

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання та дизайну

Кафедра будівництва

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету

Конструювання та дизайну

_____ Іван РОГОВСЬКИЙ

“ _____ ” _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

рішенням кафедри будівництва
(протокол № __, від __.__.2026р.)

завідувач кафедри будівництва,
д.т.н., професор

_____ Ігор ЯКОВЕНКО

“ _____ ” _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Проектування спортивного залу важкої атлетики у місті
Бориспіль»**

Спеціальність 192 – будівництво та цивільна інженерія

(код і назва)

Гарант освітньої програми

_____ кандидат технічних наук, доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

_____ Євген ДМИТРЕНКО

(ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи:

_____ К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

_____ Наталія Костира

(ПІБ)

допускається до захисту/не допускається до захисту»

Виконав: студент

«підпис»

_____ Валерій Ус

(ПІБ студента)

м. Київ 2026 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва,

д.т.н., професор _____ Ігор ЯКОВЕНКО

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ПБ)

«____» грудня 2026р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

Уса Валерія Дмитровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність _____ 192 «Будівництво та цивільна інженерія» _____

(код і назва)

Програма підготовки освітньо-професійна _____

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема дипломного проєкту затверджена наказом проректора з науково-педагогічної роботи та цифрової трансформації НУБіП України від «24» березня 2026 р. № 839 «С». Термін подання завершеної роботи на кафедру 2026, травень, 20.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: геологічні умови майданчика будівництва, природно-кліматичні умови відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010, навантаження та впливи згідно ДБН В.1.2-2:2006.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, 6 листів формату А1 та використаних джерел літератури 32 найменування.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Розділ 1. Архітектурний

Розділ 2. Розрахунково-конструктивний

Розділ 3. Організація будівництва

Розділ 4. Технологія будівельного виробництва

Список використаних джерел

Перелік графічного матеріалу (обов'язкові креслення):

Аркуш 1.	<i>Архітектурна частина: фасад, розрізи, генплан, вузли, плани.</i>
Аркуш 2.	<i>Розрахунково-конструктивна частина: план покриття, план фундаментів, поперечний розріз</i>
Аркуш 3.	<i>Розрахунково-конструктивна частина. Конструювання залізобетонної плити перекриття</i>
Аркуш 4.	<i>Організаційно-будівельна частина. Будівельний генеральний план</i>
Аркуш 5.	<i>Технологічно-будівельна частина. Технологічна карта на влаштування м'якої покрівлі з євроруберойду</i>
Аркуш 6.	<i>Організаційно-будівельна частина. Календарний графік</i>

Строки виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи

Найменування етапу дипломного проєкту	Строк виконання етапу	Відмітка про виконання
<i>Збір, аналіз та обґрунтування вихідних матеріалів для проєкту</i>	<i>24.03.26– 06.04.26</i>	
<i>Написання та наповнення частин</i>	<i>07.04.26 – 30.04.26</i>	
<i>пояснювальної записки</i>		
<i>Виконання графічної частини дипломного проєкту</i>	<i>01.05.26–20.05.26</i>	

Дата видачі завдання «24» березня 2026 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Костира Н. О.
(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____

Ус В. Д.

«РЕФЕРАТ»

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Проектування спортивного залу важкої атлетики у місті Бориспіль»: 60 с., 4 рис., 9 табл., 19 літературних джерел.

Об'єкт, який проектується – спортивний комплекс з сталевого каркасу який запроектовано з фасонної та листової сталі.

Мета роботи: розробити архітектурні, організаційно-технологічні та конструктивно-розрахункові рішення будівлі.

В результаті проведення проєктних робіт був визначений клас наслідків будинку, кліматичні умови, об'ємно-просторові рішення, загальні конструктивні рішення, теплотехнічний розрахунок елементів будівлі, тривалість будівництва, було проведено розрахунок колон та ферм металоконструкції, виконано підбір баштового крану, та розроблено генплан будівельного майданчика. Також були зазначені певні теоретичні відомості, і загальна інформація по техніці безпеки при проведенні технологічних робіт.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 «АРХІТЕКТУРНИЙ»	8
1.1. Географічне розташування.....	8
1.2. Будівельно-кліматичні умови.....	8
1.3. Цільове призначення будівлі та функціонал.....	9
1.4. Об'ємно просторові рішення.....	9
1.5. Конструктивні рішення.....	11
1.6. Теплотехнічний розрахунок.....	17
1.7. Класифікація будівель та споруд за національним класифікатором НК018:2023.....	17
1.8. Визначення класу наслідків (відповідальності) об'єктів будівництва за ДБН В.1.2-14:2018.....	21
1.9. Висновок до розділу.....	23
РОЗДІЛ 2 «РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ»	25
2.1. Метод чисельного моделювання.....	25
2.2. Чисельний метод у програмному комплексі.....	25
2.3. Створення геометрії.....	27
2.4. Задання попередніх перерізів.....	28
2.5. Задання навантажень.....	30
2.6. Формування розрахункових з'єднань навантажень.....	32
2.7. Задання матеріалів.....	34
2.8. Виконання розрахунку.....	35
2.9. Висновок до розділу.....	36
РОЗДІЛ 3 «ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИТВА»	39
3.1. Визначення тривалості будівництва методом екстраполяції та інтерполяції.....	39
3.2. Підбір і розрахунок баштового крану.....	39
3.3. Визначення чисельності персоналу.....	41
3.4. Розрахунок необхідної площі за призначенням.....	42
3.5.. Розрахунок тимчасового електропостачання.....	44
3.6 Розрахунок тимчасового водопостачання.....	45
3.7. Висновок до розділу.....	47
РОЗДІЛ 4 «ТЕХНОЛОГІЧНО БУДІВЕЛЬНИЙ»	49
4.1 Технологічна карта влаштування покриття у спортивній залі.....	49
4.2 Техніка безпеки на будівельному майданчику.....	54
4.3 Висновок до розділу.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59

ВСТУП

Актуальність теми: Наразі в Україні є попит на автономні безпечні простори, що можуть забезпечити можливості якісних тренувань, доступу до гарячого душу, доступу до заряджання гаджетів з можливістю швидкого доступу до укриття і з забезпеченістю інклюзивності. Даний об'єкт може слугувати площадкою для реабілітації і відновлення військових та цивільних. Площадкою для фізичної активізації молоді, для забезпечення здорового та фізично активного суспільства.

Особливого значення проєктування таких об'єктів набуває в умовах військового стану та в період післявоєнного відновлення України.

Бо інтеграція інклюзивних спортивних просторів до міської інфраструктури дозволяє вирішувати комплексну проблему соціальної адаптації ветеранів війни та психологічного розвантаження цивільного населення.

Обґрунтування доцільності вибору локації: Ліквідація «пустот» у районі: територія зараз у занедбаному стані та є транзитним пустирем, який не несе корисної функції. Будівництво спорткомплексу перетворить «мертву зону» на безпечний, освітлений та соціально активний центр.

Мета кваліфікаційної роботи: Запроєктувати спортивний комплекс з залом для важкої атлетики, в місті Бориспіль. Розробити відповідні архітектурні, організаційно-технологічні та конструктивно-розрахункові рішення будівлі. Також забезпечити виконання всіх вимог до архітектурної, конструктивної та організаційно-технологічної частини проєкту.

Розробити відповідну пояснювальну записку із вмістом потрібних розрахунків, та графічну частину у вигляді 6 креслень у форматі A1, з відповідним змістом.

Об'єктом проєктування є процес об'ємно-просторового формування та технологія зведення будівлі спортивного комплексу

Предметом проєктування є архітектурні параметри, міцності характеристики несучих конструкцій, а також організаційні показники будівельного об'єкта

Методи проєктування: для розробки даної кваліфікаційної роботи будуть застосовуватись такі програмні застосунки як AutoCad[13] для створення графічної частини проєкту, Word для створення текстової частини та ЛІРА-САПР[12] для розрахунку відповідних елементів для конструктивного розділу кваліфікаційної роботи.

Завдання на проєктування: Розробити архітектурно-планувальну організацію спортивного комплексу з урахуванням усіх нюансів проєктування спортивних споруд. Забезпечити інклюзивність проєкту, та бомбосховище. Розробити конструктивну модель та виконати розрахунок що найменше двох елементів конструкції. Розробити організаційно-технічні процеси процеси періоду будівництва.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Географічне розташування

Об'єкт проєктування планується бути розміщеним в місті Бориспіль що являється адміністративним центром Бориспільського району в Київській області.

1.2 Будівельно - кліматичні умови

Будівельно - кліматичні умови по ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [1]:

- Будівельно - кліматична зона 1.
- Температурний режим та вологісний режим:
- Найхолодніша п'ятиденка: $t_{ext} = -22^{\circ}\text{C}$.
- Середня температура найхолоднішого місяця(січень): -5.6°C .
- Середня температура найтеплішого місяця(липень): $+19.8^{\circ}\text{C}$.
- Тривалість опалювального періоду = 192 доби.
- Середня температура повітря за опалювальний період: -1.3°C .
- Вологісна зона: 2зона (нормальна вологість).
- Середня відносна вологість повітря:

Літо – 65%, зима – 85%, середньорічна 77%.

Середня 76см.

- Середньорічна кількість опадів: 495-550мм
- Нормативне промерзання ґрунту:
- Сніговий район 2.
- Нормативне снігове навантаження: 1300Па.
- Вітровий район 1.
- Нормативне вітрове навантаження: 370Па.
- Переважаючий напрямок вітру:

Для зими південно-західний, для літа північно західний.

- Сонячна радіація береться за даними найближчої актинометричної станції:

Максимальна у липні 600 МДж/м² за місяць.

Мінімальна у грудні 45 МДж/м² за місяць.

1.3 Цільове призначення будівлі та функціонал

Спортивний комплекс відноситься до фізкультурно-оздоровчої/навчально-тренувальної будівлі, відповідно ДБН В.2.2-13-2003 [4]

Ця будівля виконує функції по ДБН В.2.2-13-2003 [4]:

- 1) Основна: призначена безпосередньо для спортивних та фізкультурно-оздоровчих занять;
- 2) Допоміжна: призначена для осіб, які займаються, тренерів, а також медичні, службово-адміністративні, складські функції;

1.4 Об'ємно просторові рішення

Криті спортивні споруди з Таблиці 2 с. 12 ДБН В.2.2-13-2003[4]

Мінімальні будівельні розміри основного залу(тренажерна) ширина 9м довжина 18м висота 4метри.

Прийнято по осях 18м на 24м площі основного залу (Блок Б)

Загальні вимоги таблиці 11 з ДБН В.2.2-13-2003[4] визначаємо: вестибюль 0.5 на 1 або не менше 20м²на 100 людей розраховано 50м².

Приміщення для медичного обслуговування: а) кабінет лікаря не менше 14м². Приймаю 15м².

б) очікувальна має бути не менше 10м² то приймаю 10м².

За Таблицею 12 ДБН В.2.2-13-2003[4] визначаємо: Санвузли Один унітаз на 30 місць для перевдягання в жіночій роздягальні, але не менше одного. Тоді приймаю 2 і один з них інклюзивний по ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. [5]

Один унітаз і три пісуари на 135 місць для перевдягання в чоловічій роздягальні, але не менше одного унітаза.

Приймаю 1унітаз (інклюзивний) і 2пісуари.

Один умивальник на 30 місць для перевдягання в роздягальні, але не менше одного

Приймаю по 2 умивальника у чоловічій і жіночій роздягальні.

Сушилки для волосся: Один прилад на 10 жінок, які одночасно займаються.

Приймаю 6 приладів

- Один прилад на 20 чоловіків, які одночасно займаються. Приймаю 4 прилади.

Уклон зовнішнього пандусу приймаю за ДБН В.2.2-40:201 8[5]. Це 8% (1:12) для мого випадку буде справедливий розрахунок $0.6\text{м} \cdot 12 = 7.2\text{м}$. для більшої зручності приймаю 8мширину приймаю як для однобічного руху 1.2м.

