

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет (ННІ) \_\_\_\_\_ конструювання та дизайну \_\_\_\_\_

УДК 711.168:725.85

**ПОГОДЖЕНО**

**Декан факультету (Директор ННІ)**

конструювання та дизайну  
(назва факультету (ННІ))

\_\_\_\_\_

(підпис)

Зіновій РУЖИЛО

\_\_\_\_\_

(ПІБ)

— ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри**

будівництва  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ігор ЯКОВЕНКО

\_\_\_\_\_

(ПІБ)

— ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему** Реконструкція будівлі спортивного комплексу з басейном у місті Маріуполі

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Микола МАР'ЄНКОВ

\_\_\_\_\_

(ПІБ)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Євген ДМИТРЕНКО

\_\_\_\_\_

(ПІБ)

**Виконала**

\_\_\_\_\_

(підпис)

Мілана ЦИЦЮРА

\_\_\_\_\_

(ПІБ студента)

**КИЇВ – 2025**

**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)

— ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ**

\_\_\_\_\_ Цицюрі Мілани Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність \_\_\_\_\_ 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(код і назва)

Освітня програма \_\_\_\_\_ «Будівництво та цивільна інженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми \_\_\_\_\_ освітньо-наукова

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Реконструкція будівлі спортивного комплексу з басейном у місті Маріуполі

затверджена наказом ректора НУБіП України від —22— ” грудня 20 23 р. № 2358 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи геологічні умови майданчика будівництва, природно-кліматичні умови відповідно до діючих нормативних документів, навантаження та впливи згідно ДБН В.1.2. 2:2006, ескізи об'ємно-планувальних та конструктивних рішень будівлі

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз та обґрунтування ефективних методів підсилення залізобетонних несучих конструкцій при реконструкції спортивного комплексу із застосуванням зовнішнього армування

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Перелік \_\_\_\_\_ графічного \_\_\_\_\_ матеріалу \_\_\_\_\_ (за потреби) \_\_\_\_\_

Дата видачі завдання — 24 ” \_\_\_\_\_ грудня \_\_\_\_\_ 20 23 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Євген ДМИТРЕНКО  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Мілана ЦИЦЮРА  
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

## ЗМІСТ

ЗМІСТ .....	2
Розділ 1. АРХІТЕКТУРНО - БУДІВЕЛЬНИЙ .....	8
Вступ .....	8
1.1 Загальна характеристика будівельного майданчика та реконструйованої будівлі .....	9
1.2 Генеральний план .....	12
1.3 Техніко–економічні показники генплану .....	13
1.4 Об’ємно планувальне рішення .....	14
1.5 Техніко економічні показники спорткомплексу .....	17
1.6. Архітектурно конструктивне рішення .....	18
Протипожежні заходи .....	22
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ .....	25
2.1 Оцінка інженерно-геологічних умов .....	25
2.2 Несучі конструкції .....	26
2.3 Проектування сталеві ферми з профільних труб .....	27
2.4 Розрахунок колони .....	37
Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА .....	39
Вступ .....	39
3.2 Технічний огляд будівлі .....	40
3.3 Заходи з підготовки майданчика для ремонтно-будівельних робіт .....	40
3.4 Технологічна карта на монтаж покрівельних сендвіч панелей ....	41
3.4.1 Область застосування .....	41
3.4.2 Вказівки до виконання робіт .....	42

3.4.3 Виконання роботи .....	42
3.4.4 Відомість підрахунку трудовитрат.....	43
3.4.5 Розрахунок техніко-економічних показників .....	43
3.4.6 Вибір монтажного механізму .....	44
3.4.7 Вказівки з техніки безпеки при виконанні монтажних робіт.	46
<b>Розділ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА.....</b>	<b>47</b>
4.1 Календарний план.....	47
4.2 Призначення календарного плану .....	47
4.3 Загальний порядок демонтажу .....	47
4.4.1 Демонтаж інженерного обладнання.....	48
4.4.2 Демонтаж перегородок.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.4.3 Демонтаж сходів .....	49
4.4.4 Демонтаж стінових панелей.....	49
4.4.5 Техніка безпеки при демонтажних роботах .....	50
4.5 Розрахунок техніко-економічних показників.....	53
до календарного плану .....	53
4.6 Вибір методів виконання робіт, графік руху робітників та основних машин і механізмів .....	55
4.6.1 Графік руху робітників на об'єкті.....	56
4.6.2 Графік постачання на об'єкт основних матеріалів та конструкцій .....	56
4.6.3 Графік роботи основних машин і механізмів.....	57
4.7 Відомість об'ємів робіт .....	58
4.8 Відомість підрахунку трудомісткостей та машиномісткостей....	61
4.9 Розрахунок автотранспорту .....	62

4.10 Техніка безпеки при виконанні .....	63
будівельно-монтажних робіт .....	63
4.11 Будгенплан .....	64
4.11.1 Призначення будгенплану та принципи проектування .....	64
4.11.2 Організація складських приміщень, розрахунок площ складів .....	65
Розділ 5. Економіка будівництва.....	68
5.1 Основи ціноутворення в будівництві .....	68
Розділ 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА .....	84
Аналіз та обґрунтування ефективних методів підсилення залізобетонних несучих конструкцій при реконструкції спортивного комплексу із застосуванням зовнішнього армування .....	84
Актуальність теми .....	84
Вступ .....	86
6.1 Загальні положення про реконструкцію .....	88
6.1.1 Реконструкція будівель .....	88
6.1.2 Основні причини, способи та види обстеження при підсиленні будівельних конструкцій .....	89
6.1.3 Підсилення фундаментів .....	92
6.1.4 Підсилення колон.....	93
6.1.6 Підсилення балок та прогонів.....	95
6.2 Матеріали, необхідні для підсилення.....	96
6.2.1 Класифікація матеріалів для підсилення.....	96
6.2.3 Порівняльний аналіз матеріалів для підсилення будівельних конструкцій .....	100

6.3 Стани будівельних конструкцій за несучою здатністю та експлуатаційною придатністю .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
6.4 Процедура проведення технічного обстеження будівлі .....	103
6.4.1 Етапи проведення технічного обстеження .....	103
6.4.2 Фактори, що впливають на вартість і тривалість обстеження .....	105
6.5 Підсилення колони вуглеволокнуною стрічкою .....	105
Розрахунок підсилення колони .....	105
6.6 Технологія виконання робіт з підсилення колон композитними матеріалами .....	112
Підготовчі роботи .....	112
Приготування матеріалів .....	113
Технологія монтажу .....	113
6.7 Підсилення колони сталеву обіймою	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
6.8 Технологія влаштування сталевих обійм	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Методи підвищення ефективності підсилення	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Умови ефективної роботи обійми	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
6.9 Порівняння доцільності реконструкції порівняно з новим будівництвом .....	114
ВИСНОВКИ .....	116
Список використаної літератури .....	118

# РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО - БУДІВЕЛЬНИЙ

## Вступ

В процесі експлуатації будівель і споруд будівельні конструкції пошкоджуються внаслідок корозії арматури і руйнування бетону, що приводить до зниження несучої здатності, або не придатності конструкцій для подальшої експлуатації. Крім цих факторів необхідність в реконструкції будівлі виникає в потребі збільшення площ, прибудовою чи надбудовою поверхів, змінення об'ємно-планувальних рішень.

В даному проекті для поліпшення стану будівлі та розширення її функціоналу виконується реконструкція з оптимальними рішеннями.

В основу цього проекту взято реконструкція критого басейну на повноцінний спортивний комплекс. Що в свою чергу збільшить доцільність використання будівлі.

Реконструкція будинків і споруд – це їхнє перероблення з метою часткової чи повної зміни функціонального призначення, встановлення нового ефективного обладнання, поліпшення забудови території відповідно до сучасних підвищених нормативних вимог. Переобладнання передбачає перепланування і збільшення висоти приміщень, підсилення, за необхідності – частковий демонтаж і заміну конструкцій, а також надбудову, прибудову і поліпшення фасадів будинків. Під час реконструкції капітальні вкладення істотно менші і окупуються у 2–2,5 рази швидше, ніж під час капітального будівництва. З іншого боку, загальні затрати часу на реконструкцію у 1,5–2,0 рази менші, ніж на новобудову.

Для посилення й відновлення експлуатаційної придатності залізобетонних конструкцій використовується метод зовнішнього армування композитними матеріалами: вуглепластиковими стрічками й полотнами із застосуванням клеїв, ремонтних і захисних сумішей на основі епоксидних смол. Перевагами композитних матеріалів є: високі міцність і модуль деформації, мала вага, технологічність, несприйнятливості до агресивних зовнішніх

факторів, здатність повторювати форми підсилюваних конструкцій, витривалість.

Реконструкція передбачає повне або часткове збереження елементів несучих та огорожувальних конструкцій та зупинення експлуатації об'єкта в цілому або його частин (якщо вони є автономними) на час проведення робіт (згідно з розділом 3.21. ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво»).

### **1.1 Загальна характеристика будівельного майданчика та реконструйованої будівлі**

Реконструйована будівля розташована в житловому районі Донецької області в місті Маріуполь за адресою вулиця Академіка Амосова, 2А. Будівлю критого басейну переобладнали у спортивний комплекс. Ця реконструкція включає надбудову, розширення приміщення, посилення несучих конструкцій, заміну інженерних комунікацій, реконструкцію басейнів у будівлі та покращення фасадів.

До реконструкції будівля мала каркасну конструкцію. Каркас складається з попередньо збірних залізобетонних колон, плит та ферм. Просторова жорсткість каркаса забезпечується поперечними та поздовжніми збірними залізобетонними мембранами та інженерними металевими з'єднаннями. Зовнішні огорожувальні конструкції складаються з попередньо виготовлених залізобетонних плит.

Після реконструкції каркас надбудови четвертого поверху складатиметься зі збірних залізобетонних колон та металевих ферм. Зовнішні огорожувальні конструкції були замінені стіновими сендвіч-панелями. Покриття – сендвіч-панелі для даху. Планується завершення будівництва третього поверху.

Завдяки реконструкції приміщення та надбудові поверху в будівлі можна створити різні спортивні майданчики та великий універсальний спортзал.

Метою перетворення критого басейну на спортивний комплекс є забезпечення раціонального та ефективного використання простору будівлі, як завдяки її загальнодоступному розташуванню, так і зростаючому різноманіттю дозвілля, доступних населенню. Будівлю буде адаптовано до сучасних архітектурних, планувальних, протипожежних та санітарних вимог, а також буде покращено вентиляцію, конструкцію та фасад. Ремонт оновить фон та архітектуру району, а також розширить функціональність самої будівлі.

### **Характеристика природно-кліматичних умов району реконструкції**

- Кліматичний район – II Південно-Східний (степ);
- Вітрове навантаження — 500 Па – 3-й район;
- Снігове навантаження – діапазон 1400 Па -4, згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та дії».
- Абсолютна мінімальна температура повітря від -32 С до -42 С ;  
Абсолютний максимум від +39 С до +41 С; згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», річна кількість опадів становить від 400 до 500 мм.
- Стандартна глибина промерзання ґрунту становить 0,8 м.
- Сейсмічність місцевості до 6 балів, згідно з ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України»
- Глибина залягання ґрунтових вод становить від 1,9 м до 3,0 м

### **Особливості реконструйованої будівлі.**

- Тип будівлі – громадська зі збірним залізобетонним каркасом;
- Довжина — 48,0 м;
  - Ширина — 39,0 м;
  - Клас будівлі - SS2. Клас наслідків (відповідальності) будівлі або споруди визначається згідно з пунктом 5.1 чинного ДБН В.1.2-14:2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та стійкості будівель, споруд, будівель та фундаментів».

- За вогнестійкістю належить до II класу будівництва згідно з ДБН В.1.1-7:2016. «Протипожежний захист на будівельних майданчиках»;
- Категорія вибухопожежної небезпеки – G. Згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень за вибухопожежною небезпекою»;
- Термін служби будівлі становить 60 років, згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та дії. Будівельні норми». ДБН В.2.2-13-2003. Зони для занять спортом, фізичною культурою та дозвіллям.

**Будівля до реконструкції має такі конструктивні елементи:**

- Фундаменти – збірні залізобетонні «скляного типу»;
- Фундаментні балки – збірний залізобетон;
- Колони – залізобетон 300х300;
- Ферми – залізобетонні;
- Стіни – залізобетонні плити Н=300 мм;
- Перегородки – цегла Н=120 мм;
- Покриття – плоске;
- Дах – з руберойду;
- Вікна та двері зроблені з дерева;
- Підлоги суміщені.

**Після реконструкції будівля оснащена наступними**

**конструктивними елементами:**

- Фундаменти – збірні залізобетонні «скляного типу»;
- Фундаментні балки – збірний залізобетон;
- Колони – залізобетон 300х300;
- Ферми – сталеві;
- Стіна – сендвіч-панелі Н=200 мм;
- Перегородки – цегла Н=120 мм;
- дах цільний і плоский;
- Дах – з сендвіч-панелей та євроруберойду;
- Вікна та двері – металопластикові;
- Підлоги суміщені.

Будівельні та оздоблювальні матеріали, що використовуються при реконструкції спортивних споруд, повинні відповідати вимогам радіаційного захисту згідно з ДБН В. 1.4-1.01, ДБН В. 1.4-2.01, ДГН 6.6.1-6.5.001.

## **1.2 Генеральний план**

Генеральний план спортивного комплексу підготовлено відповідно до ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування та забудова територій».

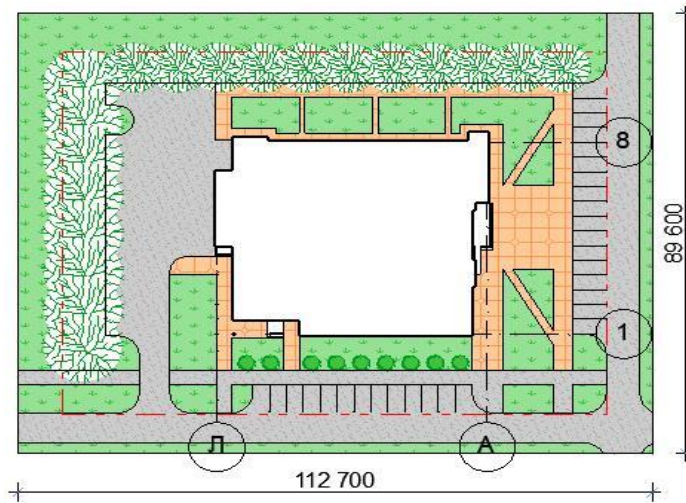
Ділянка, призначена для реконструкції, має прямокутну форму, розміри 112,7 х 89,6 м та площу 1,097 га. Район тихий. Переважаючий ґрунт – напівтверда глина.

Паркувальні місця біля спортивного комплексу спроектовані відповідно до вимог ВСН 01. Для забезпечення комфорту людей з обмеженою мобільністю в радіусі 40 м від входу до спортивного комплексу передбачені паркувальні місця для інвалідів. Ширина паркувального місця для інвалідів становить 3,5 м.

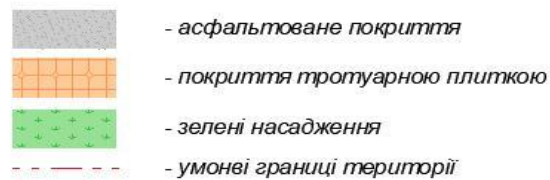
Загальна площа озеленення земельної ділянки спортивної споруди, включаючи розсадник для вирощування дерну, дернові покриття полів та

дитячих майданчиків, вітрозахисні та інші посадкові смуги, повинна становити не менше 30% площі земельної ділянки.

### Генеральний план 1:1000



#### Умовні позначення



#### Декларація генерального плану

	Найменування	Од. вим.	К-ть
1	Реконструйована будівля	м <sup>2</sup>	1 816
2	Парковка 1	м <sup>2</sup>	218
3	Парковка 2	м <sup>2</sup>	306

#### 1.3 Техніко-економічні показники генерального плану

Розраховуємо такі техніко-економічні показники генерального плану:

1. Площа землі (га)

$$S_{\text{діл.}} = 112,7 * 89,6 = 10\,097,92(\text{м}^2) = 1,097 \text{ (га)}.$$

2. Забудована площа нерухомості (м<sup>2</sup>).

Загальна забудована площа всіх будівель та споруд на ділянці:

$$S_{\text{заб.}} = 1816 \text{ м}^2$$

3. Щільність забудови (%).

Він визначається як відношення площі забудови до площі земельної ділянки:

$$\text{Щ} = \frac{S_{\text{заб}}}{S_{\text{діл}}} \times 100\% = \frac{1816}{10097,9} \times 100\% = 17,98\%$$

4. Площа ландшафтного дизайну (м<sup>2</sup>).

Визначається як загальна площа зелених насаджень, клумб, газонів:

$$S_{\text{оз}} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 = 1296,75 + 863,9 + 395,2 + 841,6 + 358,2 + 795,2 = 4550,85 = 2447(\text{м}^2)$$

5. Відсоток озеленення (%)

Він визначається як відношення площі ландшафту до площі власності:

$$O = \frac{S_{\text{оз}}}{S_{\text{діл}}} \times 100\% = \frac{2447}{10097,9} \times 100\% = 24,23\%$$

6. Площа доріг та асфальтованих ділянок (м<sup>2</sup>)

Вона визначається як сума площ асфальтового покриття площею 2694 м<sup>2</sup> та плит дорожнього покриття площею 704,21 м<sup>2</sup>:

$$S_{\text{дор}} = 2694 + 704,21 = 3398(\text{м}^2)$$

Найменування показників	Од. вим.	К-ть
Площа ділянки	Га	0,71
Площа забудови	м <sup>2</sup>	1 816
Площа асфальтового покриття	м <sup>2</sup>	2 694
Площа покриття тротуарною плиткою	м <sup>2</sup>	704,21
Площа озеленення	м <sup>2</sup>	2 447

#### 1.4 Рішення об'ємного планування

Рішення щодо просторового планування приймалися на основі ДБН В.2.2-13-2003 «Спортивні, фізкультурні та рекреаційні споруди». Триповерхову будівлю критого басейну було переобладнано з надбудовою та прибудовою, що змінило просторово-планувальне рішення на чотириповерховий спортивний комплекс із просторим тренажерним залом на 4-му поверсі та прибудовою адміністративних приміщень на 3-му поверсі.

Після реконструкції будівля має прямокутний план поверху з осьовими розмірами 48 x 39 м, є чотириповерховою, має висоту поверху 3 м, висоту забудови 24,8 м, площу поверху 1717,6 м<sup>2</sup>, сума площ 4 поверхів становить 6 870,4 м<sup>2</sup>, об'єм забудови становить 36 928,4 м<sup>3</sup>.

Пояснення щодо приміщення спортивного комплексу

Таблиця 1.

