПа}$$

Різниця між $R_0 = 275 \text{ кПа}$ і $R_1 = 126,34 \text{ кПа}$, більша ніж 10 кПа

Тому уточнюємо ширину фундаменту:

$$b_1 = \sqrt{\frac{N_2}{R_0 - 20d}} = \sqrt{\frac{189,87}{275 - 20 * 1,2}} = 1,36 \text{ м}$$

$$R_1 = \frac{1,1 \cdot 1}{1} (0,84 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 18,34 + 4,37 \cdot 1,2 \cdot 17,65 + 0 + 6,90 \cdot 1) = 133,12 \text{ кПа}$$

Різниця між $R_0 = 275 \text{ кПа}$ і $R_1 = 133,12 \text{ кПа}$, не більша ніж 10 кПа

Приймаємо фундамент розмірами в плані $b \times a = 1,4 \times 1,4 \text{ м}$.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Нодокум	Підпис	Дат		60

Вага фундаменту та ґрунту на його обрізах
 $1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 20 = 47,04$ кН

Сумарне навантаження:

$$\Sigma G = 189,87 + 47,04 = 236,91 \text{ кН}$$

$$\Sigma M = M + Q \cdot \left(h_1 - \frac{h_f}{2}\right) = 5,80 + 25,37 \cdot (1,2 - 0,15) = 32,43 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

По максимальним напруженням:

$$\sigma_{max} = \frac{\Sigma G}{A} + \frac{\Sigma M}{W} = \frac{236,91}{1,4 \cdot 1,4} + \frac{32,43}{0,457} = 191,83 \text{ кПа} < 1,2 \cdot R = 169,74 \text{ кПа}$$

Умова не виконується.

Збільшуємо розмір фундаменту до **bxa = 1,5 x 1,5 м.**

По максимальним напруженням:

$$\sigma_{max} = \frac{\Sigma G}{A} + \frac{\Sigma M}{W} = \frac{236,91}{1,5 \cdot 1,5} + \frac{32,43}{0,565} = 162,94 \text{ кПа} < 1,2 \cdot R = 169,74 \text{ кПа}$$

Перевірка по середнім напруженням

$$\sigma_{mt} = \frac{N_{II}}{b \cdot l} = \frac{236,91}{1,5 \cdot 1,5} = 105,29 \text{ кПа} < R = 133,12 \text{ кПа}$$

По мінімальним напруженням:

$$\sigma_{min} = \frac{\Sigma G}{A} - \frac{\Sigma M}{W} = \frac{236,91}{1,5 \cdot 1,5} - \frac{32,43}{0,565} = 47,89 \text{ кПа} > 0$$

Момент опору:

$$W = \frac{b \cdot l^2}{6} = \frac{1,5 \cdot 1,5^2}{6} = 0,565$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Нодокум	Підпис	Дат		61

2.2.7.Визначення очікуваної величини осідання основи для запроектованого фундаменту.

Вихідні дані:

- Тип фундаменту: пинькового типу під колону;
- Ширина підшви: $b = 1,5$ м;
- Глибина закладання: $d = 1,2$ м;
- Середній тиск під підшвою фундаменту: $P = 105,29$ кПа;

Додатковий тиск на основу на рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{zp}^0 = P - \sigma_{zg}^0(\sigma_{zg}^{II}) = 105,29 - 21,183 = 84,107 \text{ кПа}$$

Розрахунок осідання фундаменту

Номер точки	Глиби на точки z_i	$f_{2z/b}$	Коеф. розе a_i	σ_{zg} кПа	σ_{zg} кПа	$\sigma_{zg}.ce_p$	Модул	Тобщина шару h_i	Осідання шару S_i
							ь деф. E_i		
0	0	0	1	21,18	84,1				
						75,3	10000	130,0	0,783
1	1,3	1,73	0,791	50,53	66,5				
						60,8	30000	120,0	0,194
2	2,50	3,33	0,655	70,27	55,1				
						50,3	30000	120,0	0,161
3	3,70	4,93	0,542	90,02	45,6				
						42,6	24000	90,0	0,128
4	4,60	6,13	0,470	106,14	39,6				
						37,0	24000	90,0	0,111
5	5,50	7,33	0,408	122,26	34,3				
						31,6	18000	110,0	0,155
6	6,60	8,80	0,343	143,41	28,9				
						26,6	18000	110,0	0,130
7	7,70	10,27	0,289	164,55	24,3				
						22,4	18000	110,0	0,109
8	8,80	11,73	0,243	185,80	20,4				
						18,8	18000	110,0	0,092
9	9,90	13,20	0,204	207,05	17,2				
						Загальні осідання :			1,863

Перевірка відповідності деформації будинку:

Відповідно до таблиці (И.1) додатку «И» ДБН В.2.1-10-2018, граничне осідання для будівель з металевим каркасом $S_U = 12$ см.

$$S = 1,863 \text{ см} < S_U = 12 \text{ см.}$$

Умова виконується.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Надокум	Підпис	Дат		62

Навантаження на Ф-3

$$N = 322,27 \text{ кН} \quad M = 10,92 \text{ кНм} \quad Q = 3,64 \text{ кНм}$$

2.2.8. Визначаємо розмір фундаменту під колону

$$N_2 = \frac{N}{0,95} = \frac{322,27}{0,95} = 339,23 \text{ кН/м}$$

$$b_1 = \sqrt{\frac{N_2}{R_0 - 20d}} = \sqrt{\frac{339,23}{275 - 20 * 1,2}} = 1,16 \text{ м}$$

Для колони приймаємо розмір фундаменту $b = 1,2 \times 1,2 \text{ м}$.

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot (M_\gamma \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot C_{II})$$

γ_{c1} – коефіцієнт умови роботи основи, $\gamma_{c1} = 1,1$;

γ_{c2} – коефіцієнт умов роботи будинку разом з ґрунтовою основою $\gamma_{c2} = 1$;

k – коефіцієнт надійності, який приймають при визначенні характеристик ґрунтів $k = 1$;

В залежності від кута внутрішнього тертя, град 26^0 , приймаємо M_γ , M_q , M_c :

$$M_\gamma = 0,84;$$

$$M_q = 4,37;$$

$$M_c = 6,90$$

d_1 – глибина закладання фундаменту, $d_1 = 1,2 \text{ м}$;

$\gamma_2 = \dots \text{ кН/м}^3$ – питома вага ґрунту нижче підшови фундаменту;

$\gamma_1 = \dots \text{ кН/м}^3$ – середнє значення питомої ваги ґрунту вище підшови фундаменту;

$$\gamma'_2 = \frac{\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2}{h_1 + h_2} = \frac{15,59 \cdot 0,3 + 18,34 \cdot 0,9}{1,2} = 17,65 \text{ кН/м}$$

$C_{II} = 1 \text{ кПа}$ – питоме зчеплення ґрунту;

$$R_1 = \frac{1,1 \cdot 1}{1} (0,84 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 18,34 + 4,37 \cdot 1,2 \cdot 17,65 + 0 + 6,90 \cdot 1) = 129,73 \text{ кПа}$$

Різниця між $R_0 = 275 \text{ кПа}$ і $R_1 = 129,73 \text{ кПа}$, більша ніж 10 кПа

Тому уточнюємо ширину фундаменту:

$$b_1 = \sqrt{\frac{N_2}{R_0 - 20d}} = \sqrt{\frac{339,23}{275 - 20 * 1,2}} = 1,79 \text{ м}$$

$$R_1 = \frac{1,1 \cdot 1}{1} (0,84 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 18,34 + 4,37 \cdot 1,2 \cdot 17,65 + 0 + 6,90 \cdot 1) = 139,90 \text{ кПа}$$

Різниця між $R_0 = 123,36 \text{ кПа}$ і $R_1 = 139,90 \text{ кПа}$, більша ніж 10 кПа

Уточнюємо ширину фундаменту:

$$b_1 = \sqrt{\frac{N_2}{R_0 - 20d}} = \sqrt{\frac{339,23}{139,90 - 20 * 1,2}} = 1,71 \text{ м}$$

$$R_1 = \frac{1,1 \cdot 1}{1} (0,84 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 18,34 + 4,37 \cdot 1,2 \cdot 17,65 + 0 + 6,90 \cdot 1) = 139,90 \text{ кПа}$$

Різниця між $R_0 = 139,90 \text{ кПа}$ і $R_1 = 139,90 \text{ кПа}$.

Приймаємо фундамент розмірами в плані $b \times a = 1,8 \times 1,8 \text{ м}$.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Недокум	Підпис	Дат		63

Вага фундаменту та ґрунту на його обрізах
 $1,8 \cdot 1,8 \cdot 1,2 \cdot 20 = 77,76 \text{ кН}$

Сумарне навантаження:

$$\Sigma G = 339,23 + 77,76 = 416,99 \text{ кН}$$

$$\Sigma M = M + Q \cdot \left(h_1 - \frac{h_f}{2}\right) = 10,92 + 3,64 \cdot (1,2 - 0,15) = 14,74 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

По максимальним напруженням:

$$\sigma_{max} = \frac{\Sigma G}{A} + \frac{\Sigma M}{W} = \frac{416,99}{1,8 \cdot 1,8} + \frac{14,74}{0,972} = 143,86 \text{ кПа} < 1,2 \cdot R = 167,88 \text{ кПа}$$

Перевірка по середнім напруженням

$$\sigma_{mt} = \frac{N_{II}}{b \cdot l} = \frac{416,99}{1,8 \cdot 1,8} = 128,70 \text{ кПа} < R = 139,90 \text{ кПа}$$

По мінімальним напруженням:

$$\sigma_{min} = \frac{\Sigma G}{A} - \frac{\Sigma M}{W} = \frac{416,99}{1,8 \cdot 1,8} - \frac{14,74}{0,972} = 113,53 \text{ кПа} > 0$$

Момент опору:

$$W = \frac{b \cdot l^2}{6} = \frac{1,8 \cdot 1,8^2}{6} = 0,972$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		64

2.2.9. Визначення очікуваної величини осідання основи для запроєктованого фундаменту.

Вихідні дані:

- Тип фундаменту: пинькового типу під колону;
- Ширина підшви: $b = 1,8$ м;
- Глибина закладання: $d = 1,2$ м;
- Середній тиск під підшвою фундаменту: $P = 128,70$ кПа;

Додатковий тиск на основу на рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{zp}^0 = P - \sigma_{zg}^0(\sigma_{zg}^{II}) = 128,70 - 21,183 = 107,51 \text{ кПа}$$

Розрахунок осідання фундаменту

Номер точки	Глиби на точки z_i	$f_{2z/b}$	Коеф. розе a_i	σ_{zg} кПа	σ_{zg} кПа	$\sigma_{zg} \cdot c_e$ р	Модуль деф. E_i	Товщина шару h_i	Осідання шару S_i
0	0	0	1	21,18	107,5				
1	1,3	1,44	0,818	50,53	87,9	97,7	10000	130,0	1,016
2	2,50	2,78	0,699	70,27	75,1	81,5	30000	120,0	0,261
3	3,70	4,11	0,597	90,02	64,2	69,7	30000	120,0	0,223
4	4,60	5,11	0,531	106,14	57,1	60,6	24000	90,0	0,182
5	5,50	6,11	0,472	122,26	50,7	53,9	24000	90,0	0,162
6	6,60	7,33	0,408	143,41	43,9	47,3	18000	110,0	0,231
7	7,70	8,56	0,353	164,55	38,0	40,9	18000	110,0	0,200
8	8,80	9,78	0,306	185,80	32,9	35,4	18000	110,0	0,173
9	9,90	11,00	0,265	207,05	28,5	30,7	18000	110,0	0,150
Загальні осідання :									2,599

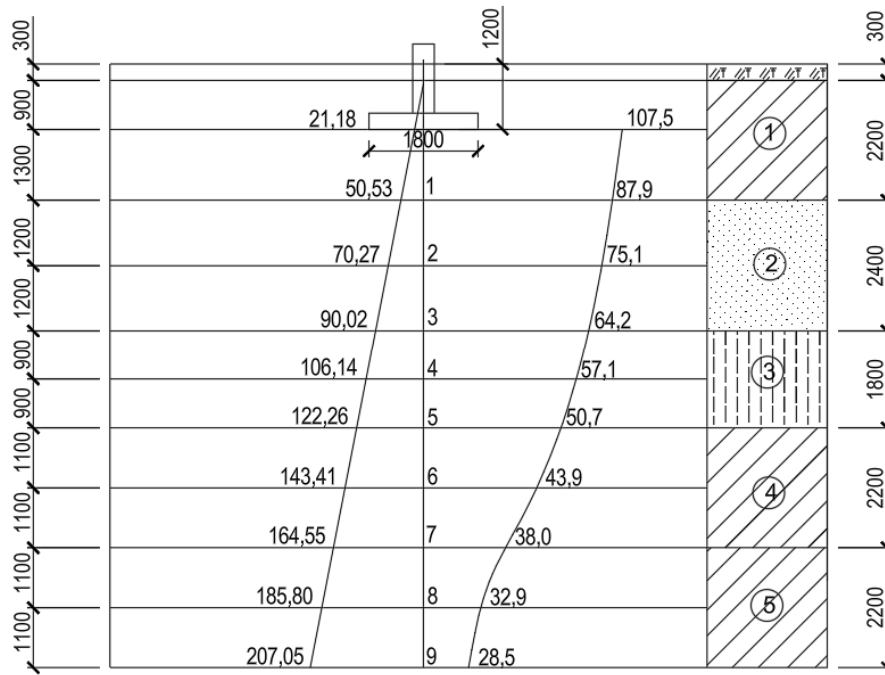
Перевірка відповідності деформації будинку:

Відповідно до таблиці (И.1) додатку «И» ДБН В.2.1-10-2018, граничне осідання для будівель з металевим каркасом $S_U = 12$ см.

$$S = 2,599 \text{ см} < S_U = 12 \text{ см.}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		65

Розрахункова схема для визначення несучої здатності фундаменту Ф3



Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

66

**ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ
БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Консультант /Махиня О. М./

Здобувач /Гордієнко Д.Д./

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		67

Розділ 4. Технологія і організація будівництва

4.1. Технологічна карта на монтаж металевого каркасу з балок змінного перерізу

Монтаж металевого каркасу з балок змінного перерізу — це комплексний процес, що включає підготовчі роботи, установку основних несучих конструкцій і контроль якості. Дотримання технологічної карти забезпечує надійність і безпеку конструкції.

Порядок виконання робіт по монтажу включає такі етапи:

1. Підготовчі роботи

- **Підготовка будівельного майданчика:**
 - Очищення території та створення доступних шляхів для транспортування конструкцій.
 - Установка тимчасових опор, підмостків і підмоцнування для зручності монтажу.
- **Підготовка матеріалів:**
 - Перевірка балок та колон на наявність дефектів.
 - Очищення з'єднувальних поверхонь від пилу, бруду, масла.
- **Перевірка обладнання:**
 - Підготовка кранів, зварювальних апаратів та іншого обладнання для монтажу.

2. Монтаж колон

- **Розміщення колон на фундаменті:**
 - Установка колон за проектними відмітками на закладні елементи фундаменту.
 - Вирівнювання колон за допомогою тимчасових розтяжок і підпор.
 - Попереднє кріплення колон:
- **Перевірка вертикальності колон:**
 - Контроль точності за допомогою рівнів і теодолітів, з урахуванням допустимих відхилень (5 мм на кожні 3 метри).
- **Остаточне кріплення:**
 - Закріплення колон анкерними болтами з перевіркою їхньої жорсткості.
- **Монтаж розпірок:**
 - Встановлення розпірок між колонами для забезпечення жорсткості в поздовжньому напрямку.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		68

3. Монтаж балок змінного перерізу

• Підняття та розміщення балок:

- Підняття балки краном та її установка на колони.
- Попереднє позиціонування балки на потрібній висоті та місці з урахуванням поздовжнього вирівнювання.

