

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну  
Кафедра будівництва

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
рішенням кафедри будівництва  
(протокол № \_\_, від \_\_.05.2025р.)  
Завідувач кафедри будівництва,  
д.т.н., професор  
\_\_\_\_\_ Ігор ЯКОВЕНКО  
."\_\_" \_\_\_\_\_ 2025 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: **«Проектування спортивної будівлі критого типу у місті  
Суми»**

Спеціальність 192 – будівництво та цивільна інженерія  
(код і назва)

**Гарант освітньої програми**

\_\_\_\_\_ кандидат технічних наук, доцент \_\_\_\_\_ Євген ДМИТРЕНКО \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи:**

\_\_\_\_\_ д.т.н., професор \_\_\_\_\_ Ігор ЯКОВЕНКО \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

*допускається до захисту/не допускається до захисту»*

**Виконала: студентка**

\_\_\_\_\_ Каріна ДЬОГТЯР \_\_\_\_\_  
«підпис» (ПІБ студента)

**Рецензент:**

\_\_\_\_\_ К.Т.Н., доцент \_\_\_\_\_ Євгеній БАКУЛІН \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

\_\_\_\_\_ «підпис»

\_\_\_\_\_ «оцінка»

м. Київ 2025 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри будівництва,

д.т.н., професор \_\_\_\_\_ Ігор ЯКОВЕНКО

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

« \_\_\_\_\_ » грудня 2024р.

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТЦІ**

Дьогтяр Каріні Віталіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(код і назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_

(назва)

Програма підготовки освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема дипломного проекту затверджена наказом проректора з науково-педагогічної роботи та цифрової трансформації НУБіП України від «16» грудня 2024 р. № 2264 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025, травень, 30

(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 вплив згідно ДБН В.1.2-2:2006.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, 10 листів формату А1 та використаних джерел літератури 31 найменування.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Розділ 1. Архітектурна частина

Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина

Розділ 3. Основи і фундаменти

Розділ 4. Технологія будівельного виробництва

Розділ 5. Організація будівельного виробництва

Перелік використаної літератури

Додатки

Перелік графічного матеріалу (обов'язкові креслення):

Аркуші 1–3	<i>Архітектурна частина: фасад, розрізи, генплан, вузли, план першого та другого поверхів.</i>
Аркуші 4, 5	<i>Розрахунково-конструктивна частина: план покриття, схема рами, балка покриття</i>
Аркуші 6, 7	<i>Основи і фундаменти. Інженерно-геологічний розріз, схема армування палі</i>
Аркуш 8.	<i>Технологія будівельного виробництва. Техкарта на улаштування ферми покриття</i>
Аркуш 9.	<i>Організація будівельного виробництва. Будгенплан.</i>
Аркуш 10.	<i>Організація будівельного виробництва. Мережений графік виконання робіт.</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>16.12.24– 28.02.25</i>	
<i>Написання та наповнення частин пояснювальної записки</i>	<i>01.03.25 – 05.04.25</i>	
<i>Виконання графічної частини дипломного проєкту</i>	<i>05.04.25–17.05.25</i>	

Дата видачі завдання «16» грудня 2024 р.

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

Д.Т.Н., професор  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Ігор ЯКОВЕНКО  
(ПІБ)

**Завдання прийняла до виконання**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Каріна ДЬОГТЯР

(ПІБ студента)

## Зміст

ВСТУП.....	5
<b>1. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>7</b>
1.1. Генеральний план ділянки.....	7
1.2. Теплотехнічний розрахунки зовнішніх конструкцій .....	8
1.2.1. Розрахунки вертикальної конструкції.....	8
1.2.2. Розрахунки горизонтальної конструкції.....	8
1.3. Характеристика запроектованої будівлі.....	11
1.4. Конструктивна характеристика основних елементів будівлі.....	13
<b>2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>19</b>
2.1. Розрахунок перекриття балкового типу.....	19
2.2. Розрахунок монолітної залізобетонної плити перекриття.....	20
2.3. Розрахунок допоміжної балки.....	21
2.4. Розрахунок головної балки.....	24
2.5. Розрахунок сталевий колони.....	26
2.6. Розрахунок бази сталевий колони.....	27
2.7. Розрахунок металевий рами.....	31
<b>3. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ.....</b>	<b>36</b>
3.1. Розрахунок пального фундаменту .....	36
3.2. Визначення несучої здатності палі.....	37
3.3. Визначення необхідної кількості палі.....	38
3.4. Розрахунок ростверку.....	39
3.5. Розрахунок за другою групою граничних станів.....	40
3.6. Визначення осідань фундаментів на палях.....	41
3.7. Визначення природного тиску.....	41

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування спортивної будівлі критого типу у місті Суми	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Дьогтяр К.В.					3	
Зав. каф.		Яковенко І.А.				кафедра будівництва група БЦІ-2104		
Керівник		Яковенко І.А.						



## Вступ

У процесі виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи розроблений проєкт спортивного комплексу. Призначення будівлі – крита ковзанка зі штучним льодом і із трибунами для глядачів на 500 місць для проведення змагань і тренувань по льодових видах спорту.

Будівля запроектована каркасною, з металевим каркасом рамного типу із прольотом 40,0 м. Просторова жорсткість будівлі забезпечується системою горизонтальних і вертикальних зв'язків.

На першому поверху розміщуються зал льодового поля із глядацькими трибунами, вестибюль, роздягальні, санвузли й душові для спортсменів, блок суддів з відособленими санвузлом і душовою, каси, піст охорони, медпункт, санвузли для відвідувачів, тепловий пункт, завантажувальна кафе, гардероб та ін. технічні приміщення [1].

На другому поверху розташовуються зал кафе, комора збирального інвентарю, санвузли для відвідувачів, гардероб, приміщення венткамери, адміністративні приміщення.

Конструкційний обсяг будівлі складається із двоповерхової частини й двосвітного простору залу льодового поля. Конструкційна система будівлі – рамна, із кроком рам 6,0 м. і прольотом 40,0 м. Жорсткість каркаса забезпечується системою зв'язків, горизонтальні по верхньому поясу ригеля рами, і вертикальні по стійках рами. Переkritтя в осях А- Л – монолітне.

Переkritтя в осях А- Л монолітне по металевих балках, що спираються на колони, товщиною 220 мм. Цокольне – монолітне по монолітному залізобетонному ростверкові й суцільному фундаменту, має гідроізоляцію, пароізоляцію й теплоізоляцію з пароізолу – 100 мм., і мінераловатних плит на синтетичному сполучному – 150 мм.

Фундамент під стійки рами, під колони двоповерхової частини в осях А–Л, а також під фахверкові колони **прийняті** кущі паль НСФ-40-10. Ростверк

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

монолітний, однорівневий, розмірами 600×600 мм., об'єднаний із цокольним перекриттям.

Фундамент під льодову арену – суцільний, коробчатого перерізу, з напрямком наскрізних каналів перпендикулярно основній довжині будівлі, також об'єднаний із цокольним перекриттям.

У технологічній частині роботи розроблена технологічна карта на монтаж ферм покриття, яке виконане по всьому периметру будівлі з теплоізоляцією мінераловатними плитами товщиною 250 мм по сталевому профільованому настилу та металевих прогонах, з покриттям з пофарбованих сталевих листів.

Організація будівельного виробництва включала у себе розробку будівельного генерального плану – наведені загальні вказівки і методика розробки, виконані розрахунки і проектування тимчасових складів, будівель і споруд, тимчасового водопостачання та електропостачання. Представлені вказівки щодо організації будівельного майданчика та техніко-економічні показники.

Побудований мережений графік виконання робіт щодо зведення спортивної будівлі критого типу. Показаний вибір методів виконання основних робіт, а також машин і механізмів, монтажного крану.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА

## 1.1. Генеральний план ділянки

Спортивна будівля критого типу зі штучним льодом буде розташовуватися у м. Суми. Ділянка під будівництво має розміри в плані 95×88 м, запроектована у відповідності з ДБН [1].

Рельєф місцевості спокійний з невеликим ухилом для відведення атмосферних вод [7]..

Ґрунти не просадні супіски, ґрунтові води розташовані нижче підосви фундаментів [15].

Взимку переважають східні, влітку – західні вітри [2].

Біля будівлі буде розташовуватися автостоянка, також недалеко від будівлі котка знаходиться зупинка громадського транспорту.

Ділянка має асфальтовані дороги, проїзди, тротуари, озеленення [7].

### Вертикальне планування

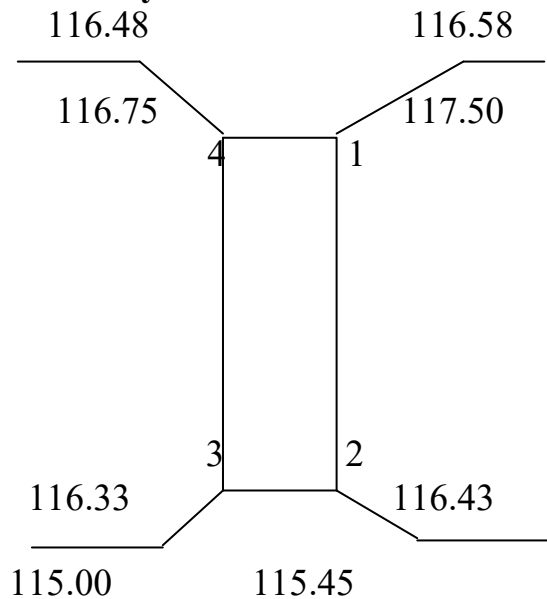


Рис. 1.1. Вертикальне планування ділянки забудови

1. Визначення чорних позначок будівлі методом інтерполяції [7]

$$H_1^q = 117,50 \text{ м}; H_2^q = 115,45 \text{ м}; H_3^q = 115,00 \text{ м}; H_4^q = 116,75 \text{ м}$$

2. Визначення середньо планувальної оцінки будівлі

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_{nl}^{cp} = \frac{\sum H_i^u}{n} = \frac{117.5+115.45+115.00+116.75}{4} = 116.18\text{ м}$$

3. Визначення позначки чистої підлоги

$$H_{0,000} = H_{i\ddot{e}}^{\ddot{n}\delta} + h_{\ddot{n}\delta}^{\delta i\ddot{e}} = 116.18 + 3.2 = 119.38\text{ і}$$

4. Визначення червоної позначки найбільш високого кута будівлі:

$$H_1^{\ddot{e}\delta} = H_{0,000} - 2.8 = 119.38 - 2.8 = 116.58\text{ і}$$

5. Визначення червоних позначок кутів будівлі  $H_{i+1}^{kp} = H_i^{kp} - \Delta h_i$ ;  $\Delta h_i = i \times l$ ;

$$H_2^{kp} = 116.58 - 75 \times 0,002 = 116.43\text{ м}$$

$$H_4^{kp} = 116.33 + 75 \times 0,002 = 116.48\text{ м}$$

$$H_3^{kp} = 116.43 - 48,4 \times 0,002 = 116.33\text{ м}$$

$$H_4^{kp'} = 116.58 - 48,4 \times 0,002 = 116.48\text{ м}$$

6. Визначення відносних позначок кутів будівлі  $h_i = H_i^{kp} - H_{0,000}$

$$h_1 = -2.8\text{ м}; h_2 = -2.95\text{ м}; h_3 = -3.05\text{ м}; h_4 = -2.9\text{ м}.$$

## 1.2. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх конструкцій

### 1.2.1. Розрахунок вертикальної конструкції

Розрахункова схема:

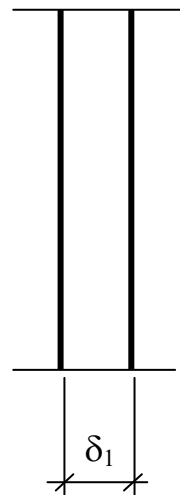


Рис. 1.2. Розрахункова схема до визначення утеплювача [6]

Вихідні дані:

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Згідно ДБН В.2.6–31:2021 " Теплова ізоляція та енергоефективність будівель " [6]:

1) м. Суми – I кліматична зона [2];

2) Розрахункова температура внутрішнього повітря  $t_e = 18^\circ\text{C}$ , розрахункове значення відносної вологості  $\phi_B = 55\%$ , що відповідає нормальному вологостному режиму приміщень і умовам експлуатації – Б.

3) Розрахункова температура зовнішнього повітря  $t_n = -22^\circ\text{C}$ .

4) У якості вертикальної конструкції, що обгороджує, ухвалюємо сэндвич панель.

5) Коефіцієнти теплопередачі внутрішньої й зовнішньої поверхонь  $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ,  $\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

6) Коефіцієнти теплопровідності матеріалів (по додаткові Л ДБН В.2.6-31:2006):

– плити полімерні –  $\lambda = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;  $S=0.53 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

**Порядок розрахунку** у відповідності з [6]:

1. Мінімумально припустимий опір теплопередачі непрозорої, що обгороджує конструкції  $R_{q \text{ min}} = 2 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

2. Товщина теплоізоляційного шару:

$$\begin{aligned} \delta_2 &= \left( R_{q \text{ min}} - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \cdot \lambda_2 = \\ &= \left( 2 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,045 = 0,087 \text{ м.} \end{aligned}$$

З урахуванням уніфікації розмірів матеріалів ухвалюємо товщину утеплювача 100 мм.

3. Наведений опір теплопередачі, що обгороджує конструкції складе:

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_n} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{1}{23} = 2,38 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

4. Розрахунки конструкції на ймовірність утворення конденсату.

4.1. Температура на внутрішній поверхні конструкції, що обгороджує, складе:

$$\tau_e = t_e - \frac{t_e - t_n}{R_{\Sigma np} \cdot \alpha_e} = 18 - \frac{18 + 22}{2,38 \cdot 8,7} = 16,07^\circ\text{C}$$

4.2. Температура крапки роси складе:

$$\tau_{т.р.} = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot e_B)^2 = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot 1386,6)^2 = 11,69^\circ\text{C}$$

где:  $e_B = 0,01 \cdot \varphi_B \cdot E_B = 0,01 \cdot 65 \cdot 2128, = 1383,6 \text{ Па}$ ;

$$E_B = 477 + 133,3 \cdot (1 + 0,14 t_e)^2 = 477 + 133,3 \cdot (1 + 0,14 \cdot 18)^2 = 2128,6 \text{ Па}.$$

$16,24^\circ\text{C} \geq 11,69^\circ\text{C}$  – умова виконується [6], конденсат не утворюється, товщина й матеріал шару утеплювача підібрані вірно.

### 1.2.2. Розрахунки горизонтальної конструкції

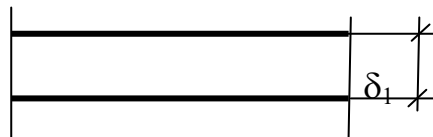


Рис. 1.2. Розрахункова схема покриття.

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів (за додатком Л ДБН В.2.6-31:2006):

– плити з панелей типу «сендвіч»–  $\lambda_1 = 0,045 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;

#### Порядок розрахунку:

1. Мінімально припустимий опір теплопередачі непрозорії, що обгороджує конструкції для покриттів  $R_{q \text{ min}} = 2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

2. Товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_2 = \left( R_{q \min} - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \cdot \lambda_2 =$$
$$= \left( 4,95 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,045 = 0,087 \text{ м.}$$

Приймаємо товщину утеплювача 100 мм.

### 1.3. Характеристика запроектованої будівлі

Розміри між крайніми розбивочними вісями [1]:

→ довжина 75000 мм.

→ ширина 48400 мм.

Загальні розміри будівлі:

– довжина 76600 мм.

– ширина 50000 мм.

Призначення будівлі – крита ковзанка зі штучним льодом і із трибунами для глядачів на 500 місць для проведення змагань і тренувань по льодових видах спорту [1].

Поверховість будівлі - 2 поверху із двусветним простором залу льодового поля із глядацькими трибунами.

Ступінь вогнестійкості – III [22].

За умовну позначку 0.000 прийнятий рівень підлоги першого поверху.

Будівля запроектований каркасним, з металевим каркасом рамного типу із прольотом 40,0 м. Просторова жорсткість будівлі забезпечується системою горизонтальних і вертикальних зв'язків.

Дах двосхилий з теплоізоляцією з мінераловатних плит по сталевому профільованому настилу з покриттям з пофарбованих сталевих листів [28].

На першому поверху розміщуються зал льодового поля із глядацькими трибунами, вестибюль, роздягальні, санвузли й душові для спортсменів, блок суддів з відособленими санвузлом і душовою, каси, піст охорони, медпункт,

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

санвузли для відвідувачів, тепловий пункт, завантажувальна кафе, гардероб, приміщення для стоянки збирального комбайна, машинне відділення холодильної установки, ремонтна майстерня, інвентарна, приміщення прокату, приміщення обслуговуючого персоналу, приміщення для зберігання покриттів, технічні приміщення [1].

На другому поверху розташовуються зал кафе, гарячий цех кафе, розподільча кафе, комора кафе, приміщення й санвузол і душова персоналу кафе, комора збирального інвентарю, санвузли для відвідувачів, гардероб, приміщення венткамери, адміністративні приміщення.