Також інші приміщення заперектовані по ДБН В.2.2-28:2010 [17] що регламентує площі на людину. По ньому були виділені площі для адмін приміщень і бомбосховище.

Проект передбачає чіткий поділ на «брудні» та «чисті» зони [4] , щоб уникнути перетину потоків людей з різними гігієнічними вимогами.

Брудна зона (спортивний блок) має окремий вхід або шлюз, роздягальні, душові та санвузли розташовані поряд із спортзалом. Це дозволяє відразу привести себе до ладу після тренування і не заносити бруд у загальні приміщення. Система вентиляції в цій зоні розрахована на підвищену вологість та інтенсивний повітрообмін.

Чиста зона це офіси, зони відпочинку та інші приміщення, ізольовані тамбурами та коридорами, що знижує шум та захищає від пилу. Оздоблювальні матеріали підбираються з урахуванням легкого догляду та високих екологічних стандартів.

Оскільки проект має відповідати принципам універсального дизайну та вимогам ДБН щодо інклюзивності [5], це також включає горизонтальні комунікації де коридори та проходи достатньої ширини для розвороту інвалідного візка (мінімум 1500 мм у зонах повороту).

Вхідна група – пандус із поручнями; двері з шириною 1800 мм.

Інші двері по інклюзивності мають ширину не менше 900мм.

Спеціалізовані санвузли – універсальні туалети з поручнями, кнопкою виклику допомоги та достатнім простором для маневрування теж забезпечені на кожному поверсі. [5]

Евакуаційні шляхи спроектовані так, щоб забезпечити швидкий та безпечний вихід людей у надзвичайній ситуації.[18]

Шляхи евакуації запроєктовані для приміщень із масовим перебуванням передбачено щонайменше два виходи; Всі двері відчиняються відповідно по руху евакуаційних маршрутів.[18]

Геометрія коридорів зроблені так що ширина та конфігурація розраховані на пропускну здатність без утворення пробок; Спрямування до виходів інтуїтивно зрозуміле.

Розподіл виходів розосереджені по периметру будівлі; Спортивний зал має прямий вихід назовні, щоб не змушувати людей проходити через інші зони під час евакуації.[18]

Більш конкретно запроєктовані головні сходи(металоконструкція) у блоці А, що поєднує 2 поверх 1 поверх та підвал на цих сходах запроєктований спеціальний інклюзивний підйомник. Сходи між основним залом(блок Б) та 2 поверхом блоку А (теж металоконструкція). Та сходи як другий вихід з підвалу одразу на зовнішній простір, з залізобетону.

Блок А на першому поверсі розділений коридором, де з одної сторони чоловіча а з іншої сторони жіноча роздягальня, душова, туалет. Цей коридор веде з вестибюлю прямо до основної зали.

1.5 Конструктивні рішення

Для наземної частини будівлі було вбрано металевий каркас.

Використання металевого каркасу замість монолітного залізобетону для цього проєкту є найбільш доцільним з техніко-економічної точки зору, враховуючи кілька важливих переваг.

Найменше навантаження на фундаменти

Сталь має більш високу міцність при меншій масі, тому металева конструкція значно легша за монолітну. Це знижує тиск на ґрунт і дозволяє застосувати простіші та дешевші типи фундаментів, а також скоротити обсяг земляних робіт.

Швидкий та технологічний монтаж елементів.

Елементи поставляються із заводу готовими до встановлення, а складання на болтових з'єднаннях – «сухим» способом – дозволяє працювати цілий рік незалежно від погоди. У результаті термін будівництва значно скорочуються, і об'єкт швидше вводиться в експлуатацію.

Ферма - це стрижнева конструкція з окремих прямолінійних елементів (стрижнів), з'єднаних у вузлах так, щоб утворити жорстку геометричну систему, як правило, трикутну. [6]

Ферми застосовують там, де потрібно перекрити великі прольоти — дахи ангарів, мости, стадіони та інші споруди, де суцільні балки були надто важкими чи економічно не вигідними, тому там де у мене проліт 18м доцільніше використовувати замість ферми, всього у мене 5 ферм.

Завдяки своїй геометрії ферма працює переважно на розтягування та стиск, а не на вигин. Це дозволяє значно заощадити матеріал, зберігаючи при цьому високу здатність конструкції, що несе.

Металеві ферми дозволяють перекривати великі прольоти без проміжних опор, що дає максимально гнучке та корисний внутрішній простір, що є важливо для функціонального використання будівлі.

Сейсмостійкість та довговічність: Сталь більш пластична, ніж бетон, тому при сейсмічних або вітрових навантаженнях металева конструкція краще поглинає і розподіляє енергію коливань, що підвищує надійність будівництва, що є явно перевагою для цього проєкту.

Конструкція працює як передача навантажень.

Прийом навантажень: всі зовнішні дії снігу, вітру, ваги покрівельного пирога та обладнання сприймають огорожувальні елементи покрівлі.

Передача на ферми: через прогони навантаження переходить на металеві ферми. Геометрія ферми дозволяє поясам та розкосам працювати ефективно: верхній пояс на стиск, нижній на розтяг, розкоси та стійки на відповідні зусилля.

Далі іде передача на колони через жорсткі або шарнірні вузли реакції ферм передаються вертикальні несучі елементи колони.

Металева колона це вертикальний несучий елемент каркасу будівлі, виготовлений із металевого прокату (двотаврів, швелерів, профільних труб тощо) але в даному проєкті це квадратний профіль. Її основне призначення приймати вертикальні навантаження від перекриття, покрівлі, ферми,[6] балок та інших частин споруди та передавати ці зусилля на фундамент.

Передача зусиль на фундамент: колони сприймають осьові зусилля та згинальні моменти і через анкерні групи передають їх на фундаменти, забезпечуючи стійкість будівлі та передачу навантажень на ґрунт.

Фундамент – це підземна частина споруди, яка сприймає навантаження від будівлі та передає її на ґрунт.[19]

Фундамент під колони запроектовано як стовпчастий фундамент в блоці А. В блоці Б фундаментом слугує само підвальне приміщення що працює як фундаментна плита, тим самим у проєкті використовуються 2 типи фундаментів у 2 блоках даного проєкту. Важливою частиною у фундаменту є гідроізоляція тому запроектовано нанесення гідроізоляційного шару для того щоб зайва волога не впливала куди не треба. [19]

В підвальному приміщенні запроектовано 2 виходи для забезпечення можливості безпечного виходу при деактивації можливостей одного з них, також у підвалі по експлікації влаштоване бомбосховище і стіни підвалу в перекриття підвалу мають витримувати вагу всієї конструкції тому саме стіни підвалу запроектовані 400мм, а залізобетонна плита перекриття запроектована 300мм.

Також у мене в проєкті запроектовані сендвіч панелі як перегородка між внутрішнім та зовнішнім середовищем.

Сендвіч-панель – будівельний елемент із трьох шарів: двох жорстких облицювальних листів та внутрішнього шару утеплювача (пінополістирол; мінеральна вата; пінополіуретан), саме в моєму проєкті буде використовуватись мінеральна вата.

Панелі широко застосовують для швидкого будівництва стін та покрівлі у промислових, складських та комерційних будівлях, а також у комерційних спорудах, де важлива швидкість монтажу та енергоефективність. Для мого спортивного комплексу як раз важлива швидкість монтажу та енергоефективність що прекрасно забезпечується цим конструктивним вирішенням.

Глобально якщо перерахувати переваги то як я і писав відповідно:

Швидкий монтаж – панелі монтуються швидко та просто, що скорочує термін будівництва. Тепло та звукоізоляційні шари забезпечують хороші тепло показники та звукоізоляційні властивості. Невелика вага – конструкція легша за традиційні стінові системи, що знижує навантаження на каркас та фундаменти. Готовий фасад не вимагають додаткового оздоблення, що економить час і гроші.

Розрахунок сендвіч панелей до речі як раз буде виконано далі у цьому розділі до тепло розрахунку як такий важливий елемент. І сендвіч панелі я буду використовувати не тільки як стінові а ще на цей проєкт передбачено і сендвіч панелі на покрівлю тож, всі перелічені переваги відносяться і до покрівельного облаштування. Там правда сендвіч панель трішки складніша с вмістом гідроізоляції і з пінополіізоціанурату для полегшення конструкції через кращий коефіцієнт λ .

У блоці Б(приміщення основного залу) передбачено влаштування спеціальної підлоги (протиударної). Для цієї підлоги передбачена у цьому проєкті і контрено у цій пояснювальній записці технологічна карта. Для більшої конкретизації далі надам піріжок підлоги зверху в низ:

- Фінішне покриття – гумові плитки, 10 мм.

Тонкий верхній шар з анти-ковзною фактурою, що безпосередньо контактує зі спортсменами. Забезпечує безпеку під час занять (добре зчеплення), стійкість до стирання та простоту збирання.

- Амортизаційний шар – гумові мати, 30 мм.

М'який проміжний шар, що пом'якшує удари при стрибках та вправах. Знижує ризик травм і робить підлогу комфортнішою для тренувань.

- Розподільний шар – ОСБ плити ($3 \times 20 \text{ мм} = 60 \text{ мм}$)

Три шари плит OSB, укладені разом, утворюють жорстку і рівну основу під верхні шари. Поступово розподіляє навантаження, запобігає прогинам і захищає фінішне покриття від деформацій.

- Демпфуючий шар - мати з регенованої гумової крихти, 50 мм.

Глибокий шар для гасіння вібрацій та ударного шуму. Перешкоджає передачі шуму та вібрацій на перекриття будівлі, що важливо для сусідніх приміщень та загальної експлуатації об'єкта.

- Основа – залізобетонна плита перекриття (або підлога по ґрунту), 300 мм. Нижній шар, що несе, сприймає всі статичні і динамічні навантаження від підлоги та обладнання. Гарантує міцність та стабільність усієї конструкції.

Також у моєму проєкті передбачені вікна та великі площі скло-фасадів що запроєктовані з естетичних міркувань.

Монтаж вікон у сендвіч панелі виконується за допомогою спеціальних п-образних металевих закладних деталей що монтуються безпосередньо у сендвіч панель, на них будуть кріпитися рами в які будуть вставлятися склопакети, все запроєктовано з відповідними монтажними відступами які треба буде заповнити монтажною піною.

Великі скляні фасади монтуються на спеціальні закладні деталі що передають вагу конструкції на колони(несучі елементи).

Сходи що передбачені за проєктом є переважно металоко́нструкціями окрім один сходів що є виходом з підвалу одразу на зовнішній простір. Сакі сходи є незалежними конструкціями від каркасу будівлі, що відповідно

формує віброізоляцію, також це дозволяє більш зручно виконувати ремонтні роботи монтаж та демонтаж сходів.

Перегородки будуть виконуватись з газоблоків, оздоблення буде виконуватись в залежності від призначення приміщення його ступеня вогнестійкості, категорії вибухо-пожежної безпеки та естетичних міркувань.

Також для більшої інформованості цієї частини кваліфікаційної роботи, я додам ще визначень простих елементів що є у моєму проєкті:

Вікна - світлопрозорі елементи конструкцій, що забезпечують природне освітлення, вентиляцію і візуальний зв'язок із зовнішнім середовищем. Складаються з рами, склопакета або скла та ущільнень; можуть мати різні типи відкриття. Вікна також впливають на енергоефективність та акустичний комфорт приміщення.

Двері – конструкції для проходу між приміщеннями або із приміщення на зовнішній простір, що забезпечують доступ, захист та ізоляцію. Вибір дверей визначається функцією, вимогами до безпеки, тепло- та звукоізоляції.