• Тимчасове кріплення:

- Фіксація балки болтами для стабілізації положення.

• Контроль положення та висотності:

- Перевірка горизонтальності та відхилення по висоті (допускається не більше 10 мм на 3 метри).

• Остаточне кріплення болтами:

Болтове з'єднання балок для надання конструкції жорсткості.

4. Установка додаткових елементів (розпірки, в'язі, прогони)

• Монтаж розпірок та в'язей:

- Встановлення розпірок між балками для забезпечення жорсткості
- Монтаж в'язей для стабілізації конструкції, з'єднання в'язей болтами.

• Установка прогонів:

- Установка прогонів між балками для підтримки жорсткості конструкції і забезпечення стійкості в поперечній площині.

• Фіксація додаткових елементів:

- Остаточне закріплення розпірок, в'язей і прогонів для надання конструкції повної стійкості.

5. Контроль і корекція відхилень

• Перевірка точності монтажу:

- Контроль вертикальності колон, горизонтальності балок і точності розташування додаткових елементів.

• Корекція положення елементів:

- За необхідності, корекція відхилень з використанням домкратів або регулювальних елементів.

• Остаточна перевірка геометрії:

- Повторне вимірювання всіх елементів, щоб переконатися у відповідності проектним вимогам.

6. Заключні роботи

• Перевірка всіх кріплень:

- Контроль жорсткості болтових і зварних з'єднань.

• Очищення будівельного майданчика:

- Видалення тимчасових опор і підмостків, прибирання сміття.

Дотримання всіх етапів монтажу робітниками забезпечує правильне встановлення каркасу, стабільність і довговічність конструкції та її безпечну експлуатацію.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		69

Схема металевих колон каркасу

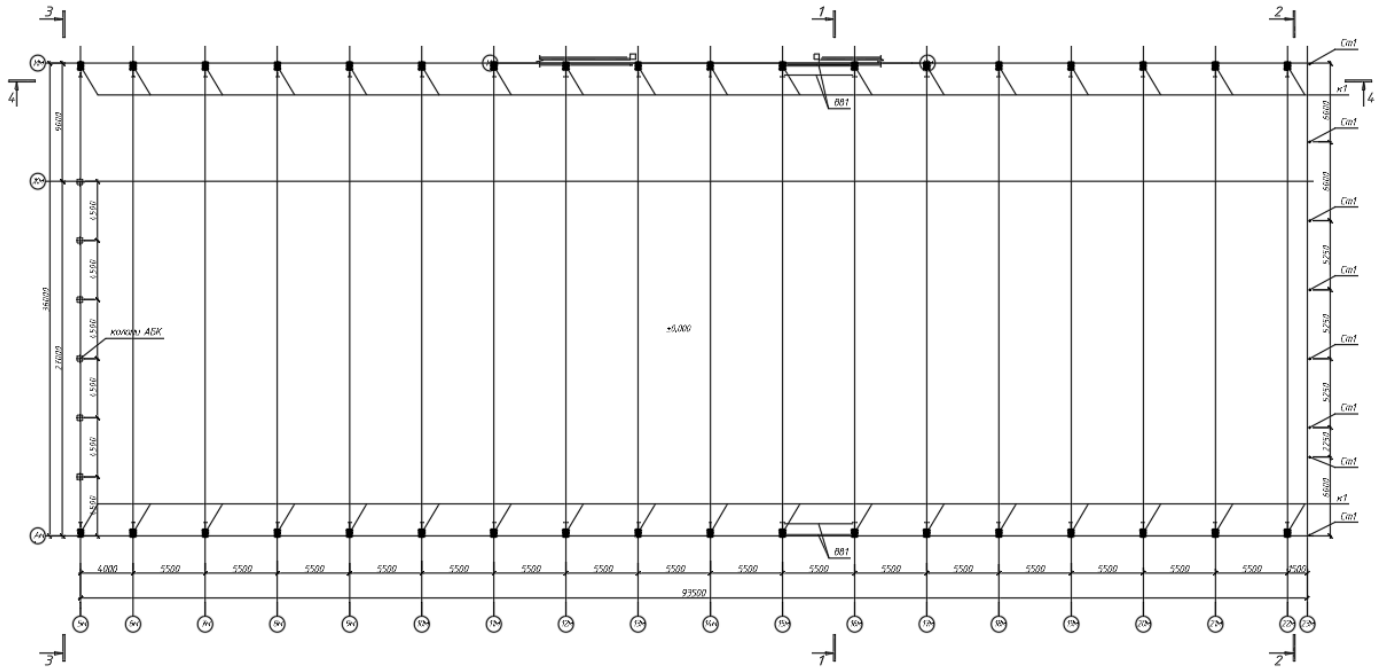
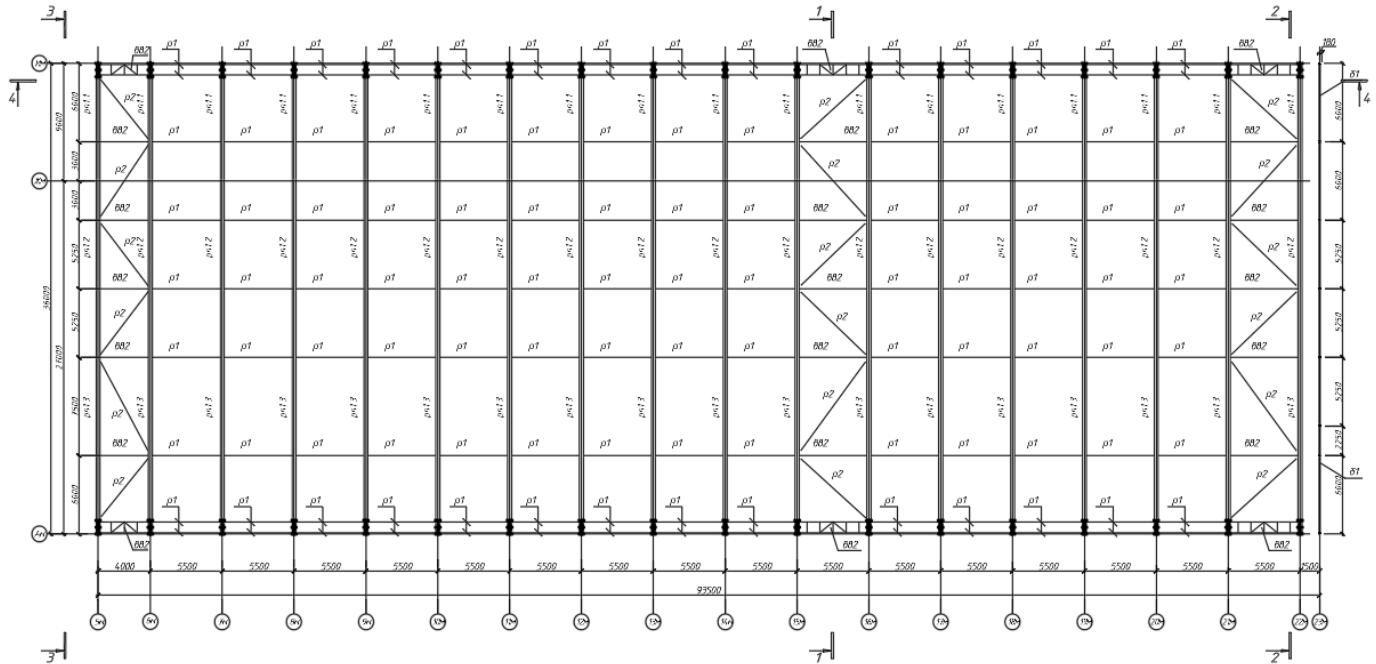


Схема в'язей по нижньому поясу ригелів покриття



Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

70

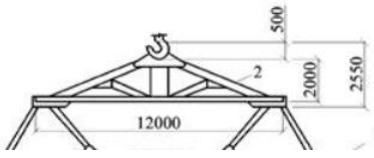
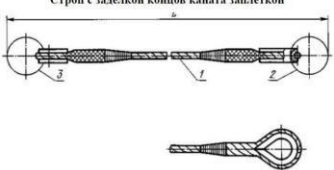
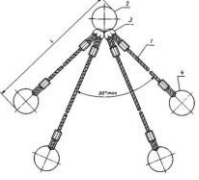
5.2 Вибір комплекту кранів за монтажними характеристиками

Монтаж елементів конструкцій прийнято виконувати автокраном XCMG QY25K, що зумовлено його високою маневровою здатністю.

Вибір крану залежить від габаритів монттованих конструкцій, а саме вильоту стріли та маси конструкцій.

Вибір монтажних пристроїв

Таблиця 2

№	Характеристика	Ескіз	Характеристика			Галузь застосув.
			Вантажо-підйомність	Маса, т	Розрах. висота	
1	2	3	4	5	6	7
1	Траверса		1,25	0,46	3,3	Монтаж балок
2	Строп 1СК-4,0		4,0	0,42	1,5	Монтаж металевих колон
3	Строп 4СК1-2,0		2,0	0,48	5,5	Монтаж балок та в'язей

Відомість монтажних елементів

Таблиця 1

№ п/п	Назва елемента	Марка елемента	Геометричні розміри, L × B × H, м	Кількість елементів, шт	Маса, т	
					елементу	усього
1	Колона металева	К-1	7,9×0,3×1,2	38	1,300	49,4
2	Розпірки	Р1	5,5×0,1×0,1	36	0,024	0,9
3	Балка покриття	Бп-1	36×1,2×0,3	19	8,600	163,4
3	В'язі та розпірки	ВВ-1	4,5×0,08×0,08	90	0,030	2,7
4	Прогони	ПП-1	Z 100x53/48x2,5	1296	0,030	38,8

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		71

Вибір крану для монтажу конструкцій

Монтажні характеристики конструкцій

Таблиця 3

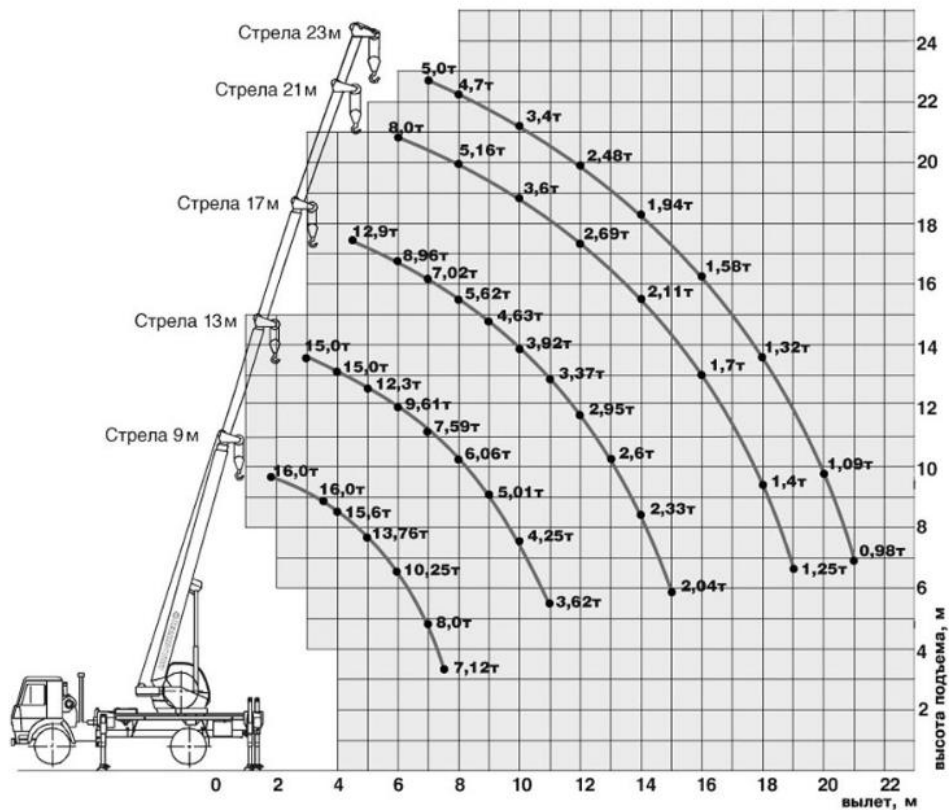
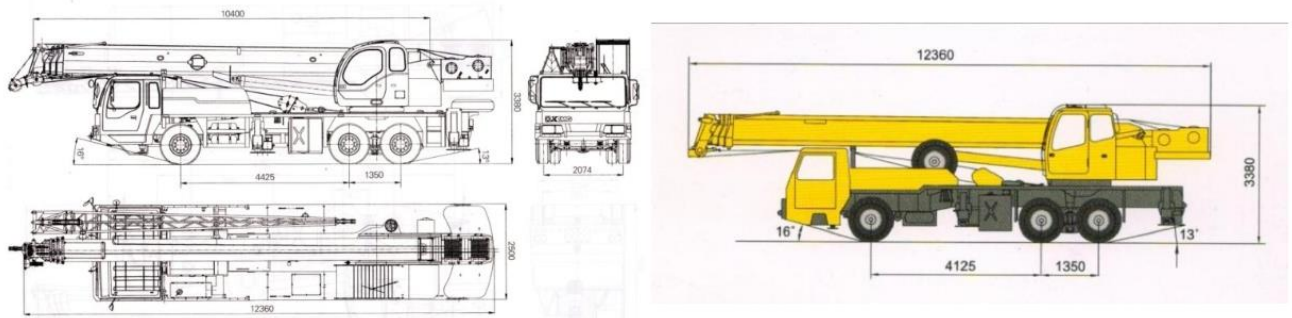
Найменування конструкції	Монтажна маса, т $G_M = G + \sum g$	Монтажна висота, м $H_M = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$	Монтажний виліт, м $L_M = l_1 + l_2 + l_3$
Колона	1,300+0,420=1,720	0 + 1,5+0,5+7,9=9,9	Мінім.
Головна балка	5,400+0,460=5,860	7,9+0,5+0,49+3,0=11,89	8,5
Покриття			

Прийнято автокрану Івановець 16 т з наступними характеристиками:

довжина вильоту стріли $L=21$ м;

висота башти крану складає $H = 23$ м;

вантажопідймальність крану на мінімальному вильоті стріли $Q_{min} = 16$ т.