Для завантаження кафе передбачений підйомник вантажопідйомністю 100 кг. У закритій шахті. Стіни шахти запроектовані з металевих листів по сталевому каркасу.

З першого поверху будівлі передбачено три розосереджені евакуаційні виходи крім центрального. Вертикальний комунікаційний зв'язок між першим і другим поверхами здійснюється по двом закритим сходам. Розміри льодового поля – 30,0 × 60,0 м., радіус 8,5 м. З одними технологічними воротами для льодозбиральної машини й чотирма хвртками для гравців [1].

Таблиця 1.1

**Потреба в будівельних конструкціях,  
деталях, напівфабрикатах і матеріалах**

Будівельні конструкції, деталі, напівфабрикати й матеріали	Марка	Одиниці вимірювання	Кількість
<b>Потреба у металевих елементах</b>			
Напіврама	C1	T	19,1256
	P1	T	8,9674
Колони фахверкові	Кф-1	T	9,4
Зв'язки по напіврамах (покрівлі)		T	3,5
Зв'язки по напіврамах (стійкам)		T	2,1
Косоури	К-1	T	1,9

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Метав для монолітного перекриття		Т	9,7
Перемички	2ПБ19-3п	ШТ	10
Прогони	ПРГ32.14-4т	ШТ	4
Покрівля, панелі "Сендвич"	ПК-1	100м <sup>2</sup>	31,5
	ПК-2		0,59
	ПК-3		0,67
Стіни зовнішні панелі" Сендвич " по Металевим прогонам	СП-1	100м <sup>2</sup>	9,864
	СП-2		0,72
	СП-3		0,288
	СП-4		0,8064
	СП-5		0,96

#### 1.4. Конструктивна характеристика основних елементів будівлі

Конструкційний обсяг будівлі складається із двоповерхової частини й двусветного простору залу льодового поля. Конструкційна система будівлі – рамна, із кроком рам 6,0 м. і прольотом 40,0 м. Жорсткість каркаса забезпечується системою зв'язків, горизонтальні по верхньому поясу ригеля рами, і вертикальні по стійках рами. Перекриття в осях А- Л – монолітне.

##### Конструктивні елементи

##### → Основи і фундаменти [14]

Для пального фундаменту – ґрунт, для суцільного фундаменту коробчатого перерізу – штучне.

Насип ущільненого ґрунту, практично несхильного деформаціям.

Фундамент під стійки рами [14], під колони двоповерхової частини в осях А–Л, а також під фахверкові колони – куці паль НСФ-40-10. Ростверк монолітний, одноуровневі, розмірами 600×600 мм., об'єднаний із цокольним перекриттям.

Фундамент під льодову арену [15] - суцільний, коробчатого перетину, з напрямком наскрізних каналів перпендикулярно основній довжині будівлі, також об'єднаний із цокольним перекриттям.

##### → Стіни

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зовнішні – панелі "Венталл - С" по металевих прогонах.

Внутрішні несучі в сходових блоках – цегляні, товщиною 380 мм.

Внутрішні перегородки – з вологостійких гіпсокартонних листів по металевому каркасу. Перегородки душових і санвузлів на першому поверху – із цегли звичайного.

→ **Перекриття**

Перекриття в осях А- Л монолітне по металевих балках, що спираються на колони, товщиною 220 мм. Цокольне – монолітне по монолітному залізобетонному ростверкові й суцільному фундаменту, має гідроізоляцію, пароізоляцію й теплоізоляцію з пароізолю – 100 мм., і мінераловатних плит на синтетичному сполучному – 150 мм.

→ **Покриття**

Покриття по всьому будівлею з теплоізоляцією мінераловатними плитами – 250 мм [7]., по сталевому профільованому настилу, по металевих прогонах, з покриттям з пофарбованих сталевих листів.

→ **Сходи**

Сходові марші збірні залізобетонні, шириною – 1800 мм., і розмірами сходинок 300×150 мм., число сходинок у кожному марші – 14.

Сходові майданчики збірні залізобетонні, з розмірами в плані –4200× 1800 мм.

→ **Підлоги**

Підлоги другого поверху над теплоцентром і входами з пароізоляції одного шар руберойду із проклеюю швів). Дані про всі типи підлог наведені у табл.1.2.

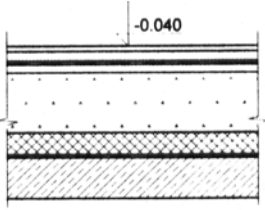
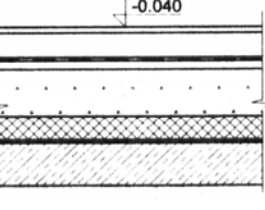
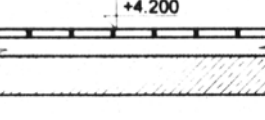
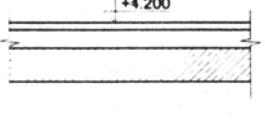
Таблиця 1.2

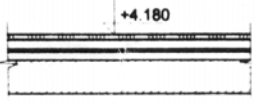
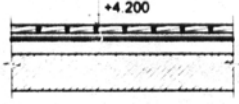
**Специфікація підлог**

Найменування або номер приміщення на плані	Тип підлоги	Схема підлоги або номер серії	Елементи підлоги та їхня товщина	Площа
Тамбур,	1		Керамічний граніт на цементному	63.5

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

вестибюль, сходи й сходові холи			розчині - 10 мм. Стяжка із цементного розчину М150 - 50 мм. Керамзитобетон 1000 кг/м3 - 250 мм. Теплоізоляція - тверді мінераловатні плити - 200 мм. Пароізоляція - 2 шару гідроізоли на мастиці. Монолітна з/б плита.	
Ганки	2		Плити граніту на цементному розчині - 20 мм. Стяжка із цементного розчину М150 - 50 мм. Гідроізоляція - 2 шару гідроізоли на мастиці. Стяжка із цементного розчину - 40 мм. Монолітна з/б плита.	20.6
Електрощитова, тепловий пункт, тамбур, вантажувальна камера кафе, інвентарна	3		Керамічна плитка на цементному розчині - 8 мм. Стяжка із цементного розчину М150 - 52 мм. Керамзитобетон 1000 кг/м3 - 250 мм. Теплоізоляція - тверді мінераловатні плити - 200 мм. Пароізоляція - 2 шару гідроізоли на мастиці. Монолітна з/б плита.	64.6
Санвузли, приміщення для сушіння, машинне відділення холодильної установки	3а		Керамічна плитка на цементному розчині - 8 мм. Стяжка із цементного розчину - 40 мм. Гідроізоляція - 2 шару гідроізоли на мастиці. Армована сіткою 4ВрВР 1 50Х50 стяжка із цементного розчину М150 - 50 мм.	78.4
Каса, приміщення охорони, медпункт, приміщення й санвузли суддів, приміщення обслуговуючого персоналу	4		Лінолеум Tarkett на мастиці - 5 мм. Стяжка із цементного розчину М150 - 45 мм. Керамзитобетон 1000 кг/м3 - 250 мм. Теплоізоляція - тверді мінераловатні плити - 200 мм. Пароізоляція - 2 шару гідроізоли на мастиці. Монолітна з/б плита.	60.8

Зал льодового поля, приміщення збирального комбайна, машинне відділення холодильної установки, ремонтна майстерня, приміщення прокату	5		<p>Бетонна підлога - 55 мм. Гідроізоляція - 2 шару гідроізолу на мастиці. Армована сіткою 4ВрВР 1 50Х50 стяжка із цементного розчину М150 - 50 мм. Засипання з керамзитового гравію - 655 мм. Теплоізоляція - тверді мінераловатні плити - 200 мм. Пароізоляція - 2 шару гідроізолу на мастиці. Монолітна з/б плита.</p>	1859.4
Роздягальні, душові	6 ба		<p>Бетонна підлога - 55 мм.(керамічна плитка для підлоги типу ба - 10 мм.) Конструкція водяного теплої підлоги - 100 мм. (140 мм. для підлоги типу ба) Гідроізоляція - 2 шару гідроізолу на мастиці. Армована сіткою 4ВрВР 1 50Х50 стяжка із цементного розчину М150 - 50 мм. Засипання з керамзитового гравію - 655 мм. Теплоізоляція - тверді мінераловатні плити - 200 мм. Пароізоляція - 2 шару гідроізолу на мастиці. Монолітна з/б плита.</p>	80.8
Сходи, сходові клітки	7		<p>Керамічний граніт із прошарком і заповненням швів цементним розчином М150 - 20 мм. Керамзитобетон 1000 кг/м3 - 60 мм. Збірно-монолітне перекриття - 220 мм.</p>	18.2
Приміщення персоналу кафе й гардероб на 2- ому поверсі	8		<p>Лінолеум ПВХ теплозвуко-ізоляційний (ДЕРЖСТАНДАРТ18103-80) - 6 мм. Стяжка із цементного розчину М150 - 30 мм. Керамзитобетон 1000 кг/м3 - 44 мм. Збірно-монолітне перекриття - 220 мм.</p>	29

Службові приміщення кафе, санвузли й душові кафе, приміщення венткамери	9		Керамічна плитка на цементному розчині - 8 мм. Стяжка із цементного розчину- 20 мм. Гідроізоляція - 2 шару гідроізоли на мастиці. Стяжка із цементного розчину- 30 мм. Збірно-монолітне перекриття - 220 мм.	274.8
Зал кафе, адміністративні приміщення	10		Ламінований паркет на клею "barrit" - 15 мм. Гідроізоляційна подложка - 3 мм. Стяжка цементно-песчаному розчин М150 - 32 мм. Керамзитобетон 1000 кг/м3 - 30 мм. Збірно-монолітне перекриття - 220 мм.	327.9

### Вікна та двері

Віконні блоки, вітражі й зовнішні двері металеві із двокамерними склопакетами. Покриття віконних блоків і плетінь – емаль. Внутрішні двері за ДСТ 6629-88. Ворота розстібні з теплоізоляцією розміром 3000×3500 мм.

Таблиця 1.3

### Специфікація вікон, дверей, воріт

Марка за проектом	Розміри прорізів, мм	Найменування	1.1. Кіль- 1.2. кість
1.3. В-1	1000×1000	віконний блок	40
В-2	1000×2100	віконний блок	28
В-3	1200×1900	віконний блок	2
В-4	1200×2300	віконний блок	2
В-5	1200×2650	віконний блок	2
1	750×2000	двері	47

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2	1500×2300	Двері	25
3	3000×3500	Ворота	4

### **Зовнішня обробка**

Поверхні зовнішніх стінових панелей, зовнішні відкоси віконних прорізів, цокольні блоки, горищні приміщення фарбуються фарбою "Eskaro" світлих тонів.

Зовнішні двері, металеві огороження сходів, віконні блоки фарбуються емаллю два рази.

### **Інженерне обладнання [3]**

Опалення. Основна система опалення – однотрубна, з верхнім розведенням теплоносія.

Нагрівальні прилади – мідно-алюмінієві конвектори.

Температура теплоносія 70-95 С.

Допоміжна система – двотрубна з рухом теплоносія з параметрами 70-130 С.

Нагрівальні прилади – реєстр із мідних труб.

Теплопостачання системи опалення системи приміщень запроектоване у теплоцентрі.

Опалення душових кімнат – реєстри підключені до системи гарячого водопостачання.

**Водопостачання.** Водопостачання будівлі здійснюється через магістральний колектор, вода йде з ТЕЦ-3.

Каналізація. Стічні води виводяться в магістральний колектор через канал у підпілля.

**Вентиляція.** Вентиляція приміщень, санвузлів, здійснюється через вентиляційні повітрепровіди й коробка, будівля, через свої габарити й призначення, постачене системою активної ("примусової") вентиляції.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

### 2.1. Розрахунок перекриття балкового типу

Вихідні дані та збір навантажень

Для монолітного міжповерхового перекриття використовуємо важкий бетон класу С12/15 [8], а для армування – зварні сітки із звичайного дроту.

Підрахунок навантажень на міжповерхове перекриття зводимо у табл. 2.1 (п. 4,7 ДБН В 1.2-2006).  $\gamma_n = 1$  [2].

Таблиця 2.1

#### Збір навантаження на міжповерхове перекриття [2]

Вид навантаження	Експлуатаційне розрахункове значення навантаження, $\text{кН/м}^2$	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Граничне розрахункове значення навантаження, $\text{кПа}$
1	2	3	4
<u>Постійне</u> Від паркету $\rho = 5 \text{ кН/м}^3$ ; $\delta = 0,015 \text{ м}$ ( $P = \rho \times \delta = 5 \times 0,015 = 0,075$ )	0,075	1,1	0,0825
Від цементного вирівнюючого шару $\rho = 18 \text{ кН/м}^3$ ; $\delta = 0,032 \text{ м}$ ( $P = \rho \times \delta = 18 \times 0,032 = 0,576$ )	0,576	1,3	0,7488
Від керамзитобетонного шару завтовшки $\rho = 10 \text{ кН/м}^3$ ; $\delta = 0,03 \text{ м}$ ( $P = \rho \times \delta = 10 \times 0,03 = 0,3$ )	0,3	1,3	0,39
<b>Разом:</b>	<b><math>q_1^g = 0,951</math></b>	-	<b><math>q_1 = 1,221</math></b>

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Тривале $p_{дл} = 1,8 \text{ кН/м}^2$	1,8	1,2	2,16
Короткочасне, $p_{кр} = 1,2 \text{ кН/м}^2$	1,2	1,2	1,44
	$P=3,0$	-	$P=3,6$

Важкий бетон класу С12/15. Розрахунковий опір такого бетону щодо розрахунку за граничними станами першої групи буде:

– на осьовий стиск  $f_{cd} = 8,5 \text{ МПа}$  [8],  $f_{ctd} = 0,75 \text{ МПа}$ .

Коефіцієнт умов роботи бетону  $\gamma_{cl} = 0,85$ .

## 2.2. Розрахунок монолітної залізобетонної плити перекриття

Арматуру для плити приймаємо у вигляді зварних сіток із звичайного дроту класу В-I,  $f_{yd} = 315 \text{ МПа}$  [9].

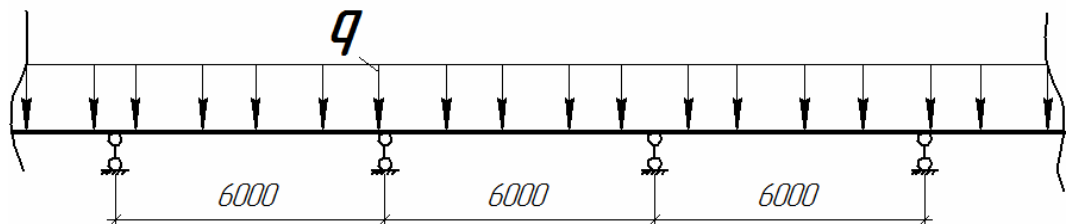


Рис. 2.1. Розрахункова схема монолітної залізобетонної плити

Другорядна і головна балки виконані – металевими, їхній розрахунок наведений у наступних розділах до КБР.

Оскільки ширина балок незначна розрахункові прольоти складають:

$$l_{01} = l = 6.0 \text{ м};$$

$$l_{02} = l = 7.3 \text{ м};$$

Приймаємо товщину плити рівною 8 см, що більше  $h_{\min} = 60 \text{ мм}$ .

$$\text{Власна маса плити } g^h = 0.08 \times 2500 = 200 \text{ кг/м}^2 (2000 \text{ Н/м}^2).$$

Погонне навантаження приймається на ширину плити, рівну 1 м.

Для даного випадку погонні розрахункові навантаження будуть рівні (з урахуванням маси плити  $h = 8 \text{ см}$ ):

$$g = 1221 + 1.1 \times 2000 = 3421 \text{ Н/м};$$

$$p = 3600 \text{ Н/м};$$

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$q=g+p=3421+3600=7021 \text{ Н/м};$$

Визначаємо відношення прольотів:

$$l_{eg}/l_{sh}=l_{01}/b_{02}=7.3/6.0=1.2<2, \text{ плиту розраховуємо як затиснену по контуру.}$$

За наближеними формулами максимальний згинальний момент, у відповідності до навчального посібника [12].

$$M_{\max}=0,0468 \times 7021=0.33 \text{ кН}\times\text{м};$$

Арматуру у плиті підбираємо як для залізобетонного елемента прямокутного перерізу, що згинається, розміром  $b \times h=100 \times 8$  см.

$$\text{Робоча висота перерізу } h_0=h-a=8-1.5=6.5 \text{ см.}$$

Для варіанту армування зварними сітками із звичайного дроту ( $f_{yd}=315$  МПа) будем мати:

$$M_1=0,33 \text{ кН}\times\text{м};$$

$$A_0 = \frac{0.33 * 10^{-3}}{81.0 * 0.065^2 * 8.5 * 0.85} = 0.0108;$$

де коефіцієнт умов роботи бетону  $\gamma_{b1}=0,85$ .

Знаходимо коефіцієнт  $\eta=0,996$  і визначаємо площу перерізу арматури  $A_s$  [12]:

$$A_s = \frac{0.33 * 10^{-3}}{315 * 0.996 * 6.5} = 0.16 \text{ см}^2;$$

$$S=200\text{мм}$$

$$n=b/s+1=1000/200+1=6\text{ст.}$$

За сортаментом [12] арматуру приймаємо 6  $\emptyset 3$  Вр. I  $A_s=0.42\text{см}^2$ ;

Розподільну арматуру приймаємо так само 6  $\emptyset 3$  Вр. I  $A_s=0.42\text{см}^2$ .

