

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра будівельних конструкцій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

ВИРОБНИЧО-СКЛАДСЬКИЙ КОМПЛЕКС У М. ДЕРГАЧІ

Розробив: студент IV курсу, групи БтаЦІ 2022-3
Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
ОПП «Промислове та цивільне будівництво»



_____ Поддубний Микита Сергійович

Керівник: канд. техн. наук, доцент



_____ Бутенко Сергій Володимирович

Рецензент: канд. техн. наук, доцент



_____ Рюмін Володимир Володимирович

2026 рік

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри БК

 _____ доц. Спіранде К.В.

« 01 » червня 2026 року

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

ПОДДУБНОМУ МИКИТІ СЕРГІЙОВИЧУ

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво
Тема кваліфікаційної роботи: Виробничо-складський комплекс у м. Дергачі

затверджена наказом ректора ХНУМГ від « 26 » травня 2026 р. № 447-03
Термін подання завершеної роботи на кафедру « 15 » червня 2026 р.

Вихідні дані до кваліфікаційної роботи інженерно-геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-планувальне рішення об'єкту.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина, технологічні рішення та організація будівництва, розділ охорони праці.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина: архітектурно-конструктивне рішення об'єкту будівництва

- розрахунково-конструктивна частина: конструктивне рішення фундаментів, конструктивне рішення несучих конструкцій будівлі

- технологічні рішення та організація будівництва: технологічна карта на монтаж залізобетонних колон

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		Казімагомедов Ф.І.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	Храпатова І.В., доцент		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	Бутенко С.В., доцент		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		Братішко С.М.		
4. Охорона праці		Косенко Н. О., доцент		
Нормоконтроль		Пустовойтова О.М., доцент		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурно-будівельна частина	02.06-04.06.2026	виконано
2.	Розрахунково-конструктивна частина	05.06-12.06.2026	виконано
3.	Технологічні рішення та організація будівництва	13.06-16.05.2026	виконано
4.	Охорона праці	15.06-16.06.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи  к.т.н., доц. Бутенко С.В.

Завдання прийняв до виконання  Поддубний М.С.

Дата видачі завдання « 01 » червня 2026 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	4
1.1. Район будівництва.....	4
1.2. Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення.....	5
1.2.1 Об'ємно-планувальні елементи.....	5
1.3 Експлікація приміщень.....	6
1.4 Характеристика функціонального процесу будівлі.....	7
1.5. Конструктивна система.....	7
1.6. Інженерне обладнання.....	8
1.7. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.....	8
1.8 Пожежна безпека.....	11
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	12
2.1 РОЗРАХУНОК ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ ОБ'ЄКТУ.....	12
2.1.1 Оцінка ґрунтових умов будівельного майданчика.....	12
2.2 Висновки по ґрунтовим умовам будівельного майданчика.....	15
2.3 Розрахунок монолітних фундаментів неглибокого закладання.....	15
2.3.1. Визначення мінімальної глибини закладання фундаментів.....	15
2.4. Розрахунок фундаменту під колону на перетині вісей «9» і «А».....	16
2.5 Перевірка прийнятого перерізу.....	18
2.6 Розрахунок фундаменту на продавлювання.....	20
2.7 Конструктивний розрахунок.....	20
2.8 Розрахунок на продавлювання.....	21
2.9 Розрахунок осідання фундаментів методом пошарового підсумування.....	22
2.10 РОЗРАХУНОК НАДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ ОБ'ЄКТУ.....	26
2.10.1 Загальна характеристика будівлі.....	26
2.11. Збір навантаження.....	27
2.12 Навантаження від снігу.....	28
2.13 Вітрове навантаження.....	29

2.14 Статичний розрахунок каркасу.....	29
2.15 Підбір перерізів рами.....	34
2.16 Розрахунок вузлів в ПК «Комета» (SCAD).....	44

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО

ВИРОБНИЦТВА.....	46
3.1 Аналіз вихідних даних.....	46
3.2 Технологія і організація монтажного процесу.....	46
3.2.1 Вимоги закінченості підготовчих і попередніх робіт.....	46
3.3 Підрахунок обсягів монтажних робіт.....	49
3.4 Вибір монтажних пристроїв.....	49
3.5 Монтажні пристосування.....	51
3.6 Вибір машин та механізмів.....	51
3.7. Технічні характеристики крана КС-3575 з КрАЗ.....	52
3.8. Потреба в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях.....	53
3.9. Калькуляція трудових затрат.....	54
3.10 Вимоги до якості та приймання робіт.....	56
3.11 Заходи з техніки безпеки та охорони праці.....	59
3.12 Календарний план будівництва.....	60

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ..... 66

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні.....	66
4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті.....	68
4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті.....	72
4.4 Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів....	74
4.5 Висновки до розділу.....	77

5. Список використаної літератури..... 78

Вступ

Сучасний розвиток логістичної та промислової інфраструктури є важливою складовою забезпечення економічного потенціалу регіону. Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці комплексного проекту будівництва виробничо-складського комплексу в місті Дергачі. Об'єкт проектування являє собою одноповерхову будівлю з технічною антресолю, що має габаритні розміри в осях 18,0х66,0 м. Особливістю несучої системи споруди є застосування комбінованого каркаса: основними вертикальними елементами слугують збірні залізобетонні колони, а просторова конструкція покриття виконана з металопрокату. Будівля належить до класу наслідків (відповідальності) СС2.

Головною метою проекту є прийняття та обґрунтування оптимальних архітектурно-планувальних, інженерно-конструктивних, технологічних та економічних рішень для надійного та безпечного зведення об'єкта.

Комплексний підхід до виконання проекту гарантує створення сучасного, функціонального та надійного складського комплексу, що суворо відповідає всім чинним державним будівельним нормам України.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Район будівництва

Проектована будівля виробничо-складського комплексу розташована в м. Дергачі Харківської області. Об'єкт запроєктований із врахуванням містобудівних, санітарно-гігієнічних та протипожежних вимог відповідно до чинної нормативної бази України[30]. За архітектурно-будівельними ознаками та призначенням будівля відноситься до I ступеня довговічності та I ступеня вогнестійкості[10].

Відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи»[9], кліматичні навантаження для майданчика будівництва прийняті:

- **Снігове навантаження:** розрахункове значення ваги снігового покриву становить 1600 Па (що відповідає 5-му сніговому району);
- **Вітрове навантаження:** характеристичне значення вітрового тиску становить 430 Па (що відповідає 3-му вітровому району).

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель»[1], місто Дергачі відноситься до I (першої) температурної зони України. Це визначає розрахункові параметри зовнішнього повітря в зимовий період (температура найбільш холодної п'ятиденки[7] забезпеченістю 0,92 становить -22°C) та диктує вимоги до мінімально допустимого опору теплопередачі елементів зовнішнього контуру будівлі.

Відповідно до карт сейсмічного районування України (ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи»[9]), розрахункова сейсмічність майданчика будівництва становить менше 5 балів. У зв'язку з цим майданчик відноситься до несейсмічних, і впровадження спеціальних антисейсмічних конструктивних заходів для каркаса будівлі не вимагається.

Загальна характеристика будівлі.

Будинку має прямокутну форму в плані, розмірами в осях 18,0 м x 66,0 м. Загальна висота будинку 6.96 м. Місце під будівництво розташоване в степовій зоні. Ділянка вільна від споруд. Рельєф ділянки без різких перепадів.

Генеральний план виробничо-складського комплексу запроектовано з урахуванням оптимального зонування території: виділено ділянку безпосередньої забудови, транспортно-вантажну зону та зону паркування. Розміщення проекрованої будівлі (вісь А-Г, 1-13) виконано з прив'язкою до існуючої будівельної геодезичної сітки та з дотриманням нормативних протипожежних розривів до сусідніх існуючих будівель і споруд.

Транспортна схема вирішена у вигляді кільцевого та тупикового об'їздів з організацією майданчиків для розвороту великогабаритного вантажного транспорту (фур). Ширина асфальтобетонних проїздів та радіуси заокруглень розраховані на безперешкодне маневрування техніки під час завантажувально-розвантажувальних робіт. Для персоналу та відвідувачів передбачено відкриту автостоянку. Вільна від твердого покриття територія озеленюється шляхом висадки газонів та компактних груп дерев, що виконують функцію санітарно-захисного бар'єра та покращують мікроклімат ділянки.

1.2. Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення

1.2.1 Об'ємно-планувальні елементи

Будівля запроектована за каркасною схемою з розмірами в осях 18,0 x 66,0 м. Сітка колон прийнята 6,0 x 18,0 м. Висота до низу несучих конструкцій покриття становить, що забезпечує необхідний вільний простір для роботи підйомно-транспортного обладнання та складування матеріалів. Просторова жорсткість та геометрична незмінюваність каркасу забезпечується спільною роботою колон, жорстко закріплених у фундаментах, кроквяних конструкцій покриття та системою вертикальних і горизонтальних в'язей. Евакуаційні шляхи та виходи запроектовані згідно з нормами ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»[30]

До будівлі входять:

1. Виробничо-складські приміщення;
2. Комунікаційні приміщення
3. Технічні приміщення

4. Обслуговуючі приміщення

Виробничо-складські відповідають основним функціям будівлі.

Комунікаційні приміщення забезпечують зв'язок між приміщеннями всередині будівлі (коридори, тамбур, тощо) .

Технічні приміщення приміщення для розміщення обладнання та устаткування.

Обслуговуючі приміщення підвищують комфорт і санітарно – гігієнічні умови в будівлі, але не мають відношення до основних функцій (санітарні вузли)

1.3 Експлікація приміщень

1. Виробничо-складська зона - Основний відкритий простір будівлі (open-space), призначений для розміщення технологічних ліній, роботи підйомно-транспортних механізмів та складування великогабаритних вантажів

2. Склад - Ізольоване приміщення для впорядкованого зберігання специфічної продукції, деталей або сировини, що потребує окремого обліку або мікроклімату.

3. Зала очікування та зберігання речей - Буферна зона для тимчасового перебування клієнтів/постачальників та безпечного зберігання їхніх особистих речей.

4. Кабінет адміністратора - Робоче місце керівного персоналу для оперативного контролю логістичних та виробничих процесів.

5. Кімната відеонагляду - Технічне приміщення, обладнане моніторами та серверами для цілодобового контролю безпеки території та внутрішніх зон комплексу.

6. Кімната відпочинку для персоналу - Зона психологічного розвантаження та прийому їжі для працівників протягом робочої зміни.

7. Гардеробні - Приміщення для перевдягання та зберігання повсякденного і спеціального робочого одягу персоналу, обладнані індивідуальними шафками..

8. Санвузли (для персоналу та загальні) - Санітарно-гігієнічні вузли, кількість приладів у яких розрахована відповідно до штатного розкладу в найбільшу зміну.

9. Приміщення для інвентарю - Компактна зона для зберігання миючих засобів та техніки для прибирання комплексу.

10. Вхідний коридор та тамбур - Транзитні комунікаційні зони, що забезпечують розподіл людських потоків, при цьому тамбур додатково виконує функцію теплового шлюзу в холодну пору року.

Таблиця 1.1

Поз.	Найменування	Площа, м ²
1	Вхідний коридор	48
2	Виробничо-складська зона	804
3	Жіночий санвузол для персоналу	8,6
4	Чоловічий санвузол для персоналу	8,6
5	Кімната відпочинку для персоналу	30
6	Приміщення для інвентарю	6,1
7	Гардеробна чоловіча для персоналу	6,3
8	Гардеробна жіноча для персоналу	6,3
9	Кабінет адміністратора	6,3
10	Тамбур	11,4
11	Кімната відеонагляду	4,3
12	Склад	65,8
13	Зала очікування та зберігання речей	28,1
14	Чоловічий санвузол	15,2
15	Жіночий санвузол	15,2

1.4 Характеристика функціонального процесу будівлі

Основні функціональні вимоги до проектуємої будівлі – створення комфортних умов для роботи працівників.

Для забезпечення комфорту перебування людей у будівлі передбачено:

- Сучасне освітлення, для комфортного пересування на підприємстві
- Санітарно-гігієнічні вузли (ванна кімната, туалети)
- Передбачено зону для паркування автомобілів
- Надійні системи кондиціонування для забезпечення комфортної температури
- Зручні засоби комунікації.

1.5. Конструктивна система.

Під несучу конструкцію будівлі запроєктовані монолітні стовпчасті фундаменти[8]. Глибина закладання їх 1,5 м. від поверхні землі. Зовні фундаменти облаштовуються двома шарами гідроізоляційної мастики та Фундаментні конструкції захищені відмосткою (з фігурним вимощенням) від атмосферних зовнішніх впливів, шириною 1000 мм по периметру всього будинку. Робоча арматура, що використовується в будівельних конструкціях, відповідає умовам ДСТУ 3760:2019.[14]

Підлога влаштована цементно-піщаною стяжкою з захисним силіконовим покриттям.

Покриття виконуватиметься з сендвіч панелей товщиною 200мм з утеплювачем із мінераловатних плит.

Перегородки внутрішніх приміщень виконані з цегляної кладки. Товщина перегородок -120мм.

Зовнішні стіни – цегляні. Товщина - 250мм.

Внутрішні двері:

металеві, засклені армованим склом;

евакуаційні - підсилені металеві, вогнестійкі;

вхідні в загальні службові приміщення - дерев'яні

Зовнішні двері:

вхідні в будівлю – металеві, засклені, розсувні.

виходи на покрівлю - протипожежні.

Зовнішні вікна:

Вікна – металопластикові 6000х1180мм

Ворота –металеві за окремими проектом 5000х2500мм, 3000х2500мм, 1500х2500мм

Зовнішнє оздоблення будинку виконується із застосуванням декоративної штукатурки «Ceresit» та нанесенням фасадними фарбами.

Зовнішнє утеплення виконане з мінераловатних плит товщиною 150мм.

1.6. Інженерне обладнання.

Будівля має такі внутрішні мережі:

1. Холодне та гаряче водопостачання.
2. Каналізацію.
3. Опалювання – водяне.
4. Електропостачання – від мережі 380/220В
5. Пожежну та охоронну сигналізацію
6. Вентиляція будинку – природня та примусова приточно-витяжна.

1.7. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій виконуємо на основі ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція будівель"[1] та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2021.[7]

Зовнішні стіни

Вихідні дані.

Місто будівництва – Дергачі, І температурна зона.

Показники клімату району будівництва.

Таблиця № 1.2

Температура зовнішнього повітря, °С				Зона вологості	Температурна зона
Найбільш холодної доби, із забезпеченням		Найбільш холодних п'яти днів, із забезпеченням			
0,98	0,92	0,98	0,92		
$t_1^{0,98} = -22$	$t_1^{0,92} = -19$	$t_5^{0,98} = -17$	$t_5^{0,92} = -15$	Нормальної вологості	3

Теплотехнічні показники матеріалів стіни.

Таблиця № 1.3

Теплотехнічні показники матеріалів стіни

№ шару	Найменування матеріалу	Щільність, ρ_0 кг/м ³	Товщина, δ_i , м	Коефіцієнт теплопровідності, λ_i , Вт/(м К)
1	Мінераловатні плити	100	0.15	0.039
2	Цегла	800	0,250	0,45
3	Піщано-цементна штукатурка	1600	0,02	0,81

Параметри мікроклімату приміщення.

Таблиця № 1.4

Температура внутрішнього повітря $t_v, ^\circ\text{C}$	Вологість внутрішнього повітря $\varphi_v, \%$
20	55

Опір теплосприймання внутрішньої поверхні огорожуючих конструкцій:

$$R_{\text{вн}} = 1/\alpha_{\text{в}} = 1/8,7 = 0,115, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

де $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$ – коефіцієнт теплосприймання внутрішньої поверхні огорожуючих конструкцій.

Опір теплопередачі зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій:

$$R_3 = 1/\alpha_3 = 1/23 = 0,043, \text{ м}^2 \text{ К/Вт};$$

де $\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$ – коефіцієнт теплосприймання зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій.

Опір теплопередачі стіни:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_v} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} = 0,15/0,039 + 0,3/0,45 + 0,02/0,81 + 1/8,7 + 1/23 =$$

$$= 3,41 \text{ м}^2 \text{ К/Вт} > 2,1 \text{ м}^2 \text{ К/Вт} - \text{умова виконується.}$$

Опір теплопередачі світлопрозорих огорожуючих конструкцій $R_3 = 0,77 \text{ м}^2 \text{ К/Вт} > 0,45 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$.

Теплотехнічні показники матеріалів покрівлі.

Таблиця № 1.5

№ шару	Найменування матерілу	Щільність, ρ_0 кг/м ³	Товщина, δ_i , м	Коефіцієнт теплопровідності, λ_i , Вт/(м К)
1	Бітумні вяжучі	500	0,01	0.22
2	Цементно-піщанна стяжка	1600	0,05	0,81
3	Кермазитобетон	800	0,05	0,31
4	Мінераловатні плити	350	0,20	0,041
5	Плита перекриття	2600	0,2	2,04

Параметри мікроклімату приміщення.

Таблиця № 1.6

Температура внутрішнього повітря t_v , °C	Вологість внутрішнього повітря φ_v , %
20	55

Опір теплосприймання внутрішньої поверхні огорожуючих конструкцій:

$$R_{вн}=1/\alpha_v=1/8,7=0,115, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

де $\alpha_v=8,7$ Вт/(м² К) – коефіцієнт теплосприймання внутрішньої поверхні огорожуючих конструкцій.

Опір теплопередачі зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій:

$$R_3=1/\alpha_3=1/23=0,043, \text{ м}^2 \text{ К/Вт};$$

де $\alpha_3=23$ Вт/(м² К) – коефіцієнт теплосприймання зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій.

Опір теплопередачі покрівлі:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_v} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} =$$

$$0,08/0,22+0,05/0,81+0,05/0,31+0,2/0,041+0,2/2,04+1/8,7+1/23=$$

$$=6,12 \text{ м}^2 \text{ К/Вт} > 3,0 \text{ м}^2 \text{ К/Вт} - \text{умова виконується.}$$

1.8 Пожежна безпека

Пожежна безпека проектованої споруди забезпечується комплексом

запобіжних протипожежних заходів відповідно до вимог та будівельних норм, що класифікують конструкцію споруди. Розташування будівлі враховує пожежну безпеку довколишніх об'єктів.[30]

Проектом передбачено встановлення пожежних сходів на дахах будівель.

Внутрішній вогнезахист будівель забезпечується за рахунок:

1) Об'ємно-планувальна та розрахункова схема:

- приміщення поділено на відсіки температурними швами;
- Майданчики, призначені для евакуації зовні заводом;

2) Застосовувати ефективні заходи пожежної безпеки, системи евакуації та ручні вогнегасники:

- Двері на шляхах евакуації відчиняються у бік виходу з приміщень.

З урахуванням пожежних норм та вимог проект диктує застосування матеріалів та конструкцій.

Мінераловатні мати для зовнішнього утеплення стін та покрівлі відносяться до групи негорючих матеріалів.

Крім того, у проекті також встановлена пожежна сигналізація та виведення на панелі пожежної безпеки.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 РОЗРАХУНОК ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ ОБ'ЄКТУ

Коротка характеристика будівлі, майданчика та його геологічної будови

- Вид будівлі – одноповерховий, виробничо-складський.
- Підвальна частина відсутня.
- За конструктивною схемою – з повним каркасом (металеві ферми та балки).
- Місто будівництва – м. Дергачі.
- Ґрунтові води знаходяться на глибині 6,8 м від поверхні майданчика.

2.1.1 Оцінка ґрунтових умов будівельного майданчика

Встановимо розрахункові показники фізичних властивостей для ґрунтів, показники механічних властивостей за таблицями та приведемо їх класифікацію відповідно до ДБН В.2.1-10:2018 [8]. Приймаємо, що виділені шари ґрунту однорідні, і розглядаємо їх як інженерно-геологічні елементи. Розрахунок фізико-механічних показників ґрунтів будівельного майданчика ведемо у табличній формі.

- **ІГЕ-1** – насипний ґрунт. Має потужність 0,8 м
- **ІГЕ-2** – пісок, характеризується водопроникністю. Нижче рівня ґрунтової води. Потужність шару 6,0 м.
- **ІГЕ-2а** – пісок, нижче рівня ґрунтових вод. Потужність шару 2,2м.
- **ІГЕ-3** – пилувато-глинистий ґрунт. Потужність 3,2 м.
- **ІГЕ-4** – пилувато-глинистий ґрунт. Потужність 5,0 м.