Графік вантажопідймальності автокрану Івановець 16 т

Зм	Літ.	Недокум	Підпис	Дат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Схема монтажу металевого каркасу манежу М1:250

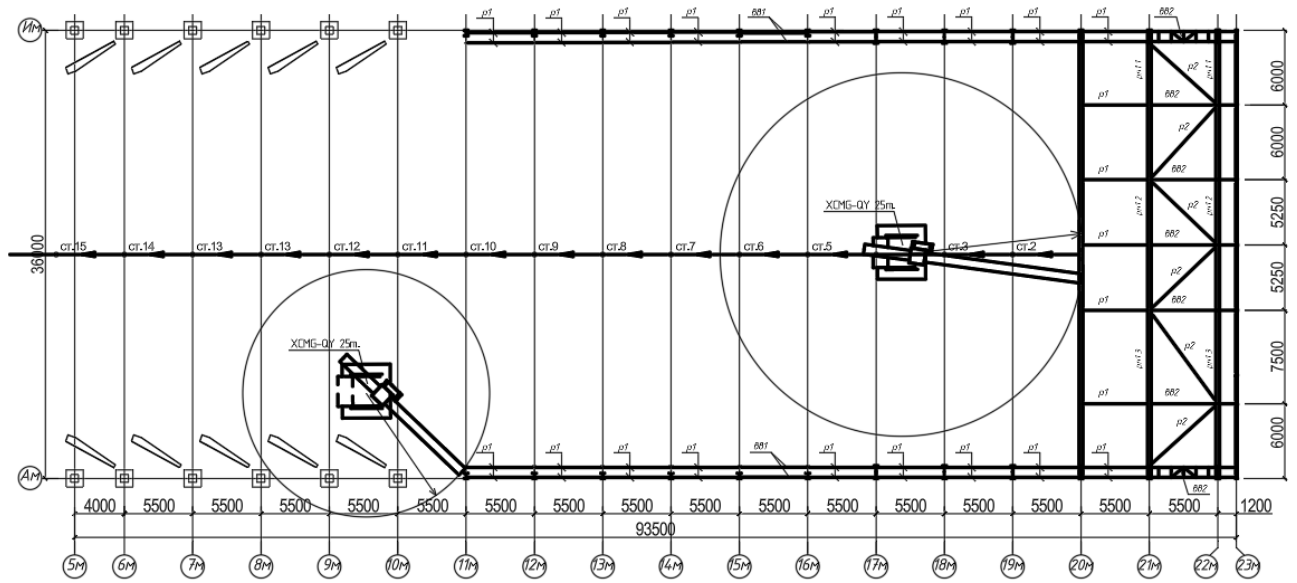


Схема монтажу колон змінного перерізу

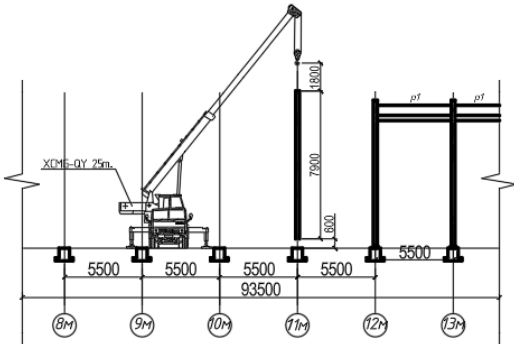
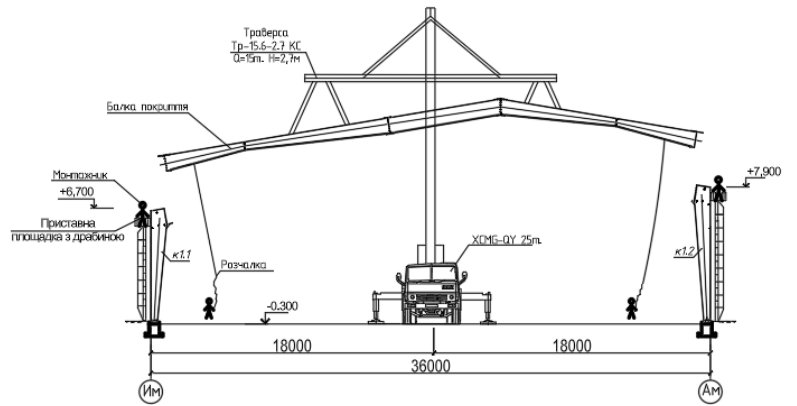


Схема монтажу балок змінного перерізу



Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Калькуляція витрат праці на монтаж елементів

Таблиця 4

№	Найменування процесів	Одиниці виміру	Обсяги процесу	Обґрунтування ЕНиР	Норма часу за ЕНиР		Трудо-місткість		Машини і механізми	Виконавці, проф.
					люд.-год.	маш.-год.	люд.-год.	маш.-год.		Кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Монтаж металевих колон	шт	38	Е5-1-9	3,5	0,7	133	26,6	Івановець 16 т	Монтажник – 5 Машиніст -1
2	Монтаж розпірок між колонами	шт	36	Е5-1-6 б	0,3	0,1	10,8	3,6	Івановець 16 т	Монтажник – 2 Машиніст -1
3	Монтаж металевих балок покриття	шт	19	Е5-1-6 И	7,6	1,1	144,4	20,9	Івановець 16 т	Монтажник – 5 Машиніст -1
4	Монтаж розпірок та в'язей	шт	90	Е5-1-6	0,33	0,11	29,7	9,9	Івановець 16 т	Монтажник – 2 Машиніст -1
5	Монтаж металевих прогонів	шт	1296	Е5-1-6 б	0,3	0,1	388,8	129,6	Івановець 16 т	Монтажник – 2 Машиніст -1
ВСЬОГО							706,7	190,6		

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		74

Техніко економічні показники

Таблиця 6

Найменування	Один. виміру	Показники	
		По нормі	Прийнято
Об`єм робіт	т	255,1	255,1
Тривалість виконання робіт	дн	7	7
Трудомісткість загальна	л-дн	112,2	105
Трудомісткість на 1 об`єму	л-дн/т	0,440	0,412
Виробіток на 1 л/день	т/л-дн	2,275	2,430
Продуктивність праці	%	100	106,82

Вхідний контроль, зберігання металопрокату, зварювальних, лакофарбових матеріалів і металовиробів

Під час вхідного контролю кожен матеріал перевіряють на відповідність вимогам і стандартам. Металопрокат проходить перевірку сертифікатів якості та візуальний огляд на наявність дефектів, таких як тріщини чи корозія. Контролюють також геометрію та розміри елементів, що гарантує точність і відповідність проектним параметрам. Зварювальні матеріали, такі як електроди і дріт, перевіряються на відповідність технічним характеристикам та наявність сертифікатів, адже якість зварних швів суттєво залежить від відповідності матеріалів. Лакофарбові матеріали зберігають у герметичній упаковці в сухих приміщеннях з вентиляцією, дотримуючись певного температурного режиму для збереження їхніх захисних властивостей. Металовироби, такі як болти та гайки, проходять вхідний контроль на наявність корозії, відповідність розмірам і класу міцності, що гарантує надійність з'єднань.

Правильне зберігання матеріалів також грає ключову роль у забезпеченні якості конструкцій. Металопрокат зберігають на підкладках, щоб уникнути контакту з ґрунтом, а також вкривають тентом для захисту від вологи і опадів. Для електродів важливо забезпечити дотримання температурного режиму та уникати потрапляння прямих сонячних променів. Металовироби, такі як болти та гайки, також зберігають у сухих місцях або контейнерах, щоб уникнути впливу вологи, яка може призвести до корозії і знизити якість з'єднань.

Для ефективного контролю і зберігання матеріалів ведуться журнали вхідного контролю, де фіксуються всі перевірки та відповідність стандартам, а також проводиться облік матеріалів для зручного пошуку та використання. Ведення документації дозволяє зберігати порядок і оперативно організувати процес монтажу, забезпечуючи високу якість конструкцій на всіх етапах будівництва.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		76

Стропування, підйом, встановлення конструкцій у проектне положення

Під час підйому та встановлення конструкцій особливо важливо враховувати специфіку гнучких і нестабільних елементів, які можуть піддаватися деформаціям. Для мінімізації таких деформацій застосовуються не тільки елементи підсилення, але й спеціальні траверси з регульованими точками кріплення, що дозволяють рівномірно розподілити навантаження. Крім того, використовуються амортизувальні пристрої, які допомагають зменшити динамічні навантаження при підйомі та переміщенні конструкцій.

При стропуванні особливу увагу звертають на захист конструкцій у місцях кріплення, щоб уникнути механічних пошкоджень. У випадках, коли елементи конструкції не мають достатніх ребер жорсткості або підсилювачів, тимчасово встановлюються прокладки або накладки для розподілу навантаження. Це забезпечує захист металу від точкових деформацій і знижує ризик ушкоджень на ділянках безпосереднього контакту зі стропами.

Перед підйомом конструкцій виконується попереднє балансування за допомогою пробного підйому. Це дозволяє визначити правильність розташування стропів і уникнути перекосів під час основного підйому. Після цього конструкцію плавно піднімають, слідкуючи за стабільністю її положення. Якщо під час підйому конструкція починає хитатися або обертатися, використовуються стабілізатори або канати для контролю руху, що дозволяє зберегти точність і запобігти можливим ушкодженням.

Для точного встановлення конструкцій у проектне положення застосовуються електронні прилади для контролю позиціонування. Це особливо корисно при монтажі конструкцій на великій висоті або при складних умовах доступу. Крім того, з метою точного суміщення з'єднувальних отворів іноді використовують спеціальні монтажні пристрої, такі як напрямні втулки, що дозволяють точно поєднувати елементи без застосування силових методів.

Після встановлення конструкцій на проектні опори і тимчасового закріплення пробками або болтами, здійснюється остаточна перевірка всіх монтажних з'єднань. У місцях, де передбачені болти підвищеної точності, встановлюються тільки болти, що відповідають стандартам жорсткості. Для підвищення жорсткості з'єднань на етапі монтажу встановлюються додаткові розпірки або підсилювальні елементи, які залишаються тимчасовими до остаточного зварювання або затягування болтів.

На завершальному етапі монтажу проводиться контрольна перевірка всіх з'єднань, точності геометрії конструкції, а також її стійкості. Це забезпечує відповідність встановленої конструкції проектним вимогам і дозволяє уникнути подальших коригувань під час експлуатації будівлі.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Надокум	Підпис	Дат		77

4.2. Календарний план

4.2.1. Характеристика умов будівництва

За проектом передбачається будівництво кінно-спортивної бази з металевим каркасом.

Район будівництва – м. Бровари Київської обл

Споруда двоповерхова. Фундаменти залізобетонні під колону.

Підземна частина відсутня. Несучі елементи каркасу – колони, головні балки змінного перерізу, прогони, в'язі – металеві.

В адміністративній частині залізобетонні колони, та металеві ферми.

Перекрыття між поверхами представлено залізобетонним 300мм

Габаритні розміри будівлі в плані складають 111,00м x 96,80м.

Будівля складається із конюшень в осях: Ак-Пк, 1к-21к розміром 113,7м на 60,8м. та громадської зони в осях: Ам-Им, 1м-23м розміром 111м на 36м.

Висота будівлі – 10м. Висота в адміністративному корпусі першого поверху 3,1м., та другого поверху 3,0м. Відмітка карнизного вузла манежу 6м

4.2.2. Нормативний термін будівництва

Нормативний строк будівництва визначається відповідно до розміру будівлі, який визначається відповідно до ДСТУ Б А.3.1-22:2013 [28].

Якщо проектувана площа будівлі відрізняється більш як на 25% від нормативного значення, то необхідно використовувати інтерполяцію, щоб отримати більш точні дані. Однак, важливо зазначити, що нормативний строк будівництва може бути вплинутий багатьма іншими факторами, такими як погодні умови, наявність матеріалів та техніки, доступність робочої сили та рівень складності будівництва. Тому під час планування будівництва необхідно враховувати ці фактори та приділяти їм достатню увагу.

«Визначення тривалості будівництва об'єктів». Розрахунок проведено за допомогою усереднених показників тривалості будівництва та корегуючих коефіцієнтів. Згідно п. 4.2.3. спочатку визначаємо усереднений показник тривалості будівництва T_c за Додатком А «Усереднені показники тривалості будівництва окремих видів об'єктів не виробничого призначення та лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури» таблиця А.2:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Надокум	Підпис	Дат		78

База відпочинку площа 5 тис. м² — 4 місяців

База відпочинку площа 10 тис. м² — 5 місяців

Загальна площа складу дорівнює 5965 м².

Приріст тривалості на одиницю площі:

$$(5-4)/(10000-5000)=0.0002 \text{ місяця на } 1 \text{ м}^2$$

Приріст площі становить: 5965-5000=965 м²

Усереднений показник тривалості будівництва з урахування інтерполяції становитиме: $T_c=0.0002 \cdot 965+4 = 4,2$ місяці

Вводимо коригуючі коефіцієнти, які обчислені згідно п 4.2.6-4.2.10 ДСТУ Б А.3.1-22-2013:

$K_1=1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0=1,1$ (враховує сукупність конкретних умов зведення об'єкта),

$K_2=1,1$ (враховує сукупність конструктивних особливостей будівлі),

$K_3=1,1$ (враховує змінність).

Обчислюємо тривалість будівництва:

$$T_6 = \frac{T_c \times K_1 \times K_2}{K_3} = \frac{4,2 \times 1,1 \times 1,1}{1,1} \approx 4,6 \text{ місяців}$$

В тому числі підготовчий період 15 днів

Тривалість монтажу обладнання за орієнтовними показниками укрупнюючих комплексів робіт: $T_m= 5$ міс.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Надокум	Підпис	Дат		79

1. Обсяги будівельних робіт

Таблиця 1. Визначення обсягів будівельних робіт

№п/п	Найменування розрахунків обсягу робіт	Одиниця	Кількість загальна
1	Підготувачі роботи	Днів	15
2	Підземні роботи		
3	Механізована розробка ґрунту		
	а) Розробка ґрунту екскаватором у відвал	100м ³	28,047
	Дробка ґрунту вручну	100 м ³	1,402
	Влаштування опалубки	м ²	646,8
	Влаштування арматури	т	7,1004
	Бетонування фундаментів	1м ³	177,51
	Гідроізоляція фундаменту	100м ²	6,468
	Зворотня засипка з ущільненням	100 м ³	27,87
3	Улаштування вводів		
	Улаштування санітарно-технічних вводів	Грн	91306
	Улаштування електротехнічних вводів	Грн	212775
4	Монтаж конструкцій каркасу		
	Влаштування опалубки для колон 1-го поверху	м ²	763,2
	Армування колон 1-го поверху	т	9,158
	Бетонування колон 1-го поверху	1м ³	76,32
	Влаштування опалубки перекриття	м ²	472,5
	Армування перекриття	т	12,758
	Бетонування перекриття	1м ³	141,75
	Влаштування опалубки для колон 2-го поверху	м ²	201,6

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		80

	Армування колон 2-го поверху	т	5,04
	Бетонування колон 2-го поверху	м ³	20,16
	Монтаж металевих колон манежу	шт.	38
	Монтаж ферм покриття	шт.	103
	Монтаж розпірок та в'язей	шт.	126
	Монтаж балок покриття манежу	шт	19
	Монтаж прогонів покриття	шт	1296
	Монтаж покрівельних сандвіч панелей, площею 11м ²	шт.	585
	Монтаж стінових сандвіч панелей, площею 11м ²	шт.	317
5	Улаштування бетонної основи під підлогу		
	Улаштування бетонної основи під підлогу першого поверху	100м ²	59,7
	Другого поверху	100м ²	5,0516
	Улаштування підлоги манежу	100м ²	34,56
	Монтаж скління фасаду	100 м ²	6,72
6	Внутрішні електромонтажні роботи	Грн	605475,8
7	Внутрішні санітарно-технічні роботи	Грн	433217,36
8	Здача об'єкта в експлуатацію	Дні	5

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
<i>Зм</i>	<i>Літ.</i>	<i>№докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		81