Перекрыття - горизонтальна конструкція, що несе, що розділяє поверхи будівлі і сприймає навантаження від людей, обладнання та внутрішніх елементів. Може бути виконаний з бетону, металу або збірних елементів; включає балки, плити чи ферми. Перекрыття також забезпечує звуко- та теплоізоляцію між поверхами.

Покриття - зовнішній шар будівлі, що захищає від атмосферних впливів;

Найчастіше йдеться про покрівельне покриття. Включає матеріали, що відводять воду, конструкцію, що витримують навантаження і забезпечують довговічність даху. Вибір покриття залежить від клімату, ухилу даху та експлуатаційних вимог.

Перегородка – внутрішня стіна, що не несе, або елемент, що розділяє простір приміщення на зони. Виконується з легких матеріалів (гіпсокартон, сендвіч-панелі, скло) та не сприймає основних конструктивних навантажень.

Перегородки дозволяють гнучко організувати планування та швидко змінювати внутрішній простір.

Каркас – несуча система будівлі, що складається з вертикальних та горизонтальних елементів (колони, балки, ригелі), які сприймають та передають навантаження на фундаменти. Може бути металевим, залізобетонним чи дерев'яним; визначає загальну жорсткість та геометрію споруди. Каркас створює основу для кріплення огорожувальних елементів, перекриттів та покриттів.

1.6 Теплотехнічний розрахунок[10]

Розрахунок стінових товщини сендвичпанелей:

Температурная зона 1

$$Rq_{min} = 4.00 \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$$

$$\lambda = 0.04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{K}).$$

$$d = Rq_{min} \cdot \lambda = 4.00 \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт} \cdot 0.04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{K}) = 0.16 \text{ м} = 160 \text{ мм}$$

Розрахунковий мінімум 160мм

приймаю $d = 200 \text{ мм}$.

Розрахунок PIR панелей для покриття:

Температурная зона 1

$$Rq_{min} = 6.00 \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$$

$$\lambda = 0.022 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{K}).$$

$$d = Rq_{min} \cdot \lambda = 6.00 \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт} \cdot 0.022 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{K}) = 0.132 \text{ м} = 132 \text{ мм}$$

Розрахунковий мінімум 132мм

приймаю $d = 150 \text{ мм}$.

1.7 Класифікація будівель та споруд за національним класифікатором НК 018:2023[9]

Класифікатор НК 018:2023[9] побудований за ієрархічною системою:

- Розділ (1-й знак) — основний вид;
- Підрозділ (2-й знак) — уточнення типу;

- Група (3-й знак) — функціональна специфікація;
- Клас (4-й знак) — конкретний тип об'єкта.

Об'єкт класифікується як житловий, якщо понад 50% його загальної корисної площі призначено для житлових цілей. В іншому випадку він відноситься до нежитлових будівель.

Вихідні данні для розрахунку:

Таблиця. 1.1.

Експлікація приміщень

Номер №	Позиція	Назва приміщення	Площа м ²
1	1,1	Основний зал	365
2	1,2	Зал для групових занять	72
3	1,3	Санвузол(ч)	5,5
4	1,4	Роздягальня(ч)	55
5	1,5	Душова(ч)	12
6	1,6	Кімната очікування	9.6
7	1,7	мед. кімната	14.5
8	1,8	Коридор	30
9	1,9	Роздягальня(ж)	57.6
10	1,10	Санвузол(ж)	4.9
11	1,11	Душова(ж)	15
12	1,12	Вестибюль	50
13	1,13	Адмін. кабінет	14.3
14	1,14	Сходові клітка	12
15	2,1	Фітобар	72

Продовження таблиці 1.1			
16	2,2	Санвузол	24
17	2,3	Масажний кабінет	9.6
18	2,4	Кабінет директора	18
19	2,5	Коридор	12.4
20	2,6	Кардіозона	178
21	2,7	Сходова клітка	12
22	0,1	Санвузол	28
23	0,2	Інвентарна	50.8
24	0,3	Сходова клітина	21
25	0,4	Бомбосховище	170
26	0,5	Вентиляційна	15.4
27	0,6	Генераторна	15.6
28	0,7	Щитова	12
29	0,8	Бойлерна	9

Таблиця 1.2.

Аналіз площ (за рівнями)

Функціональні зони	Площа, м ²	% від загальної площі
Вестибюль, коридор, фітобар.	175.4	13,25%
Адмін зона.	32.3	2,44%
Санвузли, Душові,	89.4	6,75%
Зона переодягання	112.6	8,51%
Спортивна зона.	615	46,46%
Медична та процедурна зона	24.1	1,82%

Продовження таблиці 1.2.		
Технічна зона	104.8	7,9%
Бомбосховище	170	12,8
Загальна площа будівлі	1323.6	100%

Відсутність житлових площ однозначно відносить будівлю до не житлових будинків. А 46,46% площі виділеної під спортивну зону відносить її до класу «спортивні зали».

Таблиця 1.3.

Класифікація показників об'єкта

Класифікація	Код	Назва одиниці	Характеристики для даного об'єкта
Розділ	1	Будівлі	Криті споруди, що можуть використовуватися окремо
Підрозділ	12	Не житлові будинки	Будинки, що використовуються не для житлових цілей
Група	126	Будівлі громадського дозвілля, освіти, охорони здоров'я та соціального захисту	Відокремлені житлові будинки (котеджі, дачі)
Клас	1265	Спортивні зали	Будівлі, що використовуються в спортивних цілях. Багатокористувацькі зали. Спорт майданчики.

Висновок: В ході роботи було визначено, що досліджуваний об'єкт згідно з НК 018:2023 має код 1265. Встановлено, що ключовим фактором класифікації є функціональне призначення приміщень та їх відсоткове співвідношення до загальної площі.

1.8 Визначення класу наслідків (відповідальності) об'єктів будівництва за ДБН В.1.2-14:2018.[3]

Ціль: за критеріями класифікації об'єктів по рівнем можливої небезпеки розраховувати показники N_1 , N_2 , N_3 та обсяг можливих збитків.

Клас наслідків (відповідальності) — це характеристика рівня можливої небезпеки для здоров'я і життя людей, майна та навколишнього середовища у разі відмови об'єкта.

Згідно з ДБН В.1.2-14:2018[3], встановлено три класи:

- СС1 — незначні наслідки;
- СС2 — середні наслідки;
- СС3 — значні наслідки.

Клас визначається за найвищим показником серед усіх критеріїв.

тип об'єкта – спортивна зала;

Розрахунок

N_1 (Постійне перебування):

Для спорткомплексу приймаємо по максимальній кількості персоналу.

$$N_1 = 20 \text{ осіб}$$

N_2 (Періодичне перебування):

Приймаємо максимальну розрахункову кількість відвідувачів одночасно.

$$N_2 = 100 \text{ осіб}$$

N_3 (Зовні об'єкта):

Оскільки це будівля класу спортивна зала, N_3 береться як $N_1 + N_2$

$$N_3 = N_1 + N_2 = 20 + 100 = 120 \text{ осіб.}$$

M (Матеріальні збитки):

Для не житлових будинків:

$$M = 0,225 \cdot P$$

де P — вартість.

Навіть за високої вартості будівництва, сума для одного будинку зазвичай не перевищує 2 500 м.р.з.п. (що на 2026 рік становить понад 20 млн грн).

Для визначення матеріальних збитків береться об'єкт зі схожим функціоналом та площею для визначення орієнтовної вартості об'єкту.

Таблиця 1.4.

Розрахункові показники та визначений клас наслідків

Характеристика наслідків	Розрахункове значення	Межі для СС1	Результат
Осіб на об'єкті (постійно), N_1	20 осіб	≤ 50	СС1
Осіб на об'єкті (періодично), N_2	100 осіб	≤ 100	СС1
Осіб зовні об'єкта, N_3	120 осіб	>100	СС2
Матеріальні збитки, M	$>2\,500$ м.р.з.п.	>2500	СС2
Обов'язкові вимоги	2 пов. + підвал	≤ 4 поверхів	СС1

Висновок: На основі проведених розрахунків встановлено, що даний об'єкт відноситься до класу наслідків СС2. Це дозволяє використовувати спрощені процедури проектування та експертизи.

1.9 Висновок до розділу

У цьому розділі повністю розроблено та обґрунтовано архітектурно-конструктивне рішення спортивного комплексу у м. Бориспіль. Проект враховує кліматичні умови 1-ї зони [1]: розрахункові навантаження від снігу - 1300 Па, від вітру - 370 Па, а також найбільш холодну п'ятиденку -22°C. Ці характеристики вплинули на вибір конструкцій, що огорожують, і вимоги до їх теплоізоляції.

Проектована будівля площею 1323,6 м² має раціональну двоблокову структуру з чітким функціональним зонуванням. У плануванні дотримано принципу гігієнічного поділу потоків: «чисті» зони (адміністрація, фітобар, зони відпочинку) відокремлені від «мокрих» (роздягальні, душові, зал), що запобігає перетину потоків та доповнено інтенсивною вентиляцією. Особливу увагу приділено безбар'єрності згідно з ДБН В.2.2-40:2018[5] — передбачено пологий пандус (8% ухил, ширина 1,2 м), коридори для розвороту візків, інклюзивні санвузли на кожному рівні та витяг на головних сходах. Для цивільного захисту у підвалі передбачено бомбосховища площею 170 м²; стіни підвалу – 400 мм, плита перекриття – 300 мм, що забезпечує надійність та сприйняття навантажень.

Конструктивно надземна частина виконана як полегшений металевий каркас на з'єднаннях болтових, що зменшує навантаження на ґрунт і прискорює будівництво. Основний зал має проліт 18 м, перекритий п'ятьма трикутними металевими фермами – це дозволило уникнути проміжних опор та отримати гнучкий внутрішній простір. Схема передачі навантажень логічна: покрівля, прогони, ферми, колони, фундаменти. Через різну поверховість блоків застосовано комбінований фундамент: стовпчасті під колони в Блоці А і суцільна фундаментна плита в Блоці Б (підлога підвалу) з обов'язковою гідроізоляцією.

Теплотехнічні розрахунки підтвердили високу енергоефективність: використано тришарові сендвіч-панелі з мінеральною ватою 200 мм (нормативний мінімум – 160 мм) та покрівельні панелі з ПІР-утеплювачем 150 мм (мінімум – 132 мм). Для Блоку Б розроблена п'ятишарова протиударна

підлога (від фінішної гумової плитки до залізобетонної основи), що ефективно гасить вібрації та ударні шуми від спортивного інвентарю.

Аналіз експлікації приміщень показав понад 46% площі займає спортивна зона, житлових приміщень немає, тому об'єкт класифіковано за ПК 018:2023[9] кодом 1265 – Спортивні зали. Розрахунок за ДБН В.1.2-14:2018 [3] показав, що за кількістю осіб (постійно, періодично та за обсягом потенційної матеріальної шкоди) комплекс віднесено до класу наслідків СС2 (середні наслідки). Це означає стандартну процедуру проєктування та експертизи та підтверджує надійність прийнятих рішень.

Загалом, виконані рішення поєднують функціональність, безпеку та енергоефективність, забезпечуючи комфортні умови для відвідувачів та тривалу експлуатацію комплексу.

Розділ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА

2.1 Метод чисельного моделювання

Для визначення напружено-деформованого стану просторового каркаса, блоку Б мого спорткомплексу, установки внутрішніх зусиль у конструктивних елементах та їх подальшої перевірки по першому і другому граничним станам застосовуючи методи чисельного моделювання. Сучасне проєктування просторових конструкцій та суміжних інженерних систем вимагає відмови від спрощених плоских схем на користь єдиних просторових дискретних моделей, що дозволяють повніше врахувати реальну сумісну роботу елементів покриття (рядкових ферм, прогонів, системи зв'язків) та вертикальних опорних конструкцій (колон) під дією комбінованих навантажень. Тому для розрахунку конструктивних елементів Ферми та колони буде створена єдина дискретна модель.