4	Супісок пластичний	17,2	12,2	9,0	6,8	0,8	Глибина залягання підшви, м	Щільність грунту, т/м ³	Щільність частинок, ρ _s	Щільність сухого, ρ _s	Щільність природного, ρ	Глибина залягання підшви, м	Природна, γ	γ виваженому стані, γ'	Питома вага ґрунту, кН/м ³	Пористість, n	коефіцієнт пористості, e	коефіцієнт водонасичення, S _r	текучість, W _L	пластичність, W _p	Число пластичності, I _p	Показник текучості, I _L	Літоме зчеплення, c, кПа	Кут внутр. тертя, φ, град	Модуль деформації, E, МПа	Розрахунковий опір, R _н , кПа	Примітка
3	Суглинок тугопластичний	17,2	12,2	9,0	6,8	0,8	Глибина залягання підшви, м	Щільність грунту, т/м ³	Щільність частинок, ρ _s	Щільність сухого, ρ _s	Щільність природного, ρ	Глибина залягання підшви, м	Природна, γ	γ виваженому стані, γ'	Питома вага ґрунту, кН/м ³	Пористість, n	коефіцієнт пористості, e	коефіцієнт водонасичення, S _r	текучість, W _L	пластичність, W _p	Число пластичності, I _p	Показник текучості, I _L	Літоме зчеплення, c, кПа	Кут внутр. тертя, φ, град	Модуль деформації, E, МПа	Розрахунковий опір, R _н , кПа	Примітка
2а	Пісок дрібний неоднорідний, шльний, водонасичений	17,2	12,2	9,0	6,8	0,8	Глибина залягання підшви, м	Щільність грунту, т/м ³	Щільність частинок, ρ _s	Щільність сухого, ρ _s	Щільність природного, ρ	Глибина залягання підшви, м	Природна, γ	γ виваженому стані, γ'	Питома вага ґрунту, кН/м ³	Пористість, n	коефіцієнт пористості, e	коефіцієнт водонасичення, S _r	текучість, W _L	пластичність, W _p	Число пластичності, I _p	Показник текучості, I _L	Літоме зчеплення, c, кПа	Кут внутр. тертя, φ, град	Модуль деформації, E, МПа	Розрахунковий опір, R _н , кПа	Примітка
2	Пісок дрібний неоднорідний, шльний, сер. ступеню водонасичення	17,2	12,2	9,0	6,8	0,8	Глибина залягання підшви, м	Щільність грунту, т/м ³	Щільність частинок, ρ _s	Щільність сухого, ρ _s	Щільність природного, ρ	Глибина залягання підшви, м	Природна, γ	γ виваженому стані, γ'	Питома вага ґрунту, кН/м ³	Пористість, n	коефіцієнт пористості, e	коефіцієнт водонасичення, S _r	текучість, W _L	пластичність, W _p	Число пластичності, I _p	Показник текучості, I _L	Літоме зчеплення, c, кПа	Кут внутр. тертя, φ, град	Модуль деформації, E, МПа	Розрахунковий опір, R _н , кПа	Примітка
1	Рослинний	17,2	12,2	9,0	6,8	0,8	Глибина залягання підшви, м	Щільність грунту, т/м ³	Щільність частинок, ρ _s	Щільність сухого, ρ _s	Щільність природного, ρ	Глибина залягання підшви, м	Природна, γ	γ виваженому стані, γ'	Питома вага ґрунту, кН/м ³	Пористість, n	коефіцієнт пористості, e	коефіцієнт водонасичення, S _r	текучість, W _L	пластичність, W _p	Число пластичності, I _p	Показник текучості, I _L	Літоме зчеплення, c, кПа	Кут внутр. тертя, φ, град	Модуль деформації, E, МПа	Розрахунковий опір, R _н , кПа	Примітка

Таблиця 2.1 Зведена таблиця нормативних значень фізико-механічних показників ґрунтів

Розрахункові показники для II-ого граничного стану:

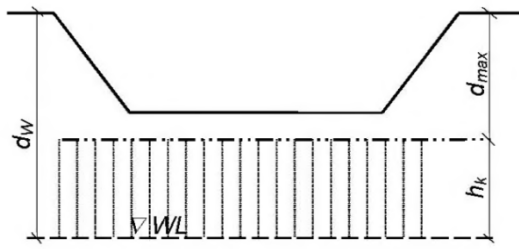
- питома вага γ_I :
 $\gamma_{1I}=12,26/1,05=11,68 \text{ кН/м}^3$
 $\gamma_{2I}=18,7/1,05=17,81 \text{ кН/м}^3$
 $\gamma_{2aI}=20,3/1,05=19,33 \text{ кН/м}^3$
 $\gamma'_{2aI}=10,49/1,05=9,99 \text{ кН/м}^3$
 $\gamma_{3I}=17,56/1,05=16,72 \text{ кН/м}^3$
 $\gamma_{4I}=18,34/1,05=17,47 \text{ кН/м}^3$
- питоме зчеплення $c_{i,I}$:
 $c_{2I}=c_{2a,I}=4,0/1,5=2,67 \text{ кПа}$
 $c_{3,I}=18/1,5=12 \text{ кПа}$
 $c_{4,I}=11/1,5=7,33 \text{ кПа}$
- кут внутрішнього тертя $\phi_{i,I}$:
 $\phi_{2I}=\phi_{2aI}=36/1,1=32,7 \text{ град}$
 $\phi_{3I}=19/1,1=17,3 \text{ град}$
 $\phi_{4I}=21/1,1=19,1 \text{ град}$.

Отримані дані заносимо в таблицю 2.

Таблиця 2.2 Величини розрахункових показників окремих ІГЕ будівельного майданчика

№ ІГЕ	Для II граничного стану					Для I граничного стану		
	Питома вага, γ_{II} , кН/м^3	Питоме зчеплення, c_{II} , кПа	Кут внутр. тертя, ϕ_{II} , град	Модуль деформ. E , МПа	Розрахунковий опір, R_0 , кПа	Питома вага, γ_I , кН/м^3	Питоме зчеплення, c_I , кПа	Кут внутр. тертя, ϕ_I , град
1	12,26	-	-	-	-	11,68	-	-
2	18,7	4,0	36	38	400	17,81	2,67	32,7
2a	<u>20,3</u> 10,49*	4,0	36	38	300	<u>19,33</u> 9,99*	2,67	32,7
3	17,56	18	19	11	203	16,72	12	17,3
4	18,34	11	21	10	162	17,47	7,33	19,1

2.1.2 Висновки по ґрунтовим умовам будівельного майданчика



1. Верхній шар ІГЕ-1, який представлений насипними ґрунтами, має невитримане залягання, характеризується підвищеною пористістю, неоднорідністю та стисливістю. В якості несучого шару не використовується.
2. Ґрунти ІГЕ-2, ІГЕ-3, ІГЕ-4 придатні для використання їх як природньої основи з розрахунковими показниками, що наведені у таблиці. Причому в якості несучого шару для фундаментів неглибокого закладання необхідно використовувати суглинок ІГЕ-2.
3. Ґрунтові води залягають на глибині 6,8м від поверхні і на основу і фундаменти не впливають. Підняття ґрунтових вод не передбачується.
4. Сучасні інженерно-геологічні процеси на майданчику не розвиваються.

2.1.3 Розрахунок монолітних фундаментів неглибокого закладання Визначення мінімальної глибини закладання фундаментів

1. За умови геологічної будови:

$$d_{min} = \sum_{i=1}^n h_{cl} + 0.2 \dots 0.4 \text{ м} = 0.8 + 0.3 = 1.1 \text{ м}$$

2. З гідрогеологічних умов:

$$d_{max} = d_w - h_k = 6,8 - 0,5 = 6,3 \text{ м}$$

3. З умови можливості морозного здимання ґрунту при промерзанні:

$$3.1. d_f = K_h d_{fn} = 0.7 * 1.1 = 0.77 \text{ м},$$

де $K_h = 0.7$ - при конструкції будинків без підвалів і температурі повітря в приміщенні $t = 20^0 \text{ C}$

$$d_{fn} = 1.1 - \text{ для м. Дергачі [7]}$$

Позначку підосви намічаємо на 0,2м нижче рівня розрахункової глибини промерзання: $d_{min} = d_{fn} + 0.2 = 0.77 + 0.2 = 0.97 \text{ м}$

3.2. В залежності від глибини промерзання та глибини до рівня підземних вод:

$$d_{f.min} + 2 \text{ м} = 0.97 + 2 = 2.97 \text{ м}$$

$$d_w = 6,8 \text{ м} > d_f = 2.97 \text{ м}$$

Глибина закладання фундаментів –

не менше $d_f = 0.97 \text{ м}$.

4. З конструктивних вимог:

Для фундаментів неглибокого закладання безпідвальних будівель:

$$d_{min} = 0.5 \text{ м}.$$

5. З урахуванням типу будівель і споруд:

$$d_{min} = 1.0 \text{ м}$$

6. 6.1. З умови промерзання:

$$d_{min} = d_f + 0.5 \text{ м} = 0.77 + 0.5 = 1.27 \text{ м}$$

6.2. З геологічних умов:

$$d_{min} = \sum_{i=1}^n h_{сл} = 0.8 \text{ м}$$

6.3. З конструктивних вимог:

$$d_{min} = \max \{6.1, 6.2\} + (0.2 \dots 0.3) \text{ м} = 1.27 + (0.2 \dots 0.3) \text{ м} = 1.5 \text{ м}$$

Таблиця 2.3 Мінімальні та максимальні значення глибини
закладання фундаменту

Фактор	$d_{min}, \text{ м}$	$d_{max}, \text{ м}$
1	1.1	-
2	-	6,3
3.1	0.97	-
3.2	0.97	-
4	0.5	-
5	1.0	-
6.1	1.27	-
6.2	0.8	-
6.3	1.5	-

Остаточню приймаємо $d_f = d_{min} = 1.5 \text{ м}$.

2.1.4. Розрахунок фундаменту під колону на перетині вісей «9» і «А»

Визначення розмірів підшви фундаменту

Розрахункові навантаження зібрані на фундаменти за допомогою програмного комплексу ПК «ЛІРА-САПР». Стискаюче зусилля на верхньому обрізі найбільш навантаженого фундаменту за другим граничним станом складає:

$$N^{\text{II}} = 341.95 \times 1,0 = 341.95 \text{ кН}$$

$$T^{\text{II}} = Q^{\text{II}} = 164.20 \times 1,0 = 164.20 \text{ кН}$$

$$M^{\text{II}} = 0$$

Несучим шаром основи є ґрунт ІГЕ-2 (пісок дрібний) з розрахунковими характеристиками: $\gamma_{\text{II}} = 18,7 \text{ кН/м}^3$, $c_{\text{II}} = 4 \text{ кПа}$, $\varphi_{\text{II}} = 36$ град та табличним опром $R_0 = 400 \text{ кПа}$. Для насипного ґрунту, що залягає вище $\gamma_{\text{II}} = 12.26 \text{ кН/м}^3$.

Визначаємо ширину фундаменту ($R=R_0$):

$$b_0 = \sqrt{\frac{N^{\text{II}}}{R_0 - 20 \cdot d}} = \sqrt{\frac{341.95}{400 - 20 \cdot 1,5}} = 0,96 \text{ м}$$

Уточнюємо величину розрахункового опору:

$$R_l = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot (M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{\text{II}} + M_q \cdot d_l \cdot \gamma'_{\text{II}} + (M_q - l) \cdot d_b \cdot \gamma'_{\text{II}} + M_c \cdot c_{\text{II}})$$

$$\gamma_{c1} = 1.3; \quad \gamma_{c2} = 1.1;$$

$k = 1,0$ - коефіцієнт надійності при визначенні характеристик ґрунтів зі звіту;

$$b = b_l = 0,95 \text{ м}$$

φ	M_γ	M_q	M_c
36	1,81	8,24	9,97

$\gamma_{\text{II}} = 18,7 \text{ кН/м}^3$ - питома вага ґрунту нижче підшви фундаменту;

γ'_{II} - середнє значення питомої ваги ґрунтів вище підшви фундаменту:

$$\gamma'_{\text{II}} = \frac{12,26 \cdot 0,8 + 18,7 \cdot 0,7}{1,5} = 15,27 \text{ кН/м}^3$$

$d_l = 1,5 \text{ м}$ - глибина закладання підшви фундаменту для будинку без підвалу;

$c_{\text{II}} = 4 \text{ кПа}$ - питоме зчеплення несучого шару ґрунту;

$$k_z = 1, \text{ бо } b < 10 \text{ м}$$

$d_b = 0$ - для будинків без підвалу

Уточнюємо величину розрахункового опору:

$$R_1 = \frac{1,3 \cdot 1,1}{1,0} \cdot (1,81 \cdot 1,0 \cdot 0,96 \cdot 18,7 + 8,24 \cdot 1,5 \cdot 15,27 + 9,97 \cdot 4) = 372,90 \text{ кПа}$$

Уточнюємо величину ширини фундаменту при $R=372,90$ кПа:

$$b_2 = \sqrt{\frac{N''}{R_1 - 20 \cdot d}} = \sqrt{\frac{341,95}{372,90 - 20 \cdot 1,5}} = 0,99 \text{ м}$$

Уточнюємо величину розрахункового опору при $b=0,99$ м:

$$R_2 = \frac{1,3 \cdot 1,1}{1,0} \cdot (1,81 \cdot 1,0 \cdot 0,99 \cdot 18,7 + 8,24 \cdot 1,5 \cdot 15,27 + 9,97 \cdot 4) = 374,36 \text{ кПа}$$

Проводимо порівняння зміни розрахункового опору:

$$\left| \frac{R_2 - R_1}{R_2} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{374,36 - 372,90}{374,36} \right| \cdot 100\% = 0,4 \% < 5 \%$$

Так як зміна розрахункових параметрів незначна, то подальше уточнення b і R не проводимо.

Коефіцієнт впливу моменту:

$$K_M = 1 + \frac{\sum M_{II}}{3N_{II}} = 1 + \frac{161,67}{3 \cdot 341,95} = 1,22 > 1,1,$$

$$\text{де } \sum M_{II} = M_{II} + T_{II} \cdot h_\phi = 0 + 164,2 \cdot (1,5 - 0,15) = 221,67 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Через те, що $K_M > 1,1$, приймаємо фундамент прямокутним в плані.

Заокруглюємо $b = 1,0 \text{ м}$. Тоді $a = K_M \cdot b = 1,22 \cdot 1,0 \approx 1,25 \text{ м}$. Уточнюємо величину розрахункового опору при $b=1,0$ м:

$$R_3 = \frac{1,3 \cdot 1,1}{1,0} \cdot (1,81 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 18,7 + 8,24 \cdot 1,5 \cdot 15,27 + 9,97 \cdot 4) = 375,32 \text{ кПа}$$

2.1.5 Перевірка прийнятого перерізу

Створюємо прийнятий переріз та перевіряємо тиск під подошвою:

$$1) P_{mt} = \frac{\sum N^H}{A} = \frac{N^H + G_{\phi} + G_{zp}}{b \cdot a} = \frac{341.95 + 14.78 + 21.83}{1.0 \cdot 1.25} = 302.85 \text{ кПа} < R = 375.32 \text{ кПа}$$

$$G_{\phi} = V_{\phi} \cdot \rho = (1.0 \cdot 1.25 \cdot 0.3 + 0.45 \cdot 0.4 \cdot 1.2) \cdot 25 = 14.78 \text{ кН}$$

$$G_{zp} = V_{zp} \cdot \rho = (1.0 \cdot 1.25 \cdot 1.5 - V_{\phi}) \cdot 17.0 = (1.0 \cdot 1.25 \cdot 1.5 - 0.591) \cdot 17.0 = 21.83 \text{ кН},$$

де питома вага ґрунту зворотньої засипки $\rho = 17 \text{ кН} / \text{м}^3$

$$2) P_{\max} = \frac{\sum N^H}{A} + \frac{\sum M^H}{W} = (302.85) + \frac{221.67}{0.260} = 302.85 + 852.58 = 1155.43 \text{ кПа} > 1.2R = 1.2 \cdot 375.32 = 450.38 \text{ кПа}$$

$$\text{де } W = \frac{b \cdot a^2}{6} = \frac{1.0 \cdot 1.25^2}{6} = 0.260 \text{ м}^3$$

Умова не виконується. Збільшуємо розміри подошви: $a=1.5\text{м}$, $b=1.5\text{м}$.

Уточнюємо величину розрахункового опору:

$$R = \frac{1.3 \cdot 1.1}{1.0} \cdot (1.81 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \cdot 18.7 + 8.24 \cdot 1.5 \cdot 15.27 + 9.97 \cdot 4) = 433.41 \text{ кПа}$$

Перевіряємо тиск під подошвою фундаменту перерізу зміненого:

$$1) P = \frac{\sum N^H}{A} = \frac{N^H + G_{\phi} + G_{gp}}{b \cdot a} = \frac{341.95 + 57.4 + 18.34}{1.5 \cdot 1.5} = 189.89 \text{ кПа} < R = 433.41 \text{ кПа}$$

$$G_{\phi} = V_{\phi} \cdot \rho = (1.5 \cdot 1.5 \cdot 0.4 + 1.6 \cdot 1.4 \cdot 0.3 + 0.7 \cdot 0.6 \cdot 0.8) \cdot 25 = 2.296 \cdot 25 = 57.4 \text{ кН}$$

$$G_{gp} = V_{gp} \cdot \rho = (1.5 \cdot 1.5 \cdot 1.5 - 2.296) \cdot 17 = 18.34 \text{ кН}$$

$$2) P_{\max} = \frac{\sum N^H}{A} + \frac{\sum M^H}{W} = (189.89) + \frac{161.67}{0.56} = 189.89 + 289.42 = 479.31 \text{ кПа} < 1.2R = 1.2 \cdot 433.41 = 520.09 \text{ кПа}$$

$$\text{де } W = \frac{b \cdot a^2}{6} = \frac{1,5 \cdot 1,5^2}{6} = 0,56 \text{ м}^3$$

$$3) P_{\min} = \frac{\sum N^{\text{II}}}{A} - \frac{\sum M^{\text{II}}}{W} = 89,89 - 89,42 = 0,47 \text{ кПа} > 0$$

Обираємо з стискаючим мінімальним навантаженням комбінацію:

$$N^{\text{II}}_{\min} = 171,64 \times 1,0 = 171,64 \text{ кН}$$

$$T^{\text{II}} = Q^{\text{II}} = 54,90 \times 1,0 = 54,90 \text{ кН}$$

$$M^{\text{II}} = 0$$

Перевірки:

$$1) P = \frac{\sum N^{\text{II}}}{A} = \frac{N^{\text{II}} + G_{\phi} + G_{\text{гр}}}{b \cdot a} = \frac{479,31 + 57,4 + 18,34}{1,5 \cdot 1,5} = 246,69 \text{ кПа} < R = 433,41 \text{ кПа}$$

$$G_{\phi} = V_{\phi} \cdot \rho = (1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,4 + 1,6 \cdot 1,4 \cdot 0,3 + 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,8) \cdot 25 = 2,296 \cdot 25 = 57,4 \text{ кН}$$

$$G_{\text{гр}} = V_{\text{гр}} \cdot \rho = (1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,5 - 2,296) \cdot 17 = 18,34 \text{ кН}$$

$$2) P_{\max} = \frac{\sum N^{\text{II}}}{A} + \frac{\sum M^{\text{II}}}{W} = (246,69) + \frac{54,90 \cdot (1,5 - 0,15)}{0,56} = 246,69 + 29,90 = 378,74 \text{ кПа} < 1,2R = 1,2 \cdot 433,41 = 520,09 \text{ кПа}$$

$$\text{де } W = \frac{b \cdot a^2}{6} = \frac{1,5 \cdot 1,5^2}{6} = 0,56 \text{ м}^3$$

$$3) P_{\min} = \frac{\sum N^{\text{II}}}{A} - \frac{\sum M^{\text{II}}}{W} = 60,12 - 29,90 = 30,22 \text{ кПа} > 0$$

Умови виконуються, проектуємо фундамент як центрально навантажений.

2.1.6 Розрахунок фундаменту на продавлювання

Для розрахунку приймаємо:

Табл. 4. Вихідні дані до розрахунку на продавлювання

Бетон С15			Арматура класу А240С		
f_{ck} , МПа	f_{cd} , МПа	f_{ctk} , МПа	f_{yd} , МПа	f_{ywd} , МПа	E_s , ГПа
11	8.5	1.1	225	170	210

Тиск під подошвою фундаменту:

$$P = \frac{\sum N^{II}}{A} = 60.12 \text{ кПа}$$

2.1.7 Конструктивний розрахунок

Переріз I-I:

$$M_I = \frac{qL_I^2}{2} = \frac{P \cdot 1.5 \cdot L_I^2}{2} = \frac{60.12 \cdot 1.5 \cdot 0.95^2}{2} = 70.54 \text{ кНм}$$

$$A_{sI} = \frac{M_I}{0.9d \cdot f_{yd}} = \frac{70.54 \cdot 10^6}{0.9 \cdot (700 - 75) \cdot 225} = 557.3 \text{ кНм}$$

Переріз II - II:

$$M_{II} = \frac{qL_{II}^2}{2} = \frac{P \cdot 1.5 \text{ м} \cdot L_{II}^2}{2} = \frac{60.12 \cdot 1.5 \cdot 0.5^2}{2} = 19.54 \text{ кНм}$$

$$A_{sII} = \frac{M_{II}}{0.9d_I \cdot f_{yd}} = \frac{19.54 \cdot 10^6}{0.9 \cdot (400 - 75) \cdot 225} = 296.9 \text{ кНм}$$

2.1.8 Розрахунок на продавлювання

$$A_{sI} = A_{s.I} = 557.3 \text{ мм}^2 > A_{s.II} = 296.9 \text{ мм}^2$$

Переріз I-I, контур U₁:

$$V_{Ed.1} = \frac{\sum N^{II}}{U_1 \cdot d} = \frac{343.87 \cdot 10^3}{(2 \cdot 600 + 2 \cdot 700) \cdot 625} = 0.212 \text{ МПа}$$

$$V_{Rd.max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.5 \cdot 0.574 \cdot 8.5 = 2.440 \text{ МПа}$$

$$\text{де } v = 0.6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.6 \left(1 - \frac{11}{250} \right) = 0.574$$

$$V_{Ed.1} = 0.212 \text{ МПа} < V_{Rd.max} = 2.440 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується.

