

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

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

**Кафедра технології та організації будівельного виробництва**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА  
ЗВЕДЕННЯ СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСУ У ХАРКОВІ**

Розробив: студ. IV курсу, групи ПЦБ 2023-1у  
спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія  
ОП «Промислове та цивільне будівництво»

Водка Віктор Павлович

Керівник: к.ек.н., доц. Савченко О.І.

Рецензент: доц. Братішко С.М.

Харків – 2026 рік

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Завідувач кафедри ТОБВ  
д.т.н., проф. Шумаков І.В.

«    » червня 2026 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

**ВОДКА ВІКТОРУ ПАВЛОВИЧУ**

Спеціальність: *192 - Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Зведення спортивного комплексу у Харкові*  
затверджена наказом ректора ХНУМГ імені О.М. Бекетова № 447-03 від  
26.05.2026 р.

Термін подання завершеної роботи на кафедрі "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: *фасади; плани; розрізи будинку; основні конструктивні вузли; генплан.*

- розрахунково-конструктивна частина: *ферма; вузли ферми; план перекриття план фундаментів; спеціфікації.*

- технологічні рішення та організація будівництва: *технологічна карта на виконання робіт по влаштуванню фундаментів, технологічна карта на виконання робіт по монтажу стінових сендвіч-панелей, будгенплан, календарний графік виконання робіт по об'єкту.*

## КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина	доц. Казімагомедов Ф.І.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	ас.Солодовник Ю.Ю.	
3. Технологічні рішення та організація будівництва	доц. Братішко С.М..		
4. Охорона праці	доц.Косенко Н.О.		
Нормоконтроль	зав.лаб. Зінов'єва О.М.		

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	15.03.26-25.03.26	<i>виконано</i>
2. Розрахунково-конструктивна частина	27.03.26-27.04.26	<i>виконано</i>
3. Технологічні рішення та організація будівництва	29.04.26-20.05.26	<i>виконано</i>
4. Охорона праці	22.05.26-31.05.26	<i>виконано</i>

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_



доц. Савченко О.І.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_



Водка В.П.

Дата видачі завдання “15”березня 2026 р.

## ЗМІСТ

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина.....	5
1.1 Організація території будівництва та рішення генерального плану .....	6
1.2 Архітектурно-просторове та функціонально-планувальне вирішення будівлі.....	8
1.3. Конструктивно-архітектурна схема та інженерно-технічні рішення будівлі.....	10
1.4. Розрахунок теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій .....	14
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина .....	18
2.1.Розрахунок підземної частини будівлі спортивного комплексу .....	18
2.2.Розрахунок надземної частини будівлі спортивного комплексу.....	32
Розділ 3. Технологічні рішення та організація будівництва.....	44
Розділ 4. Охорона праці.....	69
Список використаних джерел.....	78

# РОЗДІЛ І

## АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

### Вихідні передумови та природно-кліматичні умови будівництва

Проектування спортивного комплексу виконується для території міста Харків, що розташоване у східній частині України та характеризується помірно континентальними кліматичними умовами.

Відповідно до чинної нормативної бази, зокрема ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, район забудови належить до другого архітектурно-будівельного кліматичного району. Це обумовлює специфіку підбору конструктивних рішень, зокрема вимоги до теплоізоляції, довговічності матеріалів та експлуатаційної надійності будівлі.

Згідно з положеннями ДБН В.1.2-2:2006, територія характеризується підвищеними кліматичними навантаженнями: вона входить до IV снігового району та V вітрового району. Це означає, що при розрахунку несучих конструкцій необхідно враховувати значні навантаження від снігового покриву та вітрового тиску, які можуть суттєво впливати на загальну стійкість і жорсткість будівлі.

Об'єкт проектування за класом наслідків відноситься до категорії СС2 (середній рівень відповідальності), що передбачає підвищені вимоги до безпеки експлуатації, але без застосування надмірно жорстких обмежень, характерних для особливо відповідальних споруд. Умови навколишнього середовища за ступенем впливу на конструкції оцінюються як неагресивні, що дозволяє застосовувати традиційні будівельні матеріали без додаткового антикорозійного захисту підвищеного рівня.

Кліматичні параметри району визначаються розрахунковими значеннями температури та навантажень. Зокрема, температура зовнішнього повітря найбільш холодного п'ятиденного періоду забезпеченістю 0,92 становить  $-22^{\circ}\text{C}$ , що враховується при теплотехнічних розрахунках огорожувальних конструкцій. Характеристичне значення снігового навантаження

приймається рівним 1380 Па, а нормативний вітровий тиск — 600 Па, що відповідає умовам даного регіону.

Сейсмічні умови будівництва оцінюються на рівні 6 балів, що вимагає врахування мінімальних конструктивних заходів для забезпечення просторової жорсткості та стійкості будівлі.

Інженерно-геологічні характеристики ділянки включають глибину сезонного промерзання ґрунту, яка становить близько 0,85 м. Це значення є визначальним при призначенні глибини закладання фундаментів і виборі їх типу.

Рельєф території будівництва можна охарактеризувати як спокійний, із незначним ухилом у південному напрямку. Така морфологія ділянки є сприятливою для виконання будівельних робіт, оскільки не потребує значних обсягів вертикального планування та інженерної підготовки території.

Додатково слід зазначити, що сукупність наведених природно-кліматичних і інженерних умов визначає вибір об'ємно-планувальних та конструктивних рішень, а також впливає на технологію виконання будівельно-монтажних робіт.

### **1.1 Організація території будівництва та рішення генерального плану**

Проект генерального плану сформовано з урахуванням вимог ефективного використання території, забезпечення зручності функціонування об'єкта, а також відповідності сучасним архітектурно-планувальним принципам. Основна увага приділена взаємному розташуванню будівель, транспортних шляхів, інженерних мереж і елементів благоустрою.

Для реалізації будівництва передбачено земельну ділянку площею 5,4 га, яка на момент проектування не має капітальної забудови та придатна для освоєння. До початку основних будівельних робіт необхідно виконати комплекс підготовчих заходів, зокрема демонтаж існуючих інженерних комунікацій (мереж водопостачання, каналізації та газопостачання) відповідно до технічних умов експлуатуючих організацій.

Вертикальне планування території запроєктоване з метою раціонального формування рельєфу, узгодження відміток проїздів і прилеглих ділянок, а також мінімізації обсягів земляних робіт. Особливу увагу приділено організації поверхневого водовідведення — ухили сплановані таким чином, щоб забезпечити відведення атмосферних опадів від будівлі та запобігти їх накопиченню на території. Відведення води передбачається відкритим способом через лотки з подальшим підключенням до існуючої системи водовідведення.

Транспортна інфраструктура ділянки включає проїзди з асфальтобетонним покриттям дрібнозернистого типу, що забезпечує належні експлуатаційні характеристики. Пішохідні зони виконуються з використанням фігурних елементів мощення, що підвищує естетичні якості середовища та зручність пересування.

Благоустрій території розроблений із урахуванням функціонального зонування, інженерного забезпечення та загальної концепції забудови. Озеленення виконує як декоративну, так і захисну функцію. Перед входами до будівлі передбачено влаштування квітників і декоративних насаджень, а також висадження кущів. На всіх вільних ділянках здійснюється засів газонних трав.

Для зменшення впливу транспортного шуму та пилу передбачено створення захисної зеленої смуги вздовж автомобільної дороги, яка формується шляхом висадження дерев і чагарників. Використовуються декоративні породи дерев із компактною кроною орієнтовними розмірами 0,5×0,4 м, що забезпечує як естетичний вигляд, так і ефективність озеленення.

Рельєф ділянки характеризується незначним ухилом у південно-східному напрямку, що є сприятливим фактором для організації природного водовідведення та зменшує необхідність у значних обсягах планувальних робіт.

Техніко-економічні показники генерального плану:

- загальна площа території — 54 000 м<sup>2</sup>;
- площа забудови — 1 730 м<sup>2</sup>;
- показник щільності забудови (відношення площі забудови до загальної площі ділянки) — 3,5%;
- площа озелених територій — 3 100 м<sup>2</sup>;
- коефіцієнт озеленення — 0,57;
- коефіцієнт використання території (включаючи забудову, дороги, тротуари та майданчики) — 0,411.

У цілому прийняті рішення генерального плану забезпечують раціональне використання території, належний рівень благоустрою та відповідають вимогам нормативних документів щодо проектування забудови.

## **1.2 Архітектурно-просторове та функціонально-планувальне вирішення будівлі**

Об'ємно-просторове рішення об'єкта сформовано з урахуванням функціонального призначення будівлі, конструктивної схеми, а також умов розташування в існуючій міській забудові. Прийняті рішення спрямовані на забезпечення ефективного використання внутрішнього простору, зручності експлуатації та відповідності сучасним вимогам до громадських будівель.

У проєкті передбачено застосування актуальних будівельних технологій, індустріальних конструктивних систем і матеріалів із належними екологічними та експлуатаційними характеристиками. Це дозволяє підвищити енергоефективність будівлі та забезпечити її довговічність.

Функціонально будівля поділяється на дві основні зони: адміністративно-побутову та спортивну. Між ними передбачено протипожежне розмежування за допомогою стіни з межею вогнестійкості, що відповідає I ступеню, із встановленням протипожежних дверей класу не нижче EI 60. Такий підхід забезпечує необхідний рівень пожежної безпеки та локалізацію можливих загорянь.

Адміністративна частина будівлі запроєктована як двоповерховий об'єм із висотою поверхів 3,6 м. Несучі та огорожувальні конструкції виконуються з цегляної кладки з додатковим утепленням мінераловатними плитами. Міжповерхові перекриття прийняті комбінованого типу — із використанням як збірних, так і монолітних елементів. Покриття будівлі — суміщене, з організованою системою внутрішнього водовідведення.

Планувальна структура адміністративної частини включає вхідну групу з вестибюлем, гардеробні приміщення, санітарно-побутові зони (душові та роздягальні), зали для підготовчих занять, універсальний спортивний зал, а також приміщення адміністративного та допоміжного призначення — конференц-зал, кабінети тренерського складу та медичний пункт. З другого поверху передбачено безпосередній зв'язок зі спортивною зоною, що забезпечує зручність спостереження за тренувальним процесом і проведенням змагань.

Спортивна частина будівлі вирішена у вигляді однопрольотного об'єму на основі металевих каркасів. Висота до низу несучих конструкцій становить 7,7 м, проліт — 24 м. Покриття виконано із застосуванням металевих ферм із подальшим влаштуванням аркового профільованого настилу з теплоізоляційним шаром із мінераловатних плит. Зовнішні огорожувальні конструкції передбачені зі сталевих сендвіч-панелей із теплоізоляційним наповнювачем типу PIR товщиною 150 мм, що забезпечує належні теплотехнічні показники.

Функціонально спортивний зал є універсальним і може використовуватися як для ігрових видів спорту, так і для силових тренувань, що підвищує ефективність використання площі будівлі.

Світлотехнічні рішення передбачають забезпечення всіх основних приміщень природним освітленням. Рівні природного та штучного освітлення відповідають чинним нормативним вимогам для громадських будівель. Світлопрозорі конструкції виконані з металопластикових профілів RENAУ із застосуванням енергоефективних склопакетів.

Вхідна група обладнується автоматичними розсувними дверима на базі систем GEZE, оснащеними комбінованими датчиками руху та інфрачервоними сенсорами. Конструкція дверей передбачає використання безпечного скла та інтеграцію із системами пожежної сигналізації. Додатково реалізується функція аварійного відкривання («антипаніка») та автономне закривання у разі відсутності електропостачання.

З метою забезпечення безбар'єрного доступу для маломобільних груп населення передбачено влаштування пандуса при головному вході до будівлі з параметрами, що відповідають нормативним вимогам.

Проектування об'єкта виконано із застосуванням програмного комплексу Autodesk Revit, що реалізує принципи інформаційного моделювання будівель (BIM). Використання даної технології дозволяє створювати узгоджену тривимірну модель об'єкта, автоматизувати процес підготовки креслень і специфікацій, а також забезпечити координацію між різними розділами проекту.

Завдяки застосуванню BIM-підходу досягається підвищення точності проектних рішень, зменшення кількості помилок та оптимізація процесу розробки документації на всіх стадіях — від концепції до випуску робочих креслень.

### **1.3 Конструктивно-архітектурна схема та інженерно-технічні рішення будівлі**

Конструктивна організація будівлі базується на поєднанні двох різних схем, що відповідають функціональному зонуванню об'єкта. Розділення на адміністративну та спортивну частини здійснюється за допомогою деформаційного шва, який забезпечує незалежну роботу окремих об'ємів при можливих температурних і осадкових деформаціях.

Адміністративний блок запроектовано за безкаркасною конструктивною схемою з несучими поздовжніми та поперечними стінами. Товщина основних стін становить 380 мм, матеріал — цегляна кладка. Просторова жорсткість такої системи досягається за рахунок спільної роботи вертикальних

елементів (стіни) та горизонтальних дисків (перекриття). Внутрішні стіни виконують не лише несучу функцію, а й використовуються для розміщення інженерних каналів (вентиляційних і димових), формування сходових клітин і підвищення рівня пожежної безпеки.

Спортивна частина вирішена за каркасною схемою, у якій основні навантаження сприймає металевий каркас, що складається з колон і ферм покриття. Огороджувальні конструкції при цьому виконують виключно захисну функцію і не беруть участі в роботі несучої системи. Для зменшення навантаження на каркас застосовано легкі стінові матеріали, що дозволяє оптимізувати витрати металу. Просторова жорсткість забезпечується системою горизонтальних і вертикальних зв'язків, а також прогонами у рівні покриття. Крок колон прийнято 3,5 м, що є раціональним з точки зору монтажу сендвіч-панелей і рівномірного розподілу навантажень.

#### Фундаменти

Для адміністративної частини прийнято стрічкові монолітні залізобетонні фундаменти, які слугують основою для несучих стін. У спортивному блоці використано стовпчасті монолітні фундаменти під окремі колони каркаса. Для спирання огороджувальних конструкцій передбачено фундаментні балки.

#### Зовнішні та внутрішні стіни

В адміністративній частині зовнішні та внутрішні стіни виконуються з керамічної цегли марки М100 на цементно-піщаному розчині. Внутрішні поверхні оштукатурюються, а зовнішні утеплюються мінераловатними плитами товщиною 150 мм із подальшим влаштуванням захисно-декоративного шару.

У спортивній частині застосовано самонесучі стіни із сендвіч-панелей із полімерним покриттям, які монтуються горизонтально та мають ефективні теплоізоляційні характеристики.

### Перегородки

Внутрішнє зонування адміністративного блоку виконується із застосуванням різних типів перегородок:

- газобетонні блоки АЕРОС товщиною 200 мм із армуванням;
- цегляні перегородки товщиною 120 мм із періодичним армуванням;
- каркасно-обшивні системи з гіпсокартонних листів за технологією Knauf із заповненням звукоізоляційним матеріалом.

Таке поєднання забезпечує необхідні показники міцності, звукоізоляції та гнучкість планувальних рішень.

### Перекрыття

Міжповерхові перекрыття в адміністративній частині виконуються зі збірних залізобетонних пустотних плит. В окремих зонах застосовано монолітні ділянки з ригелями, що дозволяє адаптувати конструкцію до складної конфігурації плану.

### Покриття

Покрівля будівлі має комбіновану структуру. В адміністративній частині застосовано суміщене покриття з внутрішнім водовідведенням. У спортивному блоці використано арочну систему на основі профільованого настилу (рис. 1.3.1) з утепленням мінераловатними плитами типу ТЕХНОРУФ, що забезпечує належний рівень теплоізоляції та довговічності.





Рисунок 1.3.1 - Арочний профнастил спортивного блоку Т45-30L-905

### Сходи та дверні конструкції

Сходові клітини сформовані зі збірних залізобетонних маршів і площадок. Передбачено металеві огорожі висотою 1,0 м для забезпечення безпеки користувачів. Дверні блоки — індивідуального виготовлення, із застосуванням дерев'яних та металевих конструкцій залежно від функціонального призначення приміщень.

### Вимощення

По периметру будівлі передбачено вимощення шириною 1,2 м з асфальтобетонного покриття по щебеневій основі. Ухил 3% забезпечує ефективне відведення поверхневих вод від фундаментів.

### Інженерне забезпечення

Будівля підключається до централізованих міських мереж електропостачання, водопостачання, каналізації та зв'язку. Водовідведення здійснюється через систему господарсько-побутової каналізації з підключенням до міського колектора.

Системи опалення, вентиляції та кондиціонування організовані з урахуванням функціонального призначення приміщень. У спортивній частині передбачено використання дахової кліматичної установки (руфтопу), розташованої на покрівлі адміністративного блоку. В адміністративних приміщеннях застосовано електричні конвектори, а в санітарно-побутових зонах — електричні рушникосушарки.

Для запобігання проникненню холодного повітря через входні двері встановлюються повітряно-теплові завіси. Вентиляція будівлі — припливно-витяжна, з поєднанням природного та механічного спонукання. Розрахунок

повітрообміну виконано з урахуванням тепловиділень, кратності обміну повітря та санітарних норм на одну особу.

Гаряче водопостачання забезпечується електричними водонагрівачами локального типу.

#### **1.4 Розрахунок теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій**

Оцінка теплозахисних властивостей огорожувальних елементів будівлі виконана для умов холодного періоду року відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2021. Розрахунок спрямований на визначення приведенного опору теплопередачі конструкцій та перевірку їх відповідності нормативним значенням енергоефективності.

Основною розрахунковою умовою є забезпечення нерівності:  $R_0 \geq R_{0,тр}$ , де  $R_0$  — фактичний опір теплопередачі конструкції,  $R_{0,тр}$  — нормативно встановлене мінімальне значення.

##### Вихідні параметри для розрахунку

Район будівництва — м. Харків, що належить до II кліматичної зони з показником градусо-днів опалювального періоду 3501. Кліматична зона характеризується як суха, а експлуатаційний режим приміщень прийнято нормальним. Умови роботи зовнішніх огорожень відповідають категорії А.

У проекті передбачено застосування сучасних теплоізоляційних матеріалів із різними зонами використання:

- для цокольної частини — екструдований пінополістирол ТЕХНОПЛЕКС товщиною 150 мм;
- для надземних стін — мінераловатні фасадні плити ТЕХНОФАС товщиною 150 мм;
- для покриття — мінераловатний утеплювач товщиною 200 мм;
- світлопрозорі конструкції — енергоефективні віконні системи з приведеним опором теплопередачі  $0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Нормативні значення опору теплопередачі відповідно до стандарту становлять:

- для зовнішніх стін — не менше 4,0 м<sup>2</sup>·К/Вт;
- для покриттів — не менше 7,0 м<sup>2</sup>·К/Вт;
- для вікон — не менше 0,9 м<sup>2</sup>·К/Вт;
- для дверей — не менше 0,7 м<sup>2</sup>·К/Вт.

#### Розрахунок зовнішньої стіни

Конструкція зовнішньої стіни включає кілька послідовно розташованих шарів (рис.1.4.1.):

- 1) внутрішній штукатурний шар;
- 2) несуча цегляна кладка;
- 3) теплоізоляційний шар із мінераловатних плит;
- 4) зовнішній захисно-оздоблювальний шар.

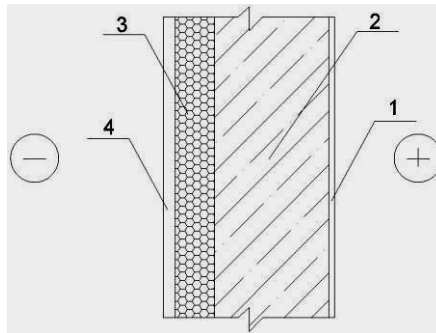


Рисунок 1.4.1 - Конструкція зовнішньої стіни

Опір теплопередачі визначається як сума термічних опорів окремих шарів із урахуванням опорів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь:

$$R_0 = 1/\alpha_{в} + \sum(\delta_i/\lambda_i) + 1/\alpha_{н}$$

де  $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ,  $\alpha_{н} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

Після підстановки значень товщин і коефіцієнтів теплопровідності матеріалів отримано:

$$R_0 \approx 4,52 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Отримане значення перевищує нормативне (4,0 м<sup>2</sup>·К/Вт), що свідчить про достатній рівень теплозахисту стінової конструкції та відповідність вимогам енергоефективності.

#### Розрахунок суміщеного покриття

Покриття адміністративної частини включає:

- 1) теплоізоляційний шар із мінераловатних плит;

- 2) залізобетонну плиту перекриття;
- 3) ухилоутворюючий шар із легкого бетону.

Аналогічно до попереднього випадку, розрахунок виконується шляхом сумування термічних опорів усіх шарів:

$$R_0 \approx 7,41 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Отриманий результат перевищує нормативне значення  $7,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , що підтверджує ефективність прийнятого конструктивного рішення покриття з точки зору зменшення тепловтрат.