### 2.3. Розрахунок допоміжної балки

Підбираємо переріз допоміжної балки [5].

Проліт допоміжної балки  $l_b=6.0$  м, сталь С235,  $R_y=230$  МПа.

Граничний прогин для балки прольотом 6.0 м  $f_u = \frac{l}{200} = \frac{6000}{200} = 30$  мм.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переріз прокатних балок визначають по максимальному моменту, що вигинає.

Експлуатаційне і граничне навантаження на допоміжну балку визначається за формулами:

– експлуатаційне навантаження

$$q_o = 1.02 (p_x + g_n) \times l_n$$

$$q_o = 1,02 \times (3.0 + 0,95 + 0.2) \times 5.65 = 23.92 \text{ кН/м};$$

– граничне навантаження

$$q = 1.02 (p_x \gamma_{fp} + g_n \gamma_{fm}) \times l_n,$$

де 1.02 – коефіцієнт, який враховує власну вагу балки;

$p_x$  – характеристичне значення корисного навантаження на настил;  $\gamma_{fp}$

,  $\gamma_{fm}$  – коефіцієнти надійності по навантаженню (для власної ваги металевих конструкцій  $\gamma_{fp} = 1.05$ ,  $g_n$  – власна вага перекриття, приймається за табл.2.1.

$$q = 1,02 \times (3.6 \times 1,22 + 0.2 \times 1.1) \times 5.65 = 29.04 \text{ кН/м};$$

Розрахунковий вигинаючий момент, для шарнірно опертої балки [5]:

$$M = \frac{q l_b^2}{8}$$

де  $l_b$  – проліт допоміжної балки,

$$M = \frac{29.04 \times 6^2}{8} = 130.68 \text{ кНм};$$

Необхідний момент опору :

$$W_{Tp} = \frac{M}{c \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c}$$

де  $c$  – коефіцієнт, що враховує роботу стали в стадії пружнопластичності, для двотаврових балок при плоскому вигині  $c = 1.12$ ;

$\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи,  $\gamma_c = 1$ ;

$f_{yd}$  – розрахунковий опір стали [5],

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{Tp} = \frac{130.68}{1,12 \times 230} \times 10^3 = 507.3 \text{ см}^3.$$

За сортаментом підбирається двутавр виходячи з умови  $W > W_{Tp}$ .

За сортаментом приймаємо двутавр № 35Б1:  $W_x = 581.7 \text{ см}^3$ ,  $I_x = 10060 \text{ см}^4$ ,  $g = 38.9 \text{ кг/м}$ .

Перевірка підбраного перерізу прокатної балки.

Уточнюємо діюче навантаження з урахуванням власної ваги другорядної балки  $q_b = (3.0 + 0.95 + 0.2) \times 5.65 + 0.389 = 23.84 \text{ кН/м}$ ;

$$q = (3.6 \times 1.22 + 0.2 \times 1.1) \times 5.65 + 0.389 \times 1,05 = 28.88 \text{ кН/м};$$

$$M = \frac{28.88 \times 6^2}{8} = 129.96 \text{ кНм}.$$

Перевірка за нормальним напруженням [5]:

$$\sigma = \frac{M}{cW} \leq f_{yd} \cdot \gamma_c$$

$$\sigma = \frac{129.96 \cdot 1000}{1.12 \times 581.7} = 199.48 \text{ кН/см}^2 < f_{yd} = 230 \text{ МПа};$$

Перевірка за жорсткістю [5]:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q_b l_b^3}{E I_x} \leq \frac{f_u}{l},$$

де  $W, I_x$  – геометричні характеристики підбраного перерізу балки;

$$f_u \text{ – граничний прогин, для балок прольотом } l = 3 \text{ м} - f_u = \frac{l}{150};$$

$$l = 6 \text{ м} - f_u = \frac{l}{200}; \quad l = 24 \text{ м} - f_u = \frac{l}{250}; \quad l = 36 \text{ м} - f_u = \frac{l}{300}.$$

Для проміжних прольотів граничний прогин визначуваний за лінійною інтерполяцією.

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \times \frac{23.84 \times 6^3}{10060 \times 2.06 \times 10^5} \times 10^5 = \frac{1}{309} < \frac{f_u}{l} = \frac{1}{200}$$

$$f = \frac{l}{267} = \frac{6000}{309} = 19.4 < f_u = 30 \text{ мм}.$$

**Висновок:** Умова виконалася, отже, переріз балки підбраного правильно. У такому разі для допоміжної балки приймаємо двутавр № 35Б1.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4. Розрахунок головної балки

Підбираємо переріз головної балки [5].

Проліт головної балки  $l_b = 7.3$  м, сталь С235,  $f_{yd} = 230$  МПа.

Граничний прогин для балки прольотом 7,3 м  $f_u = \frac{l}{204} = \frac{7300}{204} = 35.8$  мм.

Переріз прокатних балок визначають по максимальному моменту, що вигинає.

Експлуатаційне і граничне навантаження на допоміжну балку визначається за формулами:

→ експлуатаційне навантаження [2]

$$q_s = 1.02 (p_x + g_n) \times l_n$$

$$q_s = 1.03 \times (3.0 + 0.95 + 0.2) \times 6 = 25.65 \text{ кН/м};$$

→ граничне навантаження [2]

$$q = 1.02 (p_x \gamma_{fp} + g_n \gamma_{fm}) \times l_n$$

де 1.02 – коефіцієнт, який враховує власну вагу балки;

$p_x$  – характеристичне значення корисної навантаження на настил;

$\gamma_{fp}$ ,  $\gamma_{fm}$  – коефіцієнти надійності по навантаженню (для власної ваги металевих конструкцій  $\gamma_{fp} = 1.05$ ,  $\gamma_{fm} = 1.2$ ;  $l_n$  – (крок балок);

$g_n$  – власна вага перекриття.

$$q = 1.03 \times (3.6 + 1.22 + 0.2 \times 1.1) \times 6 = 31.15 \text{ кН/м};$$

Розрахунковий момент, що вигинає, для шарнірно опертої балки [5]:

$$M = \frac{q l_b^2}{8}$$

де  $l_b$  – проліт допоміжної балки.

$$M = \frac{31.15 \times 7.3^2}{8} = 207.49 \text{ кНм};$$

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідний момент опору [5]:

$$W_{Tp} = \frac{M}{c \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c}$$

де  $c$  – коефіцієнт, що враховує роботу стали в стадії пружнопластичності, для двотаврових балок при плоскому вигині  $c = 1.12$ ;

$\gamma_c$  – коефіцієнт умови роботи,  $\gamma_c = 1$ ;

$f_{yd}$  – розрахунковий опір стали.

$$W_{Tp} = \frac{207.49}{1.12 \times 230} \times 10^3 = 805.47 \text{ см}^3.$$

За сортаментом підбирається двутавр виходячи з умови  $W > W_{Tp}$ .

За сортаментом приймаємо двутавр № 40Б1:  $W_x = 803.6 \text{ см}^3$ ,  $I_x = 15750 \text{ см}^4$ ,  $g = 48.1 \text{ кг/м}$ .

Перевірка підбраного перерізу прокатної балки.

Уточнюємо діюче навантаження з урахуванням власної ваги головної балки  $q_0 = (3,0 + 0,95 + 0,2) \times 6 + 0,481 = 25,38 \text{ кН/м}$ ;

$q = (3,6 + 1,22 + 0,2 \times 1,1) \times 6 + 0,481 \times 1,05 = 30,75 \text{ кН/м}$ ;

$$M = \frac{30.75 \times 7.3^2}{8} = 204.83 \text{ кНм}.$$

Перевірка по нормальному напруженню [5]:

$$\sigma = \frac{M}{cW} \leq f_{yd} \cdot \gamma_c$$

Перевірка за жорсткістю [5]:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q_0 l_b^3}{EI_x} \leq \frac{f_u}{l},$$

де  $W, I_x$  – геометричні характеристики підбраного перерізу балки;

$f_u$  – граничний прогин, для балок прольотом  $l = 3 \text{ м}$  -  $f_u = \frac{l}{150}$ ;

$l = 6 \text{ м}$  -  $f_u = \frac{l}{200}$ ;  $l = 24 \text{ м}$  -  $f_u = \frac{l}{250}$ ;  $l = 36 \text{ м}$  -  $f_u = \frac{l}{300}$ .

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для проміжних прольотів граничний прогин визначуваний по лінійній інтерполяції.

$$\sigma = \frac{204.83 \times 1000}{1.12 \times 803.6} = 227.58 \text{ кН/см}^2 < f_{yd} = 230 \text{ МПа};$$

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \times \frac{25.38 \times 7.3^3}{15750 \times 2.06 \times 10^5} \times 10^5 = \frac{1}{252} < \frac{f_u}{l} = \frac{1}{204}$$

$$f = \frac{l}{252} = \frac{7300}{252} = 28.9 < f_u = 35.8 \text{ мм.}$$

**Висновок:** Умова виконалася, отже, переріз балки підбраного правильно. У такому разі для головної балки приймаємо двутавр №40Б1.

Приймаємо як для головної, так і для допоміжної балки двутавр 40Б1.

## 2.5. Розрахунок сталеві колони

Підібрати переріз стержня колони, на яку симетрично спираються чотири балки. Опорні реакції  $V = 227.58$  кН; відмітка верху перекриття 10.7м. Сталь класу С240 [5].

1. Навантаження на колону визначається згідно з формулою:

$$N = 1.02 \times 4 \times V,$$

де  $V$  – опорна реакція головної балки.

$$N = 1.02 \times 4 \times 227.58 \approx 928.53 \text{ кН.}$$

При варіанті опираючої балок на рівні колони  $l = 4,1$  м.

При опираючій допоміжних балок на рівні поверху. Цю довжину необхідно зменшити на величину висоти цих балок, а при розташуванні обріза фундаменту нижче нульової позначки додати величину, рівну відмітці обріза. Розрахункова довжина колони дорівнює її геометричній довжині, тобто:

$$l_{ef} = l = 4.1 \text{ м.}$$

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За номограмою для зварного двутавра при  $l_{ef} = 3.7\text{ м}$  и  $N = 928,53\text{ кН}$ ,  $\lambda = 40$ , а відповідний коефіцієнт  $\varphi = 0.894$ .  $f_{yd} = 240\text{ МПа}$ .

Необхідна площа перерізу колони визначається за формулою [5]:

$$A_{Tp} = \frac{N}{\varphi \gamma_c R_y}$$
$$A_{Tp} = \frac{928,53}{0.894 \times 240} \times 10 = 43,27\text{ см}^2,$$

Приймаємо двутавр №20К1  $A = 52,82\text{ см}^2$ .

Перевіряємо стійкість:

$$A = 52.82\text{ см}^2, \quad I_y = 1334\text{ см}^4, \quad i_y = 5.03\text{ см}, \quad i_x = 8.5\text{ см}.$$

Визначаємо гнучкість елемента:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i_y}, \quad \lambda_y = \frac{370}{5.03} = 73.55,$$
$$\bar{\lambda}_y = 73.55 \times \sqrt{\frac{240}{2.06 \times 10^5}} = 2.51, \text{ коефіцієнт поздовження згинання}$$
$$\varphi = 0.735.$$

Виконуємо перевірку міцності:  $\frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c$ ,

$$\sigma = \frac{928.53}{0.735 \times 52.82} \times 10 = 239\text{ МПа} < R_y = 240\text{ МПа}.$$

Запас міцності:

$$\frac{240 - 239}{240} 100\% = 0.41\% < 5\%, \text{ що допустимо за нормами.}$$

Отже остаточно: приймаємо двутавр №20К1.

## 2.6. Розрахунок бази сталевій колони

Площа опорної плити визначається міцністю бетону фундаменту [14]:

$$N \leq \psi_{loc} R_{b,loc} A_{loc,1}$$

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $\psi_{loc}$  – коефіцієнт, що враховує характер передачі навантаження, при рівномірно розподіленому навантаженні  $\psi_{loc} = 1$ ;  $R_{b,loc}$  – міцність бетону з урахуванням впливу обійми, що підвищує [5]:

$$R_{b,loc} = \alpha \varphi_{loc,b} f_{cd}$$

де для бетону класу нижче С20/25 коефіцієнт  $\alpha = 1$ ;

$f_{cd}$  – розрахунковий опір бетону стискуванню, визначається залежно від класу бетону з урахуванням коефіцієнтів надійності  $\gamma_{b2} = 0.9$  і

$\gamma_{b9} = 0.9$ ,  $\varphi_{loc,b}$  – коефіцієнт, який враховує вплив обійми, визначається по формулі:

$$\varphi_{loc,b} = \sqrt[3]{\frac{A_{loc,2}}{A_{loc,1}}} \leq 2.5$$

де  $A_{loc,1}$  – площа опорної плити;

$A_{loc,2}$  – площа ділянки, що примикає до майданчика, що зминається (площа подколонника), де  $\alpha = 1$ ,  $\varphi_{loc,b} = 1.8$  (заздалегідь задаємося), а  $R_{b,loc}$  для бетону С8/10 дорівнює 6 МПа.

Приймаючи  $\gamma_{b2} = 0.9$ :  $R_{b,loc} = 1 \times 1.8 \times 6 \times 0.9 \times 0.9 = 8.75$  МПа,

$$A_{loc,1} = \frac{928,53}{8.75} \times 10 = 1061 \text{ см}^2$$

При квадратній опорній плиті її сторона дорівнює [5]:

$$L = \sqrt{1061} = 32,57 \text{ см.}$$

Приймаємо  $L = 360$  мм за сортаментом,

тоді  $B = \frac{1061}{36} = 29,5$  см.

Оскільки переріз колонни квадратний приймаємо опорну плиту розміром -  $360 \times 360$  мм. Її площа  $A_{loc,1} = 36 \times 36 = 1296 \text{ см}^2$ .

Приймаємо розмір подколонника 900х900 мм, тоді:

$A_{loc,2} = 90 \times 90 = 8100 \text{ см}^2$  і по формулі

$$\varphi_{loc,b} = \sqrt[3]{\frac{A_{loc,2}}{A_{loc,1}}} \leq 2.5$$

де  $A_{loc,1}$  – площа опорної плити;

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$A_{loc,2}$  – площа ділянки, що примикає до майданчика, що зминається (площа підколоники).  $\varphi_{loc,b} = \sqrt[3]{\frac{8100}{1296}} = 1.84$ .

Уточнюємо  $R_{b,loc} = \alpha \varphi_{loc,b} R_b$ ,

$$R_{b,loc} = 1 \times 1.84 \times 6 \times 0.9 \times 0.9 = 8.94.$$

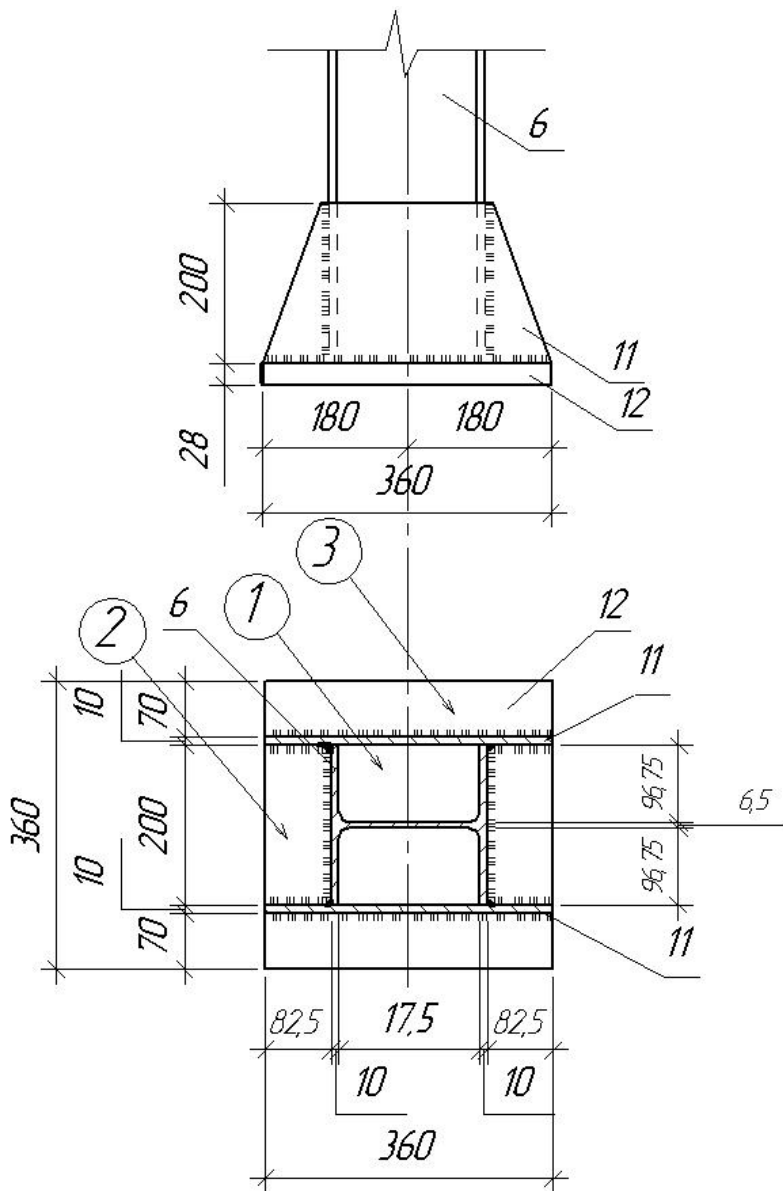


Рис. 2.2. База сталевої колони

Тиск під подошвою опорної плити:

$$p = \frac{928,53}{1296} \times 10 = 7,16 < R_{b,loc} = 8.94 \text{ МПа.}$$

Умова дотримується, розміри плити залишаємо без зміни [5].