Експлікація приміщень першого поверху після реконструкції

1	Приміщення для тех. обслуг. басейну	548,67
2	Вестибюль	34,77
3	Тамбур	3,75
4	Роздягальня	23,90
5	Роздягальня	23,90
6	Душ	2,12
7	Душ	2,12
8	Санвузол	1,50
9	Санвузол	1,50
10	Тренажерний зал	244,55
11	Тамбур	4,50
12	Тренерська	10,80
13	Санвузол	2,25
14	Санвузол	2,25
15	Приміщення прибирального інвентарю	4,10
16	Санвузол	11,34
17	Санвузол	10,15
18	Подушове приміщення	18,35
19	Кабінет менеджера по обслуговуванню	18,35
20	Приміщення для тех. обслуг. басейну	226,80
21	Електрощитова	14,41
22	Тех. приміщення	61,62
23	Тепловий вузол	40,56
24	Каса-реєстрація	11,50
25	Тамбур	18,13
26	Вестибюль	139,93
27	Гардероб	48,11
28	Тамбур	18,90
29	Противопожежна насосна станція	9,64
30	Вахта	5,03
31	Коридор	59,12
32	Противопожежна насосна станція	9,00

Експлікація приміщень другого поверху після реконструкції

1	Зона басейну з ванною 25x11	569,21
2	Інвентарна	14,72
3	Інвентарна басейну	14,40
4	Приміщення чергового тренера та медсестри	27,93
5	Зал для тренувань	222,25
6	Приміщення прибирання інвентарю	4,62
7	Роздягальня	18,90
8	Роздягальня	18,90
9	Санвузол	1,68
10	Санвузол	1,68
11	Тренерська	17,80
12	Хол	53,01
13	Протипожежна насосна станція	9,00
14	Роздягальня при басейні	65,09
15	Санвузол	2,53
16	Антисептичний килим	4,32
17	Санвузол	4,56
18	Переддушова	2,62
19	Тамбур	2,78
20	Душова	4,64
21	Ванна для ніг	17,96
22	Ванна для ніг	4,65
23	Антисептичний килим	4,40
24	Санвузол	4,55
25	Роздягальня при басейні	67,02
26	Переддушова	4,38
27	Санвузол	2,68
28	Тамбур	2,48
29	Вестибюль	177,97
30	Приміщення чергового тренера та медсестри	17,70
31	Дитячий зал басейну з ванною	134,23
32	Інвентарна	6,88
33	Душова	7,32
34	Ванна для ніг	4,28
35	Ванна для ніг	4,48
36	Санвузол	2,31
37	Роздягальня при басейні	26,07
38	Тамбур	2,59
39	Тамбур	2,82
40	Роздягальня при басейні	26,83
41	Санвузол	2,62
42	Душова	10,69
43	Душова	17,42

### Експлікація приміщень четвертого поверху після реконструкції

1	Универсальный спортивный зал	1223,10
2	Фозэ	118,23
3	Санвузол	8,84
4	Санвузол	5,64
5	Санвузол	4,32
6	Кімната прибирального персоналу	3,22
7	Санвузол	5,16
8	Душева	7,50
9	Роздягальня	25,48
10	Санвузол	3,19
11	Тамбур	2,25
12	Тамбур	2,20
13	Роздягальня	39,66
14	Санвузол	2,70
15	Душева	7,21
16	Душева	7,21
17	Роздягальня	39,66
18	Санвузол	2,70
19	Тамбур	2,20
20	Тамбур	2,25
21	Санвузол	3,19
22	Санвузол	5,16
23	Душева	7,50
24	Роздягальня	35,48
25	Коридор	78,61
26	Інвентарна	37,95

### 1.5 Техніко-економічні показники спортивного комплексу

#### 1. Загальна площа.

Визначається як площа підлоги, виміряна в межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін.

$$S_{\text{заг.}} = 6\,870,4 \text{ (м}^2\text{)}$$

#### 2. Корисна площа.

Ми визначаємо її як суму площ усіх кімнат у будівлі.

$$S_{\text{кор.}} = \sum S_{\text{прим.}} = 5\,668,4 \text{ (м}^2\text{)}$$

#### 3. Орієнтовна площа.

Визначається як сума площ усіх кімнат у будівлі, за винятком коридорів, передпокоїв, проходів та кімнат для технічного обладнання

$$S_{\text{розрах. площ. буд.}} = 5\,371,8 \text{ (м}^2\text{)}$$

#### 4. Обсяг будівництва.

Ми визначаємо його як добуток площі поперечного перерізу будівлі, помноженої на висоту будівлі, в межах граничних зон, включаючи огорожувальні конструкції.

$$V_{\text{буд.}} = 36928,4 \text{ (м}^3\text{)}$$

Після реконструкції загальна висота будівлі становитиме чотири поверхи.

Розраховані ключові показники вводяться в Таблиця 2.

Техніко-економічні показники будівлі.

Таблиця 2.

НІ.	ім'я	Одиниця. вимірювання	число
1	Загальна площа	м <sup>2</sup>	6 870,4
2	Корисна площа	м <sup>2</sup>	5 668,4
3	Орієнтовна площа	м <sup>2</sup>	5 371,8
4	Обсяг будівництва:	м <sup>3</sup>	36928.4
6	поверховість	Підлога	1

### 1.6. Архітектурно-конструктивне рішення

Фундаменти скляного типу для колони з розмірами подушки 2,5 x 2,5. Згідно з результатами випробування на несучу здатність, фундаменти не потребують перебудови чи посилення. Основа фундаменту розташована на позначці 1,7 м. Існуючі залізобетонні трапецієподібні фундаментні балки висотою 300 мм та шириною 300 мм.

Залізобетонні колони розміром 300 x 300 мм на першому поверсі армовані сталевим каркасом, а в приміщеннях з підвищеною вологістю – вуглепластиковою стрічкою. У конструкції 3-го поверху та надбудові 4-го поверху будуть встановлені монолітні залізобетонні колони.

Стійкість самонесучих стін забезпечується каркасними опорами. Панелі кріпляться до колон за допомогою сталевих кронштейнів.

Огороджувальні конструкції, залізобетонні плити висотою 300 мм, були демонтовані та замінені легкими стіновими сендвіч-панелями висотою

200 мм розмірами 1,5 х 6 м. Стінові панелі будуються без анкерного кріплення;

У будівлі басейну на другому поверсі є існуюча кроквяна балка довжиною 18,0 м. Всі кроквяні балки та стійки армовані вуглепластиковою стрічкою. На 4-му поверсі було збудовано металеві ферми L=27 м з профільованих сталевих труб, крок між фермами 6 м або 9 м. між осями LI.

Специфікація елементів залізобетонного каркасу.

Таблиця 4.

ім'я	Примітка. на діаграмі	Маса	число	Примітка.
			шт.	
Спліт	К-1	3200×300×300	14	
Спліт	К-2	6200×300×300	14	
Спліт	К3	8200×300×300	22	
сталевий каркас	Ф-1	27000×4190×60	8	

Перегородки повинні бути з цегли М100 на складному цементно-вапняному розчині М75. Перегородки товщиною 120 мм.

Несуча частина даху складається із залізобетонних балок над басейном на 2-му поверсі та сталевих балок з профільних труб на критому 4-му поверсі.

На залізобетонних фермах вже є круглі залізобетонні пустотні плити перекриття розміром 3 х 6 м. Пустотілі плити перекриття необхідно армувати стрічками з вуглецевого волокна.

До сталевих ферм кріпляться швелери, до яких кріпляться сендвіч-панелі покрівлі.

Для кріплення ферми до колони передбачені вставні елементи на нижньому поясі та на стінці ферми. Кроквяні ферми з'єднуються з колонами за допомогою зварювання закладних частин колон і ферм.

Організовано внутрішню каналізацію.

Внутрішній дренаж складається з воронок для введення води, встановлених у канавках та розташованих на відстані 450 мм від осі. На

кожні 25 м2 площі даху передбачена одна воронка. Трубопровідні мережі, що проходять у будівлі, що відводять воду в каналізацію.

Дерев'яні вікна та двері будуть демонтовані та встановлені нові металопластикові вікна з подвійним склопакетом, а також одно- та двостулкові розпашні двері з пластику.

Для забезпечення додаткової вентиляції приміщень вікна обладнують рамами, що відкриваються.

Специфікація щодо заповнення віконних прорізів наведена в Таблиця 5.

Специфікація елементів заповнення віконного отвору.

Таблиця 5.

Поз.	позначка	ім'я	Кількість на фасад				Загалом шт.	Площа м2	Примітка.
			1-8	8-1	А-Л	Лос- Анджелес			
ВК-1	Серія 1.436-10- 2/7	Операційна система – 1.5*1.5		5	-	-	20	325	
ВК-2		Операційна система – 2.6×1.5	-	8			14	50,4	
ВК-3		Операційна система – 3×1.5	-	1			12	21.6	
ВК-4	Серія 1.436-10- 3/7	Операційна система – 9×3	-		-	4	4	4.8	
ВК-5	Серія 1.436-10- 3/7	Операційна система – 1,2 x 1,5	-	2	-	6	8	4.8	вітраж
ВК-6	Серія 1.436-10- 3/7	Операційна система – 4.8x2.6	-		-	15	4	4.8	вітраж

Специфікація елементів заповнення дверного отвору.

Таблиця 6.

позначка	позначка	ім'я	Одиниці площі м2	число	Загальна площа, м2	примітка
Д-1	Серія 1.435.9-17	Д – 1 0,9×2.1	1.89	26	49.14	одностулковий
Д-2		Д – 2 1.2×2.1	2.52	12	30,72	одностулковий
Д-3		Д – 3 1.5×2.3	3.45	16	55.2	одностулковий
Д-4		Д - 4 1.8×2.3	4.14	21 рік	86,94	оболонка

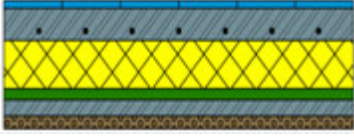
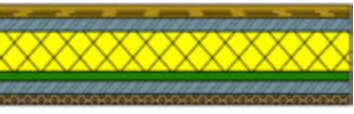
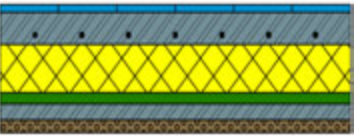
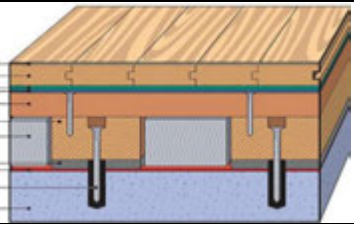
Існує чотири типи ґрунтів. Підлога в офісах та навчальній кімнаті облаштована ламінатом. Коридори та передпокої обладнані лінолеумом на

підлозі. Підлоги у ванних кімнатах, душових кабінах, басейні та роздягальнях викладені керамічною плиткою.

Пояснення до плану поверху можна знайти в таблиці 7.

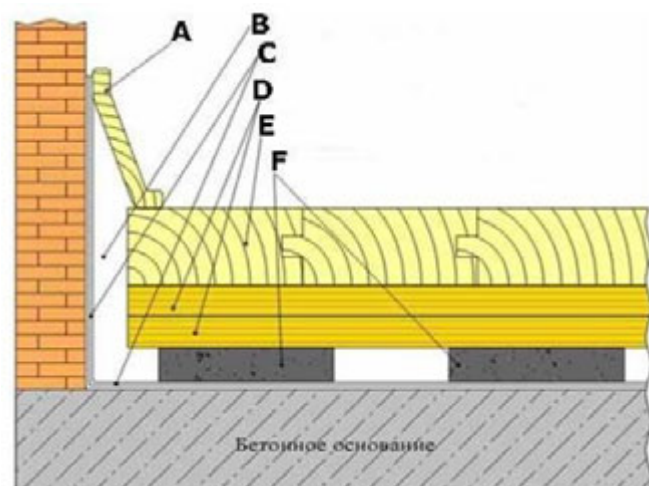
Пояснення ґрунту.

Таблиця 7.

Тип ґрунту	План поверху	Пояснення елементів підлоги	Площа приміщення, м <sup>2</sup>
1		Поліуретанове масове покриття — 2 мм Залізобетонні стяжки М200 — 100 мм Ізоляція — 150 мм Рулонне ущільнення — 5 мм Цементно-піщана стяжка М150 — 50 мм Ущільнений ґрунт з гравійною подушкою	2504.22
2		Керамічна плитка — 8 мм Цементно-піщана стяжка М150 — 50 мм Рулонне ущільнення — 5 мм Цементно-піщана стяжка М150 — 50 мм Ущільнений ґрунт з гравійною подушкою	1250
3		Лінолеумне покриття — 5 мм Цементно-піщана стяжка М150 — 50 мм Рулонне ущільнення — 5 мм Цементно-піщана стяжка М150 — 50 мм Ущільнений ґрунт з гравійною подушкою	1250
4		Колоди — 12 мм Цементно-піщана стяжка М150 — 50 мм Рулонне ущільнення — 5 мм Цементно-піщана стяжка М150 — 50 мм Бетонна плита — 5 см	

### Підлогове покриття для спортзалів

А — дерев'яний плінтус, 40 x 20 мм;  
 В — відстань між стіною та краєм паркету,  
 Температурний зазор від 10 до 15 мм;  
 С — Поліетиленова плівка щільністю 150 г на квадратний метр, 2 шари (також виконує функцію гідроізоляції);



D — Два шари вологостійкої фанери типу ФСФ

товщина 9 мм;

E — Масив берези, товщиною 22 мм;

F — Гумовий амортизатор, товщиною 10 мм,

Відстань між подушками становить 305 мм.

Дерев'яні підлоги по лаговій системі. Система відповідає всім вимогам до покриття для критих спортивних майданчиків. Це забезпечує добру еластичність і достатню жорсткість покриття, а також звукопоглинання. Поверхня у спортивному залі повинна відповідати наступним вимогам:

- Витримує високі навантаження.
- Висока гігієнічність та легкість очищення, вогнезахист.
- Високий рівень захисту від травм.
- Гарна звукоізоляція.
- Водонепроникний.

### **Заходи протипожежного захисту**

Рівень вогнестійкості будинку - II

Клас пожежної небезпеки конструкцій - С1

Клас функціональної пожежної небезпеки - F 2.1

Проект реалізовано відповідно до вимог ДБН В.1.1.7-2016 «Протипожежний захист будівель та споруд».

Під час реконструкції приміщень, зміни їх функціонального призначення або використання нового технологічного обладнання необхідно дотримуватися вимог пожежної безпеки чинних нормативних положень щодо будівництва та технологічного проектування. Не допускається зниження меж вогнестійкості будівель та погіршення умов евакуації людей.

Стаціонарні зовнішні пожежні драбини, сходи на підвищених рівнях та перила на дахах будівель і споруд повинні завжди утримуватися в справному стані та бути пофарбованими.

Сходи типу L1 призначені для евакуації з поверхів. Сходові клітки влаштовуються відповідно до розділу 6.34. Кількість сходових кліток, ширина коридорів та сходових площадок відповідають вимогам норм пожежної безпеки та забезпечують безпечну евакуацію людей з кожного поверху. Відстань між маршами становить 200 мм. З кожної сходової клітки виходи на дах можливі через протипожежні двері вздовж сходів.

Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися у напрямку виходу з будівель (приміщень). Встановлення дверей, що відкриваються всередину, дозволяється, якщо в приміщенні одночасно перебуває не більше 15 осіб, а також у ванних кімнатах, на балконах, лоджіях та зовнішніх евакуаційних

сходах (крім дверей, що ведуть у повітряну зону сходової клітки, де не димлять).

Сходові клітки, відкриті внутрішні та зовнішні сходи, коридори, проходи та інші шляхи евакуації повинні бути обладнані евакуаційним освітленням відповідно до вимог будівельних норм та правил улаштування електроустановок. З настанням темряви аварійне освітлення має бути ввімкнене, якщо в будівлі перебувають люди. Евакуаційні шляхи без природного освітлення повинні бути постійно освітлені електричним світлом (за наявності людей).

### **Під час проектування шляхів евакуації та виходів забороняється:**

- встановлення на шляхах евакуації порогів, виступів, турнікетів, розсувних, підйомних та обертових дверей та інших пристроїв, що перешкоджають вільній евакуації осіб;
- Перевантаження шляхів евакуації меблями, обладнанням, різними матеріалами та готовими виробами, навіть якщо це не зменшує встановлену ширину;
- для встановлення зовнішніх евакуаційних виходів будівель за допомогою молотків, зварювання, навісних замків, болтів та інших кріплень, які важко відкрити зсередини;
- використовувати горючі матеріали на шляхах евакуації (за винятком будівель класу вогнестійкості V) для облицювання стін і стель, а також сходів і площадок;
- встановлювати шафи, вішалки для одягу та вішалки для одягу у тамбурах виходів, за винятком квартир та індивідуальних житлових будинків, та пристосовувати їх для продажу та зберігання, навіть тимчасового, інвентарю та матеріалів будь-якого виду;
- Заблокувати двері, люки на балконах та лоджіях, проходи до суміжних секцій та виходи до зовнішніх евакуаційних драбин меблями, обладнанням та іншими предметами;
- зняти драбини, встановлені на балконах (лоджіях);
- створювати на сходових майданчиках приміщення будь-якого призначення, в тому числі й. Кіоски, торгові стенди та виходи вантажних ліфтів (підйомників), прокладання газопроводів, трубопроводів з ЛЗР та ГР, повітропроводів;
- розташувати комори та вбудовані шафи у загальних коридорах, за винятком шаф для технічних комунікацій; зберігати легкозаймисті матеріали та інші сторонні предмети в шафах (нішах) для технічних комунікацій;
- Розмістити комори, кіоски, торгові стенди тощо у вестибюлях ліфтів.
- встановлення телевізійних камер у коридорах таким чином, щоб запобігти евакуації людей;

- встановити скління або жалюзі та отвори для вентиляційних зон на сходових клітках, де немає диму;
- зняти двері з вестибюлів, холів, передпокою та сходових кліток, передбачених проектом;
- Заміна куленепробивного скла у дверях та мансардних вікнах на звичайне скло, всупереч плану;
- зняти самозачинні пристрої з дверей на сходових клітках, коридорах, холах, тамбурах тощо та зафіксувати самозачинні двері у відкритому положенні;
- зменшити або закрити стандартну площу поперечних балок у зовнішніх стінах сходових кліток;
- Повісити підставки, дошки тощо на стіни сходових кліток;
- Забезпечте слизьку підлогу на шляхах евакуації.

## РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Оцінка інженерно-геологічних умов

Реконструкція запланована в місті Маріуполь.

**Район забудови характеризується такими природно-кліматичними умовами:**

- Кліматичний регіон — ША
- Вітрове навантаження — 500 Па;
- Снігове навантаження — 1410 Па;
- температура повітря в найхолодніший п'ятиденний період становила мінус 20 градусів;
- стандартна глибина промерзання ґрунту становить 0,8 м;
- Сейсмічність місцевості до 7 балів.

Фізично та географічно місцевість належить до Карпатської зони.

Клімат регіону помірно-континентальний. Абсолютний мінімум температури повітря -22 С, абсолютний максимум +27 С. Середньорічна кількість опадів становить 655 мм/рік.

Поверхня ділянки рівна, значною мірою попередньо спланована та має перепади висот від 20 до 21 м.

За результатами буріння свердловин глибиною 15,0 м, на ділянці розробки виявлено наступні інженерно-геологічні елементи з такими значеннями деформаційних та міцнісних властивостей ґрунтів:

ІГЕ-1 – рослинний шар. Товщина до 0,3 м.

ІГЕ-2 — це напівтверда глина з лінзами алевриту та глибокими включеннями вапняку. Товщина від 0,2 до 4,7 м.

ІГЕ-3 — напівтверда глина, місцями гравійна з включеннями вапняку. Товщина від 4,5 до 9,1 м.