В основі чисельного аналізу каркасу лежить метод скінченних елементів (МСЕ) у деформаційній формі, що сьогодні є загальноприйнятим та ефективним інструментом для розрахунку складних статично невизначених систем. Суть методу полягає в дискретизації континуальної чи розчленованої стрижневої структури на кінцеву кількість елементів кінцевих розмірів, які в свою чергу взаємодіють вузловими точками. Математично завдання зводиться до розв'язання системи рівнянь алгебри великих розмірності виду:

$$R = K \cdot Z$$

де R – глобальний вектор зовнішніх вузових навантажень; K – глобальна матриця жорсткості розрахункової схеми, отримана шляхом складання матриць жорсткості окремих кінцевих елементів, що наводяться до загальної системи координат; Z – вектор вузових переміщень і поворотів.

2.2 Чисельний метод у програмному комплексі

Чисельна реалізація методу виконана у студентській версії програмного комплексу ЛІРА-САПР 2024 (Academic Version) [12]. Цей комплекс реалізує сучасні фронтальні та розріджені алгоритми розв'язання систем рівнянь,

забезпечує високу точність обчислень, автоматизований збір навантажень та інтегровану перевірку елементів сталевих конструкцій згідно з чинними нормативними документами ДБН В.2.6-198:2014[6]. Що дуже спрощує процес розрахунку.

Враховуючи конструктивну специфіку просторового блоку будівлі, геометрична модель якого складається з вертикальних стійок (колон), елементів плоских кроквяних ферм (поясів, розкосів, стійок) та системи горизонтальних та вертикальних зв'язків, для дискретизації застосовані універсальні одномірні або стрижневі скінченні елементи.

Основним розрахунковим модулем для моделювання колон, елементів фахверка та елементів сітки і поясів ферм прийнятий просторовий стрижень. Вибір цього елемента обумовлений його універсальним кінематичним характеристикам, що дозволяють правильно описати складний напружений стан (позацентровий стиск, стисло-згинальну роботу і кручення), який виникає в замкнутих прямокутних профілях під дією просторового вектора зовнішніх сил.

Кожен просторовий стрижневий скінченний елемент має два кінцеві вузли; у локальній системі координат кожен вузол має шість ступенів свободи значить три лінійні переміщення та три кутові повороти:

$X (U_x)$ - переміщення вздовж поздовжньої осі стрижня, що визначає деформації поздовжнього розтягування стиснення та формування осьових зусиль N .

$Y (U_y)$ - переміщення в перпендикулярному напрямку в площині однієї головної осі інерції, що відповідає за зсув та поперечний вигин.

$Z (U_z)$ - переміщення у другому перпендикулярному напрямку, що фіксує деформації поперечного зсуву та згину в іншій площині.

$UX (\phi_x)$ - кутова ступінь свободи (поворот навколо поздовжньої осі), що моделює чисте обертання і виникнення крутного моменту M_x .

$UY (\phi_y)$ - кутова ступінь свободи (поворот навколо поперечної осі), що описує поворот перерізу при згинанні і формує згинальний момент M_y .

$UZ (\phi_z)$ - кутова ступінь свободи (поворот навколо вертикальної осі перерізу), що описує вигин у другій головній площині інерції і формує згинальний момент M_z .

Застосування просторового стрижня дозволяє розрахунковому комплексу одночасно враховувати взаємодію поздовжніх сил N , двовісних згинальних моментів M_y і M_z , поперечних сил Q_y і Q_z і моментів, що крутять, M_x в будь-якому перерізі стрижня. Це особливо важливо для колон, що працюють в умовах просторового позацентрового стиску під впливом опорних моментів від кроквяних ферм та вітрового навантаження на поздовжні та торцеві стіни будівлі.

Загалом виходить що розрахунок будівельних конструкцій з використанням методу скінченних елементів (МСЕ) є представлення пружних систем у вигляді набору елементів з кінцевим числом ступенів свободи, які з'єднуються між собою у вузлових точках (вузлах). Таке представлення заданої системи призводить до повної формалізації всіх етапів розрахунку. Підхід до розв'язання задачі є єдиним як для стержневих систем, так і для пластин, оболонок, об'ємних тіл і т.п. [12]

2.3 Створення геометрії

Геометрична модель просторового каркаса першого блоку будівлі створювалася у тривимірній декартовій системі координат (X, Y, Z) . Конструктивна схема блоку має регулярну стовпчасто-зв'язкову структуру з кроком поперечних рам вздовж осі Y - 6,0 м. Проліт ферми був заданий 18 м. згідно архітектури, та загальна ширина блоку по осі Y була 24м.

Щоб уникнути геометричних похибок, створення моделі виконував шляхом введення координат ключових вузлів. Це дозволило точно

контролювати становище кожного елемента. Алгоритм формування схеми включав:

завдання координат вузлів для однієї поперечної рами (колони, пояси ферми, стійки та розкоси) для більшої зручності активно використовув інструмент розбити елемент на n кількість частин, таким чином було просте створити вузли для елементів розкосів на поясах ферми. Потім просто поєднував ті вузли простими стрижнями;

генерацію стрижневих елементів.

копіювання цієї створеної по координатам рами вздовж осі Y з кроком 6,0 м. 4рази.

об'єднання рам у єдину просторову систему шляхом додавання елементів обрешітки на вершинах ферм.

Поєднання кроквяних ферм з колонами також моделював як жорстке, без введення шарнірів, тобто у програмному вікні в'язі просто блокуємо можливість переміщення чи кручення вузла по всім параметрам а в елементах ферми ми не створюємо окремо шарніри . Такий підхід перетворює систему на рамно-зв'язну, що дозволяє вузлам передавати згинальні моменти, знижує прогини в середині 18-метрового прогону та забезпечує рівномірний розподіл зусиль при нерівномірному навантаженні покрівлі.

Інші внутрішні вузли зв'язків та прогонів працюють на сумісність деформацій без додаткових шарнірів, що відповідає реальній практиці зварювання профільних елементів із високою жорсткістю.

В кінцевому результаті повинна вийти геометрична схема каркасу з позначеннями в'язей у вигляді кольорових прямокутників на основі колон.

2.4 Задання попередніх перерізів

Поперечні перерізи елементів визначалися на основі інженерного досвіду та аналізу аналогічних об'єктів. Це дозволило сформувати раціональну початкову матрицю жорсткості та прискорити збіжність розрахунку. Для

моделювання було прийнято такі профілі згідно зі схожим проєктом спортивного комплексу:

- Основні колони – прямокутна труба 400×22 мм;
- Допоміжні стійки фахверку – прямокутна труба 200×10 мм;
- Прогони покрівлі – швелер 100×50×3 мм;
- Пояси ферми – прямокутна труба 120×120×5 мм;
- Розкоси - прямокутна труба 80×80×4 мм;
- Просторові зв'язки – прямокутна труба 100×100×5 мм.

Для задання цих профілів у програмному комплексі Ліра-САПР треба відкрити відповідну вкладку «жорсткості», там я нажимаю додати, і оскільки у мене конструкція металева то відкриваю відповідно базу сталевих перерізів де відповідно схожого об'єкту задаю ті ж самі перерізи на ті ж елементи. Вибираю прямокутну трубу, і беру відповідний профіль. Також для зручності тут є можливість залишити коментар щоб зв'язок між перерізом і конструктивним елементом була ясно видна, також для наглядності можна вибрати колір, щоб на моделі елементи позначались відповідним кольором для відповідного перерізу. Таким чином я і задавав ті колони, фахверки, елементи ферми та просторові в'язі.

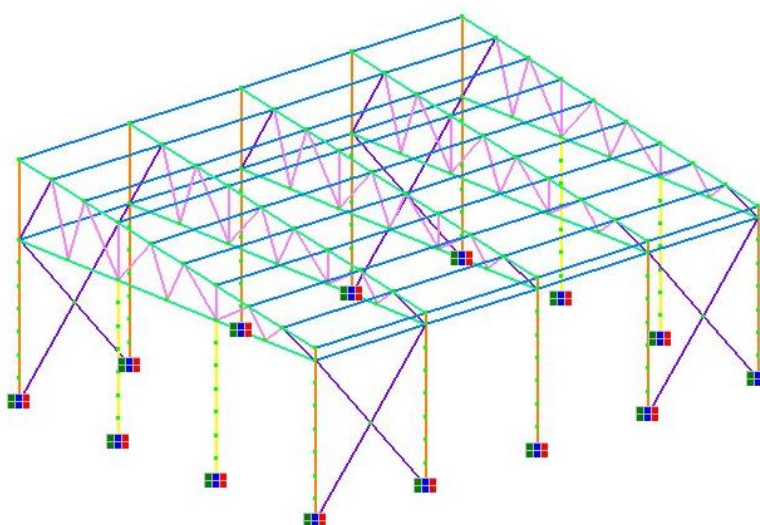


Рисунок 2.1

2.5 Задання завантажень

Для коректного чисельного аналізу напружено деформованого стану каркасу всі сили розподілив за тривалістю дії на постійні, тривалі та короточасні. Оскільки кроквяна ферма – наскрізна стрижнева конструкція, розподілені навантаження від покриття, снігу та експлуатації приведені до еквівалентних зосереджених вузлових сил у вузлах верхнього пояса.

Геометрична вантажна площа одного центрального вузла верхнього пояса:

$$A_v = 6.0 \times 2.0 = 12.0 \text{ м}^2$$

Завантаження №1

Власна вага металоконструкцій – обчислюється автоматично в ЛПРА-САПР за обсягами та площами перерізів, з урахуванням щільності сталі та коефіцієнта надійності по постійному навантаженню.

Завантаження №2

Вага покрівельного пирога (сендвіч-панелі) – нормативна (номінальна) вага $q_n = 16 \text{ кг/м}^2$ (0.16 кН/м^2).

Переклад на вузлову силу. Формула для зосередженої сили від сендвіч панелей:

$$P_{пост} = q_n \times A_v \times \gamma_f$$

Одже:

Номінальна вага із площі 12 м^2 :

$$16 \text{ кг/м}^2 \times 12 \text{ м}^2 = 192 \text{ кг} = 0.192 \text{ т.}$$

Розрахункове значення з урахуванням γ_f :

$$0.192 \text{ т} \times 1.1 = 0.211 \text{ т.}$$

Ця вертикальна сила прикладена до вузлів верхнього пояса у напрямку до землі.

Завантаження №3

Нормативне снігове навантаження для району: $S_0 = 1300$ Па (1.30 кН/м²), що відповідає 132.5 кг/м².

Переклад на вузлову силу:

$$P_{снig} = s_n \times A_v \times \gamma_f$$

Одже:

Номінальна вага із площі 12 м²:

$$132.5 \text{ кг/м}^2 \times 12 \text{ м}^2 = 1590 \text{ кг} = 1.59 \text{ т}$$

Розрахункове значення по γ_f :

$$1.59 \text{ т} \times 1.25 = 1.988 \text{ т}$$

Для зручності та інженерного резерву значення округлено до 2.00 т. що задана також вертикально вниз.

Завантаження №4

Нормативне тимчасове навантаження для покриття без регулярного доступу людей: $q_{експ} = 70$ кг/м² (0.70 кН/м²). Коефіцієнт надійності для короткочасних впливів $\gamma_f = 1.2$.

Переклад на вузлову силу

$$P_{експ} = q_{експ} \times A_v \times \gamma_f$$

Номінальна вага з площі 12 м²:

$$70 \text{ кг/м}^2 \times 12 \text{ м}^2 = 840 \text{ кг} = 0.84 \text{ т}$$

Розрахункове значення:

$$0.84 \text{ т} \times 1.2 = 1.008 \text{ т}$$

Сила прикладена до вузлів верхнього пояса вертикально разом із іншими вертикальними навантаженнями.

Завантаження №5

Базове значення вітрового тиску регіону: $W_0 = 370 \text{ Па}$ (0.37 кН/м^2).