Переріз I-I, контур U₂:

$$V_{Ed.2} = \frac{\sum N^{II}}{U_2 \cdot d} = \frac{343.87 \cdot 10^3}{(2 \cdot 1400 + 2 \cdot 1600) \cdot 625} = 0.092 \text{ МПа}$$

$$V_{Rd} = \left[C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] 2d / a \text{ але не менше } V_{Rd.min} = v_{min} \cdot 2d / a$$

$$\text{де } k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{625}} \approx 1.566 \leq 2.0$$

$$\rho_l = \frac{A_{sI}}{b_I d} = \frac{557.3}{1400 \cdot 625} \approx 0.00064 \leq 0.02$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,566^{\frac{3}{2}} \cdot 11^{\frac{1}{2}} = 0,227 \text{ МПа}$$

$$V_{Rd} = 0,12 \cdot 1,566 \cdot (100 \cdot 0,00064 \cdot 11)^{\frac{1}{3}} \cdot 2 \cdot 625 / 450 = 0,464 \text{ МПа} < \\ < V_{Rd.\min} = 0,227 \cdot 2 \cdot 625 / 450 = 0,631 \text{ МПа}$$

Тоді $V_{Rd} = 0,631 \text{ МПа}$

Перевіряємо умову міцності перерізу:

$$V_{Ed.2} = 0,092 \text{ кН} < V_{Rd} = 0,631 \text{ кН}$$

Умова міцності виконується.

Переріз II - II, контур U₂:

$$V'_{Ed.2} = \frac{\sum N^I}{U_2 \cdot d_1} = \frac{343,87 \cdot 10^3}{(2 \cdot 1400 + 2 \cdot 1600) \cdot 325} = 0,176 \text{ МПа}$$

$$V_{Rd.\max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,574 \cdot 8,5 = 2,440 \text{ МПа}$$

$$V'_{Ed.2} = 0,176 \text{ МПа} < V_{Rd.\max} = 2,440 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується.

Переріз II - II, контур U₃:

$$V_{Ed.3} = \frac{\sum N^I}{U_3 \cdot d_1} = \frac{343,87 \cdot 10^3}{(2 \cdot 1500 + 2 \cdot 1500) \cdot 325} = 0,110 \text{ МПа}$$

$$V_{Rd} = \left[C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] 2d_1 / a \text{ але не менше } V_{Rd.\min} = v_{\min} \cdot 2d_1 / a$$

$$\text{де } k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_1}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{325}} \approx 1,784 \leq 2,0$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_l d_1} = \frac{557,3}{1500 \cdot 325} \approx 0,00078 \leq 0,02$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,784^{\frac{3}{2}} \cdot 11^{\frac{1}{2}} = 0,277 \text{ МПа}$$

$$V_{Rd} = 0,12 \cdot 1,730 \cdot (100 \cdot 0,00078 \cdot 11)^{\frac{1}{3}} \cdot 2 \cdot 325 / 500 = 0,256 \text{ МПа} < \\ < V_{Rd.\min} = 0,277 \cdot 2 \cdot 325 / 500 = 0,360 \text{ МПа}$$

Тоді $V_{Rd} = 0,360 \text{ МПа}$

Перевіряємо умову міцності перерізу:

$$V_{Ed.3} = 0,110 \text{ кН} < V_{Rd} = 0,360 \text{ кН}$$

Умова міцності виконується.

Тобто міцність на продавлювання забезпечена.

Конструювання фундаменту:

$A_{sl} = 557,3 \text{ мм}^2$ на 13 стержнів з кроком 200 мм

$A'_{sl} = \frac{557,3}{13} = 42,9 \text{ мм}^2$, приймаємо мінімально допустимий $\varnothing 10A240C$ з

$A_s^{\phi} = 78,9 \text{ мм}^2$.

2.1.9 Розрахунок осідання фундаментів методом пошарового підсумування

Геометричні розміри: ширина підшви **b = 1,5 м**, глибина закладання **d=1,5м**.

Середній тиск під підшовою фундаменту $P = \sigma_{mt} = 89,89 \text{ кПа}$.

Таблиця 2.4 Грунтові умови майданчика

№ ІГЕ	Назва ґрунту	Товщина шару	Питома вага, γ , кН/м ³	Модуль деформації, E, МПа
1	Рослинний	0.8	12.26	-
2	Пісок дрібний, сер.ступеню водонасичення	6.0	18.70	38.0
2а	Пісок дрібний, водонасичений	2.2	10.49	38.0
3	Суглинок тугопластичний	3.2	17.56	11.0
4	Супісок пластичний	5.0	18.34	10.0

1. Товщина елементарного шару:

$$h_i = 0.4 \times b = 0.4 \times 2,2 = 0,88 \text{ м} \approx 0,8 \text{ м}$$

2. Визначаємо напруження від власної ваги ґрунту в характерних точках:

- На підшві фундаменту:

$$\sigma_{zg,0} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2' = 12,26 \cdot 0,8 + 18,7 \cdot 0,7 = 22,90 \text{ кПа};$$

- На підшві ґрунту ІГЕ-2 (на рівні ґрунтових вод):

$$\sigma_{zg,2} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 = 12,26 \cdot 0,8 + 18,7 \cdot 6,0 = 122,01 \text{ кПа};$$

- На підшві ґрунту ІГЕ-2а – у водонасиченому стані з урахуванням виважування:

$$\sigma_{zg,2a} = \sigma_{zg,2} + \gamma'_{2a} \cdot h_{2a} = 122,01 + 10,49 \cdot 2,2 = 145,09 \text{кПа};$$

- На покрівлі ґрунту ІГЕ-3 – з урахуванням тиску стовпа ґрунтової води:

$$\sigma'_{zg,3} = \sigma_{zg,2a} + \gamma_{WL} \cdot h_{2a} = 145,09 + 9,81 \cdot 2,2 = 166,67 \text{кПа}$$

- На підшві ґрунту ІГЕ-3:

$$\sigma_{zg,3} = \sigma'_{zg,3} + \gamma_3 \cdot h_3 = 166,67 + 17,56 \cdot 3,2 = 222,86 \text{кПа};$$

- На підшві (розвіданій глибині) ґрунту ІГЕ-4:

$$\sigma_{zg,4} = \sigma_{zg,3} + \gamma_4 \cdot h_4 = 222,86 + 18,34 \cdot 5,0 = 314,56 \text{кПа}$$

Визначаємо додатковий тиск на основу:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot p$$

$$\sigma_{zp,0} = p \cdot \alpha_i = 89,89 \cdot 1,0 = 89,89 \text{кПа};$$

Осідання визначається за формулою:

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zg,i}) \cdot h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zg,i} \cdot h_i}{E_{e,i}}$$

де β – безрозмірний коефіцієнт, що дорівнює 0,8;

E_i – модуль деформації i -го шару ґрунту по гілці первинного завантаження, кПа;

Розрахунки виконуємо в табличній формі.

Таблиця 2.5 Розрахунок осідання основи фундаменту

Номер розрахунков	Глибина точки від	Відносне заглиблення, $\xi = z/h$	Коефіцієнт α_i	Напруження в ґрунті, кПа			Товщина шару h_i , см	Модуль деформації, E , кПа	Осідання розрахункового шару, S_i	Номер розрахунков
				$\sigma_{zg,i}$	$\sigma_{zp,i}$	$\sigma_{zp,nt,i}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	1	22.9	89.89	85.3	80	38000	0.057	2
1	0.8	0.727	0.898	37.86	80.72					
2	1.6	1.455	0.683	52.82	61.4	71.06	80	38000	0.089	2

						53.93	80	38000	0.068	2
3	2.4	2.182	0.517	67.78	46.47					
						39.53	80	38000	0.052	2
4	3.2	2.909	0.407	82.74	32.59					
						29.3	80	38000	0.042	2
5	4	3.636	0.334	97.70	26.02					
						22.47	80	38000	0.035	2
6	4.8	4.364	0.282	112.66	18.92					

Порівнюємо розрахункове значення осідання із граничним значенням, що встановлюється з ДБН В.2.1-10-2018[8]

$$S = 0,342\text{см} < S_u = 10\text{см}$$

Умова виконується

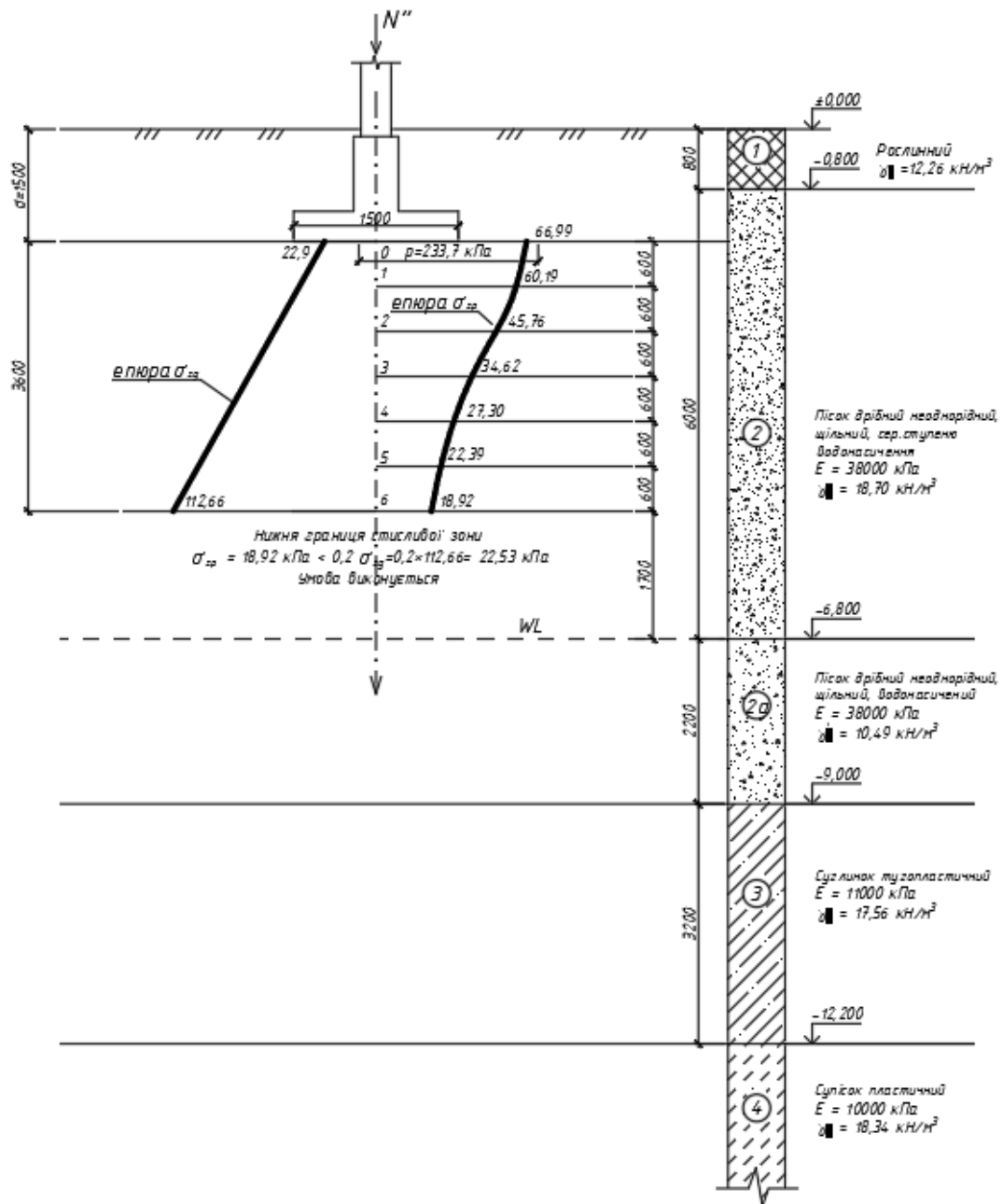


Рисунок 2.1 Схема осідання фундаменту

2.2 РОЗРАХУНОК НАДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ ОБ'ЄКТУ

2.2.1 Загальна характеристика будівлі.

Ось адаптований варіант. Текст розширено завдяки професійній деталізації та академічному формулюванню інженерних рішень, що ідеально підходить для опису архітектурно-будівельної частини кваліфікаційної роботи.

Об'єктом дослідження даної кваліфікаційної роботи виступає проєкт зведення виробничо-складського комплексу, територіально розміщеного в межах м. Дергачі Харківської області. Об'ємно-планувальне рішення передбачає одноповерхову конфігурацію основної будівлі, доповнену конструкцією технічної антресолі, яка паралельно виконує функцію несучої основи для фасадної вивіски з найменуванням підприємства.

Відповідно до чинної нормативної бази, об'єкту присвоєно III категорію складності (згідно з п. 4.1 ДСТУ 8855:2019[10]). За ступенем потенційної небезпеки та можливих економічних збитків клас наслідків (відповідальності) споруди ідентифіковано як СС2, що регламентується п. 5.1 ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»[9]. Будівництво передбачається на території, що належить до III типу місцевості (промислова зона). Розрахунковий термін ефективної експлуатації об'єкта встановлено на рівні 60 років ($T=60$). При цьому враховано вплив навколишнього середовища: ступінь агресивного впливу газоподібних домішок на елементи металевих конструкцій класифікується як слабоагресивний.

В основу конструктивної схеми будівлі покладено рамно-в'язевий каркас, де у якості несучих елементів покриття застосовано кроквяні ферми. Геометричні параметри споруди в плані становлять 18х66 метрів. Функцію основних вертикальних несучих елементів виконують збірні залізобетонні колони суцільного перерізу розміром 400х400 мм. Забезпечення загальної просторової жорсткості та геометричної незмінності будівлі досягається за рахунок спільної статичної роботи вертикальних стійок, горизонтальних елементів покриття та

системи в'язей. Передача навантажень на ґрунтову основу здійснюється через монолітні залізобетонні фундаменти стовпчастого типу.

Крок поперечних несучих рам каркаса, як і крок стійок торцевого фахверка, прийнято уніфікованим і становить 6 метрів. Огороджувальні конструкції диференційовані за призначенням та матеріалами: зовнішні стіни виконуються з газобетонних блоків товщиною 250 мм, тоді як для влаштування внутрішніх просторових перегородок застосовано цегляну кладку товщиною 120 мм.

Геометрична прив'язка крайніх колон основних рам до поздовжніх координатних осей будівлі, а також прив'язка торцевих рам, реалізована за центральною (осьовою) схемою, де геометрична вісь перерізу колони збігається з розбивочною віссю. Конструктивним рішенням також передбачено, що торцеві рами безпосередньо спираються на стійки фахверкових колон.

2.2.2 Збір навантаження.

Район будівництва – м. Дергачі

Район за значенням вітрового тиску – 1 район;

Район за значенням снігового тиску – 5 район (згідно ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи»)[9]

$S_0 = 1520$ Па – характеристичне значення снігового навантаження

$W_0 = 430$ Па – характеристичне значення вітрового навантаження

Таблиця 2.6

Елементи покрівлі	Характеристичне значення навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності за граничним навантаженням γ_{fn}	Розрахункове граничне навантаження, кН/м ²
Захисний шар гравію, втопленого в бітумну мастику $t=10$ мм, $\rho=2000$ кг/м ³	0,2	1,3	0,26

Гідроізоляція (чотири шари руберойду)	0,16	1,3	0,208
Утеплювач – пінополістирол $t=200\text{мм}, \rho=35\text{кг/м}^3$	0,07	1,3	0,091
Пароізоляція ALBITAL	0,05	1,3	0,065
Профнастил $t=60\text{ мм}$	0,1	1,05	0,105
Суцільні прогони	0,1	1,05	0,105
Власна вага несучих конструкцій	0,4	1,05	0,42
В'язі по покриттю	0,07	1,05	0,074
Разом	1,15		1,328
Разом з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням $\gamma_n = 1,05$ за ДБН В.1.2–14–2009 (клас відповідальності споруди СС2 Б)	$g=1,21$		$g_m=1,394$

Постійні навантаження від власної ваги конструкцій покриття на 1м^2

2.2.3 Навантаження від снігу

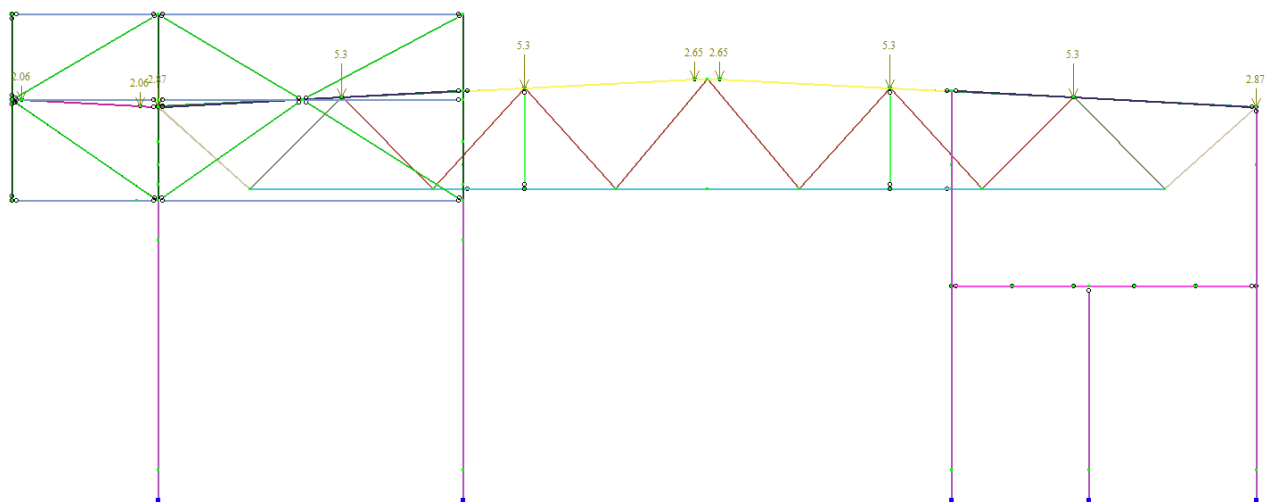


Рисунок 2.2

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття обчислюється за формулою:

$S_m = \gamma_{fm} S_0 C$, де $\gamma_{fm} = 1$ для $T = 60$ років; $S_0 = 1520 \text{ Па} = 1,52 \text{ кПа}$;
 $C = \mu C_B C_{alt} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$, $S_m = 1 \cdot 1,52 \cdot 1 = 1,52 \text{ кН/м}^2$.

Граничне розрахункове рівномірно розподілене навантаження на прогони покриття з урахуванням $\gamma_n = 0,95$:

$$q_s = S_m b \gamma_n = 1,52 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 2,17 \text{ кН/м}$$

Граничне розрахункове рівномірно розподілене навантаження на раму з урахуванням $\gamma_n = 0,95$:

$$q_s = S_m B \gamma_n = 1,52 \cdot 6 \cdot 0,95 = 8,68 \text{ кН/м}$$

2.2.4 Вітрове навантаження

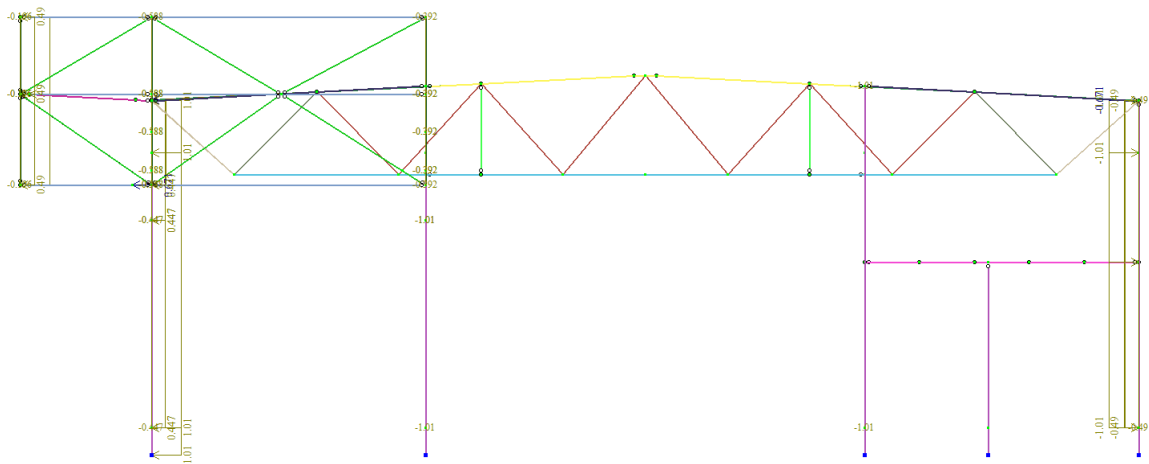


Рисунок 2.3

Характеристичне значення вітрового тиску для заданого району будівництва (м. Дергачі) $W_0 = 430 \text{ Па} = 0,43 \text{ кПа}$. Тип місцевості III (промислова зона).

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою: $W_m = \gamma_{fm} W_0 C$, $C = C_{aer} C_h C_{alt} C_{rel} C_{dir} C_d$;

Еквівалентне рівномірне розподілене вітрове навантаження при кроці рам 6 м :

- активне:

на висоті до 5 м: $q_{wa} = 1 \cdot 0,43 \cdot 0,8 \cdot 0,49 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 6 = 0,988 \text{ кН/м}$;

на висоті 9 м: $q_{wa} = 1 \cdot 0,43 \cdot 0,8 \cdot 0,522 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 6 = 1,091 \text{ кН/м}$;

- пасивне:

на висоті до 5 м: $q_{wp} = 1 \cdot 0,43 \cdot 0,5 \cdot 0,49 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 6 = 0,617 \text{ кН/м}$;

на висоті 9 м: $q_{wp} = 1 * 0,43 * 0,5 * 0,522 * 1 * 1 * 1 * 1 * 6 = 0,682 \text{ кН/м}$;

2.2.5 статичний розрахунок каркасу

Несуча система споруди запроектована у вигляді просторового сталевого рамно-в'язевого каркаса. Основу цієї системи складає сукупність вертикальних стійок (несучих колон) та горизонтальних елементів (ригелів), які спільно сприймають і перерозподіляють усі види експлуатаційних навантажень.