10	Зворотня засипка ґрунту	100 м3	27,87	-	15,3	-	426,41	Бульдозер KOMATSU D65 PX- 12	Машиніст - 1
11	Ущільнення ґрунту	100 м3	79,40	-	2,13	-	169,11	Трамбівки	Машиніст - 1
12	Влаштування опалубки для колон 1-го поверху	м2	763,20	0,72	0,06	549,504	45,79	Івановець 16 т	Монтажник- 3 Машиніст - 1
13	Армування колон 1-го поверху	т	9,16	6,5	1,1	59,5296	10,07	Івановець 16 т	Арматурник - 2 Машиніст - 1
14	Бетонування колон 1-го поверху	1м3	76,32	0,7	0,1	53,424	7,63	Бетоннасос EVERDIGM 24 ZX	Бетонувальник -4 Машиніст - 1
15	Влаштування опалубки перекриття	м2	472,50	1,1	0,05	519,75	23,63	Івановець 16 т	Монтажник- 3 Машиніст - 1
16	Армування перекриття	т	12,76	8,6	0,62	109,71	7,91	Івановець 16 т	Арматурник - 2 Машиніст - 1
17	Бетонування перекриття	1м3	141,75	0,9	0,12	127,575	17,01	Бетоннасос EVERDIGM 24 ZX	Бетонувальник -4 Машиніст - 1
18	Влаштування зб сходів	м3	4,38	9,2	1,7	40,2592	7,44	Івановець 16 т Бетоннасос EVERDIGM 24 ZX	Арматурник-2 Бетонувальник- 2 Машиніст - 1
19	Влаштування опалубки для колон 2-го поверху	м2	201,60	0,72	0,06	145,152	12,10	Івановець 16 т	Монтажник- 3 Машиніст - 1
20	Армування колон 2-го поверху	т	5,04	6,5	1,1	32,76	5,54	Івановець 16 т	Арматурник - 2 Машиніст - 1
21	Бетонування колон 2-го поверху	1м3	20,16	0,9	0,1	18,144	2,02	Бетоннасос EVERDIGM 24 ZX	Бетонувальник -4 Машиніст - 1

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Нодокум	Підпис	Дат		83

22	Монтаж ферм покриття	шг	103	2,1	0,42	216,3	43,26	Івановець 16 т	Монтажник - 5 Елект розв. - 1 Машиніст - 1
23	Монтаж металевих колон манежу	шг	38	3,5	0,7	133	26,60	Івановець 16 т	Монтажник - 5 Машиніст - 1
24	Монтаж розпірок та в'язей	шг	126	0,33	0,11	41,58	13,86	Івановець 16 т	Монтажник - 5 Елект розв. - 1 Машиніст - 1
25	Монтаж балок покриття манежу	шг	19	7,6	1,1	144,4	20,9	Івановець 16 т	Монтажник - 5 Елект розв. - 1 Машиніст - 1
26	Монтаж прогонів покриття	шг	1296	0,4	0,2	518,4	259,20	Івановець 16 т	Монтажник - 2 Машиніст - 1
27	Монтаж покрівельних сендвіч панелей, площею 11м2	шг	585	0,54	0,18	315,9275	105,31	Івановець 16 т	Монтажник - 3 Машиніст - 1
28	Монтаж стінових сендвіч панелей, площею 11м2	шг	317	0,54	0,18	171,4058	57,14	Івановець 16 т	Монтажник - 3 Машиніст - 1
29	Монтаж скління фасаду	100 м2	6,72	6,25	3,1	42	20,83	Івановець 16 т	Монтажник - 2 Машиніст - 1
30	Улаштування бетонної основи під підлогу першого поверху	100м2	59,65	5,58	-	261,144	-	Бетоннасос EVERDIGM 24 ZX	Бетоняр - 4 Машиніст - 1
31	Улаштування армованої бетонної стяжки	100м3	64,03	1,2	0,45	76,83	28,81	Бетоннасос	Бетоняр - 2 Машиніст - 1

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

84

Зм

Літ.

Надокум

Підпис

Дат

32	Улаштування підлоги манежу	100м2	34,56	5,704	-	197,1302	-	-	Землекоп - 4
33	Внутрішні електромонтажні роботи	Грн	605475,80	-	-	605,4758	-	-	Електрик- 2
34	Внутрішні санітарно-технічні роботи	Грн	433217,36	-	-	433,2174	-	-	Сантехнік - 2
35	Благоустрій території	100 м2	132,11	0,45	0,11	59,45	14,53	Бульдозер KOMATSU D65 PX- 12	Землекоп - 4 Машиніст - 1

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	<i>Лист</i>
<i>Зм</i>	<i>Літ.</i>	<i>№докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		85

11	Ущільнення ґрунту	100 м3	79,40	-	21,14	-	20	Коток	1	Машиніст	1	2	10
12	Влаштування опалубки для колон 1-го поверху	м2	763,20	68,69	5,72	68,5	5	Бет оноваос EVERDIGM 24 ZX	1	Монтажник Машиніст	4	2	9
13	Армування колон 1-го поверху	т	9,16	7,44	1,26	7,5	2	Івановець 16 т	1	Арматурник Машиніст	2	2	2
14	Бетонування колон 1-го поверху	м3	76,32	6,68	0,95	6	1	Івановець 16 т	1	Бетонувальник Машиніст	3	2	1
15	Влаштування опалубки перекриття	м2	472,50	64,97	2,95	65	3	Бет оноваос EVERDIGM 24 ZX	1	Монтажник Машиніст	4	2	8
16	Армування перекриття	т	12,76	13,71	0,99	12	1	Івановець 16 т	1	Арматурник Машиніст	3	2	2
17	Бетонування перекриття	м3	141,75	15,95	2,13	16	2	Бет оноваос EVERDIGM 24 ZX	1	Бетонувальник Машиніст	8	2	1
18	Влаштування зб сходів	м3	4,38	5,03	0,93	5	1	Івановець 16 т Бет оноваос EVERDIGM 24 ZX	1	Арматурник Бетонувальник Машиніст	5	1	1
19	Влаштування опалубки для колон 2-го поверху	м2	201,60	18,14	1,51	16	1,5	Івановець 16 т	1	Монтажник Машиніст	4	2	2
20	Армування колон 2-го поверху	т	5,04	4,10	0,69	4	0,5	Івановець 16 т	1	Арматурник Машиніст	4	1	1
21	Бетонування колон 2-го поверху	м3	20,16	2,27	0,25	2	0,5	Бет оноваос EVERDIGM 24 ZX	1	Бетонувальник Машиніст	2	1	1
22	Монтаж ферм покриття	шт	103	27,04	5,41	25	5,5	Івановець 16 т	1	Монтажник Елект розв. Машиніст	5	1	5
23	Монтаж металевих колон манежу	шт	38	16,63	3,33	15	3	Івановець 16 т	1	Монтажник Машиніст -	5	2	1,5
24	Монтаж розпірок та в'язей	шт	126	5,20	1,73	5	1,5	Івановець 16 т	1	Монтажник Елект розв. Машиніст	5	2	0,5

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	<i>Лист</i>
<i>Зм</i>	<i>Літ.</i>	<i>№докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		87

25	Монтаж балок покриття манежу	шт	19	18,05	2,61	15	3	Івановець 16 т	1	Монтажник Ефект розв. Машиніст	5	2	1,5
26	Монтаж прогонів покриття	шт	1296	64,80	32,40	60	30	Івановець 16 т	1	Монтажник Машиніст	5	2	6
27	Монтаж покрівельних сандвіч панелей, площею 11м2	шт	585	39,49	13,16	40	12	Івановець 16 т	1	Монтажник Машиніст	5	2	4
28	Монтаж стінових сандвіч панелей, площею 11м2	шт	317	21,43	7,14	20	5	Івановець 16 т	1	Монтажник Машиніст	5	2	2
29	Монтаж скління фасаду	100 м2	6,72	5,25	2,60	6	2	Івановець 16 т	1	Монтажник Машиніст	2	1	3
30	Улаштування бетонної основи під підлогу першого поверху	100м2	46,80	32,64	-	32	-	Бетоннасос EVERDIGM 24 ZX	1	Бетонувальник Машиніст	4	2	4
31	Улаштування армованої бетонної стяжки	100м3	64,03	9,60	3,60	9	3	Бетоннасос	1	Бетонувальник Машиніст	3	1	3
32	Улаштування підлоги манежу	100м2	34,56	24,64	-	24	-	-	-	Землекоп	4	1	6
33	Внутрішні електромонтажні роботи	Грн	605475,80	75,68	-	70	-	-	-	Сантехнік	7	2	5
34	Внутрішні санітарно-технічні роботи	Грн	433217,36	54,15	-	48	-	-	-	Електрик	6	2	4
35	Благоустрій території	100 м2	132,11	7,43	1,82	6	2	Бульдозер KOMATSU D65 PX- 12	1	Землекоп Машиніст	3	1	2
ВСЬОГО				818,97	191,9	790	184						142

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

88

Зм

Літ.

Нодокум

Підпис

Дат

Таблиця техніко-економічних показників *Таблиця 6*

№	Назва показника	Одиниці виміру	Кількість
1	Загальна тривалість	змін	974
2	Обсяг робіт	м ²	5 965
3	Трудомісткість	Люд-змін	819,0
4	Витрати праці на одиницю виміру	Люд-змін/ м ²	0,137
5	Нормативна тривалість робіт	днів	142
6	Запланована тривалість робіт	днів	108

4.3. Заходи з охорони праці та навколишнього середовища

Охорона праці

В даній атестаційній роботі передбачено виконання земляних, монолітних, монтажних, покрівельних та оздоблювальних робіт, які супроводжуються потенційними ризиками для здоров'я та безпеки працівників. Проведений аналіз шкідливих і небезпечних факторів дозволив визначити основні загрози, що виникають під час виконання робіт, а також розробити ефективні заходи для їх мінімізації.

Для забезпечення безпеки працівників під час будівельних робіт необхідно суворо дотримуватись законодавчих вимог, зокрема положень ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві". У разі виникнення небезпечних ситуацій роботи слід негайно припинити, вжити заходів для усунення загрози, повідомити відповідальну особу та зафіксувати інцидент у журналі виконання робіт.

Робітники допускаються до виконання завдань лише після проходження первинного та повторного інструктажу з питань безпеки праці, з урахуванням специфіки виконуваних робіт та умов об'єкта. Інструктажі повинні проводитись регулярно, не рідше одного разу на три місяці, а для нових працівників — перед початком робіт. Особливу увагу слід приділяти роботам підвищеної небезпеки, таким як роботи на висоті, із застосуванням електрообладнання чи поблизу ліній електропередач.

Постійний контроль за дотриманням вимог безпеки здійснюють виконроб, бригадир або інша відповідальна особа. Контроль передбачає перевірку технічного стану обладнання, наявності та справності засобів індивідуального захисту, а також дотримання правил охорони праці.

Крім цього, використання засобів індивідуального захисту є обов'язковим для всіх працівників, включаючи захисні каски, рукавички, спеціальне взуття, захисні окуляри та страхувальні пояси для робіт на висоті. Будівельний майданчик повинен бути забезпечений належним освітленням, а також огороженнями небезпечних зон і місць проведення робіт. Для уникнення травматизму необхідно регулярно очищувати робочі місця, проходи та під'їзди від сміття та сторонніх предметів.

Додатково, для покращення організації безпечних умов праці рекомендується:

- **Розробка плану евакуації** на випадок аварійних ситуацій із зазначенням шляхів виходу з небезпечної зони.
- **Оснащення майданчика первинними засобами пожежогашіння**, такими як вогнегасники та протипожежні щити, із розміщенням у доступних місцях.
- **Моніторинг здоров'я працівників**, включаючи регулярні медичні огляди для тих, хто працює на висоті, з небезпечними речовинами чи обладнанням, що генерує вібрації.
- **Проведення навчань та тренінгів**, спрямованих на підвищення обізнаності працівників щодо потенційних ризиків та дій у разі виникнення небезпечних ситуацій.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Надокум	Підпис	Дат		90

4.3.1. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів

1. Аналіз природного та штучного освітлення

На будівельному майданчику необхідно забезпечити належний рівень природного та штучного освітлення, що відповідає вимогам ДБН В.2.5-28:2018 "Організація будівництва. Внутрішнє та зовнішнє освітлення". Для робіт малої точності рекомендована освітленість становить 200 лк. Джерела світла повинні бути захищені від механічних пошкоджень і сліпучих ефектів, а також бути енергоефективними для зниження споживання електроенергії.

2. Аналіз електробезпеки

Роботи поблизу ліній електропередач та електрообладнання виконуються згідно з правилами електробезпеки. Дозволяється використовувати техніку поблизу ЛЕП лише за наявності наряду-допуску, під керівництвом відповідальної особи, з фіксацією в журналі. Устаткування під напругою повинно бути заземлене, а роботи з електромережами здійснюють лише кваліфіковані електромонтери.

3. Захист працівників від виробничого шуму

Виробничий шум на будівельному майданчику може призводити до зниження працездатності та шкодити здоров'ю працівників. Для зменшення впливу шуму необхідно:

- Використовувати будівельну техніку та інструменти з низьким рівнем шуму.
- Забезпечити працівників засобами індивідуального захисту (звукоізоляційні навушники або вкладиші).
- Організувати чергування робітників у шумних зонах для скорочення тривалості впливу шуму.
- Розташовувати шумогенеруючі механізми на відстані від робочих місць і встановлювати шумозахисні екрани.

4. Захист працівників від виробничого пилу

Пил, що утворюється під час будівельних робіт, негативно впливає на дихальну систему працівників. Заходи для зниження впливу пилу включають:

- Застосування систем пилопригнічення, наприклад, поливу водою зон, де проводяться земляні чи різальні роботи.
- Використання пиловловлювального обладнання на техніці та інструментах.
- Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (респіратори або маски).
- Організація регулярного прибирання пилу з робочих зон і проходів.

5. Захист працівників від вібрації

Тривалий вплив вібрації на організм може викликати професійні захворювання. Для зменшення шкідливого впливу вібрації необхідно:

- Використовувати техніку та інструменти з віброізоляційними пристроями.
- Забезпечувати робітників антивібраційними рукавичками.
- Регламентувати час роботи з обладнанням, що генерує вібрацію, чергуючи його з періодами відпочинку.
- Регулярно перевіряти технічний стан вібраційного обладнання для запобігання його несправності.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	<i>Лист</i>
<i>Зм</i>	<i>Літ.</i>	<i>№докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		91

6. Захист працівників від падіння з висоти

Падіння з висоти є одним із найбільших ризиків під час будівельних робіт. Заходи для зменшення цього ризику:

- Використання страхувальних систем: запобіжних поясів, тросів, карабінів.
- Забезпечення працівників спеціальними взуттям із неслизькою підошвою.
- Встановлення огорожень на висотних робочих місцях і риштувань, що відповідають вимогам безпеки.
- Заборона доступу сторонніх осіб до зон проведення висотних робіт.
- Проведення інструктажів з безпеки роботи на висоті та регулярний контроль за дотриманням правил.

4.3.2. Заходи з охорони навколишнього середовища

Будівельна діяльність має значний вплив на навколишнє середовище, тому важливо впроваджувати комплексні заходи для мінімізації цього впливу. Це включає зменшення викидів шкідливих речовин шляхом використання сучасного будівельного обладнання з екологічно чистими двигунами та регулярного технічного огляду техніки для зниження викидів у повітря.

Рациональне використання водних ресурсів можна забезпечити через впровадження замкнених систем водопостачання, що використовуються для технічних потреб, зокрема пилопригнічення.

Для захисту ґрунту необхідно організувати зберігання мастил і палива в герметичних ємностях, щоб уникнути їх розтікання та забруднення. У сфері управління відходами слід запровадити систему роздільного збирання із подальшою передачею на переробку або утилізацію. Відходи, що не підлягають утилізації, повинні вивозитись на спеціалізовані полігони.

Запобігання шумовому забрудненню передбачає обмеження використання шумних механізмів у нічний час і організацію робіт у денний період. Контроль за станом водойм включає заборону скидання будівельних відходів у природні водойми, створення дренажних систем для збору стічних вод і регулярний моніторинг їхнього стану.

Після завершення будівництва необхідно проводити роботи з озеленення, включаючи висадку дерев, створення газонів та інших зелених зон. Це сприяє відновленню природного середовища та поліпшенню екологічної ситуації в районі будівництва.