Модель розглядає активний тиск з одного боку будівлі.

При моделюванні для точності згинальних моментів колони висотою 7.0 м дискретизовані на закінчення елементи довжиною 1 м, тобто внутрішні вузли через кожний метр.

Переклад на вузлову силу. Розподілене тиск на стінове огороження інтегрувалося з урахуванням аеродинамічного коефіцієнта активного напору $C_e=0.8$, коефіцієнта зміни тиску за висотою та коефіцієнта надійності за вітром $\gamma_f = 1.4$. В результаті інтегрована зосереджена навантаження на один центральний проміжний вузол колони:

$$P_{\text{вітер}} = 0.185 \text{ т}$$

Ця сила прикладена горизонтально вздовж осі +X та викликає просторовий вигин стійки.

Завантаження №6

Навантаження від сендвіч-панелей буде вага стінової сендвіч-панелі що становить 35 кг/м^2

Геометрична вантажна площа одного вузла колони:

$$A = 6.0 \times 1.0 = 6.0 \text{ м}^2$$

Вертикальна сила на вузол $G_{\text{норм}}$

$$G_{\text{норм}} = 0.035 \text{ т/м}^2 \times 6.0 \text{ м}^2 = 0.21 \text{ т}$$

З врахуванням коефіцієнту надійності $\gamma_f = 1.1$

$$G_{\text{розрах}} = 0.21 \text{ т} \times 1.1 = 0.23 \text{ т}$$

2.6 Формування розрахункових з'єднань навантажень

У ЛІРА-САПР 2024 налагоджено генерацію розрахункових з'єднань навантажень та зусиль (РСН, та РЗС) відповідно до ДБН В.1.2-2:2006[2]. Оскільки одночасна дія максимальних значень снігу, вітру та експлуатаційних навантажень є малоймовірною, для перевірки 1-го граничного стану (міцність,

стійкість) та 2-го граничного стану (прогини) сформована система комбінацій з відповідними коефіцієнтами поєднань.

Таблиця 2.1.

Вихідні данні для розрахункових сполучень навантажень

№	Найменування	Вид	Y_{fm} Y_{fe}	$P_q /$ P_{ch}	1. P_{CH1}	2. P_{CH2}	3. P_{CH3}	4. P_{CH4}
1	Власна вага конструкції	Постійне(П)	1.1	1.0	1.	1.	1.	1.
2	Навантаження від сендвіч-панелей покриття	Постійне(П)	1.1	1.0	1.	1.	1.	1.
3	Снігове навантаження	Тривале(Т)	1.2	1.0	0.	1.	0.	0.
4	Експлуатаційне навантаження	Короткочасне(К)	1.0	0.35	0.	0.	1.	0.
5	Вітрове навантаження	Короткочасне(К)	1.0	0.35	0.	0.	0.	1.
6	Навантаження від стінових сендвіч-панелей	Постійне(П)	1.1	1.0	1.	1.	1.	1.

Таблиця 2.2.

Вихідні данні для Розрахункових сполучень зусиль

№	Найменування	Вид	1 основ.	2 основ.	Аварійн.	Авар.(б С)
1	Власна вага конструкції	(П)	1.00	1.00	0.90	1.00

Продовження таблиці 2.2.						
2	Навантаження від сендвіч-панелей покриття	(П)	1.00	1.00	0.90	1.00
3	Снігове навантаження	(Т)	1.00	0.95	0.80	0.95
4	Експлуатаційне навантаження	(К)	1.00	0.90	0.50	0.80
5	Вітрове навантаження	(К)	1.00	0.90	0.50	0.80
6	Навантаження від стінових сендвіч- панелей	(П)	1.00	1.00	0.90	1.00

2.7 Задання матеріалів

Важливим етапом створення розрахункової схеми програмного комплексу LIRA-SAPR є коректне моделювання фізико-механічних властивостей матеріалів. Від точності завдання цих параметрів залежить адекватність роботи конструкції під навантаженням, розподіл внутрішніх зусиль і кінцеві результати підбору перерізів елементів.

Для задання елементів зручно виконувати інструменти, фільтр та фрагментація, для задання матеріалу на певний елемент. Також важливо показати програмі що ціскінчені елементи є одним елементом, наприклад колона, то для цього виділяєм відповідні елементи, вибираєм вкладку конструктивні елементи та створюємо відповідні групи, що важливо для більш правильного підбору.

Для моїх елементів я задав клас сталі С235, але є важливий нюанс треба вказати в додаткових характеристиках більш конкретні данні про елемент якому м задаємо матеріал, наприклад що це основна колона чи фахверк або о це розкос фермового елемента. Також є можливість обмежити підбор в залежності від технічної задачі та можливостей.

Далі коли вже навантаження зібрані, перерізи задані, матеріали задані, конструктивні елементи вказані то можна виконувати перший розрахунок.

2.8 Виконання розрахунку

Після того як програмний комплекс зробив розрахунок, то використовуючи ці данні ми можемо змінити переріз щоб конструкція чи не зруйнувалась чи була більш економіко-технічною вигіднішою і відповідно більш обґрунтованою.

У мене після виконання розрахунку і відповідних корекцій перерізів вийшло досягти:

- Перевірка за 1 граничним станом, показати мозаїку результатів розрахунку за першим граничним станом металевих елементів з поперечними перерізами, призначеними в вихідних даних, % несеної здатності. Одне значення на весь елемент. Цей показник фіксував 90.2% що дає 9.8% запасу.

- Перевірка за 2 граничним станом показала мозаїку результатів розрахунку за другим граничним станом металевих елементів з поперечними перерізами, призначеними у вихідних даних, % несеної здатності. Одне значення на весь елемент. Цей показник був забезпечена на 100%, а значить конструкція проходить перевірку за 2 граничним станом.

- За перевіркою місцевої стійкості, мозаїка показала результати розрахунку за місцевою стійкістю металевих елементів з поперечними перерізами, призначеними у вихідних даних, процент несної здатності. Одне значення на весь елемент. Цей показник показав що місцева стійкість використовується на 97% що дає ще 3% запасу міцності.

Такі результати дали відповідно підібрані перерізи:

- Основні колони – прямокутна труба 350×16 мм;
- Допоміжні стійки фахверку – прямокутна труба 180×8 мм;
- Прогони покрівлі – швелер 100×50×3 мм;
- Пояси ферми – прямокутна труба 100×100×3 мм;
- Розкоси - прямокутна труба 80×80×3 мм;

- Просторові зв'язки – прямокутна труба $80 \times 80 \times 5$ мм.

2.9 Висновок до розділу

Застосування методу скінчених елементів у деформаційній формі з просторовими стрижневими елементами (по 6 ступенів свободи у кожному вузлі) дозволило відмовитися від спрощених плоских схем та отримати реалістичну модель. Такий підхід дозволив коректно відтворити складну спільну роботу колон, елементів ферми, прогонів та зв'язків при одночасному дії поздовжніх сил, двовісних згинальних моментів, поперечних сил і кручення, що забезпечило повну картину напружено деформованого стану каркасу.

Прийняте рішення про жорстке сполучення кроквяних ферм з колонами (без шарнірів) перетворило систему на рамно-зв'язкову конструкцію. Це сприяло ефективному перерозподілу згинальних моментів, значному зменшенню вертикальних прогинів у межах 18-метрового прогону та підвищенню загальної стійкості будівлі під дією нерівномірних експлуатаційних та снігових навантажень.

Збір навантажень (постійних, тривалих та короточасних) та автоматичне формування розрахункових з'єднань навантажень в форматі РСН та РСЗ виконано у суворій відповідності до ДБН В.1.2-2:2006[2]. Перевірка елементів сталевих каркасу зі сталі класу С235 проводилась згідно з вимогами ДБН В.2.6-198:2014[6], що гарантує відповідність проектних рішень чинним нормам.

Також вийшло оптимізувати початкові, закладені із запасом, габарити профілів було переглянуто після першого розрахунку та скориговано. Це дозволило суттєво знизити матеріаломісткість конструкції без компромісу щодо її надійності та експлуатаційних характеристик.

Таблиця 2.3.

Оптимізація первинного задання перерізів

Конструктивний елемент	Початковий переріз	Оптимізований переріз	Результат модернізації
Основні колони	Прямокутна труба 400×22 мм	Прямокутна труба 350×16 мм	Зменшено габарити та товщину стінки
Стійки фахверку	Прямокутна труба 200×10 мм	Прямокутна труба 180×8 мм	Полегшено допоміжний каркас
Пояси ферми	Прямокутна труба 120×120×5 мм	Прямокутна труба 100×100×3 мм	Оптимізовано під осьові зусилля
Розкоси ферми	Прямокутна труба 80×80×4 мм	Прямокутна труба 80×80×3 мм	Зменшено товщину стінки
Просторові зв'язки	Прямокутна труба 100×100×5 мм	Прямокутна труба 80×80×5 мм	Зменшено переріз при збереженні стійкості
Прогони покрівлі	Швелер 100×50×3 мм	Швелер 100×50×3 мм	Залишено без змін (оптимальний)

Після проведеної оптимізації конструкція показала збалансованість між міцністю та економічністю.

За I граничним станом (міцність та стійкість). Максимальне навантаження на здатність, що несе, досягла 90,2%, що відповідає інженерному запасу 9,8%, а значить що елементи працюють близько до проєктного рівня, але з достатнім резервом на випадок непередбачених впливів.

За II граничним станом (граничні прогини). Жорсткість каркасу забезпечена на 100%, що унеможливує виникнення наднормативних деформацій навіть при максимальному навантаженні.

По місцевій стійкості стін та полиць профілів. Несуча здатність використана на 97%, що залишає невеликий запас 3%, що є достатнім для гарантування локальної стійкості елементів.

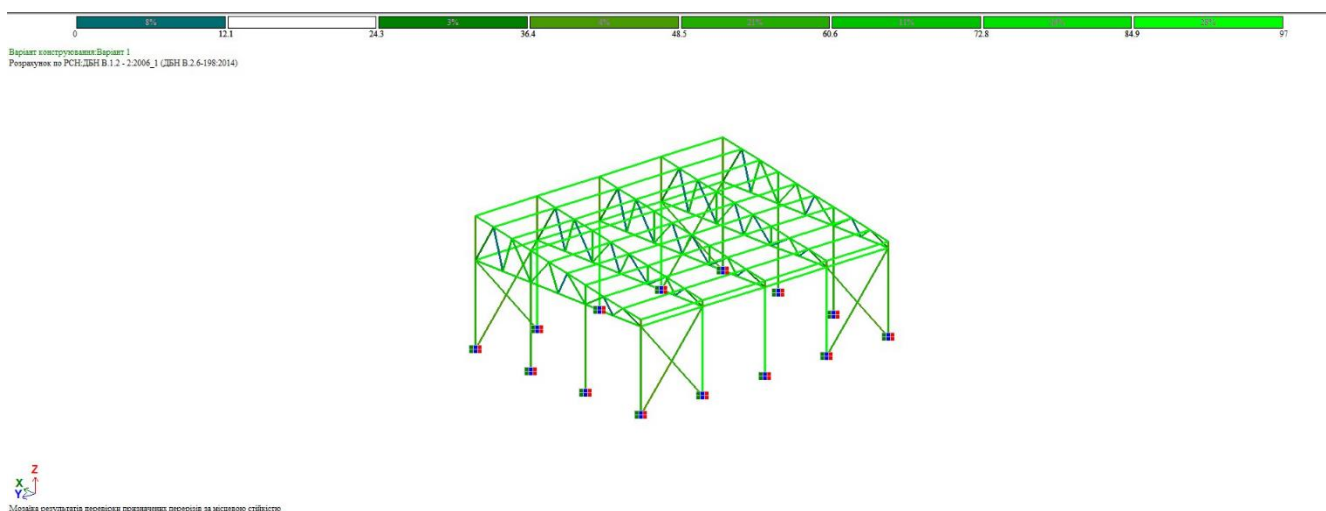


Рисунок 2.2

У результаті розроблена просторова дискретна модель блоку Б спортивного комплексу є геометрично незмінною, стійкою та надійною, а оптимізація дозволила досягти раціональності в поєднанні безпеки та економічності.