На основі виконаного теплотехнічного розрахунку побудовано графік розподілу температур по товщині огорожувальної конструкції (рис.1.4.2). Розподіл температур має нелінійний характер у координатах товщини шарів, що обумовлено різними значеннями коефіцієнтів теплопровідності матеріалів.

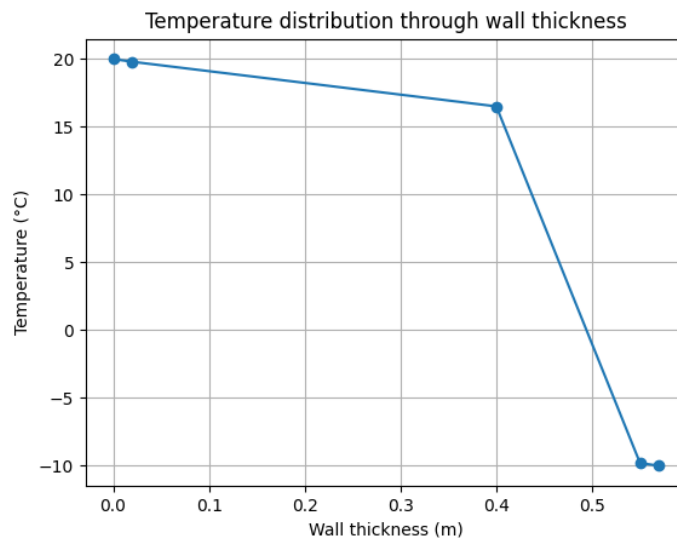


Рисунок 1.4.2 - Графік розподілу температур

Найбільший перепад температури спостерігається в шарі теплоізоляції, що пояснюється його низькою теплопровідністю. Це підтверджує ефективність використання мінераловатного утеплювача як основного теплозахисного елемента конструкції. У несучому шарі (цегляній кладці) температурний градієнт є значно меншим.

Отриманий характер температурного поля свідчить про правильне розташування теплоізоляційного шару з зовнішнього боку, що забезпечує зміщення точки роси в межі утеплювача та запобігає зволоженню несучої частини стіни.

#### Узагальнення результатів

Проведені розрахунки показують, що всі основні огорожувальні конструкції будівлі відповідають вимогам чинних нормативних документів щодо теплозахисту. Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів дозволяє:

- знизити експлуатаційні витрати на опалення;
- забезпечити стабільний мікроклімат у приміщеннях;
- підвищити загальний рівень енергоефективності будівлі.

Додатково слід зазначити, що прийняті конструктивні рішення створюють передумови для досягнення нормативних показників енергоспоживання та можуть бути адаптовані до більш жорстких вимог у разі впровадження енергоефективних сертифікаційних систем.

У межах архітектурно-будівельної частини було сформовано комплексне рішення будівлі з урахуванням функціональних, конструктивних та енергоефективних вимог. Прийняті об'ємно-планувальні рішення забезпечують раціональну організацію простору, зручність експлуатації та відповідність сучасним нормативним вимогам.

Конструктивна схема будівлі обґрунтована з позицій надійності, довговічності та технологічності зведення. Вибір матеріалів і конструкцій виконано з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика та кліматичних факторів району будівництва.

## **РОЗДІЛ II**

### **РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА**

#### **2.1 Розрахунок підземної частини будівлі спортивного комплексу**

##### **2.1.1 Вихідні дані**

Вихідною інформацією для розроблення проекту спортивного комплексу у місті Харкові слугувало завдання на проектування, надане викладачем профільної кафедри. У межах початкового етапу проектування одним із ключових завдань є обґрунтований вибір типу фундаментів, що забезпечують надійну та довговічну роботу будівлі в конкретних інженерно-геологічних умовах.

Прийняття конструктивного рішення щодо підземної частини будівлі здійснюється з урахуванням комплексу факторів, серед яких визначальними є фізико-механічні характеристики ґрунтів основи, рівень і режим ґрунтових вод, величина та характер навантажень від споруди, конструктивна схема будівлі, а також кліматичні умови району будівництва. Додатково враховується економічна доцільність та технологічність виконання робіт.

За результатами аналізу інженерно-геологічних умов будівельного майданчика встановлено, що ґрунти мають достатню несучу здатність та відносно однорідну структуру, що сприятливо впливає на роботу фундаментів і дозволяє уникнути значних нерівномірних осідань. Рівень ґрунтових вод не є критичним для прийнятих конструктивних рішень, а кліматичні умови району характеризуються помірною глибиною сезонного промерзання, що також враховано при призначенні глибини закладання фундаментів.

З огляду на те, що будівля спортивного комплексу має різні конструктивні схеми (безкаркасну в адміністративній частині та каркасну у спортивній), було прийнято диференційоване рішення щодо типів фундаментів. Для адміністративної частини будівлі обрано стрічкові монолітні залізобетонні

фундаменти, які забезпечують рівномірну передачу навантаження від несучих стін на основу. Для спортивної частини, що має каркасну схему з колонною системою, застосовано стовпчасті монолітні залізобетонні фундаменти під окремі опори, з улаштуванням фундаментних балок під огорожувальні конструкції.

Прийняте конструктивне рішення дозволяє раціонально розподілити навантаження, забезпечити просторову жорсткість і стійкість будівлі, а також оптимізувати витрати матеріалів і трудових ресурсів. Використання монолітного залізобетону забезпечує необхідну міцність, довговічність та надійність фундаментів у процесі експлуатації будівлі.

### **2.1.2 Геологічна будова та гідрогеологічні умови будівельного майданчика**

Таблиця 2.1.2.1- Геологічна будова будмайданчика

№ шару	Ґрунт	Номер свердловини та потужність шару, м			
		1	2	3	4
1	Просідаючий ґрунт	2,8	2,9	2,8	3,0
2	Пісок дрібний	3,8	3,9	3,7	3,5
3	Супісок	4,2	4,3	4,2	4,4
4	Суглинок	2,9	2,7	2,8	2,9
5	Глина	8,8	8,9	8,7	8,8
	Глибина залягання підземних вод	8,2	8,0	8,3	8,1
	Відмітка свердловини, м	199,9	199,65	199,25	198,7

Таблиця 2.1.2.2 Характеристики властивостей ґрунтів:

Найменування	Умов. Позн.	Один. виміру	Номер шару				
			1	2	3	4	5
Щільність	$\rho_{II}$	т/м <sup>3</sup>	1,7	2,00	1,98	2,02	2,06
Щільність часток	$\rho_s$	т/м <sup>3</sup>	2,72	2,66	2,69	2,75	2,70
Природна вологість	w		0,18	0,24	0,26	0,25	0,22
Вологість на межі текучості	w <sub>L</sub>		0,41		0,28	0,34	0,40
Вологість на межі розкочування	w <sub>p</sub>		0,26		0,22	0,2	0,20
Кут внутрішнього тертя	$\varphi_{II}$	град	19	31	20	18	15
Питоме зчеплення	c <sub>II</sub>	кПа	20	1	12	11	80
Модуль деформації	E	МПа	21	28	15	17	50
Відносне просідання при тиску p, МПа	$\varepsilon_{sl}$	p=0,1	0,007				
		p=0,2	0,027				
		p=0,3	0,034				

Кут внутрішнього тертя водонасиченого ґрунту  $\varphi_{II,sat} = 16$  град

Питоме зчеплення водонасиченого ґрунту  $c_{II,sat} = 5$  кПа

Модуль деформації водонасиченого ґрунту  $E_{sat} = 4$  Мпа

Вертикальна сила  $N = 1525$ кН

Момент  $M = 25,2$ кН · м

### 2.1.3. Оцінка інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

Для глинистих ґрунтів визначаємо наступні показники:

Число пластичності:  $I_p = w_L - w_p$ ,

де  $w_L$  – вологість на межі текучості;

$w_p$  – вологість на межі розкочування.

$$I_{p1} = 0,41 - 0,26 = 0,15 \text{ – суглинок}$$

$$I_{p3} = 0,28 - 0,22 = 0,06 \text{ – супісь}$$

$$I_{p4} = 0,34 - 0,2 = 0,14 \text{ – суглинок}$$

$$I_{p5} = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ – глина}$$

Показник текучості (консистенції)

$$I_L = \frac{w - w_p}{w_L - w_p}.$$

$$I_{L1} = \frac{0,18 - 0,26}{0,41 - 0,26} = -0,53 \text{ - суглинок твердий}$$

$$I_{L3} = \frac{0,26 - 0,22}{0,28 - 0,22} = 0,67 \text{ - супісь пластична}$$

$$I_{L4} = \frac{0,25 - 0,2}{0,34 - 0,2} = 0,36 \text{ - суглинок тугопластичний}$$

$$I_{L5} = \frac{0,22 - 0,2}{0,4 - 0,2} = 0,1 \text{ - глина напівтверда}$$

Для піщаних ґрунтів визначаємо наступні показники: Коефіцієнт пористості:

Коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\rho_s \cdot (1 + w)}{\rho} - 1.$$

$$e = \frac{2,66}{10} \cdot (1 + 0,24) - 1 = 0,65 \text{ - пісок мілкий середньої}$$

Ступінь вологості:

$$S_R = \frac{w \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w}$$

де  $\rho_w$  – щільність води

$$S_{R2} = \frac{0,24 \cdot 2,66}{0,65 \cdot 10} = 0,098 \text{ - низької вологості}$$

Таблиця 2.1.3.1 –Характеристика ґрунтових умов будівельного майданчика

№ шару	e	S <sub>r</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>	Характеристика ґрунтів
1	0,89		0,15	-0,53	Суглинок твердий
2	0,65	0,098			пісок мілкий, ср. щільності, маловологий
3			0,06	0,67	супісь пластична
4			0,14	0,36	суглинок тугопластичний
5			0,2	0,1	глина напівтверда

Питомий тиск від власної ваги сухого ґрунту

$$\sigma_{zg1} = 17 \cdot 2,8 = 47,6 \text{кПа}$$

Битовий тиск від замоченого ґрунту

Знаходимо щільність замоченого ґрунту:

$$S_r = 1$$

$$\rho_{sat} = \rho_d (1 + w_{sat}) = \frac{\rho}{1 + w} \left( 1 + \frac{S_{r,sat} \cdot e \cdot \rho_w}{\rho_s} \right) = \frac{1,7}{1 + 0,18} \left( 1 + \frac{1 \cdot 0,89}{2,72} \right) = 1,91 \text{т/м}^3$$

$$\sigma_{zg2} = 5,52 + 18,9 \cdot 5,8 = 115,14 \text{кПа}$$

Початковий просідаючий тиск

P	0,1	0,2	0,3
$\epsilon_{sl}$	0,007	0,027	0,034

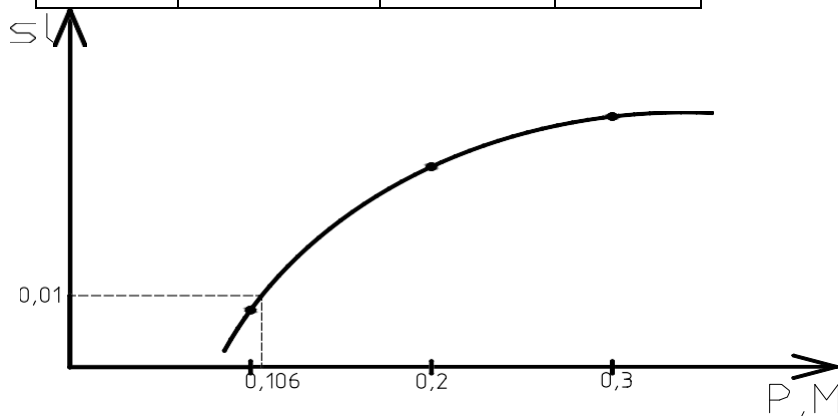


Рис.2.1.3.1 – Визначення початкового тиску просідання

$P_{sl}$  - тиск при якому відносна просадка  $E_{sl} = 0,01$

$$P_{sl} = 0,106 \text{ МПа} = 106 \text{ кПа}$$

$$P_{sl} = 106 \text{ кПа} \leq \sigma_{zg,2,sat} = 128,1 \text{ кПа}$$

### Визначимо границю просідної товщі

Так як початковий просідний тиск більше напруг від власної ваги ґрунту

$$p_{sl} > \sigma_{zg}$$

в межах всієї просідаючої товщі, то ґрунт до I-го типу просадочності.

#### 2.1.4 Вибір глибини закладання фундаментів

Виходячи з геологічних умов майданчика (рис.2.1.4.1) приймаємо глибину закладання 3м.

#### 2.1.5 Визначення розмірів підшви фундаменту

Фундамент проектуємо залізобетонний жорсткий.

Приблизне співвідношення розмірів підшви фундаменту приймемо

$\eta = l/b = 1$ , тоді ширина підшви фундаменту, м:

$$b = \sqrt{\frac{N \cdot 1000}{\eta \cdot (R - \gamma \cdot d - q)}}$$

# Інженерно-геологічний розріз

Масштаб горизонтальний 1:1000  
вертикальний 1:100

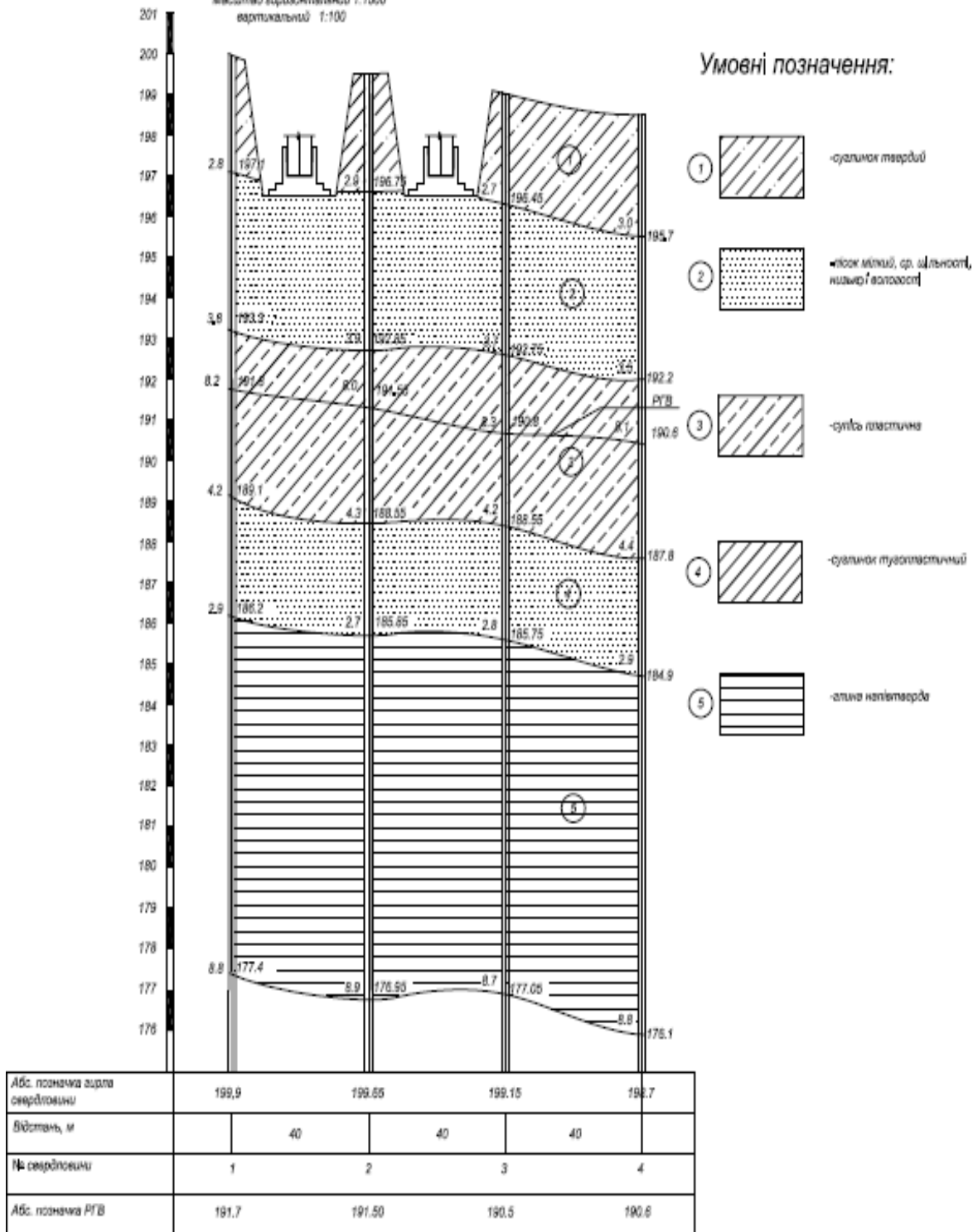


Рис. 2.1.4.1 - Геологічні умови майданчика

де  $N$  – навантаження, МН (беремо більше значення з двох сполучень),  
 $\gamma_{\text{мт}}$  – середня вага фундаменту та ґрунту на його обрізах, приймається 20 кН/м<sup>3</sup>,

$d$  – глибина закладення, м;

$b$  та  $l$  – ширина та довжина подошви фундаменту;

$q$  – навантаження на підлогу, для промбудинку 20 кН/м<sup>2</sup>.

$R$  – розрахунковий опір ґрунту на глибині закладення  $d$ , кПа.

Прийmemo  $R_0 = 400 \text{ кПа}$

Знаходимо  $b_0$  за формулою з урахуванням  $R_0$ .

$$b = \sqrt[1]{\frac{1,525 \cdot 1000}{(400 - 20 \cdot 3 - 20)}} = 2,18 = 2,5 \text{ м}$$

$$N = 1,525$$

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot \left[ M \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_z + M_{\text{II}} \cdot d_q \cdot \gamma'_1 + (M - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_b + M \cdot c_{\text{II}} \right]$$

де  $\gamma_{c1}, \gamma_{c2}$  – коефіцієнти умовної роботи,

$k = k_z = 1$  – розрахункові коефіцієнти;

$d_b$  – глибина підвалу,

$\gamma'$  – осереднє розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають

$$\text{нижче подошви фундаменту, кН/м}^3; \gamma' = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i};$$

$\gamma'$  – осереднє розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають

$$\text{вище подошви фундаменту, кН/м}^3; \gamma'_{\text{II}} = 10 \cdot \frac{\rho_1 \cdot d}{d}$$

Для  $\varphi_2$  знаходимо  $M_\gamma, M_q, M_c$

$$\gamma = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i} = \frac{2,8 \cdot 17 + 128,7 + 211,86 + 451,72}{2,8 + 3,8 + 4,2 + 2,9 + 8,8} = 37,06 \text{ кН/м}^3$$

$$8,8 = 22,5$$

$$\gamma'_{II} = 10 \cdot 1.7 = 17 \text{кН/м}^3$$

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,1}{1} \cdot [0,36 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot 37,06 + 2,43 \cdot 3 \cdot 17 + (2,43 - 1) \cdot 2,2 \cdot 17 + 4,99 \cdot 20] = 427,03 \text{кПа}$$

$$b_1 = \sqrt{\frac{1,525 \cdot 1000}{1 \cdot (427,03 - 20 \cdot 3 - 20)}} = 2,1 \text{м} = 2,5 \text{м}$$

$$R_1 - R_0 < 0.1 R_0,$$

$$427 - 400 < 0.1 \cdot 400, \text{ приймаємо } R_1 - R_0 < 0.1 R_0$$

$$b_1 - b_0 < 0.1 b, \text{ приймаємо } b = b_1$$

$$l = b_1 = 2,5 \text{м}$$

Перевірка крайових напружень, кПа:

$$p_{\max} = \frac{N}{b \cdot l} + \gamma'_{II} \cdot d + \frac{M}{W} \leq 1,2 R,$$

$$p_{\max} = \frac{1525}{2,5 \cdot 2,5} + 20 \cdot 3 + \frac{25,2}{2,6} = 313,69 \leq 1,2 R = 305,86 \cdot 1,2 = 367,032$$

$$p_{\min} = \frac{N}{b \cdot l} + \gamma'_{II} \cdot d + q - \frac{M}{W} \geq 0,$$

$$p_{\min} = \frac{1525}{2,5 \cdot 2,5} + 20 \cdot 3 - \frac{25,2}{2,6} = 294,3 > 0$$

$$\text{Где } W = \frac{b \cdot l^2}{6} = \frac{2,5 \cdot 2,5^2}{6} = 2,6$$

$$p_{\text{cp}} = \frac{N}{b \cdot l} + \gamma'_{II} \cdot d \leq R.$$

$$p_{\text{cp}} = \frac{1525}{2,5 \cdot 2,5} + 40 = 284 \leq R = 305,86 \text{кПа}$$

## 2.1.5 Визначення осідання фундаменту методом пошарового підсумовування

Умовою прийнятності даного методу є дотримання вимоги: середній тиск під подошвою фундаменту  $p_{\text{cp}}$  не повинен перевищувати розрахункового опору  $R$ .