Висновок

Комплекс заходів із охорони праці та навколишнього середовища спрямований на створення безпечних умов для працівників і зменшення впливу будівельних робіт на екологію. Впровадження цих заходів забезпечить ефективне виконання робіт із дотриманням вимог безпеки та екологічних стандартів.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	<i>Лист</i>
<i>Зм</i>	<i>Літ.</i>	<i>№докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		92

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Консультант /Склярів І.О./

Здобувач /Гордієнко Д.Д./

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		93

Балки з гофрованою стінкою

Розрахунок колони та ригеля рами

Проліт рами (L) 36 м, висота лівої стійки 6,7м, правої стійки 7,9м, крок прогонів 2м
кут нахилу ригеля складає 10°, висота рами в гребеневому вузлі 10,4м.

Крок рам $B=5,5$ м.

Визначення навантажень:

Граничне розрахункове значення вертикального навантаження на ригель покриття:

$$q_m = (g_m + P_m + S_m) \cdot a = (0,355 + 0,48 + 1,612) \cdot 5,5 = 13,45 \text{ кН/м};$$

Граничне розрахункове значення горизонтального вітрового навантаження на колони каркасу:

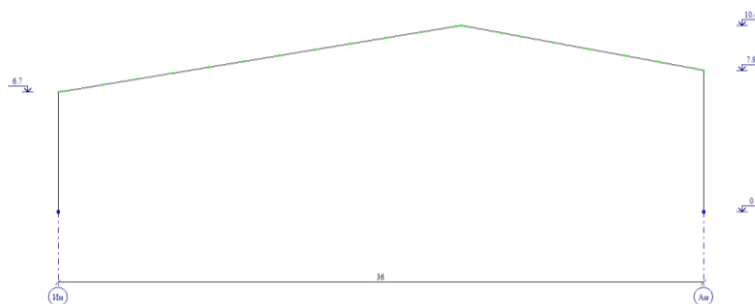
$$q_{ma5} = W_{ma5} \cdot B = 0,30 \cdot 5,5 = 1,65 \text{ кН/м (активне до 5 метрів)}$$

$$q_{ma10} = W_{ma10} \cdot B = 0,40 \cdot 5,5 = 2,2 \text{ кН/м (активне до 10 метрів)}$$

$$q_{mp5} = W_{mp5} \cdot B = -0,22 \cdot 5,5 = -1,21 \text{ кН/м (пасивне до 5 метрів)}$$

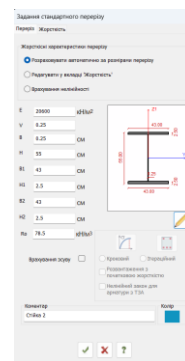
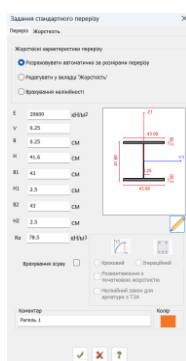
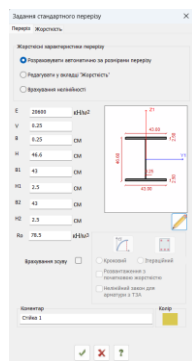
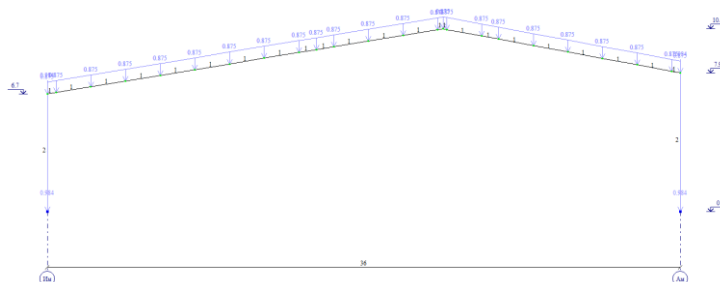
$$q_{mp10} = W_{mp10} \cdot B = -0,30 \cdot 5,5 = -1,65 \text{ кН/м (пасивне до 10 метрів)}$$

Створення розрахункової схеми в Ліра



Схеми прикладання навантажень на типову раму

Власна вага



Зм	Літ.	Нодокум	Підпис	Дат

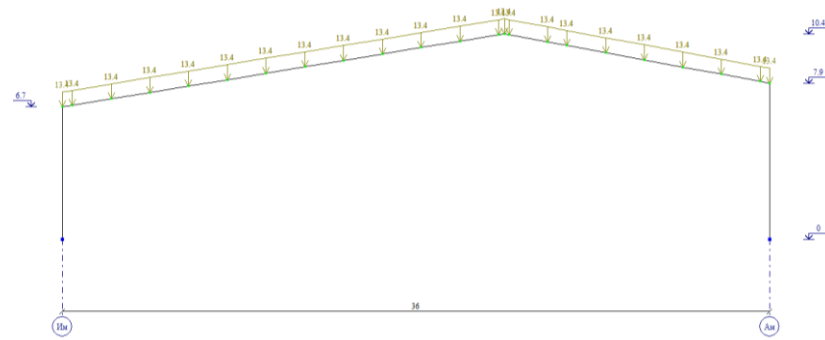
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

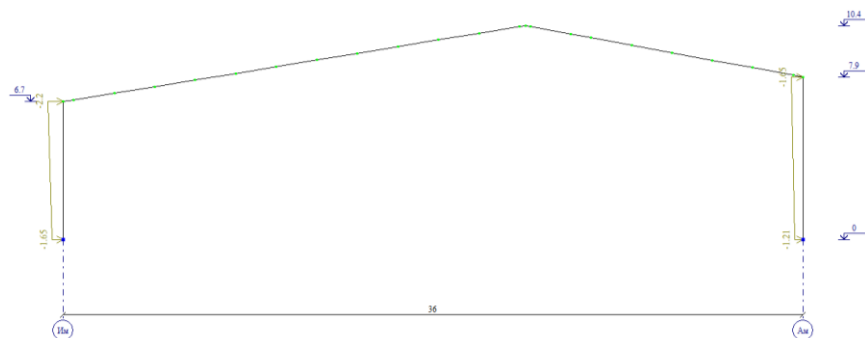
94

Збір навантажень

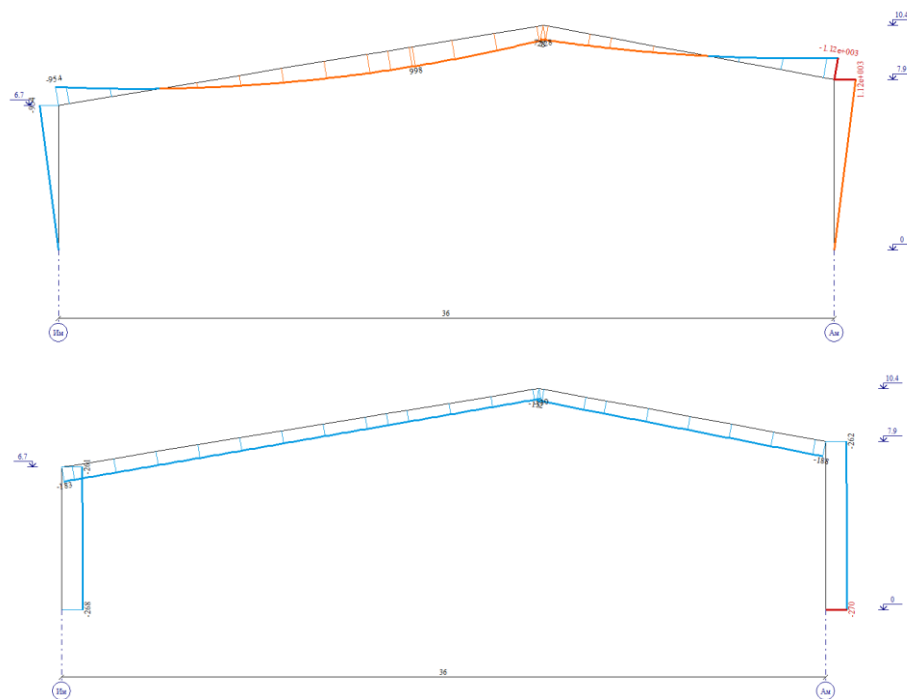
Снігове навантаження



Вітрове навантаження



Зусилля в рамі



Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат

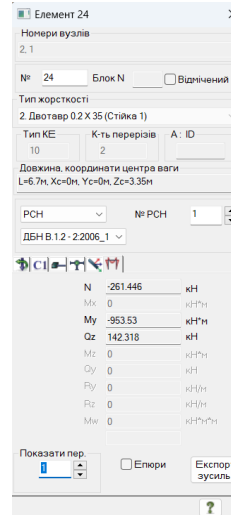
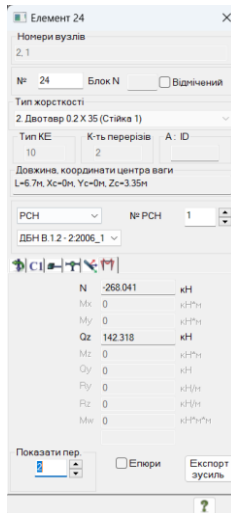
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

95

Розрахунок колони L=6,7м

Колона К1



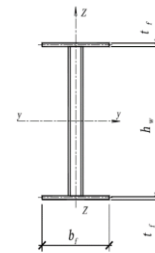
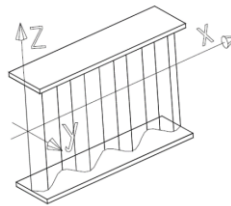
M=953,53 кНм Q=142,31кН N=261,44кН

Висота колони -6,7 м.

$$A_f = \left(\frac{953,53}{0,416} + \frac{261,44}{2} \right) / 24 = 100.95 \text{ см}^2$$

Приймаємо полицки 430x25 мм.

Переріз колони – WTA 416 – 430x25, сталь С255.



Таблиця Б.3

Высота стенки h _w , мм	416			Толщина стенки t _w , мм	WTA 2,0		Площадь поперечного сечения стенки (расчетная), см ²					V _{Rk} =						
					WTB 2,5	WTC 3,0	A _w = 7,10	A _w = 8,88	A _w = 10,65	10,3Г	12,9Г	15,5Г						
Сечение балки		Вес 1 пог.м			Геометрические характеристики сечения													
b _f	x	t _f	H ₀	WTA	WTB	WTC	U	2A _f	I _x	I _y	W _x	I _x	i _x	W _y	I _y	C _{lim}	N _{Rk}	M _{Rk}
мм				кг/м			м ² /м	см ²	см ⁴	см	см ³	см ⁴	см	см ³	см ⁴	см	т	тм
200	x	10		39.2	41.2	43.2	1.84	40.0	18 148		832.46	1 333	5.77	133.33	13.6		960	204
220	x	10	436	42.4	44.3	46.3	1.92	44.0	19 962	21.30	915.70	1 775	6.35	161.33	14.9		1056	225
250	x	10		47.1	49.0	51.0	2.04	50.0	22 685		1040.57	2 604	7.22	208.33	16.9		1200	256
200	x	12		45.5	47.5	49.4	1.85	48.0	21 982		999.19	1 600	5.77	160.00	23.3		1152	247
220	x	12	440	49.3	51.2	53.2	1.93	52.8	24 180	21.40	1099.10	2 130	6.35	193.60	25.6		1267	271
250	x	12		54.9	56.9	58.9	2.05	60.0	27 478		1248.98	3 125	7.22	250.00	29.0		1440	308
300	x	12		64.4	66.3	68.3	2.25	72.0	32 973		1498.78	5 400	8.66	360.00	34.8		1728	370
220	x	16		63.1	65.1	67.0	1.94	70.4	32 846		1466.33	2 839	6.35	258.13	60.3		1690	365
250	x	16	448	70.6	72.6	74.6	2.06	80.0	37 325	21.60	1666.29	4 167	7.22	333.33	68.5		1920	415
300	x	16		83.2	85.2	87.1	2.26	96.0	44 790		1999.54	7 200	8.66	480.00	82.1		2304	498
350	x	16		95.8	97.7	99.7	2.46	112.0	52 255		2332.80	11 433	10.10	653.33	95.8		2688	581
250	x	20		86.3	88.3	90.3	2.08	100.0	47 524		2084.39	5 208	7.22	416.67	133.6		2400	523
300	x	20	456	102.0	104.0	106.0	2.28	120.0	57 029	21.80	2501.26	9 000	8.66	600.00	160.2		2880	628
350	x	20		117.7	119.7	121.7	2.48	140.0	66 534		2918.14	14 292	10.10	816.67	186.9		3360	732
400	x	20		133.4	135.4	137.4	2.68	160.0	76 038		3335.02	21 333	11.55	1066.67	213.6		3840	837
300	x	25		125.6	127.5	129.5	2.30	150.0	72 930		3130.06	11 250	8.66	750.00	312.7		3600	794
350	x	25	466	145.2	147.2	149.1	2.50	175.0	85 085	22.05	3651.74	17 865	10.10	1020.83	364.8		4200	926
400	x	25		164.8	166.8	168.8	2.70	200.0	97 241		4173.41	26 667	11.55	1333.33	416.9		4800	1058
430	x	25		176.6	178.6	180.5	2.82	215.0	104 534		4486.42	33 128	12.41	1540.83	448.1		5160	1138
350	x	30		172.7	174.6	176.6	2.52	210.0	104 431		4387.85	21 438	10.10	1225.00	630.2		5040	1124
400	x	30	476	196.2	198.2	200.2	2.72	240.0	119 350	22.30	5014.69	32 000	11.55	1600.00	720.2		5760	1284
430	x	30		210.4	212.3	214.3	2.84	258.0	128 301		5390.79	39 754	12.41	1849.00	774.2		6192	1381

Зм	Літ.	Нодокум	Підпис	Дат
----	------	---------	--------	-----

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

96

Умова стійкості:

10.2.2 Розрахунок на стійкість позacentрово-стиснутих (стиснуто-зігнутих) елементів постійного по довжині перерізу в площині дії згинального моменту, що збігається з площиною симетрії, слід виконувати за формулою:

$$\frac{N\gamma_n}{\varphi_e AR_{y\gamma_c}} \leq 1. \quad (10.6)$$

$$\frac{261,44 \cdot 0,975}{0,058 \cdot 43 \cdot 2,5 \cdot 2 \cdot 24 \cdot 0,95} = 0,896 \leq 1$$

Умова стійкості колони забезпечена.

Умова стійкості із площини згину.

Згинальний момент приймається у верхній третині перерізу, так як верхня точка колони з максимальним моментом розкріплена в'язями.

$$M=2/3 \cdot 953,53=635,68 \text{ кНм}$$

Перевірку стійкості виконуємо згідно п. 8.1.3 ДБН В.2.6-198:2014:

$$\frac{N\gamma_n}{\varphi AR_{y\gamma_c}} \leq 1$$

Для перевірки несучої здатності визначимо умовну гнучкість стержня.

$$\lambda_{ef} = \frac{670 \cdot 1,0}{10,10} \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,26$$

ДБН В.2.6-198:2014

ДОДАТОК Ж
(обов'язковий)

КОЕФІЦІЄНТИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ НА СТІЙКІСТЬ ЦЕНТРАЛЬНО-І ПОЗАЦЕНТРОВО-СТИСНУТИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Таблиця Ж.1 – Коефіцієнти стійкості при центральному стиску

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

Примітка. Наведені у таблиці значення коефіцієнта φ збільшені в 1000 разів.