ІГЕ-4 – це гравійний ґрунт з вмістом глини в напівтвердому стані. Товщина від 8,8 до 15,0 м.

Згідно з матеріалами дослідження, можна стверджувати, що ділянка має відносно просту структуру та не має слабких чи специфічних ґрунтів.

Глибина залягання ґрунтових вод коливається від 1,9 м до 2,6 м з абсолютними значеннями 18,10–18,40 м.

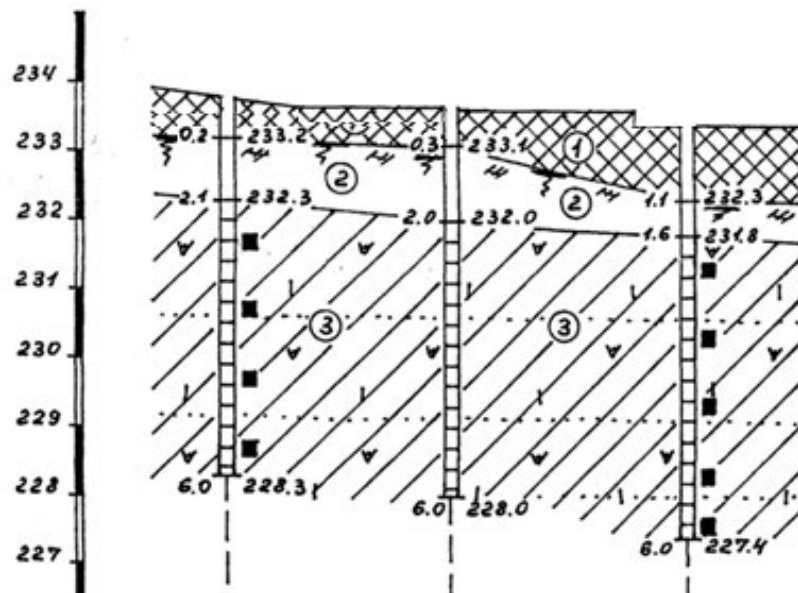
Фундаменти будівлі виготовлені з глини ІГЕ-2 у напівтвердому стані з такими фізико-механічними властивостями:

Питома вага  $\gamma$  — 17,8 кН/м<sup>3</sup>;

Кут внутрішнього тертя,  $\phi$  — 23°;

Модуль деформації,  $E$  — 15,0 МПа;

## 2.2 Опорні конструкції



Інженерно-геологічний розріз 1-1 (рис. 1)

### Фундаменти

Фундаменти спроектовані на основі непросідальних ґрунтів з непорушеною, водонепроникною та пухкою природною структурою, що покриває всю площу будівлі.

Фундаменти скляного типу для колони з розмірами подушки 2,5 x 2,5. Згідно з результатами випробування на несучу здатність, фундаменти не потребують перебудови чи посилення. Основа фундаменту розташована на

позначці 1,7 м. Існуючі залізобетонні трапецієподібні фундаментні балки висотою 300 мм та шириною 300 мм.

### каркас будівлі

Несуча конструкція будівлі складається з збірних залізобетонних колон, таврових балок та пустотних плит перекриття. Під час візуального огляду зовнішніх вивісок дефектів чи пошкоджень несучих конструкцій не виявлено. Ширина розкриття тріщини знаходиться в межах норми.

## 2.3 Конструкція сталеві ферми з профільних труб

Розраховуємо залізобетонну ферму промислового залу, виходячи з наступних даних:

- Розмах крил – 27 м;
- Відстань між колонами – 6 м;
- Кліматичний район будівлі – ША;
- Дах - скатний;
- Немає обладнання для мостових кранів.

#### Навантаження:

- 1 – власна вага елемента ферми;
- 2 – Розрахунок на безперервне навантаження. дах, покриття;
- 3 – тимчасовий стрес. (Сніг)

#### Комбінації навантажень:

- 1 – Власник. Вага. + константа;
- 2 - Власник. Вага + вартість доставки. + сніг

#### **Вибір кількості зміни**

Одиниця. Вимірювання: мм, градуси

Параметри вибору:

Список вузлів/елементів: Усі

Список завантажень/комбінацій: Усі

Список факторів: Усі

Вибір кількості зміни						
ім'я	Максимальне значення			Мінімальне значення		
	Значення	в узол	Нав антаження	Значення	в узол	Нав антаження
X	17 784	1	3	-10 648	2	3
3	0	1	1	-72 541	1	3
					8 років	

### Значення переміщень

Одиниця. Вимірювання: мм, градуси

Параметри вибору:

Список вузлів/елементів: Усі

Список завантажень/комбінацій: Усі

Список факторів: Усі

Значення переміщень			
вузол	Навантаження	Значення	
		X	Z
3	1	-0,065	-0,625
3	2	-0,401	-3,599
3	3	-2 039	-18 296
4	1	-0,13	-1,31
4	2	-0,802	-7 725
4	3	-4 077	-39 265
5	1	-0,13	-1,805
5	2	-0,814	-10 663
5	3	-4 139	-54 199
6	1	-0,129	-2 255
6	2	-0,827	-13 472
6	3	-4 202	-68 477
7	1	-0,089	-2 376
7	2	-0,588	-14 257
7	3	-2,99	-72 466
8	1	-0,049	-2 343
8	2	-0,35	-14,19
8	3	-1,778	-72 124
9	1	-0,019	-1 837
9	2	-0,15	-11 188
9	3	-0,764	-56 866
10	1	0,011	-1,108
10	2	0,049	-6,81
10	3	0,25	-34 614
11	1	0,593	-0,007
11	2	3499	-0,079
11	3	17 784	-0,402
12	1	-0,219	-0,001
12	2	-1,349	-0,022
12	3	-6 857	-0,112
13	1	0,525	-0,615
13	2	3 105	-3,599
13	3	15 783	-18 296
14	1	0,37	-1,319
14	2	2188	-7 858
14	3	11 124	-39 939
15	1	0,24	-1,797
15	2	1434	-10 663
15	3	7,29	-54 199
16	1	0,057	-2 262
16	2	0,331	-13 579
16	3	1681	-69 022
17	1	-0,086	-2 371

років

років	17	2	-0,522	-14 257
років	17	3	-2.655	-72 466
років	18	1	-0,235	-2 348
років	18	2	-1,439	-14 272
років	18	3	-7 316	-72 541
років	19	1	-0,329	-1 833
років	19	2	-2.01	-11 188
років	19	3	-10 216	-56 866
	20	1	-0,34	-1.083
	20	2	-2.095	-6,69
	20	3	-10 648	-34 005

### Вибір обсягу зусиль з комбінацій

Одиниця. Вимірювання: Т, м

Параметри вибору:

Список вузлів/елементів: Усі

Список розділів: Усі

Список завантажень/комбінацій: Усі

Список факторів: Усі

Вибір зусиль з комбінацій								
ім'я	Максимальне значення			Мінімальне значення				
	Значення	елемент	Розділ	комбінація	Значення	елемент	Розділ	комбінація
Пн.	19 685	30	3	2	-52 787	16	2	2
Мій	0,013	29	2	1	0	1	1	1
Qz	0,017	15	1	1	-0,017	6	2	1

### Ступінь зусиль комбінацій

Одиниця. Вимірювання: Т, м

Параметри вибору:

Список вузлів/елементів: Усі

Список розділів: Усі

Список завантажень/комбінацій: Усі

Список факторів: Усі

Ступінь зусиль комбінацій					
елемент	Розділ	комбінація	Значення		
			Пн.	Мій	Qz
1	1	1	-4 356	0	0,017
	1	2	-23 407	0	0,017
	2	1	-4 356	0	-0,017
	2	2	-23 407	0	-0,017
2	1	1	-4 356	0	0,017
2	1	2	-23 407	0	0,017
2	2	1	-4 356	0	-0,017
2	2	2	-23 407	0	-0,017

3	1	1	-0,11	0	0,017
3	1	2	-0,692	0	0,017
3	2	1	-0,11	0	-0,017
3	2	2	-0,692	0	-0,017
4	1	1	-0,11	0	0,017
4	1	2	-0,692	0	0,017
4	2	1	-0,11	0	-0,017
4	2	2	-0,692	0	-0,017
5	1	1	2601	0	0,017
5	1	2	13 923	0	0,017
5	2	1	2601	0	-0,017
5	2	2	13 923	0	-0,017
6	1	1	2601	0	0,017
	1	2	13 923	0	0,017
	2	1	2601	0	-0,017
	2	2	13 923	0	-0,017
7	1	1	2149	0	0,017
7	1	2	11 629	0	0,017
7	2	1	2149	0	-0,017
7	2	2	11 629	0	-0,017
8	1	1	2149	0	0,017
8	1	2	11 629	0	0,017
8	2	1	2149	0	-0,017
8	2	2	11 629	0	-0,017
9	1	1	-0,566	0	0,017
9	1	2	-2 906	0	0,017
9	2	1	-0,566	0	-0,017
9	2	2	-2 906	0	-0,017
10	1	1	0,002	0	0,017
10	1	2	0,002	0	0,017
10	2	1	-0,002	0	-0,017
10	2	2	-0,002	0	-0,017
11	1	1	-4 765	0	0,017
11	1	2	-25 425	0	0,017
11	2	1	-4 769	0	-0,017
11	2	2	-25 428	0	-0,017
12	1	1	-4 765	0	0,017
12	1	2	-25 425	0	0,017
12	2	1	-4 769	0	-0,017
12	2	2	-25 428	0	-0,017
13	1	1	-8 385	0	0,017
13	1	2	-44 854	0	0,017
13	2	1	-8 389	0	-0,017
13	2	2	-44 858	0	-0,017
14	1	1	-8 385	0	0,017
14	1	2	-44 854	0	0,017
14	2	1	-8 389	0	-0,017
14	2	2	-44 858	0	-0,017
15	1	1	-9 842	0	0,017
15	1	2	-52 783	0	0,017
15	2	1	-9 845	0	-0,017
15	2	2	-52 787	0	-0,017
16	1	1	-9 842	0	0,017
16	1	2	-52 783	0	0,017
16	2	1	-9 845	0	-0,017
16	2	2	-52 787	0	-0,017
17 років	1	1	-6 304	0	0,017
17 років	1	2	-33 896	0	0,017
17 років	2	1	-6 307	0	-0,017

17 років	2	2	-33,9	0	-0,017
18 років	1	1	0,002	0	0,017
18 років	1	2	0,002	0	0,017
18 років	2	1	-0,002	0	-0,017
18 років	2	2	-0,002	0	-0,017
19 років	1	1	-0,385	0	0
19 років	1	2	-2 107	0	0
19 років	2	1	-0,37	0	0
19 років	2	2	-2 093	0	0
19 років	3	1	-0,355	0	0
19 років	3	2	-2 078	0	0
20	1	1	0,033	0	0
20	1	2	0,033	0	0
20	2	1	0,047	0	0
20	2	2	0,047	0	0
20	3	1	0,06	0	0
20	3	2	0,06	0	0
21 рік	1	1	-0,735	0	0
21 рік	1	2	-4.175	0	0
21 рік	2	1	-0,722	0	0
21 рік	2	2	-4 163	0	0
21 рік	3	1	-0,71	0	0
21 рік	3	2	-4.15	0	0
22	1	1	0,033	0	0
22	1	2	0,033	0	0
22	2	1	0,044	0	0
22	2	2	0,044	0	0
22	3	1	0,055	0	0
22	3	2	0,055	0	0
23	1	1	-0,73	0	0
23	1	2	-4 171	0	0
23	2	1	-0,72	0	0
23	2	2	-4.16	0	0
23	3	1	-0,71	0	0
23	3	2	-4.15	0	0
24	1	1	0,033	0	0
24	1	2	0,033	0	0
24	2	1	0,042	0	0
24	2	2	0,042	0	0
24	3	1	0,051	0	0
24	3	2	0,051	0	0
25	1	1	-0,725	0	0
25	1	2	-4 166	0	0
25	2	1	-0,718	0	0
25	2	2	-4 158	0	0
25	3	1	-0,71	0	0
25	3	2	-4.15	0	0
26	1	1	0,033	0	0
26	1	2	0,033	0	0
26	2	1	0,039	0	0
26	2	2	0,039	0	0
26	3	1	0,046	0	0
26	3	2	0,046	0	0
27	1	1	1711	0	0
27	1	2	8 965	0	0
27	2	1	1717	0	0
27	2	2	8 971	0	0
27	3	1	1722	0	0
27	3	2	8 976	0	0

28	1	1	-0,363	0	0
28	1	2	-2 086	0	0
28	2	1	-0,359	0	0
28	2	2	-2 082	0	0
28	3	1	-0,355	0	0
28	3	2	-2 078	0	0
29	1	1	-4 044	0	0,011
29	1	2	-21 483	0	0,011
29	2	1	-4 031	0,013	0
29	2	2	-21 469	0,013	0
29	3	1	-4 017	0	-0,011
29	3	2	-21 456	0	-0,011
30	1	1	3 669	0	0,011
30	1	2	19 658	0	0,011
30	2	1	3 683	0,013	0
30	2	2	19 672	0,013	0
30	3	1	3696	0	-0,011
30	3	2	19 685	0	-0,011
31	1	1	-2 905	0	0,011
31	1	2	-15 515	0	0,011
31	2	1	-2 893	0,012	0
31	2	2	-15 504	0,012	0
31	3	1	-2 882	0	-0,011
31	3	2	-15 492	0	-0,011
32	1	1	2341	0	0,011
32	1	2	12 638	0	0,011
32	2	1	2352	0,012	0
32	2	2	12.65	0,012	0
32	3	1	2363	0	-0,011
32	3	2	12 661	0	-0,011
33	1	1	-1,441	0	0,011
33	1	2	-7 755	0	0,011
33	2	1	-1,432	0,01	0
33	2	2	-7 746	0,01	0
33	3	1	-1,423	0	-0,011
33	3	2	-7 737	0	-0,011
34	1	1	0,447	0	0,011
34	1	2	2523	0	0,011
34	2	1	0,456	0,01	0
34	2	2	2532	0,01	0
34	3	1	0,465	0	-0,011
34	3	2	2 541	0	-0,011
35	1	1	0,934	0	0,011
35	1	2	4 963	0	0,011
35	2	1	0,94	0,009	0
35	2	2	4 969	0,009	0
35	3	1	0,947	0	-0,011
35	3	2	4 976	0	-0,011
36	1	1	-3 192	0	0,011
36	1	2	-17.06	0	0,011
36	2	1	-3.185	0,009	0
36	2	2	-17 053	0,009	0
36	3	1	-3 179	0	-0,011
36	3	2	-17 047	0	-0,011
37	1	1	-7 017	0	0,011
37	1	2	-37 697	0	0,011
37	2	1	-7 011	0,009	0
37	2	2	-37 692	0,009	0
37	3	1	-7 006	0	-0,011

37	3	2	-37 687	0	-0,011
----	---	---	---------	---	--------

### Вибір величини переміщення з комбінацій

Одиниця. Вимірювання: мм, градуси

Параметри вибору:

Список вузлів/елементів: Усі

Список завантажень/комбінацій: Усі

Список факторів: Усі

Вибір значень переміщено з комбінацій						
ім'я	Максимальне значення			Мінімальне значення		
	Значення	вузол	комбінація	Значення	вузол	комбінація
X	21 876	11	2	-13 083	20	2
З	0	1	1	-89,16	18 років	2

### Значення, зміщені з комбінацій

Одиниці вимірювання: мм, градуси

Приклади параметрів:

Список вузлів/елементів: Усі

Завантажений список/комбінації: Усі

Список факторів: Усі

Величини зрушень, зумовлених комбінаціями				
вузол	комбінація	Значення		
		X	З	
3	1	-0,466	-4.225	
3	2	-2.505	-22,52	
4	1	-0,932	-9.035	
4	2	-5.01	-48,3	
5	1	-0,944	-12 469	
5	2	-5 084	-66 668	
6	1	-0,956	-15 727	
6	2	-5 158	-84 204	
7	1	-0,678	-16 633	
7	2	-3 668	-89,1	
8	1	-0,399	-16 532	
8	2	-2 178	-88 656	
9	1	-0,169	-13 024	
9	2	-0,933	-69,89	
10	1	0,061	-7 918	
10	2	0,311	-42 531	
11	1	4 092	-0,086	
11	2	21 876	-0,488	
12	1	-1,568	-0,023	
12	2	-8 425	-0,136	
13	1	3.63	-4 215	
13	2	19 413	-22,51	
14	1	2 558	-9 177	
14	2	13 682	-49 116	
15	1	1675	-12 461	
15	2	8 965	-66,66	
16	1	0,388	-15 841	
16	2	2069	-84 864	

17 років	1	-0,609	-16 628
17 років	2	-3 264	-89 094
18 років	1	-1,674	-16 619
18 років	2	-8 991	-89,16
19 років	1	-2 338	-13.02
19 років	2	-12 554	-69 886
20	1	-2 435	-7 774
20	2	-13 083	-41 779

### Завантаження з фрагмента схеми

Одиниця. Вимірювання: Т, м

Параметри вибору:

Список вузлів/елементів: Усі

Список завантажень/комбінацій: Усі

Список факторів: Усі

Завантаження з фрагмента схеми			
вузол	Навантаження	Значення	
		Рецепт	РЗ
1	1	0,977	0,553
1	2	5 855	3046
1	3	29 761	15 484
2	1	-0,977	0,491
2	2	-5 855	3046
2	3	-29 761	15 484

### Завантаження фрагмента схеми з комбінацій

Одиниця. Вимірювання: Т, м

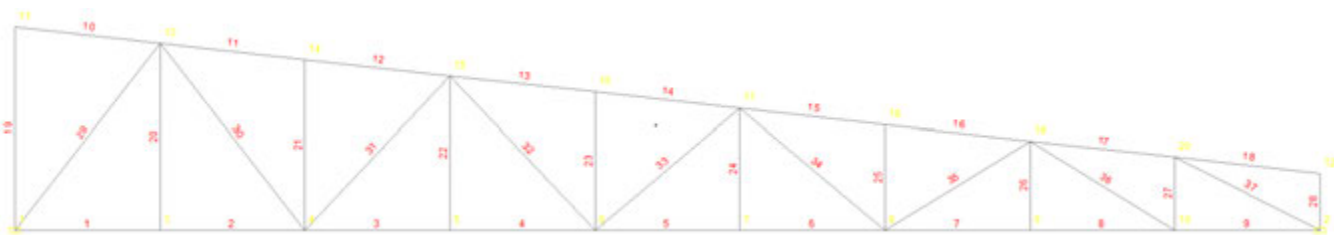
Параметри вибору:

Список вузлів/елементів: Усі

Список завантажень/комбінацій: Усі

Список факторів: Усі

Завантаження фрагмента схеми з комбінацій			
вузол	комбінація	Значення	
		Рецепт	РЗ
1	1	6 832	3,599
1	2	36 594	19 083
2	1	-6 832	3536
2	2	-36 594	19 021



**Результати вибору сталевих конструкцій**  
**Розрахунок проведено згідно з ДБН В.2.6-198:2014**

**Структурна група верхнього поясу**

елемент	Група асоціацій	Поперечний переріз для дослідження	Результат вибору
10	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 70х50х2.0
11	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 80х60х2.0
12	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 80х60х2.0
13	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 80х70х3,0
14	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 80х70х3,0
15	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 80х70х3,0
16	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 80х70х3,0
17 років	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 80х60х2,5
18 років	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 70х50х2.0