Забезпечення загальної просторової жорсткості, загальної стійкості та повної геометричної незмінності будівлі під впливом статичних і динамічних зусиль реалізується за допомогою комплексного конструктивного підходу. З цією метою у проєкті передбачено влаштування жорстких рамних вузлів у місцях сполучення колон із ригелями покриття. Додатково просторова незмінність системи гарантується інтеграцією розвиненого в'язевого блоку: по рядах колон монтуються поперечні вертикальні в'язі, а безпосередньо у площині покриття (по ригелях) влаштовується система горизонтальних в'язевих елементів.

Комплексний аналіз напружено-деформованого стану несучих конструкцій, визначення внутрішніх зусиль та перевірка перерізів елементів здійснені на базі методу скінченних елементів. Увесь цикл просторових статичних розрахунків каркаса будівлі виконано в сертифікованому розрахунково-обчислювальному програмному комплексі «LIRA».

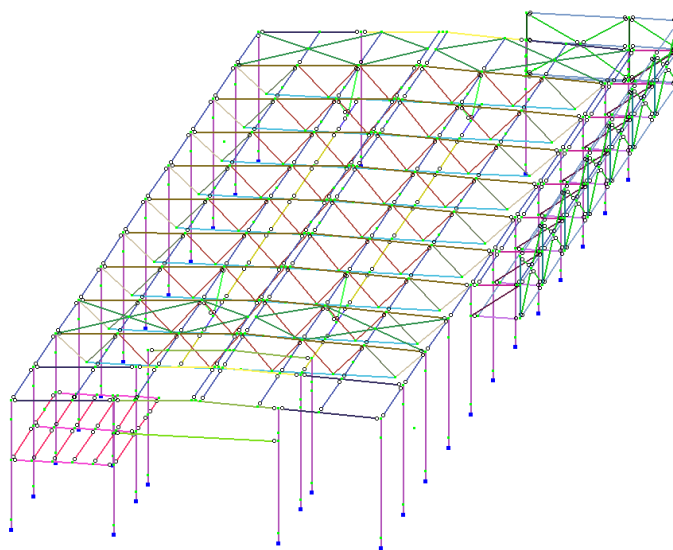


Рисунок 2.4 Вигляд розрахункової моделі будівлі

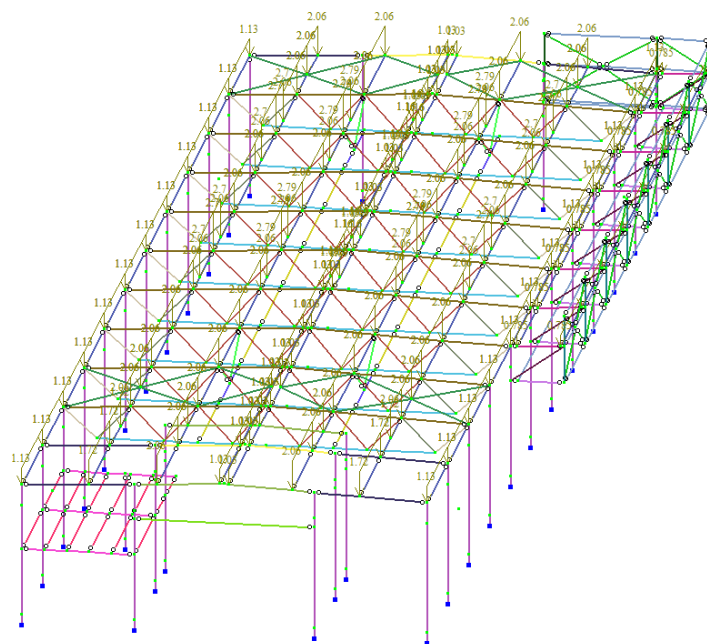


Рисунок 2.5 Схема постійного навантаження

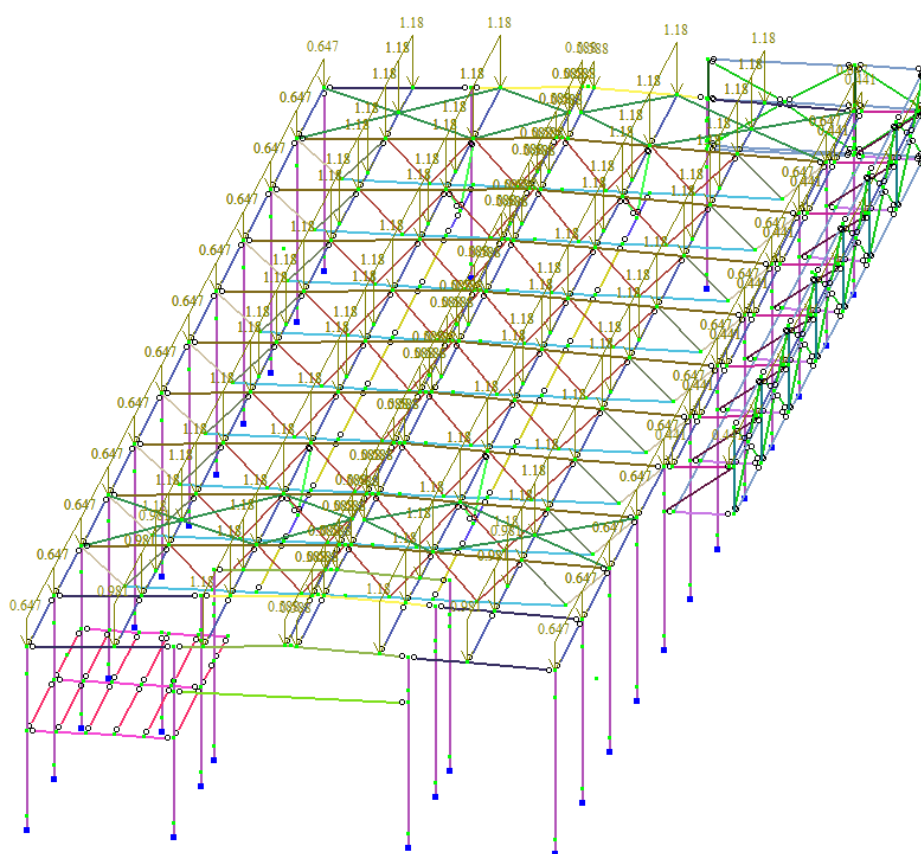


Рисунок 2.6 Рівномірно-розподілене навантаження на покриття

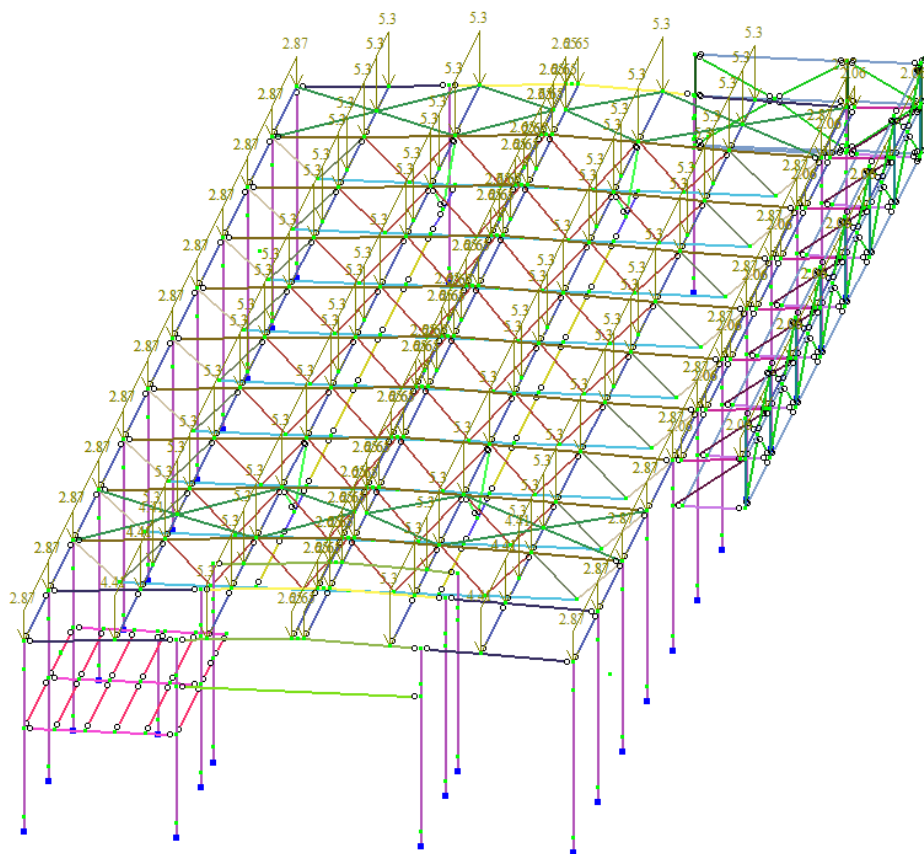


Рисунок 2.7 снігове навантаження

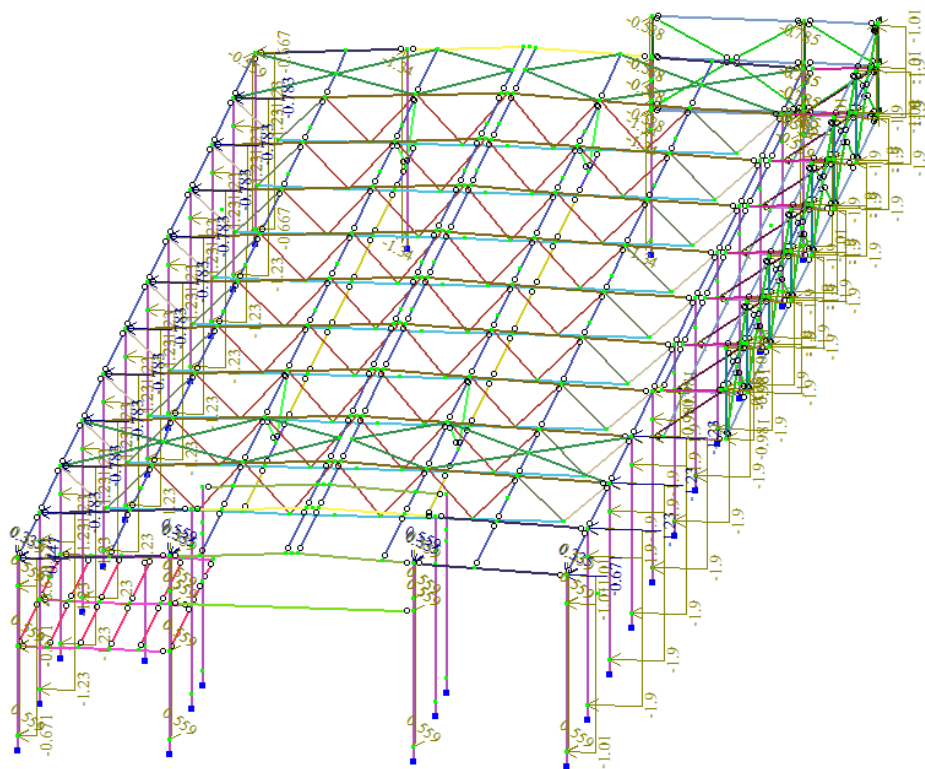


Рисунок 2.8 Вітрове навантаження збоку

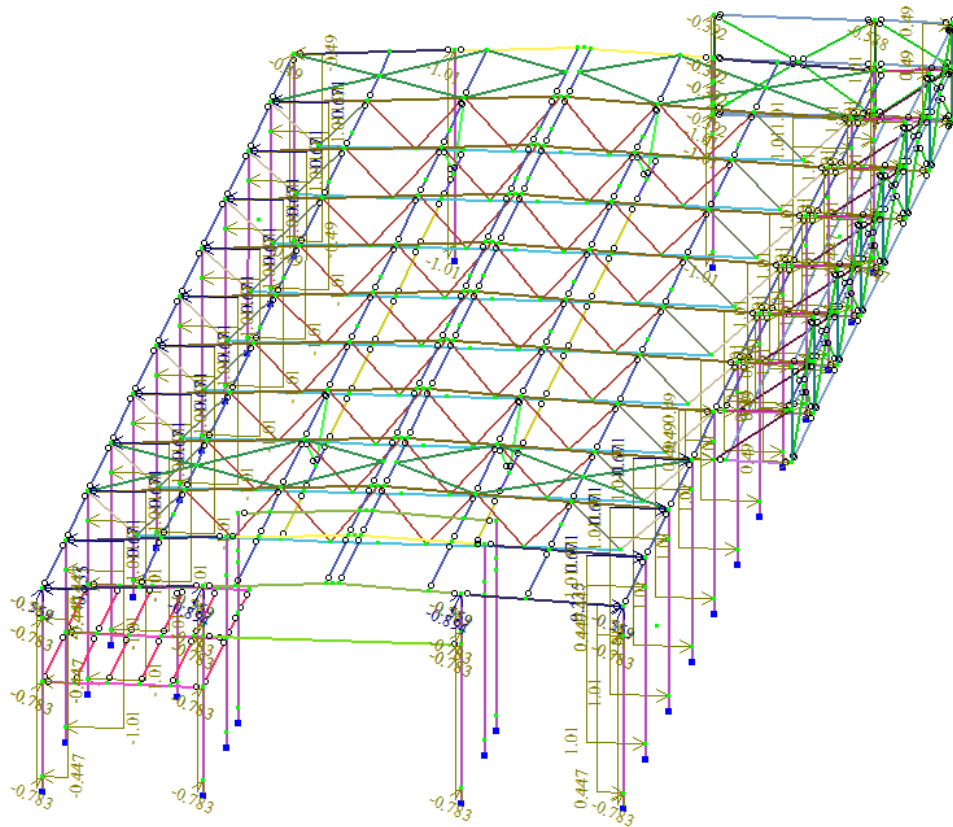


Рисунок 2.9 Вітрове навантаження з торця

Для розрахунку використовуємо ПК «ЛІРА-САПР».

Розрахунки зроблені на дію РСН з урахуванням коефіцієнтів сполучення ψ , які враховують низьку вірогідність одночасної дії граничних розрахункових значень навантажень. Значення коефіцієнтів сполучення ψ прийнято згідно п.4.18 ДБН В.1.2-2:2006:

- для постійних навантажень $\psi=1,0$;
- для тимчасових тривалих навантажень $\psi=0,95$;
- для тимчасових короточасних навантажень $\psi=0,9$.

2.15 Підбір перерізів рами

Розрахунок ригелів покриття каркасу

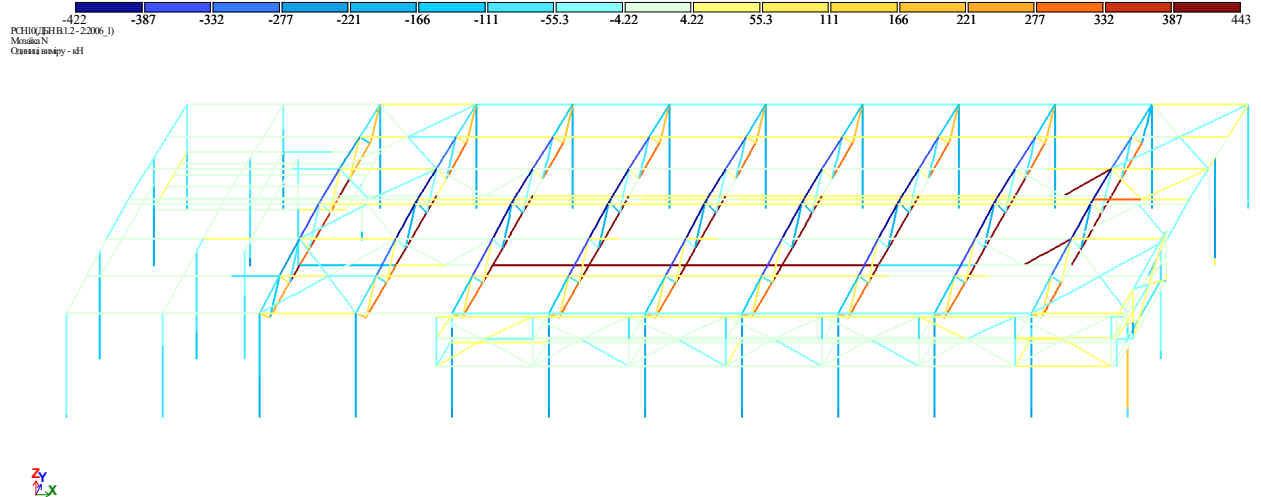


Рисунок 2.10 Епюра поздовжніх зусиль (N) у просторовому каркасі На розрахунковій 3D-моделі наочно відображено розподіл поздовжніх зусиль по всіх елементах рамно-в'язевої системи з діапазоном значень від -422 кН до +443 кН. Максимальні стискаючі (-422 кН) та розтягуючі (+443 кН) зусилля прогнозовано зосереджені в поясах кроквяних ферм і вертикальних в'язях. Це підтверджує ефективне включення просторового в'язевого блоку в роботу для забезпечення загальної жорсткості будівлі

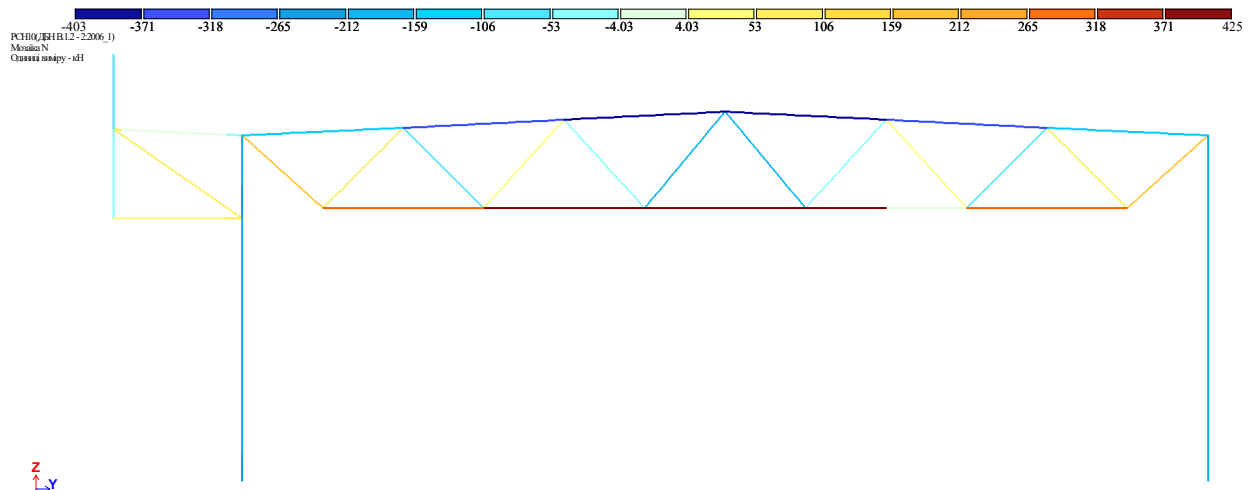


Рисунок 2.11 Епюра поздовжніх зусиль (N) у плоскій рамі Аналіз поперечної рами демонструє класичну статичну роботу ґратчастої конструкції покриття, де зусилля варіюються в межах від -403 кН (стиск) до +425 кН (розтяг). Верхній пояс ферми та несучі колони працюють переважно на стиск із максимальними

значеннями до -403 кН, тоді як елементи нижнього пояса сприймають розтягуючі зусилля, що сягають $+425$ кН

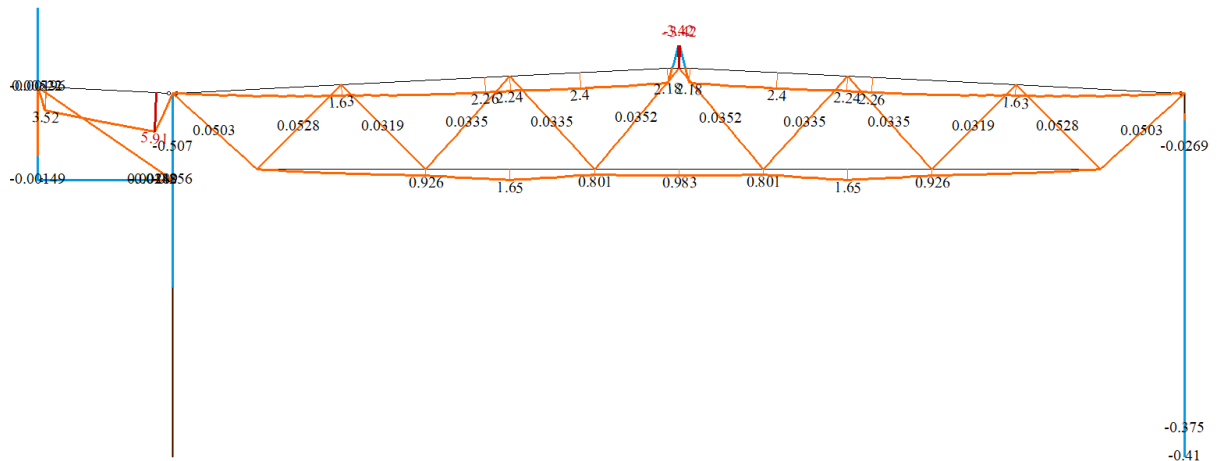


Рисунок 2.12 Епюра згинальних моментів (M_y) у рамі Розподіл згинальних моментів показує, що основні напруження сприймаються жорстко защемленими колонами та вузлами прибудови, досягаючи максимального значення $5,91$ кН·м на лівій стійці. Водночас у стержнях самої кроквяної ферми згинальні моменти є мінімальними (переважно від $0,03$ до $2,4$ кН·м), що підтверджує їхню коректну шарнірну роботу виключно на центральний розтяг-стиск