Умова стійкості перерізу:

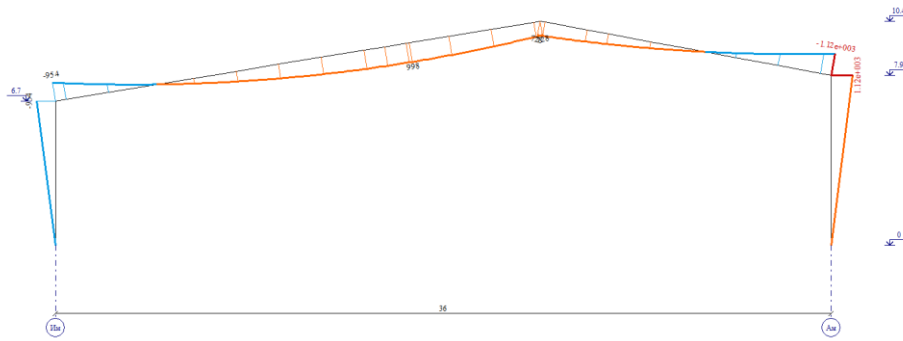
$$\frac{261,44/2 + 635,68 \cdot 10^2 / (41,6 + 3)}{0,796 \cdot 43 \cdot 2,5 \cdot 24 \cdot 0,95} = 0,797 \leq 1$$

Умова стійкості колони із площини згину забезпечена.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		98

Розрахунок ригеля

Ригель Pn1



M=998 кНм N=144,5 кН

$$A_f = \left(\frac{998}{0,625} + \frac{144,5}{2} \right) / 24 = 69,54 \text{ см}^2$$

Переріз ригеля – WTA 416 – 430x25, сталь С255.

Таблиця Б.3

Высота стенки h_w , мм		416			Толщина стенки t_w , мм		WTA 2,0		WTB 2,5		WTC 3,0		Площадь поперечного сечения стенки (расчетная), см^2			$A_w = 7,10$		$V_{Rk} = 10,3\tau$				
Сечение балки		Вес 1 пог.м			U		Геометрические характеристики сечения												$V_{Rk} = 12,9\tau$		$V_{Rk} = 15,5\tau$	
b_f	x	t_f	H_c	WTA	WTB	WTC	U	$2A_f$	I_x	I_y	W_x	I_x^4	I_y	W_y	I_y^4	C_{lim}	N_{Rk}	M_{Rk}				
мм	мм	мм	мм	кг/м	кг/м	кг/м	м ² /м	см ²	см ⁴	см ⁴	см ³	см ⁴	см ⁴	см ³	см ⁴	см	т	тм				
200	x	10		39.2	41.2	43.2	1.84	40.0	18 148		832.46	1 333	5.77	133.33	13.6		960	204				
220	x	10	436	42.4	44.3	46.3	1.92	44.0	19 962	21.30	915.70	1 775	6.35	161.33	14.9		1056	225				
250	x	10		47.1	49.0	51.0	2.04	50.0	22 685		1040.57	2 604	7.22	208.33	16.9		1200	256				
200	x	12		45.5	47.5	49.4	1.85	48.0	21 982		999.19	1 600	5.77	160.00	23.3		1152	247				
220	x	12	440	49.3	51.2	53.2	1.93	52.8	24 180	21.40	1099.10	2 130	6.35	193.60	25.6		1267	271				
250	x	12		54.9	56.9	58.9	2.05	60.0	27 478		1248.98	3 125	7.22	250.00	29.0		1440	308				
300	x	12		64.4	66.3	68.3	2.25	72.0	32 973		1498.78	5 400	8.66	360.00	34.8		1728	370				
220	x	16		63.1	65.1	67.0	1.94	70.4	32 846		1466.33	2 839	6.35	258.13	60.3		1690	365				
250	x	16	448	70.6	72.6	74.6	2.06	80.0	37 325	21.60	1666.29	4 167	7.22	333.33	68.5		1920	415				
300	x	16		83.2	85.2	87.1	2.26	96.0	44 790		1999.54	7 200	8.66	480.00	82.1		2304	498				
350	x	16		95.8	97.7	99.7	2.46	112.0	52 255		2332.80	11 433	10.10	653.33	95.8		2688	581				
250	x	20		86.3	88.3	90.3	2.08	100.0	47 524		2084.39	5 208	7.22	416.67	133.6		2400	523				
300	x	20	456	102.0	104.0	106.0	2.28	120.0	57 029	21.80	2501.26	9 000	8.66	600.00	160.2		2880	628				
350	x	20		117.7	119.7	121.7	2.48	140.0	66 534		2918.14	14 292	10.10	816.67	186.9		3360	732				
400	x	20		133.4	135.4	137.4	2.68	160.0	76 038		3335.02	21 333	11.55	1066.67	213.6		3840	837				
300	x	25		125.6	127.5	129.5	2.30	150.0	72 930		3130.06	11 250	8.66	750.00	312.7		3600	794				
350	x	25	466	145.2	147.2	149.1	2.50	175.0	85 085	22.05	3651.74	17 865	10.10	1020.83	364.8		4200	926				
400	x	25		164.8	166.8	168.8	2.70	200.0	97 241		4173.41	26 667	11.55	1333.33	416.9		4800	1058				
430	x	25		176.6	178.6	180.5	2.82	215.0	104 534		4486.42	33 128	12.41	1540.83	448.1		5160	1138				
350	x	30		172.7	174.6	176.6	2.52	210.0	104 431		4387.85	21 438	10.10	1225.00	630.2		5040	1124				
400	x	30	476	196.2	198.2	200.2	2.72	240.0	119 350	22.30	5014.69	32 000	11.55	1600.00	720.2		5760	1284				
430	x	30		210.4	212.3	214.3	2.84	258.0	128 301		5390.79	39 754	12.41	1849.00	774.2		6192	1381				

Умова міцності перерізу:

ДБН В.2.6-198:2014

24.4 Розрахунок двотаврів з гофрованою стінкою на дію поздовжньої сили та згинального моменту

24.4.3 Розрахунок на міцність позакентровано-стиснутих і позакентровано-розтягнутих елементів з гофрованою стінкою слід виконувати за формулою:

$$\frac{N \gamma_n}{(A_{f1n} + A_{f2n}) R_y \gamma_c} \pm \frac{M_x \gamma_n}{A_m h_1 R_y \gamma_c} \pm \frac{M_y \gamma_n}{I_{yn} R_y \gamma_c} \leq 1. \quad (24.21)$$

$$\frac{144,5 \cdot 0,975}{(43 \cdot 2,5 + 43 \cdot 2,5) \cdot 24 \cdot 0,95} + \frac{998 \cdot 0,975 \cdot 10^2}{(43 \cdot 2,5) \cdot 41,6 \cdot 24 \cdot 0,95} = 0,983 \leq 1$$

Умова міцності ригеля забезпечена.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Нодокум	Підпис	Дат		99

Умова стійкості із площини згину.

Перевірку стійкості виконуємо згідно п. 8.1.3 ДБН В.2.6-198:2014:

$$\frac{N\gamma_n}{\varphi AR_y\gamma_c} \leq 1$$

Для перевірки несучої здатності визначимо умовну гнучкість стержня.

$$\lambda_{ef} = \frac{200 \cdot 1,0}{12,41} \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 0,55$$

Згинальний момент приймаємо для перерізу, віддаленого від карнизного вузла на 2/3 від довжини розкріплення (точка з'єднання з колоною розкріплена із площини рами від втрати стійкості вертикальними в'язями).

$$M = 2/3 \cdot 998 = 665 \text{ кНм}$$

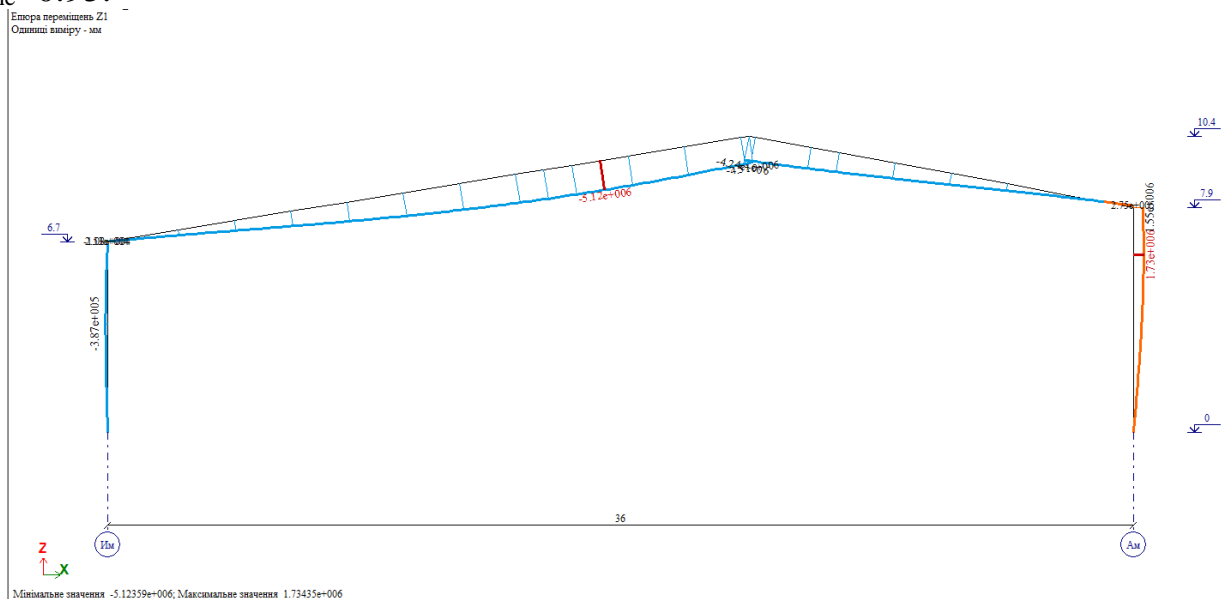
Умова стійкості перерізу:

$$\frac{144,5/2 + 665 \cdot 10^2 / (41,6 + 2,5)}{0,990 \cdot 43 \cdot 2,5 \cdot 24 \cdot 0,95} = 0,651 \leq 1$$

Умова стійкості колони із площини згину забезпечена.

Виконуємо перевірку жорсткості

Умову жорсткості перерізів колони перевіряємо за експлуатаційними значеннями навантажень з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням $\gamma_{ne} = 0.95$.



Максимально допустимий прогин згідно ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини і переміщення. Вимоги проектування»:

$$fu = 1/300 = 3600/300 = 120 \text{ мм}$$

Прогин балки не більше за допустимий $f = 5,123 < fu = 120$ мм, отже умова жорсткості ригелів покриття забезпечена.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		100

Розрахунок колони L=7,9м

Колона К2

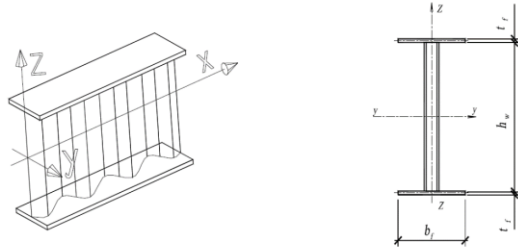
M=1124,75 кНм Q=142,37кН N=261,98кН

Висота колони -7,9 м.

$$A_f = \left(\frac{1124,75}{0,416} + \frac{261,98}{2} \right) / 24 = 118,11 \text{ см}^2$$

Приймаємо полицки 400x30 мм.

Переріз колони – WTA 416 – 400x30, сталь С255.



Таблиця Б.4

Высота стенки h_w , мм	500			Толщина стенки t_w , мм	WTA 2,0		Площадь поперечного сечения стенки (расчетная), см ²						V _{Rk} =					
					WTB 2,5	WTC 3,0	A _w = 8,50	A _w = 10,63	A _w = 12,75	V _{Rk} = 12,4Г	V _{Rk} = 15,5Г	V _{Rk} = 18,6Г						
Сечение балки		Вес 1 пог.м			Геометрические характеристики сечения													
b_f	x	t_f	H_b	WTA	WTB	WTC	U	$2A_f$	I_x	I_y	W_x	W_y	I_w	I_{pl}	C_{lim}	N _{Rk}	M _{Rk}	
мм	мм	мм	мм	кг/м	кг/м	кг/м	м ² /м	см ²	см ⁴	см ⁴	см ³	см ³	см ⁶	см ⁶	см	Т	ТМ	
200	x	10		40.8	43.2	45.5	2.04	40.0	26 010		1000.38	1 333	5.77	133.33	13.6	268	960	245
220	x	10	520	44.0	46.3	48.7	2.12	44.0	28 611	25.50	1100.42	1 775	6.35	161.33	14.9	295	1056	269
250	x	10		48.7	51.0	53.4	2.24	50.0	32 513		1250.48	2 604	7.22	208.33	16.9	335	1200	306
200	x	12		47.1	49.5	51.8	2.05	48.0	31 457		1200.66	1 600	5.77	160.00	23.3	268	1152	295
220	x	12	524	50.9	53.2	55.6	2.13	52.8	34 603	25.60	1320.73	2 130	6.35	193.60	25.6	295	1267	324
250	x	12		56.5	58.9	61.2	2.25	60.0	39 322		1500.82	3 125	7.22	250.00	29.1	336	1440	369
300	x	12		65.9	68.3	70.7	2.45	72.0	47 186		1800.99	5 400	8.66	360.00	34.8	402	1728	442
220	x	16		64.7	67.0	69.4	2.15	70.4	46 861		1761.69	2 839	6.35	258.13	60.3	295	1690	436
250	x	16	532	72.2	74.6	76.9	2.27	80.0	53 251	25.80	2001.92	4 167	7.22	333.33	68.5	335	1920	495
300	x	16		84.8	87.1	89.5	2.47	96.0	63 901		2402.31	7 200	8.66	480.00	82.2	402	2304	594
350	x	16		97.3	99.7	102.1	2.67	112.0	74 552		2802.69	11 433	10.10	653.33	95.8	469	2688	694
250	x	20		87.9	90.3	92.6	2.28	100.0	67 600		2503.70	5 208	7.22	416.67	133.6	335	2400	624
300	x	20	540	103.6	106.0	108.3	2.48	120.0	81 120	26.00	3004.44	9 000	8.66	600.00	160.3	402	2880	749
350	x	20		119.3	121.7	124.0	2.68	140.0	94 640		3505.19	14 292	10.10	816.67	186.9	469	3360	874
400	x	20		135.0	137.4	139.7	2.88	160.0	108 160		4005.93	21 333	11.55	1066.67	213.6	536	3840	998
300	x	25		127.2	129.5	131.9	2.50	150.0	103 359		3758.52	11 250	8.66	750.00	312.8	402	3600	945
350	x	25	550	146.8	149.2	151.5	2.70	175.0	120 586	26.25	4384.94	17 865	10.10	1020.83	364.8	469	4200	1103
400	x	25		166.4	168.8	171.1	2.90	200.0	137 813		5011.36	26 667	11.55	1333.33	416.9	536	4800	1260
430	x	25		178.2	180.6	182.9	3.02	215.0	148 148		5387.22	33 128	12.41	1540.83	448.2	577	5160	1355
350	x	30		174.3	176.6	179.0	2.72	210.0	147 473		5266.88	21 438	10.10	1225.00	630.3	469	5040	1336
400	x	30	560	197.8	200.2	202.5	2.92	240.0	168 540	26.50	6019.29	32 000	11.55	1600.00	720.3	536	5760	1526
430	x	30		212.0	214.3	216.7	3.04	258.0	181 181		6470.73	39 754	12.41	1849.00	774.3	577	6192	1641

Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат
----	------	--------	--------	-----

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

24.4 Розрахунок двотаврів з гофрованою стінкою на дію поздовжньої сили та згинального моменту

24.4.3 Розрахунок на міцність позацентрово-стиснутих і позацентрово-розтягнутих елементів з гофрованою стінкою слід виконувати за формулою:

$$\frac{N\gamma_n}{(A_{f1n} + A_{f2n})R_y\gamma_c} \pm \frac{M_x\gamma_n}{A_m h_1 R_y\gamma_c} \pm \frac{M_y\gamma_n}{I_{ym} R_y\gamma_c} x \leq 1. \quad (24.21)$$

$$\frac{261,98 \cdot 0,975}{(43 \cdot 2,5 + 43 \cdot 2,5) \cdot 24 \cdot 0,95} + \frac{1124,75 \cdot 0,975 \cdot 10^2}{(43 \cdot 2,5) \cdot 50 \cdot 24 \cdot 0,95} = 0,946 \leq 1$$

Умова міцності перерізу колони забезпечена.