**Результати вибору сталевих конструкцій**  
**Розрахунок проведено згідно з ДБН В.2.6-198:2014**

**Збірка нижнього акорду**

елемент	Група асоціацій	Поперечний переріз для дослідження	Результат вибору
1	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 80х60х2.0
2	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 80х60х2.0
3	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 70х50х2.0
4	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 70х50х2.0
5	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 25х10х2.0
6	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 25х10х2.0
7	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120х60х4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 25х10х2.0

8	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120x60x4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 25x10x2.0
9	---	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 120x60x4,0	Прямокутні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 70x50x2.0

**Результати вибору сталеві конструкції**  
**Розрахунок проводиться згідно з ДБН В.2.6-198:2014**

**Структурна група стояків**

елемент	Група асоціацій	Поперечний переріз для дослідження	Результат вибору
19 років	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x2.0
20	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 30x2.0
21 рік	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x2.0
22	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 25x2.0
23	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 45x2.0
24	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 20x2.0
25	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 35x2.0
26	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 20x2.0
27	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 20x2.0
28	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 20x2.0

**Структурна група брекетів**

елемент	Група асоціацій	Поперечний переріз для дослідження	Результат вибору
29	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 80x3.0
30	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 35x2.0
31	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 70x2.0
32	---	Квадратні труби згідно з	Квадратні труби згідно з

		ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	ГОСТ Р 54157-2010 30x2.0
33	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x2.0
34	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 30x2.0
35	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 25x2.0
36	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x2.0
37	---	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 60x4.0	Квадратні труби згідно з ГОСТ Р 54157-2010 70x2,5

Звіт створено за допомогою SCAD++, версія: 21.1.1.1 від 24.07.2015

## 2.4 Розрахунок колони

Таблиця 2.4.1 Перелік навантажень на колону

№.	ім'я	Властивості навантаження		$\gamma_{fm}$	Розрахункове навантаження	
		$q_k$	ПК		П	П
1	2	3	4	5	6	7
1	Покрівельні сендвіч-панелі	0,29	-	1.2	34	-
2	Канали	0,6	-	1.1	0,66	-
3	сталевий каркас	5.42	-	1.2	5.9	-
4	Снігове навантаження	-	1.41	1.04	-	1.47
5	Загальне навантаження	5.77	1.41	-	6 574	1.47
<b>Повне завантаження</b>		<b><math>q_k=6,18</math></b>		-	<b><math>Q=7,05</math></b>	

Визначаємо площу навантаження на середню колону:

$$A_w = L * l = 8 * 6 = 48(\text{см}^2);$$

$$\text{Розміри колони: } b_k * h_k = 30 * 30(\text{см})$$

Визначаємо додаткове розрахункове навантаження:

$$N_{Ed} = q^{\text{покр.}} * A_w + G_k + G_{\phi} = 7,05 * 48 + 27,28 + 32,5 = 440,5 (\text{кН});$$

Вага колонки:

$$g_{\text{в.в.к.}} = b_k * h_k * H_k * \rho * \gamma_f = 0,3 * 0,3 * 6,2 * 25 * 1,1 = 27,28 (\text{кН})$$

Вибір матеріалу.

Бетон С20/25 (В25)

FCD = 14,5 (МПа)

fctd = 1,05 (МПа)

$\gamma_c = 1$

Ecd = 25 \* 10<sup>3</sup> (МПа)

Підкріплення А400S

$f_{yd} = 280$  (МПа)

$f_{ywd} = 290$  (МПа)

1) Гнучкість колони:

$$\lambda = \frac{l_0}{h} = \frac{434}{40} = 10,85;$$

$$l_0 = \mu * H_k = 0,7 * 6,2 = 4,34\text{м} = 434 \text{ (см)}.$$

$$2) \lambda_1 = \frac{\rho * f_{ywd}}{f_{cd} * \gamma_c} = \frac{0,1 * 365}{14,5 * 1} = 0,25.$$

3) З гнучкості  $\lambda = 16$  та співвідношення визначаємо коефіцієнт

$$\text{поздовжнього згину } \chi \cdot \frac{N_{ld}}{N} = 1$$

$$\chi_c = 0,89;$$

$$\chi_s = 0,9;$$

$$\chi = \chi_c + 2(\chi_s - \chi_c) * \lambda_1 = 0,89 + 2(0,9 - 0,89) * 0,25 = 0,895.$$

4) Визначаємо площу поперечного перерізу арматури:

$$A_s = \frac{N}{\chi * \gamma_s * f_{ywd}} - \frac{A * f_{cd} * a_{cc}}{f_{ywd}} = \frac{440,5}{0,895 * 1 * 365} - \frac{40 * 40 * 14,5 * 1}{365} = 1,35 - 63,56 = -62,21 \text{ (см}^2\text{)};$$

З вимог до проектування беремо робочу арматуру: 4 Ø 16 А400S,

поза межами  $A_s = 4,52 \text{ (см}^2\text{)}$

5) Діаметр поперечних стрижнів:

$$d_{sw} = 0,25d_s = 0,25 * 16 = 4 \text{ (мм)}$$

Ми приймаємо Ø 4 Vr-1.

б) Відстань між латами:

$$CCB=20d_c = 20 * 16 = 320\text{мм} \Rightarrow 300\text{мм}$$

Таблиця 2.4.2 Специфікація арматурних виробів для колон

позиція	позначка	ім'я	число	маса	примітка
Складальні одиниці					
1		Рама Кр-1	1 штука	41,86	
2		Сітка С-1	10 штук	6,8	0,68*10
3		Вбудована деталь Мз-1	1 штука	12,56	

Деталі					
1	ДСТУ 3760-06	Ø 16 A400C l=6180	4	39	6,18*4*1,578
2	ДСТУ 3760-06	Ø 4 Vr-1 l=380	9*4	2.86	0,38*76*0,099
3	ДСТУ 3760-06	Ø 4 Vr-1 l=380	18 років	0,68	0,38*18*0,099
4	EN1993-1-8	400*400*10	1	12.56	0,4*0,4*0,01*7850
Матеріали С20/25					
	Витрата арматури на 1 елемент		м3	0,99	
	Витрата арматури на 1 м3		кг	61,22	0,4*0,4*6,2
	бетон		кг/м3	62	

## РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### Вступ

Технологія планування ремонту та реконструкції будівель суттєво відрізняється від технології планування будівництва нових споруд. Основна відмінність полягає в необхідності ретельного обстеження існуючих будівельних конструкцій, визначення технічного стану всіх конструктивних елементів та умов організації ремонту (містобудівних, технічних, технологічних). Саме ці умови часто визначають вибір принципового рішення щодо типу ремонту та модернізації.

Технічні дослідження місця реконструкції проводяться відповідно до ДБН А.2.1-1 та включають:

- Інженерно-геодезичні вишукування;
- Інженерно-геологічні вишукування;
- Додаткові види обстежень (за необхідності вони визначаються під час попереднього обстеження ділянки, прилеглих територій та об'єктів).

У рамках інженерно-геологічних досліджень прогнози складаються відповідно до ДБН А.2.1-1:

- пошук, що відображає характеристики ймовірних змін природних та техногенних умов для прилеглої забудови та об'єкта проекту під впливом його будівництва та експлуатації;
- нормативний та містить рекомендації щодо досягнення нормативного стану природних та техногенних умов для суміжної

забудови шляхом регулювання впливів та впровадження спеціальних заходів.

### 3.1 Моніторинг прилеглих будівель та території.

Метою моніторингу є спостереження за технічним станом об'єкта реконструкції, відстеження техногенного впливу реконструкції на сусідні будівлі та споруди, технічної, геологічної та екологічної ситуації на прилеглий території, а також визначення термінів та ступеня можливих відхилень від функціональності досліджуваних об'єктів. Моніторинг включає такі завдання для перевірки технічного стану реконструйованого об'єкта:

- діагностика;
- Спостереження;
- Прогноз надійності для режимів роботи.

### 3.2 Технічна інспекція будівлі

Загальні технічні огляди будівлі проводяться двічі на рік – навесні та восени. Мета весняного огляду — перевірити стан будівлі після танення снігу або зимових дощів. Весняна перевірка визначає обсяг робіт для поточного ремонту будівлі, що проводиться протягом літа, а також обсяг капітального ремонту, який буде включено до плану на наступний рік.

Під час весняного генерального огляду слід:

- ретельно оглянути стан несучих та огорожувальних конструкцій та виявити можливі пошкодження, спричинені погодними та іншими впливами;
- виявити дефектні ділянки, які потребують тривалого моніторингу;
- Перевірка функціональності та експлуатаційної готовності віконних елементів, освітлення, воріт, дверей та інших пристроїв, що відкриваються, у зимовий період.

Окрім регулярних перевірок, після стихійних лих (пожежа, ураганний вітер, сильні дощі або снігопади, коливання земної поверхні в районах підвищеної сейсмічності тощо) або аварій можуть знадобитися позачергові перевірки будівель та споруд.

### 3.3 Заходи з підготовки майданчика до ремонтних та будівельних робіт

Це навчання включає такі заходи:

1. З'ясування стану пошкодження конструкції, визначення типу кріплення

Конструкції на період демонтажних та монтажних робіт. визнання додаткові роботи, які були пропущені або не включені до проектів та кошторисів.

2. Розчищення будівельного майданчика для проведення ремонтних, будівельних та монтажних робіт, зокрема демонтажу будівель, передбачених проектом та кошторисом, а також видалення або

Прокладання ліній електропередач, телефонних та радіомереж у зоні руху крана. Доставка інвентарних дощок та інших матеріалів на будівельний майданчик для

Будівництво тимчасових огорож (парканів) та тротуарів з них.

3. Ремонт, заміна або встановлення нового зовнішнього обладнання двору.

4. Доставка та встановлення необхідних підйомно-транспортних механізмів

(баштові крани, підйомне обладнання, конвеєрні стрічки тощо) та їх випробування.

5. Надання площ та приміщень для тимчасового зберігання матеріалів, конструкцій та обладнання; Облаштування тимчасових доріжок (якщо Потреба).

Реконструкція буде проведена в житловому районі міста, де є необхідні підключення: водопостачання, каналізація та електроенергія.

Район забудови має розгалужену мережу транспортних шляхів.

Будівлі та матеріали доставляються на будівельний майданчик спеціальним транспортом.

### **3.4 Технологічна карта монтажу покрівельних сендвіч-панелей**

#### **3.4.1 Сфера застосування**

На цій технологічній карті розроблено комплекс робіт з монтажу сендвіч-панелей покрівлі на реконструйованій будівлі спортивного

комплексу в місті Маріуполь. Роботи виконуватимуться в одну зміну бригадою з чотирьох осіб: одного кранівника та трьох монтажників.

### **3.4.2 Інструкції щодо виконання роботи**

- Перед встановленням сендвіч-панелей необхідно перевірити точність розмірів та рівність основи. - Безпосередньо перед початком монтажних робіт необхідно очистити поверхню сендвіч-панелей від можливих забруднень (клей, вата, сніг тощо). - Механічний вплив на панелі під час складання, кріплення кріпильних елементів, обробки стиків та примикаючих зон не допускається. - Необхідно забезпечити захист торців панелей від вологи під час монтажу та надійну герметизацію всіх стиків панелей під час експлуатації.

### **3.4.3 Виконання робіт**

Перед монтажем необхідно встановити додаткову робочу платформу. Першу панель піднімають за допомогою підйомного пристрою та встановлюють на несучу конструкцію даху. Панель кріпиться до несучої конструкції саморізами, потім панелі розстібаються. На перекриття першої панелі необхідно нанести герметик для покрівлі, а кінець наступної панелі потрібно обрізати. Встановіть наступну панель таким самим чином, прикріпіть її до несучої конструкції даху та послабте стропи. Потім організуйте кріплення верхньої пластини до нижньої на поперечному стикі. Після встановлення панелей першого та другого ряду можна організувати поздовжнє з'єднання між панелями. Перед кожною перервою в роботі кожна панель слід закріпити до опорних конструкцій за допомогою кількості шурупів, зазначеної в проекті. Під час складання окремі панелі піднімаються в потрібне положення за допомогою підйомного механізму з вакуумними присосками. Для монтажного різання сендвіч-панелей використовуються ножиці та пилки, які дозволяють виконувати лише холодне різання (наприклад, лобзик або ручна циркулярна пилка). Перегрів металевого покриття пластини під час різання небезпечний, оскільки пошкоджує

антикорозійний шар. Під час кріплення панелей до сталевих або дерев'яних конструкцій необхідно використовувати саморізи або шурупи із загартованої вуглецевої сталі з шайбами. Кріплення слід встановлювати під прямим кутом до поверхні панелі. Елементи, які встановлені криво, вважаються дефектними. Перед кріпленням панелей необхідно зняти захисну плівку з місць кріплення панелей та місць кріплення гвинтів. Плівку повністю видаляють з поверхонь панелей безпосередньо перед завершенням усіх монтажних робіт, тобто коли більше немає ризику пошкодження панелей.

#### 3.4.4 Аркуш розрахунку вартості робочої сили

№ п/п	Найменування робіт	Од. Вим.	Об'єм робіт	На весь обсяг робіт		Склад ланки	
				Норма часу люд-год	Трудомісткість Люд-змін	Професія і розряд	К-сть днів
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1.	Підготовка місця встановлення панел	100 шт	1,05	2,7	0,35	Монтажник 4р-2	0,2
2.	Встановлення панелі на несучу конструкцію	100 м <sup>2</sup>	12,38	54,5	84,33	Монтажник 4р-3, Машиніст - 1	21
3.	Закріплення панелі	100 м <sup>2</sup>	12,38	6,83	10,56	Монтажник 4р-3	3,5

#### 3.4.5 Розрахунок техніко-економічних показників

1. Довони працюють:

$$V = 12,38 \text{ м}^2$$

2. Тривалість будівельного процесу:

$$Tr = (\text{дні}) \ 25$$

3. Т.Сорт руди Фабрики:

$$T = 95,3 \text{ людино-днів}$$

4.Трудомісткість на одиницю роботи:

$$\text{Тодд.} = T (\text{людино-дні})/V = 95,3/12,38 = 7,7 \text{ осіб/м}^2$$

5.Продуктиності на одного працівника за день:

$$\text{-нормативний } V_n = V / T = 12,38/95,3 = 0,13 \text{ м}^2/\text{людино-день}$$

6. Виробництво командної змінної м<sup>2</sup>/день = 12,38/25=0,49 м<sup>2</sup>/день

Техніко-економічні показники

№	Назва показника	Одиниці виміру	К-сть
	Об'єм робіт за техкартою	100м <sup>2</sup>	12,38
	Тривалість виконання роботи	дні	25
	Трудомісткість робіт	л-зм.	95,3
	Трудомісткість на одиницю виміру робіт	л-зм./100м <sup>2</sup>	7,7
	Виробіток на одну люд/зм.	100м <sup>2</sup> ./л-зм.	0.13
	Змінна виробітка бригади	100м <sup>2</sup> ./дні	0,49

### 3.4.6 Вибір механізму кріплення

При виборі монтажного крана необхідно враховувати можливість встановлення елементів у найвіддаленіших від його розташування місцях з максимальною висотою підйому гака.

Для монтажу покрівельних сендвіч-панелей ми вибираємо кран, виходячи з наступних умов. Необхідні параметри кранової установки: вантажопідйомність, висота підйому гака, виліт стріли.

Контроль якості; Єва; НК - Монтажні характеристики крана.

Визначаємо необхідні параметри крана.

Необхідна вантажопідйомність:

$$Q_{KTr} = Q_1 + Q_{mz} + Q_{кр}$$

де Q<sub>1</sub> – маса елемента, встановленого в розрахунковому положенні, т;

Q<sub>mz</sub> - маса монтажних інструментів, 0,3 т;

Q<sub>кр</sub> - маса арматурних конструкцій, т.

$$Q_{KTr} = 0,18 + 0,3 + 0 = 0,48 \text{ тонни}$$



### **3.4.7 Інструкції з техніки безпеки під час виконання монтажних робіт**

Відповідно Згідно з ДБН А.3.2-2-2009, безпечне виконання підготовчих та монтажних робіт вимагає суворого дотримання працівниками правил безпеки. Кожен працівник повинен знати свою роботу та добре її виконувати. Тільки за цієї умови можна запобігти нещасним випадкам.

#### 1. Нещасні випадки на виробництві можуть мати різні причини:

неправильна організація роботи, допуск до роботи осіб, які не отримали інструкцій щодо безпечного виконання роботи;

Відсутність або несправність огорож та охоронного обладнання;

несправний стан інструментів та обладнання;

неправильне обслуговування обладнання та механізмів;

Нехтування працівниками засобами безпеки.

- Виконуйте всі роботи у спеціальному одязі та з використанням засобів індивідуального захисту для рук та очей; - Під час роботи на висоті обов'язкове використання страхувальних мотузок; - Забороняється встановлювати технологічне обладнання або підйомні пристрої безпосередньо на сендвіч-панелі покрівлі.

## **РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА**

### **4.1 Календарний план**

Календарним планом враховано комплекс необхідних робіт по демонтажу та підсиленню існуючих конструкцій і монтажу нових конструкцій.

### **4.2 Призначення календарного плану**

Календарний план призначений для визначення послідовності і термінів виконання будівельних, демонтажних робіт, підсилення існуючих конструкцій, монтажних і спеціальних робіт. За календарним планом розраховують потребу в трудових і матеріальних ресурсах.

В якості вихідних даних при розробці календарного плану використовують робочі креслення, обсяги та трудомісткості робіт, норми тривалості будівництва згідно БНіП 3-4-92.

### **4.3 Загальний порядок демонтажу**

Демонтаж і розбирання будівельних конструкцій виконують при ремонті й заміні останніх.

Демонтаж будівельних конструкцій – це процес їхнього видалення в незруйнованому вигляді з використанням вантажопідйомних, такелажних і транспортних засобів. У процесі демонтажу конструкцій застосовують часткове зруйнування лише окремих кріпильних і зв'язувальних елементів. Розбирання будівельних конструкцій полягає в їхньому частковому зруйнуванні з метою членування на окремі елементи і подальшого вивезення. Демонтаж і розбирання конструкцій здійснюють поелементно й укрупненими блоками. Поелементне розбирання виконують вручну або з застосуванням ручних машин. Поелементно

конструкції розбирають для максимального збереження матеріалів з метою їх повторного використання.

Подальший демонтаж конструкцій відбувається зверху вниз у такому порядку:

- 1) технологічні споруди: технічні комунікації, трубопроводи;
- 2) Захисні конструкції: горизонтальні (стеля горища, підлога), вертикальні (перегородки, двері, вікна);
- 3) Спеціальні конструкції: сходи, пандуси, поручні;
- 4) несучі конструкції: горизонтальні (ферми перекриття, поперечні балки, балки), вертикальні (стіни, колони, підйомники), фундаменти, підвали.

#### **4.4.1 Демонтаж технічного обладнання**

Демонтаж технічного обладнання можна розпочати лише після відключення всіх технічних мереж від системи комунікацій міста. Процес демонтажу виглядає наступним чином: системи водопостачання та центрального опалення спорожняються, потім демонтуються лічильники води, лічильники раковини та електроенергії, системи телефонного та радіозв'язкового зв'язку. Демонтаж санітарних вузлів починається з видалення умивальників, раковин, ванн, унітазів та зливних бачків; Потім демонтуються клапани, крани та інші запірні пристрої. Радіатори відокремлені від труб, і якщо маса радіатора перевищує 80 кг, його поділяють на секції. Зношені сталеві трубопроводи демонтують по секціях, розділяючи їх на сегменти за допомогою електро- або газового різання, а чавунні трубопроводи розламують у місцях пробивання.