1) Середній тиск під подошвою фундаменту  $p_{\text{cp}}$  вже відомий.

2) Визначаємо напругу від власної ваги ґрунту на рівні підосви фундаменту, кПа:

$$\sigma_{g_0} = 10 \cdot \rho \cdot d = 10(\rho_1 \cdot h_1 + \rho_2 \cdot (d - h_1)).$$

$$\sigma_{g_0} = 10(1,7 \cdot 2,8 + 2 \cdot (3 - 2,9)) = 49,6 \text{ кПа}$$

Ґрунтову товщу під фундаментом ділимо на елементарні шари товщиною  $h$ , але не більше 1 м:  $h \leq 0,4b$ .

$$h = 0,4 \cdot 2,5 = 1$$

Відстань від підосви фундаменту до кожного з елементарних шарів

$$z_i = n \cdot h, \text{ де } n = 1, 2, 3 \text{ і т.д.}$$

3) Будуємо епюру додаткових напруг від зовнішнього навантаження на глибині  $z$ , де  $p$  – середній тиск під підосвою фундаменту,  $\alpha$  – коефіцієнт

$$\zeta = \frac{2 \cdot z}{b}$$

загасання напруг в залежності від відносної глибини  $b$  і співвідношення

сторін фундаменту  $\eta = l/b$ . Коефіцієнт  $\alpha$  визначається за таблицею

Б.6, дод. Б. Якщо необхідно, то коефіцієнт  $\alpha$  визначаємо з

урахуванням інтерполяції між значеннями для  $\eta_1$  і  $\eta_2$ .

4) Нижню межу стисливої товщі основи приймаємо на глибині  $z = H_c$ , де

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i$$

виконується умова  $\sigma_{zp} = k \sigma_{zg}$ , где  $k = 0, 2, i=1$ .

5) Будуємо епюру вертикальних напружень від власної ваги ґрунту, знятого в котловані до рівня підосви фундаменту, на

$$\text{глибині } z: \sigma_{z\gamma} = \alpha_k \cdot \sigma'_{zg,0},$$

де  $\alpha_k$  знаходиться за таблицею Б.6 і залежить від співвідношень  $\frac{2 \cdot z}{B_k}$  та  $\eta =$

$l/b$ , де  $B_k$  – ширина котловану;

$\sigma'_{zg,0}$  – вертикальне напруження від власної ваги ґрунту, вийнятого з

котловану на рівні підосви фундаменту і рівне  $\sigma'_{zg,0} = \gamma_{гп} \cdot d_n$ , де

$d_n$  – глибина закладення фундаменту щодо рівня природного рельєфу.

Визначаємо загальну осадку як суму осадок окремих елементарних шарів за формулою, м:

$$s = p * B / E$$

де  $\beta$  – безрозмірний коефіцієнт, що дорівнює 0,8;

$E_i$  – модуль деформації  $i$ -го шару ґрунту за гілкою первинного завантаження, кПа,

$E_{e,i}$  – модуль деформації  $i$ -го шару ґрунту за гілкою вторинного завантаження (модуль пружності), у разі відсутності даних

можна прийняти  $E_{e,i} = 5E_i$ , кПа;

$h_i = h$  – товщина елементарного шару, м;

$n$  – кількість шарів в межах стислої товщі  $H_c$ .

Порівнюємо отриману осадку з гранично допустимою за нормами, яка у даному разі складає 10 см:

$$S \leq S_u.$$

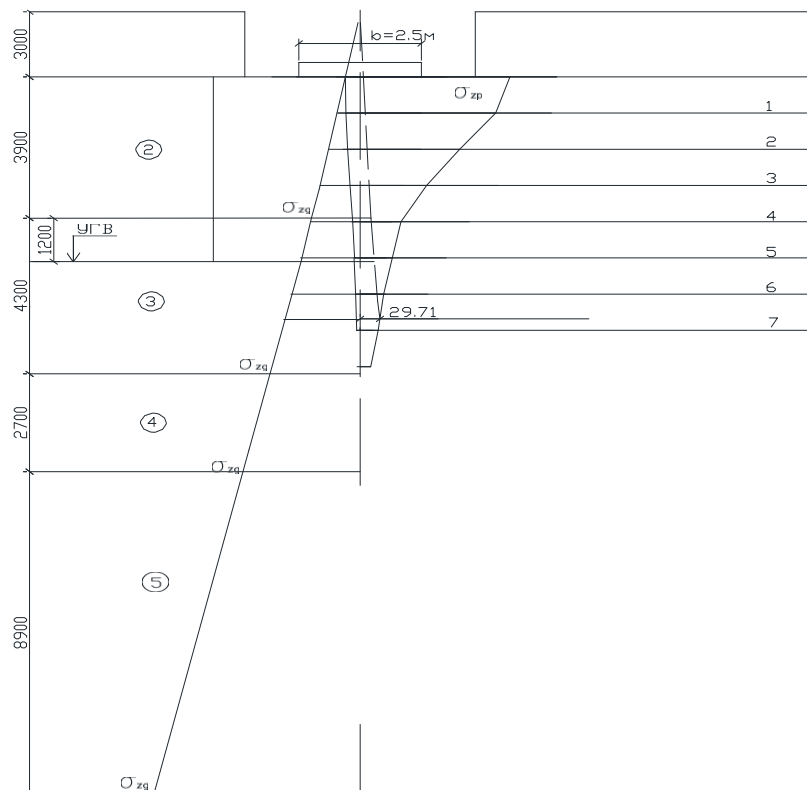


Рисунок 2.1.5.1 – Схема осадки фундаменту

№ слоя	грунт	h, м	z, м	$\zeta=2 \cdot z/b$	$\alpha$	$\sigma_{zp}=\alpha \cdot p$ кПа	$\sigma_{zp,cp}$	$\zeta_k=2 \cdot z/B_k$	$\alpha_k$	$\sigma_{z\gamma}=\alpha \cdot \sigma'_{zg}$ кПа	$\sigma_{z\gamma,cp}$	Ei, кПа	$0.8(\sigma_{zpi,cp}-\sigma_{z\gamma i,cp}) \cdot h_i E_i$	$\sum s_i, м$
2	Пісок мілкий	3,8	0	0	1	305,9	275,274	0	1	79,8	76,5681	28000	0,005677311	0,01472344
			1	0,80	0,8	244,7	191,0096	0,57	0,919	73,3	61,2066	28000	0,003708656	
			2	1,60	0,449	137,3	107,9686	1,14	0,615	49,1	44,4885	28000	0,001813717	
			3	2,40	0,257	78,6	63,77181	1,71	0,5	39,9	33,4362	28000	0,000866732	
			4	3,20	0,16	48,9	40,98524	2,29	0,338	27,0	23,5809	15000	0,000928231	
3	супісок	4,3	5	4,00	0,108	33,0	28,29205	2,86	0,253	20,2	17,6358	15000	0,000568333	
			6	4,80	0,077	23,6	20,64555	3,43	0,189	15,1	13,3266	15000	0,000390344	
			7	5,60	0,058	17,7	15,75179	4,00	0,145	11,6	10,374	15000	0,000286815	
			8	6,40	0,045	13,8	12,38733	4,57	0,115	9,2	8,2992	15000	0,000218034	
4	суглинок	2,7	9	7,20	0,036	11,0	9,94045	5,14	0,093	7,4	6,783	17000	0,000148586	
			10	8,00	0,029	8,9	8,10529	5,71	0,077	6,1	5,6259	17000	0,000116677	
			11	8,80	0,024	7,3	6,72892	6,29	0,064	5,1	4,7082	50000	3,23315E-05	
5	глина	8,9	12	9,60	0,02	6,1	5,65841	6,86	0,054	4,3				
			13	10,40	0,017	5,2	4,89376							
			14	11,20	0,015	4,6	4,28204							
			15	12,00	0,013	4,0								

## 2.1.6 Конструювання фундаменту

### СХЕМА МОНОЛІТНОГО СТРІЧКОВОГО ФУНДАМЕНТУ (У РОЗРІЗІ)

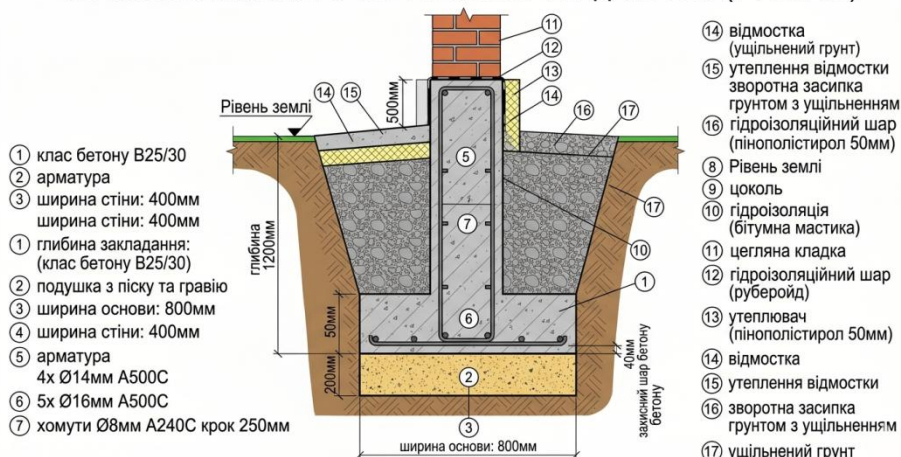


Рисунок 2.1.6.1 – Стрічковий фундамент

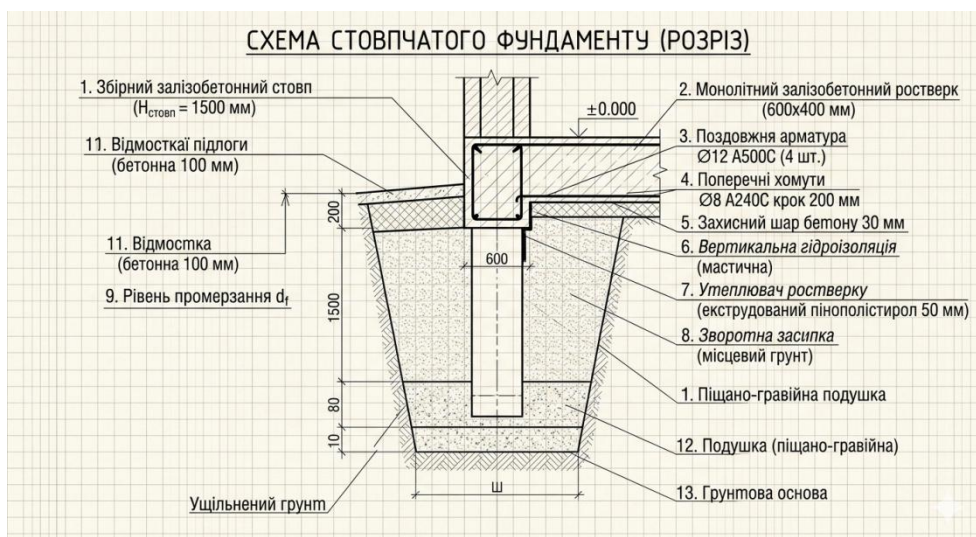


Рисунок 2.1.6.2 – Стовпчатий фундамент

### Розрахунок фундаменту на продавлювання

Основна умова

$$F \leq f_{ctd} \cdot b_m \cdot h_0,$$

де  $F$  – розрахункова продавлююча сила;

$f_{ctd}$  – розрахункове значення міцності бетону на осьове розтягнення;

$b_m$  – середній розмір грані, що перевіряється;

$h_0$  – робоча висота перерізу, для якої проводиться розрахунок.

Фундамент з розвиненим підколонником.

Для нижнього уступу. Продавлююча сила дорівнює:

$$F_{\text{пр}} = A_n p'_{\text{max}},$$

при цьому  $p'_{\text{max}} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{1525}{2,5 \cdot 2,5} + \frac{25,2}{2,6} = 253,7 \text{ кПа}$

де  $N^p$ ,  $M^p$  – розрахункові значення поздовжньої сили і моменту відповідно.

Визначаємо середній розмір грані, що перевіряється, м:

$$A = N / R$$

Площа, з якої збирається навантаження для визначення сили продавлювання (площа продавлювання),  $\text{м}^2$ :  $A_s = 0,205$

Порівнюємо:

$$A_1 p'_{\text{max}} = 0,205 \cdot 253,7 = 52 \leq R_{\text{bt}} u_{\text{m1}} h_{01} = 750 \cdot 2,065 \cdot 0,265 = 410,4$$

Тут  $c_1$ ,  $c_2$  – консольний виліт фундаментної плити 1-ого і 2-ого уступу відповідно зі сторони l;  $c'_1$ ,  $c'_2$  – консольний виліт фундаментної плити 1-ого і 2-ого уступу відповідно зі сторони b.

### 2.1.7 Армування фундаменту

Армування всього фундаменту і його окремих частин проводиться згідно з вимогами ДБН В.2.6-98: 2009

Армування здійснюється за результатами розрахунку нормальних перерізів на дію згинального моменту, у першого уступу.

Необхідна площа арматури визначається:

$$A_s = M / (R_s \cdot z)$$

Приймаємо:  $R_s = 355 \text{ МПа}$ .

Армування прийнято у вигляді сіток  $\text{Ø}12 \text{ мм}$  з кроком  $200 \text{ мм}$ .

Необхідна кількість стержнів:

$$m = \frac{b}{S} + 1 = \frac{2,5}{0,2} + 1 = 13 \text{ (шт.)}$$

де  $S$  – крок арматури.

Остаточо приймаємо  $13 \text{ Ø}12 \text{ А}400\text{С}$  з кроком  $200 \text{ мм}$ .

## 2.2 Розрахунок надземної частини будівлі спортивного комплексу

Розрахунок несучих конструкцій виконано із застосуванням програмного комплексу ЛІРА-САПР 2022, що забезпечує моделювання просторової роботи елементів та отримання достовірних інженерних результатів.

Процес розрахунку ферми реалізовано поетапно. На початковій стадії сформовано розрахункову модель конструкції з урахуванням її геометричних параметрів. Далі для кожного елемента задано фізико-механічні та жорсткісні характеристики відповідно до прийнятих матеріалів і перерізів. Після цього визначено граничні умови, які відображають реальні умови закріплення та взаємодії конструкції з опорами.

Наступним етапом виконано задання розрахункових навантажень, включаючи постійні та тимчасові впливи. На основі сформованої моделі проведено статичний аналіз ферми з визначенням внутрішніх зусиль, переміщень та напружено-деформованого стану. Завершальним кроком став аналіз отриманих результатів з метою перевірки працездатності конструкції та прийняття подальших проектних рішень.

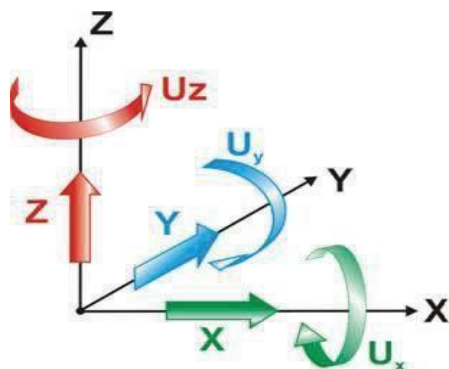


Рисунок 2.2.1 - Правила знаків переміщень ЛІРА САПР

У розрахунковій моделі прийнято покрівельну (кроквяну) ферму з розрахунковим прольотом 24 м, виконану із парних гарячекатаних сталевих кутників. Зазначена ферма входить до складу несучої системи покриття будівлі та працює як основний елемент, що сприймає навантаження від власної ваги конструкцій, покрівлі та експлуатаційних впливів. Прийнята



### 2.2.1 Збір навантажень

Розрахунок навантажень, що діють на ферму покриття, виконано відповідно до чинних нормативних вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи». Прийнятий розрахунковий термін експлуатації будівлі становить 50 років, у зв'язку з чим коефіцієнт надійності за граничним значенням навантаження приймається  $\gamma_{fm} = 1,0$  згідно з табличними даними нормативу.

Для конструкцій із класом наслідків СС2 враховано коефіцієнти надійності за відповідальністю:  $\gamma_n = 1,1$  для основних розрахункових ситуацій та  $\gamma_n = 0,975$  — для особливих випадків, що відповідає встановленій категорії відповідальності будівлі.

До тимчасових навантажень, що враховуються при розрахунку, належить снігове навантаження на покриття. Розрахункове значення цього навантаження визначається за залежністю:

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot \mu \cdot S_0$$

де

$\gamma_{fm}$  - коефіцієнт надійності за навантаженням;

$S_0$  - характеристичне значення снігового навантаження для району будівництва (м. Харків), яке приймається рівним 1,38 кПа згідно з додатком Е нормативного документа;

$\mu$  - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до навантаження на покрівлю.

З урахуванням незначного ухилу покрівлі ( $\alpha = 5^\circ$ , що менше або дорівнює  $25^\circ$ ) коефіцієнт  $\mu$  приймається рівним 1,0.

Розрахункове значення снігового навантаження формується з урахуванням кліматичних характеристик району будівництва та геометричних параметрів покриття.

Коефіцієнт переходу снігового навантаження на покрівлю визначається з урахуванням умов експлуатації та географічних факторів і обчислюється за залежністю:

$$C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt}, \text{ при } \alpha \leq 25^\circ,$$

де  $\mu$  - коефіцієнт, що враховує форму та ухил покрівлі;

$C_e$  - коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покриття (приймається  $C_e = 1$ );

$C_{alt}$  - коефіцієнт, що враховує вплив висоти місцевості над рівнем моря (приймається  $C_{alt} = 1$ );

$\alpha$  - кут нахилу покрівлі.

З урахуванням прийнятих параметрів коефіцієнт  $C$  дорівнює 1.

Експлуатаційне (квазіпостійне) значення снігового навантаження визначається за формулою:

$$S_e = \gamma_{fe} \cdot S_0 \cdot C,$$

де  $\gamma_{fe}$  — коефіцієнт надійності для експлуатаційного значення навантаження;

$S_0$  — характеристичне значення снігового навантаження.

Граничне (розрахункове) значення снігового навантаження на покрівлю визначається за формулою:

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C$$

Підставляючи значення, отримуємо:

$$S_m = 1,0 \cdot 1,38 \cdot 1 = 1,38 \text{ кПа}$$

Експлуатаційне значення становить:

$$S_e = 0,49 \cdot 1,38 \cdot 1 = 0,676 \text{ кПа}$$

Отже, отримані значення снігового навантаження враховують як граничні, так і експлуатаційні стани та можуть бути використані для подальшого розрахунку конструкцій покриття.

#### Навантаження на 1 м.п. ферми

Матеріали	Навантаження кг/м.кв	Коеф. надійності $\gamma_1$	Розрахункове навантаження, кг/м.кв
1. Арочний профлист та утеплювач товщиною 250мм	150	1,1	165
2. Прогоні, та в'язи	110	1,05	115,5
3. Ветіляційне обладнання (довготривале)	40	1,3	52
Повне навантаження, постійне Та довготривале	300		332,5

## 2.2.2 Розрахунок в ПК ЛІРА

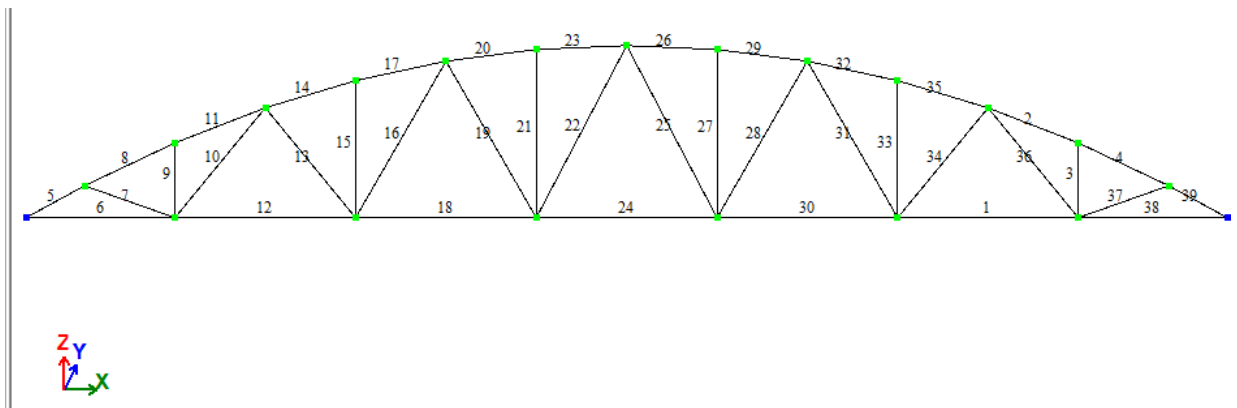
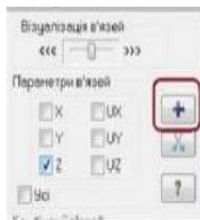
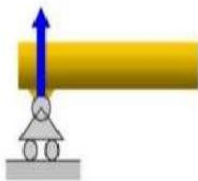


Рисунок 2.2.2.1 - Номера елементів

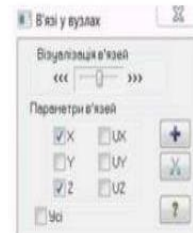
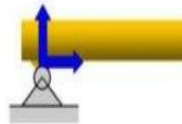
Задаємо у вузлах напрямки, за якими забороняються переміщення вузлів (X, Z, UY – для зацмлення, X, Z – для шарнірно нерухомих опор, Z – для шарнірно рухомих опор).