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Для визначення товщини опорної плити визначаємо моменти, що вигинають, на окремих ділянках. Товщину траверси приймаємо 10мм.

Ділянка 1. Плита, що опирається на чотири боки. Відношення більшої сторони до меншої:

$$M = \alpha q a^2$$

Коефіцієнт  $\alpha$  визначається по таблиці. Залежно від відношення більшої сторони пластинки до меншої ( $b / a$ , рис. 2.2),  $a$  – менший розмір пластини.

$$\frac{b_1}{a_1} = \frac{175}{9,7} = 1,8, \text{ тоді } \alpha = 0.094 \text{ за табл. [5]}$$

$$M_1 = 0.094 \times 0.716 \times 9,7^2 = 6,33 \text{ кН} \times \text{см},$$

де  $q = p = 0.716 \text{ кН/см}$ .

Ділянка 2. Плита, яка спирається по трьох сторонах. Відношення закріпленої сторони до вільної:

$$M = \beta q a_1^2$$

де  $\beta$  – коефіцієнт, який визначається по таблиці. Залежно від відношення  $b_1 / a_1$  (рис.1.9), де  $b_1$  – розмір пластинки в напрямі від закріпленої сторони до вільного краю  $a_1$  – розмір пластини, паралельний вільній кромці.

При відношенні  $(b_1 / a_1) < 0.5$  ділянка пластини розраховується як консоль.

$$\frac{b_1}{a_1} = \frac{82,5}{200} = 0.41 < 0.5,$$

$$M_2 = 0.5 \times 0.716 \times 8,25^2 = 24,4 \text{ кН} \times \text{см}$$

Ділянка 3. Консольний зв'яз.

$$M = 0.5 q c^2,$$

де  $c$  – вільний свес пластинки; якщо пластина спирається на три боки і відношення  $(b_1 / a_1) < 0.5$ , то  $c = b_1$ .

$$M_3 = 0.5 \times 0.716 \times 7,0^2 = 17,54 \text{ кН} \times \text{см}.$$

Найбільший момент на ділянці 2. Товщину плити визначаємо за формулою:

$$t \geq \sqrt{\frac{6 M_{\max}}{R_y}},$$

$$\text{Товщина плити: } t = \sqrt{\frac{6 \times 24,4}{220}} \times 10 = 2,58 \text{ см}.$$

Приймаємо товщину плити  $t = 28 \text{ мм}$ .

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ				

Висота траверси визначається за довжиною швів, якими траверси приварюється до стрижня колони:

$$h = l_w = \frac{N}{4(\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c)}$$

Катет шва приймається максимальним залежно від товщини траверси і поясів стрижня.

Траверсу, ребра і стрижень колони приварюються до опорної плити, і зусилля на неї передається через ці шви [5].

$$h = l_w = \frac{928.54 \times 10^{-3}}{4(1 * 0.01 \times 180 \times 1 \times 1)} = 0.129 \text{ м,}$$

Приймаємо висоту траверси 0,2м.

## 2.7. Розрахунок металевої рами

Збір навантажень на раму. Постійне навантаження [2]

Постійне навантаження від ваги захисних несучих конструкцій покриття, приймається рівномірно розподіленим по довжині ригеля.

Розрахункове постійне навантаження наведено у табличній формі (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Постійне навантаження на ригель поперечної рами

Конструкція покриття	Нормативне навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кН/м <sup>2</sup>
1. Пофарбований сталевий лист	0,12	1,05	0,126
2. Утеплювач з мінераловатних плит	0,1	1,2	0,12
3. Пароізоляція з одного шару руберойду.	0,05	1,3	0,07

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

4.Профільований настил, завтовшки 1 мм	0,15	1,05	0,16
5. Сталеві прогони суцільні	0,15	1,05	0,16
6. Власна вага конструкцій покриття	0,35	1,05	0,37
Разом $q_0$	<b>0,92</b>		<b>1,1</b>

Погонне навантаження на ригель рами :

$$q = q_0 B = 1,1 \times 6 = 6,6 \text{ кН/м,}$$

де  $q_0$  – навантаження по таблиці,  $\text{кН/м}^2$ ;

$B$  – ширина вантажної площі (крок рам), м

Вага стійки рами :

$$G_B = 0,5 B L 0,2 0,35 \gamma_f,$$

де  $B$  – крок колон, м;

$L$  - проліт будівлі, м;

$\gamma_f$  – коефіцієнт надійності по навантаженню, ( $\gamma_f = 1,05$  (таблиць.1[1])).

$$G_B = 0,5 \times 6 \times 40 \times 1 \times 0,35 \times 1,05 = 44,1 \text{ кН.}$$

Навантаження від маси стінних конструкцій, що захищають

Таблиця 2.3

Обгороджування	Нормативне навантаження, $\text{кН/м}^2$	Коефіцієнт надійності по навантаженню, $f$	Розрахункове навантаження, $\text{кН/м}^2$
Панелі "Венталл-С"	0,3	1,05	0,315

Схема завантаження рами постійним навантаженням

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

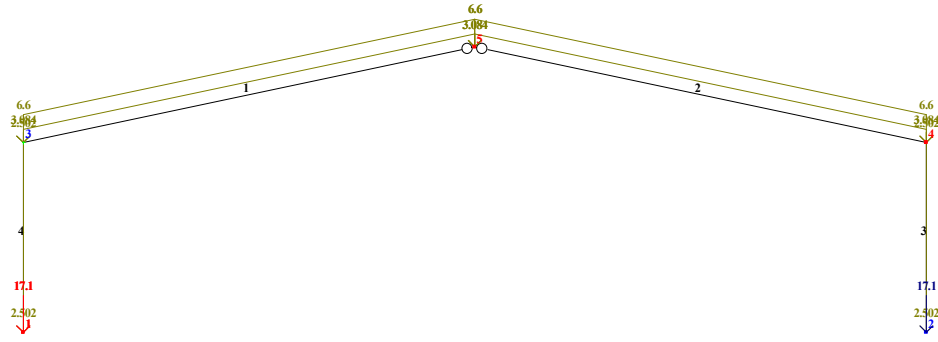


Рис. 2.3. Розрахункова схема поперечної рами у ПК «Ліра-САПР» [19, 20]

## 2. СНІГОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ

Для заданого району будівництва снігове навантаження складає  $S_0=1,35$  кПа. =  $1350 \text{ Н/м}^2$  [2]

При статичному розрахунку снігове навантаження умовно приймається рівномірно розподіленим по довжині ригеля :

$$S=S_0 (f (B,$$

де  $S_0$  - вага снігового покриву (таблиця.4[1]);

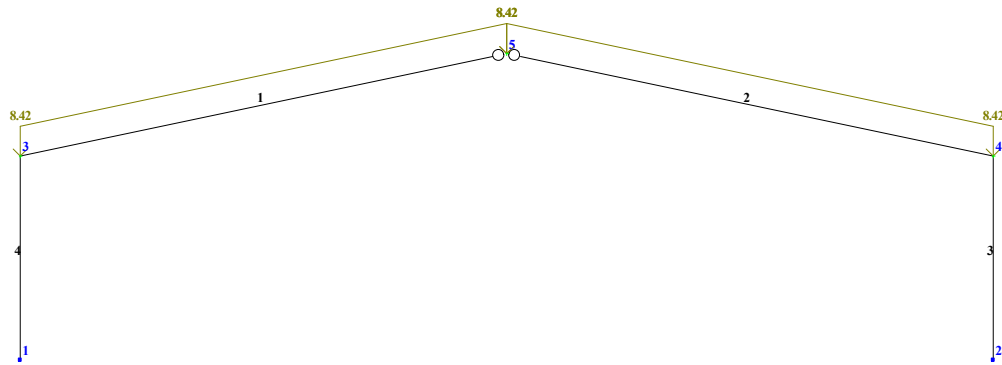
$\gamma f$  при  $q \leq 0,8 S_0$  (0,8 приймається рівним 1,6;

$\mu$  - ( - коефіцієнт враховує конфігурацію покрівлі будівлі, для будівлі з ухилом не більше  $25^\circ$  ( $\mu=1$ ).

$$S=1,35 \times 1,04 \times 1 \times 6=8,42 \text{ кН/м}$$

Схема завантаження рами сніговим навантаженням

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33



**Рис. 2.4. Вітрове навантаження на поперечну раму у ПК «Ліра-САПР»**

*Вітрове навантаження*

Вітрове навантаження на будівлі і споруди відповідно до норм [2] визначається як сума статичної і динамічної складових. Статична складова відповідає сталому швидкісному натиску і повинна враховуватися в усіх випадках. Для виробничих будівель заввишки до 36 м при відношенні висоти до прольоту менше 1,5 динамічну складову вітрового навантаження допускається не враховувати[2].

Статична складова вітру викликає тиск на будівлю з навітряного боку і відсмоктування з протилежною [2].

Таблиця 2.4

Зусилля (напруження) в елементах

	1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2
	1	1	3	3	3	3	5	5
	2	2	2	2	4	4	4	4
1. Завантаження 1 (Постійне навантаження)								
N	- 133,9	- 133,9	-106	-132,92	-107,14	-134,06	- 134,04	- 134,04
M	-	870,24	-	- 870,24	-	-870,24	-	- 870,24
Q	108,78	108,78	24,63	-109,96	19,12	- 108,75	- 108,78	- 108,78
2. Завантаження 2 (Снігове навантаження)								
N	- 389,53	- 389,53	- 308,38	- 386,7	- 311,68	- 389,99	- 389,93	-389,93
M	-	2531,6	-	- 2531,6	-	- 2531,6	-	-2531,6

Q	316,45	316,45	71,66	- 319,9	55,61	- 316,38	- 316,45	- 316,45
3. Завантаження 3 (Вітрове навантаження)								
N	12,5	12,5	0	0	- 4,8	- 4,8	- 12,5	-12,5
M	-	- 259,39	-	259,39	-	- 228,15	-	- 228,15
Q	- 54,42	-10,4	12,71	12,71	- 11,75	- 11,75	- 45,12	- 45,12

Для того, щоб визначити самі несприятливі поєднання навантажень на раму, стосовно кожного з чотирьох перерізів, необхідно розглянути усі завантаження і виявити ці поєднання. Спершу складемо таблицю зусиль у розрахункових перерізах балки (табл. 2.5) [19, 20].

Таблиця 2.5

Зусилля в розрахункових перерізах рами

№	Вид завантаження	Переріз 1-1			Переріз 2-2			Переріз 3-3			Переріз 4-4		
		M	N	Q	M	N	Q	M	N	Q	M	N	Q
1	Постійне навантаження	0	-131,3	106,6	853,4	-131,3	106,6	853,4	-130,3	107,8	0	-130,3	24,6
2	Снігове навантаження	0	- 382	310,3	2483	- 382	310,3	-2483	-379,2	-313,7	117,9	-308,3	71,6
3	Вітрове навантаження ліворуч	0	12,26	-53,4	- 254,3	12,26	- 10,22	254,4	0	12,47	0	0	12,47
4	Вітрове навантаження праворуч	0	- 12,26	- 44,24	- 223,7	- 12,26	- 11,5	- 223,7	-4,7	- 11,6	0	-4,7	- 11,5

Далі у формі таблиці 2.6 складаємо несприятливі поєднання навантажень.

Таблиця 2.6

Поєднання навантажень

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ				Арк.
									35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

№	Поєднання зусиль	□		Переріз 1-1			Переріз 2-2			Переріз 3-3			Переріз 4-4		
				М	N	Q	М	N	Q	М	N	Q	М	N	Q
1	++Mmax ; N - відп.	1	№ нав.	-			1,2			-			-		
			зусилля	-	-	-	3336,4	513,3	416,9	-	-	-	-	-	-
		0,9	№ нав.	-			1,2,4			-			-		
			зусилля	-	-	-	112,7	525,6	405,4	-	-	-	-	-	-
2	-- Mmax ; N - відп.	1	№ нав.	-			-			1,2			-		
			зусилля	-	-	-	-	-	-	-3336	509	420	-	-	-
		0,9	№ нав.	-			-			1,2,4			-		
			зусилля	-	-	-	-	-	-	-3560	-514	-432	-	-	-
3	Nmax ; ++M- відп..	1	№ нав.	-			1,2			-			-		
			зусилля	-	-	-	3336,4	513,3	416,9	-	-	-	-	-	-
		0,9	№ нав.	-			1,2,4			-			-		
			зусилля	-	-	-	3113	525,6	405,4	-	-	-	-	-	-
4	Nmax ; -- M- соотв.	1	№ нав.							1,2			-		
			зусилля							-3336	509	420	-	-	-
		0,9	№ нав.							1,2,4			-		
			зусилля							-3560	-514	-432	-	-	-
7	Qmax	0,9	№ нав.	1,2,4			1,2,4			1,2,4			1,2,4		
			зусилля	0	-525	372	3113	525,6	405,4	-3560	-514	-432	118	443	87

### 3. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

#### 3.1. Розрахунок пальового фундаменту

##### Вихідні дані

Необхідно визначити несучу здатність палі від рами спортивної будівлі критого типу у місті Суми.

Розміри будівлі в плані 48.4×75м. Висота  $H=12,8$ м. Навантаження від рами  $N=525$ кН. Палі залізобитонні завдовжки  $L=8$ м, квадратного перерізу з розмірами  $b=0,3$ м, із загостренням завдовжки 0,25м, і їх занурюють у ґрунт, забиваючи дизель-молотами.

Матеріал ростверка – важкий бетон класу C20/25 [8], який розташований над рівнем землі 0,4м.

Ґрунтові умови будівельного майданчика зведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Наименование грунта	h, м	$J_p$	$J_L$	e	$\rho_s$ , т/м <sup>3</sup>	$\rho_s$ , т/м <sup>3</sup>	$\omega$ , %	$\omega_L$ , %	$\omega_p$ , %	$c_p$ , кПа	$\varphi_p$ , град	$R_o$ , кПа	E, МПа	$S_r$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Суглінок тугопластичний	5.0	0	0.3	0,65	2.0	2.66	24	-	-	4	30	100	18	0.98
Суглінок м'якопластичний	8.5	8	0,75	0,54	2.1	2.70	20	22	14	25	19	249.5	-	1
Глина тугопластична	12.2	20	0.35	0,75	2.0	2.75	27	40	20	23	17	306.2	18	0.99

У таблиці 3.1 вказані:

- у графі 1 - поверхня ґрунту і найменування ґрунтів;
- у графі 2 - потужність (товщина) шару ґрунту;
- у графі 3 - показник плинності;
- у графі 4 - коефіцієнт пористості;
- у графах 5 і 6 - відповідно щільність і щільність твердих часток ґрунту;

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						37

- у графах 7, 8, 9 - відповідно вологість, вологість на межі плинності, вологість на межі розкочування (пластичності);
- у графі 10 - питоме зчеплення ґрунту;
- у графі 11 - кут внутрішнього тертя;
- у графах 12,- розрахункові опори ґрунтів основи.
- у графі 13 – модуль деформації ґрунту.

Величина заглиблення палі в ростверку вибрано  $h_0 = 0,1\text{м}$ , і тоді глибина занурення нижнього кінця палі в суглінок від відмітки планування  $H=5.5\text{м}$ ;

Для цієї глибини і показника  $I_1=0.3$  для суглінка приймаємо розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі  $R=3,33\text{МПа}$ .

### 3.2. Визначення несучої здатності палі

Із табл. [14] для палей, які занурюють у ґрунт за допомогою дизель-молотів, знаходимо значення коефіцієнтів умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі  $\gamma_{cR}=1.0$ , по боковій поверхні  $\gamma_{cf}=1.0$ .

ґрунти, які прорізаються палею, розбиваємо на пласти завтовшки не більше 2м. Для першого пласту завтовшки  $h_1=0.6\text{м}$  (насипний ґрунт) при середньому його заглибленні  $l_1=0,3\text{м}$  із табл. 6.24. розрахунковий опір по боковій поверхні буде  $f_1=0.002\text{МПа}$  (табл. 6.24) [4].

Для другого пласту ґрунту (суглінка) завтовшки  $h_2=2\text{м}$  із середньою глибиною розміщення  $l_2=1,6\text{м}$  ( $I_1=0.3$ ) розрахунковий опір по боковій поверхні  $f_2=0.029\text{Мпа}$ . Для третього пласта  $h_3=2\text{м}$ ,  $l_3=3,6\text{м}$ ,  $f_3=0.037\text{Мпа}$ . Для четвертого пласту  $h_4=0,9\text{м}$ ,  $l_4=5,05\text{м}$ ,  $f_4=0,04\text{Мпа}$ .