При демонтажі систем електричного освітлення знімаються стельові світильники, розетки, вимикачі, штекери тощо; Потім проводку розбирають, розплющують і змотують у катушку.

#### **4.4.3 Демонтаж сходів**

Демонтаж сходів відбувається покроково зверху вниз відповідно до демонтажу перекриттів. Демонтаж починається з поручнів, потім йдуть сходинок, платформи та доріжки. Перила розбираються секціями за допомогою киснево-газового різання. Кам'яні та залізобетонні сходинок знімаються зверху вниз і розділяються ломом. Коли сходи встановлюються в стіну вздовж маршу, над нею пробивають паз довжиною 25-30 см для звільнення встановлених торців. Зняті сходинок опускаються по напрямних на нижній майданчик, де їх зв'язують разом, закріплюють стропами та транспортують краном. Демонтаж сходових площадок, виготовлених із збірних панелей, починають з розпушування їх торців по контуру шляхом пробивання отвору на 10–15 см вище панелей. Звільнені від кладки плити піднімають та опускають. Демонтаж косоурів та сходових площадок виконується за допомогою простих платформ, виготовлених з інвентарних елементів, тобто елементів багаторазового використання.

#### **4.4.4 Демонтаж стінових панелей**

Зовнішні стінові панелі демонтуються або повністю по секціях вниз, або частково, видаляючи ряд панелей, що прилягають до даху. Спочатку монолітний шов по контуру плити розбивається пневматичними молотами. Потім матеріал прядеться за допомогою відповідного пристрою. Закладні деталі, що кріплять плиту до колон, вирізаються газовим різачком. На цьому етапі демонтовану панель необхідно підтримувати краном та розпірками. Відкриту плиту розміщують на транспортному засобі, припаркованому в робочій зоні крана, для подальшого транспортування. Демонтаж стінових панелей багатопверхових будівель відбувається поверх за поверхом по черзі.

Робітники розташовані на підвісних стелажах, які регулярно переставляють по будівлі.

Також враховуються інші невраховані роботи, на які припадає 8% від загальної трудомісткості реконструкційних робіт.

#### **4.4.5 Заходи безпеки під час демонтажних робіт**

Перед початком робіт територію буде огорожено захисними козирками, тимчасовими кріпленнями та попереджувальними знаками, а конструкції та окремі елементи будівель у небезпечних зонах будуть тимчасово укріплені. Демонтаж конструкцій та елементів здійснюється згідно з робочим проектом. Забороняється одночасно працювати на кількох поверхах та скидати будівельні матеріали та відходи на нижні поверхи. Важкі та довгі конструкції транспортуються за допомогою підйомних пристроїв, а відходи опускаються в ящики за допомогою полозів або крана.

Демонтажне обладнання перевіряється до початку та регулярно під час роботи. Його випробовують з навантаженням на 10% більшим за розрахункове. Вантажопідйомні пристрої та кріпильні ланцюги перевіряються кожні шість місяців з подвійним номінальним навантаженням. Крім того, стропи регулярно перевіряються та сортуються. Під час кріплення до конструкцій з гострими краями між петлями та краями розміщуються ущільнювачі для захисту кабелів від стирання. Працівникам суворо забороняється перебувати на пересувних конструкціях. Горизонтальні переміщення блоків, пакетів та конструкцій повинні відбуватися на висоті не менше 50 см над конструктивними елементами, що виступають після монтажу.

#### **Конструктивні рішення будівлі**

Несуча конструкція будівлі складається з несучого залізобетонного каркасу з легкими огорожувальними конструкціями. Стійкість будівлі

забезпечується жорсткістю несучих конструкцій, які з'єднані збірними залізобетонними пустотними плитами плит та сендвіч-панелями покрівлі, залізобетонними та сталевими фермами, а також вертикальними зв'язками.

### **Фундаменти**

Фундаменти спроектовані на основі неосадних ґрунтів з непорушеною, водонепроникною та непухкою природною структурою, яка покриває всю площу будівлі. Фундаменти скляного типу для колони з розмірами подушки 2,5 х 2,5. Згідно з результатами випробування на несучу здатність, фундаменти не потребують перебудови чи посилення. Основа фундаменту розташована на позначці 1,7 м. Існуючі залізобетонні трапецієподібні фундаментні балки висотою та шириною 300 мм.

### **стіни**

Периметральні конструкції спортивного комплексу складаються зі стінових сендвіч-панелей товщиною 200 мм та розмірами 1,5 х 6 м. Обрана товщина стінок відповідає вимогам до властивостей теплопередачі. Наповнення панелі пінополістиролом – це водонепроникний, теплоізоляційний, екологічно чистий та довговічний матеріал. Основними перевагами таких сендвіч-панелей є відносна міцність при малій вазі, низька вартість порівняно з іншими наповнювачами, дуже хороші теплоізоляційні властивості, хороша несуча здатність та швидкий і простий монтаж..

### **Перегородки**

Перегородки повинні бути з цегли М100 на складному цементно-вапняному розчині М75. Перегородки товщиною 120 мм.

### **Перекриття**

Перекриття складаються з попередньо виготовлених залізобетонних плит розміром 3 х 6 м з круглими заглибленнями, в які встановлюються поперечні розпірки.

### **Вікна та двері**

Вікна складаються з металопластикового профілю з двокамерним склопакетом товщиною 42 мм. Зовнішні двері виготовляються з металопластику згідно ДСТУ Б В.2.6-15-99. Віконні блоки складаються з елементів каркаса (коробок, стулок, панелей, вікон, фрамуг). Кутові з'єднання елементів каркаса виконуються цвяхами та клеєм, зварюванням, механічними з'єднаннями або іншими методами. Конструктивні рішення кутових стиків вказані в стандартах для конкретних типів віконних блоків.

Дверні блоки складаються з коробок та рам, панелей або стулок панелей. Кутові з'єднання елементів каркаса виконуються цвяхами та клеєм, зварюванням, механічними з'єднаннями або іншими методами. Конструктивні рішення кутових з'єднань вказані в стандартах для конкретних типів дверних блоків. Конструкція дверних блоків може передбачати встановлення пристроїв, що самозакриваються або самовідкриваються.

### **Ґрунти**

Вибір ґрунтів згідно з ДБН Д.2.2-11-99 «Збірник 15 ґрунтів». Підлоги у вестибюлі, фойє та коридорах виготовлені з лінолеуму. Підлоги в басейнах, душових кабінах та ванних кімнатах виготовлені з нековзної керамічної плитки. Ламінат використовується в адміністративних офісах, медичному центрі та фітнес-центрі. Підлоги у спортивних залах зроблені з дерев'яних балок, з гумовим покриттям по всій площі залу. Підлоги в підвалі зроблені з бетону.

### **Зовнішнє та внутрішнє оздоблення**

Цокольний поверх спортивної будівлі оштукатурений та пофарбований у темно-сірий колір. Сходи ганку покриті порцеляною плиткою. Стіни вестибюля, вестибюля та коридорів оштукатурені штукатуркою з використанням короїда; Стіни адміністративних та службових приміщень, навчальних кімнат, медичного центру, кімнати відпочинку та кафетерію обклеєні склошпалерами для подальшого фарбування водоемульсійною фарбою. Стіни душових кабін, санвузлів, інвентарних кімнат, коморок,

шлюзів та лабораторії для хімічного аналізу води облицьовані керамічною плиткою. Стіни підсобних та технічних приміщень пофарбовані водоемульсійною фарбою. Підвісні стелі Армстронг встановлюються в приміщеннях з нормальною вологістю. У роздягальнях, душових та шлюзах встановлені алюмінієві рейкові стелі. Підвісні стелі виготовляються з негорючих матеріалів на металевому каркасі. Будівля обладнана автоматичною пожежною сигналізацією з виходом на центр керування пожежною сигналізацією та акустичною сиреною для оповіщення про пожежу.

### **Технічне обладнання**

Технічне обладнання будівлі включає:

- водопостачання;
- стічні води;
- Блок живлення;
- Система опалення.

Водопостачання здійснюється централізовано через міську водопровідну мережу.

Електропостачання здійснюється через зовнішню міську мережу напругою 220/230 В.

Дренажна система подається в міську каналізаційну систему самопливом.

Опалення – центральне водяне від зовнішньої міської мережі, на входах до будівлі встановлені теплові завіси.

Засоби зв'язку – радіозв'язок, телефонний зв'язок, охоронна та пожежна сигналізація.

### **4.5 Розрахунок техніко-економічних показників**

#### **до календарного плану**

1) Час будівництва системи вказано в днях. Стандартний термін будівництва визначається СНиП і становить 97 днів. Приймається – з календарного плану від першого робочого дня до завершення всіх видів робіт і становить: 95 днів.

2) Загальна трудомісткість визначається як сума трудомісткості всіх будівельно-монтажних робіт, запланованих у календарному плані, і становить:

Нормативно – 3476,27 осіб/дні

Прийнято – 3462 людино-дні

3) Продуктивність праці визначається у відсотках. Продуктивність за замовчуванням становить 100%.

$$P = (T_n/TP) * 100\% = (3476,27/3462) * 100\% = 100,4\%$$

4) Питома трудомісткість – визначається співвідношенням передбачуваної трудомісткості до будівельного обсягу будівлі та становить

$$K_{pit} = T_{pr}/V_{stud} = 3462/36928,4 = 0,09 \text{ л-днів/м}^3$$

5) Коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили визначається відношенням максимальної кількості працівників до їх середньої кількості:

$$K_{нр} = N_{max}/N_{сер} = 38/36 = 1,05$$

6) Коефіцієнт суміщення робіт визначається шляхом ділення тривалості робіт у технологічній послідовності в днях на прийняту тривалість будівництва:

$$X_{сума} = 370,5 / 95 = 3,9$$

7) Максимальна кількість працівників, присутніх на будівельному майданчику, визначається планом переміщення будівельників. А це відповідає 38 особам.

8) Середня кількість працівників визначається співвідношенням передбачуваної трудомісткості до тривалості будівництва об'єкта.

$$\text{Середнє значення} = 3462/95 = 36 \text{ осіб.}$$

## Техніко-економічні показники

Назва показника	Один. вим.	Показники	
		Нормат.	Прийн.
Тривалість будівництва	Дні	97	95
Загальна трудоємкість робіт	л/дні	3476,27	3462
Продуктивність праці	%	100	100,4
Питома трудоємкість робіт	%	-	0,09
Коефіцієнт нерівномірності руху робочих	$K_{нр}$	>1	1,05
Коефіцієнт суміщення робіт	$K_e$	-	3,9
Максимальна чисельність робочих	чол.	-	38
Середнє число робочих	$N_{сер}$	-	36

## **4.6 Вибір методів роботи, план переміщення працівників та основних машин і механізмів**

### **Земляні роботи**

Перед початком робіт та під час їх виконання необхідно завершити прокладання технічних мереж для поверхневого водовідведення.

Якщо необхідно працювати в ніші з вертикальними стінами, найменша відстань між бічною поверхнею конструкції, що зводиться, та дошкою або пазогребневим з'єднанням повинна бути не менше 0,7 м.

Для стрічкових фундаментів ширину необхідно враховувати з урахуванням ширини будівлі, гідроізоляції, опалубки та кріплення плюс 0,5 м.

Надлишковий та непридатний для використання ґрунт, видалений з котловану, слід негайно транспортувати до місць встановлення, щоб уникнути створення тимчасових сміттєзвалищ.

У місцях, де робітники спускаються в котлован для виконання робіт, необхідно встановити кріплення.

### **Малярні роботи**

Фарбувальні роботи передбачають обробку зовнішніх та внутрішніх поверхонь будівлі фарбувальними складами.

Існують різні склади:

- на водній основі (темперні, вапняні, силікатні та емульсійні фарби)

- Олійні склади (емалеві та синтетичні фарби).

Малярні роботи будуть виконуватися лише після завершення всіх будівельних робіт, таких як штукатурення, облицювання та скління.

Фарбувальні роботи дуже трудомісткі та повинні виконуватися механізовано. Значного скорочення зусиль на фарбування на місці можна досягти, підвищивши заводську готовність збірних елементів та виконавши максимальні зусилля на фарбування в заводських умовах.

Вологість штукатурки або бетону не повинна перевищувати 8% перед фарбуванням, а вологість дерев'яних поверхонь не повинна перевищувати 12%. Якщо основа дуже волога, допускається фарбування вапняною фарбою.

Поверхні, що підлягають фарбуванню, необхідно підготувати (висушити, очистити), шорстку поверхню штукатурки вирівняти, а всі дрібні тріщини заповнити розчином на глибину не менше 3 мм.

#### **4.6.1 Графік переміщення працівників на будівельному майданчику**

Для визначення максимальної та середньої кількості працівників на підприємстві та забезпечення раціонального використання праці на підприємстві складається графік руху робочої сили на підприємстві.

Згідно з календарним планом, максимальна кількість працівників у компанії становить 38 осіб.

Середня кількість робітників на будівельному майданчику визначається шляхом ділення загальної прийнятої трудомісткості на тривалість будівництва в днях.

$$\text{Навер} = Q_n / T = 13462 / 951 = 36 \text{ осіб.}$$

Коефіцієнт нерівномірного руху робочої сили визначається відношенням максимальної чисельності працівників до середньої чисельності.

$$K_n = N_{\text{макс}} / N_{\text{середнє}} = 38 / 36 = 1,05$$

#### **4.6.2 Графік доставки основних матеріалів та конструкцій на будівельний майданчик**

У графіку постачання матеріалів та конструкцій перераховуються основні матеріали та конструкції, дата та час їх постачання, витрата, запаси в днях, запаси у фізичних кількостях залежно від матеріалу та чи є він місцевим.

Матеріали, напівфабрикати та конструкції надходять на завод через

з транспортними засобами з виробничих потужностей.

План розраховує запаси матеріалів за кілька днів наперед, щоб уникнути простоїв через можливі проблеми з транспортуванням.

Матеріали доставляються на будівельний майданчик у порядку їх використання.

Найменування	Од. вим.	Кіль-ть
Профільні труби	м	456
Бетон	100м <sup>3</sup>	18.843
Покрівельні панелі	100шт	1,43
Сталеві кутики та пл.	100шт	2,2
Стінові панелі	100шт	3,36
Керамічна цегла	м <sup>3</sup>	621,5

#### 4.6.3 План роботи основних машин та механізмів

У плані експлуатації основних машин і механізмів перераховані основні машини та механізми, необхідні для проведення демонтажних та монтажних робіт. Для інших будівельних робіт:

Машини та механізми:

Найменування	Тип машини	Кіль-ть
Кран	ДРК-250	2
Бетононасос	КВ-1С	1
Зварювальний апарат	WZ-32-02	1
Штукатурна станція	AMX 13-90	4
Фарборозпилювач	Chaffi	4

#### 4.7 Перелік послуг

№ п/п	Найменування робіт	Обсяг робіт	
		Од. вим.	К-сть.
1	2	4	5
1	Підготовчі роботи	%	3
2	Демонтаж стінових панелей	100шт	2
3	Розбиран. цегл. перегородок	м3	97,02
4	Розб. підлоги з керам. плитки	100м2	9,15
5	Розб. облицюван. стін з керам. плитки	100м2	10,65
6	Розб. підлоги з лінолеуму	100м2	11,31
7	Розб. дощатого покр. підлог	100м2	7,40
8	Демонтаж дверних коробок	100шт	1,06
9	Демонтаж віконних коробок	100шт	0,65
10	Демонтаж світильників	100шт	1,05
11	Демонтаж розеток та вимик.	100шт	2,51
12	Демонтаж схованої електроп.	100м	12,85
13	Демонтаж відкрит. електроп.	100м	2,11
14	Демонтаж кранів	100шт	0,32
15	Демонтаж раковин	100к-т	0,29
16	Демонтаж унітазів	100к-т	0,62
17	Демонтаж радіаторів	100шт	0,63

33	Приклеювання полотна	м2	425,70
34	Підготовка поверхні	100м2	0,32
35	Грунтування поверхні	100м2	0,16
36	Нанесення епоксидного клею	100м2	0,16
37	Приклеювання полотна	м2	16,20
38	Пробивання отворів в перекр.	100шт	0,52
18	Розбирання трубопр. канал.	100м	3,28
19	Розбир. трубопр. водопост.	100м	7,13
20	Демонтаж ліфта пасажирськ.	1шт	2,00
21	Розбирання покриття покр.	100м2	17,85
22	Відбивання штукатурки	100м2	23,40
23	Нанесен. ц.п. розчину	100м3	0,73
24	Встановлення кутиків	т	3,36
25	Встановлення планок	т	4,22
26	Скруглення кутів колони	м3	0,40
27	Шпаклювання колони	100м2	0,43
28	Нанесення епоксид. клею	100м2	0,51
29	Накладання полотна	м2	50,55
30	Підготовка поверхні	100м2	5,94
31	Грунтування поверхні	100м2	4,26
32	Нанесення епоксидного клею	100м2	4,26

39	Збирання і розбир. опалуб.	100м3	2,07
40	Встанов. арм. каркасу під кол.	100м3	2,60
41	Укладання бет. суміші	100м3	2,07
42	Улашт. монол. сходів і площ.	100м3	0,10
43	Монтаж з/б балок	100шт	0,25
44	Монтаж з/б плит перекриття	100шт	0,56
45	Виготов. градчаст. констр.	т	98,00
46	Монтаж ферм	т	98,00
47	Монтаж прогонів	т	0,91
48	Монтаж покр. сенд. панел.	100м2	8,10
49	Влашт. гідроіз. плів. під покр.	100м2	5,76
50	Влашт. теплоізол. покрівлі	100м2	5,76
51	Влашт. піщан. підгот. під покр.	100м2	1,15
52	Влашт. бет. стяжки покрівлі	100м2	5,76
53	Влаштув. рулон. покрівлі	100м2	5,76
54	Монтаж стінових панелей	100шт	3,36

55	Монтаж вітражів	т	4,70
56	Запов. вікон. прор. гот. блок.	100м2	4,55
57	Мурування цегляних стін	м3	142,50
58	Мурування перегородок	100м2	4,79
59	Установлення дверних блоків	100м2	2,47
60	Шпаклювання стель	100м2	42,60
61	Вапняне фарбування стель	100м2	42,60
62	Штукатурка цегляних стін	100м2	11,63
63	Шпаклювання стін	100м2	8,42
64	Вапняне фарбування стін	100м2	6,35
65	Влаштування теплоіз. підлог	100м2	16,68
66	Влаштув. підлоги з лінолеуму	100м2	8,29
67	Влашт. підлоги з ламітану	100м2	7,63
68	Влаштув. гідроізол підлог	100м2	9,30
69	Влаштув. гідроізол. басейну	100м2	2,50
70	Облиц. підлог керам. плиткою	100м2	12,50
71	Облиц. стін керам. плиткою	100м2	6,65
72	Санітарно-тех. роботи	5%	123,45
73	Електромонтажні роботи	5%	123,45
74	Монтаж технол. устаткування	1%	24,69
75	Налаг. та пуск технол. обладн.	2%	2,47
76	Невраховані роботи	4%	98,76