Приймаємо шарнірно нерухоому опору та шарнірно рухоому.

Шарнірно-рухома опора



Шарнірно-нерухома опора

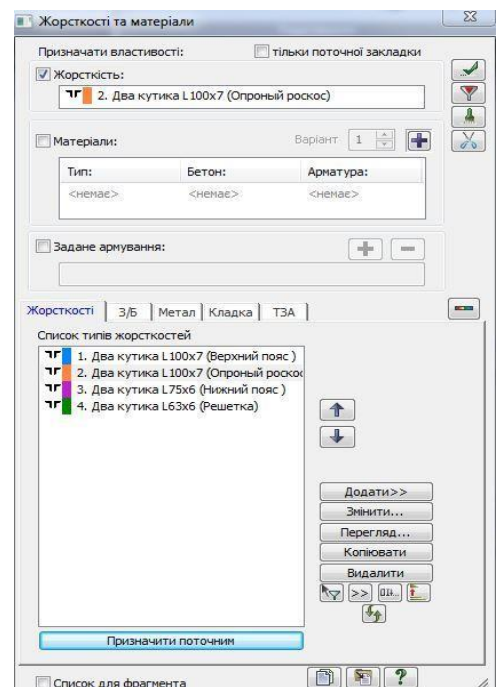


Задаємо три навантаження:

1. Власна вага (розраховується автоматично в ПК Ліра)
2. Постійне: покриття та вент. Обладнання
3. Снігове навантаження.

Задаємо жорсткість та матеріал

елементів: Верхній пояс – два кутики 100x100x7 сталь С245 Нижній пояс – два кутики 75x75x6 сталь С245 Розкоси решітки – два кутики 63x63x6 сталь С245 Сійки решітки – два кутики 63x63x6 сталь С245 Опорний розкіс– два кутики 63x63x6 сталь С245.



Проводимо розрахунок ферми по розрахунковим сполученням зусиль (РСЗ).

Таблиця 2.2.2.1 – Розрахункові РСЗ

ЕЛЕМ	НП	КРТ	СТ	КС	Г	N, т	МУ, т*м	QZ, т	ЗАВАНТАЖЕННЯ
1	1	1	1		A1	25.560	0	.02611	1...3
1	1	13	1		A1	7.9638	0	.02611	1 2
1	2	1	1		A1	25.560	0	-.02611	1...3
1	2	14	1		A1	7.9638	0	-.02611	1 2
2	1	2	1		A1	-27.403	0	.29112	1...3
2	1	13	1		A1	-8.4673	0	.29112	1 2
2	2	2	1		A1	-27.628	0	-.29112	1...3
2	2	14	1		A1	-8.6925	0	-.29112	1 2
3	1	1	1		A1	.05704	0	0	1...3
3	2	1	1		A1	.07494	0	0	1...3
4	1	2	1		A1	-28.249	0	.29112	1...3
4	1	13	1		A1	-8.7140	0	.29112	1 2
4	2	2	1		A1	-28.525	0	-.29112	1...3
4	2	14	1		A1	-8.9893	0	-.29112	1 2
5	1	2	1		A1	-29.622	0	.18922	1...3
5	1	13	1		A1	-9.2022	0	.18922	1 2
5	2	2	1		A1	-29.417	0	-.18922	1...3
5	2	14	1		A1	-8.9966	0	-.18922	1 2
6	1	1	1		A1	25.937	0	.02154	1...3
6	1	13	1		A1	7.9952	0	.02154	1 2
6	2	1	1		A1	25.937	0	-.02154	1...3
6	2	14	1		A1	7.9952	0	-.02154	1 2
7	1	1	1		A1	.01498	0	.02044	1 2
7	1	2	1		A1	-.28271	0	.02044	1...3
7	2	1	1		A1	.00053	0	-.02044	1 2
7	2	2	1		A1	-.29715	0	-.02044	1...3
8	1	2	1		A1	-28.525	0	.29112	1...3
8	1	13	1		A1	-8.9893	0	.29112	1 2
8	2	2	1		A1	-28.249	0	-.29112	1...3
8	2	14	1		A1	-8.7140	0	-.29112	1 2
9	1	1	1		A1	.05698	0	0	1...3
9	2	1	1		A1	.07489	0	0	1...3
10	1	1	1		A1	.15010	0	.01083	1...3
10	1	13	1		A1	.04779	0	.01083	1 2
10	2	1	1		A1	.17638	0	-.01083	1...3
10	2	14	1		A1	.07407	0	-.01083	1 2
11	1	2	1		A1	-27.628	0	.29112	1...3
11	1	13	1		A1	-8.6925	0	.29112	1 2
11	2	2	1		A1	-27.403	0	-.29112	1...3
11	2	14	1		A1	-8.4673	0	-.29112	1 2
12	1	1	1		A1	25.560	0	.02611	1...3
12	1	13	1		A1	7.9638	0	.02611	1 2
12	2	1	1		A1	25.560	0	-.02611	1...3
12	2	14	1		A1	7.9638	0	-.02611	1 2
13	1	1	1		A1	.01488	0	.01083	1 2
13	1	2	1		A1	-.02938	0	.01083	1...3
13	2	2	1		A1	-.05567	0	-.01083	1...3
13	2	14	1		A1	-.01139	0	-.01083	1 2

ЕЛЕМ	НП	КРТ	СТ	КС	Г	Н, Т	МУ, т*м	QZ, т	ЗАВАНТАЖЕННЯ
14	1	2	1		A1	-26.751	0	.29112	1...3
14	1	13	1		A1	-8.4049	0	.29112	1 2
14	2	2	1		A1	-26.575	0	-.29112	1...3
14	2	14	1		A1	-8.2298	0	-.29112	1 2
15	1	1	1		A1	.06315	0	0	1...3
15	2	1	1		A1	.09595	0	0	1...3
16	1	1	1		A1	.05123	0	.01083	1...3
16	1	13	1		A1	.02581	0	.01083	1 2
16	2	1	1		A1	.08869	0	-.01083	1...3
16	2	14	1		A1	.06327	0	-.01083	1 2
17	1	2	1		A1	-26.177	0	.29112	1...3
17	1	13	1		A1	-8.2089	0	.29112	1 2
17	2	2	1		A1	-26.052	0	-.29112	1...3
17	2	14	1		A1	-8.0839	0	-.29112	1 2
18	1	1	1		A1	25.498	0	.02610	1...3
18	1	13	1		A1	7.9426	0	.02610	1 2
18	2	1	1		A1	25.498	0	-.02610	1...3
18	2	14	1		A1	7.9426	0	-.02610	1 2
19	1	1	1		A1	.03193	0	.01083	1 2
19	2	2	1		A1	-.02152	0	-.01083	1...3
19	2	14	1		A1	-.00552	0	-.01083	1 2
20	1	2	1		A1	-25.745	0	.29112	1...3
20	1	13	1		A1	-8.0526	0	.29112	1 2
20	2	2	1		A1	-25.670	0	-.29112	1...3
20	2	14	1		A1	-7.9775	0	-.29112	1 2
21	1	1	1		A1	.06944	0	0	1...3
21	2	1	1		A1	.10969	0	0	1...3
22	1	1	1		A1	.01343	0	.01083	1...3
22	1	13	1		A1	.00953	0	.01083	1 2
22	2	1	1		A1	.05461	0	-.01083	1...3
22	2	14	1		A1	.05071	0	-.01083	1 2
23	1	2	1		A1	-25.533	0	.29112	1...3
23	1	13	1		A1	-7.9690	0	.29112	1 2
23	2	2	1		A1	-25.508	0	-.29112	1...3
23	2	14	1		A1	-7.9440	0	-.29112	1 2
24	1	1	1		A1	25.481	0	.02610	1...3
24	1	13	1		A1	7.9352	0	.02610	1 2
24	2	1	1		A1	25.481	0	-.02610	1...3
24	2	14	1		A1	7.9352	0	-.02610	1 2
25	1	1	1		A1	.05461	0	.01083	1...3
25	1	13	1		A1	.05071	0	.01083	1 2
25	2	1	1		A1	.01343	0	-.01083	1...3
25	2	14	1		A1	.00953	0	-.01083	1 2
26	1	2	1		A1	-25.508	0	.29112	1...3
26	1	13	1		A1	-7.9440	0	.29112	1 2
26	2	2	1		A1	-25.533	0	-.29112	1...3
26	2	14	1		A1	-7.9690	0	-.29112	1 2
27	1	1	1		A1	.06944	0	0	1...3

ЕЛЕМ	НП	КРТ	СТ	КС	Г	N, T	МУ, T*M	QZ, T	ЗАВАНТАЖЕННЯ
26	2	14	1		A1	-7.9690	0	-.29112	1 2
27	1	1	1		A1	.06944	0	0	1...3
27	2	1	1		A1	.10969	0	0	1...3
28	1	2	1		A1	-.02153	0	.01083	1...3
28	1	13	1		A1	-.00552	0	.01083	1 2
28	2	1	1		A1	.03193	0	-.01083	1 2
29	1	2	1		A1	-25.670	0	.29112	1...3
29	1	13	1		A1	-7.9775	0	.29112	1 2
29	2	2	1		A1	-25.745	0	-.29112	1...3
29	2	14	1		A1	-8.0526	0	-.29112	1 2
30	1	1	1		A1	25.498	0	.02610	1...3
30	1	13	1		A1	7.9426	0	.02610	1 2
30	2	1	1		A1	25.498	0	-.02610	1...3
30	2	14	1		A1	7.9426	0	-.02610	1 2
31	1	1	1		A1	.08869	0	.01083	1...3
31	1	13	1		A1	.06327	0	.01083	1 2
31	2	1	1		A1	.05123	0	-.01083	1...3
31	2	14	1		A1	.02581	0	-.01083	1 2
32	1	2	1		A1	-26.052	0	.29112	1...3
32	1	13	1		A1	-8.0839	0	.29112	1 2
32	2	2	1		A1	-26.177	0	-.29112	1...3
32	2	14	1		A1	-8.2089	0	-.29112	1 2
33	1	1	1		A1	.06319	0	0	1...3
33	2	1	1		A1	.09599	0	0	1...3
34	1	2	1		A1	-.05573	0	.01083	1...3
34	1	13	1		A1	-.01141	0	.01083	1 2
34	2	1	1		A1	.01486	0	-.01083	1 2
34	2	2	1		A1	-.02944	0	-.01083	1...3
35	1	2	1		A1	-26.575	0	.29112	1...3
35	1	13	1		A1	-8.2298	0	.29112	1 2
35	2	2	1		A1	-26.751	0	-.29112	1...3
35	2	14	1		A1	-8.4049	0	-.29112	1 2
36	1	1	1		A1	.17631	0	.01083	1...3
36	1	13	1		A1	.07405	0	.01083	1 2
36	2	1	1		A1	.15003	0	-.01083	1...3
36	2	14	1		A1	.04777	0	-.01083	1 2
37	1	1	1		A1	.00053	0	.02044	1 2
37	1	2	1		A1	-.29715	0	.02044	1...3
37	2	1	1		A1	.01498	0	-.02044	1 2
37	2	2	1		A1	-.28271	0	-.02044	1...3
38	1	1	1		A1	25.937	0	.02154	1...3
38	1	13	1		A1	7.9952	0	.02154	1 2
38	2	1	1		A1	25.937	0	-.02154	1...3
38	2	14	1		A1	7.9952	0	-.02154	1 2
39	1	2	1		A1	-29.417	0	.18922	1...3
39	1	13	1		A1	-8.9966	0	.18922	1 2
39	2	2	1		A1	-29.622	0	-.18922	1...3
39	2	14	1		A1	-9.2022	0	-.18922	1 2