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО БУДІВЕЛЬНИЙ

3.1 Визначення тривалості будівництва методом екстраполяції та інтерполяції

Визначення тривалості будівництва об'єктів за ДСТУ Б А.3.1-22:2013[8]

Спортивний корпус із залами:

$$3 \text{ м} \times 18 \text{ м} \text{ та } 3 \text{ м} \times 15 \text{ м} = 1098 \text{ м}^2 = 8 \text{ місяців}$$

Спортивний корпус із залом:

$$36 \text{ м} \times 18 \text{ м} = 648 \text{ м}^2 = 7 \text{ місяців}$$

Тривалість будівництва на одиницю приросту загальної площі дорівнює:

$$\frac{(8-7)}{(1098-648)} = 0,004444 \text{ міс. на } 1 \text{ м}^2.$$

Площа мого спорткомплексу 1365 м^2 тобто приріст від 1098 м^2 становить 267 м^2 .

$$267 \text{ м}^2 \cdot 0,004444 = 1.2 \text{ місяць}$$

Тривалість будівництва Т з урахуванням інтерполяції буде дорівнювати:

$$8 \text{ місяців} + 1.2 \text{ місяць} = 9.2 \text{ місяців}$$

За календарним графіком вийшло 10 місяців.

3.2 Підбір і розрахунок баштового крану

Процес встановлення великогабаритних конструкцій на будівельному майданчику потребує застосування сучасної техніки, серед якої ключове значення мають монтажні крани. Вибір крана є дуже важливим етапом підготовки робіт, адже він визначає не лише ефективність монтажу, а й рівень безпеки учасників процесу. У цьому розділі розглядаються головні принципи підбору монтажного крана для встановлення стінових панелей з урахуванням технічних характеристик обладнання, вимог до вантажопідйомності, висот підйому, вильоту стріли та умов експлуатації на конкретному об'єкті(спорткомплекс). Розрахунок параметрів крана здійснюється для забезпечення оптимальної продуктивності та безпечної роботи.

Також наведено методику визначення радіусів небезпечних зон під час роботи баштового крана.

$$R_o = R_p + B_{max} + P,$$

де:

R_p - максимальний робочий виліт стріли для баштових кранів і для стрілових, обладнаних пристроєм, який утримує стрілу від падіння; або довжина стріли для стрілових кранів, необладнаних пристроєм, який утримує стрілу від падіння;

B_{max} - максимальний розмір вантажу, що піднімається;

P - величина відльоту вантажів при падінні, що встановлюється відповідно до норм. По ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці[7].

R_o - радіус Небезпечної зони.

Відповідно до нашої будівлі маємо наступні значення:

$$R_o = 30\text{м} + 18\text{м} + 4\text{м} = 52\text{м}$$

Послідовність прив'язки крану:

- 1) прив'язується вісь руху крану;
- 2) прив'язуються всі стоянки крана (для рейкових кранів - тільки крайн

- 3) Визначення підйому максимальної ваги краном

Необхідну вантажопідйомність крана визначають за виразом

$$Q_k = Q_m + Q_{oc} + Q_{vt}$$

де:

Q_k – необхідна мінімальна вантажопідйомність крана,

Q_m – маса елемента, що монтується, т,

Q_{oc} – маса монтажного оснащення, т,

Q_{vt} – маса вантажозахватних пристроїв, т.

Відповідно до нашої будівлі маємо наступні значення:

$$Q_k = 1.4\text{т} + 0.2\text{т} + 0.3\text{т} = 1.9\text{ т}$$

Приймаю баштовий кран:

баштовий кран КБ-403

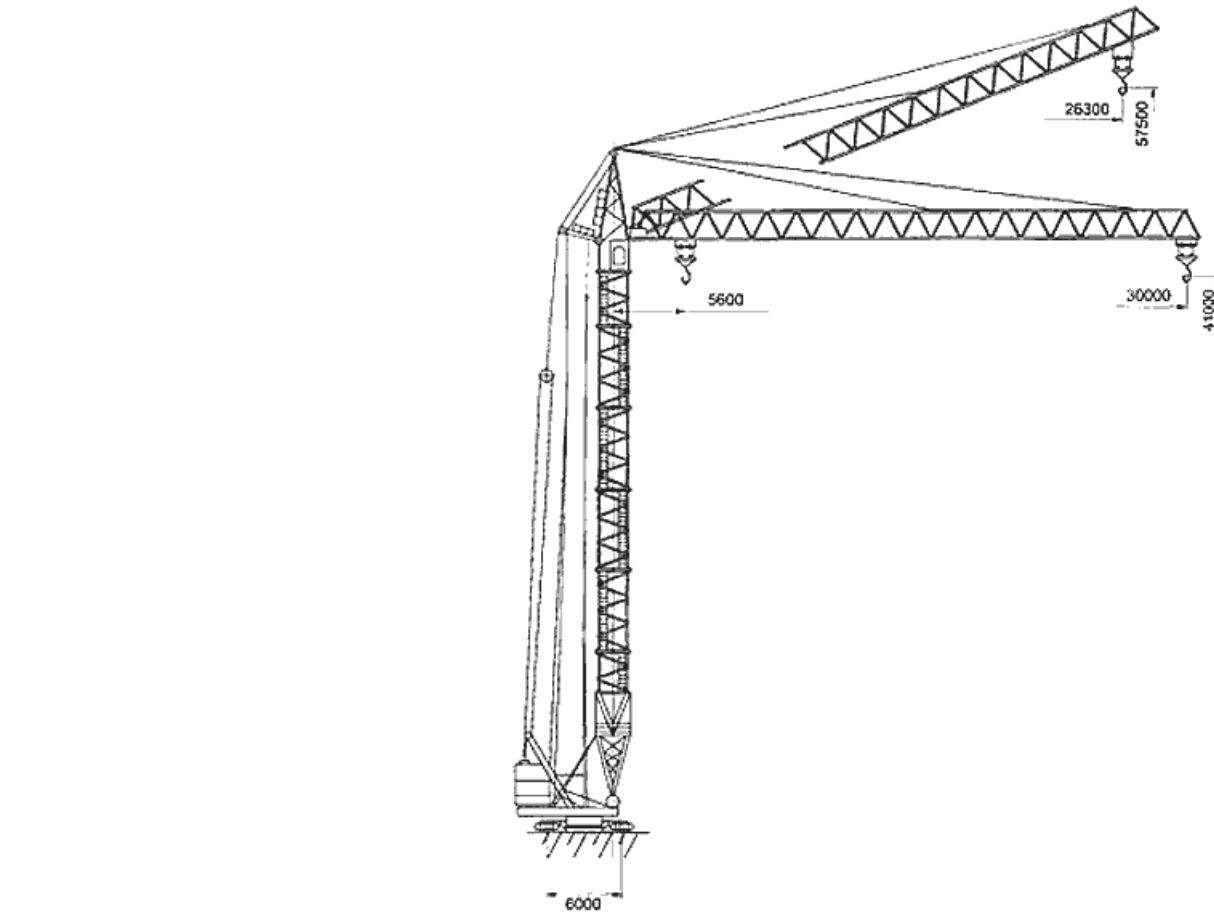


Рисунок 3.1

Технічні характеристики:

- Максимальна вантажопідйомність: 8 тонн.
- Вантажопідйомність на максимальному вильоті: 3 тонни.
- Максимальна висота підйому: 42 метри.
- Виліт стріли: 30 метрів.
- Тип установки рейковому ходу.
- Колія 24м

3.3 Визначення чисельності персоналу

Чисельність персоналу є одним із ключових показників, що визначають потребу в інфраструктурі будівельного майданчика, зокрема для розрахунку площі тимчасових адміністративних та санітарно-побутових приміщень.[11]

Виходячи з графіка руху робочої сили, максимальна кількість робочих кадрів в одному моменті $N_{\text{роб}} = 14$ осіб.

Для вираховування загальної кількості персоналу $N_{\text{загал}}$ враховуються і інші категорії, які беруться у відсотковій залежності від максимальної кількості робітників.

$N_{\text{ІТП}}$ інженерно технічні працівники 10% від $N_{\text{роб}}$

$N_{\text{служб}} = 3\%$ від $N_{\text{роб}}$

$N_{\text{моп}} = 2\%$ від $N_{\text{роб}}$

Підставляючи нормативні коефіцієнти та виконуючи округлення, отримуємо за формулою для розрахунку $N_{\text{загал}}$ такий результат:

$$N_{\text{загал}} = N_{\text{роб}} + N_{\text{ІТП}} + N_{\text{служб}} + N_{\text{моп}} = 14 + 2 + 1 + 1 = 18 \text{ чол.}$$

Таким чином, загальна пікова чисельність персоналу на будівельному майданчику становить 18 осіб.

3.4 Розрахунок необхідної площі за призначенням

Для кожного типу побутівки потрібна площа рахується за формулою:

$$S_{\text{потр}} = N \cdot f$$

Де:

N – кількість працівників певної категорії

f – нормативна площа на одну людину

Таблиця 3.1

Нормативні показники площ до кількості персоналу

Призначення будівлі	Кого враховуємо в розрахунку (N)	Норма площі (f, м²/чол)
Контора (Прорабська)	ІТП	4.0
Гардеробна	100% від $N_{\text{загал}}$	0.9
Приміщення для відпочинку	100% від $N_{\text{загал}}$	0.75

Продовження таблиці 3.1.		
Їдальня	30% від $N_{\text{загал}}$	1.0
Душова	50% від $N_{\text{загал}}$	0.54
Туалет	100% від $N_{\text{загал}}$	0.1 (або 1 кабіна на 20–25 чол.)

Відповідні розрахунки площ:

- Контора (Прорабська) :

$$S_{\text{потр}} = 2 \cdot 4.0 = 8 \text{ м}^2;$$

- Гардеробна:

$$S_{\text{потр}} = 18 \cdot 0.9 = 16.2 \text{ м}^2;$$

- Приміщення для відпочинку:

$$S_{\text{потр}} = 18 \cdot 0.75 = 13.5 \text{ м}^2;$$

- Їдальня:

$$S_{\text{потр}} = 6 \cdot 1.0 = 6.0 \text{ м}^2;$$

- Душова:

$$S_{\text{потр}} = 9 \cdot 0.54 = 4.9 \text{ м}^2;$$

- Туалет:

На 18 чол приймаємо 1кабіна.

Таблиця 3.2.

Підбір інвентарних будівель (вагончиків)

Призначення будівлі	Потрібна площа ($S_{\text{потр}}$, м^2)	Тип будівлі / Марка або розміри	Кількість (шт)	Фактична площа ($S_{\text{факт}}$, м^2)
Контора (прорабська) + Їдальня	$8+6=14$	Блок-контейнер (6.0x2.4 м)	1	14.4

Продовження таблиці 3.2.				
Гардеробна + Душова:	16.2+4.9=21.1	Блок-контейнер (6.0x2.4 м)	2	28.8
Приміщення для відпочинку	13.5	Блок-контейнер (6.0x2.4 м)	1	14.4
Туалет	-	Тимчасова біо-кабіна (1.1x1.2 м)	1	1.3
Будка охорони	-	Стандартна будка 2x2	1	4

3.5 Розрахунок тимчасового електропостачання

Для визначення необхідної потужності тимчасової трансформаторної підстанції ($S_{\text{нав}}$ кВ·А) для забезпечення енергією всіх машин, технологічних процесів, освітлення та побутовки, спочатку треба зробити збір споживачів [15].