## 4.8 Розрахунок трудомісткості та потужності машин

18	Розбирання трубопр. канал.	§16-39-2	100м	3,28	64,63	26,50	-		8	1	3,31
19	Розбир. трубопр. водопост.	§16-1-1	100м	7,13	49,32	43,96	-		8	1	5,49
20	Демонтаж ліфта пасажирськ.	§3-560-1	1шт	2,00	165,00	41,25	11,25	2,81	8	1	5,16
21	Розбирання покриття покр.	§46-40-1	100м2	17,85	23,73	52,95	-		6	1	8,82
22	Відбивання штукатурки	§11-50-4	100м2	23,40	12,10	35,39	-		6	1	5,90
23	Нанесен. ц.п. розчину	§20-16-6	100м3	0,73	78,26	7,14	-		3	1	2,38
24	Встановлення кутиків	§15-182-1	т	3,36	88,71	37,26	-		3	1	12,42
25	Встановлення планок	§41-10-1	т	4,22	88,71	46,79	-		3	1	15,60
26	Скруглення кутів колони	§27-45-2	м3	0,40	77,50	3,88	-		2	1	1,94
27	Шпаклювання колони	§13-13-1	100м2	0,43	63,03	3,39	-		2	1	1,69
28	Нанесення епоксид. клею	§41-10-1	100м2	0,51	36,50	2,33	-		2	1	1,16
29	Накладання полотна	§27-45-2	м2	50,55	0,29	1,83	-		2	1	0,92
30	Підготовка поверхні	§11-41-3	100м2	5,94	2,05	1,52	-		2	1	0,76
31	Грунтування поверхні	§20-12-1	100м2	4,26	6,69	3,56	-		2	1	1,78
32	Нанесення епоксидного клею	§20-12-1	100м2	4,26	36,50	19,44	-		2	1	9,72
33	Приклеювання полотна	§20-26-1	м2	425,70	0,11	5,85	-		2	1	2,93
34	Підготовка поверхні	§6-52-6	100м2	0,32	2,05	0,08	-		2	1	0,04
35	Грунтування поверхні	§6-62-22	100м2	0,16	6,69	0,13	-		2	1	0,07
36	Нанесення епоксидного клею	§6-66-7	100м2	0,16	36,50	0,73	-		2	1	0,37
37	Приклеювання полотна	§29-160-1	м2	16,20	0,11	0,22	-		2	1	0,11
№ п/п	Найменування робіт	Обґрунтування	Обсяг робіт		Трудомісткість		Машиномісткість		К-сть роб.	К-сть мін	Тривал. роботи
			Од. вим.	К-сть.	Н. часу	Л. дні	Н. часу	Маш. зм.			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Підготовчі роботи	УН	%	3	74,07	74,07	-		6	1	12,34
2	Демонтаж стінових панелей	§7-3-8	100шт	2	220,00	55,00	-		8	1	6,88
3	Розбиран. цегл. перегородок	§5-3-1	м3	97,02	8,06	97,75	-		8	1	12,22
4	Розб. підлоги з керам. плитки	§46-43-6	100м2	9,15	39,60	45,29	-		8	1	5,66
5	Розб. облицюван. стін з керам. плитки	§13-15-5	100м2	10,65	7,95	10,58	-		8	1	1,32
6	Розб. підлоги з лінолеуму	§7-2-5	100м2	11,31	18,00	25,45	-		8	1	3,18
7	Розб. дощатого покр. підлог	§7-2-1	100м2	7,40	53,09	49,11	-		8	1	6,14
8	Демонтаж дверних коробок	§6-13-1	100шт	1,06	184,37	24,43	-		8	1	3,05
9	Демонтаж віконних коробок	§6-1-1	100шт	0,65	159,58	12,97	-		8	1	1,62
10	Демонтаж світильників	§17-4-5	100шт	1,05	12,40	1,63	-		8	1	0,20
11	Демонтаж розеток та вимик.	§17-4-1	100шт	2,51	7,65	2,40	-		8	1	0,30
12	Демонтаж схованої електроп.	§17-1-1	100м	12,85	5,20	5,20	-		8	1	0,65
13	Демонтаж відкрит. електроп.	§17-1-2	100м	2,11	5,63	1,48	-		8	1	0,19
14	Демонтаж кранів	§15-3-3	100шт	0,32	28,20	1,13	-		8	1	0,14
15	Демонтаж раковин	§15-4-1	100к-т	0,29	94,05	3,41	-		8	1	0,43
16	Демонтаж унітазів	§15-4-3	100к-т	0,62	146,85	11,38	-		8	1	1,42
17	Демонтаж радіаторів	§15-46-2	100шт	0,63	167,53	13,19	0,92	0,07	8	1	1,65
38	Пробивання отворів в перекр.	§7-44-7	100шт	0,52	107,23	6,97	-		2	1	3,48
39	Збирання і розбир. опалуб.	§7-45-5	100м3	2,07	661,57	171,18	21,12	5,46	8	2	10,70
40	Встанов. арм. каркасу під кол.	§9-72-1	100м3	2,60	11,00	3,58	11,00	3,58	8	2	0,22
41	Укладання бет. суміші	§9-22-6	100м3	2,07	298,00	77,11	133,00	34,41	8	2	4,82
42	Улашт. монол. сходів і площ.	§9-25-1	100м3	0,10	3 719,00	46,49	324,15	4,05	8	2	2,91
43	Монтаж з/б балок	§9-42-3	100шт	0,25	678,00	21,19	128,24	4,01	8	2	1,32
44	Монтаж з/б плит перекрыття	§12-20-1	100шт	0,56	239,25	16,75	44,25	3,10	8	2	1,05
45	Виготов. градчаст. констр.	§12-18-1	т	98,00	14,50	177,63	1,65	20,21	8	2	11,10
46	Монтаж ферм	§30-3-2	т	98,00	2,92	35,77	0,25	3,06	8	2	2,24
47	Монтаж прогонів	§6-1-1	т	0,91	22,56	2,57	2,86	0,33	8	2	0,16
48	Монтаж покр. сенд. панел.	§7-17-8	100м2	8,10	64,00	64,80	17,12	17,33	8	2	4,05
49	Влашт. гідроіз. плів. під покр.	§7-17-8	100м2	5,76	24,49	17,63	-		4	2	2,20
50	Влашт. теплоізол. покрівлі	§12-2-1	100м2	5,76	29,39	21,16	-		4	2	2,65
51	Влашт. піщан. підгот. під покр.	§7-3-8	100м2	1,15	320,10	46,01	10,50	1,51	4	2	5,75
52	Влашт. бет. стяжки покрівлі	§9-45-2	100м2	5,76	76,74	55,25	17,66	12,72	4	2	6,91
53	Влаштув. рулон. покрівлі	§10-20-4	100м2	5,76	30,10	21,67	1,70	1,22	4	2	2,71

73	Електромотажні роботи	УН	100м2	%	5,00	123,45	-		6	1	20,57
74	Монтаж технол. устаткування	УН	100м2	%	1,00	24,69	-		3	1	8,23
75	Налаг. та пуск технол. обладн.	УН	100м2	%	2,00	2,47	-		3	1	0,82
76	Невраховані роботи	УН	100м2	%	4,00	98,76	-		6	1	16,46

54	Монтаж стінових панелей	§8-6-7	100шт	3,36	373,00	156,66	111,83	46,97	8	2	9,79
55	Монтаж вітражів	§8-7-3	т	4,70	212,30	124,73	0,85	0,50	8	2	7,80
56	Запов. вікон. прор. гот. блок.	§10-26-1	100м2	4,55	86,67	49,29	3,49	1,98	8	2	3,08
57	Мурування цегляних стін	§15-182-5	м3	142,50	6,92	123,26	-		8	2	7,70
58	Мурування перегородок	§12-49-2	100м2	4,79	225,94	135,28	-		8	2	8,46
59	Установлення дверних блоків	§15-46-1	100м2	2,47	139,67	43,12	-		4	1	10,78
60	Шпаклювання стель	§13-31-3	100м2	42,60	15,70	83,60	-		8	2	5,23
61	Вапняне фарбування стель	§15-179-1	100м2	42,60	29,22	155,60	7,04	37,49	8	2	9,72
62	Штукатурка цегляних стін	§11-39-1	100м2	11,63	55,30	80,39	5,40	7,85	8	2	5,02
63	Шпаклювання стін	§11-38-2	100м2	8,42	50,53	53,18	-		8	2	3,32
64	Вапняне фарбування стін	§30-78-3	100м2	6,35	22,77	18,07	4,90	3,89	8	2	1,13
65	Влаштування теплоіз. підлог	§11-4-1	100м2	16,68	29,39	61,28	-		8	2	3,83
66	Влаштув. підлоги з лінолеуму	§11-28-3	100м2	8,29	55,79	57,81	-		8	2	3,61
67	Влашт. підлоги з ламітану	§15-19-1	100м2	7,63	76,15	72,63	-		8	2	4,54
68	Влаштув. гідроізол підлог	§11-38-2	100м2	9,30	51,10	59,40	-		8	2	3,71
69	Влаштув. гідроізол. басейну	§11-28-3	100м2	2,50	99,82	31,19	-		8	2	1,95
70	Облиц. підлог керам. плиткою	§15-179-1	100м2	12,50	107,21	167,52	-		8	2	10,47
71	Облиц. стін керам. плиткою	§11-4-1	100м2	6,65	91,44	76,01	-		8	2	4,75
72	Санітарно-тех. роботи	УН	100м2	%	5,00	123,45	-		6	1	20,57

#### 4.9 Розрахунок автотранспортних засобів

1. Визначення кількості транспортних засобів для транспортування збірних опор. Висота колони  $L=8$  м, 22 шт. Вага колони становить 2,1 тонни.

Для перевезення колон використовується «КамАЗ-6520».

2. Визначаємо корисне навантаження транспортного засобу за формулою:

$$q_k = n / q_{el} = 11 / 2,1 = 5,23$$

Де знаходиться корисне навантаження  $q_k$

- Маса колони  $q_{el}$

- Кількість колон, що перевозяться за один рейс

$n$

Ми приймаємо 11 колонок

3. Час циклу транспортного засобу

$$t_{ц} = \frac{2L}{V_{сер}} + t_n + t_p + t_m = \frac{2 \cdot 50}{35} + 0,3 = 3,15 \text{ год}$$

Де тривалість циклу  $t_{ц}$

- Відстань транспортування (50 м)  $L$

- середня швидкість автомобіля (35 км/год

(асфальтовані дороги)  $V_{сер}$

$t_n$  - Час завантаження

$t_p$  - Час розрядки

- Час маневрування<sub>m</sub>

Під час транспортування збірних конструкцій до місця монтажу їх необхідно розміщувати в положенні, близькому до будівельного, за винятком колон, які транспортуються в горизонтальному положенні. Вони повинні спиратися на дерев'яні опори та бути розкладені в місцях, позначених етикетками під час виготовлення виробу.

#### **4.10 Заходи безпеки під час виконання**

##### **Будівельно-монтажні роботи**

Під час виконання всіх видів будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватися вимог ДБН А.3.2-2-2009.

Будь-які інші види робіт у робочій зоні крана заборонені.

Під час проведення земляних робіт екскаватором стороннім особам заборонено перебування на об'єкті.

Під час роботи в котловані всі схили необхідно зміцнити спеціальними щитами.

Не дозволяється зводити стіни вище двох поверхів без встановлення підвісних стель та без встановлення платформ, доріжок та огорож на сходових клітках.

При кладці стін по периметру будівлі встановлюються зовнішні захисні козирки шириною 1,5 м у вигляді настилу з бічними дошками на металевих кронштейнах. Вхід у козирки суворо ЗАБОРОНЕНО.

Спуск та підйом на риштування слід виконувати лише за допомогою інвентарних драбин.

Працівники, які ущільнюють бетонні суміші електричними вібраторами, повинні носити гумові чоботи та рукавички.

До роботи допускаються особи старше 18 років, які пройшли навчання з техніки безпеки та медичний огляд і мають право виконувати цей вид робіт.

## **4.11 Будівельний генплан**

### **4.11.1 Мета бюджету та принципи проектування**

На основі плану забудови та загального плану будівлі складається генеральний кошторис реконструкції спортивної споруди. Він має бути узгоджений із замовником і слугує основою для складання бюджетних планів окремих об'єктів, побудови транспортної концепції та концепції електро- та теплопостачання. У бюджетному плані перераховані всі існуючі об'єкти, що підлягають знесенню, реконструкції та новому будівництву, з інструкціями щодо послідовності виконання робіт, розподілу стартових комплексів або черг реконструкції, площ, виділених підрядникам на час проведення реконструкційних робіт, площ, що управляються спільно із замовником, площ, розташованих за межами об'єкта для створення промислових складів тощо.

У бюджеті враховуються існуючі, демонтовані та перенесені лінії постачання, маршрути через територію, зони зберігання та великомасштабного складання, а також місця встановлення основних засобів з позначенням небезпечних зон у цій зоні.

Раціональна організація робіт з реконструкції повинна мінімізувати або повністю уникнути простоїв технологічних ліній реконструйованого заводу.

Будівельний план — це план будівельного майданчика, на якому показано, крім постійних будівель, що плануються або існують, розташування тимчасових будівель та споруд, засобів зв'язку, доріг, механізмів та складських приміщень, необхідних для виконання будівельно-монтажних робіт.

У кошторисному плані має бути відображено розміщення на будівельному майданчику тимчасових будівель та споруд, важливих машин та механізмів, тимчасових доріг, складів та інженерних комунікацій.

Найважливішим інструментом для розробки бюджетного плану є варіантне проектування.

Під час складання генеральних планів будівництва необхідно дотримуватися наступних принципів:

1. Генеральний план будівництва є частиною комплексної документації на будівництво об'єктів і його вирішення має бути пов'язане з рішеннями, прийнятими на інших етапах проекту.

2. Рішення бюджетного плану повинно забезпечувати максимально можливе задоволення щоденних потреб будівельників.

3. Тимчасові будівлі, споруди та інженерні мережі повинні зводитися на відкритих ділянках будівельного майданчика та в місцях, що дозволяють їх експлуатацію протягом усього періоду будівництва без переміщення.

4. Витрати на будівництво тимчасових будівель та споруд повинні бути мінімальними, що досягається за рахунок тимчасового використання існуючих та першочергово збудованих постійних будівель, споруд та інженерних мереж для потреб будівництва.

5. Тимчасові виробничі будівлі та механізовані приміщення слід розташовувати якомога ближче до місць максимального споживання їхньої продукції.

6. Організація найефективніших вантажопотоків на ділянці з мінімальною кількістю перевантажувальних операцій.

7. Питання охорони праці при розробленні кошторисів вирішуються відповідно до вимог державних стандартів та інших нормативних документів. Водночас особливу увагу слід приділяти створенню умов для безпечного пересування працівників на будівельному майданчику, питанням безпечної експлуатації підйомних механізмів та протипожежного захисту.

#### **4.11.2 Організація складів, розрахунок складських площ**

Безперебійна робота будівельних компаній вимагає постійної наявності відповідних будівельних матеріалів, конструкцій та виробів. Такі умови можна створити, забезпечивши певні рівні запасів необхідних матеріалів на спеціальних складах.

Склади для зберігання матеріально-технічних ресурсів експлуатуються відповідно до чинних норм зберігання та норм виробничих запасів.

Розрахунок місця на стелажах залежить від кількості матеріалів, що зберігаються на складі, і проводиться за такою формулою:

$$P = (Q/T) * L * n * k$$

Q - кількість матеріалу за розрахунковий період;

L - коефіцієнт. Нерівномірність матеріального постачання = 1,1;

T – тривалість розрахункового періоду в днях;

n - норми матеріальних запасів (5 днів);

k - коефіцієнт нерівномірності використання матеріалу = 1,3.

Корисна площа складу F без проходів визначається формулою:

$$F = Q_{\text{початкова}} / q$$

Де: q – кількість матеріалів, що наносяться на 1 м<sup>2</sup>

Загальна площа зберігання:

$$S = F / \beta$$

Де:  $\beta$ -коефіцієнт. Використання складу

Під час розробки бюджетних планів за РОВ та PVR рекомендується проектувати склади в такому порядку:

- визначити запаси ресурсів, що підлягають зберігання на складах;

-Виберіть спосіб зберігання (відкритий, закритий або інший);

- розрахувати місця розташування відповідно до типу сховища;

- Виберіть типи сховищ;

- Зводити та охороняти склади на будівельному майданчику;

- Розмістіть деталі у відкритому сховищі.

Пояснення щодо тимчасових будівель та споруд генерального плану будівництва

Поз.	Найменування будівель і споруд	Площа м <sup>2</sup>
1	Охорона	4
2	Контора	18
3	Гардероб	18
4	Приміщення для прийому їжі	36
5	Душова	36
6	Туалет	3
7	Відкритий склад	4
8	Закритий склад	21

#### Техніко-економічні показники бюджету

Найменування показників	Площа м <sup>2</sup>
Площа буд. ген. плану	9 590
Площа забудови	4 336,34
Площа тимчасових будівель та споруд	140
Довжина тимчасового водопроводу	15,6
Довжина тимчасової електролінії	212,6
Довжина тимчасової огорожі	403
Довжина тимчасових доріг	321

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

### 5.1 Основи ціноутворення в будівництві

**Ціна в процесі будівництва**— це грошовий вираз вартості одиниці будівельної продукції, що визначається кількістю суспільно необхідної праці, витраченої на її виробництво.

Механізм ціноутворення в будівельній галузі має специфічні особливості. Це пов'язано, перш за все, з індивідуальністю споруд, що будуються, особливо в гідротехнічному будівництві, та сильною залежністю витрат від конкретних, часто унікальних будівельних умов. За цих обставин неможливо встановити єдині ціни продажу будівельної продукції, як це поширено в інших секторах економіки. Тому в переважній більшості випадків ціна на будівельну продукцію визначається індивідуально на основі кошторисних документів відповідно до обсягу робіт, методів виконання робіт, технології виробництва та ЕП на окремі види робіт. Для оцінки вартості будівельної продукції була розроблена спеціальна система ціноутворення.

Кошторисний кошторис є основою для визначення обсягу капітальних вкладень, фінансування будівництва, формування договірних цін на будівельну продукцію, розрахунків за виконані будівельні роботи, оплати вартості придбання обладнання та його доставки на будівельні майданчики, та відшкодування інших витрат із коштів, передбачених зведеним кошторисом. На основі кошторисної документації здійснюється бухгалтерський облік та звітність, розрахунок рентабельності та оцінка діяльності будівельно-монтажних компаній та замовників.

Загальна вартість, визначена кошторисом на будівництво об'єкта, називається загальною кошторисною вартістю або капітальними вкладеннями. Орієнтовні загальні витрати складаються з наступних витрат:

- на будівельно-монтажні роботи з будівництва будівель та споруд;

- Монтаж технологічного обладнання для систем керування та автоматизації процесів;

- Придбання основного та допоміжного технологічного обладнання;

- інші витрати, включаючи проектування, геодезичні та дослідницькі роботи, підготовку майданчика, управлінське обслуговування та навчання експлуатаційного персоналу.