Площа поперечного перерізу палі [14]:

$$A=b \times h = 0.3 \times 0.3 = 0.09 \text{ м}^2;$$

Периметр палі:

$$u=4 \times d = 4 \times 0.3 = 1.2\text{м}.$$

Несуча здатність палі залежно від виду ґрунту за формулою [14]:

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum_{i=1}^n \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i),$$

де  $\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи палі ( $\gamma_c=1$  для більшості видів ґрунтів, крім лесових і лесовидних ґрунтів, для яких  $\gamma_c=0,8$ );

$\gamma_{CR}, \gamma_{cf}$  – відповідно коефіцієнти умов роботи ґрунту під нижнім кінцем і по боковій поверхні палі, які беруть із табл. 6.22 залежно від способу занурення палі і ґрунтових умов будівельного майданчика;

$R$  – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі (табл. 6.23);

$A$  – площа поперечного перерізу палі,  $u$  – зовнішній периметр поперечного перерізу палі;

$f_i$  – розрахунковий опір  $i$ -го пласту по боковій поверхні палі (табл. 6.24);

$h_i$  – товщина  $i$ -го пласта ґрунту.

$$F_d = 1(1 \cdot 3.175 \cdot 0.09 + 1.2 \cdot 1(0.002 \cdot 0.6 + 0.029 \cdot 2.0 + 0.037 \cdot 2.0 + 0.04 \cdot 0.9)) = 489 \text{ кН.}$$

Розрахункове навантаження на палю за формулою:

$$N \leq F_d / \gamma_k,$$

$$N = 489 / 1.4 = 349.28 \text{ кН.}$$

### 3.3. Визначення необхідної кількості палей

Необхідна кількість палей визначається за формулою [14]:

$$n = \frac{\gamma_k \times N_0}{F_d \times a^2 \times d \times \gamma_{mt}};$$

де  $\gamma_k$  і  $F_d$  – такі самі, як в попередній формулі;

$N_0$  – розрахункове навантаження від будівлі;

$a$  – відстань між палями,  $a = (3 \dots 6) \times b$ , де

$b$  – ширина попереднього перерізу або діаметр палі;

$\gamma_{mt}$  – середнє значення розрахункової питомої ваги ґрунту і матеріалу ростверка.

$$n = 1.4 \times 525 / 349.28 = 2.104,$$

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо кількість паль 3 шт.

### 3.4. Розрахунок ростверку

Ростверк виконується з бетону класу C20/25 [8], для якого розрахунковий опір розтягання  $f_{ctd}=1,05\text{МПа}$ . Висота ростверка з умови щільності на продавлювання за формулою:

$$h_p = -\frac{b}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{b^2 + \frac{N_0}{k \cdot R_{bt}}},$$

де  $N_0$  – зусилля, яке припадає на одну палю;  $k$  – коефіцієнт, що дорівнює 1;  $f_{ctd}$  – розрахунковий опір бетону на осьовий розтяг.

Згідно з конструктивними вимогами  $h_p \geq h_0 + 0,3\text{м}$ , де  $h_0$  – заглиблення палі в ростверк,  $h_0 = 5 \dots 10\text{см}$  [15].

$$h_p = -\frac{0.3}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{0.3^2 + \frac{0.525}{1 \cdot 1.05}} = 0.27\text{м},$$

Висота ростверку згідно з конструктивними вимогами  $h_p \geq h_0 + 0,3 = 0,1 + 0,3 = 0,4\text{м}$ .

Приймаємо  $h_p = 0,6\text{м}$ .

Відстань від краю ростверку до зовнішньої поверхні палі для дворядного розташування паль  $l_0 = 15\text{см} > 0,3b = 5 = 0,3 \times 30 + 5 = 14\text{см}$ . Приймаємо  $l_0 = 15\text{см}$ .

Відстань між осями паль:

$$l_0 = 4b = 4 \times 30 = 120\text{см}.$$

Ширина ростверку:

$$b_p = l_0 + 2l' + b = 120 + 2 \times 15 + 30 = 180\text{см}.$$

Навантаження від ваги ростверку:

– нормативне

$$N_p^n = b_p * h_p * l_p * \rho = 1.80 * 0.6 * 1.8 * 25 = 48.6\text{кН};$$

– розрахункове

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_p = N_p^n * \gamma_f = 48.6 * 1.1 = 53.46 \text{ кН};$$

де  $\rho = 25 \text{ кН/м}^3$  – щільність залізобетону;

$\gamma_f$  – коефіцієнт надійності щодо навантаження,  $\gamma_f = 1,1$ .

Навантаження яке припадає на одну палю:

$$N_1 = \frac{525 + 53.46}{3} = 192.82 \text{ кН.}$$

Перевірка умови:

$$N_1 \leq F_d / \gamma_k,$$

$$192,82 \text{ кН} < \frac{489}{1.4} = 349 \text{ кН.}$$

Умова задовольняється, отже, фундамент запроектований правильно.

### 3.5. Розрахунок за другою групою граничних станів

Для ґрунтів, які прорізають палею, кути внутрішнього тертя [15]:

Для суглінку ( $I_l = 0.3, e = 0.65$ )  $\varphi_{n_2} = \varphi_{II_2} = 22^\circ$ .

Середнє значення кута внутрішнього тертя:

$$\alpha_{mf} = \frac{1}{4} \times \frac{34 \times 5.5}{5.5} = 8.5^\circ,$$

Ширина умовного фундаменту:

$$b_y = l'_0 + b + H \cdot \text{tg} \alpha_{mf} = 1.2 + 0.3 + 6.75 * 0.15 = 2.51 \text{ м};$$

Навантаження від ваги палей:

$$N_n = 3 * 0.3 * 0.3 * 7.9 * 25 = 53.33$$

Середній тиск під подошвою умовного фундаменту:

$$\rho = \frac{456.5 + 53.33 + 48.6}{2.51 * 1} = 222 \text{ кН/м}^2.$$

Для суглінку, на який опирається подошва умовного фундаменту, кут внутрішнього тертя  $\varphi_{II} = 22^\circ$ , питоме значення  $c_n = c_{II} = 0.028 \text{ МПа} = 2,8 \text{ кН/м}^2$  і коефіцієнти [14]:  $M_\gamma = 0.61, M_g = 3.44, M_c = 6.04$ .

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунковий опір ґрунту основи під подошвою умовного фундаменту за формулою [14]:

$$R = \frac{\gamma_{c_1} * \gamma_{c_2}}{k} [M_{\gamma} k_z b_{yII} + M_g d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II}],$$

$$R = \frac{1.1 * 1}{1} [0.61 * 1 * 2.51 + 3.44 * 5.5 * 18 + 6.04 * 2.8] = 224 \text{ кН/ м}^2.$$

Отже, основна вимога розрахунку за другою групою граничних станів задовольняється, бо  $\rho = 222 \text{ кН/ м}^2 < R = 224 \text{ кН/ м}^2$ .

### 3.6. Визначення осідань фундаментів на палях

Визначимо методом елементарного підсумовування осідання фундаменту на палях. Середній тиск під подошвою фундаменту  $\rho_{cp} = 0,222 \text{ МПа}$ .

Щоб уникнути інтерполяції по табл. [14], задамося співвідношенням  $m=0,4$ , тоді висота елементарного шару ґрунту рівна:

$$h_f = \frac{0.4 * 2.51}{2} = 0.5 \text{ м.}$$

### 3.7. Визначення природного тиску

На рівні поверхні землі [15]:

$$\sigma_{zg} = 0$$

На рівні подошви першого шару:

$$\sigma_{zg1} = 0.6 * 16 = 9.6 \text{ кПа,}$$

На рівні подошви фундаменту:

$$\sigma_{zg0} = 9.6 + 4.9 * 18 = 97.8 \text{ кПа,}$$

На рівні ґрунтових вод:

$$\sigma_{zgw} = 9.6 + 5.2 * 18 = 103.2 \text{ кПа,}$$

На рівні подошви другого шару:

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{zg^2} = 103.2 + \frac{18-10}{1+0.65} \cdot 0.6 = 110.58 \text{ кПа,}$$

На рівні підосви третього шару:

$$\sigma_{zg^3} = 110.58 + \frac{21-10}{1+0.54} \cdot 1.6 = 122 \text{ кПа.}$$

Таблиця 3.2

Грунт	z, м	M=2 z/b	$\alpha$	$\sigma_{zp=d \times p}$ МПа	E <sub>i</sub> , кПа	$\sigma_{zg}$ , кПа	$\sigma_{zg \times 0.2}$ , кПа	$\bar{\sigma}_{2p}$ кПа	h <sub>i</sub> , м	S			
Суглінок туго- пластичний	0	0	1	222	19000	97.8	19.56	217.5	0.25	0.00228			
	0.5	0.4	0.96	213	19000								
	0.65	0.52	0.91	202	19000	110.58	23.08						
								207.5	0.325	0.00283			
Суглінок м'яко- пластичний	1.0	0.8	0.8	177.6	13000			156.3	0.425	0.00408			
	1.5	1.2	0.606	135	13000								
	2.0	1.6	0.449	99.7	13000								
	2.25	1.8	0.393	87.25	13000	122	24.9						
											80.93	0.375	0.00151
Глина туго- пластична	2.5	2.0	0.336	74.6	19000	125	65.8	65.8	0.5	0.00138			
	3.0	2.4	0.257	57	19000								
	3.5	2.8	0.201	44.6	19000	138.6	50.8						
	4.0	3.2	0.16	35.52	19000	145.3	40.06						
	4.5	3.6	0.13	28.86	19000	152	32.19						
											50.8	0.5	0.00106
											40.6	0.5	0.00084
							32.19	0.5	0.00068				
										0.0228			

За табл. П.1 [5] для громадських будівель з металевим каркасом допустимі осадки складає  $s_u = 12$  см. У нашому випадку:  $s = 2.3 \text{ см} < s_u = 12 \text{ см}$ .

Отже, фундамент задовольняє вимогам розрахунку по другій групі граничних станів [14, 15].

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

**Потреба в будівельних конструкціях,  
деталях, напівфабрикатах і матеріалах**

Будівельні конструкції, деталі, напівфабрикати й матеріали	Позначення	Марка	Одиниці вимірювання	Кількість
Палі		С 8-30	ШТ	173
ростверк1	бетон	С20/25	м <sup>3</sup>	1,8
ростверк2	бетон	С20/25	м <sup>3</sup>	1,7
ростверк3	бетон	С20/25	м <sup>3</sup>	2,2
ростверк4	бетон	С20/25	м <sup>3</sup>	8,5
ростверк5	бетон	С20/25	м <sup>3</sup>	1,1
ростверк6	бетон	С20/25	м <sup>3</sup>	0,6
ростверк7	бетон	С20/25	м <sup>3</sup>	2,1

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

## 4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 4.1. Сфера застосування технологічної карти виробництва робіт

Дана технологічна карта розроблена на зведення надземної частини будівлі.

Будівля має наступні геометричні параметри: довжина 70,6 м, ширина 50,0 м, висота 12,8 м, висота поверху 4 м.

Будівля запроектована каркасною, з металевим каркасом рамного типу з прольотом 40,0 м.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується системою горизонтальних і вертикальних зв'язків [29].

Матеріал конструкцій металевий [5].

У технологічній карті розроблені технологічні схеми на зведення зовнішніх і внутрішніх стенів, монолітного перекриття і покриття.

Для зведення надземної частини будівлі як основний механізм передбачаються один монтажний кран марки КБ 160.2, який розташовується з подовжнього зовнішнього боку будівлі, з протилежного боку від входу.

Монтажні роботи виробляються комбінованим методом [18].

Роботи виконуються у дві зміни, весняно-річний період.

### 4.2. Відомість вмонтовуваних елементів, монтажних пристосувань і вантажозахватних пристроїв

Склад і об'єми монтажних робіт визначаються з врахуванням розробки об'ємно-планувального і конструктивного вирішення будівлі на основі планів і розрізів, планів і схем розташування елементів [18].

Заздалегідь визначається потреба в будівельних конструкціях, деталях, напівфабрикатах і матеріалах згідно табл. 4.1.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При монтажі будівельних конструкцій використовують:

→ вантажозахватні пристрої (траверси, стропи) для підйому збірних елементів;

→ технічні засоби для вивірення і попереднього закріплення конструкцій;

→ оснащення, що забезпечує зручну і безпечну роботу монтажників на висоті.

Вибір вантажозахватних пристосувань виробляють для кожного конструктивного елементу будівлі, при цьому одне і теж пристосування потрібно використовувати для підйому декількох збірних елементів. Загальна кількість пристосувань на будівельному майданчику має бути найменшою.

Вантажозахватні пристосування за монтажні петлі мають на кінцях крюки, карабіни або пружинні замки. Може бути використаний і беспетлевой метод монтажу.

При цьому конструкції стропляться за отвори або виступаючі деталі конструкцій або з використанням фрикційних, клинових і інших захватів.

Універсальні, двухветвевые і четырехветвевые стропи виготовляють із сталевих канатів діаметром від 15.5 до 37 мм.

Вибір вантажозахватних пристроїв і монтажних пристосувань виробляють і записують у табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Потреба у будівельних конструкціях,  
деталях, напівфабрикатах і матеріалах**

Будівельні конструкції, деталі, напівфабрикати і матеріали	Марка	Одиниці виміру	Кількість
Потреба у металевих елементах			
Напіврама	C1	Т	19,1256
	P1	Т	8,9674
Колони фахверковые	Кф-1	Т	9,4
Зв'язки по напіврамах (крівлі)		Т	3,5
Зв'язки по напіврамах (стійкам)		Т	2,1

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Косоури	К-1	Т	1,9
Метав для монолітного перекриття		Т	9,7
Потреба в збірних ЗБ конструкціях			
Перемички	2ПБ19-3п	ШТ	10
Прогони	ПРГ32.14-4т	ШТ	4
Рівні	ЛС12.10	ШТ	56
Кривля, панелі «Сендвіч»	ПК-1	100м2	31,5
	ПК-2		0,59
	ПК-3		0,67
Стіни зовнішні панелі «Венталл-с» по Металевим прогонам	СП-1	100м2	9,864
	СП-2		0,72
	СП-3		0,288
	СП-4		0,8064
	СП-5		0,96
Монолітні роботи			
Перекриття		100м3	1,2462
Сходові майданчики	ЛП	100м3	0,034
Стіни внутрішні цегельні			
Укладання стенів		М3	85,55

### 4.3. Опис технологічних схем виробництва робіт

#### Монтаж збірних конструкцій

Розкладаються металеві рами своїми опорними стійками біля проектного місця їх установки і закріплення. Оскільки металева рама має чималі розміри : стійкі 8,4 м, проліт 40 м, їх на будмайданчик доставляють частинами, окремо стійки і дві половини ригеля.

Поруч виробляють укрупнительную збірку, з'єднання стійки з однією половиною ригеля роблять на зварці, потім сполучають дві половини рами ригелями на болтовому з'єднанні. Це із-за особливостей роботи конструкції рами під навантаженням.

Потім закріплюють стійки в свого проектного положення, а ригель стропят в чотирьох місцях, тобто на відстані 20/3 і 10/3 від центру ригеля. І раму піднімають в її проектне положення гусеничний стріловидний кран методом

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

повороту. Потім її тимчасово закріплюють, і кран звільняється для підйому наступної рами.

Потім встановлюють металеві балки перекриттів, в тій частині будівлі, де це передбачено проектом. Коли всі вкливопролітні рами встановлені, кран вмонтовує легкі плити покриття, і зовнішні легені стінні панелі. В цей час вмонтовується опалубка для пристрою монолітного залізобетонного перекриття по металевих балках між поверхами, і заливається бетон.

До початку монтажу крупнощитової опалубки перекриттів на робочому горизонті мають бути виконані наступні підготовчі заходи:

- нівелювання поверхні перекриття;
- розбиття осей і розмітка положення стінів за проектом;
- нанесення на поверхні перекриття фарбою рисок, що фіксують положення опалубки;
- підготовка монтажного оснащення і робочого інструменту;
- очищення поверхні від грязі і сміття, а взимку – від снігу і полоу.

Встановлення опалубки.

Доставлені на будівельний майданчик елементи опалубки розмістити в зоні дії монтажного крану, під навісом, в положенні, в якому елементи транспортувалися, розсортованими по марках і типоразмерам. Щити опалубки укласти штабелями заввишки не більше 1,2 м на дерев'яних прокладках, останні кріпильні елементи зберігати в ящиках [18].