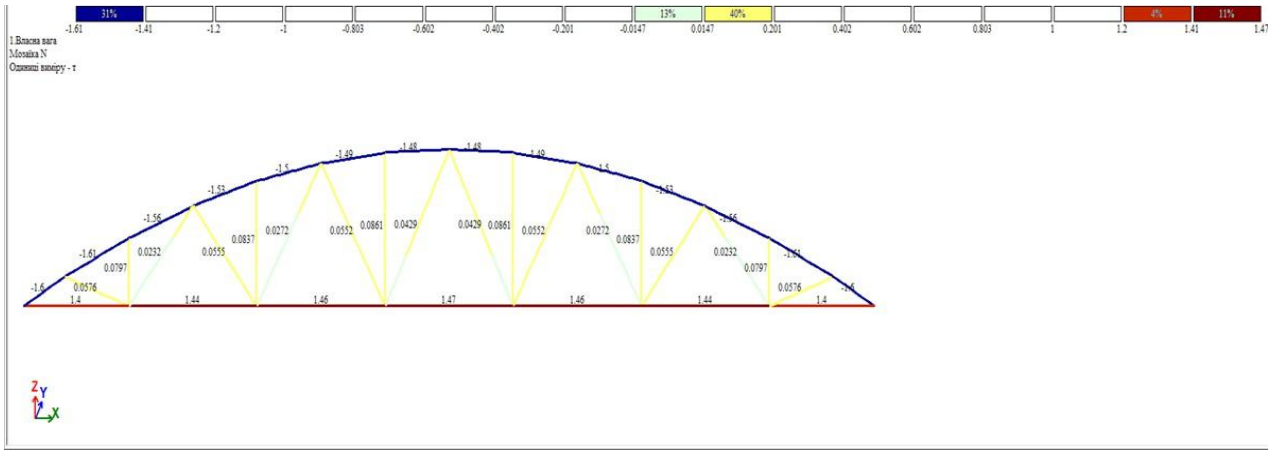


Рисунок 2.2.2.2 – Розрахунок кутів

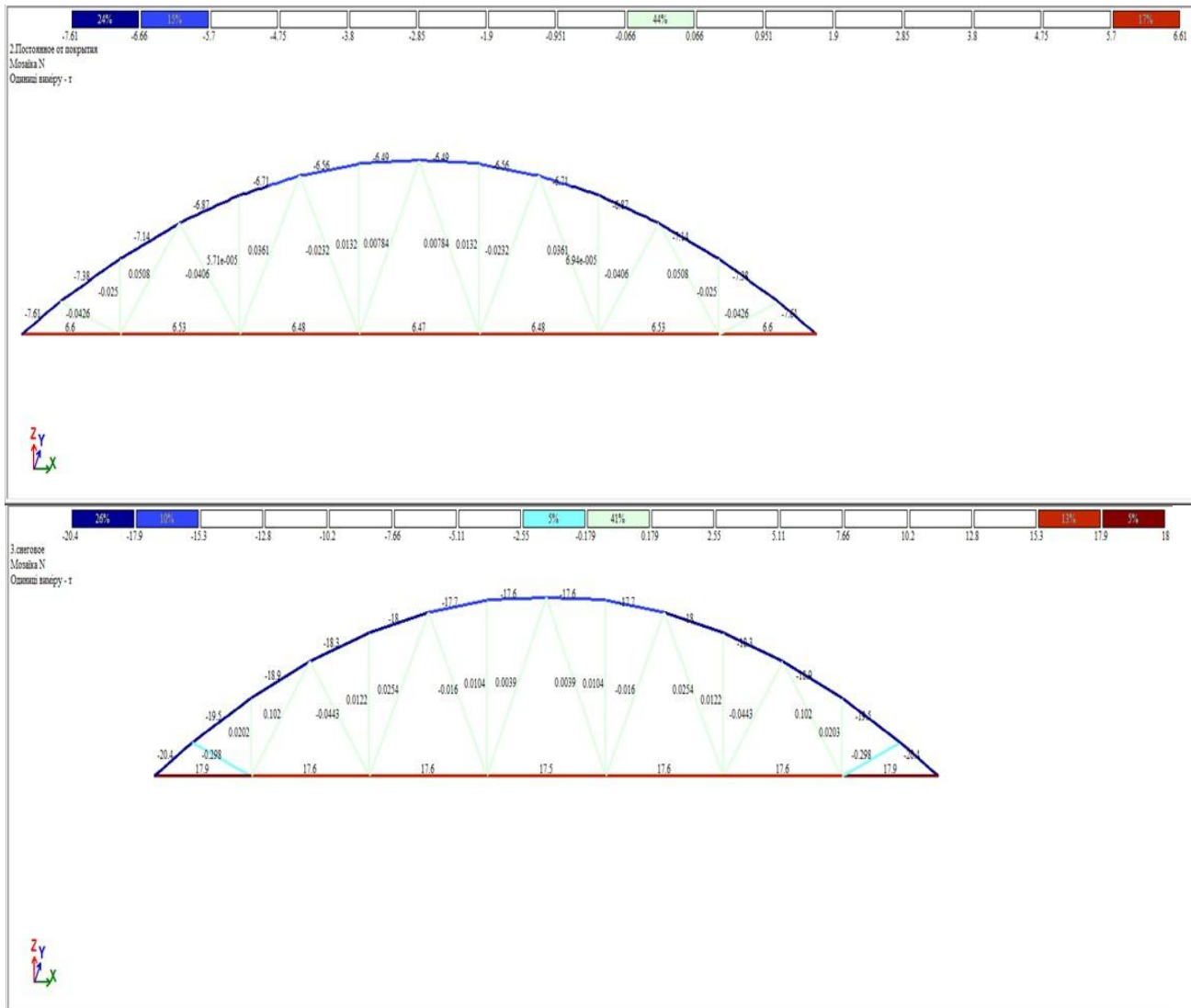


Рисунок 2.2.2.3 – Розрахунок ріштки

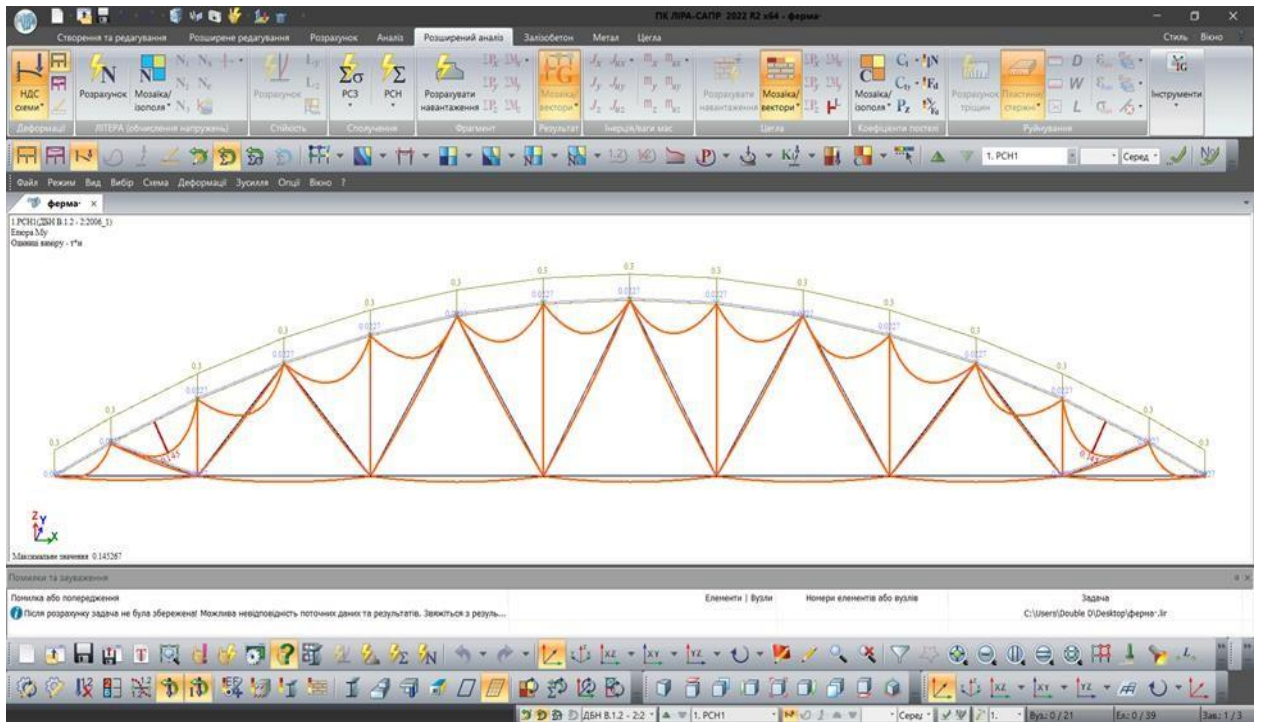


Рисунок 2.2.2.4 - Еюра  $M_u$

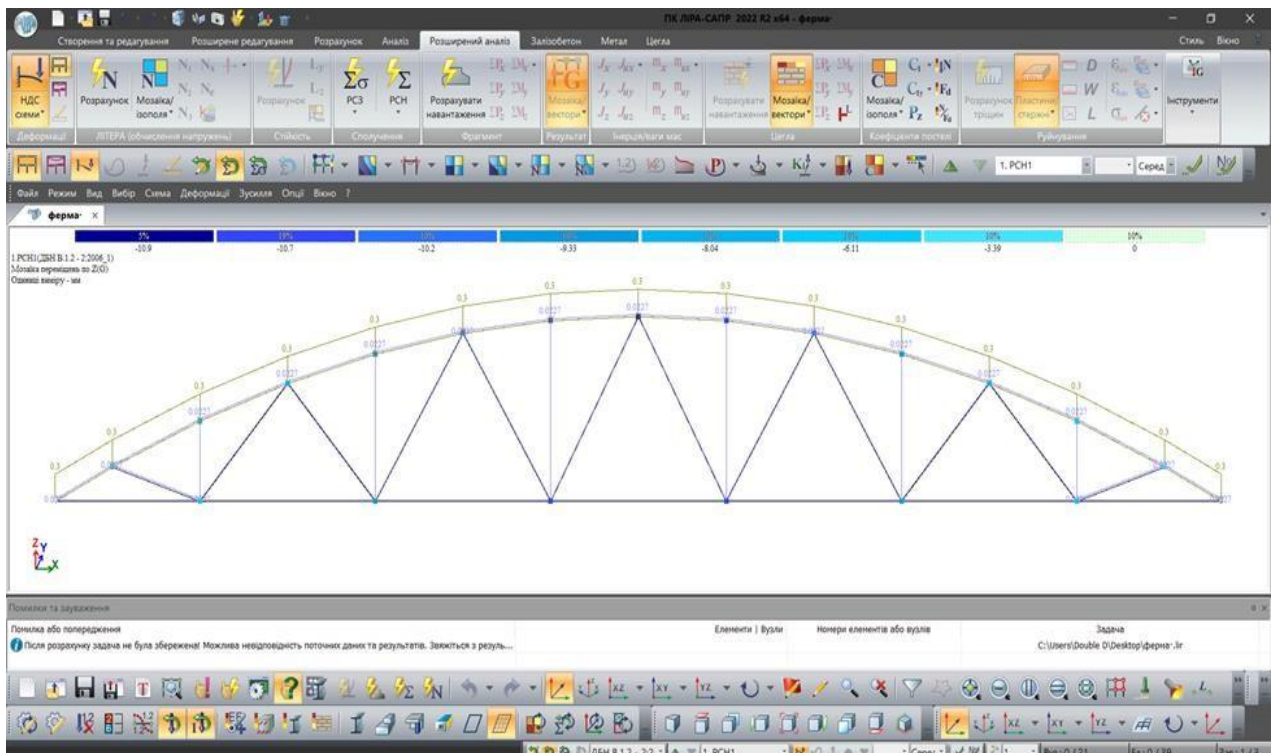


Рисунок 2.2.2.5 - Мозаїка переміщень по  $Z(G)$

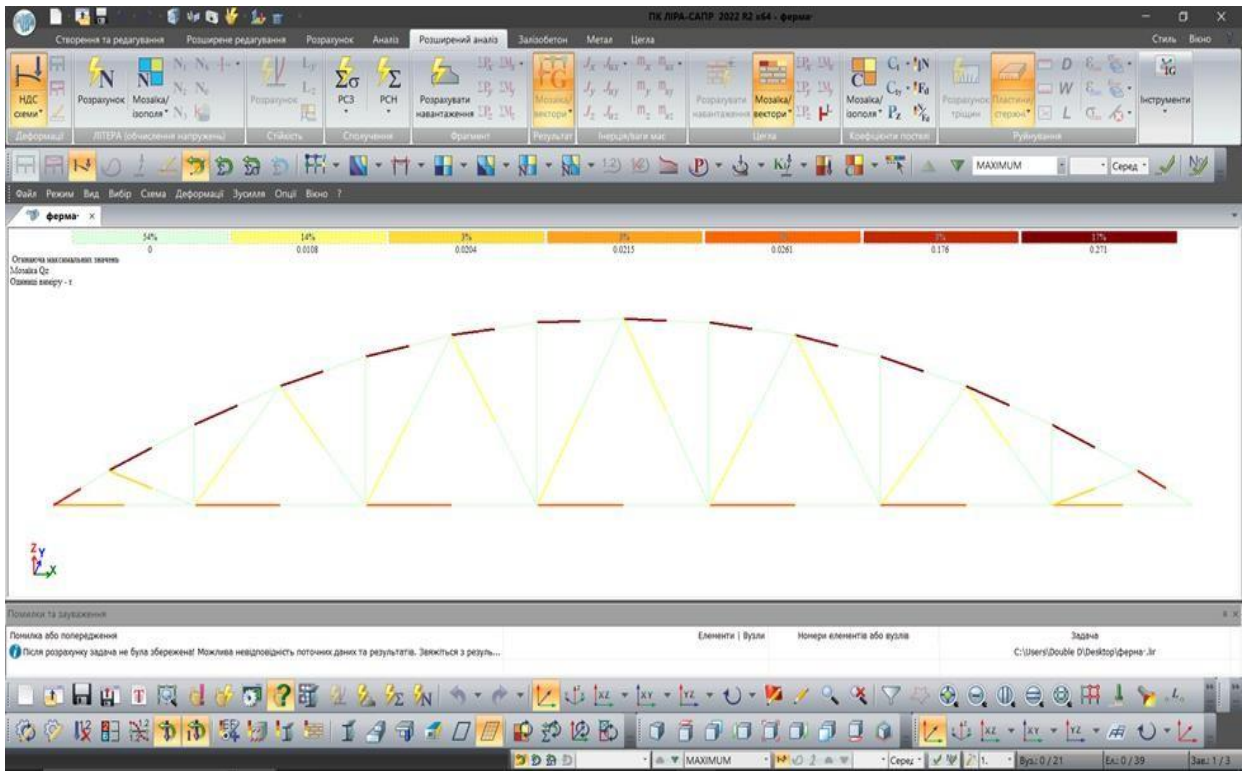


Рисунок 2.2.2.6 - Огинача максимальних значень мозаїка Qz

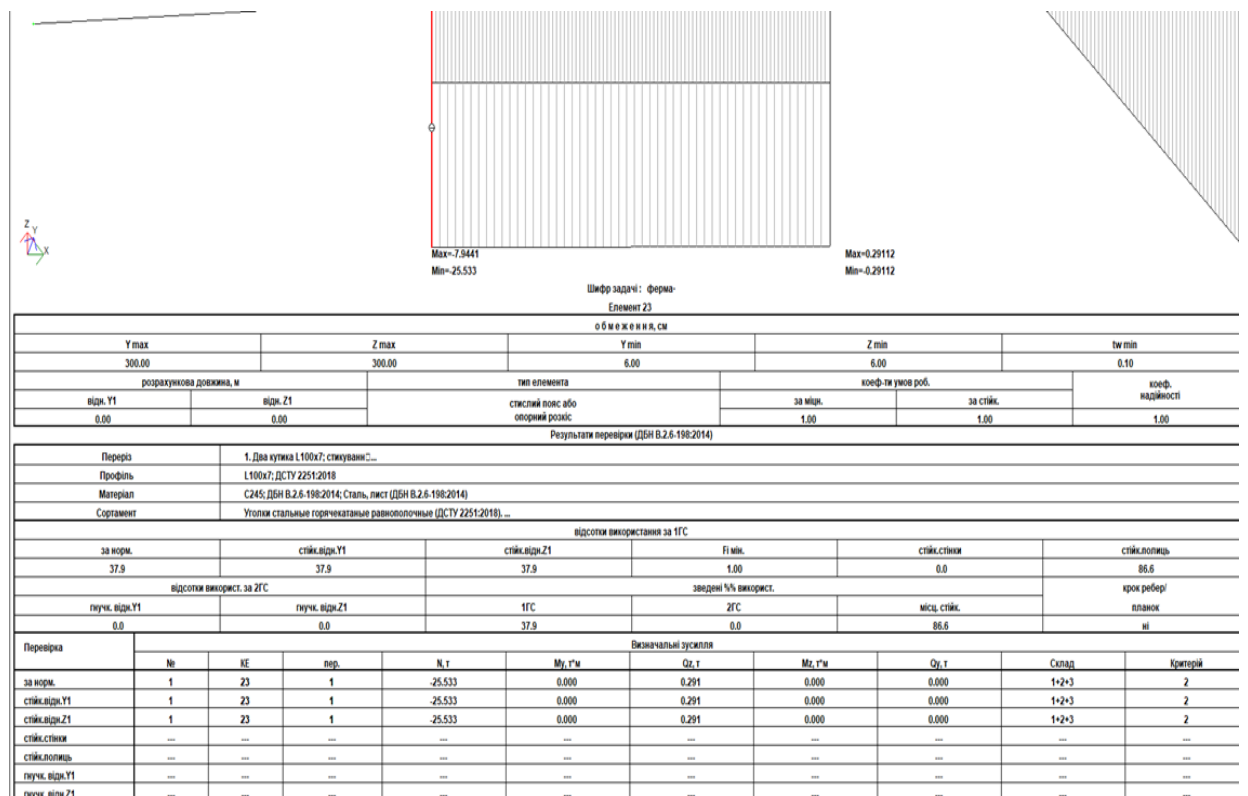


Рисунок 2.2.2.7 - Перевірка верхнього пояса ферми

Max=25.481 Min=-7.9352		Шифр задачі: ферма- Елемент 21		Max=0.026109 Min=-0.026109						
об'єктом, см										
Y max	Z max	Y min	Z min	tw min						
300.00	300.00	6.00	6.00	0.10						
розрахункова довжина, м		тип елемента		коэф-т умов роб.						
відн. Y1	відн. Z1	стислий пояс або опорний розсік		за місц.	за стійк.					
0.00	0.00			1.00	1.00					
Результати перевірки (ДБН В.2.6-198:2014)										
Переріз	1. Два кутика L75x6; стікування...									
Профіль	L75x6; ДСТУ 2251-2018									
Матеріал	С245; ДБН В.2.6-198:2014; Сталь, лист (ДБН В.2.6-198:2014)									
Сортамент	Утопні сталеві горчечанаті рівнополочні (ДСТУ 2251-2018) ...									
відсотки використання за 1ГС										
за норм.	стійк.відн.Y1	стійк.відн.Z1	Гі мік.	стійк.стіжки	стійк.лопць					
59.3	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0					
відсотки викорст. за 2ГС			зведені % викорст.							
пучк. відн.Y1	пучк. відн.Z1	1ГС	2ГС	місц. стійк.	крок ребер/плавос					
0.0	0.0	59.3	0.0		ні					
Перевірка										
	№	КЕ	пер.	N, t	M <sub>y</sub> , Г*м	Q <sub>z</sub> , т	M <sub>z</sub> , Г*м	Q <sub>y</sub> , т	Склад	Критерій
за норм.	1	24	1	25.481	0.000	0.026	0.000	0.000	1+2+3	1
стійк.відн.Y1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
стійк.відн.Z1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
стійк.стіжки	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
стійк.лопць	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
пучк. відн.Y1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
пучк. відн.Z1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Рисунок 2.2.2.8 - Перевірка нижнього пояса ферми

Max=0.014967 Min=-0.055732		Шифр задачі: ферма- Елемент 34		Max=0.010838 Min=-0.010838						
об'єктом, см										
Y max	Z max	Y min	Z min	tw min						
300.00	300.00	6.00	6.00	0.10						
розрахункова довжина, м		тип елемента		коэф-т умов роб.						
відн. Y1	відн. Z1	розсік		за місц.	за стійк.					
0.00	0.00			1.00	1.00					
Результати перевірки (ДБН В.2.6-198:2014)										
Переріз	1. Два кутика L63x6; стікування...									
Профіль	L63x6; ДСТУ 2251-2018									
Матеріал	С245; ДБН В.2.6-198:2014; Сталь, лист (ДБН В.2.6-198:2014)									
Сортамент	Утопні сталеві горчечанаті рівнополочні (ДСТУ 2251-2018) ...									
відсотки використання за 1ГС										
за норм.	стійк.відн.Y1	стійк.відн.Z1	Гі мік.	стійк.стіжки	стійк.лопць					
0.2	0.2	0.2	1.00	0.0	62.4					
відсотки викорст. за 2ГС			зведені % викорст.							
пучк. відн.Y1	пучк. відн.Z1	1ГС	2ГС	місц. стійк.	крок ребер/плавос					
0.0	0.0	0.2	0.0	62.4	ні					
Перевірка										
	№	КЕ	пер.	N, t	M <sub>y</sub> , Г*м	Q <sub>z</sub> , т	M <sub>z</sub> , Г*м	Q <sub>y</sub> , т	Склад	Критерій
за норм.	1	34	1	-0.056	0.000	0.011	0.000	0.000	1+2+3	2
стійк.відн.Y1	1	34	1	-0.056	0.000	0.011	0.000	0.000	1+2+3	2
стійк.відн.Z1	1	34	1	-0.056	0.000	0.011	0.000	0.000	1+2+3	2
стійк.стіжки	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
стійк.лопць	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
пучк. відн.Y1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
пучк. відн.Z1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Рисунок 2.2.2.9 - Перевірка решітки ферми (розсік)

Max=0.099553 Min=-0.06315		Шифр задачі: ферма- Елемент 15								
об'єктом, см										
Y max	Z max	Y min	Z min	tw min						
300.00	300.00	6.00	6.00	0.10						
розрахункова довжина, м		тип елемента		коэф-т умов роб.						
відн. Y1	відн. Z1	розсік		за місц.	за стійк.					
0.00	0.00			1.00	1.00					
Результати перевірки (ДБН В.2.6-198:2014)										
Переріз	1. Два кутика L63x6; стікування...									
Профіль	L63x6; ДСТУ 2251-2018									
Матеріал	С245; ДБН В.2.6-198:2014; Сталь, лист (ДБН В.2.6-198:2014)									
Сортамент	Утопні сталеві горчечанаті рівнополочні (ДСТУ 2251-2018) ...									
відсотки використання за 1ГС										
за норм.	стійк.відн.Y1	стійк.відн.Z1	Гі мік.	стійк.стіжки	стійк.лопць					
0.3	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0					
відсотки викорст. за 2ГС			зведені % викорст.							
пучк. відн.Y1	пучк. відн.Z1	1ГС	2ГС	місц. стійк.	крок ребер/плавос					
0.0	0.0	0.3	0.0		ні					
Перевірка										
	№	КЕ	пер.	N, t	M <sub>y</sub> , Г*м	Q <sub>z</sub> , т	M <sub>z</sub> , Г*м	Q <sub>y</sub> , т	Склад	Критерій
за норм.	2	15	2	0.096	0.000	0.000	0.000	0.000	1+2+3	1
стійк.відн.Y1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
стійк.відн.Z1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
стійк.стіжки	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
стійк.лопць	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
пучк. відн.Y1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
пучк. відн.Z1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Рисунок 2.2.2.10 - Перевірка решітки ферми (стійка)

# РОЗДІЛ III

## ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

### 3.1 Організаційно-технічна підготовка будівництва

Організаційно-технічна підготовка будівництва є початковим і одним з ключових етапів реалізації будівельного проєкту, який забезпечує умови для своєчасного та ефективного виконання будівельно-монтажних робіт. На цьому етапі формується основа для подальшої організації виробничих процесів, раціонального використання ресурсів та мінімізації можливих ризиків.

До складу організаційної підготовки входить розроблення необхідної проєктної та виконавчої документації, визначення учасників будівництва, погодження термінів виконання робіт, а також формування календарного плану. Важливим елементом є визначення потреби в трудових, матеріальних та технічних ресурсах, що забезпечує безперервність будівельного процесу.

Технічна підготовка передбачає виконання комплексу робіт, спрямованих на підготовку будівельного майданчика до початку основного будівництва. До них належать очищення території від сторонніх об'єктів, планування рельєфу, влаштування тимчасових доріг, підведення інженерних мереж, а також організація тимчасових будівель і споруд. Окрему увагу приділяють геодезичній підготовці, яка включає винесення осей будівлі в натуру та закріплення їх на місцевості.

Крім того, на цьому етапі здійснюється вибір та підготовка будівельної техніки і обладнання, організація складів для зберігання матеріалів, а також забезпечення умов безпеки праці. Врахування вимог охорони праці та техніки безпеки є обов'язковим складником підготовчих заходів.

Таким чином, організаційно-технічна підготовка будівництва забезпечує створення необхідних умов для ефективного виконання будівельних робіт, зниження виробничих ризиків та підвищення якості кінцевого результату. Її

якісне виконання безпосередньо впливає на строки реалізації проєкту та економічну ефективність будівництва.

### **3.2 Організація потокового методу виконання будівельних робіт**

Потоковий метод організації будівництва є одним із найбільш ефективних підходів до виконання будівельно-монтажних робіт, особливо при зведенні об'єктів із значними обсягами та повторюваними процесами. Його сутність полягає у безперервному та ритмічному виконанні робіт із чітким розподілом процесів у часі та просторі, що забезпечує узгодженість дій усіх учасників будівництва.

Організація потокового виконання робіт передбачає поділ будівельного об'єкта на окремі ділянки або захватки, які мають приблизно однакову трудомісткість. Такий підхід дозволяє забезпечити рівномірне завантаження трудових ресурсів і техніки, а також створює умови для послідовного виконання технологічних процесів.

Важливим елементом є формування виробничих циклів, у межах яких виконуються взаємопов'язані будівельні операції. Кожен цикл включає повний комплекс робіт, необхідний для завершення певного етапу будівництва на конкретній захватці. Це забезпечує технологічну завершеність процесів та зменшує ймовірність виникнення простоїв.

Для реалізації потокового методу залучаються постійні бригади, які можуть бути як комплексними, так і спеціалізованими. Вони виконують роботи у чітко визначеній послідовності, переходячи з однієї захватки на іншу без перерв. Така організація праці сприяє підвищенню продуктивності, покращенню якості виконання робіт і накопиченню виробничого досвіду.

Однією з ключових умов ефективності потокового методу є забезпечення ритмічності виконання робіт. Тривалість виконання кожного циклу на різних захватках повинна бути однаковою або кратною, що дозволяє синхронізувати роботу бригад і досягти безперервності будівельного процесу. Це значно спрощує контроль за дотриманням календарного графіка та сприяє своєчасному введенню об'єкта в експлуатацію.

Окрему увагу слід приділити організації технологічних процесів, зокрема бетонування фундаментної плити. Для забезпечення якості та безперервності процесу передбачається виконання робіт у двозмінному режимі із застосуванням автобетононасосів у поєднанні з автобетонозмішувачами. Укладання бетонної суміші здійснюється пошарово з обов'язковим ущільненням кожного шару, що гарантує досягнення необхідних фізико-механічних характеристик конструкції.

Додатково важливим аспектом є узгодження роботи всіх служб будівельного майданчика, включаючи постачання матеріалів, роботу механізмів та контроль якості. Безперебійне матеріально-технічне забезпечення є необхідною умовою стабільності потокового будівництва.

Впровадження потокового методу дозволяє забезпечити високу організаційну впорядкованість будівництва, скорочення строків виконання робіт, ефективного використання ресурсів та підвищення загальної якості будівельної продукції.

### **3.3 Розробка технологічної карти на влаштування монолітних залізобетонних фундаментів**

Даний підрозділ присвячений розробці технологічної карти на виконання робіт із влаштування монолітних залізобетонних фундаментів відповідно до вимог чинних нормативних документів, зокрема ДБН А.3.1-5:2016 та ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015, а також з урахуванням положень типових технологічних карт для фундаментів різного об'єму.

#### *3.3.1 Організація та технологія виконання робіт*

До початку виконання робіт із влаштування фундаментів необхідно забезпечити повну підготовку будівельного майданчика та виконання комплексу підготовчих заходів.