У міжнародній будівельній практиці, а в останні роки також і в Україні, підрядника для будівництва об'єкта зазвичай обирають на конкурсній основі шляхом проведення тендерів. За цих умов клієнт створює структуру кошторису, розділяючи зведений кошторис на окремі частини, виділяючи окремі об'єкти або типи ВІС, для реалізації яких клієнт бажає залучити окремих підрядників. Згідно з вказівками замовника, проектувальник або сам замовник готує тендерну документацію та розділяє проект на окремі складові – лоти. Це може включати будівництво окремих споруд, а також виконання окремих робіт (земляні роботи, бетонні роботи тощо). Ціна кожного лота визначається або місцевою оцінкою, або оцінкою об'єкта, або може бути сумою кількох оцінок об'єкта та місцевих оцінок. Сума оціночних витрат усіх лотів призводить до консолідованого кошторису.

Оцінка тендерних пропозицій та вибір підрядника визначаються низкою факторів. Найважливішими з них є:

- ціна, запропонована Підрядником, та гарантії виконання роботи відповідно до вимог Замовника;

- Зображення будівельно-монтажної компанії;

- техніко-технологічні пропозиції;

- методи технології виробництва праці;

- наявність інфраструктури;

- фінансові умови та фінансові гарантії.

Після підсумування та визначення підрядника між замовником та підрядником укладається договір або угода на виконання обсягу послуг,

визначеного тендером, або окремими лотами за ціною, оголошеною в заявці підрядника.

Найважливішим пунктом договору як для клієнта, так і для підрядника є ціна договору, яка визначається на основі фінансово-економічних умов, прийнятних для обох сторін. Перш ніж обговорювати договірну ціну, клієнт просить дизайнера підготувати кошторис витрат як частину розробки проекту. Підрядник подає клієнту в пакеті тендерної документації свою кошторисну документацію щодо будівництва, яка показує очікувані виробничі витрати та планований прибуток. У вкрай рідкісних випадках клієнт і підрядник одразу знаходять рішення, прийнятне для обох сторін. У переважній більшості випадків компромісне рішення досягається в результаті досить інтенсивних переговорів та відповідного обґрунтування питань ціноутворення та формування кошторисних витрат підрядником.

**Орієнтовні стандарти-** Це загальна назва комплексу кошторисних норм, пропозицій та цін, згрупованих в окремі збірники, що входять до чинної системи нормування цін та кошторисів у будівництві. Разом із правилами та нормами, що містять необхідні вимоги, вони слугують основою для визначення очікуваних витрат на будівництво.

**Орієнтовна ціна-** це сукупність ресурсів (витрати праці будівельників, час роботи будівельної техніки, потреба в матеріалах, виробках та конструкціях тощо), зафіксованих на прийнятому лічильнику для будівельних, монтажних чи інших робіт.

Розрахункові процентні ставки та ціни використовуються на всіх фазах, етапах та стадіях інвестиційного циклу:

- при обґрунтуванні необхідності будівництва (фаза концепції);
- при складанні інвестиційного кошторису;
- на етапі організації та проведення тендерів;
- протягом терміну дії договору;

- у концепції та плануванні процесу будівництва (етап розробки проекту);
- під час безпосереднього етапу будівництва;
- у виставленні рахунків, контролі виконаних робіт, взаєморозрахунках за виконані роботи (етап реалізації проекту);
- на етапі експлуатації установки та створення бази даних (етап реалізації проекту).

Аналіз ринку нерухомості показує, що причини, що впливають на ціни на житлову нерухомість, можна розділити на дві основні групи:

- місцевий;
- глобально.

**Місцеві причини** Впливає той факт, що ціни на всі квартири в одному районі різні. Одна квартира зручніше розташована, інша має більшу кухню, а третя добре відремонтована. Ці причини визначають весь діапазон цін на нерухомість у певний момент часу та, як правило, лише слабо залежать від часу.

Ціна одиниці площі ( $m^2$ ) окремого об'єкта нерухомості  $C_0(p, I)$  у заданий момент часу  $G$  складається з двох компонентів

$$C_0(t, l_p) = P(g_1, g_2, \dots, g_n, t) + P_0(l_1, l_2, \dots, l_p, \dots, l_m).$$

Локальні параметри об'єкта описуються набором значень – це розташування об'єкта, його функціональне призначення, його сумісність з навколишніми будівлями тощо.

Пропонується представити ціну на житло в загальному вигляді як функцію

$$C_{ж} = f(S_{ж}, K_{ж}, F_{ж}, R, P),$$

де  $S_{ж}$  – ціна 1  $m^2$  житлової площі;  $F_{ж}$  - Витрати на будівництво житла;  $K_{ж}$  – комплексний показник характеристик міста (регіону); - фактори попиту

та пропозиції; - ризики інвестицій у будівництво житла; П – прибуток будівельної організації.

Кожен фактор, що впливає на ціну нерухомості і таким чином визначає поточну вартість активу, характеризується певними ризиками та може бути представлений у вигляді відповідної залежності.

Витрати на будівництво житла, у свою чергу, описуються наступним співвідношенням:

$$S_i = f(Z_u, Z_k, Z_{imp}, Z_n, N),$$

де  $S_i$  – вартість будівництва 1 м<sup>2</sup> житлової площі;  $Z_i$  – витрати на виділення та придбання (оренду) землі; Велика Британія – витрати на встановлення зовнішнього технічного комунікаційного обладнання;  $gshg$  – виробничі витрати на біомасу;  $Z_n$  - непередбачені та інші витрати;  $N$  – Податки, що стягуються з собівартості.

До специфічних характеристик міста чи регіону, що визначають стабільний (хоч і коливається в певних межах) рівень цін, що складається в періоди стабілізації ринку, належать: - економічний потенціал та рівень соціально-економічного розвитку міста та регіону, наявність експортно-орієнтованих конкурентоспроможних галузей промисловості;

- Адміністративний статус та розміри міста, характер його промислового та культурного розвитку;

- демографічні характеристики населення, міграція, наявність житла;

- географічне розташування (відстань від столиць, інших великих центрів, сусідніх країн, характер торговельно-економічних зв'язків з ними, транспортні сполучення);

- Структура та стан фонду муніципальної нерухомості;

- природні, кліматичні та екологічні умови.

Після статистичного аналізу даних про житлову нерухомість у містах можна сказати, що основними факторами, що впливають на ціну житла в місті, є:

- чисельність популяції;
- рівень промислового виробництва;
- Валовий регіональний продукт;
- Забезпечення соціальною інфраструктурою.

Інші фактори мають достатній ступінь кореляції з переліченими вище і тому не враховуються.

Під час спостереження за ринком нерухомості було виявлено кількісний зв'язок між зростанням цін на нерухомість та рівнем світових цін на нафту, який згодом був уточнений та підтверджений.

Кількісна оцінка впливу зміни курсу долара на динаміку доларових цін на нерухомість показала, що за негативних темпів девальвації гривні відносно долара (зниження курсу долара відносно гривні) темпи зростання цін на нерухомість збільшуються зі збільшенням темпів девальвації долара у співвідношенні 2:1 (зростання цін на нерухомість становило 2% при зниженні курсу долара на 1%). За позитивних темпів девальвації (зростання курсу долара) темпи зростання цін на нерухомість практично не збільшуються при збільшенні темпів зростання курсу долара.

**Ціна договірна**— ціна, узгоджена між виробником (продавцем) та споживачем (покупцем) товару.

Договірна ціна визначається між замовником та генеральним підрядником за участю проектних компаній шляхом прямої угоди або за результатами тендерів та визначається на основі складу витрат з урахуванням чинних нормативних документів, інформації про вартість раніше побудованих об'єктів, розрахунків кошторисної вартості проекту тощо та включає кошторисні витрати на будівельно-монтажні роботи, лімітовані та інші витрати.

Підрядник отримує документацію з планування та кошторису для виконання робіт. Розробкою зазвичай займається спеціалізована компанія – дизайнер.

Якщо планується поетапне введення об'єкта в експлуатацію, ціна робіт може бути зафіксована лише для першого етапу, при цьому в договорі має бути зазначено порядок розрахунку цін робіт для наступних етапів.

Договірні ціни на будівельно-монтажні роботи в Україні можуть бути фіксованими або динамічними.

Фіксовані (остаточні) ціни договору залишаються незмінними на весь обсяг будівництва (ремонт, реконструкції) та тривалість цієї послуги з урахуванням можливих коливань цін. При встановленні фіксованих договірних цін вартість ризикового страхування, що забезпечує захист майнових інтересів учасників договору, може бути включена в розумному розмірі, узгодженому із замовником (інвестором), але не більше 2% від кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт.

Динамічні (неостаточні, відкриті) договірні ціни зазвичай мають фіксовану складову витрат – розрахункові базові витрати, пов'язані з діяльністю підрядника – та коригуються під час виконання робіт шляхом націнок (знижок) до цін, що дозволяє враховувати рівень інфляції та вплив економічних важелів на регулювання показників витрат.

Спортивний комплекс

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-4  
на переобладнання критого басейну на спортивний комплекс  
реконструкція**

База:

№ креслення (специфікації)

Орієнтовні витрати

Орієнтовна трудомісткість

Орієнтовна зарплата

Середній рівень роботи

9129,188 Тисяча  
гривень

86 318 тисяча  
робочих годин

5196 088 Тисяча  
гривень

3.7 розряд

Складено за поточними цінами станом на 10 травня 2025 року.

№. н/д	Обґрунтування-станція (Код Стандарти)	Назва роботи та її вартість	Одиниця вимірювання	Кіль-Кістка	Вартість одиниці, Гривня		Загальна вартість, грн.			Витрати на оплату праці працівники, робочий час	
					Загалом	експлуату вати-Станції машини	Загалом	заробіток оплата	експлуату вати-Станції машини	не працює влаштований технічне обслуговування машини	
										заробіток оплата	у ньому серед Робота платити
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E7-3-8 k=0,8	Демонтаж бетонних стінових панелей	100 штук	1.58	54980.33 12848,45	20620.51 6055,78	86869	20301	32580 9568	479,08 308.1771	756,95 486,92
2	PH5-3-1	Демонтаж цегляних перегородок	1 м3	269,5	229,73 211,61	18.12 10.30	61912	57029	4883 2776	9 672 0,5883	2606.6 158,54
3	E46-43-6	Демонтаж плиткових підлогових покриттів, на різних нижніх шарах шляхом заповнення швів шпаклівкою «Арзамит» або	100 м²	9 155	1171,27 1171,27	- -	10723	10723	- -	47,52 -	435,05 -

		Шар шпаклівки										
4	RH13-15-5	Демонтаж керамічних стінових покриттів глазуровані плитки	100 м <sup>2</sup>	10.6488	<u>2338.02</u> 2007.53	<u>330.49</u> 99.52	24897	21378	<u>3519</u> 1060	<u>89.16</u> 5.9837	<u>949.45</u> 63.72	
5	RN7-2-5	Демонтаж лінолеумних підлогових покриттів та реліну	100 м <sup>2</sup>	11.3137	<u>485.74</u> 472.59	<u>13.15</u> 3.18	5496	5347	<u>149</u> 36	<u>21.6</u> 0,1769	<u>244.38</u> 2	
6	RN7-2-1	Демонтаж дерев'яних підлогових покриттів	100 м <sup>2</sup>	54,54	<u>1393.87</u> 1393,87	<u>-</u> -	76022	76022	<u>-</u> -	<u>63 708</u> -	<u>3474.63</u> -	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
7	RN6-13-1	Демонтаж дверних рам з каменю Стіни з відблисками штукатурки на схилах	100 шт.	1.06	<u>5435.87</u> 5076,44	<u>355.04</u> 114,32	5762	5381	<u>376</u> 121	<u>221 244</u> 6.2745	<u>234.52</u> 6.65	
8	RN6-1-1	Демонтаж кам'яних квіткових ящиків Стіни з відблисками штукатурки на схилах	100 шт.	0,65	<u>4731.54</u> 4393,88	<u>333.33</u> 107,33	3076	2856	<u>217</u> 70	<u>191 496</u> 5.8907	<u>124.47</u> 3.83	
9	P17-4-5	Демонтаж люмінесцентних ламп лампи	100 штук	1.05	<u>825.07</u> 779,71	<u>45.36</u> 16.03	866	819	<u>47</u> 17 років	<u>28 128</u> 0,9828	<u>29.53</u> 1.03	
10	П17-4-1	Демонтаж вимикачів та розеток	100 штук	2.51	<u>231.75</u> 231,75	<u>-</u> -	582	582	<u>-</u> -	<u>9.18</u> -	<u>23.04</u> -	
11	П17-1-1	Демонтаж прихованих електричних кабелів	100 м	12,85	<u>165.20</u> 165,20	<u>-</u> -	2123	2123	<u>-</u> -	<u>6.24</u> -	<u>80.18</u> -	
12	П17-1-2	Демонтаж оголених електричних кабелів	100 м	2.11	<u>178.87</u> 178,87	<u>-</u> -	377	377	<u>-</u> -	<u>6 756</u> -	<u>14.26</u> -	
13	П15-3-3	Демонтаж кранів водорозподільних систем	100 штук	0,32	<u>813.67</u> 812,97	<u>0.70</u> 0,60	260	260	<u>-</u> -	<u>33.84</u> 0,0346	<u>10.83</u> 0,01	
14	П15-4-1	Демонтаж раковин [умивальників]	100 000 тонн	0,29	<u>2787.41</u> 2711,35	<u>76.06</u> 23,69	808	786	<u>22</u> 7	<u>112.86</u> 1,3769	<u>32.73</u> 0,4	
15	П15-4-3	Демонтаж унітазів зі зливним бачком	100 000 тонн	0,62	<u>4386.34</u> 4233,51	<u>152.83</u> 46,84	2720	2625	<u>95</u> 29	<u>176.22</u> 2.7217	<u>109.26</u> 1.69	
16	П15-46-2	Демонтаж радіаторів до 160 кг	100 штук	0,89	<u>5256.63</u> 4743,44	<u>513.19</u> 231,83	4678	4222	<u>456</u> 206	<u>201 036</u> 13.0684	<u>178.92</u> 11.63	
17	П16-39-2 рокі	Демонтаж каналізаційних труб з Чавунні труби діаметром 100 мм	100 м	3.28	<u>4326.32</u> 4322,33	<u>3.99</u> 1.34	14190	14177	<u>13</u> 4	<u>197 556</u> 0,0777	<u>647.98</u> 0,25	

В рокі	18	П16-1-1	Демонтаж труб водопостачання виготовлені з чавунних труб діаметром 50 мм	100 м	7.13	<u>1822.15</u> 1819,98	<u>2.17</u> 0,70	12992	12976	<u>16</u> 5	<u>83 184</u> 0,0384	<u>593.1</u> 0,27
В рокі	19	M3-560-1	Демонтаж ліфта	Ліфт	2	<u>71823.51</u> 52003.24	<u>15482.78</u> 4438.12	143647	104006	<u>30966</u> 8876	<u>1701.12</u> 236.2882	<u>3402.24</u> 472,58
В	20	E46-40-1	Демонтаж рулонних покрівель Матеріали	100 м <sup>2</sup>	17,85	<u>684,66</u> 623,03	<u>60,06</u> 18.71	12221	11121	<u>1072</u> 334	<u>28 476</u> 1.1204	<u>508.3</u> 20
рік	21	RH11-50-4	Видалення штукатурки з цегли та бетону Колони, колони та пілястри, зона відображення більше 1 м2 в одному місці	100 м <sup>2</sup>	1.37	<u>1903.04</u> 1787,95	<u>115,09</u> 37.06	2607	2449	<u>158</u> 51	<u>81,72</u> 2.0339	<u>111,96</u> 2.79
	22	RN20-16-6	Трясіння кута колони	100 м <sup>3</sup>	0,4	<u>195556.54</u> 10774,44	<u>1578,70</u> 1145,84	78223	4310	<u>631</u> 458	<u>492 456</u> 77.4509	<u>196,98</u> 30,98
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	23	EN15-182-1	Заповнення колони мінеральним наповнювачем зі шпаклівкою "Cerezit"	100 м <sup>2</sup>	0,43	<u>7441.23</u> 2358,44	<u>1.39</u> 1.19	3200	1014	<u>1</u> 1	<u>92 184</u> 0,0693	<u>39,64</u> 0,03
	24	E41-10-1	Епоксидне покриття бетонної поверхні смола	100 м <sup>2</sup>	0,51	<u>11618,39</u> 986,20	<u>2477,68</u> 658,32	5925	503	<u>1264</u> 336	<u>43,8</u> 40 343	<u>22,34</u> 20,57
	25	B27-45-2	Зв'язування вуглецевого волокна	1 м2	50,55	<u>165,85</u> 151,06	-	8384	7636	-	<u>4 968</u> -	<u>251,13</u> -
	26	E13-13-1	Ґрунтування бетонних та оштукатурених поверхонь Поверхні з бітумною ґрунтовкою, перша шар	100 м <sup>2</sup>	4257	<u>387.14</u> 237,53	<u>2.37</u> 0,71	1648	1011	<u>10</u> 3	<u>8 028</u> 0,0424	<u>34.18</u> 0,18
	27	E41-10-1	Епоксидне покриття бетонної поверхні смола	100 м <sup>2</sup>	4257	<u>11618,39</u> 986,20	<u>2477,68</u> 658,32	49459	4198	<u>10547</u> 2802	<u>43,8</u> 40 343	<u>186,46</u> 171,74
	28	B27-45-2	З'єднання вуглецевого волокна:	1 м2	425,7	<u>161,27</u> 151,06	-	68653	64306	-	<u>4 968</u> -	<u>2114,88</u> -

29	RH11-41-3	Покращена цементна штукатурка Вапняний розчин на камені колон прямокутний	100 м <sup>2</sup>	0,73	<u>7171,55</u> 5509,42	<u>34,77</u> 29,80	5235	4022	<u>25</u> 22	<u>191 592</u> 1,7316	<u>139,86</u> 1,26
30	RN20-12-1	Монтаж невеликих металевих конструкцій за вагою до 0,1 т	1 т	3356	<u>20485,14</u> 3236,89	<u>1206,39</u> 176,19	68748	10863	<u>4049</u> 591	<u>106 452</u> 8.2951	<u>357,25</u> 27,84
31	RN20-12-1	Монтаж невеликих металевих конструкцій за вагою до 0,1 т	1 т	4222	<u>20657,51</u> 3236,89	<u>1206,39</u> 176,19	87216	13666	<u>5093</u> 744	<u>106 452</u> 8.2951	<u>449,44</u> 35,02
32	RH20-26-1	Свердління отворів у залізобетоні Полиці, поперечний переріз отвору 300x300 мм	100 штук	0,52	<u>6342,72</u> 6288,54	<u>10,86</u> 3,50	3298	3270	<u>6</u> 2	<u>266,52</u> 0,1919	<u>138,59</u> 0,1
33	ЕД6-52-6	Монтаж та демонтаж дерев'яних та металевих конструкцій Рамна опалубка для складання колони і стійки рами, довжина кола, м до 2,4	100 м <sup>3</sup>	0,207	<u>23569,93</u> 20310,73	<u>3053,11</u> 950,76	4879	4204	<u>632</u> 197	<u>793 884</u> 50.7911	<u>164,33</u> 10,51
34	ЕД6-62-22	ЗБОРКА АРМАТУРНОГО КАРКАСУ В Опалубка колон:	Т	2.6536	<u>1041,31</u> 782,56	<u>134,65</u> 25,09	2763	2077	<u>357</u> 67	<u>30 588</u> 1,3553	<u>81,17</u> 3,6
35	ЕД6-66-7	Заливання бетонної суміші в конструкцію Бетононасоси. Колони та рами рам, якщо найменша сторона поперечного перерізу, мм, до 300	100 м <sup>3</sup>	2.06	<u>76312,90</u> 9032,62	<u>21256,33</u> 5438,05	157205	18607	<u>43788</u> 11202	<u>357,6</u> 257.2752	<u>736,66</u> 529,99
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
36	E29-160-1	Монтаж монолітного залізобетону Сходи та платформи	100 м <sup>3</sup>	0,1017	<u>484229,78</u> 186124,94	<u>117,94</u> 26,03	49246	18929	<u>12</u> 3	<u>6863,52</u> 1,6268	<u>698,02</u> 0,17
37	E7-44-7	Укладання балок до 3 тонн	100 штук	0,25	<u>394599,66</u> 22760,24	<u>16542,74</u> 4830,86	98650	5690	<u>4136</u> 1208	<u>814,32</u> 273.6357	<u>203,58</u> 68,41
38	E7-45-5	Укладання плит перекриття з з опорою з двох сторін площею до 5	100 штук	0,56	<u>509179,26</u> 7516,85	<u>5308,99</u> 1656,18	285140	4209	<u>2973</u> 927	<u>287,1</u> 93.4318	<u>160,78</u> 52,32