Ділимо споживачів на 4 групи і розписуємо їхні потужності (Р, кВт):

- P_1 – силові споживачі:

Баштовий кран КБ-403 - 120 кВт

Глибинний вібратор – 2кВт

Поверхневий вібратор – 1кВт

Верстати для гнуття арматури - 4 кВт

Верстати для різання арматури - 4 кВт

Зварювальний трансформатор – 18кВт

Поршневий компресор – 5.5 кВт

Всього: 154.5 кВт

- P_2 – технологічні процеси:

Всього: 0 кВт

- P_3 – внутрішні освітлення:

Площа контейнерів 57.6 м^2 приймаю 7 Вт на 1 м^2

$$57.6 \text{ м}^2 \cdot 7 \text{ Вт} = 403 \text{ Вт}$$

Освітлення туалету 15 Вт Всього: приймаю 0.5 кВт

- P_4 – зовнішнє освітлення:

На площу буд майданчика 8722 м^2 приймаю 1 кВт

Всього: 1 кВт

Відповідні коефіцієнти:

K_c – коефіцієнти попиту

$\cos\phi$ - коефіцієнти потужності для P_1 – силові споживачі: $K_1 = 0.6$; $\cos\phi = 0.7$

для P_2 – технологічні процеси: $K_2 = 0.4$; $\cos\phi = 0.8$

для P_3 – внутрішні освітлення: $K_3 = 0.8$; $\cos\phi = 1.0$

для P_4 – зовнішнє освітлення: $K_4 = 1.0$; $\cos\phi = 1.0$

Загальна розрахункова потужність трансформатора обчислюється за формуло:

$$S_{\text{нав}} = 1.1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\sum P_1 K_1}{\cos\phi_1} + \frac{\sum P_2 \cdot k_2}{\cos\phi_2} + \right)^2 + K_3 \cdot \sum P_3 + K_4 \cdot \sum P_4}$$

Відповідно:

$$S_{\text{нав}} = 1.1 \cdot \sqrt{\left(\frac{154.5 \cdot 0.6}{0.7} + \frac{0 \cdot 0.4}{0.8} + \right)^2 + 0.8 \cdot 0.5 + 1.0 \cdot 1} = 145.68 \text{ кВт} \cdot \text{А}$$

Висновок: підбираємо стандартну підстанцію типу КТП-160 на $160 \text{ кВт} \cdot \text{А}$

3.6 Розрахунок тимчасового водопостачання

Для визначення необхідного діаметра труби (d) треба знайти загальну витрату води ($Q_{\text{заг}}$), яка розбивається на: виробничу, господарсько-побутову та воду для пожежогасіння. [14]

$Q_{\text{вир}}$ розраховується за формулою:

$$Q_{\text{вир}} = \frac{v \cdot q_{\text{вир}} \cdot k_1}{8 \cdot 3600}$$

Де V – об'єм робіт у найбільшу зміну

$q_{\text{вир}}$ - питома норма витрат води на одиницю роботи

k_1 – коефіцієнт годинної нерівномірності

Отже:

$$Q_{\text{вир}} = \frac{30 \cdot 400 \cdot 1.5}{8 \cdot 3600} = 0.625 \text{ л/с.}$$

$Q_{\text{госп}}$ розраховується за формулою:

$$Q_{\text{госп}} = Q_{\text{поб}} + Q_{\text{душ}}$$

Побутові потреби розраховуються так:

$$Q_{\text{поб}} = \frac{N_{\text{загл}} \cdot q_{\text{поб}} \cdot K_2}{8 \cdot 3600}$$

Де: $q_{\text{вир}}$ - питома норма витрат води на 1 людину за зміну.

K_2 – коефіцієнт годинної нерівномірності для побутових потреб.

Отже:

$$Q_{\text{поб}} = \frac{18 \cdot 15 \cdot 2.7}{8 \cdot 3600} = 0.03 \text{ л/с.}$$

Розрахунок потреб на душ

$$Q_{\text{душ}} = \frac{N_{\text{душ}} \cdot q_{\text{душ}}}{60 \cdot t}$$

Де: $q_{\text{вир}}$ - питома норма витрат води 1 людиною що користуються душем.

$N_{\text{душ}}$ – кількість людей що одночасно приймають душ

t – тривалість роботи душової установки.

$$Q_{\text{душ}} = \frac{4 \cdot 40}{60 \cdot 45} = 0.05 \text{ л/с.}$$

Тепер підставляємо ці данні в розрахунок господарських витрат:

$$Q_{\text{госп}} = 0.03 + 0.05 = 0.08 \text{ л/с.}$$

Згідно з вимог протипожежних норм для будівельних майданчиків площею менше 20га. Витрати води на пожежогасіння приймаю:

нормативно $Q_{\text{пож}} = 10$ л/с. Загальна витрата $Q_{\text{заг}}$ розраховується за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{пож}} + 0.5 \cdot (Q_{\text{вир}} + Q_{\text{госп}}) = 10 + 0.5 \cdot (0.625 + 0.08) = 10.35 \text{ л/с}$$

Розрахунок діаметра труби, для цього використовуємо формулу:

$$d = \sqrt{\frac{4000 \cdot Q_{\text{заг}}}{\pi \cdot v}}$$

Де: v - швидкість руху води в трубах

Отже:

$$d = \sqrt{\frac{4000 \cdot 10.35}{3.14 \cdot 1.5}} = 93.75 \text{ мм}$$

Висновок: підбираємо стандартний діаметр труби 100 мм.\

3.7. Висновок до розділу

У цьому розділі було сформовано цілісну систему організації та планування будівельно-монтажних робіт для будівництва спортивного комплексу. На основі нормативних методів екстраполяції та інтерполяції (ДСТУ Б А.3.1-22:2013) [8] визначено оптимальну тривалість будівництва — 9,2 місяця, яка після деталізації календарного графіка була погоджена до 10 місяців. Складений план забезпечує безперервність процесу, логічну послідовність технологічних операцій та рівномірне використання трудових ресурсів та техніки.

Для монтажу великогабаритних конструкцій (18-метрових металевих ферм та колон) було виконано підбір баштового крана з урахуванням вантажопідйомності та вильоту стріли. Це дозволило вибрати найбільш економічно та технічно доцільну модель. Монтаж огорожувальних конструкцій — тришарових сендвіч-панелей — передбачає застосування вакуумних захватів, що мінімізує ризик пошкодження замкових з'єднань. Технологічний регламент включає використання ручних відтяжок і супровід кожної панелі монтажниками для точної установки в проєктне положення.

В результаті озроблені технологічні та організаційні рішення створюють ефективну систему управління будівництвом, що гарантує якість монтажних робіт, дотримання термінів, раціональне використання техніки та відповідність сучасним стандартам безпеки та цивільного захисту України.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНО БУДІВЕЛЬНИЙ

4.1 Технологічна карта влаштування покриття у спортивній залі.

Задача реалізувати відповідно до проєкту покриття для спортивної зали, за відповідними етапами технологічного процесу.

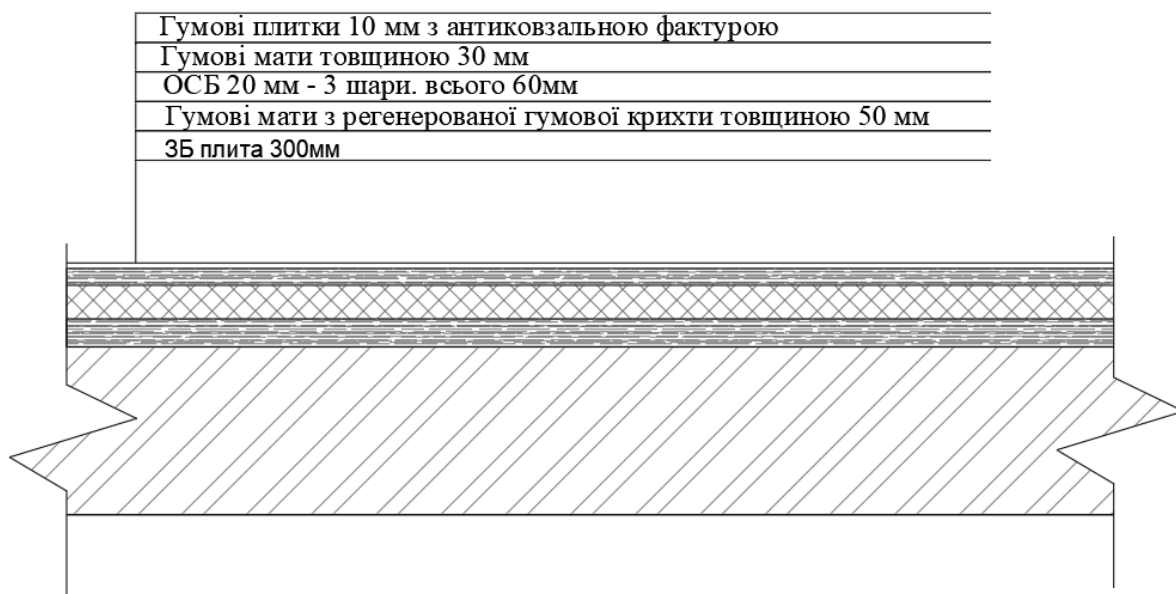


Рисунок 4.1

1. Етап (основа) підготовка залізобетонної плити для наступних етапів технологічного процесу.

Матеріали та інструменти:

Матеріали: цементно-піщані суміші для ремонту, епоксидні або цементні праймери і полімер цементна суміш.

Інструменти: шліфувальна машина, промисловий пилосос, шпателі, кельми, прилад для вимірювання вологості бетону, молоток або відбійник для виявлення порожнин. Рівень або лазерний нівелір.

Послідовність роботи:

1. Візуальна фіксація видимих дефектів, тріщин, відшарувань, фотографування та оформлення акта.

2. Очищення поверхні: механічне видалення пилу, бруду, масляних плям, шліфування до відкритого зерна і а кінці пройтись промисловим пирососом.

3. Виявлення порожнин та відшарування: простукування, розкриття та розшивка дефектів, видалення нескладного бетону.

4. Ремонт тріщин та порожнин: заповнення ремонтними сумішами і вирівнювання локальних западин.

5. Ґрунтовка: нанесення праймера для підвищення адгезії згідно з технічними вказівками виробника та проєкту.

6. Вирівнювання: нанесення суміші, що самовирівнюється, або тонкої цементної стяжки для досягнення проєктної площини.

Критерії контролю якості технологічного процесу:

1. Не повинно бути порожнин та відкритих тріщин та всі недоліки мають бути задокументовані та відремонтовані.

2. Вологість основи – має бути виміряна приладом та допускається згідно з проєктом та технічними вимогами фінішних шарів.

3. Площинність та рівність мають бути верифіковані відповідно до проєктних вимог.

4. Несуча здатність та міцність бетону має бути підтверджена лабораторними випробуваннями або інструментальними методами.

2. Етап (50мм демфер)

Влаштування демпферного шару.

Матеріали та інструменти:

Матеріал: або гумові мати з регенованої гумової крихти товщиною 50 мм; клей за тех-інструкцією виробника та демпферна стрічка.

Інструменти: рівень або лазерний нівелір, ролик для ущільнення, промисловий пиросос, шпателі.

Послідовність роботи:

1. Демпферна стрічка: укласти по периметру для компенсації лінійних деформацій.

2.Нанесення клею: згідно тех-інструкції виробника; забезпечити рівномірне змочування поверхні.

3.Укладання матів: розстелити матеріал, щільно з'єднати стики, ущільнити роликком з контролем товщини 50 мм.

4.Витримка та перевірка: дати час на висихання згідно інструкцій та перевірити відсутність пустот простукуванням.

Критерії контролю якості технологічного процесу:

1.Товщина має бути 2 мм від проєктної в контрольних точках.

2.Контроль адгезії має бути відсутність відшарувань, та стики мають бути щільні.

3.Площинність має бути відповідно до проєкту а локальні перепади повинні бути тільки в межах проєктних допусків.