Зокрема, повинні бути виконані наступні роботи. Котлован має бути розроблений і прийнятий комісією з оформленням відповідного акта та виконавчої геодезичної схеми. Повинно бути організовано ефективне

водовідведення для запобігання накопиченню поверхневих вод. Необхідно влаштувати під'їзні дороги та тимчасові проїзди для будівельної техніки.

На будівельному майданчику слід визначити та позначити шляхи руху механізмів, місця складування матеріалів, арматури, армокаркасів і елементів опалубки. Також повинні бути підготовлені монтажні пристосування та технологічне оснащення.

Перед початком основних робіт виконується бетонна підготовка під фундаменти. На її поверхні наносяться розбивочні осі та ризики, що визначають положення елементів опалубки. Геодезичні роботи з розбивки осей на дні котловану повинні бути прийняті комісійно з оформленням виконавчої документації.

Матеріально-технічне забезпечення організовується таким чином, щоб на майданчику був запас арматури, опалубки та інших ресурсів, достатній для безперервної роботи щонайменше протягом двох змін. Робочі місця забезпечуються тимчасовим електроосвітленням, а також підключенням необхідного електрообладнання, зокрема зварювальних апаратів.

Розвантаження арматури, елементів опалубки, а також монтаж і демонтаж конструкцій виконуються із застосуванням автомобільного крана типу КС-45713.

Арматурні роботи здійснюються відповідно до вимог чинних стандартів. Виготовлення просторових армокаркасів виконується на спеціальних складальних кондукторах, що забезпечують точність геометричних параметрів конструкцій.

Процес складання армокаркасів передбачає послідовне виконання таких операцій. Спочатку арматурні стержні розкладають у кондукторі відповідно до проєктного положення та фіксують їх в'язальним дротом. Після завершення складання каркас за допомогою автокрана знімають зі стенда та переміщують на майданчик тимчасового складування.

Транспортування армокаркасів до місця бетонування здійснюється автотранспортом із дотриманням вимог щодо збереження їх геометрії.

Безпосередньо перед встановленням каркаса монтують у проектне положення.

Монтаж арматури у фундаменті виконується у такій послідовності. Спочатку встановлюються нижні арматурні елементи на фіксатори, які забезпечують необхідну товщину захисного шару бетону. Після монтажу опалубки встановлюються просторові армокаркаси підколонників із подальшим їх закріпленням до робочої арматури фундаменту за допомогою в'язального дроту.

Організація робіт повинна забезпечувати узгодженість дій усіх виконавців, дотримання технологічної послідовності та вимог охорони праці, що є необхідною умовою отримання якісної та надійної конструкції фундаментів.

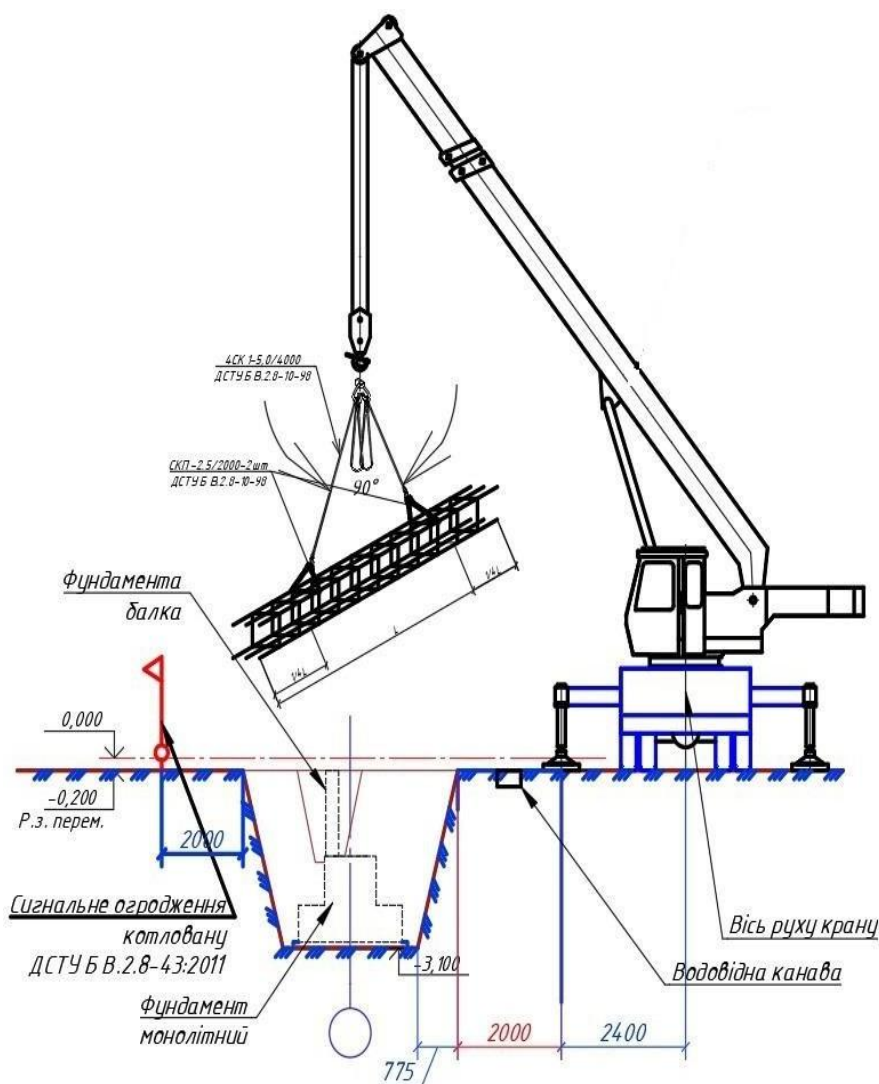


Рисунок 3.3.1.1- Армування фундаментів

Після завершення армування та встановлення арматурних каркасів здійснюється контроль якості виконаних робіт із оформленням акта на приховані роботи. Лише після цього дозволяється перехід до наступного етапу, а саме монтажу опалубки.

Для влаштування фундаментів у даному проєкті передбачено застосування індустріальної деревометалевої щитової опалубки типу PERI. Використання даної системи забезпечує високу точність геометричних параметрів конструкцій, скорочення термінів виконання робіт та підвищення рівня безпеки завдяки заводській готовності елементів і уніфікованості з'єднань.

Монтаж опалубки виконується відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015. До початку опалубних робіт необхідно виконати ряд підготовчих операцій. Зокрема, має бути завершена бетонна підготовка, укрупнено зібрані та за необхідності промарковані щитові панелі, а їх формувальні поверхні оброблені спеціальним мастилом. Також виконують винесення осей конструкцій на монтажний горизонт і розмітку місць встановлення щитів. Робоча зона повинна бути забезпечена освітленням, а всі механізми, інструменти та пристрої мають пройти перевірку та бути готовими до експлуатації.

Подача елементів опалубки до місця монтажу здійснюється автомобільним краном із використанням штатних монтажних петель. Дрібні комплектуючі транспортуються в спеціальних контейнерах або ящиках.

Монтаж опалубки вертикальних елементів виконується у визначеній технологічній послідовності. Спочатку встановлюється перша щитова панель із підкосами та тимчасово закріплюється у проєктному положенні. Далі монтується стяжні елементи та пластикові трубки з конусами. Після цього встановлюється друга щитова панель, яка з'єднується з першою за допомогою стяжок. Конструкція додатково закріплюється підкосами та опорними елементами. Завершальним етапом є вивірка геометрії опалубки та

її остаточне закріплення. Після перевірки правильності встановлення опалубка передається відповідальній особі для приймання.

Демонтаж опалубки допускається лише після досягнення бетоном необхідної міцності, що підтверджується даними будівельної лабораторії. Мінімальна міцність бетону для розпалублення вертикальних конструкцій повинна становити не менше 1,5 МПа. Перед початком демонтажу необхідно отримати дозвіл відповідальної особи та підготувати робочу зону.

Розбирання опалубки виконують поетапно. Спочатку знімаються підкоси, після чого демонтуються стяжні елементи. Далі опалубка відокремлюється від поверхні бетону та за допомогою крана переміщується до місця очищення. Після очищення поверхні від залишків бетонної суміші виконується повторне змащення палуби для подальшого використання. Демонтовані елементи транспортуються до нових захваток.

Ключовим етапом улаштування фундаментів є бетонування. Його виконують лише після перевірки правильності монтажу арматури та опалубки, а також відповідності відміток рівня бетонування проектним значенням.

Подача бетонної суміші здійснюється автобетонозмішувачами з подальшим вивантаженням у приймальні бункери. Далі суміш подається до місця укладання за допомогою крана у баддях відповідної місткості. Кількість транспортних засобів визначається розрахунком залежно від відстані транспортування та інтенсивності бетонування.

Укладання бетонної суміші виконується горизонтальними шарами товщиною 0,3–0,5 м. Кожен шар підлягає обов'язковому ущільненню глибинними вібраторами. Робочий орган вібратора занурюється у попередній шар на глибину 5–10 см для забезпечення монолітності конструкції. Крок перестановки вібратора приймається з урахуванням радіуса його дії.

Процес бетонування повинен здійснюватися безперервно в межах захватки, щоб уникнути утворення холодних швів. Наступний шар укладається до початку тужавіння попереднього.

Після завершення бетонування виконується комплекс заходів з догляду за бетоном. Відкриті поверхні захищають від втрати вологи шляхом періодичного зволоження або накривання полімерними матеріалами. Режим догляду, тривалість витримування та контроль міцності визначаються будівельною лабораторією відповідно до вимог нормативних документів.

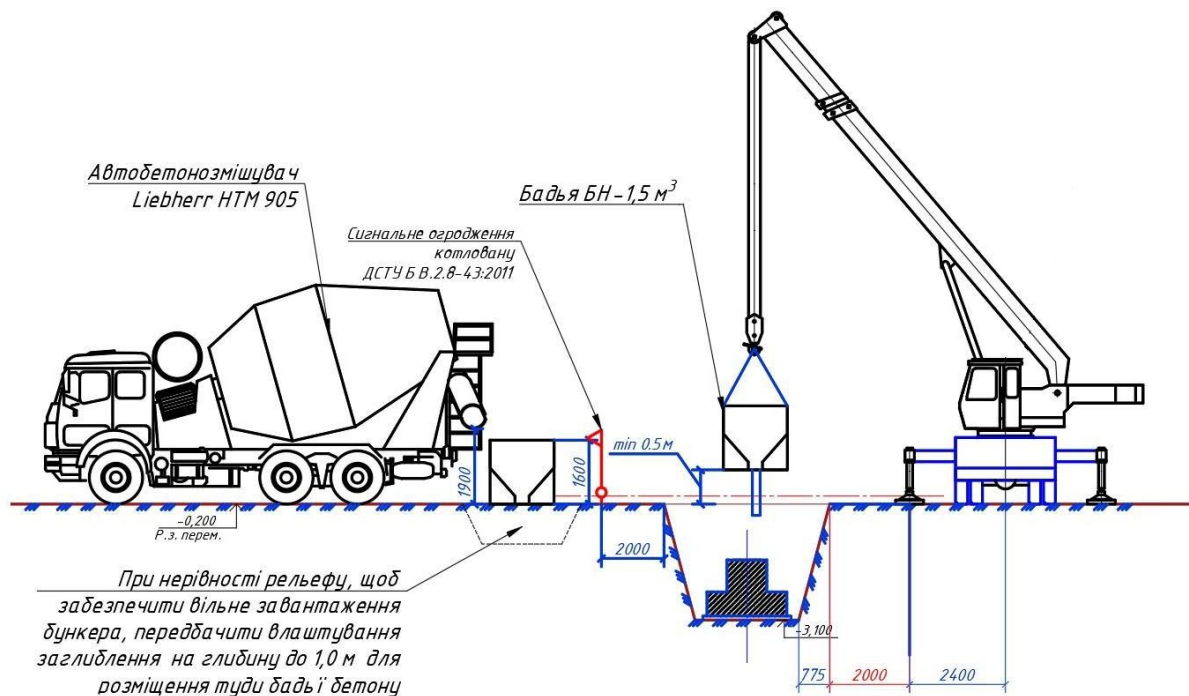


Рисунок 3.3.1.2 - Бетонування фундаменту

### 3.3.2 Вибір стрілового автокрану та засобів механізації

Підбір стрілового автокрану виконується на основі розрахункових параметрів, визначених у відповідності до методичних рекомендацій, з урахуванням умов виконання будівельно-монтажних робіт, габаритів будівельного майданчика та найбільш масивних елементів, що підлягають монтажу.

Основним критерієм вибору крану є максимальна маса вантажу, який необхідно піднімати під час виконання технологічних операцій. У даному випадку найбільш важким елементом є баддя з бетонною сумішшю, що використовується для бетонування конструкцій.

Розрахункова маса вантажу для підйому визначається за формулою

$$G_k = g \times k_p$$

де  $g$  це маса бадді з бетонною сумішшю, яка приймається на основі об'єму та щільності бетону. Для бетону класу C20/25 прийнята середня густина 2432 кг на м<sup>3</sup>. Об'єм бадді становить 1,5 м<sup>3</sup>, маса металевої тари бадді становить 385 кг. Таким чином сумарна маса вантажу складає 4033 кг.  $k_p$  це коефіцієнт, що враховує масу стропувальних пристроїв, захватних елементів та можливі технологічні перевантаження. Приймається  $k_p = 1,1$ .

Підставляючи значення, отримуємо

$$G_k = 4033 \times 1,1 = 4436,3 \text{ кг, що округлюється до } 4500 \text{ кг.}$$

Отримане значення приймається як розрахункове навантаження для підбору вантажопідіймальності автокрану з урахуванням запасу безпеки.

Розміщення крана на будівельному майданчику передбачається біля бровки котловану з таким розрахунком, щоб забезпечити подачу арматурних каркасів, елементів опалубки та бетонної суміші без необхідності додаткових перестановок техніки. Під час бетонування із застосуванням поворотного бункера кран виконує роботи з однієї стоянки, що підвищує продуктивність та зменшує час технологічних простоїв.

Необхідний виліт стріли визначається як сумарна відстань від осі обертання крана до найбільш віддаленої точки подачі вантажу з урахуванням безпечних відступів. Розрахунок виконується за виразом

$$L_c = l_1 + l_2 + l_3 + l_4$$

де  $l_1$  - відстань від вертикальної осі повороту крана до опори аутригера, приймається 2,2 м;

$l_2$  - мінімальна безпечна відстань від краю котловану до опори крана, приймається 2,0 м;

$l_3$  - відстань від бровки котловану до найближчої конструкції або осі споруди, приймається 2,1 м;

$l_4$  - додатковий технологічний запас від конструкції до дальньої бровки котловану, приймається 2,1 м.

Після підстановки значень отримуємо

$$L_c = 2,2 + 2,0 + 2,1 + 2,1 = 8,4 \text{ м}$$

Мінімально необхідний виліт стріли стрілового автокрана становить 8,4 м, що є вихідним параметром для подальшого підбору конкретної моделі крана за вантажною характеристикою та робочою діаграмою вильоту.

Остаточний вибір крана виконується шляхом перевірки відповідності його вантажопідіймальних характеристик на заданому вильоті стріли з урахуванням умов роботи на будівельному майданчику, стійкості, обмежень по зоні роботи та вимог безпеки виконання монтажних процесів.

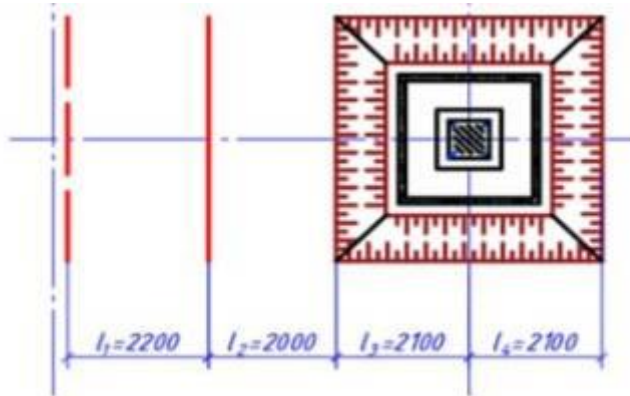


Рисунок 3.3.2.1 - Розрахункова схема визначення вильоту стріли крана

Висота підйому гака стрілового крана визначається на основі технологічної схеми виконання вантажопідіймальних операцій та геометричних параметрів подачі вантажу у зону монтажу. Розрахунок виконується з урахуванням необхідних запасів безпеки, габаритів вантажу та висоти стропування.

Розрахункова висота підйому гака крана визначається за виразом:  
$$H_k = h_0 + h_z + h_{gr} + h_c$$

де  $h_0$  це перевищення рівня монтажної відмітки над рівнем стоянки крана. У даному випадку елементи подаються безпосередньо в зону виконання робіт без перепаду висот, тому приймається  $h_0 = 0$  м;

$h_z$  це технологічний запас по висоті, який необхідний для безпечного переміщення вантажу над вже змонтованими конструкціями та забезпечення умов безпеки монтажу, приймається  $h_z = 0,5$  м;

$h_{gr}$  це габаритна висота вантажу, що піднімається, тобто висота бункера для бетонної суміші,  $h_{gr} = 1,6$  м;

hc це висота стропування, яка враховує довжину стропів, захватних пристроїв та схему навішування вантажу, приймається  $h_c = 3,0$  м.

Підставляючи значення у формулу, отримуємо:

$$H_k = 0 + 0,5 + 1,6 + 3,0 = 5,1 \text{ м}$$

Отримане значення є мінімально необхідною висотою підйому гака крана для забезпечення виконання монтажно-бетонувальних робіт у заданих умовах будівельного майданчика.

На основі виконаних розрахунків та з урахуванням необхідної вантажопідйомності, вильоту стріли та висоти підйому гака виконується підбір стрілового автокрана. Як базову модель для виконання робіт приймається кран КС-55713, який відповідає заданим технологічним параметрам і забезпечує необхідні умови безпечної роботи.

Технічні характеристики стрілового автокрана КС-55713 наведені в таблиці 3.3.2.1.

Таблиця 3.3.2.1 Технічні характеристики стрілового крана КС-55713

Найменування показників	КС-55713
Довжина стріли, м	9-21м
Ширина опор, м	5,60м
Вантажопідйомність, т	25т
Висота підйому крюка, м	21,4м

Обраний кран КС-55713 забезпечує виконання монтажних і бетонувальних робіт із необхідним запасом за висотою підйому та вантажопідйомністю, що підтверджує його технологічну придатність для умов даного будівельного об'єкта.