Умова стійкості із площини згину.

Згинальний момент приймається у верхній третині перерізу, так як верхня точка колони з максимальним моментом розкріплена в'язями.

$$M = 2/3 \cdot 1124,75 = 749,83 \text{ кНм}$$

Перевірку стійкості виконуємо згідно п. 8.1.3 ДБН В.2.6-198:2014:

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

Для перевірки несучої здатності визначимо умовну гнучкість стержня.

$$\lambda_{ef} = \frac{670 \cdot 1,0}{10,10} \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,26$$

ДБН В.2.6-198:2014

ДОДАТОК Ж
(обов'язковий)

КОЕФІЦІЄНТИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ НА СТІЙКІСТЬ ЦЕНТРАЛЬНО-І ПОЗАЦЕНТРОВО-СТИСНУТИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Таблиця Ж.1 – Коефіцієнти стійкості при центральному стиску

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

Примітка. Наведені у таблиці значення коефіцієнта φ збільшені в 1000 разів.

Умова стійкості перерізу:

$$\frac{261,44/2 + 749,83 \cdot 10^2 / (41,6 + 3)}{0,792 \cdot 43 \cdot 2,5 \cdot 24 \cdot 0,95} = 0,933 \leq 1$$

Умова стійкості колони із площини згину забезпечена.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		102

Порівняємо масу зварних двотаврів змінного перерізу та балок з гофрованою стінкою

	Довжина L	Балки змінного перерізу кг	Балки з гофрованою стінкою кг
Колона	6,7м	$V \cdot p = (6,7 \cdot 1,5 \cdot 0,01 + 2 \cdot 6,7 \cdot 0,3 \cdot 0,01) \cdot 7850 = \mathbf{1104,5}$	$178,6 \text{кг} \cdot 6,7 \text{м} = \mathbf{1196,62}$
	7,9м	$V \cdot p = (7,9 \cdot 1,5 \cdot 0,01 + 2 \cdot 7,9 \cdot 0,3 \cdot 0,01) \cdot 7850 = \mathbf{1302,32}$	$178,6 \text{кг} \cdot 7,9 \text{м} = \mathbf{1410,94}$
Балки	22,8м	$V \cdot p = (6,5 \cdot 1,8 \cdot 0,01 + 2 \cdot 6,5 \cdot 0,3 \cdot 0,01) \cdot 7850 = 1224,6$	$178,6 \text{кг} \cdot 6,5 \text{м} = \mathbf{1160,9}$
		$V \cdot p = (9 \cdot 1,6 \cdot 0,01 + 2 \cdot 9 \cdot 0,3 \cdot 0,01) \cdot 7850 = 1554,3$	$178,6 \text{кг} \cdot 9 \text{м} = \mathbf{1607,4}$
		$V \cdot p = (7,3 \cdot 1,0 \cdot 0,01 + 2 \cdot 7,3 \cdot 0,3 \cdot 0,01) \cdot 7850 = 916,9$	$178,6 \text{кг} \cdot 7,3 \text{м} = \mathbf{1303,78}$
		3695,8	4072,1
13,7м	$V \cdot p = (8,5 \cdot 1,8 \cdot 0,01 + 2 \cdot 8,5 \cdot 0,3 \cdot 0,01) \cdot 7850 = 1601,4$	$178,6 \text{кг} \cdot 8,5 \text{м} = \mathbf{1518,1}$	
	$V \cdot p = (5,2 \cdot 1,6 \cdot 0,01 + 2 \cdot 5,2 \cdot 0,3 \cdot 0,01) \cdot 7850 = 898,04$	$178,6 \text{кг} \cdot 5,2 \text{м} = \mathbf{928,72}$	
	2499,04	2446,82	
Всього		8601,66	9126,46

Колони

З гофрованою стінкою важчі на 200,74 кг, ніж балки змінного перерізу для колон.

Балки

З гофрованою стінкою важчі на 324,08 кг, ніж балки змінного перерізу для балкових прольотів.

Загальна вага балок змінного перерізу: 8601,66 кг

Загальна вага балок з гофрованою стінкою: 9126,46 кг

Висновок: Балки з гофрованою стінкою мають більшу загальну вагу на 324,08 кг у порівнянні з балками змінного перерізу.

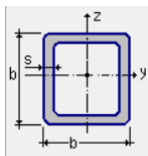
					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат		103

Розрахунок в'язей

Розпірки Р1 між рамами виконуємо з квадратних труб. При кроці рам 5,5 м та граничній гунчкості 200, необхідний радіус інерції перерізу розпірок:

$$i_n = \frac{l_{ef}}{\lambda u} = \frac{550 \text{ см}}{200} = 2,75 \text{ см}$$

Приймаємо переріз розпірок з труби 80x80x3 мм.



		b	s	A	$I_y=I_z$	$W_y=W_z$	$i_y=i_z$	P
		мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	кг/м
1	80x3	80.000	3.000	9.240	91.400	22.800	31.400	7.260
2	80x4	80.000	4.000	12.160	117.300	29.300	31.000	9.540
3	80x5	80.000	5.000	15.000	141.200	35.300	30.700	11.770
4	80x6	80.000	6.000	17.760	163.100	40.700	30.300	13.940
5	100x3	100.000	3.000	11.640	182.700	36.500	39.600	9.130
6	100x4	100.000	4.000	15.360	236.300	47.200	39.200	12.050
7	100x5	100.000	5.000	19.000	286.500	57.300	38.900	14.920
8	100x6	100.000	6.000	22.560	333.500	66.700	38.400	17.710
9	120x3	120.000	3.000	14.040	320.500	53.400	47.700	11.020
10	120x4	120.000	4.000	18.560	416.700	69.400	47.400	14.570
11	120x5	120.000	5.000	23.000	507.900	84.600	46.900	18.060
12	120x6	120.000	6.000	27.360	594.200	99.000	46.600	21.480

Діагональні в'язі між ригелями рам Р2 виконуємо з квадратних труб.

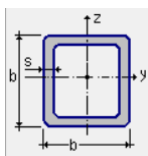
При кроці рам 5,5 м та кроці в'язей 6м, їх геометрична довжина складає:

$$l = \sqrt{5,5^2 + 5,5^2} = 7,77 \text{ м}$$

При граничній гунчкості 200, необхідний радіус інерції перерізу розпірок Р2:

$$i_n = \frac{l_{ef}}{\lambda u} = \frac{777 \text{ см}}{200} = 3,88 \text{ см}$$

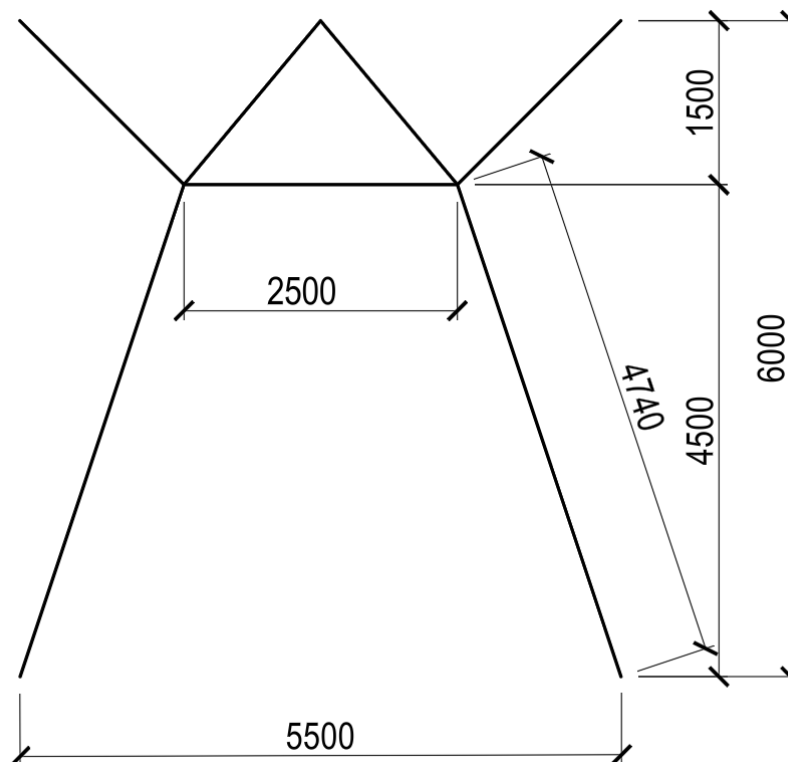
Приймаємо переріз розпірок з труби 100x100x3 мм.



					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Нодокум	Підпис	Дат		104

Вертикальні в'язі

вв1 між колонами проектуємо порталними для забезпечення можливості у подальшому улаштувати проїзд. Геометрична схема вертикальної в'язі вв1 наведена нижче.



Вертикальні в'язі виконуємо з квадратних труб. Максимальна довжина елемента складає 4740 мм.

При граничній гунчкості 200, необхідний радіус інерції перерізу в'язі вв1:

$$i_n = \frac{l_{ef}}{\lambda u} = \frac{473 \text{ см}}{200} = 2,365 \text{ см}$$

Приймаємо переріз розпірок з труби 80x80x3 мм.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Нодокум	Підпис	Дат		105

ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Консультант / Гусарова Л.В./

Здобувач / Гордієнко Д. Д./

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	<i>Лист</i>
<i>Зм</i>	<i>Літ.</i>	<i>№докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		106

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-01
Кінно-спортивна база з металевим каркасом у м. Бровари Київської обл.
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Об'єм головного корпусу, куб.м	47903	Кошторисна вартість	80272	тис.грн.
Площа забудови об'єкта, кв.м	5965	Кошторисна трудомісткість	268	тис. люд.год
Загальна площа об'єкта, кв.м	6403	Кошторисна заробітна плата	31636	тис.грн.
Площа фасаду, кв.м	3470	Середній розряд робіт	4,5	

Складений в поточних цінах станом на "19"жовтня 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	всього	заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
										заробітної плати	на одиницю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Підземна частина											
1	УПБ 1-1	Земляні роботи	100м2 площі забудови об'єкта	59,6506	84712 8471	76241 25414	5053111	505315	4547836 1515945	76,3 219,1	4552 13068
2	УПБ 2-1	Влаштування фундаментів	100м2 площі забудови об'єкта	59,6506	211746 17646	31762 10587	12630785	1052565	1894618 631539	159,0 91,3	9483 5444
Надземна частина											
3	УПБ 3-5	- металеві конструкції (колони,	100м2 площі забудови об'єкта	59,6506	258256 86085	25826 8609	15405146	5135049	1540515 513505	775,5 74,2	46262 4427
4	УПБ 4-2	Влаштування перекриття	100м2 площі 2 поверху	6,3	155814 51938	15581 5194	981626	327209	98163 32721	467,9 44,8	2947,8 282,1
5	УПБ 5.1-5	Зовнішні стіни і оздоблення фак	100м2 площі фасаду	34,696	77294 12882	15459 5153	2681801	446967	536360 178787	116,1 44,4	4026,7 1541,3
6	УПБ 6-2	Заповнення віконних прорізів	100м2 площі фасаду	34,696	75646 16810	3782 2101	2624610	583247	131231 72906	151,4 18,1	5254,5 628,5
7	УПБ 7-3	Влаштування перегородок	100м2 площі забудови об'єкта	6,3	4778 2389	239 80	30101	15051	1505 502	21,5 0,7	136 4
8	УПБ 8-3	Покрівля двоскатна з листового	100м2 площі забудови об'єкта	59,6506	213800 89083	10690 3563	12753293	5313872	637665 212555	802,6 30,7	47873 1832
9	УПБ 9-1	Оздоблювальні роботи (за визначеним типом)	100м2 площі забудови об'єкта	59,6506	237741 158494	35661 11887	14181398	9454265	2127210 709070	1427,9 102,5	85174 6112,7
Разом прями витрати, грн.							66341871	22833539	11515101 3867529		205708 33341
в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.								31993231			
всього заробітна плата								26701069			
Загальновиробничі витрати разом, грн.							Коеф.	13929907			
у тому числі:											
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд-год				0,12			28686				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				172,04			4935105				
відрахування на державне соціальне страхування				0,2278			7206720				
решта статей загальновиробничих витрат				7,48			1788082				
Всього кошторисна вартість робіт, грн.							80271778				
кошторисна трудомісткість, люд-год								267734			
кошторисна заробітна плата, грн.								31636174			
Склав _____											
Перевірив _____											

Зм	Літ.	№докум	Підпис	Дат
----	------	--------	--------	-----

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-02
Кінно-спортивна база з металевим каркасом у м. Бровари Київської обл.
 (найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта
 інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість	4880	тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	11	тис. люд.год
Кошторисна заробітна плата	1258	тис.грн.
Середній розряд робіт	4,4	розряд

Складений в поточних цінах станом на "19"жовтня 2024 р.

№ ч.ч.	Об'єкт (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин		
					всього	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	всього	заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього	
												заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	УПС 1-1	Влаштування внутрішніх мереж опалення	100м2 загальної площі об'єкта	64,0256	33301 8325	1665 555	2132125	533031	106606 35535	75,0 4,8	4802 306	
2	УПС 2-1	Влаштування внутрішніх мереж вентиляції і кондиціонування	100м2 загальної площі об'єкта	64,0256	13655 2276	683 228	874242	145707	43712 14571	20,5 2,0	1313 126	
3	УПС 3-1	Влаштування внутрішніх мереж холодного і гарячого водопостачання	100м2 загальної площі об'єкта	64,0256	12496 3124	625 208	800082	200020	40004 13335	28,1 1,8	1802 115	
4	УПС 4-1	Влаштування внутрішніх мереж каналізації	100м2 загальної площі об'єкта	64,0256	8231 2058	412 137	526970	131742	26348 8783	18,5 1,2	1186,9 75,7	
Разом прями витрати , грн.							4333418	1010501	216671		9104	
в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.							3106246					
всього заробітна плата							1082725					
Загальноновиробничі витрати разом, грн.				Коеф.		546983						
у тому числі:												
трудомісткість у загальноновиробничих витратах, люд-год				0,105		1021						
заробітна плата у загальноновиробничих витратах, грн.				172,04		175697						
відрахування на державне соціальне страхування				0,2278		286668						
решта статей загальноновиробничих витрат				8,7		84618						
Всього кошторисна вартість робіт, грн.							4880401					
кошторисна трудомісткість, люд-год							10747					
кошторисна заробітна плата, грн.							1258421					

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-03
Кінно-спортивна база з металевим каркасом у м. Бровари Київської обл.
 (найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта
 інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість	8180	тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	30	тис. люд.год-
Кошторисна заробітна плата	3637	тис.грн.
Середній розряд робіт	5,5	розряд

Складений в поточних цінах станом на "19"жовтня 2024 р.