Монтаж стінної опалубки виробляти у наступній послідовності:

- очистити щити і інші елементи опалубки від грязі і розчину;
- нанести антиадгезійне покриття на опалубку;
- приєднати кронштейни подмостей до щита опалубки;
- з'єднати щити опалубки між собою в єдину опалубну панель за допомогою замків; по висоті в кутових і центральних зонах встановити три замки;

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- опалубні панелі за допомогою крану підняти на місце складки, подати до місця установки і встановити впритул до бетонного цоколя, раніше забетонованого;

- розкріплювати опалубні панелі за допомогою підкосів;

- укласти робочі настили на кронштейни подмостей;

- стягування з одного боку через отвори в щитах і втулки, розташовані між щитами, протягнути на іншу сторону;

- натягнути стягування за допомогою гайок з однієї або двох сторін до повного з'єднання між собою щитів і розташованої між ними втулки, довжина якої дорівнює товщині опалублюваної конструкції;

- перевірити надійність кріплення елементів опалубки і якість її збірки.

Установку опалубки перекриття виконувати в наступній послідовності:

- очистити елементи опалубки від бруду і розчину;

- закріпити на рамах, що несуть, вилки для подовжніх балок;

- з'єднати рами між собою за допомогою хрестових зв'язків;

- встановити подовжні балки в опорні вилки;

- покрити листи фанери, що ламінує, антиадгезійним складом;

- розкласти і закріпити листи фанери на поперечних балках.

Контроль якості. При прийманні встановленої опалубки перевірити:

- правильність її комплектації щитами і елементами кріплення;

- надійність з'єднання щитів між собою замками;

- надійність з'єднання протистоячих панелей опалубки між собою за допомогою гвинтових стягувань;

- вертикальність установки щитів в проектне положення.

У змонтованій опалубці **перевірити** [21]:

- правильність установки опалубки, елементів, що підтримують, і елементів кріплення;

- відповідність форм і геометричних розмірів опалубки робочим кресленням;

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- збіг осей опалубки з разбивочними осями;
- вертикальність і горизонтальність опалубних площин;
- правильність установки заставних деталей, пробок, проемообразователів;
- щільність стиків і сполучень елементів опалубки.

Відхилення, що допускаються:

- по вертикалі площини опалубки на 1 м висоти – 5 мм, на всю висоту опалубки – 14 мм;
- зсув осей опалубки від проектного положення – 8 мм;
- зсув осей опалубки відносно осей споруди – 10 мм.

### **Армування**

Армування конструкцій виробляти зварними арматурними каркасами і сетами заводського виготовлення [9]. Арматурні вироби на будівельному майданчику розташовувати в зоні дії монтажного крану, комплектувати в пакети і у такому вигляді подавати в зону виробництва робіт

У процесі монтажу арматури в опалубку стінів і перекриттів особливу увагу звернути на забезпечення проектних розмірів товщини захисного шару бетону; на недопустимість зсуву арматурних стержнів при установці в опалубку.

Змонтована арматура має бути надійно закріплена і обережена від деформацій і зсувів в процесі виробництва бетонних робіт. Проектне положення арматурних каркасів і сіток забезпечувати установкою пристроїв, що підтримують, шаблонів, фіксаторів, прокладок і підставок.

Контроль якості. Приймання змонтованої арматури, усіх стикових з'єднань повинна вироблятися до укладання бетонної суміші і оформлятися актом на приховані роботи. У акті наголошуються можливі відступи від проекту, дається оцінка якості змонтованої арматури.

Після установки арматури і опалубки, перевірки якості виконаних робіт дається дозволу на виробництво бетонних робіт.

### **Бетонування.**

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До початку робіт по укладанню бетонної суміші в опалубку стінів і перекриттів необхідно закінчити монтаж опалубки і армування в межах захватки.

Перед укладанням бетонної суміші **необхідно**:

- перевірити правильність установки арматури і опалубки, установки і закріплення фіксаторів, що забезпечують необхідну товщину захисного шару бетону;
- прийняти по акту всі приховані конструкції і елементи, доступ до яких після бетонування буде неможливий;
- очистити арматуру і опалубку від бруду сміття і іржі.

До складу робіт по бетонуванню конструкцій входять:

- прийом бетонної суміші і подача її в зону виробництва робіт;
- укладання і ущільнення бетонної суміші;
- догляд за бетоном в процесі набору ним необхідної міцності;

Доставку на об'єкт бетонної суміші здійснювати автобетоносмесителями. Подача бетонній суміші до місця укладання виконувати монтажним краном в баддях (автобетононасосом).

Бетонну суміш укладати горизонтальними шарами завтовшки 0,3.0,5 м, без розривів по довжині і з послідовним напрямом укладання в один бік у всіх шарах.

Кожен шар ретельно ущільнити глибинними вібраторами. При ущільненні бетонної суміші кінець робочої частини вібратора занурювати в раніше укладений шар на 5..10 див. Крок перестановки вібраторів не повинен перевищувати 1,5 радіусу його дії. При ущільненні не допускається те, що спирається вібраторів на арматуру, заставні деталі, гвинтові стягування і інші елементи опалубки.

Вібрація на одній позиції повинна забезпечити достатнє ущільнення, основними ознаками якого є [26]:

- припинення осідання укладеної бетонної суміші;

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- поява цементного молока на її поверхні.

Витягувати вібратор необхідно повільно, не вимикаючи його. Укладання подальшого шару бетонної суміші виконувати до початку схоплювання бетону попереднього шару. Перерва між укладанням шарів бетонної суміші має бути в межах 40 хвилин, але подальший шар має бути укладений до початку схоплювання бетонної суміші.

Після укладання бетонної суміші горизонтальні поверхні укрити вологою мішковиною або брезентом для забезпечення сприятливого режиму температурної вологості для тверднення бетону.

### **Розпалубка.**

Мінімальна міцність бетону при тій, що розпалубила незавантажених конструкцій має бути для вертикальних конструкцій – 0,2..0,3МПа з умови збереження їх форми, для конструкцій, що несуть, – залежно від прольоту 70..80% проектній міцності.

Демонтаж опалубки перекриття виробляти в наступній послідовності:

- опустити конструкції опалубки, що несуть, на декілька сантиметрів за допомогою гвинтових домкратів рам або телескопічних стійок;
- відірвати листи фанери від опалубленої поверхні;
- демонтувати подовжні і поперечні балки;
- демонтувати хрестові зв'язки між опорними рамами, рами і стійки.

### **4.4. Вибір монтажного крану на зведення надземної частини будівлі**

Для монтажу збірних конструкцій необхідно вибрати кран відповідної вантажопідйомності. Для підбору крана визначаємо потрібні параметри [18].

Необхідна висота підйому гака  $H_k$  визначається з виразу:

$$H_k = H_m + h_z + h_e + h_r$$

де  $H_m$  - перевищення монтажного горизонту = 16 м.

$h_z$  - запас за висотою = 0,5 м.

$h_e$  - висота монтируемого елемента = 0,2 м.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$h_{г}$  - висота вантажозахоплювального пристосування = 10,2 м

$$H_{к} = 16 + 0,5 + 0,2 + 10, = 27 \text{ м.}$$

Необхідна вантажопідйомність крана визначається за формулою:

$$Q_{к} = Q + q$$

Де  $Q$  - маса найбільш важкого елемента = 8 т.

$q$  - маса вантажозахоплювальних пристроїв = 0,5 т.

$$Q_{к} = 8 + 0,5 = 8,5 \text{ т.}$$

На максимальному вильоті стріли необхідно монтувати металеві рами методом повороту  $m = 8000$  кг.

Оскільки будівля має розміри  $40 \times 75$  м.то доцільніше буде застосувати стріловий самохідний кран (наприклад на гусеничному ході) або стріловий кран у баштово-стріловидній виконанні, тому що баштовий кран, зазвичай на рейковому ході треба буде переставляти з різних сторін будинку, що займе чимало часу.

Для визначення необхідного вильоту застосуємо графо-аналітичний спосіб.

Визначимо довжину стріли:

$$L = L_1 + L_2 = 40,3 \text{ м.}$$

Знаходимо виліт гака:

Необхідний виліт гака 23,1 м.

Необхідна довжина стріли 40 м.

Вантажопідйомність на необхідному вильоті 8 т.

Висота підйому на необхідному вильоті 16 м.

За цими даними підбираємо кран, який повинен забезпечити вантажопідйомність 8 т. на вильоті стріли 23,1 м. (найвіддаленіші від осі руху крана елементи) і висоту підйому 16 м. Решта конструкції (колони, балки) можна монтувати на мінімальному вильоті, відповідно з більшою вантажопідйомністю. Найбільше цим вимогам відповідає кран ДЕК-50 зі стріловим обладнанням, з довжиною стріли 40 м., довжиною некерованого гуська 24 м.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.5. Комплектування основних машин, механізмів, устаткування, ручного інструменту

При сучасній організації праці робітників в цілях підвищення ефективності їх праці бригада (ланка) оснащується нормокомплектом технічних засобів.

Нормокомплект – це сукупність технічних засобів оснащення робочого місця бригади (ланки), певного чисельного і професійно-кваліфікаційного складу для виконання роботи за затвердженою технологією з нормативною продуктивністю праці. До складу нормокомплектів включаються засоби малої механізації, механізований і ручний інструмент, засоби технологічної і організаційної оснащення, енергетичне устаткування, пристосування, засоби вимірів і контролю, засоби індивідуального захисту робітників.

Таблиця 4.2

#### Нормокомплект устаткування для бригади каменярів для бригади каменярів чисельністю 5 чоловік з врахуванням монтажу конструкцій

№	Найменування	К-ть	№	Найменування	К-ть
1	2	3	4	5	6
1	Установка для прийому і перемішування розчину	1	22	Набор інструментів для кам'яних робіт ПС-10	10
2	Роздавальний бункер	1	23	Кельма типа КБ-6	10
3	Радіостанція «Буд» або переговорний пристрій «Ехо-камера»	1	24	Молоток-кирочка типа МК-4	5
			25	Розшивання для опуклих швів РВ-1	4
4	Шарнірно-панельні подмости ППУ-4	4	26	Розшивання для увігнутих швів РВ-2	4

5	Подмости ППС-3	2	27	Схил 0-600	4
6	Домкрат	1	28	Складаний металевий метр	2
7	Стропів двухветвевой	1	29	Молоток-куркульок МКУ	2
8	Стропів четырехветвевой	1			
9	Захват для монтажу сходових мершей	1	30	Кувалда прямокутна	2
10	Порядовка для підйому панелей і перегородок	1	31	Конопатка сталева К-50	2
11	Порядовка	4	32	Лопата штикова	2
12	Тимчасове обгороджування сходових маршів	2	33	Лопата розчин ЛР-1	10
13	Каска винипластовая	10	34	Сокира А-1	1
14	Пояс монтажний	10	5	Лом монтажний ЛМ-20	2
15	Вагончик-контейнер	1	36	Пила-ножівка	2
16	Ящик розчин ємкістю	7	37	Ножиці арматурні ручні	2
17	Відро	8	38	Правило дюралюмінієве	5
18	Рівень будівельний УСі-300	10	39	Рулетка РС-20	3
19	Ящик розчин ємкістю 0,1м3	2	40	Шнур в корпусі	5
20	Візок для розчину	1	41	Рейка схил	2
21	Косинець	2	42	Дріт настановний	200мм

#### 4.6. Графік виконання робіт

Графік виконання робіт розробляється на пристрій конструкції при двозмінній роботі монтажного крану і восьми годинному робочому дні. Графік виконання робіт представлений у графічній частині бакалаврської кваліфікаційної роботи.

Таблиця 4.3

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

### Склади ланок при монтажі різних елементів

Склад ланки	Чисельність ланки	Середній розряд	Примітка
Теслярі (зварювальники)	«1»	4р-1;	Опалубні роботи
Стропівники	«1»	4р-1;	Арматурні роботи
Бетонщики (арматурники)	«3»	3р-2;5р-1;	Бетонні роботи

#### 4.7. Вказівки щодо виробництва робіт

Вказівки щодо виробництву робіт приймаються залежно від вигляду будівельних робіт за проектом з використанням типових технологічних карт, карт трудових процесів, технічної літератури [18].

##### Пристрій опалубки колон перекриття.

Допускається:

✓ зсув осей опалубки від проектного положення: колон 8мм; балок, прогонів і арок 10мм.

✓ місцеві нерівності опалубки при перевірці 2-метровою рейкою -3мм.

Відхилення, які допускаються:

✓ від вертикалі або проектного нахилу площин опалубки і ліній пересічення: на 1 м висоти 5мм; на всю висоту конструкції: колон заввишки до 5 м-10мм; то ж, заввишки більш 5м -15мм; балок і арок 5мм.

✓ у внутрішніх розмірах опалубки колон, балок -3мм; у відстанях між опорами елементів опалубки, що згинаються, і між зв'язками вертикальних конструкцій, що підтримують, від проектних: на 1 м довжини 25мм; на весь проліт не більше 75 мм.

##### **Армування перекриттів**

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зсув арматурних стержнів при їх установці в опалубку, а також при виготовленні арматурних каркасів і сіток не повинно перевищувати 1/5 найбільшого діаметру стержня і діаметру встановлюваного стержня.

Армування конструкції слід здійснювати укрупненими зварними арматурними каркасами і сітками [9].

Не допускається: корозія, забруднення, механічні пошкодження, вживання підкладок з обрізків арматури, дерев'яних брусків і щепеня.

Арматуру слід вмонтовувати в послідовності, що забезпечує правильне її положення і закріплення. Перед установкою арматури на ній мають бути закріплені підкладки, що забезпечують необхідний зазор між арматурою і опалубкою.

Змонтована арматура має бути закріплена від зсуву і обережена від пошкоджень в процесі виробництва робіт.

Відхилення від проектної товщини бетонного захисного шару мають бути не більш 3мм при товщині захисного шару 15мм і не менше 5 мм при товщині шару не більш 15мм.

### **Бетонування перекриттів**

Відхилення, що допускаються, у відмітках поверхонь -5мм [12].

✓ Робочі шви повинні влаштовуватися: при бетонуванні ребристих перекриттів в напрямі, паралельному другорядним балкам, а також окремих балок- в межах середньої третини прольоту балок, а при бетонуванні в напрямі, паралельному головним балкам (прогонам), в межах двох інших середніх чвертей прольоту прогонів і плит.

✓ Бетонування балок (прогонів) і плит перекриттів повинне виробляється одночасно.

✓ У довжині або прольоті елементів  $\pm 20$  мм; горизонтальних площин від горизонталі на всю площину ділянки, що вивіряється  $\pm 20$  мм.

Допускаються місцеві відхилення верхньої поверхні бетону від проектною при перевірці 2-метровою рейкою  $\pm 5$ мм.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Бетонування стелі

✓ Відхилення площин і ліній їх пересічення, що допускаються, від вертикалі або від проектного нахилу на всю висоту конструкції для стелі, покриття, що підтримують, і перекриття  $\pm 15$ мм;

у відмітках поверхонь і заставних частин, службовців опорами для металевих або збірних стенив -5мм;

✓ у довжині або прольоті елемента  $\pm 20$  мм;

✓ у розмірах поперечного перетину елемента +6 мм -3мм.

### **Виконання кам'яної кладки**

Відхилення, що допускаються:

✓ рядів кладки від горизонталі на 10 м довжини – 15мм;

✓ поверхонь і кутів кладки від вертикалі на один поверх -10мм;

✓ по зсуву осей суміжних віконних отворів -20мм

✓ по товщині отворів -15мм;

✓ товщина горизонтальних швів: не менше 10мм, не більш 15мм;

✓ товщина вертикальних швів -10 мм;

✓ по товщині кладки -10мм;

✓ по зсуву осей конструкції -10мм;

✓ по ширині простінків -15мм;

✓ нерівності на вертикальній поверхні: необштукатурованою -15мм; обштукатурованою -10мм.

### **4.8. Контроль якості виконання робіт**

Якість виконання будівельних робіт контролюють інженерно-технічні працівники будівельно-монтажної організації, технічного нагляду замовника, авторського нагляду проектної організації, інспекції Держархбудконтролю я згідно вимог і технологічних карт.

### **4.9. Заходи щодо техніки безпеки при виконанні робіт**

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виробництві робіт необхідно постійно враховувати наступне [21]:

- ✓ способи строповки елементів конструкцій опалубки повинні забезпечувати їх подачу до місця установки в проектному положенні;
- ✓ елементи вмонтовуваних конструкцій під час транспортування до місця установки повинні стримуватися від обертання і розгойдування гнучкими відтяжками;
- ✓ не допускається знаходження людей під вмонтовуваними елементами до їх установки в проектне положення і закріплення;
- ✓ не допускається торкання вібратором арматури в процесі ущільнення бетонної суміші;
- ✓ не допускається знаходження робітників в зоні переміщення поворотної бадді, само переміщення в завантаженому і порожньому стані має бути лише при надійно закритому затворі;
- ✓ до управління автобетононасосами і іншими механізмами допускаються особи, що мають посвідчення на право роботи з ними;
- ✓ забороняється робота автобетононасоса без виносних опор; робота повинна починатися з промивання водою і прокачування всієї системи;
- ✓ при роботі на висоті більш 1,5м робітники зобов'язані користуватися запобіжними поясами з карабінами;
- ✓ очищення лотка автобетоносмесителя від залишків бетонної суміші можна виробляти лише при нерухомому барабані [21];
- ✓ при виробництві опалубних, арматурних і бетонних і распалубочних процесів необхідно стежити за закріпленням подмостей і лісів, їх стійкістю, правильним закріпленням настилів, перил, обгороджувальних, сходів.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 5.1. Загальні відомості щодо забезпечення організації будівельного виробництва

Під організацією будівництва розуміється забезпечення найбільш раціональної взаємодії виконавців, оснащених засобами виробництва, з метою своєчасного введення об'єктів в експлуатацію при високій якості виконуваних робіт і найменшій їх вартості.