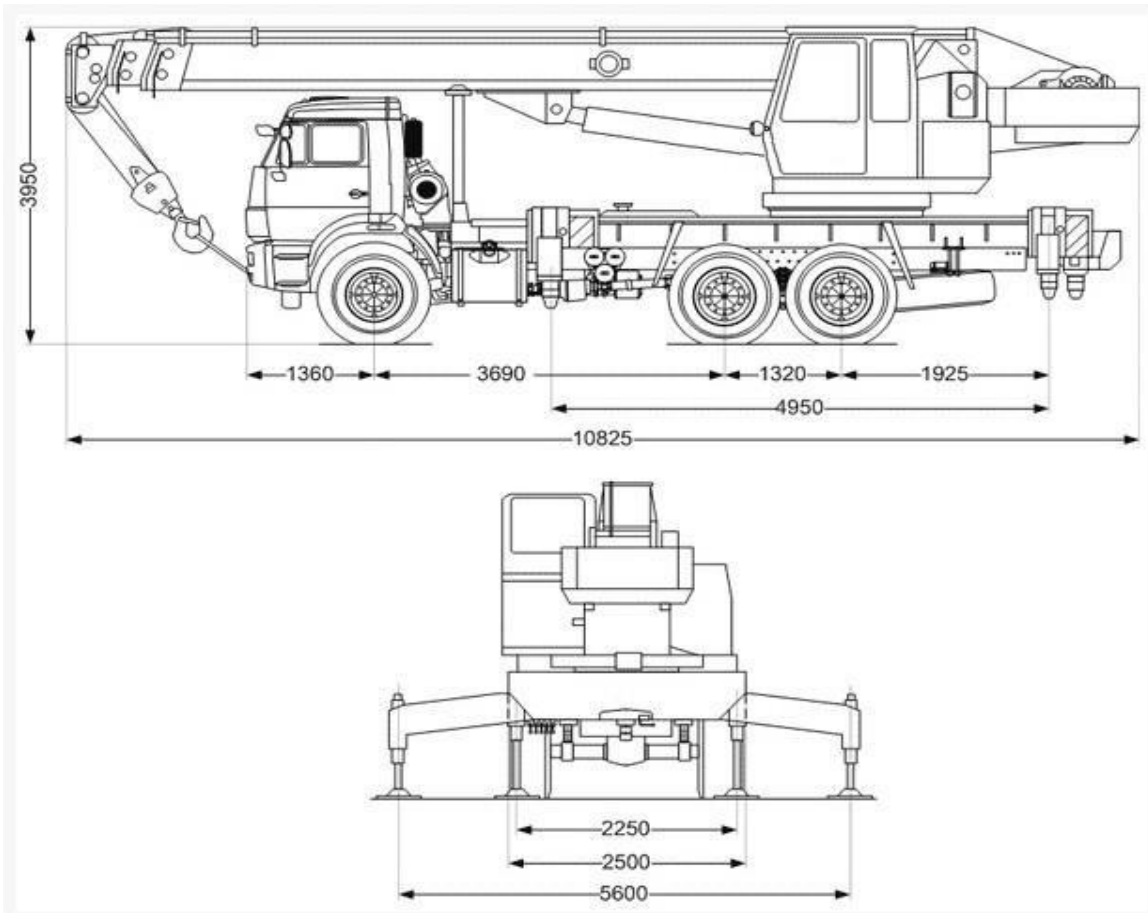


Рисунок 3.3.2.2 - Габаритні розміри автокрана КС-55713

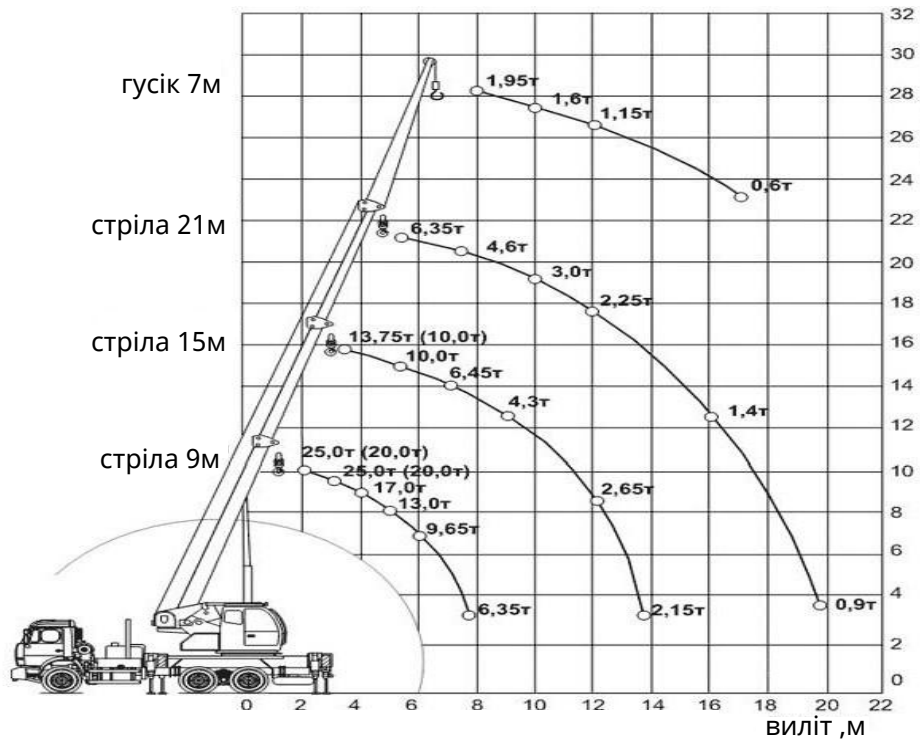


Рисунок 3.3.2.3 - Вантажопідйомні характеристики автокрана КС-55713

### *3.3.3 Організація та регламент операційного контролю якості робіт*

Операційний контроль якості є складовою системи виробничого контролю на будівельному майданчику та виконується після завершення окремих технологічних операцій або етапів будівельного процесу. Його основне призначення полягає у своєчасному виявленні відхилень від проєктних рішень, встановленні причин виникнення дефектів і оперативному впровадженні заходів щодо їх усунення та недопущення повторення у подальшому.

Організація операційного контролю покладається на інженерно-технічний персонал підрядної організації, зокрема на головного інженера або відповідального виконавця робіт. Контроль здійснюється безпосередньо на робочих місцях із залученням виконавців робіт, майстрів і технічного нагляду. Такий підхід забезпечує безперервність контролю та підвищує відповідальність учасників будівельного процесу за якість виконання робіт.

Під час проведення операційного контролю необхідно керуватися чинними нормативними документами, зокрема вимогами ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013, галузевими стандартами, типовими технологічними картами, а також проєктною та робочою документацією. Особлива увага приділяється дотриманню технологічної послідовності виконання робіт, правильності застосування матеріалів і конструкцій, а також відповідності геометричних параметрів проєктним значенням.

Для монолітних стовпчастих залізобетонних фундаментів операційний контроль передбачає перевірку таких ключових етапів: підготовка основи, монтаж і закріплення опалубки, встановлення арматурних каркасів, бетонування та догляд за бетоном. Для кожного з цих процесів визначаються контрольовані параметри, методи перевірки та допустимі відхилення.

Зокрема, при виконанні арматурних робіт контролюється правильність розташування арматури, відповідність її діаметра і класу проєктним вимогам, якість з'єднань та захисний шар бетону. При влаштуванні опалубки

перевіряється її жорсткість, герметичність, точність встановлення у проектне положення. Допустимі відхилення для зазначених робіт регламентуються положеннями ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015.

Впровадження чітко структурованої схеми операційного контролю дозволяє забезпечити належний рівень якості будівельно-монтажних робіт, зменшити ризик виникнення дефектів і підвищити загальну надійність зведених конструкцій.

Виконання робіт з улаштування монолітних залізобетонних фундаментів повинно здійснюватися з чітким дотриманням вимог технологічної карти, проектної документації та чинних нормативних документів. Особлива увага приділяється послідовності виконання технологічних операцій, якості застосовуваних матеріалів, точності встановлення опалубки та арматурних каркасів, а також належному догляду за бетоном у процесі його твердіння. Забезпечення системного операційного контролю на всіх етапах робіт дозволяє своєчасно виявляти та усувати можливі дефекти, що в підсумку гарантує надійність, довговічність і безпечну експлуатацію фундаментів. Дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки є обов'язковою умовою організації будівельного процесу та мінімізації виробничих ризиків.

### **3.4 Розробка технологічної карти монтажу огорожувальних конструкцій із сендвіч-панелей**

Технологічна карта розроблена з метою раціональної організації праці при виконанні монтажу сендвіч-панелей, забезпечення безперервності процесу та досягнення належної якості робіт. Прийняті методи і способи виконання операцій дозволяють організувати монтаж потоковим методом із застосуванням одного підйомного механізму. Роботи доцільно виконувати у дві зміни, що сприяє скороченню загальної тривалості будівництва та підвищенню ефективності використання техніки.

Розробка технологічної карти виконана з урахуванням вимог чинних нормативних документів, зокрема ДБН А.3.1-5:2016, ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015, а також методичних рекомендацій з дисципліни «Технологія і

організація будівельного виробництва» та інструкцій виробників сендвіч-панелей.

#### *3.4.1 Технологія та організація монтажного процесу*

Монтаж сендвіч-панелей здійснюється послідовно, з дотриманням технологічної логіки виконання робіт. До основних операцій належать: розмічування місць встановлення панелей, їх подача до місця монтажу, встановлення на опорні елементи, вивіряння у проектному положенні та остаточне закріплення.

До початку монтажу необхідно виконати комплекс підготовчих заходів. Зокрема, здійснюється контроль якості панелей, перевірка їх геометричних параметрів і наявності закладних елементів. Виконується точне геодезичне розбиття осей встановлення панелей у плані та по висоті з нанесенням відповідних розміток, що визначають положення стиків і площин конструкцій.

На будівельному майданчику мають бути підготовлені тимчасові під'їзні шляхи, організовані зони складування та забезпечені умови для безпечної роботи вантажопідіймальної техніки. Панелі доставляються в межі монтажної зони крана і розміщуються у спеціальних касетах або на підкладках, що запобігають їх пошкодженню. Одночасно забезпечується наявність необхідних кріпильних елементів, ущільнювачів, інструментів і монтажних пристроїв.

Перед початком робіт виконавці повинні бути забезпечені комплектом проектної та технологічної документації, яка включає схеми розкладки панелей, специфікації виробів, вузли кріплення, креслення добірних елементів, а також вказівки щодо використання ущільнювальних і гідроізоляційних матеріалів. Обов'язковими є інструкції з монтажу та вимоги з охорони праці.

Транспортування сендвіч-панелей здійснюється справними транспортними засобами з урахуванням їх габаритів і фізичних властивостей. Панелі з мінераловатним утеплювачем перевозяться у закритому транспорті

для запобігання зволоженню. Пакети повинні бути надійно закріплені за допомогою ременів, що виключають їх зміщення під час руху. Виступання панелей за межі платформи допускається в межах нормативних значень. Поверхня платформи має бути очищена від сторонніх предметів, що можуть пошкодити матеріал.

Монтаж панелей виконується після завершення улаштування несучих конструкцій та елементів покриття. Подавання панелі до місця встановлення здійснюється краном із застосуванням спеціальних захватних пристроїв. Після встановлення панель вирівнюється за допомогою рівня та відвісу, після чого фіксується у проектному положенні самонарізними гвинтами або іншими передбаченими кріпленнями. Особлива увага приділяється забезпеченню щільності стиків та правильному влаштуванню ущільнювальних шарів.

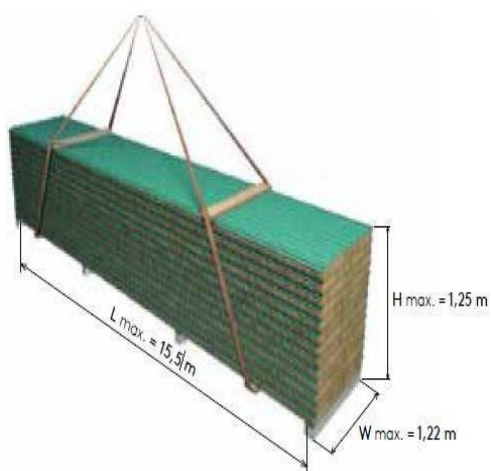


Рисунок 3.4.1.1 - Завантаження панелей на транспортний засіб

Організація монтажу передбачає узгоджену роботу монтажників і машиніста крана, що дозволяє мінімізувати простой та забезпечити ритмічність процесу. Контроль якості виконується на кожному етапі робіт із фіксацією результатів у відповідній виконавчій документації.

### *3.4.2 Технологія монтажу стінових сендвіч-панелей та вузли їх кріплення*

Монтаж стінових сендвіч-панелей виконується відповідно до технологічних вимог і передбачає поетапне формування огорожувальних конструкцій із забезпеченням їхньої геометричної точності, герметичності та надійності кріплення. Особлива увага приділяється підготовці основи, оскільки від цього залежить правильність встановлення першого ряду панелей і загальна якість монтажу.

Першим етапом є улаштування опорної бази для нижнього ряду панелей. По периметру будівлі на рівні цоколю встановлюється горизонтальна напрямна у вигляді U-подібного профілю або металевого куточка товщиною не менше 1 мм. Кріплення напрямних до бетонної основи здійснюється анкерними елементами з кроком 500–600 мм із попереднім свердлінням отворів. Монтаж напрямних виконується з обов'язковим контролем горизонтальності за допомогою будівельного рівня, що забезпечує правильне положення панелей у подальшому.

Для підвищення герметичності конструкції між цоколем і напрямною, а також між напрямною та сендвіч-панеллю передбачено укладання герметизуючих матеріалів. Додатково влаштовується теплоізоляційна прокладка, яка розміщується у пазі панелі або безпосередньо на поверхні фундаменту. У випадку монтажу до бетонного каркаса необхідно виконати попереднє свердління отворів у панелях у місцях їх кріплення.

З метою забезпечення щільності прилягання та зменшення тепловтрат по всій висоті колон каркаса наклеюється ущільнювальна стрічка. Її розміщують по центру колони: для проміжних опор застосовується одна стрічка, а в місцях стику панелей – дві, із відступом не менше 30 мм від краю елемента.

Підйом і встановлення сендвіч-панелей здійснюється за допомогою вантажопідіймальних механізмів із використанням спеціальних захватних пристроїв, що запобігають пошкодженню облицювання. Панель встановлюється на напрямну таким чином, щоб під дією власної ваги забезпечувалося щільне прилягання до ізоляційного шару. Кількість захватів

визначається залежно від габаритів і маси панелі: для виробів товщиною до 100 мм і довжиною до 6 м застосовується один захват, для більших або товстіших панелей – додаткові точки підйому.

Після встановлення панель фіксується у проєктному положенні за допомогою монтажних струбцин, що забезпечують її притискання до колон. При цьому необхідно контролювати стан захисного полімерного покриття та уникати його пошкодження. Остаточне вирівнювання виконується із застосуванням вимірювальних інструментів, зокрема рівня, після чого здійснюється закріплення панелі самонарізними гвинтами або іншими передбаченими елементами кріплення.

Дотримання послідовності монтажних операцій, правильне застосування кріпильних і ущільнювальних матеріалів, а також постійний контроль геометричних параметрів забезпечують якісне влаштування стінових сендвіч-панелей і надійність огорожувальних конструкцій будівлі.

#### *3.4.3 Технологія кріплення та герметизації стінових сендвіч-панелей*

Кріплення стінових сендвіч-панелей є завершальним і відповідальним етапом монтажу, від якого залежить просторову стійкість конструкції, її герметичність і довговічність. Після попереднього встановлення та вивіряння панелі у проєктному положенні виконується її остаточна фіксація до несучого каркаса будівлі.

У випадку бетонного каркаса кріплення панелей здійснюється із застосуванням спеціальних дюбелів або самонарізнних гвинтів по бетону. Перед встановленням кріпильних елементів виконується попереднє свердління отворів через панель у тіло колони. Свердління здійснюється при вже зафіксованій у проєктному положенні панелі, що дозволяє забезпечити точність монтажу та уникнути зміщень. Кріпильні елементи розташовуються на відстані не менше 30 мм від краю панелі, що запобігає пошкодженню її кромки.

Кількість і схема розташування кріплень визначається розрахунком та конструктивними вимогами, проте зазвичай передбачається встановлення не



допомогою виска, а горизонтальності — будівельного рівня з орієнтацією на попередньо нанесені розмічальні риси.

Зняття стропувальних пристроїв допускається лише після повного закріплення панелі та перевірки її положення відповідно до проєктних вимог. Такий підхід виключає можливість зміщення елемента та забезпечує безпечне виконання монтажних робіт.

Дотримання технології кріплення, правильний вибір кріпильних елементів і якісне виконання герметизації стиків забезпечують надійність, енергоефективність і експлуатаційну придатність огорожувальних конструкцій із сендвіч-панелей.

#### *3.4.4 Організація та раціоналізація робочого місця при монтажі конструкцій*

Раціональна організація робочого місця на будівельному майданчику є ключовою умовою забезпечення безперервності монтажного процесу, підвищення продуктивності праці та зниження трудових витрат. Розміщення конструкцій, матеріалів, інструментів і обладнання повинно здійснюватися з урахуванням технологічної послідовності виконання робіт, що дозволяє мінімізувати зайві переміщення робітників і скоротити час на допоміжні операції.

Зони складування сендвіч-панелей організуються в межах робочої зони крана з урахуванням його радіуса дії. Панелі розміщуються на підкладках або в касетах із забезпеченням їх стійкого положення та захисту від пошкоджень. Робоче місце повинно бути забезпечене необхідними монтажними пристроями, інструментами, кріпильними елементами та матеріалами для герметизації стиків.

Найбільш ефективною формою організації праці при монтажі є застосування комплексної бригади, що включає спеціалізовані ланки, які виконують взаємопов'язані операції. Такий підхід забезпечує узгодженість дій, ритмічність процесу та скорочення простоїв техніки.

Кількісний та кваліфікаційний склад бригади визначається залежно від обсягу робіт, конструктивних особливостей об'єкта, рівня механізації та прийнятої технології виконання монтажу. Як правило, до складу комплексної бригади входять дві ланки монтажників (не менше двох працівників у кожній), ланка стропальників у складі двох осіб, один або два електрозварники, а також окрема ланка для виконання робіт із герметизації стиків і встановлення добірних елементів.

Функціональний розподіл обов'язків між ланками дозволяє оптимізувати виконання робіт. Монтажники здійснюють встановлення панелей, їх вивіряння та тимчасове закріплення у проєктному положенні. Стropальники забезпечують правильне стропування, подачу та розміщення конструкцій у зоні монтажу. Електрозварники виконують з'єднання закладних деталей у випадках, передбачених проєктом. Завершальні операції включають герметизацію стиків, монтаж нащільників і фасонних елементів, що забезпечують захист конструкції від зовнішніх впливів.

Організація праці передбачає можливість роботи у дві зміни, при цьому склад бригади у другій зміні, як правило, залишається аналогічним. Це дозволяє підтримувати безперервність будівельного процесу та ефективно використовувати технічні ресурси.

Узгоджене розміщення робочих зон, раціональний розподіл функцій між виконавцями та належне матеріально-технічне забезпечення створюють умови для безпечного та якісного виконання монтажних робіт із мінімальними витратами часу і ресурсів.

#### *3.4.5 Організація та зміст операційного контролю якості будівельно-монтажних робіт*

Операційний контроль якості є невід'ємною складовою технологічного процесу та спрямований на своєчасне виявлення відхилень від проєктних і нормативних вимог під час виконання окремих виробничих операцій. Основна відповідальність за здійснення такого контролю покладається на

інженерно-технічний персонал, зокрема виконробів і майстрів, які безпосередньо організують і контролюють хід будівництва.

У разі необхідності до процесу контролю залучаються спеціалізовані підрозділи, такі як будівельні лабораторії, геодезичні служби та профільні фахівці, що здійснюють перевірку якості окремих видів робіт або матеріалів. Це дозволяє підвищити достовірність контролю та забезпечити відповідність результатів вимогам нормативної документації.

Контроль якості виконується відповідно до схем операційного контролю, які є складовою частиною технологічних карт і проєктів виконання робіт. Такі схеми визначають порядок перевірки якості на кожному етапі будівельного процесу та регламентують дії виконавців.

Схеми операційного контролю повинні містити графічні матеріали у вигляді ескізів конструкцій із зазначенням гранично допустимих відхилень, перелік контрольованих операцій, а також методи перевірки, що можуть бути візуальними або інструментальними. Крім того, у них встановлюються строки проведення контролю, визначається перелік прихованих робіт, які підлягають обов'язковому прийманню представниками технічного нагляду замовника, а також зазначаються операції, що виконуються за участю лабораторного або спеціалізованого контролю.

Особлива увага приділяється документуванню результатів контролю. Інженерно-технічні працівники зобов'язані фіксувати всі виявлені дефекти, відхилення та випадки виробничого браку у відповідних журналах виконання робіт. Це забезпечує можливість аналізу причин виникнення недоліків, своєчасного їх усунення та попередження повторення у подальшому. Впровадження системного операційного контролю якості сприяє підвищенню надійності будівельних конструкцій, забезпеченню відповідності виконаних робіт проєктним рішенням і нормативним вимогам, а також покращенню загальної організації будівельного виробництва.

### **3.5 Розроблення календарного графіка виконання будівельних робіт спортивного комплексу у місті Харків**

Календарний графік виконання робіт є одним із основних організаційно-технологічних документів, що визначає послідовність, тривалість та взаємозв'язок усіх етапів будівництва об'єкта. Для будівництва спортивного комплексу у Харків графік розробляється з урахуванням об'ємно-планувальних рішень будівлі, прийнятої технології виконання робіт, кліматичних умов регіону, а також нормативних вимог щодо організації будівельного виробництва.

При складанні календарного графіка передбачається поділ усього процесу будівництва на окремі етапи, що виконуються у визначеній технологічній послідовності. До основних етапів належать підготовчі роботи, земляні роботи, улаштування фундаментів, зведення несучого каркаса, монтаж огорожувальних конструкцій, виконання покрівельних робіт, інженерних мереж, а також оздоблювальні роботи та благоустрій території.

Підготовчий період включає очищення будівельного майданчика, улаштування тимчасових доріг, підведення інженерних комунікацій та організацію складських зон. Після завершення підготовчих робіт виконуються земляні роботи, що передбачають розробку котловану, планування основи та улаштування підготовки під фундаменти.

Наступним етапом є влаштування монолітних залізобетонних фундаментів, після чого виконується монтаж несучого каркаса будівлі. Паралельно з монтажем каркаса виконувалися роботи з улаштування інженерних мереж, що дозволяє скоротити загальну тривалість будівництва. Після завершення основних несучих конструкцій розпочинається монтаж стінових та покрівельних сендвіч-панелей, що формують зовнішній контур будівлі. Далі виконуються внутрішні роботи, включаючи монтаж інженерних систем, улаштування підлог, оздоблення приміщень та встановлення обладнання.