3. Етап (60мм база)

Монтаж Базового силового шару

Матеріали та інструменти:

Матеріал: ОСБ 20 мм - 3 шари, клей-адгезійний (епоксидний/поліуретановий), саморізи, герметик для швів

Інструменти: лазерний рівень, шліфувальна машина, шпателі.

Послідовність роботи:

1.Підготовка поверхні демферного шару: очистити, знепилити, за необхідності погрунтувати.

2.Укладання першого шару ОСБ: кріплення через 150-200 мм; залишити технологічні проміжки по периметру.

3.Укладання другого шару: шви зі зміщенням не менш як на половину плити.

4. Укладання третього шару: шви зі зміщенням не менш як на половину плити(2шару), та кріплення виконується як у другого шару.

5.Обробка швів та шліфування: заповнити шви герметиком, відшліфувати поверхню для рівності.

Критерії приймання:

Конфігурація 3×20 мм має бути виконана и шви зміщені з відсутністю люфтів.

Рівень та жорсткість мають відповідають проєктним вимогам.

4. Етап (30мм амортизатор)

Влаштування амортизаційного шару.

Матеріали та інструменти:

Матеріал: або гумові мати товщиною 30 мм; клей за тех-інструкцією виробника та демпферна стрічка.

Інструменти: рівень або лазерний нівелір, ролик для ущільнення, промисловий пиросос, шпателі.

Послідовність роботи:

1.Демпферна стрічка: укласти по периметру для компенсації лінійних деформацій.

2.Нанесення клею: згідно техінструкції виробника, забезпечити рівномірне змочування поверхні.

3.Укладання матів: розстелити матеріал, щільно з'єднати стики, ущільнити роликом з контролем товщини у 30 мм.

4.Витримка та перевірка: дати час на висихання згідно інструкцій та перевірити відсутність пустот простукуванням.

Критерії контролю якості технологічного процесу:

1.Товщина має бути 2 мм від проєктної в контрольних точках.

2.Контроль адгезії має бути відсутність відшарувань, та стики мають бути щільні.

3.Площинність має бути відповідно до проєкту а локальні перепади повинні бути тільки в межах проєктних допусків.

5. Етап (10мм фінішне покриття)

Монтаж фінішного покриття

Матеріали та інструменти:

Матеріал: литі або вулканізовані гумові плитки 10 мм з антиковзальною фактурою.

Клей-адгезив: поліуретановий або епоксидний клей.

Інструменти: ножі для різання плит, притискні ролики, лазерний рівень, зубчастий шпатель.

Послідовність роботи:

1. Підготовка поверхні: очистити, знепилити, перевірити вологість; основа має бути суха та чиста.

2. Розмітка та припасування: розкласти плитки або рулон у суху для перевірки стиків та розташування швів, далі передбачити технологічні проміжки по периметру.

3. Нанесення клею: згідно з інструкцією виробника, наносити повинні рівномірно зубчастим шпателем.

4. Укладання покриття: притискати роликом для видалення повітря та забезпечення повної адгезії. Стики треба щільно з'єднувати.

5. Фінішне оброблення: обрізка, герметизація швів, маркування зон (при необхідності). Дати час на полімеризацію клею згідно з ТУ.

Критерії приймання:

Товщина покриття має бути 10 мм $\pm$ 1 мм у контрольних точках.

Тест на адгезію. Треба вибіркове відривне випробування, в кінці процесу не має бути відшарувань.

Площина: локальні перепади можуть бути тільки у межах проєктних допусків. Також має бути відсутність хвиль та бульбашок.

Механічні властивості: відсутність вм'ятин після імітації падіння млинця (випробування за методикою виробника).

4.2 Техніка безпеки на будівельному майданчику

За ДБН А.3.2-2-2009[7]

Роботи в котловані:

При розробці котлованів в першу чергу оцінюють тип ґрунту, глибину виїмки та зовнішні навантаження. Якщо ухили не відповідають нормативам або глибина перевищує допустиму для даного ґрунту, укоси підлягають зміцненню. У щільній забудові або за високого рівня ґрунтових вод застосовують шпунтові огорожі – їх монтують спеціалізованою технікою згідно з технологічною картою.

Огородження та освітлення:

Периметр котловану має бути огорожений захисним бар'єром заввишки не менше 1,1 м. Небезпечні зони позначають сигнальними елементами; у темний час доби робоча зона обов'язково висвітлюється.

Для доступу до котловану використовують спеціальні інвентарні драбини або похилі трапи. Сходи повинні бути міцно закріплені, мати ширину не менше 0,6 м і виступати над краєм котловану не менше 1 м. Трапи для руху людей мають ширину не менше 0,8 м і обладнуються поручнями заввишки 1,1 м з проміжною поперечиною. Всі щаблі та поверхні повинні бути протиковзальними.

Захист від травм при роботі з арматурою:

Виступаючі кінці арматури це джерело серйозних травм, тому їх треба закривати захисними ковпачками або маркувати сигнальною стрічкою. У місцях руху людей та на висоті робочого рівня це обов'язково.

Арматуру зберігають на підкладках у штабелях висотою не більше 1,5 м. Розвантаження та подача виробляються у рукавичках та касках. Верстати для різання та згинання повинні бути надійно закріплені, а рухомі частини захищені кожухами.

Захист від травм при роботі з Бетоном та вібраторами:

Перед початком робіт перевіряють технічний стан вібраторів: ізоляцію кабелю, цілісність корпусу та справність вимикачів. Використання пошкодженого обладнання заборонено.

Електробезпека:

Працівники, які працюють із глибинними вібраторами, повинні мати діелектричні рукавички та взуття. Живлення обладнання повинне проводитися через пристрій захисного відключення (ПЗВ) або через розділовий трансформатор. Корпус вібратора має бути заземлений або занурений.

Організація робочого місця:

Місце подачі бетону та зона вібрації повинні бути організовані так, щоб уникнути перетину потоків людей та техніки. Маршрути руху вантажів та місця стоянки позначаються, а доступ сторонніх осіб обмежується.

Монтаж металевого каркаса відноситься до робіт підвищеної складності, що вимагають узгодженої роботи монтажної бригади та кранівника. Вся зона монтажу має бути чітко огорожена та відзначена.

Робота з краном та стропування:

Підйом конструкцій здійснюється виключно за технологічними картами і ніяк інакше.

Стропальник відповідає за правильність кріплення та вибір точок стропування.

Забороняється використовувати вантажозахоплювальні пристрої з пошкодженнями, деформаціями або такими, що не відповідають масі елемента.

Висотні роботи виконуються лише із застосуванням страхувальних систем (пояси та карабіни з автоматичним блокуванням). При роботі з люльок монтажники повинні бути пристебнуті до внутрішніх конструкцій люльки або

страхувальних канатів. Перебування на висоті без страховки навіть на короткий час заборонено.

Організація небезпечної зони та комунікація:

- Монтажна зона має бути огорожена та відзначена попереджувальними знаками. Вхід стороннім особам заборонено.

- Основний засіб зв'язку між монтажниками та кранівником є радіозв'язок. За його несправності роботи негайно припиняються.

Як резервний варіант допускається використання прапорцевої сигналізації з чітко регламентованими рухами.

- Монтажні роботи заборонено проводити при швидкості вітру понад 10 м/с, а також під час ожеледиці, грози, сильного снігопаду або туману, що утруднює контроль за вантажем.

- Сандвіч панелі мають велику площу та малу вагу, що робить їх особливо чутливими до поривів вітру. Тому їх монтаж потребує додаткових заходів безпеки. Тому для підйому рекомендується застосовувати вакуумні захвати (траверси), які запобігають пошкодженню замкових з'єднань.

- Також використання відтяжок є обов'язковим. Мінімум два робочих повинні утримувати панель знизу, щоб запобігти її розгойдування та забезпечити плавний рух.

Робота на лісах:

Підйомні платформи та ліси повинні мати справні поручні та бути надійно закріплені до каркасу. Монтажники мають переміщатися лише спеціально відведеним робочим зонам.

Пожежна безпека на будівельному майданчику[18]:

Дотримання правил пожежної безпеки це обов'язок кожного працівника та керівника робіт. На кожній ділянці обов'язково мають бути розміщені вогнегасники відповідного класу, а також ящики з піском. Це все обладнання має бути доступним та готовим до використання.

Зварювальні роботи:

Зварювання проводиться лише за наявності відповідної форми. Робоча зона має бути очищена від сміття. При роботі поблизу легкозаймистих матеріалів мають застосовуватись спеціальні вогнетривкі ковдри. Після завершення робіт місце зварювання контролюється щонайменше 2 годин.

Куріння дозволено лише у спеціально обладнаних місцях.

Легкозаймісті матеріали (фарби, розчинники) мають зберігатися в металевих шафах у відведених приміщеннях, віддалених від джерел відкритого вогню.

Весь персонал, залучений до робіт, повинен пройти інструктажі з охорони праці. На будівельному майданчику мають бути визначені зони, куди заборонено вхід стороннім особам, а всі працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту, відповідними до специфіки робіт (каски, сигнальні жилети, спецвзуття, рукавиці).

4.3 Висновок до розділу

В результаті виконання розділу було проведено комплексне проектування виробничих процесів та сформовано нормативну базу для безпечного виконання робіт на об'єкті. Запропоновані технологічні рішення які забезпечують надійність та довговічність протиударного покриття та відповідають чинним нормам України.

Технологічна схема укладання підлог розроблена як п'ятиетапний процес з чітким визначенням матеріалів, інструментів та покрокових операцій.

Встановлені жорсткі критерії контролю якості на кожному етапі: площину, вологість основи, адгезію клейових сумішей та відсутність прихованих порожнин, що мінімізує ризики деформацій в експлуатації.

Розроблено регламент з охорони праці та техніки безпеки відповідно до ДБН А.3.2-2-2009[7] із докладними заходами для робіт підвищеної складності:

Земляні роботи, арматурні та бетонні роботи: відповідний захист від виступаючих елементів, застосування ПЗВ, заземлення та діелектричне екіпірування при роботі з вібраторами.

Монтажні та висотні роботи з обов'язковими страховими системами. І пожежна безпека.

Запропоновані технологічні та організаційно-захисні заходи гарантують якісне виконання робіт, безпеку персоналу та довгострокову експлуатацію покриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи. Київ: Мінбуд України, 2006.
3. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. Київ: Мінрегіон України, 2018.
4. ДБН В.2.2-13-2003. Будинки та споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. Київ: Держбуд України, 2003.
5. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель та споруд. Основні положення. Київ: Мінрегіон України, 2018.
6. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Київ: Мінрегіон України, 2014р.
7. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.
8. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. Київ: Мінрегіон України, 2013.
9. Національний класифікатор України ПК 018:2023. Класифікатор будівель та споруд. Київ: Мінекономіки України, 2023.
10. ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель". Київ. Міністерство розвитку громад та територій України 2022.
11. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва». Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
12. Програмний комплекс ЛІРА-САПР. Офіційний сайт та посібник користувача. URL: <https://www.liraland.ua>
13. AutoCAD 2024. Офіційна документація Autodesk. URL: <https://www.autodesk.com/autocad>
14. Водопостачання та водовідведення на будівельному майданчику / В. К. Чернишов. Дніпро: ПДАБА, 2021. 192 с.

15. Електропостачання будівельних майданчиків: навч. посіб. / О. І. Сидоренко. Харків: ХНУБА, 2020. 154 с.
16. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ. ДП "УкрНДНЦ" 2016.
17. ДБН В.2.2-28:2010 "Будинки та споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення" Київ. Мінрегіонбуд України. 2011.
18. ДБН В.1.2-7:2021 "Основні вимоги до будівель та споруд. Пожежна безпека" Київ: Міністерство розвитку громад та територій України 2022.
19. ДБН В.2.1-10:2018 «Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення»: Київ. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2018.