№ ч.ч.	Об'єкт (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин		
					всього	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	всього	заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього	
												заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	УПЕ 1-1	Прокладання внутрішніх мереж електропостачання і електроосвітлення	100м2 загальної площі об'єкта	64,0256	55153 28955	2758 1930	3531198	1853879	176560 123592	254,0 16,4	16262 1047	
2	УПЕ 2-1	Встановлення електросвітлювальних приладів та електрофурнітури	100м2 загальної площі об'єкта	64,0256	19914 2157	398 173	1274996	138125	25500 11050	18,9 1,5	1212 94	
3	УПЕ 3-1	Прокладання слабострумних мереж (зв'язок, телемережі)	100м2 загальної площі об'єкта	64,0256	8524 4475	426 298	545748	286518	27287 19101	39,3 2,5	2513 162	
4	УПЕ 4-1	Прокладання мереж пожежної сигналізації і відеоспостереження	100м2 загальної площі об'єкта	64,0256	20671 10852	1034 723	1323486	694830	66174 46322	95,2 6,1	6095,0 392,6	
Разом прями витрати , грн.							6675428	2973351	295521		26082	
в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.							3406555					
всього заробітна плата							3173416					27777
Загальноновиробничі витрати разом, грн.				Коеф.		1504823						
у тому числі:												
трудомісткість в загальноновиробничих витратах, люд-год				0,097		2694						
заробітна плата в загальноновиробничих витратах, грн.				172,04		463547						
відрахування на державне соціальне страхування				0,2278		828500						
решта статей загальноновиробничих витрат				7,66		212776						
Всього кошторисна вартість робіт, грн.							8180251					
кошторисна трудомісткість, люд-год							30472					
кошторисна заробітна плата, грн.							3636964					

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
 здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Зм **Літ.** **№докум** **Підпис** **Дат**

Локальний кошторис на пусконалагоджувальні роботи № 02-01-05**Кінно-спортивна база з металевим каркасом у м. Бровари Київської обл.**(найменування робіт та витрат, найменування будівлі,
споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість, тис.грн.	1264
Кошторисна трудомісткість, тис.люд.год.	8,1
Кошторисна заробітна плата, тис.грн.	988

Складений в поточних цінах станом на "19"жовтня 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норм)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн	Витрати труда пусконалагоджувального персоналу, люд.год.	
							на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	УПМП 3-1	Пусконалагоджувальні роботи	100м2 загальної площі об'єкта	64,0256	13699	877095	116	7433
Разом прямі витрати						877095		
в тому числі								
Заробітна плата						877095		
Загальновиробничі витрати разом, грн				Коэф.		386498		
У тому числі:								
трудомісткість у загальновиробничих витратах				0,087		647		
заробітна плата у загальновиробничих витратах				172,04		111253		
відрахування на державне соціальне страхування				0,2278		225146		
решта статей загальновиробничих витрат				6,74		50098		
Всього по кошторису						1263592		
Кошторисна трудомісткість						8080		
Кошторисна заробітна плата						988348		

Склав _____

Перевірив _____

Локальний кошторис на придбання устаткування, меблів та інвентарю № 02-01-06**Кінно-спортивна база з металевим каркасом у м. Бровари Київської обл.**

(вид устаткування, меблі, інвентарю і робіт, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість	4186,5	тис.грн.
---------------------	--------	----------

Складений в поточних цінах станом на "19"жовтня 2024 р.

№ ч.ч.	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування устаткування, меблів та інвентарю	Кількість	Кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	УПО 1-4	Технологічне устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	64,0256	31268	2001963
3	УПО 3-1	Технічні засоби інформаційних технологій	100м2 загальної площі об'єкта	64,0256	20434	1308274
4	УПО 4-1	Меблі	100м2 загальної площі об'єкта	64,0256	11215	718029
Разом, грн.						4028265
Транспортні витрати на устаткування (3%)						120848
Заготівельно-складські витрати (0,9%)						37342
Всього кошторисна вартість, грн.						4186455

Склав _____

Перевірив _____

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Зм. Літ. Недокум Підпис Дат

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 02-01

Кінно-спортивна база з металевим каркасом у м. Бровари Київської обл.

(найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість	98782	тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	317,0	тис.люд.год
Кошторисна заробітна плата	37520	тис.грн.
Вимірник одиничної вартості	2062	грн./куб.м
Вимірник одиничної вартості	15429	грн./кв.м

Складений в поточних цінах станом на "19"жовтня 2024 р.

№ ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудомісткість, тис.люд-год	Кошторисна заробітна плата тис.грн.	Показники одиничної вартості, грн/куб.м
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	Всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2-1-1	Будівельні роботи	80272		80272	268	31636	1676
2	2-1-2	Внутрішні санітарно-технічні роботи	4880		4880	11	1258	818
3	2-1-3	Внутрішні електромонтажні роботи	8180		8180	30	3637	1278
4	2-1-5	Пусконаладжувальні роботи	1264		1264	8	988	26
5	2-1-6	Придбання устаткування, меблів та інвентарю		4186	4186			87
6		Всього по кошторису	94596	4186	98782	317	37520	4345
		Склав _____						
		Перевірив _____						

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

		Довжина, м	Ширина, м			
		113,7	96,8			
	Площа забудови, кв.м	11006,16				
	Периметр забудови	421				

Розрахунки до глав 1,3 - 7 зведеного кошторисного розрахунку

Кіно-спортивна база з металевим каркасом у м. Бровари Київської обл.

Глави і витрати	Один. виміру обсягу робіт	Кількість	Одиниця виміру вартості робіт	Вартість одиниці, тис.грн.	Загальна вартість, тис.грн.
Глава 1 Підготовка території будівництва					
Відведення земельної ділянки, виготовлення землепорядої документації	100 кв.м ділянки	110,06	тис.грн./100 кв.м	13,97	1537
Створення геодезичної мережі для будівництва	100 кв.м ділянки	110,06	тис.грн./100 кв.м	0,74	81
Освоєння і інженерна підготовка території будівництва	100 кв.м ділянки	110,06	тис.грн./100 кв.м	19,36	2130
Разом					3749
Глава 3 Об'єкти підсобного і обслуговувального призначення					
Адміністративно-побутові приміщення	100 кв.м заг. пл. об'єкта	59,65	тис.грн./100 кв.м	8,82	526
Ремонтно-технічні майстерні (допоміжні цехи, майстерні, склади, естакади, лабораторії, тощо)	100 кв.м заг. пл. об'єкта	64,03	тис.грн./100 кв.м	0,00	0
Господарські будівлі і приміщення (приміщення охорони, прохідні, сміттєзбиральники)	100 кв.м заг. пл. об'єкта	64,03	тис.грн./100 кв.м	1,80	115
Разом					641
Глава 4 Об'єкти енергетичного господарства					
Трансформаторна підстанція	об'єкт	1,00	тис.грн./об'єкт	3479,36	3479
Лінії електропостачання	км	2,00	тис.грн./км	1061,78	2124
Разом					5603
Глава 5 Об'єкти транспортного господарства і зв'язку					
Автомобільні під'їзди та внутрішні шляхи	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	932,08	932
Будівлі по обслуговуванню транспорту: депо, гаражі, стоянки	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	643,50	644
Паркінги, автостоянки	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	1339,47	1339
Зовнішні роботи і будівлі для усіх видів зв'язку	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	757,94	758
Разом					3673
Глава 6 Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, тепlopостачання та газопостачання					
Зовнішні мережі водопостачання, водозабірні, насосні споруди	км	1	тис.грн./км	336,50	337
Зовнішні мережі каналізації, очисні споруди	км	1	тис.грн./км	555,39	555
Зовнішні мережі тепlopостачання, бойлерні, котельні	км	1	тис.грн./км	915,58	916
Зовнішні мережі газопостачання	км	2,50	тис.грн./км	759,58	1899
Разом					3706
Глава 7 Благоустрій та озеленення території					
Огорожа території	100 м.п.	4,21	т.грн./м.п.	44,92	189
Озеленення, малі архітектурні форми	100 кв.м ділянки	110,06	тис.грн./100 кв.м ділянки	14,59	1605
Зовнішнє освітлення	100 кв.м ділянки	110,06	тис.грн./100 кв.м ділянки	4,62	509
Пішохідні алеї та дорожки	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	1100,98	1101
Спортивні та ігрові майданчики	об'єкт	1	тис.грн./об'єкт	313,63	314
Разом					3718

Зведений кошторисний розрахунок в сумі

231575 тис.грн.

У тому числі зворотних сум

359 тис.грн.

Зведений кошторисний розрахунок вартості об'єкта будівництва
Кінно-спортивна база з металевим каркасом у м. Бровари Київської обл.
(найменування об'єкта будівництва)

Складений в поточних цінах станом на "19"жовтня 2024 р.

№ ч.ч.	Номери кошторисів	Найменування глав, будинків, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
		Глава 1				
		Підготовка території будівництва				
	КНУ п.3.32	Відведення земельної ділянки	0	0	1537	1537
	КНУ п.3.32	Розбивка осей			81	81
	КНУ п.3.32	Інженерна підготовка території	2130	0	0	2130
		Разом по главі 1	2130	0	1618	3749
		Глава 2				
		Об'єкти основного призначення				
	№ 02-01	Кінно-спортивна база	94596	4186	0	98782
		Разом по главі 2	94596	4186	0	98782
		Глава 3				
		Об'єкти підсобного та обслуговуючого призначення				
	КНУ п.3.34	Адміністративно-побутові приміщення	342,0	184,2		526,2
	КНУ п.3.34	Господарські будівлі і приміщення (приміщення охорони, прохідні, сміттєзб	74,8	40,3		115,0
		Разом по главі 3	416,8	224,4		641,2
		Глава 4				
		Об'єкти енергетичного господарства				
	КНУ п.3.35	Трансформаторна підстанція	1739,7	1739,7		3479,4
	КНУ п.3.35	Лінії електропостачання	1061,8	1061,8		2123,6
		Разом по главі 4	2801,5	2801,5		5602,9
		Глава 5				
		Об'єкти транспортного господарства і зв'язку				
	КНУ п.3.35	Автомобільні під'їзди та внутрішні шляхи	820,2	111,8		932,1
	КНУ п.3.35	Будівлі по обслуговуванню транспорту: депо, гаражі, стоянки	566,3	77,2		643,5
	КНУ п.3.35	Паркінги, автостоянки	1178,7	160,7		1339,5
	КНУ п.3.35	Зовнішні роботи і будівлі для усіх видів зв'язку	667,0	91,0		757,9
		Разом по главі 5	3232,2	440,8		3673,0
		Глава 6				
		Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації,				
	КНУ п.3.35	Зовнішні мережі водопостачання, водозабірні, насосні споруди	185,1	151,4		336,5
	КНУ п.3.35	Зовнішні мережі каналізації, очисні споруди	305,5	249,9		555,4
	КНУ п.3.35	Зовнішні мережі теплопостачання, бойлерні, котельні	503,6	412,0		915,6
	КНУ п.3.35	Зовнішні мережі газопостачання	1044,4	854,5		1898,9
		Разом по главі 6	2038,5	1667,9		3706,4
		Глава 7				
		Благоустрій і озеленення території				
	КНУ п.3.35	Огорожа території	189,1			189,1
	КНУ п.3.35	Озеленення, малі архітектурні форми	1605,5			1605,5
	КНУ п.3.35	Зовнішнє освітлення	508,8			508,8
	КНУ п.3.35	Пішохідні алеї та дорожки	1101,0			1101,0
	КНУ п.3.35	Спортивні та ігрові майданчики	313,6			313,6
		Разом по главі 7	3718,0			3718
		Разом по главах 1-7	108933,5	9321,0	1618,1	119873
		Глава 8				
		Тимчасові будівлі і споруди				
	КНУ п.3.36	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд	2397			2397
		Разом по главі 8	2397			2397
		Разом по главах 1-8	111330		1618	112948
		Глава 9				
		Кошти на інші роботи та витрати				
	КНУ п.3.37	Зимове подорожження	779		78	857
	КНУ п.3.37	Інші витрати			904	904
		Разом по главі 9	779		982	1761
		Разом по главах 1-9	112109	9321	1696	123126

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

Лист

113

Зм. Літ. Подокум Підпис Дат

Глава 10					
Утримання служби замовника □					
КНУ п.3.38	Утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд)			3078	3078
	Кошти на формування страхового фонду документації			67	67
	Кошти на проведення процедури закупівлі			246	246
	Кошти на послуги, пов'язані з підготовкою будівництва та введенням			493	493
	Разом по главі 10			3884	3884
Глава 11					
Підготовка експлуатаційних кадрів					
				985	985
	Разом по главі 11			985	985
Глава 12					
Проектно-вишукувальні роботи та авторський нагляд					
	Вартість проектно-вишукувальних робіт			5101	5101
	Вартість експертизи проектної документації			135	135
	Кошти на здійснення авторського нагляду			123	123
	Разом по главі 12			5359	5359
	Разом по главах 1-12	112109	9321	11924	133354
		0,8407	0,0699	0,0894	1,0000
КНУ п.4.38, дод.25	Кошторисний прибуток (П)	6727			6727
КНУ п.4.39, дод.27	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ)			2463	2463
	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва (Р)				
КНУ п.4.40, дод.28		9529	792	1014	11335
КНУ п.4.41-4.43	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами (І)				
		36099	3001		39101
	РАЗОМ	164464	13115	15400	192979
	Податок на додану вартість			38596	38596
			будів. роботи	устаткування	інші витрати
	Всього по зведеному кошторисному розрахунку	164464	13115	53996	231575
КНУ п.3.39	Зворотні суми				359
		0,710	0,057	0,233	1

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»			Лист
Зм	Літ.	Нодокум	Підпис	Дат				114

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
- ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
- ДБН Б В.2.6-200:2014 "Конструкції сталеві будівельні. Вимоги до монтажу", Київ, 2014, 78 с.
- ДСТУ Б В.2.6-75:2008 "Конструкції сталеві будівельні", Київ, 2009.
- ДБН В.1.2-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення».
- ДБН А.2.1-1:2008 «Інженерні вишукування для будівництва».
- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія".
- ДСТУ Б В.2.1-5-96 «Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань (ГОСТ 20522-96)».
- О.О. Нілов, Т.О. Нілова. "Металеві конструкції. Балки. Колони". 2-е видання, Навчальний посібник, 2013.
- Пермяков В. О., Белов І. Д. Металеві конструкції. Ферми: Навчальний посібник. – Київ, 1997 р.
- Юрченко В. В., Пермяков В. О., Бабічев П. Є., Глітін О. Б. Металеві конструкції одноповерхових виробничих будівель. Оформлення робочих креслень. Альбом креслень. – Київ: КНУБА, 2007 р.
- Бойко І.П. Основи і фундаменти: Методичні вказівки до виконання курсової роботи / Уклад. І.П.Бойко, А.О.Олійник, А.М.Ращенко та ін. - К.: КНУБА, 2007. - 92 с.
- Корнієнко М.В. Основи і фундаменти. Навчальний посібник. - К.: КНУБА. 2003. - 110 с.
- Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія будівельних процесів» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» В.І. Терновий, О.С. Молодід. – К.: КНУБА, 2019.
- ДБН В.2.6-220:2017 “Покриття будівель та споруд”, Київ, 2017.
- ДБН А.3.2-2:2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – К: Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с.
- ДБН В.1.1-7:2016 “Пожежна безпека об’єктів будівництва”.
- ДБН В.2.2-12:2018 “Планування і забудова територій”, Київ, 2018, 187 с.
- ДСТУ Б А.2.4-7:2009 “Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень”, Київ, 2009, 75 с.
- Головкін В.М. “Сталеві конструкції в будівництві”. Підручник для студентів будівельних спеціальностей. – Харків: ХНАМГ, 2005.
- Труш Г.С., Поліщук С.М. Технологія зведення сталевих конструкцій. – К.: КНУБА, 2016. – 154 с.
- Сертифікат №12345-СТ. Антикоровізне покриття для металоконструкцій. – Київ, 2020.
- ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К.: Мінрегіонбуд, 2007.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»	Лист
Зм	Літ.	Надокум	Підпис	Дат		115