Завершальним етапом є благоустрій прилеглої території, що включає улаштування покриттів, озеленення та встановлення малих архітектурних форм.

Календарний графік передбачає раціональне поєднання робіт у часі, використання поточкових методів організації будівництва та можливість виконання окремих процесів паралельно. Це забезпечує скорочення загальної тривалості будівництва, підвищення ефективності використання трудових і технічних ресурсів, а також своєчасне введення об'єкта в експлуатацію.

Тривалість будівництва спортивного комплексу визначається на основі нормативних показників, обсягів робіт і прийнятих організаційно-технологічних рішень і орієнтовно може становити 10–12 місяців залежно від складності об'єкта та умов виконання робіт.

### **3.6 Організація будівельного майданчика при зведенні спортивного комплексу**

Будівельний генеральний план розробляється для забезпечення раціональної організації будівництва спортивного комплексу у Харків з урахуванням конкретних умов будівельного майданчика, об'ємно-планувальних рішень будівлі та прийнятої технології виконання робіт.

При проектуванні будгенплану враховано конфігурацію ділянки, розміщення існуючих інженерних мереж, під'їзних шляхів і обмеження прилеглої забудови. Основна увага приділяється забезпеченню безперервності монтажного процесу та мінімізації внутрішньомайданчикових переміщень матеріалів і конструкцій.

Для зведення спортивного комплексу передбачено використання баштового або стрілового крана, розташування якого визначено таким чином, щоб його робоча зона охоплювала основну площу будівлі. Це забезпечує подачу будівельних матеріалів, зокрема сендвіч-панелей, елементів каркаса та допоміжних конструкцій без додаткових перевантажень.

Складування основних будівельних матеріалів організовано в межах дії монтажного механізму. Сендвіч-панелі розміщуються у спеціальних касетах

на вирівняній основі, що запобігає їх пошкодженню. Окремо передбачені зони для зберігання металевих конструкцій, кріпильних елементів та допоміжних матеріалів.

Тимчасові автомобільні дороги прокладаються з урахуванням забезпечення під'їзду до зон складування та монтажу. Їх ширина та конструкція прийняті з урахуванням руху вантажного транспорту і роботи будівельної техніки. Передбачено майданчики для розвантаження матеріалів безпосередньо в зоні роботи крана.

На будівельному майданчику також розміщуються тимчасові адміністративно-побутові приміщення для персоналу, склади інструментів, пункти енергопостачання та водозабезпечення. Їх розташування вибрано з урахуванням зручності користування та дотримання санітарних і протипожежних вимог.

Особлива увага приділяється організації безпечних умов праці. На майданчику передбачено огороження небезпечних зон, влаштування безпечних проходів для працівників, а також встановлення засобів пожежогасіння. Освітлення будівельного майданчика забезпечує можливість виконання робіт у темний час доби.

Розроблений будівельний генеральний план для спортивного комплексу враховує специфіку об'єкта, забезпечує ефективну організацію робіт, скорочення витрат часу та підвищення рівня безпеки будівництва.

#### Техніко-економічні показники будівництва

Обсяг будівельно-монтажних робіт:

$$V_{\text{пр}} = V_{\text{норм}} = 3777,36 \text{ м}^3$$

Загальна трудомісткість робіт:

$$\sum Q_{\text{норм}} = 3918,51 \text{ люд-зм}$$

$$\sum Q_{\text{пр}} = 3754 \text{ люд-зм}$$

Тривалість будівництва:

$$T_{\text{норм}} = 10 \text{ міс.}$$

$$T_{\text{дир}} = 8 \text{ міс.}$$

## РОЗДІЛ IV

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### **4.1 Нормативно-правове забезпечення охорони праці при будівництві спортивного комплексу**

Розділ охорони праці у складі кваліфікаційної роботи базується на аналізі чинних законодавчих та нормативно-правових актів, які регламентують безпечні умови виконання будівельних робіт. Під час зведення спортивного комплексу у Харків організації охорони праці здійснюється відповідно до вимог Закон України «Про охорону праці», Кодекс законів про працю України, державних будівельних норм, стандартів системи безпеки праці, а також галузевих нормативних документів.

Основною метою забезпечення охорони праці є створення безпечних і нешкідливих умов праці для працівників, зниження рівня виробничого травматизму та професійних захворювань, а також попередження аварійних ситуацій на будівельному майданчику. Відповідальність за стан охорони праці покладається на керівництво будівельної організації, яке зобов'язане організувати належну систему управління охороною праці, забезпечити працівників засобами індивідуального захисту та контролювати дотримання вимог безпеки.

Об'єктом проектування є будівництво сучасного спортивного комплексу, що передбачає виконання широкого спектра будівельно-монтажних робіт, зокрема земляних, бетонних, монтажних і покрівельних процесів. Особливістю даного об'єкта є значний обсяг висотних і монтажних робіт із застосуванням вантажопідіймальних механізмів, що потребує підвищеної уваги до питань безпеки праці.

З урахуванням специфіки об'єкта визначено основні завдання у сфері охорони праці. До них належать: забезпечення безпечної організації робочих місць, впровадження сучасних засобів механізації, проведення інструктажів і навчання працівників, а також систематичний контроль за технічним станом

обладнання та інструментів. Особлива увага приділяється безпечному виконанню робіт на висоті, монтажу конструкцій, а також дотриманню правил експлуатації будівельної техніки.

Одним із пріоритетних напрямів є зниження рівня виробничого травматизму шляхом попередження небезпечних і шкідливих виробничих факторів. До таких факторів належать падіння з висоти, ураження електричним струмом, травмування при роботі з вантажопідіймальними механізмами, а також вплив шуму, пилу та вібрації. Для їх мінімізації передбачаються організаційні та технічні заходи, зокрема огороження небезпечних зон, застосування запобіжних пристроїв, використання засобів індивідуального захисту та впровадження безпечних технологій виконання робіт.

Важливим аспектом є також забезпечення безпеки життєдіяльності працівників у надзвичайних ситуаціях. На будівельному майданчику передбачається розроблення планів евакуації, забезпечення засобами пожежогасіння, організація доступу до первинних медичних засобів і навчання персоналу діям у разі виникнення аварійних ситуацій.

Соціально-економічне значення охорони праці полягає у збереженні життя і здоров'я працівників, підвищенні продуктивності праці, зниженні витрат, пов'язаних із травматизмом і простоєм робіт, а також у підвищенні загальної ефективності будівельного виробництва. Забезпечення належного рівня охорони праці є невід'ємною умовою успішної реалізації проекту будівництва спортивного комплексу.

Дотримання вимог законодавства та впровадження комплексу організаційно-технічних заходів дозволяє створити безпечні умови праці, знизити ризики виробничого травматизму та забезпечити ефективне виконання будівельних робіт.

## **4.2 Аналіз умов праці та ідентифікація потенційних небезпек при будівництві спортивного комплексу в місті Харків**

У межах зведення спортивного комплексу в Харків умови праці характеризуються значною різноманітністю виробничих процесів, що виконуються на різних етапах будівництва. До них належать земляні роботи, улаштування фундаментів, монтаж конструкцій, виконання бетонних, оздоблювальних і покрівельних робіт. Кожен із цих етапів супроводжується специфічними небезпечними та шкідливими виробничими факторами, які необхідно системно проаналізувати.

Фізичні небезпечні фактори є найбільш поширеними на будівельному майданчику. До них належать підвищений рівень шуму від роботи будівельної техніки, вібрації під час роботи механізмів, запиленість повітря при виконанні земляних і бетонних робіт, а також небезпека падіння з висоти під час монтажу конструкцій і виконання покрівельних робіт. Основними причинами виникнення цих факторів є використання важкої техніки, робота на відкритому повітрі та недостатня механізація окремих процесів.

Хімічні фактори пов'язані з використанням будівельних матеріалів, зокрема цементу, лакофарбових покриттів, розчинників та інших речовин, що можуть виділяти шкідливі пари і пил. Дані фактори проявляються переважно під час оздоблювальних робіт та приготування будівельних розчинів. Причиною їх виникнення є порушення технології застосування матеріалів або недостатня вентиляція робочих зон.

Біологічні фактори на будівельному майданчику мають обмежене поширення, проте можуть виникати при роботах у вологому середовищі або при контакті з ґрунтом, що містить мікроорганізми. Найчастіше вони проявляються під час земляних робіт.

Психофізіологічні фактори пов'язані з фізичним перевантаженням працівників, монотонністю окремих операцій, а також підвищеною відповідальністю при виконанні робіт підвищеної небезпеки, зокрема

монтажу конструкцій на висоті. Додатковим чинником є робота в умовах змінного клімату, що характерно для будівництва на відкритому майданчику.

Отримані дані свідчать, що ряд факторів може перевищувати нормативні значення, встановлені чинними стандартами з охорони праці. Зокрема, рівень шуму, запиленості та ризик травматизму при роботах на висоті потребують обов'язкового впровадження захисних заходів.

Зменшення або повне усунення впливу небезпечних і шкідливих факторів можливе за рахунок впровадження комплексу організаційних і технічних рішень. До них належать застосування засобів індивідуального захисту, механізація трудомістких процесів, використання сучасної техніки з пониженим рівнем шуму та вібрації, організація безпечних робочих місць і проведення інструктажів з охорони праці.

Проведений аналіз умов праці дозволяє визначити основні напрямки підвищення безпеки на будівельному майданчику спортивного комплексу. У наступних підрозділах доцільно розробити конкретні організаційно-технічні заходи щодо зниження рівня виробничих ризиків, забезпечення безпечних умов праці та попередження виникнення нещасних випадків.

#### **4.3 Оцінювання ризику реалізації потенційних небезпек при будівництві спортивного комплексу в місті Харків**

У процесі будівництва спортивного комплексу одним із найбільш характерних і небезпечних ризиків є падіння працівника з висоти під час монтажу несучих конструкцій та виконання покрівельних робіт. Цей вид небезпеки виникає при роботі на риштуваннях, монтажних платформах або безпосередньо на конструкціях будівлі.

Основними причинами виникнення даного ризику є відсутність або неналежне використання засобів індивідуального захисту, порушення технології виконання робіт, недостатній контроль з боку інженерно-технічного персоналу, а також несприятливі погодні умови, зокрема сильний вітер або опади. Додатковим фактором є людський чинник, зокрема втома або неухважність працівників.

Наслідки падіння з висоти можуть бути вкрай важкими і включають серйозні травми, інвалідність або летальні випадки, а також призводять до зупинки будівельного процесу і економічних втрат.

Для оцінювання ризику використовується матричний підхід, що враховує категорію серйозності наслідків і ймовірність виникнення небезпеки.

Матриця оцінювання ризиків для будівництва спортивного комплексу  
у місті Харків

Ймовірність \ Наслідки	1 – Незначні	2 – Помірні	3 – Суттєві	4 – Тяжкі	5 – Катастрофічні
А – Дуже низька	1А (Н)	2А (Н)	3А (Н)	4А (С)	5А (С)
В – Низька	1В (Н)	2В (Н)	3В (С)	4В (С)	5В (В)
С – Середня	1С (Н)	2С (С)	3С (С)	4С (В)	5С (В)
Д – Висока	1Д (С)	2Д (С)	3Д (В)	4Д (В)	5Д (К)
Е – Дуже висока	1Е (С)	2Е (В)	3Е (В)	4Е (К)	5Е (К)

Примітки до матриці:

Н – низький рівень ризику (допустимий)

С – середній рівень (потребує контролю)

В – високий рівень (потрібні заходи зниження)

К – критичний рівень (неприпустимий, роботи заборонені без заходів)

Аналіз ризиків за матричним методом дозволяє системно оцінити ймовірність виникнення небезпечних подій та тяжкість їх можливих наслідків у процесі будівництва спортивного комплексу у місті Харків. Отримані результати свідчать, що найбільш критичними є ризики, пов'язані з виконанням робіт на висоті, експлуатацією будівельної техніки та монтажем конструкцій. Такі ризики можуть досягати високого або критичного рівня, що потребує обов'язкового впровадження превентивних заходів. Застосування матричного підходу забезпечує обґрунтоване визначення пріоритетів у сфері охорони праці та дозволяє ефективно планувати заходи зниження небезпеки. Реалізація організаційних, технічних і контрольних рішень сприяє зменшенню рівня ризику до допустимих значень. Це

забезпечує підвищення загального рівня безпеки будівельного процесу та зниження ймовірності нещасних випадків.

#### **4.4. Розроблення організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів щодо покращення умов праці при будівництві спортивного комплексу**

Розроблення заходів з покращення умов праці на будівництві спортивного комплексу у Харків базується на результатах аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, а також оцінювання рівня ризиків. Залежно від ступеня ризику (знехтуваний, прийнятний, гранично допустимий або надмірний) передбачаються організаційні, технічні та архітектурно-планувальні заходи, спрямовані на зниження або усунення негативного впливу виробничого середовища на працівників.

Основною метою впровадження таких заходів є забезпечення безпечних умов праці, зменшення рівня виробничого травматизму, підвищення надійності технологічних процесів та створення ергономічного робочого середовища.

##### *Організаційні заходи з охорони праці*

До організаційних заходів, які застосовуються на будівельному майданчику, належать:

- проведення обов'язкового навчання, інструктажів та перевірки знань працівників з питань охорони праці;
- забезпечення працівників інструкціями з охорони праці, технологічними картами та регламентами виконання робіт;
- застосування сигнальних знаків безпеки, попереджувальних написів та кольорового маркування небезпечних зон;
- встановлення кваліфікаційних вимог до персоналу, допуск до виконання робіт підвищеної небезпеки лише для підготовлених працівників;
- розроблення раціонального режиму праці та відпочинку з урахуванням змінності робіт і фізичного навантаження;

- організація безпечного робочого простору з урахуванням ергономічних вимог та оптимального розміщення робочих місць;
- контроль дотримання технологічної дисципліни та правил безпечного виконання робіт.

Організаційні заходи особливо ефективні для зниження ризиків, що мають прийнятний або знехтуваний рівень, оскільки дозволяють мінімізувати вплив людського фактору та підвищити рівень культури безпеки на будівництві.

#### *Технічні заходи з покращення умов праці*

Для зниження гранично допустимих та надмірних ризиків передбачаються технічні заходи, які спрямовані на усунення або зменшення впливу небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища.

*Нормалізація мікроклімату робочої зони:* На відкритих будівельних майданчиках передбачається використання тимчасових укриттів, навісів та вітрозахисних екранів для зменшення впливу погодних умов. У побутових приміщеннях забезпечується система опалення та вентиляції, що відповідає санітарним нормам.

*Зниження рівня шуму та вібрації:* Застосовується будівельна техніка з пониженими шумовими характеристиками, використання вібропоглинаючих прокладок під обладнанням, а також раціональне планування роботи механізмів у часі з метою зменшення тривалості впливу шуму на працівників.

*Покращення освітлення робочих місць:* Передбачається організація комбінованого освітлення будівельного майданчика з використанням прожекторів та переносних світильників. Рівень освітленості повинен відповідати вимогам чинних нормативних документів для відповідних видів робіт, особливо при монтажі конструкцій і виконанні точних операцій.

*Електробезпека:* Передбачається застосування обладнання з подвійною ізоляцією, захисного заземлення, автоматичних вимикачів та пристроїв захисного відключення. Тимчасові електромережі виконуються з

дотриманням вимог ПУЕ, з обов'язковим маркуванням і захистом від механічних пошкоджень.

*Захист від пилу та шкідливих речовин:* Під час виконання земляних, бетонних та оздоблювальних робіт передбачається використання засобів індивідуального захисту органів дихання, а також організація локального зволоження пилових зон і використання матеріалів із пониженим рівнем пиловиділення.

*Захист від падіння з висоти:* Передбачаються інженерні рішення у вигляді стаціонарних та інвентарних огорожень, страхувальних систем, монтажних настилів і риштувань, що відповідають нормативним вимогам.

#### *Архітектурно-планувальні заходи*

Архітектурно-планувальні рішення спрямовані на зменшення впливу небезпечних факторів шляхом раціональної організації будівельного майданчика. До них належать:

- раціональне розміщення складів матеріалів у зоні дії монтажного крана;
- розділення транспортних і пішохідних потоків на будівельному майданчику;
- забезпечення безпечних проходів і проїздів;
- правильне зонування території (монтажна зона, складська зона, побутові приміщення);
- мінімізація перехресних технологічних потоків.

#### *Рекомендації щодо впровадження заходів*

Ефективність запропонованих рішень досягається за умови комплексного підходу до їх впровадження. На етапі організації будівництва необхідно забезпечити інтеграцію заходів охорони праці у технологічні карти та календарний графік виконання робіт. Контроль за їх виконанням повинен здійснюватися на всіх стадіях будівельного процесу.

Таким чином, впровадження організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки праці,

знизити виробничі ризики та забезпечити відповідність умов праці нормативним вимогам при будівництві спортивного комплексу.

#### **4.5. Висновки щодо забезпечення охорони праці при будівництві спортивного комплексу**

У розділі охорони праці розглянуто комплекс питань, пов'язаних із забезпеченням безпечних і нешкідливих умов праці під час будівництва спортивного комплексу у Харків. Основною метою розділу було визначення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, оцінювання рівня ризиків їх реалізації та розроблення заходів щодо їх зниження або усунення.

У процесі виконання розділу проаналізовано нормативно-правову базу з питань охорони праці, досліджено умови праці на будівельному майданчику, визначено основні джерела потенційної небезпеки та проведено оцінювання ризиків за матричним методом. Встановлено, що найбільш значущими є ризики, пов'язані з роботами на висоті, експлуатацією будівельних механізмів та виконанням монтажних операцій.

Для зниження рівня небезпеки запропоновано комплекс організаційних, технічних та архітектурно-планувальних заходів. До організаційних заходів віднесено навчання та інструктаж персоналу, впровадження системи знаків безпеки, раціональну організацію режиму праці та підвищення кваліфікаційних вимог до працівників. Технічні заходи передбачають нормалізацію мікроклімату, зниження рівня шуму та вібрації, забезпечення електробезпеки, покращення освітлення робочих місць, а також застосування засобів захисту від падіння з висоти. Архітектурно-планувальні рішення спрямовані на раціональне зонування будівельного майданчика та оптимізацію розміщення технологічних потоків.

Оцінка ефективності запропонованих заходів свідчить, що їх комплексне впровадження дозволяє суттєво знизити рівень виробничих ризиків, зменшити ймовірність виникнення нещасних випадків та забезпечити відповідність умов праці вимогам чинних нормативних документів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 46 с. [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/A315\\_Organizatsiyabudivelnogo-virobnitstva.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/A315_Organizatsiyabudivelnogo-virobnitstva.pdf)
2. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП45.2-7.02-12) [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=25399](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25399)
3. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2016–10–31]. К. : Мінрегіон України, 2016. 39 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=68456](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=68456)
4. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна №1 К. : Мінбуд України, 2006. 75 с. [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=21670106](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=21670106)
5. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019–01–19]. Зі Зміною №1. К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 51 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=59627](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=59627)
6. ДБН В.2.6:220-2017. Покриття будівель і споруд. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 46 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=72201](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=72201)
7. ДБН А.1.1-1:2009. Система стандартизації та нормування у будівництві. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 16 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=112664](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112664)
8. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 26 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=71184](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=71184)
9. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2019. 50 с.

- [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=84353](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=84353)
10. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Із Зміною №1. К. : Міністерство розвитку громад та територій України. 2022. 103 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=26738](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=26738)
11. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=112670](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112670)
12. ДСТУ-Н Б В 2.1-28:2013. Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. [Чинний від 2014–01–01]. Київ, 2013. 98 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=54094](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=54094)
13. ДСТУ–Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажу будівельних конструкцій. [Чинний від 2016–04–01]. К. : Мінрегіон України, 2015. 62 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=63372](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=63372)
14. ДСТУ 9243.4:2023. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 59 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=103963](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=103963)
15. ДСТУ 3008-2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=64463](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=64463)
16. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=60541](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=60541)
17. Інноваційні технології каркасного будівництва : навч. посібник / Г.М. Тонкачєєв, О.С. Молодід, В.Г. Тонкачєєв, О.Г. Шандра : Під ред. проф. Г.М. Тонкачєєва. К.: Видавництво Ліра-К. 2024. 316 с.

18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання.  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>
19. Теліченко О.І., Нагорний М.В. Зведення і монтаж будівель та споруд : навч. пос. Суми : Видавництво СНАУ, 2020. 197 с.
20. Технологія монтажу будівельних конструкцій : навч. пос. / В. К. Черненко, О. Ф. Осипов, Г. М. Тонкачєєв та ін.; За ред. В. К. Черненка. Вид. 1-ше і 2-ге. видання К.: Горобець, 2011. 372 с.: іл.
21. ДБН В.2.6-163:2010 Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу.  
[http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=26739](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=26739)