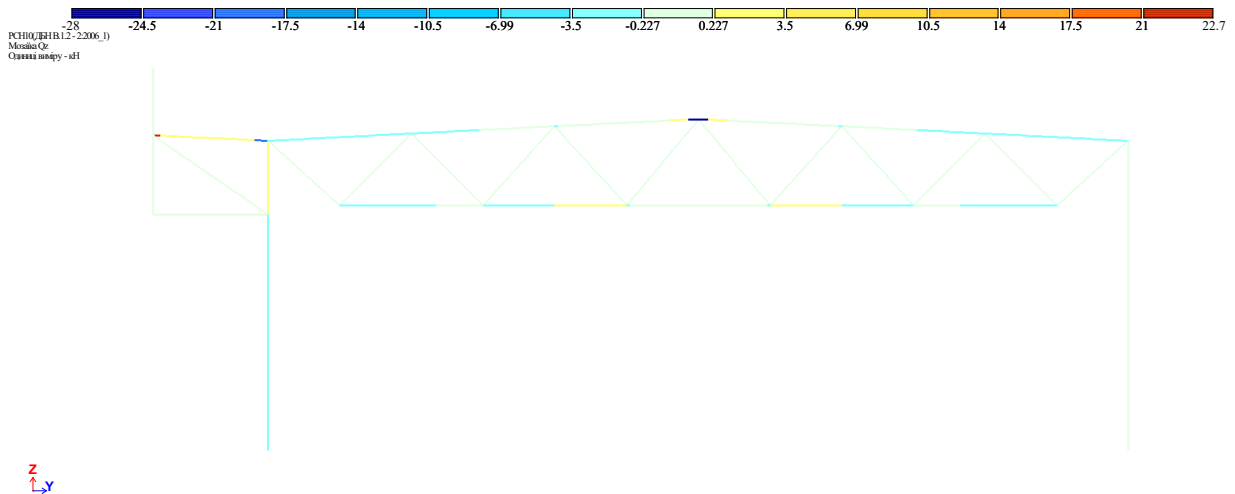


Рисунок 2.13 Епюра поперечних зусиль Q_z у ригелях каркаса На епюрі відображено розподіл поперечних зусиль (Q_z) у плоскій рамі з діапазоном значень від -28 кН до $+22,7$ кН. Найбільші перерізуючі зусилля прогнозовано виникають у приопорних зонах ригелів та вузлах їхнього сполучення зі стійками. У середніх частинах прольотів ферми значення Q_z наближаються до нуля, що підтверджує коректність класичної роботи ґратчастої конструкції

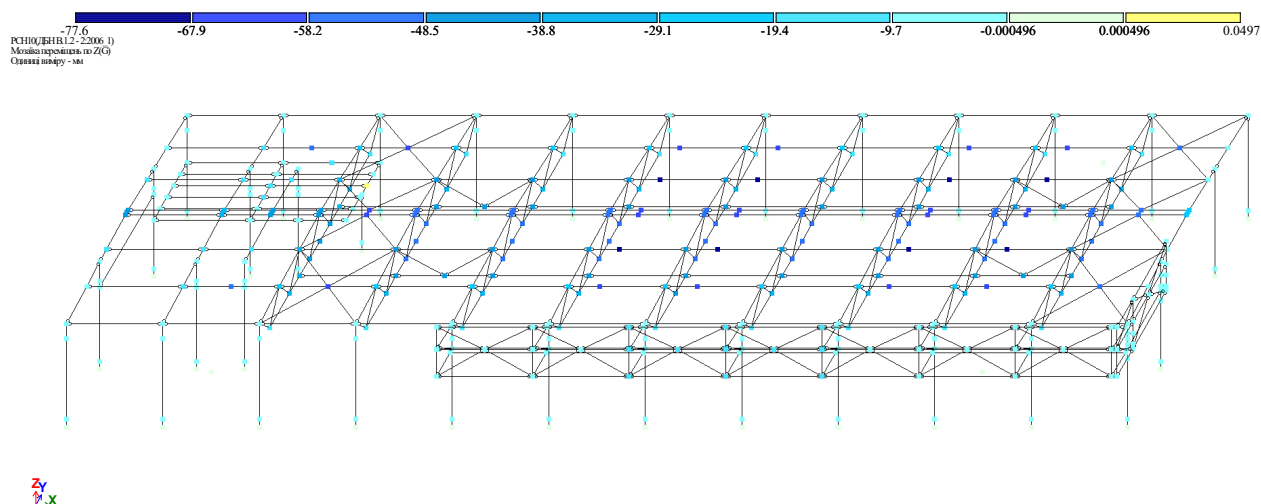


Рисунок 2.14 Мозаїка переміщень по Z (G) Візуалізація деформацій ілюструє просторову мозаїку вертикальних переміщень (прогинів) по осі Z під дією розрахункових комбінацій навантажень. Максимальні прогини очікувано зосереджені в центральних зонах прольотів кроквяних ферм і досягають граничного значення -77,6 мм. Отримані показники є базою для перевірки фактичної деформативності покриття на відповідність нормативним вимогам щодо жорсткості

Список типів жорсткостей	
1.	Двотавр 24 (Б5)
2.	Двотавр 27 (Б2)
3.	Двотавр 27 (Б3)
4.	Зварний двотавр (Б4)
5.	Швелер 22 (П1)
6.	Кутик паралельно полицям 80 x 80 x 6 (СГ1)
7.	Профіль "Молодечно" 80 x 4 (P2)
8.	Профіль "Молодечно" 80 x 4 (BC1)
9.	Профіль "Молодечно" 100 x 4 (OP)
10.	Профіль "Молодечно" 100 x 4 (P1)
11.	Профіль "Молодечно" 100 x 4 (PC2)
12.	Профіль "Молодечно" 100 x 4 (EN1)
13.	Профіль "Молодечно" 120 x 4 (HP)
14.	Профіль "Молодечно" 160 x 120 x 4 (BP)
15.	Брус 40 X 40 (К1)
16.	Двотавр 36 (Б1)
17.	Профіль "Молодечно" 80 x 4 (ПД1)
18.	Коробка зі швелерів 27 (ПР2)
19.	Профіль "Молодечно" 100 x 4 (ВП_Ф2)
20.	Профіль "Молодечно" 100 x 4 (HP_Ф2)
21.	Профіль "Молодечно" 80 x 4 (OP_Ф2)
22.	Профіль "Молодечно" 100 x 4 (C_Ф2)
23.	Профіль "Молодечно" 80 x 4 (BC2)
24.	Профіль "Молодечно" 100 x 4 (EN2)
25.	Профіль "Молодечно" 80 x 4 (В'язі)

Рисунок 2.15

Призначення жорсткостей

Для збірних залізобетонних колон бетон C20/25, арматура A500C

Для ригелів ферм призначаємо профіль «Молодечно» із маркою сталі С345

Для зв'язків приймаємо кутики рівнополічні, сталь марки С245

Для технічної антресолі приймаємо двотаври, сталь марки С245

Підбір та перевірка елементів по 1-му граничному стані.

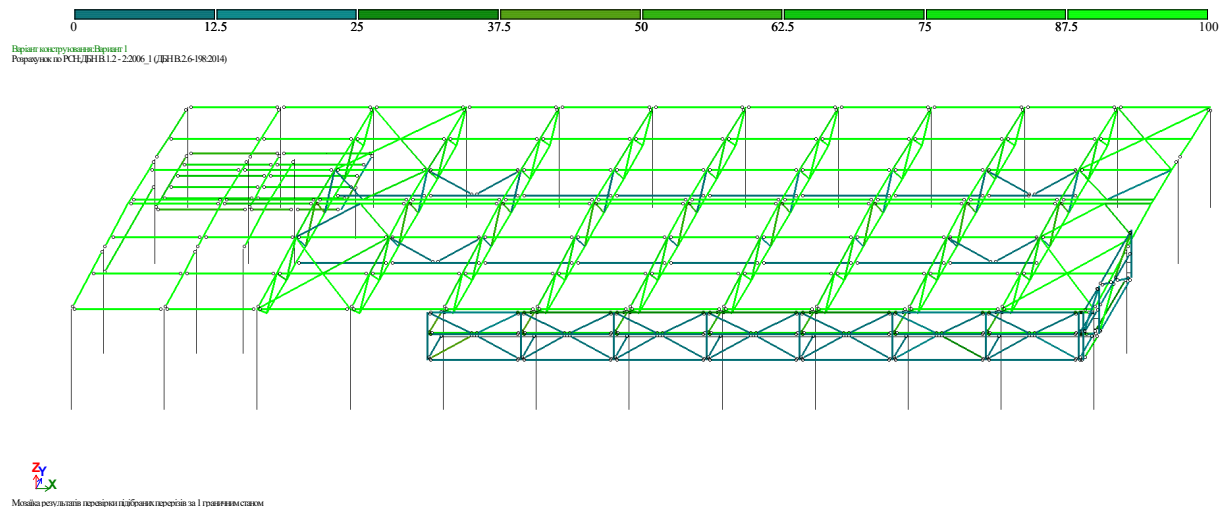


Рисунок 2.16 Мозаїка результатів перевірки підібраних перерізів за 1 граничним станом Результати розрахунку за першим граничним станом (міцність та стійкість) підтверджують достатню несучу здатність усіх прийнятих профілів металевого каркаса. Шкала використання перерізів у діапазоні від 0 до 100% фіксує повну відсутність перенапружених елементів. Більшість стержнів працює в межах оптимального запасу міцності, гарантуючи безпечну просторову роботу системи під максимальними навантаженнями

Підбір та перевірка елементів по 2-му граничному стані.

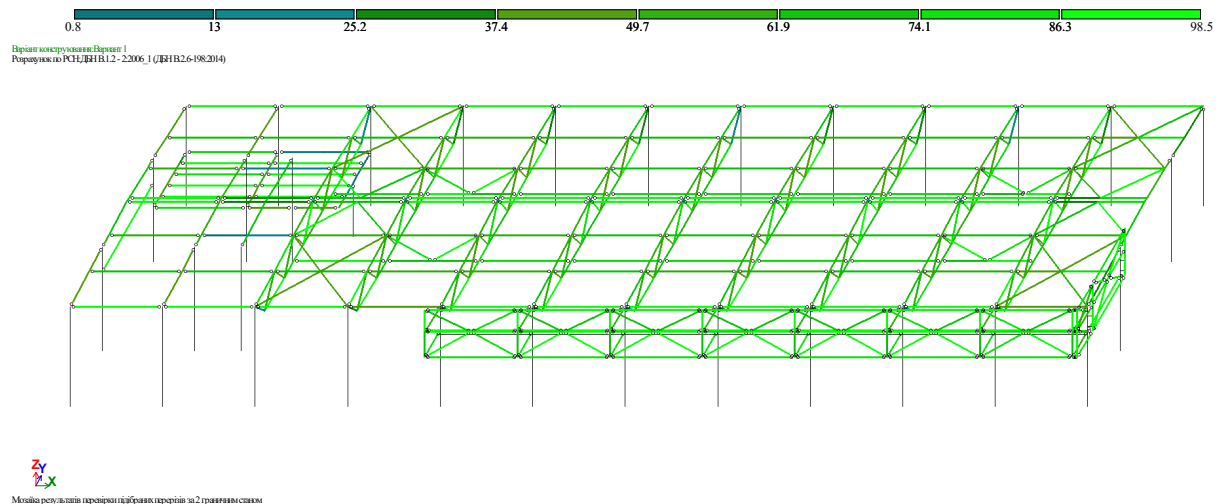


Рисунок 2.17 Мозаїка результатів перевірки підібраних перерізів за 2 граничним станом Аналіз роботи каркаса за другим граничним станом

підтверджує його відповідність нормам експлуатаційної придатності. Максимальний відсоток використання перерізів за деформаціями (прогинами) становить 98,5%, що не перевищує встановлений нормативний бар'єр. Цей показник свідчить про високу раціональність та економічну ефективність підбраного металопрокату, оскільки конструкція працює близько до своєї межі без порушення вимог надійності

Перевірка по місцевій стійкості.

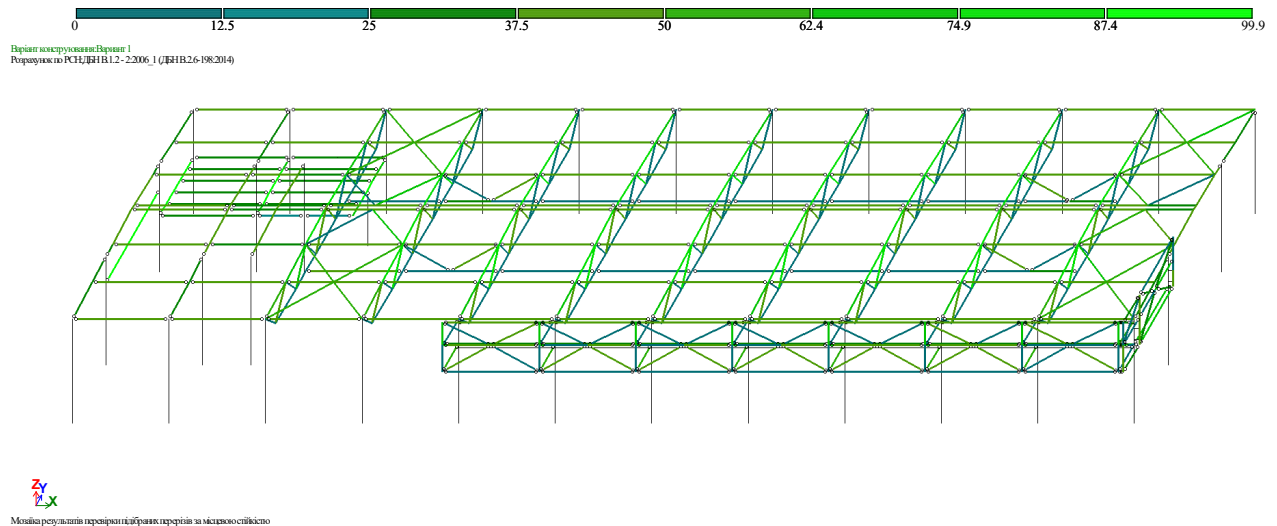


Рисунок 2.18 Мозаїка результатів перевірки підбраних перерізів за загальною стійкістю На 3D-моделі відображено результати перевірки елементів просторового каркаса за критерієм загальної стійкості, де максимальний відсоток використання перерізів сягає 99,9%. Отримані показники підтверджують, що підбраний металопрокат повністю задовольняє нормативні вимоги щодо стійкості системи без перевищення допустимих граничних значень. Переважна більшість стрижнів працює у безпечній зоні з оптимальним запасом, що гарантує загальну надійність конструкції під дією розрахункових комбінацій навантажень. Підбір елементів ферми для типової рами

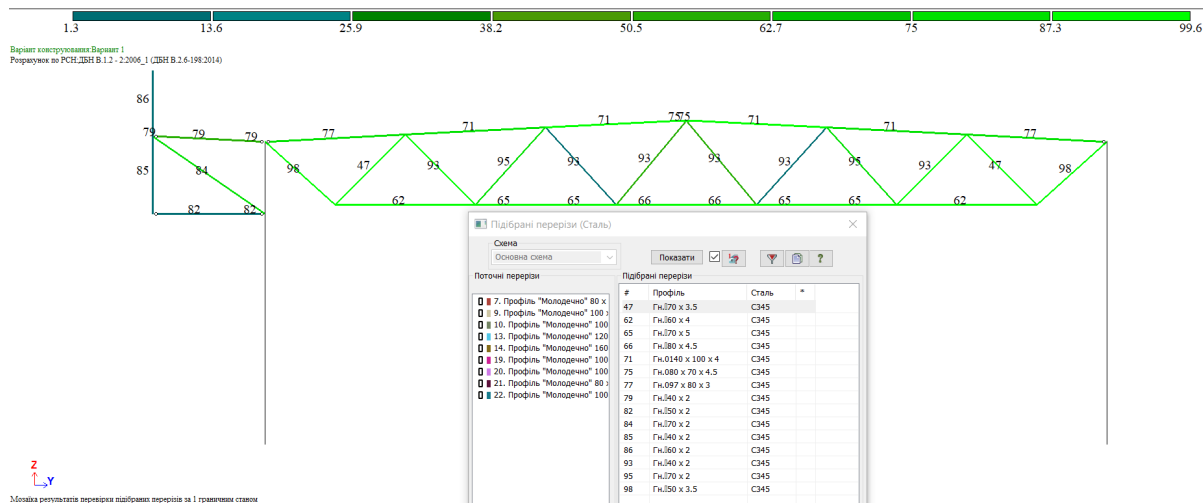


Рисунок 2.19 Мозаїка результатів перевірки підібраних перерізів за 1 граничним станом Детальний аналіз поперечної рами за першим граничним станом (міцність) фіксує максимальний рівень використання перерізів на позначці 99,6%. Згідно з інтегрованою специфікацією, для формування стрижнів кроквяної ферми раціонально застосовано гнуті зварні профілі квадратного та прямокутного перерізу (зокрема, Гн.140x100x4, Гн.70x3.5) зі сталі класу С345. Використання елементів із наближенням до їхньої максимальної несучої здатності свідчить про високу економічну ефективність та матеріаломістку оптимізацію прийнятих конструктивних рішень

Призначаємо підібрані перерізи та перераховуємо і остаточно приймаємо перерізи

ГР	ЕЛЕМЕНТ	П. П Е Р	нор %	СУ 1 %	СZ1 %	ГУ 1 %	ГZ 1 %	С С %	С П %	1Г С %	2Г С %	М.С %	Довжина
1	453	1 - Підібрано: 7.3.3. Профіль "Молодечно" 40 х 2 Профіль: 40 х 2/ ГОСТ 30245-2012 Сталь: С345											
1	453	1	98	0	0	46	46	0	0	98	46	0	2.12
1	453	1	97	0	0	46	46	0	0	97	46	0	2.12
1	454	2 - Підібрано: 7.3.3. Профіль "Молодечно" 70 х 2 Профіль: 70 х 2/ ГОСТ 30245-2012 Сталь: С345											
1	454	2	51	78	78	50	50	78	78	78	50	78	2.23
1	454	2	51	78	78	50	50	78	78	78	50	78	2.23
1	455	1	13	0	0	48	48	0	0	13	48	0	2.23
1	455	1	12	0	0	48	48	0	0	12	48	0	2.23
1	456	1	11	53	45	86	86	40	40	53	86	40	2.34
1	456	1	10	52	45	85	85	40	40	52	85	40	2.34
1	458	1	98	0	0	46	46	0	0	98	46	0	2.12
1	458	1	97	0	0	46	46	0	0	97	46	0	2.12
1	459	2	51	78	78	50	50	78	78	78	50	78	2.23
1	459	2	51	78	78	50	50	78	78	78	50	78	2.23
1	460	1	13	0	0	48	48	0	0	13	48	0	2.23
1	460	1	12	0	0	48	48	0	0	12	48	0	2.23
1	461	1	11	53	45	86	86	40	40	53	86	40	2.34
1	461	1	10	52	45	85	85	40	40	52	85	40	2.34
2	404	3 - Підібрано: 9.3.1. Профіль "Молодечно" 50 х 3.5 Профіль: 50 х 3.5/ ГОСТ 30245-2012 Сталь: С345											
2	404	3	96	0	0	36	36	0	0	96	36	0	2.02
2	404	3	96	0	0	36	36	0	0	96	36	0	2.02
2	405	3	96	0	0	36	36	0	0	96	36	0	2.02
2	405	3	96	0	0	36	36	0	0	96	36	0	2.02
3	452	4 - Підібрано: 10.3.2. Профіль "Молодечно" 70 х 3.5 Профіль: 70 х 3.5/ ГОСТ 30245-2012 Сталь: С345											
3	452	4	62	94	94	51	51	40	40	94	51	40	2.12
3	452	4	62	93	93	51	51	40	40	93	51	40	2.12
3	457	4	62	94	94	51	51	40	40	94	51	40	2.12
3	457	4	62	93	93	51	51	40	40	93	51	40	2.12
4	138	5 - Підібрано: 13.3.5. Профіль "Молодечно" 80 х 4.5 Профіль: 80 х 4.5/ ГОСТ 30245-2012 Сталь: С345											
4	138	5	97	0	0	33	66	0	0	97	66	0	1.5
4	138	5	97	0	0	33	66	0	0	97	66	0	1.5
4	139	6 - Підібрано: 13.3.5. Профіль "Молодечно" 60 х 4 Профіль: 60 х 4/ ГОСТ 30245-2012 Сталь: С345											
4	139	6	98	0	0	44	89	0	0	98	89	0	3
4	139	6	98	0	0	44	89	0	0	98	89	0	3
4	143	5	97	0	0	33	66	0	0	97	66	0	1.5
4	143	5	97	0	0	33	66	0	0	97	66	0	1.5
4	144	6	98	0	0	44	89	0	0	98	89	0	3
4	144	6	98	0	0	44	89	0	0	98	89	0	3
4	383	7 - Підібрано: 13.3.5. Профіль "Молодечно" 70 х 5 Профіль: 70 х 5/ ГОСТ 30245-2012 Сталь: С345											
4	383	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
4	383	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5