Організація будівельного виробництва повинна забезпечувати цілеспрямованість організаційних, технічних і технологічних рішень і заходів на виконання зобов'язань по контрактах на будівництво об'єктів (введення їх в дію з необхідною якістю і в обумовлені терміни) при дотриманні виробничо-господарських, економічних і інших інтересів учасників будівництва [18].

Виконанню робіт на об'єктах повинен передувати комплекс заходів і робіт з підготовки будівельного виробництва, що забезпечує можливість здійснення будівництва відповідно до умов підрядних контрактів і діяльність всіх його учасників, що взаємопов'язала. Підготовка будівельного виробництва включає загальну організаційно -технічну підготовку, підготовку до будівництва об'єкту, підготовку будівельної організації і підготовку до виробництва будівельно-монтажних робіт. Підготовка виробництва в об'ємі, необхідному для початку будівельно-монтажних робіт на об'єкті (пусковому комплексі), і розгортання їх з необхідною інтенсивністю мають бути виконані до початку його будівництва.

Будівництво об'єкту повинне здійснюватися на основі попередній розроблених рішень по організації будівництва і технології виробництва робіт, які мають відображувати а проектний -технологической документація (ПТД). Ця документація є невід'ємною складовою частиною документації на будівництво,

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

разом з проектний -сметной документацією і робочими кресленнями. У її склад входить проект організації будівництва (ПОС) і проекти виробництва робіт (ППР). Склад і зміст ПТД, необхідною для здійснення робіт на об'єкті, встановлюються в контракті на його будівництво, залежно від вигляду будівництва, складності об'єкту, форм взаємодії учасників будівництва і тому подібне, на основі положень розділу 3.

Будівельне виробництво слід організувати з раціональним використанням технологічної спеціалізації організацій і під розділень на виконанні окремих видів строительномонтажных робіт, наданні окремих видів послуг або будівництві певних типів об'єктів. Слід застосовувати при необхідності комбіновані організаційні форми управління, засновані на раціональному поєднанні промислове і будівельне виробництва, що враховують виробничу різноманітність і відмінність форм власності учасників будівництва, їх організаційно -економічну самостійність, домінування горизонтальних зв'язків ринкового типу.

Погоджене виконання комплексу робіт на кожному об'єкті всіма учасниками його будівництва повинно забезпечуватися на основі координації їх діяльності генеральним підрядчиком, вирішення якого по питаннях, пов'язаних з виконанням зобов'язань, передбачених контрактом, є обов'язковими для всіх учасників, не залежно від їх відомчої приналежності, організаційно-економічного устрою і форм власності.

## **5.2. Умови організації і здійснення будівництва**

Будівництво спортивної будівлі критого типу у м. Суми має цільове призначення [1], його масштаб і містобудівна цінність земельної ділянки визначили завдання створення багатофункціональних приміщень. Вибраний каркасний тип будівлі передбачає можливість гнучкого планування внутрішнього простору [24].

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальні габаритні розміри конструкцій будівлі, що захищають, в плані –  $75 \times 48,4$  м. Відносна висота будівлі -12,8 м. Максимальна висота від планувальної відмітки землі - до 13,8 м.

Запроектована спортивної будівлі критого типу є двоповерховою, I-й категорії вогнестійкості [25].

Об'єкт розташований в I-ому кліматичному районі з наступними характеристиками [2]:

- нормативне снігове навантаження - 50 кг / м<sup>2</sup>
- нормативне вітрове навантаження - 38 кг / м<sup>2</sup>
- розрахункова  $t^{\circ}$  зовнішнього повітря взимку - - 25° З;
- нормативна глибина промерзання ґрунту - 1,0 м.

Монтаж елементів йде за подовжньою схемою з проходкою крану уздовж будівлі. Монтаж ведеться роздільним методом. Монтажні роботи виробляються краном ДЕК-50.

Задані розміри будівлі прийняті відповідно до вимог ДБН А.3.1–5:2016 «Організація будівельного виробництва» [18].

### **5.3. Рішення щодо технологічної послідовності і методам виробництва робіт**

Виробництво робіт починається з робіт підготовчого періоду. Роботи підготовчого періоду підрозділяються на позамайданчикові і внутрішньо майданчикові підготовчі роботи. До позамайданчикових відносяться: будівництво зовнішніх під'їзних шляхів і тимчасових автодоріг, ліній зв'язку, ліній електропередач з трансформаторами підстанціями, водопровідних мереж із забірними спорудами.

До внутрішньо майданчикових підготовчих робіт відносяться: створення геодезичної разбивочної основи для будівництва, розчищення території будівельного майданчика, інженерна підготовка території будівельного

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

майданчика з першочерговими роботами по плануванню території і забезпечення тимчасових стоків поверхневих вод, пристрою постійних або тимчасових внутрішньомайданчикових доріг, прокладці мереж водо- і електропостачання, радіо і зв'язки, створення загальномайданчикових складів, монтаж інвентарних будівель, механізованих установок і тимчасових споруд, забезпечення будівельного майданчика протипожежним водопостачанням і інвентарем, засобами зв'язку і сигналізації.

Вибір методів виробництва робіт ґрунтується на підборі комплекту будівельних машин. У підготовчому періоді необхідне вживання наступних будівельних машин: бульдозер, екскаватор, монтажний кран. З автотранспорту - автосамоскиди, автомобілі - тягачі з причепами і напівпричепами. Та, що зрізає і переміщення рослинного шару ґрунту здійснюватиметься - бульдозером. Їм же здійснюватиметься і планування поверхні. Екскаватор виконуватиме вантаження рослинного ґрунту на самоскиди і риття траншей для прокладки тимчасових комунікацій. Монтажний кран використовуватиметься на розвантаженні вантажів, монтажі тимчасових будівель і споруд.

Вибір методів виробництва робіт, комплекту машин і механізмів основного періоду прийнятий відповідно до конструктивних особливостей будівлі.

У результаті конструктивних особливостей будівлі розрахунком прийнятий баштовий кран ДЕК-50. Всі останні будівельні машини і механізми, засоби малої механізації і транспортні засоби підбираються з умови забезпечення максимальної завантаженості основного механізму і створення умов для максимальної продуктивності праці.

Вибір будівельних машин і засобів малої механізації виробляється на підставі ДБН та діючих норм та рекомендацій, наведених у. Всі необхідні машини і засоби малої механізації вказані в табл. [31].

Дана технологічна карта застосовується для зведення надземної частини цивільної, суспільної будівлі (спортивна будівля) монолітного повнокаркасного з поперечними рамами із заповненням каркасів пінобетонними блоками.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальні габаритні розміри конструкцій будівлі в плані - 75 × 48,4 м. Відносна висота будівлі -12,8 м. Максимальна висота від планувальної відмітки землі - до 26,1; В ході зведення надземної частини будівлі виконується перелік наступних робіт: улаштування колон, ригелів, перекриттів; монтаж перемичок, сходових маршів і майданчиків; монтаж і демонтаж крупнощитової опалубки улаштування кам'яних і гіпсокартонних перемичок і ін. Зведенням конструкцій з мелкоштучних матеріалів займається бригада каменярів з 12, 8 з яких мають суміжну кваліфікацію – монтажник. Монтаж елементів йде за подовжньою схемою з проходкою крану уздовж будівлі. Монтаж ведеться роздільним методом.

Враховуючи складність освоєння земельної ділянки в умовах забудови центральної частини міста, що склалася, проектування і будівництво спортивного центру передбачається виконати в 2 черги

1-я черга - розробка генерального плану забудови і благоустрою території, проектно-будівельні роботи підготовчого циклу. Проектування основних технологічних, об'ємно-планувальних і конструктивних вирішень центру організованої роздрібною торгівлі, зведення каркаса, що несе, і конструкцій будівлі, що захищають ;

2-я черга - розробка креслень і будівельно-монтажні роботи по обробці приміщень ЦОРТ, прокладці внутрішньомайданчикових і зовнішніх мереж, внутрішнього інженерно- технічного устаткування будівлі (у тому числі: - водопроводу і каналізації, - систем автономного опалювання, кондиціонування і вентиляції, - електроосвітлення і устаткування, - автоматичних систем сигналізації і пожежогасінні), організація дорожнього руху на під'їздах до об'єкту.

При будівництві об'єкту прийнята наступна послідовність виконання робіт [18]:

1. Улаштування підземної частини:

- вертикальне планування майданчика;

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розробка котловану екскаватором;
- доопрацювання недоборів бульдозером;
- ручне доопрацювання ґрунту;
- улаштування бетонної підготовки під монолітні фундаменти;
- улаштування піщаної підготовки під фундаментні блоки;
- улаштування монолітних фундаментів під колони;
- установка фундаментних блоків;
- улаштування монолітних колон I ярусу;
- улаштування монолітних фундаментних балок;
- установка панелей цоколя;
- вертикальна і горизонтальна гідроізоляція;
- зворотна засипка ґрунту;
- ущільнення ґрунту катками на пневматичних шинах;
- улаштування підготовки під підлогу підвалу.

2. Зведення каркаса будівлі.

3. Установка заповнень віконних і дверних отворів.

4. Скління віконних отворів, вітражів і вітрин

5. Улаштування крівлі.

6. Улаштування полов.

7. Обробні роботи.

8. Інші роботи:

- улаштування вимощення;
- улаштування вхідної групи.

#### **5.4.Об'єми будівельно-монтажних робіт і їх трудомісткість**

Підрахунок об'ємів робіт

Об'єми робіт по кам'яній кладці підраховуємо на підставі попередній планів, що пропрацювали, і розрізів будівлі з проставленими необхідними розмірами і відмітками [16].

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підрахунок об'ємів робіт по зведенню надземної частини будівлі із стінами з цеглини виконуємо відповідно до ДБН Д.2.2-8-99 «Конструкції з цеглини і блоків». Об'єм кам'яної кладки стін визначується, як об'єм стіни за вирахуванням отворів (м<sup>3</sup>). Об'єм цегельної кладки перегородок визначимо, як площа перегородок за вирахуванням отворів (100 м<sup>2</sup>). Підрахунок об'ємів робіт по кам'яній кладці вироблюваний окремо по кожному конструктивному елементу (зовнішня стіна, внутрішня стіна, перегородка) поетажно.

Числення об'ємів робіт по монолітному бетонуванню виконуємо відповідно до збірки 6 РЕСН ( ДБН Д.2.2-6-99 «Бетонні і залізобетонні конструкції монолітні»). Об'єм залізобетонних і бетонних фундаментів під будівлі, споруди і устаткування повинні обчислюватися за вирахуванням об'ємів стаканів, ніш, отворів, колодязів і інших елементів, що не заповнюються бетоном (окрім об'єму пробок для анкерних болтів). Об'єм монолітних залізобетонних колон слід визначати по їх перетину, помноженому на висоту колон. Об'єм монолітних залізобетонних плит визначується як твір всієї площі перекриття на товщину плити, при цьому повинен враховуватися об'єм опорних частин плит, що входять в стіни. За наявності вугів їх об'єм включається в об'єм плит. Об'єм стін і перегородок слід визначати за вирахуванням отворів по зовнішньому обводу коробок, об'єм бункерів - як суму об'ємів стінок бункерів і підтримують балок, що примикають до них.

Даний проект включає наступні види робіт по монолітному бетонуванню: улаштування монолітних фундаментів і фундаментних балок, улаштування монолітних внутрішніх стін, улаштування перекриттів і ригелів, улаштування колон і капітелей.

Об'єм робіт по облицюванню поверхні колон полірованими гранітними плитами обчислюємо по розгорнутій поверхні облицювання. Об'єм робіт по внутрішній штукатурці визначується по окремих приміщеннях залежно від різновиду їх обробки (проста, покращувана, високоякісна) і в цілому, якщо тип обробки для всіх приміщень прийнятий однаковим. Об'єм робіт по

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

обштукатурюванню внутрішніх стін обчислюваний за вирахуванням площі отворів по зовнішньому обводу коробок і площі, займаної тянутими наличниками. Висоту стін слід вимірювати від чистої підлоги до стелі. Площа бічних сторін пілястрів повинна додаватися до загальної площі стін. Об'єм робіт по забарвленню внутрішніх поверхонь водними складами слідує обчислюваний без вирахування отворів і без врахування площі віконних і дверних укосів і бічних сторін ніш. Площа стовпів і бічних сторін пілястрів включається в об'єм робіт. Об'єм робіт по забарвленню стін масляними і полівінілхлоридними складами повинен визначатися за вирахуванням отворів. Площа забарвлення стовпів, пілястрів, ніш, віконних і дверних укосів включається в об'єм робіт. Об'єм робіт по обклеюванню стін шпалерами обчислюваний за площею обклеюваної поверхні. Площа віконних і дверних отворів для виключення з площі стін слід визначати по зовнішньому обводу коробку.

Розрахунок виконуємо в табличній формі, табл. 5.1 [18].

Таблиця 5.1

**Відомість об'ємів будівельно-монтажних робіт**

Найменування робіт	Од. изм.	Об'єм	Формула підрахунку, заслання на специфікації
1	2	3	4
Розробка ґрунту другої групи з завантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами з ковшем місткістю 0,5 [0,5-0,63] м <sup>3</sup>	1000 м <sup>3</sup>	12,65	$V_{\text{дод}} = \frac{H}{6} [a \times c + b \times d + (a+b)(c+d)]$
Ручне доопрацювання ґрунту під фундаменти в котловані, ґрунт 2-ої групи	100 м <sup>3</sup>	3,63	$V_{\text{рр}} = \sum F_{\phi} \cdot \delta$
Буріння свердловин діаметром 600 мм.	шт	173	

Забивання палів	1 м <sup>3</sup>	1730	
Улаштування ростверка	100 м <sup>3</sup>	0,82	
Улаштування бетонної підготовки під фундаменти	100 м <sup>3</sup>	3,63	$V_{nn} = V_{p0}$
Улаштування залізобетонних фундаментів	100м <sup>3</sup>	0,82	
Улаштування обмазувальної двошарової гідроізоляції бітумною мастикою	100м <sup>2</sup>	0,32	
вертикальна	100м <sup>2</sup>	5,753	
горизонтальна			
Зворотна засипка пазух фундаментів ґрунтом 2-ої групи бульдозером потужністю 59кВт	1000 м <sup>3</sup>	4,65	$V_{oz} = V_{mex} - V_{\phi}$
Ущільнення ґрунту 2-ої групи пневмотрамбовками при зворотній засипці	100м <sup>3</sup>	46,5	$V_{yn} = V_{oz}$
Улаштування залізобетонної монолітної плити цокольного перекриття	100м <sup>3</sup>	7,2	
Улаштування балок перекриттів	100м <sup>3</sup>	1,08	
Монтаж сталевих ферм прольотом до 48м, масою 8т	т	108,79	
Установка колон одноповерхових і багатоповерхових збудов висотою до 25 м, масою колон до 3т	т	9,4	
Монтаж зв'язків з гнотосварних профілів по	т	5,6	

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

фермах прольотом до 24м			
Монтаж косоуров	т	1,9	
Установка рівнів	100 м	0,1008	
Укладання перемичок масою до 3т	100 шт	0,1	
Укладання прогонів масою до 1т	100шт	0,04	
Монтаж і демонтаж крупнощитової опалубки перекриття	м <sup>2</sup>	567	
Монтаж кривлі покриття з багатошарових плит	100м <sup>2</sup>	8,19	
Монтаж стінних панелей	100 м <sup>2</sup>	12,64	
Установка сіток і каркасів в перекритті:	т	9,7	
Бетонування перекриття в крупнощитовій опалубці товщ.:220мм.	м <sup>2</sup>	567	
Монтаж стінних панелей:	100шт	12,64	
Монтажне бетонування ЛП:	100 м <sup>2</sup>	0,034	
Кладка внутрішніх перегородок з цеглини	м <sup>3</sup>	45,5	
1й поверх	м <sup>3</sup>	40,05	
2й поверх			
Кладка перегородок армованих:	100	0,91	
1й поверх	м2	0,77	
2й поверх	100		
	м2		

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Установка вікон 1й поверх 2й поверх	100 м2 100 м2	0,131 0,425	
Установка дверей 1й поверх 2й поверх	100 м2 100 м2	1,48 0,36	
Установка воріт	100 м2	0,105	
Герметизація швів вертикальні горизонтальні	100м 100м	3,67 6,2	
Затерла стель, поверхні стенів 1й поверх 2й поверх	100м2 100 м2	60,59 97,25	
Клейове забарвлення внутрішніх приміщень 1й поверх 2й поверх	100м2 100 м2	60,59 97,25	
Покрацзоване забарвлення кольором по збірних конструкціях	100 м2	13,45	
Покрацзоване забарвлення полівинилацетатними водоімulsionними складами по штукатурці стенів	100 м2	23,95	
Штукатурка тієї, що цокольної затерла покращувана цементно- вапняним розчином по	100 м2	7,38	

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

каменю стенив, карнизів, тяги і наличників			
Забарвлення тієї, що цокольної затерла спецпідготовкою поверхонь фарбою Фасадекс	100 м2	7,38	
Улаштування покриттів бетонних	100 м2	34,2	
Улаштування обмазувальною бітумною мастикою в один шар	100 м2	34,2	
Улаштування гіпсокартонних перегородок	100 м2	7,4	
Улаштування покриттів мозаїчних з малюнком	100 м2	1,89	
Улаштування стягувань бетонних або легкобетонних	100 м2	0,86	
Улаштування покриттів на цементному розчині з плиток керамічних для полов багатоколірних	100 м2	0,17	
Затерла піском поверхні бітумного шпаклювання	м2	17	
Улаштування покриттів на бітумній мастиці з ленолиума на теплозвукоізолюючій основі	100 м2	0,84	

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

## Підрахунок трудомісткості робіт

Підрахунок трудомісткості робіт зводимо у наступну табличну форму, табл.