4	384	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
4	384	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
4	385	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
4	385	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
4	386	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
4	386	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
8 - Підібрано: 14.3.4. Профіль "Молодечно" 80 x 70 x 4.5 Профіль: 80 x 70 x 4.5/ ГОСТ 30245-2003 Сталь: С345													
5	59	8	100	100	100	6	6	40	32	100	6	40	0.2
5	59	8	100	100	100	6	6	40	32	100	6	40	0.2
5	60	8	100	100	100	6	6	40	32	100	6	40	0.2
5	60	8	100	100	100	6	6	40	32	100	6	40	0.2
9 - Підібрано: 14.3.4. Профіль "Молодечно" 140 x 100 x 4 Профіль: 140 x 100 x 4 / ГОСТ 30245-2003 Сталь: С345													
5	135	9	67	78	89	42	55	82	49	89	55	82	2.8
5	135	9	67	78	89	42	55	82	49	89	55	82	2.8
5	136	9	56	67	79	43	56	80	48	79	56	80	3
5	136	9	56	67	79	43	56	80	48	79	56	80	3
10 - Підібрано: 14.3.4. Профіль "Молодечно" 97 x 80 x 3 Профіль: 97 x 80 x 3/ ГОСТ 30245-2003 Сталь: С345													
5	137	1	0	42	65	79	61	71	66	52	79	71	66
5	137	1	0	42	65	79	61	71	66	52	79	71	66
5	140	9	67	78	89	42	55	82	49	89	55	82	2.8
5	140	9	67	78	89	42	55	82	49	89	55	82	2.8
5	141	9	56	67	79	43	56	80	48	79	56	80	3
5	141	9	56	67	79	43	56	80	48	79	56	80	3
5	142	1	0	42	65	79	61	71	66	52	79	71	66
5	142	1	0	42	65	79	61	71	66	52	79	71	66
11 - Підібрано: 19.3.22. Профіль "Молодечно" 40 x 2 Профіль: 40 x 2/ ГОСТ 30245-2012 Сталь: С345													
6	710	1	56	0	0	52	42	0	0	56	52	0	1.95
6	710	1	56	0	0	52	42	0	0	56	52	0	1.95
6	712	1	55	0	0	52	42	0	0	55	52	0	0.3
6	712	1	55	0	0	52	42	0	0	55	52	0	0.3
6	787	1	57	0	0	52	42	0	0	57	52	0	0.16
6	787	1	57	0	0	52	42	0	0	57	52	0	0.16
12 - Підібрано: 20.3.20. Профіль "Молодечно" 50 x 2 Профіль: 50 x 2/ ГОСТ 30245-2012 Сталь: С345													
7	706	2	0	1	1	82	70	53	53	1	82	53	2.05
7	706	2	0	1	1	82	70	53	53	1	82	53	2.05
7	711	2	0	1	1	82	70	53	53	1	82	53	0.35
7	711	2	0	1	1	82	70	53	53	1	82	53	0.35

13 - Підбірано: 21.3.1. Профіль "Молодечно" 70 х 2 Профіль: 70 х 2/ ГОСТ 30245-2012													
8	709	Сталь: С345											
		1											
8	709	3	36	85	80	82	82	78	78	85	82	78	2.92
		1											
8	709	3	36	85	80	82	82	78	78	85	82	78	2.92
		1											
14 - Підбірано: 22.3.21. Профіль "Молодечно" 40 х 2 Профіль: 40 х 2/ ГОСТ 30245-													
9	707	2012 Сталь: С345											
		1											
9	707	4	5	0	0	36	66	0	0	5	66	0	1.66
		1											
9	707	4	5	0	0	36	66	0	0	5	66	0	1.66
		1											
15 - Підбірано: 22.3.21. Профіль "Молодечно" 60 х 2 Профіль: 60 х 2/ ГОСТ 30245-													
9	708	2012 Сталь: С345											
		1											
9	708	5	3	4	10	47	87	67	66	10	87	67	1.4
		1											
9	708	5	3	4	10	47	87	67	66	10	87	67	1.4
		1											
1	453	1	98	0	0	46	46	0	0	98	46	0	2.12
		1											
1	453	1	97	0	0	46	46	0	0	97	46	0	2.12
		1											
1	454	2	51	78	78	50	50	78	78	78	50	78	2.23
		2											
1	454	2	51	78	78	50	50	78	78	78	50	78	2.23
		1											
1	455	1	13	0	0	48	48	0	0	13	48	0	2.23
		1											
1	455	1	12	0	0	48	48	0	0	12	48	0	2.23
		1											
1	456	1	11	53	45	86	86	40	40	53	86	40	2.34
		1											
1	456	1	10	52	45	85	85	40	40	52	85	40	2.34
		1											
1	458	1	98	0	0	46	46	0	0	98	46	0	2.12
		1											
1	458	1	97	0	0	46	46	0	0	97	46	0	2.12
		2											
1	459	2	51	78	78	50	50	78	78	78	50	78	2.23
		2											
1	459	2	51	78	78	50	50	78	78	78	50	78	2.23
		1											
1	460	1	13	0	0	48	48	0	0	13	48	0	2.23
		1											
1	460	1	12	0	0	48	48	0	0	12	48	0	2.23
		1											
1	461	1	11	53	45	86	86	40	40	53	86	40	2.34
		1											
1	461	1	10	52	45	85	85	40	40	52	85	40	2.34
		3											
2	404	3	96	0	0	36	36	0	0	96	36	0	2.02
		3											
2	404	3	96	0	0	36	36	0	0	96	36	0	2.02
		3											
2	405	3	96	0	0	36	36	0	0	96	36	0	2.02
		3											
2	405	3	96	0	0	36	36	0	0	96	36	0	2.02
		4											
3	452	4	62	94	94	51	51	40	40	94	51	40	2.12
		4											
3	452	4	62	93	93	51	51	40	40	93	51	40	2.12
		4											
3	457	4	62	94	94	51	51	40	40	94	51	40	2.12
		4											
3	457	4	62	93	93	51	51	40	40	93	51	40	2.12
		5											
4	138	5	97	0	0	33	66	0	0	97	66	0	1.5
		5											
4	138	5	97	0	0	33	66	0	0	97	66	0	1.5
		6											
4	139	6	98	0	0	44	89	0	0	98	89	0	3
		6											
4	139	6	98	0	0	44	89	0	0	98	89	0	3
		5											
4	143	5	97	0	0	33	66	0	0	97	66	0	1.5
		5											
4	143	5	97	0	0	33	66	0	0	97	66	0	1.5
		6											
4	144	6	98	0	0	44	89	0	0	98	89	0	3
		6											
4	144	6	98	0	0	44	89	0	0	98	89	0	3
		7											
4	383	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
		7											
4	383	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
		7											
4	384	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5

4	384	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
4	385	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
4	385	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
4	386	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
4	386	7	99	0	0	38	76	0	0	99	76	0	1.5
5	59	8	100	100	100	6	6	40	32	100	6	40	0.2
5	59	8	100	100	100	6	6	40	32	100	6	40	0.2
5	60	8	100	100	100	6	6	40	32	100	6	40	0.2
5	60	8	100	100	100	6	6	40	32	100	6	40	0.2
5	135	9	67	78	89	42	55	82	49	89	55	82	2.8
5	135	9	67	78	89	42	55	82	49	89	55	82	2.8
5	136	9	56	67	79	43	56	80	48	79	56	80	3
5	136	9	56	67	79	43	56	80	48	79	56	80	3
5	137	0	42	65	79	61	71	66	52	79	71	66	3
5	137	0	42	65	79	61	71	66	52	79	71	66	3
5	140	9	67	78	89	42	55	82	49	89	55	82	2.8
5	140	9	67	78	89	42	55	82	49	89	55	82	2.8
5	141	9	56	67	79	43	56	80	48	79	56	80	3
5	141	9	56	67	79	43	56	80	48	79	56	80	3
5	142	0	42	65	79	61	71	66	52	79	71	66	3
5	142	0	42	65	79	61	71	66	52	79	71	66	3
6	710	1	56	0	0	52	42	0	0	56	52	0	1.95
6	710	1	56	0	0	52	42	0	0	56	52	0	1.95
6	712	1	55	0	0	52	42	0	0	55	52	0	0.3
6	712	1	55	0	0	52	42	0	0	55	52	0	0.3
6	787	1	57	0	0	52	42	0	0	57	52	0	0.16
6	787	1	57	0	0	52	42	0	0	57	52	0	0.16
7	706	2	0	1	1	82	70	53	53	1	82	53	2.05
7	706	2	0	1	1	82	70	53	53	1	82	53	2.05
7	711	2	0	1	1	82	70	53	53	1	82	53	0.35
7	711	2	0	1	1	82	70	53	53	1	82	53	0.35
8	709	3	36	85	80	82	82	78	78	85	82	78	2.92
8	709	3	36	85	80	82	82	78	78	85	82	78	2.92
9	707	4	5	0	0	36	66	0	0	5	66	0	1.66
9	707	4	5	0	0	36	66	0	0	5	66	0	1.66
9	708	5	3	4	10	47	87	67	66	10	87	67	1.4
9	708	5	3	4	10	47	87	67	66	10	87	67	1.4

2.2.7 Розрахунок вузлів в ПК «Комета» (SCAD)

Коефіцієнт надійності за відповідальність $g_n = 1$

Коефіцієнт умов роботи 1

Сталь С345

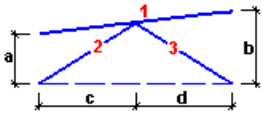
Заводське зварювання

Ручна

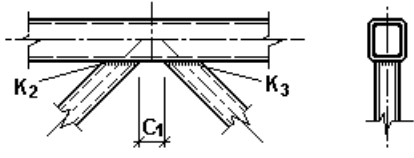
Положення шва – Нижнє

Елементи вузла

Таблиця 2.7

			$a = 1.3 \text{ м}$ $b = 1.5 \text{ м}$ $c = 1.5 \text{ м}$ $d = 1.5 \text{ м}$
Елемен т	Тип	Профіль	
1		160x120x4 (Сталеві гнуті замкнуті зварні прямокутні профілі за ГОСТ 30245-2003)	
2		80x4 (Труби сталеві квадратні за ГОСТ 8639-82)	
3		80x4 (Труби сталеві квадратні за ГОСТ 8639-82)	

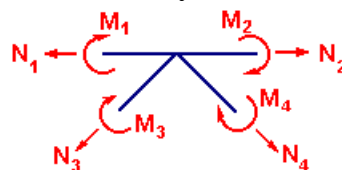
Конструкція

	$c_1 = 30 \text{ мм}$
---	-----------------------

Зварні шви

Шви (мм)	K ₂	K ₃
Катет	10	10

Зусилля



	N ₁	M ₁	N ₂	M ₂	N ₃	M ₃	N ₄	M ₄
	кН	Т* _М	кН	Т* _М	кН	Т* _М	кН	Т* _М
1	-334	0	-403	0	-90.9	0	12.4	0

Результати розрахунку по комбінаціям завантажень

Завантаження 1

N₁ = -334 кН, N₂ = -403 кН, N₃ = -90.9 кН, N₄ = 12.4 кН

Таблиця 2.8

Перевірено за ДБН	Перевірка	Коефіцієнт використання
п.15.10, 15.11, (92), (94)	Несуча здатність ділянки стінки пояса на продавлювання (виривання) у місці примикання лівого розкосу	0.985
п.15.10, 15.11, (92), (94)	Несуча здатність ділянки стінки пояса на продавлювання (виривання) у місці примикання правого розкосу	0.169
п.15.13, (96), (97)	Несуча здатність лівого розкосу в зоні примикання до пояса	0.288
п.15.13, (96), (97)	Несуча здатність правого розкосу в зоні примикання до пояса	0.033
п.15.14, (98), (99)	Несуча здатність зварного шва, що прикріплює лівий розкіс до пояса	0.202
п.15.14, (98), (99)	Несуча здатність зварного шва, що прикріплює правий розкіс до пояса	0.028

Коефіцієнт використання 0.985- Несуча здатність ділянки стінки пояса на продавлювання (виривання) у місці примикання лівого розкосу

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Аналіз вихідних даних

Характеристика будівлі яка споруджується

У відповідності до завдання з дипломного проекту необхідно розробити технологію монтажу залізобетонних колон промислової будівлі.

Розміри в плані 18х66 м. Крок колон 6 м. Висота будівлі 6.96 м.

Характеристика умов виконання монтажних робіт

Перед початком зведення об'єкта необхідно проаналізувати умови виконання робіт. Основна мета — виявити фактори, здатні ускладнити будівельний процес, та визначити їхній вплив на техніко-економічні показники проєкту й вибір методу монтажу. За умовами завдання передбачено нове будівництво в літній період за середньої температури +22°C. Такий кліматичний режим є оптимальним для проведення монтажних робіт.

Вибір способу монтажу

Під час монтажу будівля не розбивається на захватки. Застосовується комбінований спосіб зведення: колони й ригелі монтуються роздільним методом, а конструкції покриття (прогони, в'язі, профнастил) — комплексним. Встановлення колон здійснюється стріловим краном за поздовжньою схемою. Конструкції попередньо розвантажують і переводять у вертикальне положення методом повороту. Робочий хід крана передбачено вздовж периметра будівлі.

3.2 Технологія і організація монтажного процесу

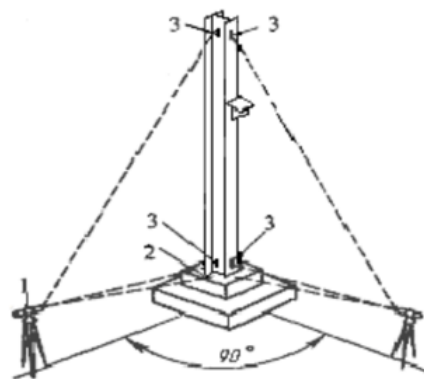
3.2.1 Вимоги закінченості підготовчих і попередніх робіт

До початку монтажу перекриття завершено такі роботи:

- підготовчі та земляні роботи в повному обсязі;
- геодезичне розбивання осей і розмітка положення фундаментів згідно з проєктом;

- влаштування монолітних фундаментів під колони з подальшим нанесенням вертикальної обмазувальної гідроізоляції[11];
- монтаж трубопроводів, влаштування інженерних вводів і випусків;
- зворотна засипка пазух з ручним ущільненням ґрунту;
- оформлення актів приймання фундаментів за виконавчою схемою;
- завезення на складські майданчики запасу будівельних матеріалів для забезпечення мінімум двох змін безперебійної роботи;
- підключення зварювального обладнання.

Геодезичний контроль вертикальності встановлення колон виконується двома теодолітами у взаємно перпендикулярних площинах шляхом проєціювання верхньої осьової риски на рівень низу конструкції. Планове вивірення бази колон здійснюється за контрольними осями, нанесеними безпосередньо на опорну плиту та саму колону.



Контроль встановлення колони по вертикалі
1 - теодоліт; вісь: 2 - на фундаменті; 3 - на колоні.

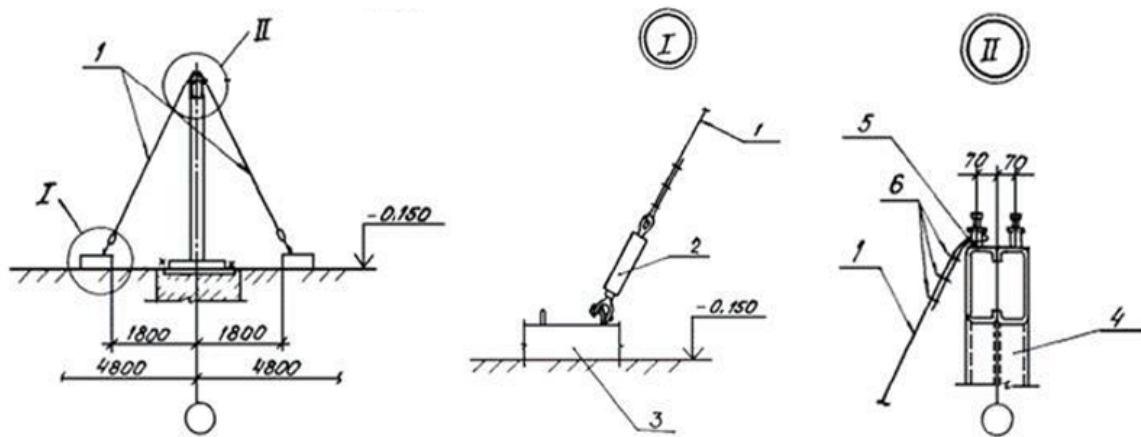
Рисунок 3.1 Контроль встановлення колони по вертикалі

На схемі наведено технологію інструментального геодезичного контролю просторового положення змонтованої колони. Вивірення вертикальності здійснюється за допомогою двох теодолітів, встановлених у взаємно перпендикулярних площинах, що забезпечує максимальну точність вимірювань. Процес базується на оптичному суміщенні візирних осей приладів із

контрольними марками (рисками), які попередньо нанесені на базу фундаменту та безпосередньо на тіло колони

Організація контрольно-вимірювальних та монтажних процесів передбачає, що безпосередньо після інструментальної перевірки вертикальності встановленого ряду колон виконується висотна фіксація (нівелювання) верхніх площин їхніх консолей та торцевих поверхонь. Зазначені конструктивні елементи виконують функцію опорних зон для подальшого влаштування та обпирання ригелів каркаса. По завершенню повного циклу монтажу конструкцій та їхнього остаточного геодезичного вивірення здійснюється інструментальне визначення фактичних висотних позначок опорних майданчиків з обов'язковим внесенням отриманих даних до виконавчих схем документації.

Для забезпечення належної просторової стійкості елементів на проміжних етапах будівництва влаштовується система тимчасового закріплення. Тимчасова фіксація кожної вертикальної опори реалізується шляхом встановлення гнучких розчалок, виготовлених зі сталевого каната, у кількості не менше двох одиниць на один конструктивний елемент. Технологічна схема монтажу передбачає надійне кріплення верхнього кінця розчалки до тіла колони за допомогою монтажних петель або спеціальних хомутів, тоді як її нижній кінець фіксується до фундаментних блоків. Для реалізації цього вузла на існуючі проектні анкерні болти фундаментів попередньо встановлюються інвентарні анкери або монтажні проушини. Конструкція розчалок у обов'язковому порядку оснащується гвинтовими стяжками (талрепами), які забезпечують можливість точного регулювання ступеня натягу канатів та планового вивірення геометричних параметрів змонтованої рами у вертикальній площині.



Закріплення колон за допомогою розчалок

1 - розчалки із сталевого каната; 2 - талреп; 3 - блок фундаментний; 4 - колона; 5 - елемент кріплення панелей перекриття; 6 - ріжковий зажим

Рисунок 3.2 Закріплення колон за допомогою розчалок Рисунок ілюструє конструктивне рішення для тимчасового закріплення та забезпечення просторової стійкості колони на період монтажу за допомогою гнучких канатних розчалок. Деталізовані вузли демонструють специфіку фіксації: верхній кінець сталевого каната кріпиться до оголовка колони із застосуванням затискачів, тоді як нижній надійно анкерується до фундаментних блоків. Інтеграція гвинтових стяжок (талрепів) у нижній вузол кріплення дозволяє виконувати плавне регулювання натягу тросів для точного виведення конструкції у проектне вертикальне положення.

3.3 Підрахунок обсягів монтажних робіт

Таблиця №3.1

№ п/п	Найменування	Маса ел., т	Кіл-ь, шт.
1	Колони ЗБК К1	1.186	28
2	Колони фахверкові КФ	0,79	4

3.4 Вибір монтажних пристроїв

Вибір монтажного оснащення, технологічних пристроїв для стропування, підйому, а також засобів тимчасового закріплення збірних елементів виконано

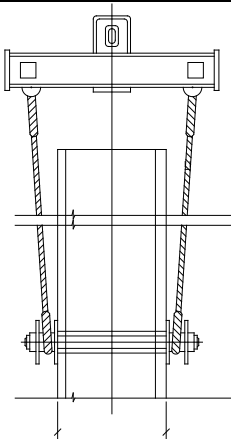
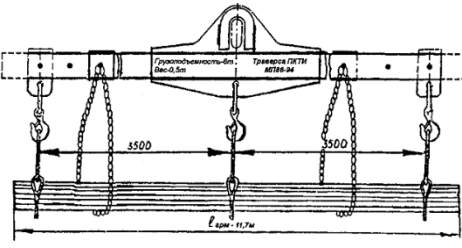
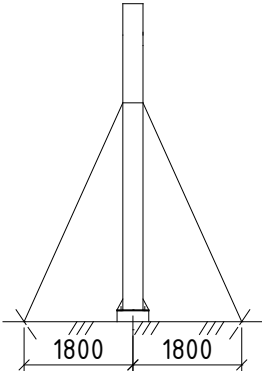
на основі їхніх конструктивних особливостей відповідно до нормативних матеріалів, типових серій та спеціалізованих довідників будівельного виробництва[17]. Впроваджені пристрої тимчасової фіксації розраховані на утримання елементів у проектному положенні протягом усього технологічного вікна, що включає етапи інструментального вивірення, виконання постійних жорстких з'єднань (зварювання закладних деталей) та періоду набору міцності (технологічного вистоювання) монолітного бетону чи розчину в стикових сполученнях.

Слід враховувати, що без використання додаткових засобів тимчасової фіксації допускається встановлення виключно статично стійких конструкцій. Власна геометрія, площа обпирання та масивність таких елементів мають гарантувати незмінність їхнього просторового положення під впливом розрахункових тимчасових навантажень, включаючи вітровий тиск та випадкові технологічні зусилля.

Для забезпечення надійності монтажу статично нестійких конструкцій прийнято рішення про використання індивідуальних засобів тимчасового закріплення. До цієї номенклатури включено інвентарні клини, механічні клинові вкладки, канатні розчалки, жорсткі регульовані підкоси та розпірки. Зазначений комплекс засобів дозволяє повністю компенсувати дефіцит власної стійкості окремих ізольованих елементів на проміжних етапах зведення каркаса будівлі, гарантуючи загальну безпеку та нормативну точність ведення будівельних робіт.

3.5 Монтажні пристосування

Таблиця №3.2

№	Характеристика	Принципова схема	Маса, т.	Вантажопідйомність, т	Розрахункова висота
1	Уніфікована траверса для монтажу колон		0,25	4	1
2	Траверса для розвантаження колони		0,4	4	6
3	Розчалки		0,05	-	-

3.6 Вибір машин та механізмів

Визначення монтажних характеристик конструктивних елементів

Монтажна маса конструкції (Q_m) визначається загальною масою, яку треба підняти, перемістити і встановити в проектне положення в залежності від прийнятого способу підйому.

$$Q_m = Q + \Sigma q$$

Величину Q_m визначаємо, як суму маси монтуємого елемента (Q) по таблиці 1 і маси пристосування монтажного оснащення (Σq) - строп, траверс, розчалок і ін., яку беремо за таблицею 2.

Монтажна висота (H_m) - технологічно необхідна мінімальна висота підйому монтажних елементів що забезпечує їх монтаж.

$$H_m \geq h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

де h_1 - висота від рівня стоянки крана до рівня опори монтованого елемента, м;

h_2 - висота підйому елемента над опорою, м;

h_3 - висота елемента, який монтують, м;

h_4 - висота захватного засобу, м.

Монтажну висоту враховують для самого високого вертикального елемента – колони.

Монтажний виліт (L_m) визначається як мініально необхідний виліт стріли крана для монтажу даної конструкції.

Планується здійснювати монтаж колон вздовж прольоту при мінімальному вильоті стріли крана.

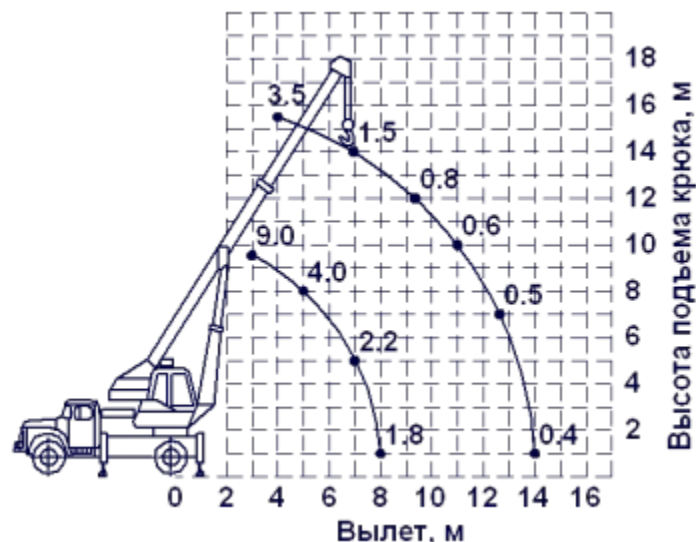


Рисунок 3.3 Саме таким характеристикам відповідає автокран КС-3575.

3.7. Технічні характеристики крана КС-3575 з КрАЗ

Максимальна вантажопідйомність головного підйому - 10 тон

Максимальна висота підйому – 14 м

Максимальний виліт – 18 м

Маса крана – 17,173 тон

Тиск на ґрунт:

- через шини передніх коліс 4,7 т.с.

- через шини задніх коліс 12,47 т.с.

Ширина ходової частини - 2500 мм

Потужність електростанції - 60 кВт

Мережа - 380 В, 50 Гц

3.8. Потреба в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях

Таблиця №3.3

N п/п	Найменування машин, механізмів, інвентарю, інструментів і матеріалів	Марка	Од. вим.	Кількість
1.	Вантажівка	КамАЗ-54115/ СЗАП-93271	шт.	1
2.	Кран автомобільний, Q=10,0 тон	КС-3575	шт.	1
3.	Строп двугілковий, Q=5,0 т	2СК-50,0	-"-	1
4.	Тяги з каната	d=15...20 мм	-"-	2
5.	Молоток слюсарний сталевий	ГОСТ 2310-77*	-"-	2
6.	Нівелір	2Н-КЛ	-"-	2
7.	Теодоліт	2Т-30П	-"-	2
8.	Рулетка вимірювальна металева	ГОСТ 7509-98	-"-	1
9.	Рівень будівельний УС2-П	ГОСТ 9416-83	-"-	2
10.	Схил сталевий будівельний	ГОСТ 7948-80	-"-	2
11.	Домкрати рейкові	ДР-3,2	-"-	1
12.	Свердлильна машина	ИЭ-1035 или	-"-	1

13.	Шліфувальна машина електрична	Ш-178-1 или	-"-	1
14.	Гайковерт електричний	ИЭ-3115Б	-"-	1
15.	Каски будівельні		-"-	4
16.	Жилети помаранчеві		-"-	4

3.9. Калькуляція трудових затрат

Таблиця №3.4

Обґрунтування (виробнича норма)	Назва робіт	Од. вим.	Норма часу на одиницю		Обсяг робіт	Трудовісткість		Склад ланки	
			люд. год	маш. год		люд. год.	маш. год.	Професія, розряд	кількість
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ДБН Д.2.2-9-99 (9-17-6)	Монтаж колон	т	12,06	2,9	43.5	524.6	126.1	Монтажник-VI	1
								Монтажник-IV	2
								Монтажник-III	1
								Машиніст -VI	1

3.9. Технологічні розрахунки
Таблиця 3.5

Посилання на пункти калікуляції	Назва процесу	Обсяг робіт на ділянку		Трудомісткість				Потрібні машини і механізми		Прийнятий склад ланки		Число змін за добу	Тривалість робіт, днів	Виконання норми, %
				за нормою										
		Одиниця виміру	кількість	ЛЮД.-ЗМ.	МАШ.-ЗМ.	ЛЮД.-ЗМ.	МАШ.-ЗМ.	прийнята	кількість	професія, розряд	кількість			
1	Монтаж колон	т.	43.5	65.6	15.8	64	16	КС-3575	1	Монтажник-VI Монтажник-IV Монтажник-III Машиніст -VI	1 2	2	8	103

3.10 Вимоги до якості та приймання робіт

Організація процедур контролю та оцінювання якості монтажних робіт здійснюється у суворій відповідності до чинної нормативно-технічної бази. Основними регламентуючими документами виступають ДБН А.3.1-5-2016[16] «Організація будівельного виробництва» та ДСТУ В.Р.2.3.-2014[16] щодо правил виконання вимірювань параметрів будівель і споруд.

Усі металеві конструкції, що постачаються на будівельний майданчик, підлягають обов'язковій перевірці на відповідність затвердженим робочим кресленням, державним стандартам та технічним умовам заводу-виробника. Безпосередньо перед початком монтажного циклу реалізується процедура вхідного контролю. Цій перевірці підлягають як основні несучі елементи, так і супутні компоненти: з'єднувальні деталі, арматура та засоби кріплення. Обсяг вибірки виробів для проходження перевірки визначається нормами, зафіксованими у відповідних стандартах та ТУ.

Кожна партія конструкцій та кріпильних елементів має супроводжуватися офіційним документом про якість (технічним паспортом). У ньому в обов'язковому порядку фіксуються основні ідентифікаційні характеристики: найменування виробу, його проектна марка, фактична маса та дата виготовлення. Наявність даного паспорта є підтвердженням відповідності поставлених матеріалів проектній документації та вимогам чинних ДСТУ. За підсумками вхідного контролю складається відповідний Акт, а результати фіксуються у Журналі обліку вхідного контролю матеріалів і конструкцій.

Безпосередньо під час зведення об'єкта забезпечується безперервний операційний (технологічний) контроль якості. Його головне завдання — своєчасне виявлення можливих дефектів чи відхилень від проекту та оперативне вжиття заходів щодо їх усунення або запобігання. Процедура організовується під керівництвом відповідального інженерно-технічного персоналу (виконроба або майстра) згідно із затвердженою Схемою операційного контролю якості монтажу.

У межах технологічного нагляду перевіряється точність виконання кожної виробничої операції та її відповідність будівельним нормам, робочому проекту й нормативній документації. Усі етапи перевірок та їхні результати підлягають обов'язковій реєстрації у Журналі робіт з монтажу будівельних конструкцій.

Після повного завершення монтажного циклу проводиться процедура приймального контролю виконаних робіт. Під час цього етапу інспектуючим особам надається комплекс виконавчої документації, який в обов'язковому порядку включає:

- деталювальні креслення змонтованих конструкцій;
- журнал робіт з монтажу будівельних конструкцій;
- акти освідчення прихованих робіт;
- акти проміжного приймання відповідальних змонтованих елементів;
- виконавчі геодезичні схеми інструментальної перевірки просторового положення конструкцій;
- документацію, що підтверджує результати контролю якості зварних з'єднань;
- технічні паспорти на вироби;
- сертифікати якості на застосований металопрокат.

Додатковим заходом перевірки є інспекційний контроль, що має вибірковий характер. Він ініціюється замовником або генеральним підрядником для оцінки достовірності та ефективності попередньо здійсненого виробничого нагляду. Зазначений вид перевірки може застосовуватися на будь-якому етапі виконання монтажних робіт.

Усі результати оцінювання якості, здійсненого представниками технічного нагляду замовника, авторського нагляду, інспекційного контролю, а також приписи й зауваження від осіб, відповідальних за перевірку виробництва, підлягають обов'язковій фіксації. Відповідні записи вносяться до Журналу робіт з монтажу будівельних конструкцій і паралельно дублюються у Загальному журналі робіт. Комплектація та оформлення всієї приймально-здавальної документації повинні суворо відповідати чинним нормативним вимогам.

Належний рівень якості будівельно-монтажних процесів забезпечується неухильним дотриманням затвердженої технологічної послідовності під час виконання взаємопов'язаних операцій. Технічний супровід будівництва здійснюється відповідно до регламентів, закладених у Проєкті організації будівництва (ПОБ), Проєкті виконання робіт (ПВР), а також у Схемі операційного контролю якості.

Загалом система управління якістю має безперервний характер: нагляд і контроль розпочинаються з моменту постачання конструкцій на будівельний майданчик і завершуються лише після остаточного приймання та введення об'єкта в експлуатацію.

Згідно з ДСТУ граничні відхилення положення елементів конструкцій і блоків не повинні перевищувати величин:

Таблиця 3.6

Параметр	Граничні відхилення, мм	Контроль (метод, обсяг, вид реєстрації)
1 Відхилення відміток опорної поверхні колон від проєктної відмітки	5	Вимірювальний, кожний елемент, геодезична виконавча схема
2 Різниця відміток опорних поверхонь сусідніх колон	3	Те саме
3 Зсув осей колон в нижньому перетині з розбивочних осей при обпиранні на фундамент	5	»
4 Зсув рисок геометричних осей колон у верхньому перетині з рисками розбивочних осей при висоті колон, мм:		»
до 4000	12	
від 4000 до 8000	15	
від 8000 до 16000	20	
від 16000 до 25000	25	
5 Різниця відміток верха колон кожного ярусу	$0,5n+9$	Вимірювальний, кожна колона, геодезична виконавча схема
6 Зсув осі ригеля, балки з осі колони	8	Те саме
7 Зсув відстані між осями ригелів і балок в середині прогону	10	Вимірювальний, кожний ригель і балка, журнал робіт

3.11. Техніко-економічні показники

Таблиця 3.7

№п/п	Найменування	Одиниця виміру	Значення показника
1	Тривалість робіт	змін	16
2	Трудомісткість монтажників	люд.-змін	64
3	Середня продуктивність монтаж-в	т/люд.-змін	0.680
4	Трудомісткість машиністів	маш.-змін	16
5	Середня продуктивність машиністів	т/маш.-змін	2.719

3.12 Заходи з техніки безпеки та охорони праці

-В межах визначеної монтажною зоною (ділянки або захватки), де безпосередньо здійснюються процеси підйому та встановлення конструкцій, категорично забороняється суміщення будь-яких інших видів будівельних робіт. Крім того, на цій території не допускається перебування сторонніх осіб, які не беруть безпосередньої участі у виконанні поточних технологічних операцій.

-У разі виникнення регламентованих або непередбачуваних перерв у робочому процесі суворо забороняється залишати будь-які збірні елементи конструкцій, будівельні матеріали чи технологічне обладнання у підвішеному стані. Усі вантажі повинні бути обов'язково опущені на надійні опори або майданчики.

-Облаштування елементів тимчасової інфраструктури, зокрема навісних монтажних майданчиків, інвентарних сходів, засобів підмоцнування та інших пристосувань, необхідних для безпечної роботи персоналу на висоті, має здійснюватися до початку підйому основних елементів. Усі ці пристрої надійно закріплюються на конструкціях, що підлягають монтажу, ще під час їхнього перебування на землі.

-При проведенні будівельно-монтажних або демонтажних робіт на території функціонуючого підприємства висувуються посилені вимоги до інженерної безпеки. Експлуатовані електричні мережі та інші активні інженерні комунікації в зоні виконання робіт підлягають обов'язковому знеструмленню із застосуванням закорочування. Технологічне обладнання та магістральні трубопроводи необхідно повністю звільнити від залишків вибухонебезпечних,

легкозаймистих, горючих або токсичних речовин.

-Під час розбирання існуючих конструктивних елементів або демонтажу обладнання категорично не допускається ведення робіт одночасно на двох або більше висотних ярусах, що розташовані на одній вертикалі. Це правило є критичним для уникнення травмування персоналу внаслідок падіння предметів.

-Весь комплекс будівельно-монтажних операцій повинен супроводжуватися неухильним дотриманням нормативів пожежної безпеки. Організація робочого процесу здійснюється з урахуванням регламентів, зафіксованих у чинних «Правилах пожежної безпеки в Україні», а також відповідно до вимог ДБН В.1.1-7-2016[30].

-Під час реалізації монолітних процесів та виконання бетонних робіт безпека праці регламентується окремими галузевими положеннями. Зокрема, необхідно суворо дотримуватися правил техніки безпеки, деталізованих у розділі 13 (с. 52) ДБН А.3.2-2-2009[25] щодо охорони праці та промислової безпеки у будівництві.

3.13 Календарний план будівництва

Відповідно до нормативних вимог ДСТУ Б А.3.1-22:2013[26], календарний план об'єкта має стандартизовану форму подання та структурно поділяється на дві основні складові: розрахункову та графічну.

Розробка документа розпочинається із заповнення лівої (розрахункової) частини. Вихідними даними для цього етапу слугують зведена відомість обсягів робіт, показники нормативної машиномісткості та трудомісткості, а також затверджені технологічні методи зведення. Зокрема, інформація для граф 1–5 переноситься безпосередньо з відомостей обсягів робіт та розрахунків потреби в машино-змінах.

Графічна частина плану візуалізує розгортання будівельних процесів у часі. Тривалість виконання кожної технологічної операції відображається у вигляді горизонтального вектора (відрізка), над яким фіксується розрахункова кількість залучених робітників. Для механізованих процесів часові рамки виконання

визначаються необхідною кількістю машино-змін, тоді як для робіт, що виконуються вручну — чисельністю виконавців у складі спеціалізованої бригади або ланки. Залучена кількість персоналу має суворо відповідати прийнятій трудомісткості: допустиме відхилення не повинно перевищувати 2%. Дотримання цієї норми є критично важливим для уникнення різких перепадів і пікових навантажень на графіку руху робочої сили.

Процес просторового та часового планування підпорядковується принципу забезпечення безперервності виробництва й підтримання стабільної чисельності персоналу на об'єкті. Графік оптимізується таким чином, щоб після завершення однієї технологічної операції бригади планомірно, без організаційних простоїв, переходили до виконання наступної.

Фактична (прийнята) трудомісткість, що фіксується у графі 6, визначається розрахунковим шляхом: множенням кількості залучених робітників (графа 12) на тривалість виконання робіт у днях (графа 10) та на кількість робочих змін (графа 11). Відповідно, кількість робітників в одну зміну обчислюється як відношення прийнятої трудомісткості (графа 6) до загальної тривалості процесу (графа 10). Професійно-кваліфікаційний склад та структура бригади деталізуються у графі 13.

Потреба у будівельних машинах і механізмах (графи 7 та 8) формується згідно з обраними технологічними картами та методами виконання робіт. Показник прийнятої кількості машино-змін (графа 9) розраховується шляхом множення тривалості робіт у днях (графа 10) на змінність роботи техніки (графа 11). Для основних засобів механізації режим роботи встановлюється здебільшого в межах однієї або двох змін.

Для визначення підсумкових техніко-економічних показників (ТЕП) календарного плану здійснюється роздільне підсумовування значень у графах 5, 6, 8 та 9 з диференціацією на загальнобудівельні та спеціалізовані процеси.

З метою контролю за рівномірністю розподілу трудових ресурсів безпосередньо під календарним планом будується епюра (графік) руху робітників. Її формування здійснюється методом щоденного підсумовування

загальної кількості залученого персоналу: отримані значення відкладаються по вертикальній осі у відповідному масштабі, після чого координатні точки з'єднуються горизонтальними лініями, утворюючи наочний ступінчастий контур динаміки трудових ресурсів.

Таблиця комплектації бригад 3.8

Основа:

1. Відомість об'єму робіт
2. Таблиця вибору машин та механізмів
3. ДБН Д.1.1-1-2000

№ п/п	Шифр норм	Найменування робіт	Об'єм		Розрахунок (K_2) $K_2 = T_n / T_c$, (чол.)			Склад бригади
			Од. вим.	Кіль- кість	T_n , л.-дн.	T_c , дн.	K_2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Е-2	Розробка ґрунта бульдозером з переміщенням ґрунта до 10 м	1000 м ³	1,56	5,73	2	2	Машиніст 5р-1
2	Е-2	Те ж, при переміщенні ґрунта більше 10 м	1000 м ³	46,8	14,0	7	2	Машиніст 5р-1
3	Е-2	Зрізання рослинного шару з плануванням поверхні	1000 м ²	26,0	1	1	1	Машиніст 5р-1
4	Е-2	Розробка ґрунта в траншеях у відвал	1000 м ³	4,25	8,2	4	2	Машиніст 5р-1
5	Е-2	Розробка ґрунта в траншеях вручну	100 м ³	3,0	51,4	6	4	землекоп
6	Е-4	Влаштування бет підготовки	м ³	230	38,4	6	6	бетонщик
7	Е-4	Влаштування з/б фундаментів об'ємом до 5 м ³	м ³	520	227,0	18	12	бетонщик

8	Е-4	Влаштування з/б фундаментів об'ємом до 10 м ³	м ³	500	315,2	26	12	бетонщик
9	Е-4	Влаштування балок	шт	110	56,3	8	7	Машиніст 5р-1 Бетонщик 4р-2, 3р-2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Е-4	Влаштування гідроізоляції на фонд балках	м ²	198	15,2	6	2	Бетонщик 2р-2
11	Е-2	Зворотня засипка пазах фундамен-тів	1000 м ³	3,17	43,0	7	6	Машиніст 5р-1
12	Е-2	Ущільнення ґрунту пневмо-трамбовками	100 м ³	31,7	45,8	7	6	Машиніст 6р-1
13	Е-5	Монтаж колон	т	360	414	34	12	Монт. 5р-1, 4р-2, 3р-2 Машиніст 5р-1
14	Е-5	Монтаж підкра-нових балок	т	480	648,6	54	12	Монтажн.
15	Е-5	Монтаж металевих ферм	т	348	538,12	44	12	Монтажн. 5р-1, 4р-2, 2р-1
16	Е-5	Монтаж верти-кальних зв'язків	т	150	448,2	37	12	Маш.5р-1
17	Е-4	Влаштування плит покриття	шт	600	312,4	26	12	Монтажн.
18	Е-4	Монтаж стінових панелей	шт	660	599,6	50	12	Монтажн.
19	Е-5	Монтаж віконних панелей	т	14,3	128,9	10	12	Монтажн.