5.3 [18]:

Таблиця 5.3

### Відомість трудомісткості робіт

Обгрунтування РЕСН	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм робіт	Витрати праці ЧОЛ-ЛЮД, не зайнятих обслуговуванням машин	
				На од. вимір.	На весь об'єм робіт
1	2	3	4	5	6
1-17-14	Розробка ґрунту другої групи з завантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами з ковшем місткістю 0,5 [0,5-0,63] м <sup>3</sup>	1000 м <sup>3</sup>	12,65	22,12	34,97
1-27-5	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] при переміщенні ґрунту до 5 м, група ґрунтів	1000 м <sup>3</sup>	4,65	10,37	6,03
1-134-1	Уплотнення ґрунта пневматическими трамбовками, 2 групи	100 м <sup>3</sup>	46,48	18,36	106,67
1-163-2	Доопрацювання ґрунту в ручну	100 м <sup>3</sup>	3,63	396,1	179,73
6-65-2	Улаштування бетонної підготовки під фундамент	100 м <sup>3</sup>	3,63	61	27,67
6-65-1	Улаштування монолітних фундаментів	100 м <sup>3</sup>	8,2	69,6	71,34
8-4-7	Улаштування обмазувальної двошарової гідроізоляції бітумною мастикою	100 м <sup>2</sup>	0,32	33,5	1,34
8-4-2	вертикальна горизонтальна	100 м <sup>2</sup>	5,753	22,59	16,24
5-30-1	Буріння свердловин діаметром 600 мм.	шт	173	10,81	233,76
5-5-2	Забивання паль	1 м <sup>3</sup>	1730	5,5	1189,37

									01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						72

6-65-8	Улаштування ростверка	100 м <sup>3</sup>	0,82	49,1	5,03
9-22-8	Монтаж сталевих ферм прольотом до 48м, масою 8т	т	108,79	23,04	313,31
9-17-2	Установка колон одноповерхових і багатоповерхових зданий висотою до 25 м, масою колон до 3т	т	9,4	9,28	109,04
9-24-1	Монтаж зв'язків з гнотосварних профілів по фермах прольотом до 24м	т	5,6	90,4	63,28
9-29-1	Монтаж косоурів	т	1,9	46,24	10,98
7-59-2	Установка рівнів	100 м	0,1008	172,55	2,17
7-44-10	Укладання перемичок масою до 3т	100 шт	0,1	21,46	0,26
7-44-3	Укладання прогонів масою до 1т	100шт	0,04	172,55	0,86
6-50-2	Монтаж і демонтаж крупнощитової опалубки перекриття	м <sup>2</sup>	567	0,81	57,4
9-42-3	Монтаж кривлі покриття з багатошарових плит	100 м <sup>2</sup>	8,19	64,0	65,52
9-72-3	Монтаж стінних панелей	100 м <sup>2</sup>	12,64	64,0	101,12
6-55-5	Установка сіток і каркасів в перекритті:	т	9,7	27,64	33,51
6-54-4	Бетонування перекриття в крупнощитовій опалубці товщ.: 220мм.	м <sup>2</sup>	567	0,32	22,68
6-22-1	Монтажне бетонування ЛП:	100 м <sup>2</sup>	0,034	1186,7	5,04
8-6-7	Кладка внутрішніх стін з цеглини 1й поверх 2й поверх	м <sup>3</sup> м <sup>3</sup>	45,5 40,05	6,97	39,64 34,89
8-7-3	Кладка перегородок армованих: 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	0,91 0,77	225,9	25,69 21,74

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ

Арк.

73

10-10-7	Улаштування гіпсокартонних перегородок 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	4,8 2,6	183,28	109,96 59,56
15-272-1	Улаштування гіпсокартонних стель 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	2,54 7,89	127,91	40,61 126,15
10-10-3	Обшивка панелями OSMO 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	6.1 2.23	149,47	113,97 41,66
10-101-2	Установка вікон 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	0,131 0,4256	113,35	1,8 6,03
10-28-3	Установка дверей 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	1,48 0,36	59,88	11,07 2,69
10-34-2	Установка воріт	100м	0,105	142.52	1.8
7-19-1 7-19-3	Герметизація швів вертикальні горизонтальні	100м 100м	3,67 6,2	34,37 23,06	15,76 17,87
11-11-3	Бетонна підготовка під підлоги (стягування з цементного розчину) 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	29,193 7,598	57,83	211,02 54,96
11-27-3	Улаштування полов з керамічного граніту 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	0,87 0,3	167,48	18,21 6,28
11-27-3	Улаштування полов з керамічної плитки 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	0,925 2,29	167,48	19,36 47,94
11-36-1	Улаштування полов з лінолеуму 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	0,745 1,08	60,36	5,62 8,14
11-34-1	Улаштування полов з того, що ламінує				

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ

Арк.

74

	паркету 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	- 4,228	59,67	- 31,53
15-17-1	Плитка на стінах і перегородках 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	8,905 4,01	330	367,33 165,41
15-61-2	Підготовка стель під забарвлення 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	5,87 2,07	112,2	82,32 29,03
15-61-1	Підготовка стінів під забарвлення 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	1,76 1,44	107,25	23,46 19,30
15-151-2	Забарвлення стель 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	5,87 2,07	16,66	12,22 4,31
15-151-2	Забарвлення стінів 1й поверх 2й поверх	100 м <sup>2</sup> 100 м <sup>2</sup>	1,76 1,44	16,66	3,66 2,99
15-167-4	Забарвлення воріт:	100 м <sup>2</sup>	0,105	222,75	2,84
15-172-4	Забарвлення металевих рам, зв'язків і косоурів	100 м <sup>2</sup>	60,52	106,59	806,35
15-61-1	Штукатурка цоколя	100 м <sup>2</sup>	7,38	107,59	98,93
15-164-7	Забарвлення тієї, що цокольної затерла спецпідготовкою поверхонь фарбою Фасадекс	100 м <sup>2</sup>	7,38	31,68	29,22
11-19-1	Отмостка	100 м <sup>2</sup>	2,51	48,11	15,09
Разом:					5396,06
Сан.-тех .роботи: 4%					215,84
Електромонтажні роботи: 3%					161,88
Благоустрій: 1%					53,96
Озеленення: 1%					53,96
Інші роботи: 10%					539,60
Всього:					6421,30
Підготовка об'єкту до здачі					

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

## 5.5. Нормативна тривалість будівництва об'єкту

Нормативна тривалість будівництва об'єкту визначається відповідно до ДБН «Норми тривалості будівництва в будівництві підприємств, будівель і споруд».

Нормативний термін будівництва для даної спортивної будівлі критого типу складає 14 місяців, у тому числі підготовчий період 3 місяці [18].

Початок будівництва - 1 березня 2025 року.

У основу розробки графіка будівництва закладаються прийнята послідовність і схема виробництва робіт, підраховані об'єми і трудомісткість робіт табл. 5.1., 5.2, 5.3, враховується технологічно можлива міра поєднання робіт (або їх частин), вимоги техніки безпеки, можливість і умови надання фронту робіт суміжним процесам. Мережевий графік будується з умови потокового ведення робіт на ділянках, ярусах, захватках. При цьому подальші види робіт можуть починатися лише після завершення попереднього вигляду робіт на захватке, ділянці, ярусі.

Побудована модель мережевого графіка задовольняє всім необхідним вимогам. Мережевий графік будівництва приведений на 1-ом аркуші графічної частини даного курсового проекту.

Календарний графік будується з умови потокового ведення робіт, причому подальші види робіт можуть починатися лише після завершення попередніх.

### Розрахунок техніко-економічних показників графіка

Розрахункову тривалість будівництва визначаємо по побудованому відкоректованому мережевому графіку, вона складає 14 місяця, у тому числі підготовчий період — 3 місяці.

Максимальне кількість робітників у зміну – 24 чол.

Коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили:

$$\alpha = \frac{R_{\max} \cdot T}{Q_{np}} \leq 1,8$$

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $R_{max}$  – найбільша кількість робітників – 24 чіл;

$T$  – тривалість зведення об'єкту – 315 днів;

$Q_{пр}$  - прийняті трудовитрати – 5568 чол-днів.

$$\alpha = \frac{24 \cdot 315}{5568} = 1,36$$

## 5.6. Будівельний генеральний план

### *Розрахунок тимчасових будівель і споруд*

Площа тимчасових будівель і споруд визначається за максимальною чисельністю робітників на будівельному майданчику і нормативній площі на одну людину, що користується даним приміщенням [18].

Чисельність тих, що працюють необхідно визначати по формулі:

$$N_{общ} = (N_{роб} + N_{сл} + N_{итр} + N_{моп}) \cdot \kappa,$$

де  $N_{заг.}$  – загальна чисельність працюючих на будівельному майданчику, чол;

$N_{роб}$  – чисельність робітників, що приймається по графіку зміни чисельності робітників календарного плану або мережевого графіка, чіл;

$N_{служ}$  – чисельність службовців, чіл;

$N_{итр}$  - чисельність інженерно-технічних працівників, чол;

$N_{моп}$  - чисельність молодшого обслуговуючого персоналу і охорони, чол.

Розрахунок тимчасових будівель визначуваний відповідно до нормативних показників для визначення площ інвентарних будівель адміністративного і санітарно-побутового призначення на 1 чіл, номенклатурою будівель і споруд. Розрахунок зводимо в таблицю додатку А, табл. А2.

### **Розрахунок тимчасових складських майданчиків**

Загальну потребу в матеріалах, конструкціях і деталях вибираємо з відомості матеріалів. Тривалість виконання робіт беремо з графіка. Розміри і типів складів приймаємо відповідно до уніфікованих типових секцій з номенклатури тимчасових будівель і споруд. Норми запасу приймаємо

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідно до норм запасу основних матеріалів і виробів на складах будівництва (у днях).

Розрахунок зводимо у таблицю А3, дод. А. для всіх видів, що використовуються, конструкцій, виробів і матеріалів.

Виходячи з табл. А3, робимо висновок, що для складування матеріалів буде потрібно 192,79 м<sup>2</sup> відкритих складів для складування збірних ж/б конструкцій і цеглини; 2 складів-навісів збірно-розбірного типу розмірами 12,0×12,0×3,5 і загальною площею 278,5 м<sup>2</sup> для складування металевих конструкцій (віконні і дверні металлопластиковые блоки), рулонних матеріалів, керамічної плитки; і 2 закритих складів збірно-розбірного типу, розмірами 11,1×3,2×3,9 м, загальною площею 173 м<sup>2</sup>.

### Розрахунок потреби будівельного майданчика у воді

Оскільки поблизу об'єкту, що будується, розташовані постійні мережі водопроводу зі встановленими гідрантами на відстані, що задовольняє вимогам протипожежної безпеки, то загальну потребу води обчислюємо без врахування витрати на пожежогасінню по формулі:

$$Q_{\text{заг.}} = Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{хоз.}} + Q_{\text{душ}}$$

Витрату води для виробничих потреб знаходимо за формулою:

$$Q_{\text{пр}} = \sum \frac{q_{\text{сум}}}{3600n} \times K_1$$

Поливання бетону і опалубки - 21 дн., 944,74 м<sup>3</sup>

$$44,99 \text{ м}^3/\text{дн.}, q_{\text{доб.}} = 400 \times 44,99 = 17996 \text{ л/доб.}$$

$$\frac{17996}{3600 \times 24} \times 1,5 = 0,31 \text{ л/с.}$$

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Подана бакалаврська кваліфікаційна робота присвячена розробці та проектуванню спортивної будівлі критого типу у місті Суми.

Пояснювальна записка включає 91 стор. друкованого машинописного тексту формату А4 та 10 графічних креслень, оформлених у програмному комплексі AutoCAD на листах формату А1, представлених на графічних листах формату А3 у додатках пояснювальної записки. Перелік використаних джерел включає діючі державні будівельні норми та державні стандарти України, а також сучасну навчально-методичну літературу, містить 31 найменування.

Бакалаврська кваліфікаційна робота містить п'ять розділів: архітектурну частину, розрахунково-конструктивний розділ, основи і фундаменти, технологію та організацію будівельного виробництва. Наведені основні заходи щодо забезпечення охорони праці на будівельному майданчику зведення будівлі спортивного типу.

Термін будівництва спортивної будівлі критого типу складає 14 місяців. Орієнтовна вартість зведення спортивної будівлі критого типу із улаштуванням інженерних мереж та діючих підключених комунікацій приблизно становить 80,85 млн. грн.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Перелік використаної літератури

1. Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди : ДБН В.2.2-13-2003. – [Чинний з 2003-11-10]. – К. : Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2004. – 102 с. – (Державні будівельні норми).
2. Навантаження і впливи: норми проектування : ДБН В.1.2.–2:2006. – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2006. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.
4. Котеньова З.І. Архітектура будівель і споруд: навчальний посібник / З.І. Котеньова. – Харків : ХНУБА, 2007. – 170 с.
5. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу : ДБН В.2.6-163:2010. – [Чинний від 2011-12-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 201 с.
6. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель : ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 23 с.
7. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. - [Чинний з 2019-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2019. – (Державні будівельні норми).
8. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).
9. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019–08–01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).
10. Білик С.І. Металеві конструкції. Том 2. Конструкції металевих каркасів промислових будівель: підручник для ВНЗ. / С.І. Білик, О.В. Шимановський та ін. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2021. – 448 с.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-162:2010. – [Введені в дію з 2011-09-01]. – К. : Держбуд України.

12. Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну. – К. : Голока, 2017. – 627 с.

13. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Основи і фундаменти» підготовки фахівців ОС «Бакалавр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» /укл. : О.В. П'ятков, Є.А. Бакулін. – К. : НУБіП України, 2023. – 85 с.

14. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1–10:2018 : – [Введені в дію з 2019–01–01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).

15. Шутенко Л.М. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л. М. Шутенко, О. Г. Рудь, О. В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с.

16. Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель та споруд : ДСТУ Б В.2.6-207:2015. – [Чинний з 2016-04-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – 258 с. – (Національний стандарт України).

17. Emelyanov, S., Nemchinov, Y., Kolchunov, V., & Yakovenko, I. (2016). Details of large-panel buildings seismic analysis. Enfoque UTE, 7(2), pp. 120 – 134. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n2.100>

18. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1–5:2016. – [Введені в дію з 2017–01–01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

19. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Основи автоматизованого проєктування в будівництві" для студентів за

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 91 с.  
<http://dglіb.nubіp.edu.ua/handle/123456789/9716>

20. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» підготовки фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 104 с.  
<http://dglіb.nubіp.edu.ua/handle/123456789/9717>

21. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. – [Введені в дію з 2012–04–01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 112 с. – (Державні будівельні норми України).

22. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1–7:2016. – [Чинний з 2017–01–06]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).

23. Природне і штучне освітлення. Зміна №2 : ДБН В.2.5-28-2006. – [Введені в дію з 2012-09-01]. – К. : Держбуд України, 2012. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).

24. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. ДСТУ Б В.1.2. – 3:2006 – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України.

25. Системи протипожежного захисту : ДБН В.25–56:2014. . – [Введені в дію з 2015–07–01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с. – (Державні будівельні норми України).

26. Основні вимоги до будівель та споруд. Захист від шуму : ДБН В.1.2-10–2008. – [Введені в дію з 2008-10-01]. – К. : Держбуд України, 2008. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

27. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

28. Бакулін Є.А. Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Н. О. Костира. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2024. – 264 с.  
<https://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/11201>

29. Бакулін Є.А. Деформації як індикатори небезпек та ризику руйнування експлуатованих будівель /Є.А. Бакулін // Будівництво України. –2013. – №5. – С. 2– 5.

30. Дмитренко Є.А. Врахування сумісної роботи дисків покриттів зі збірного залізобетону у складі пролітних згинальних металевих конструкцій / Є.А. Дмитренко, М.А. Андрієвська, І.А. Яковенко // Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини. – 2024. – Вип. № 28. – С. 128–139.  
<https://doi.org/10.31650/2707-3068-2024-28-128-139>

31. Шаповал С. В. Будівельна техніка та виробнича база будівництва: конспект лекцій для студ. усіх форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спец. 192 – Будівництво та цивільна інженерія / С. В. Шаповал, О. М. Болотських. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 140 с.

					01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 10 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		