20	Е-5	Монтаж сходів	т	3,6	12,7	2	6	Монтажн.
21	Е-5	Монтаж воріт	т	4,45	44,5	7	6	Монтажн.
22	Е-3	Цегляна кладка стін товщ 250 мм	м ³	56,25	31,1	5	6	Муляр 4р-2, 3р-2, 2р-2
23	Е-3	Цегляна кладка перегородок в ¼ цегли	м ²	875	140,9	11	12	Муляр 4р-2, 3р-2, 2р-2
24	Е-7	Влаштування пароізоляції	м ²	21600	395,12	14	12	Покрівельник 6р-2, 5р-2, 4р-2, 3р-2, 2р-1
25	Е-7	Влаштування утеплювача	м ³	1296	366,7	28	6	Покрівельник 4р-2, 3р-2, 2р-2
26	Е-7	Влаштування цементної стяжки	м ²	21600	579,5	44	12	Покрівельники
27	Е-7	Влаштування руберойдного килиму	м ²	21600	842,9	30	6	Покрівельники
28	Е-8	Скленіння вікон	100 м ²	6,9	79,8	9	8	Стікольщ 4р-4, 3р-2, 2р-2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
29	Е-6	Заповнення дверних прорізів	м ²	22	2,6	1	2	Тесляр 4р-2, 2р-1
30	Е-19	Влаштування підстиляючого шару з щебня	м ³	54	37,4	6	6	бетонщики
31	Е-19	Влаштування асфальто-бетонних підлог	м ²	540	34,9	5	6	Бетонщик 4р-2, 3р-2, 2р-2
32	Е-19	Влаштування бет підготовки	м ³	2160	964	40	24	бетонщики

33	Е-19	Влаштування цементних підлог	м ²	203	7,9	1	6	бетонщики
34	Е-19	Влаштування підлог з керамічної плитки	м ²	60	5,7	2	3	Облиц. 4р-2, 2р-1
35	Е-19	Влаштування брущатих підлог	м ²	120	14,6	2	6	Облиц 4р-2, 3р-2, 2р-2
36	Е-8	Штукатурні роботи	100 м ²	7,8	65,9	16	4	Штукатури 4р-2, 3р-2
37	Е-8	Водне фарбування стін і стель	100 м ²	238	207,8	48	4	Муляри 4р-2, 2р-2
38	Е-8	Фарбування суриком металевих поверхонь	100 м ²	150	203	42	4	Муляри
39	Е-8	Фарбування суриком мет труб і вікон	100 м ²	12	16,2	6	2	Муляри
40	Е-8	Масляне фарбування воріт і дверей	100 м ²	3,2	12,7	6	2	Муляри
41	Е-4	Влаштування асфальто-бетонного вимощення	100 м ²	6,6	4,5	2	2	Бетонщики 4р-2, 3р-2, 2р-2
42	Е-4	Влаштування підготовки під вимощення	100 м ³	66	26	4	6	Бетонщики
43	Е-9	Електромонтажні роботи	100 м ³	3369,6	123,27	24	5	електрики
44	Е-9	Опалення і вентиляція	100 м ³	3369,6	164,37	20	8	сантехніки
45	Е-9	Водопровід і каналізація	100 м ³	3369,6	123,27	15	8	сантехніки

46	Е-9	Слаботочні роботи	100 м ³	3369,6	41,1	8	5	електрик
47		Інші роботи			748,5	149	5	різнороби

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Охорона праці в Україні є невід'ємною складовою правової системи держави та регламентується низкою нормативно-правових актів, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці для працівників. Основоположним документом у цій сфері є Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ, який визначає права працівників на охорону праці, обов'язки роботодавців щодо створення безпечних умов праці, організацію навчання з питань безпеки, медичні огляди та відповідальність за порушення законодавства.

У галузі будівництва охорона праці також регламентується такими нормативними актами:

1. Державні будівельні норми (ДБН), зокрема ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві»[25], які встановлюють вимоги до організації безпечного виконання будівельно-монтажних робіт.
2. Правила охорони праці під час виконання будівельно-монтажних робіт, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 23.06.2017 № 1050.
3. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 246 від 21.05.2007 «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій».

Крім того, питання охорони праці охоплюють норми Кодексу законів про працю України (КЗпП), зокрема статті 153-173, де закріплено право працівників на безпечні та нешкідливі умови праці, компенсації за роботу у шкідливих умовах та інші гарантії. У зв'язку з введенням воєнного стану згідно з Указом Президента України № 64/2022 від 24.02.2022 року та в умовах активних бойових дій, законодавство про працю було тимчасово адаптоване до потреб надзвичайного періоду. Основним нормативним актом, який регламентує

трудові відносини в цей період, є Закон України «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану» від 15.03.2022 № 2136-IX. Цей закон встановлює особливості регулювання трудових відносин, не скасовуючи при цьому вимог щодо охорони праці. Зокрема, відповідно до статті 2 цього закону, трудовий договір може укладатися в усній формі (крім випадків, коли письмова форма є обов'язковою згідно з чинним законодавством), що спрощує процес працевлаштування в умовах обмеженого доступу до документів або офісів. Також дозволено укладати строкові трудові договори на період воєнного стану або на час виконання конкретних робіт, що є актуальним для будівельної галузі, де часто виникає потреба у короткостроковому наймі працівників. Однак при цьому роботодавець зобов'язаний дотримуватися вимог охорони праці, включаючи інструктажі, навчання та забезпечення засобів індивідуального захисту, незалежно від форми договору чи терміну його дії. Крім того, закон передбачає можливість змінювати умови праці та режим роботи за погодженням сторін, з урахуванням реальних загроз, зокрема евакуації, обстрілів, проблем з логістикою тощо. Усі ці зміни не звільняють роботодавця від відповідальності за порушення норм безпеки. Державна служба України з питань праці регулярно видає листівки-рекомендації та роз'яснення, що стосуються дій роботодавців у разі загрози артобстрілів, евакуації, облаштування укриттів на будівельних майданчиках тощо. В умовах підвищених ризиків підприємства зобов'язані враховувати нові загрози та включати їх до оцінки професійних ризиків, яка здійснюється відповідно до Методичних рекомендацій з ідентифікації та оцінки ризиків (розроблених Держпраці). Особливої уваги набуває створення інструкцій з безпеки на випадок повітряної тривоги, мінометного обстрілу, хімічної загрози тощо. Таким чином, навіть в умовах воєнного стану законодавство України забезпечує правові механізми гнучкої організації праці, але при цьому залишає охорону праці ключовим і незмінним елементом трудових відносин. Дотримання вимог безпеки праці, врахування актуальних ризиків та належне документальне оформлення трудових відносин залишаються обов'язковими умовами для збереження здоров'я і життя працівників у будівельній сфері.

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проектування

Об'єктом проектування є складський комплекс, будівництво якого передбачається здійснювати в місті Дергачі. Роботи передбачають виконання комплексу будівельних процесів: земляні роботи, улаштування фундаментів стаканного типу, монтаж залізобетонних колон, встановлення металевих ферм покриття, монтаж огорожувальних конструкцій (стін та покрівлі) із сендвіч-панелей, підключення інженерних мереж тощо. На об'єкті працюють фахівці різного профілю: монтажники сталевих та залізобетонних конструкцій, бетонники, електромонтажники, машиністи кранів, покрівельники та інші.

В процесі будівництва можуть виникати такі виробничі небезпеки:

Земляні роботи: обвалення ґрунту у траншеях та котлованах під фундаменти, падіння працівників або обладнання в котлован.

Ручне перенесення вантажів: перенавантаження, розтягнення м'язів, ураження хребта.

Монтаж конструкцій: падіння з висоти, падіння предметів згори (елементів колон, ферм, кріплень), затискання кінцівок при монтажі важких елементів.

Робота з електроінструментами: ураження електричним струмом, механічні травми, шумове навантаження.

Висотні роботи (монтаж ферм, покрівлі та стін із сендвіч-панелей): ризик падіння, потреба у використанні страхувальних систем.

Робота з хімічними речовинами (фарби, монтажна піна, клеї, герметики для панелей): отруєння парами, подразнення слизових, небезпека займання.

Порушення ергономіки: тривале перебування в незручних позах, робота в умовах спеки або холоду.

Недостатня організація майданчика: відсутність зонування, наявність сміття, слизьке або нестійке покриття.

У зв'язку з тим, що м. Дергачі прифронтове місто, будівельні роботи супроводжуються високим рівнем ризиків, пов'язаних з воєнними діями. До таких належать:

Загроза ракетних ударів, артилерійських обстрілів, застосування дронів-камікадзе, що може спричинити поранення або загибель працівників, руйнування об'єкта.

Повітряні тривоги: необхідність оперативної зупинки робіт і евакуації працівників до укриття.

Мінна небезпека, особливо при проведенні земляних робіт. У деяких районах можливе наявність вибухонебезпечних предметів (ВНП).

Психологічне навантаження на працівників, що працюють в умовах постійного очікування небезпеки.

Проблеми з логістикою та постачанням будівельних матеріалів (металопрокату, сендвіч-панелей), що можуть призводити до порушень строків, використання несертифікованих або небезпечних замінників.

Тимчасова відсутність медичної або рятувальної допомоги у разі надзвичайної ситуації через бойові дії.

Обмеження з боку органів влади щодо роботи в окремі періоди часу через загрозу безпеці.

Проведемо аналіз і відіберемо найбільш актуальні фактори для умов проєктування та будівництва складського комплексу в м. Дергачі, з урахуванням: типових умов будівельного майданчика; специфіки зведення великогабаритних будівель; воєнного стану в регіоні.

1. Фізичні фактори:

Машини, механізми, рухомі частини устаткування – ризик травм при роботі з підйомною технікою (автокранами), бетономішалками, електроінструментами.

Руйнування конструкцій – загроза обвалення при монтажі/демонтажі колон та ферм, земляних роботах.

Підвищена запиленість повітря при роботі з цементом, піском, утеплювачем (мінеральною ватою сендвіч-панелей).

Підвищена температура повітря або поверхонь у літній період, а також при роботі з нагрівальними інструментами.

Підвищений рівень шуму – робота важкої техніки, відбійники, перфоратори, процеси різання металу[27].

Підвищений рівень вібрацій від ручного електроінструменту (шліфування, буріння).

Недостатня освітленість робочої зони у вечірній час або в укриттях.

Розташування робочого місця на висоті – монтаж металевих ферм покриття, стінових та покрівельних сендвіч-панелей, роботи на автовишках та риштуваннях[29].

Підвищене значення напруги у разі порушення правил електробезпеки при користуванні будівельним інструментом та зварювальними апаратами[25].

2. Хімічні фактори:

Токсичні речовини – пари фарб, розчинників, клейових сумішей, антикорозійних покриттів для металу.

Дратівні речовини – цемент, пил мінеральної вати з панелей, лаки.

Шлях проникнення – через дихання та шкіру особливо при відсутності ЗІЗ.

3. Біологічні фактори:

Патогенні мікроорганізми, грибки можливі при роботах у вологих приміщеннях.

Комахи, гризуни як супутній фактор у неогородженій або занедбаній місцевості під час нульового циклу робіт.

4. Психофізіологічні фактори:

Статичні та динамічні навантаження – підняття важких вантажів, стропування елементів, монотонна праця.

Нервово-психічні перевантаження : Емоційні через повітряні тривоги, страх обстрілу; Монотонність і перевтома – тривала праця без достатнього відпочинку;

Погіршення концентрації уваги через стрес або шум.

Додаткові фактори, пов'язані з воєнним станом: Бойові дії, обстріли, авіаудари – ризик поранень чи загибелі.

Вибухонебезпечні предмети (ВНП) особливо при земляних роботах.

Зриви логістики та медичної допомоги – ускладнює реагування на НС.

Порушення роботи систем зв'язку / оповіщення – затримка евакуації.

Для зменшення впливу зазначених небезпек рекомендується:

- 1) Провести обов'язкову інструктажну роботу з працівниками щодо дій при повітряній тривозі, артобстрілі тощо.
- 2) Облаштувати тимчасове укриття або забезпечити швидкий доступ до найближчого сховища/підвалу.
- 3) Перед початком земляних робіт звернутися до ДСНС або саперних служб для перевірки ділянки на наявність вибухонебезпечних предметів.
- 4) Включити до оцінки професійних ризиків фактори, пов'язані з бойовими діями.
- 5) Забезпечити засобами індивідуального захисту (в т.ч. касками, респіраторами, запобіжними поясами, аптечками) з урахуванням нових загроз.
- 6) Організувати чітке зонування об'єкта, план евакуації та аварійні протоколи, визначити зони роботи кранів.
- 7) Розробити гнучкий графік робіт із можливістю зупинення процесів у разі загострення обстановки.

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування

Окремо розглянемо класифікацію небезпек для роботи покрівельника (монтажника сендвіч-панелей), оцінку їх ризику за матрицею і рекомендовані заходи щодо їх зменшення[22].

Таблиця 4.1

№	Небезпека	Ймовірність	Категорія серйозності	Індекс ризику	Клас ризику	Заходи зниження ризику
1	Падіння з висоти	В - Вірогідна	II - Критична	2В	Неприпустимий	Захисне огороження, страховочні системи, інструктаж

№	Небезпека	Ймовірність	Категорія серйозності	Індекс ризику	Клас ризику	Заходи зниження ризику
2	Ураження електричним струмом	С - Випадкова	I - Катастрофічна	1С	Неприпустимий	Вимкнення мережі під час роботи, ЗІЗ
3	Порізи, травми від інструменту	В - Вірогідна	III - Гранична	3В	Небажаний	Робочі рукавиці, навчання, безпечні інструменти
4	Перегрів, тепловий удар (робота влітку)	С - Випадкова	II - Критична	2С	Небажаний	Графік з перервами, вода, тінь, легкий одяг
5	Військові дії (ракетний обстріл)	С - Випадкова	I - Катастрофічна	1С	Неприпустимий	Протиракетне укриття поблизу, сигналізація, інструктаж
6	Монотонність, психоемоційна втома	В - Вірогідна	IV - Незначна	4В	Допустимий	Перерви, чергування задач, психологічна підтримка
7	Ушкодження при підйомі важких матеріалів (панелей)	С - Випадкова	II - Критична	2С	Небажаний	Механізація (використання вакуумних захватів), навчання, носіння ортопедичних поясів
8	Удари предмета	С - Випадкова	II - Критична	2С	Небажаний	Каски, обмеження доступу,

№	Небезпека	Ймовірність	Категорія серйозності	Індекс ризику	Клас ризику	Заходи зниження ризику
	ми, що падають					сигналізація, огороження зон монтажу

Пояснення до класифікації ризиків:

1А-2В - Неприпустимий (потрібна термінова дія, ризик треба усунути).

1D-3С - Небажаний (допустимий лише при відсутності альтернатив).

1Е-3Е - Припустимий з перевіркою.

4С-4Е - Припустимий без перевірки (прийнятний рівень).

Загальні рекомендації для зменшення ризиків при монтажі огорожувальних конструкцій та покрівлі:

1. Встановити тимчасові огороження по периметру даху.
2. Використовувати страхувальні пояси з карабінами.
3. Забезпечити пункт укриття на об'єкті або поруч (з огляду на військові загрози).
4. Проводити попередній інструктаж та щоденний допуск до робіт на висоті.
5. Чітке маркування небезпечних зон та меж роботи підйомних механізмів.
6. Організувати медичну аптечку та план евакуації.

4.4 Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування

Проектування і будівництво складського комплексу в місті Дергачі потребує впровадження комплексу заходів з охорони праці, які спрямовані на створення безпечного середовища для працівників на всіх етапах виконання будівельних робіт. В умовах воєнного стану до традиційних вимог додається необхідність забезпечення фізичної захищеності працівників від зовнішніх загроз. Нижче наведено систему організаційних, технічних і архітектурно-планувальних

заходів, спрямованих на покращення умов праці та зниження ризику реалізації виробничих небезпек.

1. Організаційні заходи

1.1. Навчання з охорони праці. Перед початком робіт усі працівники проходять первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі. Організуються щоквартальні перевірки знань правил безпеки.

1.2. Інструкції з охорони праці. Для всіх видів робіт (земляні, бетонні, монтажні, електромонтажні, стропувальні) розробляються окремі інструкції з охорони праці. Вони надаються працівникам у письмовій формі й вивішуються на інформаційних щитах будмайданчика[25].

1.3. Кваліфікаційні вимоги. До висотних робіт та монтажу великогабаритних конструкцій допускаються тільки особи, які мають відповідну підготовку, медичні допуски та пройшли навчання з техніки безпеки на висоті.

1.4. Режим праці та відпочинку. Встановлюється гнучкий графік, особливо влітку, з перервами для охолодження. Забезпечується затінене місце для відпочинку.

1.5. Система візуальної безпеки. На будмайданчику використовуються кольори безпеки та попереджувальні знаки: про небезпеку падіння, роботи з електрикою, зони роботи крану тощо.

1.6. Психологічна підтримка. Зважаючи на воєнні дії, працівникам надається доступ до гарячої лінії психологічної допомоги.

2. Технічні заходи

2.1. Мікроклімат. У літній період забезпечується доступ до питної води та наявність пересувного навісу для захисту від прямих сонячних променів. У зимовий – обігрів приміщень для відпочинку.

2.2. Освітлення. Згідно з ДБН В.2.5-28:2018[28], робочі зони освітлюються електричними світильниками (не менш як 100 лк у темний період доби). Освітлення не повинно спричиняти осліплення або відблиски.

2.3. Шум і вібрація. Використання малошумного інструменту, встановлення шумопоглинаючих щитів навколо обладнання (генератори, бетонозмішувачі), періодичні заміри рівня шуму[27].

2.4. Електробезпека. Застосування УЗО (пристроїв захисного відключення), регулярна перевірка кабелів та ізоляції, заземлення будівельної техніки. Робота лише з інструментом класу захисту не нижче II.

2.5. Захист від пилу. При роботі з сендвіч-панелями, мінеральною ватою, цементом використовується система зрошення для пригнічення пилу при різанні бетону, а також респіратори та захисні окуляри для захисту від волокон мінеральної вати.

2.6. Технічна ергономіка. Організація робочих місць з урахуванням зручності доступу, правильної висоти робочих столів, наявності підмостків та автовишок, замість робіт на нестійких предметах при монтажі стінових панелей.

2.7. Протипожежні заходи. Наявність вогнегасників у ключових точках, інструктаж із пожежної безпеки (особливо при виконанні зварювальних робіт на металевих фермах), перевірка справності електропроводки та заборона використання саморобного обладнання[30].

3. Архітектурно-планувальні заходи

3.1. Раціональне зонування майданчика. Виділення окремих зон для зберігання матеріалів (металопрокату, упаковок панелей), місць навантаження/розвантаження, проходів працівників. Зменшення перехресних маршрутів руху техніки і людей.

3.2. Тимчасові сходи і площадки. Забезпечення монтажу тимчасових сходів із поручнями. Використання риштувань з бортиками та захисними екранами при фасадних роботах.

3.3. Облаштування тимчасового укриття. У зв'язку з військовими ризиками передбачено встановлення мобільного металевого укриття (типовий блок-модуль), що витримує ударну хвилю і обладнаний вентиляцією, аптечкою, запасами води.

3.4. Система евакуації. Наявність чітко позначених евакуаційних шляхів і вказівників, план евакуації вивішено біля місць перебування працівників.

3.5. Облаштування систем водовідведення та дренажу. Щоб уникнути підтоплення під час дощів та руйнування стінок котлованів, забезпечується тимчасова система відведення води з основної зони робіт.

4.5 Висновки до розділу

У ході виконання дипломного проєкту особливу увагу приділено забезпеченню охорони праці на етапі будівництва складського комплексу в м. Дергачі. Проведено аналіз нормативно-правової бази, яка регламентує охорону праці, включаючи вимоги Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю, ДБН, а також спеціальних положень, пов'язаних із дією воєнного стану, зокрема Закону України «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану»[30]. Проаналізовано шкідливі та небезпечні фактори, що можуть впливати на здоров'я та життя робітників на будмайданчику при монтажі металоконструкцій та огорожувальних елементів. Детально розглянуто робоче місце монтажника сендвіч-панелей (покрівельника) та оцінені потенційні ризики, враховуючи умови військового стану, що можуть становити небезпеку при виконанні робіт. Запропоновані заходи організаційного і технічного, архітектурно-планувального характеру, що мають на меті покращення умов праці та зменшення травматизму на об'єкті будівництва складського комплексу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Київ. Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 27 с.
2. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. - 185 с.
3. ДБН А.2.2–3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 40 с.
4. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. - Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2023. 62 с.
5. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. - К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 46 с.
6. ДСТУ Б В. 2.6-62:2008. Конструкції будинків і споруд. Марші та сходові площадки залізобетонні. Технічні умови. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 39 с.
7. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 127 с.
8. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення - К.: Мінрегіон України, 2018. – 36 с.
9. ДБН В.1.2-2:2006*. Навантаження і впливи. Норми проектування із зміною № 1 та № 2. - Київ: Мінбуд України, 2020. - 72 с.
10. ДСТУ 8855:2019. Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). - Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 26 с.
11. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1- К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
12. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків та споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 166 с.

13. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини : Підручник / А.М. Павліков. Полтава, ПолтНТУ, 2017. 284 с.
14. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. - Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. - 18 с.
15. ДСТУ Б В.2.6-207:2015. Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель та споруд. К.: Мінрегіон України, 2016. – 258 с.
16. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 46 с.
17. Технологія монтажу будівельних конструкцій: Навчальний посібник /В.К.Черненко, О.Ф. Осипов, Г.М. Тонкачєєв та ін.; За ред. В.К. Черненка. – Вид. 2-ге. – К.: Горобець Г.С., 2011 – 372 с.
18. Організація будівництва / С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М.Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького: Підручник. Кондор, 2007.
19. Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт (к ДБН А.3.1–5–96 «Організація будівельного виробництва»). – Київ, 1997. – 125 с.
20. ДБН Д.2.2-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи /РЕКН/. – К.: Держбуд України, 2000.
21. Технологія будівельного виробництва: Підручник / В.К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г.М. Батура та інші. –К.: Вища шк., 2002.–430 с.
22. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних роботах здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти (для студентів спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія). - Харків: ХНУМГ, 2024.
23. Сивко В. Й. Розрахунки з охорони праці : Навч. посіб. / В. Й. Сивко. – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 152 с.
24. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 18 с.

25. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с.
26. ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. – К.: Мінбуд України, 2007. – 22 с.
27. ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 48 с.
28. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. - К.: Мінрегіон України, 2018. – 137 с.
29. ДСТУ Б.А.3.2-15:2011. Норми освітлення будівельних майданчиків. - К.: Мінрегіон України, 2012. – 25 с.
30. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 41 с.