		<i>м2 [для будівництва в районах з Сейсмічність до 6 балів]</i>									
39	E9-72-1	<i>Виробництво ґратчастих конструкцій [Стовпи, опори, ферми тощо]</i>	<i>T</i>	98	<u>8410.34</u> 4738.06	<u>2086.73</u> 363,41	824213	464330	<u>204500</u> 35614	<u>174.72</u> 17.9191	<u>17122.56</u> 1756.07
40	E9-22-6	<i>Монтаж кроквяних та підкроквяних ферм на Висота до 25 м, розмах крил до 36 м, вага до 10 тонн</i>	<i>T</i>	98	<u>2623.69</u> 536,46	<u>921.55</u> 248,49	257122	52573	<u>90312</u> 24352	<u>21 504</u> 12.3281	<u>2107.39</u> 1208.15
41	E9-25-1	<i>Монтаж прогонів з кроком між фермами до 12 м з висотою будівлі до 25 м</i>	<i>T</i>	0,912	<u>24767.47</u> 667,27	<u>661.66</u> 178,16	22588	609	<u>603</u> 162	<u>27 072</u> 8 829	<u>24,69</u> 8.05
42	E9-42-3	<i>Монтаж покрівельного покриття з Завод з виробництва багатошарових плит Готовий до будівництва будівель висотою до 50 м</i>	100 м <sup>2</sup>	8.1	<u>13648.41</u> 1964.85	<u>3141.75</u> 931,47	110552	15915	<u>25448</u> 7545	<u>76.8</u> 46.3669	<u>622.08</u> 375,57
43	E12-20-1	<i>Влаштування пароізоляції під склеювання один шар</i>	100 м <sup>2</sup>	5.76	<u>4714.03</u> 778,61	<u>51.50</u> 14.81	27153	4485	<u>297</u> 85	<u>29 388</u> 0,7667	<u>169,27</u> 4.42
44	E12-18-1	<i>Утеплення покриттів панелями з Пінополістирол на бітумній основі Мاستика в один шар</i>	100 м <sup>2</sup>	5.76	<u>5853.30</u> 847,28	<u>199.40</u> 58,97	33715	4880	<u>1149</u> 340	<u>35 268</u> 3.1025	<u>203.14</u> 17,87
45	E30-3-2	<i>Завод з переробки піску</i>	100 м <sup>3</sup>	1152	<u>37897.24</u> 8813,63	<u>1131.95</u> 296,63	43658	10153	<u>1304</u> 342	<u>384.12</u> 18.1865	<u>442.51</u> 20,95
46	RN7-17-8	<i>Встановлення легкої бетонної стяжки Товщина 20 мм, площа понад 20 м2</i>	100 м <sup>2</sup>	5.76	<u>5546.63</u> 2212.32	<u>37.21</u> 31,88	31949	12743	<u>214</u> 184	<u>92 088</u> 1.8528	<u>530.43</u> 10.67
47	E12-2-1	<i>Монтаж плоских дахів чотиришарове рулонне покрівельне покриття Матеріали на бітумній мастиці</i>	100 м <sup>2</sup>	5.76	<u>13365.40</u> 956,96	<u>237.45</u> 70,18	76985	5512	<u>1368</u> 404	<u>36.12</u> 3.6896	<u>208.05</u> 21.25
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

48	E7-3-8	ВСТАНОВЛЕННЯ НАСТІННИХ СЕНДВІЧІВ ПАНЕЛІ	100 штук	3.36	<u>168582,49</u> 19272,67	<u>30930,76</u> 9083,67	566437	64756	<u>103927</u> 30521	<u>718,62</u> 462.2656	<u>2414,56</u> 1553.21
49	E9-45-2	Встановлення вітражів, однокамерних склопакетів Скління в одноповерхових будівлях	Т	4.7	<u>89925,59</u> 19482,63	<u>624,00</u> 52,62	422650	91568	<u>2933</u> 247	<u>735,36</u> 3.1264	<u>3456,19</u> 14.69
50	EN10-20-4	Заповнення віконних прорізів готовими виробами Блоки площею понад 3 м2 з Металопластик у кам'яних стінах Житлові та громадські будівлі	100 м <sup>2</sup>	4.55	<u>72189,05</u> 2906,91	<u>196,92</u> 116,67	328460	13226	<u>896</u> 531	<u>104 004</u> 6.5877	<u>473,22</u> 29,97
51	E8-6-7	Кладка внутрішніх стін цеглою (Керамічний)(Силікатний)(порожнистий) у Висота підлоги до 4 м	м3	142,5	<u>2464,28</u> 207.16	<u>112,58</u> 36,44	351160	29520	<u>16043</u> 5193	<u>8 304</u> 2.0562	<u>1183,32</u> 293.01
52	E8-7-3	Кладка стін із армованої цегли (керамічний)(силікатний)(порожнистий) Товщина 1/2 цегли на рівні землі до 4 м	100 м <sup>2</sup>	4785	<u>216900,04</u> 7098.67	<u>1147,90</u> 369,51	1037867	33967	<u>5493</u> 1768 рік	<u>271 128</u> 21.0308	<u>1297,35</u> 100,63
53	EN10-26-1	Встановлення дверних блоків зовні та Внутрішні отвори кам'яних стін, площа Площа отвору до 3 м2	100 м <sup>2</sup>	2.4696	<u>109918,96</u> 4338.09	<u>2494,66</u> 775,98	271456	10713	<u>6161</u> 1916 рік	<u>167 604</u> 36.7127	<u>413,91</u> 90,67
54	EN15-182-5	Шпаклівка стелі з наповнювачем "Ветоніт"	100 м <sup>2</sup>	42.5955	<u>4153,60</u> 2571,50	<u>0,70</u> 0,60	176925	109534	<u>30</u> 26	<u>100 512</u> 0,0346	<u>4281,36</u> 1.48
55	PH12-49-2	Легке фарбування полівінілацетатом стельові суміші на водній основі Гіпсокартонні та збірні конструкції, підготовлений до фарбування	100 м <sup>2</sup>	42.5955	<u>983,09</u> 897,08	<u>0,35</u> 0,30	41875	38212	<u>15</u> 13	<u>35 064</u> 0,0173	<u>1493,57</u> 0,74
56	EN15-46-1	Проста штукатурка (цементна Вапняний розчин (цементний розчин) на камені та бетонні стіни за допомогою механічних	100 м <sup>2</sup>	11 625	<u>3528,35</u> 1737,44	<u>160,14</u> 130,99	41017	20198	<u>1862 рік</u> 1523	<u>66,36</u> 9.0137	<u>771,44</u> 104,78

		засобів									
57	E13-31-3	Заповнення поверхонь силікатними матеріалами з наповнювачем товщиною шару 3 мм	100 м <sup>2</sup>	8.4232	<u>3011.78</u> 1818.53	<u>27.15</u> 21.34	25369	15318	<u>229</u> 180	<u>60 636</u> 1,4315	<u>510,75</u> 12.06
58	EN15-179-1	Простий настінний розпис Полівінілацетатні емульсії на водній основі Гіпсові та збірні суміші Конструкції, підготовлені до фарбування	100 м <sup>2</sup>	6.3511	<u>776,24</u> 699,06	<u>0,35</u> 0,30	4930	4440	<u>2</u> 2	<u>27 324</u> 0,0173	<u>173,54</u> 0,11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
59	EN11-39-1	Укладання лінолеуму на підлогу Полівінілхлорид на клеї Bustilat	100 м <sup>2</sup>	8.29	<u>15096.18</u> 1712,80	<u>2.09</u> 1,79	125147	14199	<u>17 років</u> 15	<u>66 948</u> 0,1039	<u>555</u> 0,86
60	EN11-38-2	Укладання ламінату на підлогу Звукоізоляційне ущільнення без Загерметизуйте шви клеєм	100 м <sup>2</sup>	11.12	<u>30551.90</u> 2521,80	<u>20.17</u> 17.28	339737	28042	<u>224</u> 192	<u>91 632</u> 1.0043	<u>1018,95</u> 11.17
61	E30-78-3	Герметизація бітумним покриттям двохшарова мастика	100 м <sup>2</sup>	1,95	<u>12043.41</u> 3100.37	<u>457,29</u> 119,83	23485	6046	<u>892</u> 234	<u>119 784</u> 7 347	<u>233,58</u> 14.33
62	EN11-4-1	Встановлення клейових ущільнювачів Бітумна мастична ізоляція, перший шар	100 м <sup>2</sup>	9.2521	<u>8084.13</u> 1662,88	<u>5.22</u> 4.47	74795	15385	<u>48</u> 41	<u>61,32</u> 0,2597	<u>567,34</u> 2.4
63	EN11-28-3	Укладання керамічної плитки однотонний з барвником цементний розчин	100 м <sup>2</sup>	12.5	<u>20508.37</u> 4801.50	<u>44.06</u> 33,46	256355	60019	<u>551</u> 418	<u>192 468</u> 1,9483	<u>2405,85</u> 24.35
64	EN15-19-1	Зовнішнє облицювання бетоном Поверхні стін та колон з керамічними роздільниками Плитка на полімерцементній мастиці	100 м <sup>2</sup>	36,55	<u>20135.39</u> 5480.20	<u>16.02</u> 10.15	735949	200301	<u>586</u> 371	<u>199 128</u> 0,5933	<u>7278.13</u> 21,68
		Загальні прямі витрати, як оцінюється					7702249	1850719	<u>613197</u> 153942		<u>70501,85</u> 7884.17
		Загальний обсяг будівельних робіт, грн.					7702249				

		включаючи:										
		Вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					3933100					
		Загальна зарплата, грн.					5196088					
		Загальнопромислові витрати, грн.					1357466					
		Трудоємність у загальних промислових витратах, людино-години.					7932,29					
		Заробітна плата в загальних промислових витратах, грн.					256451					
		<b>Загальний обсяг будівельних робіт, грн.</b>					<b>9129188</b>					
-----												
		<b>Загальна оцінка</b>					<b>9129188</b>					
		<b>Орієнтовна трудоємність, людино-години.</b>					<b>86318</b>					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		<b>Орієнтовна зарплата, грн.</b>					<b>256451</b>					

Складено \_\_\_\_\_  
 [Посада, Підпис (Ініціали, Прізвище)]

Перевірено \_\_\_\_\_  
 [Посада, Підпис (Ініціали, Прізвище)]



# **РОЗДІЛ 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА**

## **АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ**

### **МЕТОДІВ ПОСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ**

#### **КОНСТРУКЦІЙ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ**

##### **СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСУ З ВИКОРИСТАННЯМ**

###### **ЗОВНІШНЬОГО АРМУВАННЯ**

#### **Актуальність теми**

Всеохопна збройна агресія проти України, яка триває з 2022 року, призвела до масового руйнування житлових, громадських та промислових будівель. Сотні тисяч об'єктів інфраструктури зазнали пошкоджень різного ступеня внаслідок прямих пошкоджень вогнем, вибухівкою, пожежами або впливу людини. За цих умов проблема збереження, зміцнення та реставрації будівель і споруд набула не лише технічного, а й стратегічного значення для майбутньої відбудови держави.

Особливу увагу слід приділити соціальним об'єктам, таким як спортивні комплекси, навчальні заклади та медичні установи, які відіграють ключову роль у забезпеченні життєздатності громад. Значна частина цих об'єктів була збудована в 1970-х та 1980-х роках за типовими проектами з використанням залізобетонних конструкцій, які сьогодні часто мають обмежений термін служби або вже не відповідають сучасним вимогам щодо навантаження, енергозбереження чи функціональності. Зміни умов експлуатації, розширення, переобладнання або повторне введення в експлуатацію після пошкодження вимагають інженерного посилення їх несучих елементів.

Сучасні технології армування, особливо використання зовнішнього армування композитними матеріалами, відкривають нові можливості для ефективної та швидкої реконструкції пошкоджених або зношених конструкцій без демонтажу та з мінімальним втручанням у загальну конструктивну систему. Використання вуглеволокнистих матеріалів дозволяє

значно підвищити міцність і жорсткість залізобетонних елементів, зберігаючи при цьому їх геометричні параметри та не збільшуючи їх масу.

Дослідження, яке присвячено аналізу різних методів підсилення конструкцій у контексті реконструкції спортивного комплексу, має високу практичну цінність. Це дозволяє розробити обґрунтовані рекомендації щодо використання зовнішніх підкріплень у контексті відновлення зруйнованої або фізично застарілої інфраструктури. Отримані результати можуть бути використані як для окремих проєктів, так і в рамках державної програми відбудови України.

**Мета цієї роботи** є дослідження ефективності методів посилення залізобетонних конструкцій зовнішнім армуванням при реконструкції спортивного комплексу та обґрунтування доцільності використання вуглецевих волокнистих матеріалів.

**Предмет дослідження** Це будівля критого басейну 1982 року побудови, яку переобладнують у багатофункціональний спортивний комплекс.

**Тема дослідження** Існують методи посилення залізобетонних конструкцій зовнішнім армуванням, зокрема вуглеволокнистими композитами.

**Цілі дослідження:**

1. Проаналізуйте сучасні підходи до реконструкції будівель та споруд, особливо критих спортивних споруд.
2. Визначте причини необхідності підсилення конструкцій при зміні функціонального призначення споруд.
3. Вивчіть існуючі методи посилення залізобетонних елементів – балок, колон, прогонів, фундаментів.
4. Провести технічну оцінку стану конструкцій об'єкта реконструкції.
5. Розгляньте властивості звичайних та композитних армуючих матеріалів.

6. Порівняйте ефективність різних методів армування та обґрунтуйте вибір оптимального методу на основі розрахунків армування пресованої залізобетонної колони вуглепластиковою стрічкою.

### **Вступ**

Сучасний стан будівельного фонду в Україні характеризується значним фізичним та моральним зносом багатьох об'єктів, особливо громадських, промислових та спортивних, збудованих у другій половині 20 століття. В умовах триваючої тотальної війни, спричиненої агресією Російської Федерації, ситуація загострюється через масові пошкодження або повне знищення значної частини об'єктів інфраструктури. На тлі цих викликів питання реконструкції та зміцнення існуючих будівель зі збереженими конструктивними фундаментами набуває важливості як з технічної, так і з соціальної точки зору.

Громадські будівлі, особливо спортивні споруди, які виконують не лише функціональну, а й соціальну функцію та сприяють фізичному, психологічному та реабілітаційному відновленню населення, потребують особливої уваги. Одним із таких об'єктів є критий плавальний басейн, збудований у 1982 році, реконструкція якого включає його перетворення на багатофункціональний спортивний комплекс. Заплановані роботи включають надбудову, розширення майданчика, модернізацію технічних систем, заміну систем зв'язку та – найголовніше з точки зору надійності – посилення несучих залізобетонних конструкцій.

Основні технічні завдання реконструкції будівель полягають у забезпеченні несучої здатності конструкцій, витримуванні сучасних навантажень, зміні функціонування елементів та адаптації будівель до нових функціональних вимог. Часто старі конструкції не мають достатніх запасів міцності або повністю втратили несучу здатність через тривалу експлуатацію, агресивне середовище чи механічні пошкодження. Крім того,

застарілі технології, що використовуються при будівництві заводу, не дозволяють проводити модернізацію без втручання в конструкцію будівлі.

У таких випадках посилення конструкцій зовнішнім армуванням є одним з найбільш доцільних та ефективних рішень. Такий метод дозволяє зберегти геометричну форму та масу елементів, скоротити час, необхідний для роботи, та зменшити потребу в демонтажі або повній заміні конструкцій. Композити на основі вуглецевого волокна є особливо перспективними, оскільки вони вже довели свою надзвичайну ефективність у технологіях армування елементів з бетону, сталі, каменю та дерева.

Композитні системи зовнішнього армування мають ряд переваг: високу питому міцність, стійкість до корозії, простоту монтажу та можливість використання їх в умовах обмеженого доступу або без переривання роботи установки. Використання таких технологій дозволяє забезпечити більшу надійність конструкції без збільшення її маси та габаритів. Водночас, за належного планування та виконання, вони відповідають сучасним будівельним нормам та вимогам європейських стандартів.

У цьому контексті в магістерській роботі аналізуються існуючі методи посилення конструкцій з акцентом на зовнішнє армування вуглеволокнистими матеріалами та розглядається практичне застосування цих рішень на прикладі реального об'єкта - реконструкції спортивного комплексу. Було проведено технічну оцінку стану конструкцій, вивчено та порівняно різні технології армування, а також проведено технічний розрахунок для вибору оптимального варіанту. Такий підхід не лише забезпечує більшу ефективність та надійність будівлі, але й має потенціал для розширення в міру відбудови країни після війни.

## **6.1 Загальні положення щодо реконструкції**

### **6.1.1 Реконструкція будівель**

Реконструкція будівлі – це процес глибокого перетворення будівельного об'єкта, який передбачає зміну його основних техніко-економічних характеристик, геометричних параметрів та функціонального призначення. Це може включати додавання або розширення будівель, зміни кількості поверхів, площі, об'єму, а також заміну або посилення несучих елементів. Різниця між реконструкцією та комплексним ремонтом полягає в обов'язі втручання: при реконструкції допускаються зміни конфігурації об'єкта та конструктивної схеми, тоді як при ремонті, навіть комплексному, основна конструкція будівлі має бути збережена [27, с. 12].

Реконструкційні роботи мають статус особливого виду будівельної діяльності, що регулюється чинним законодавством та нормативно-технічною документацією, зокрема положеннями ДБН А.2.2-3:2014 та ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Доцільність їх впровадження виникає з низки причин: моральний або фізичний знос будівлі, необхідність зміни її функціонального призначення, приведення об'єкта у відповідність до сучасних норм або стандартів комфорту та безпеки.

У складних випадках, наприклад, під час роботи з об'єктами культурної спадщини, до загального комплексу завдань додається збереження історико-архітектурної цінності будівлі, що значно ускладнює проектні та технічні рішення [29, с. 54].

У повоєнний період відбудова стала одним із найважливіших факторів розвитку будівельної галузі з огляду на масове руйнування інфраструктури України. Відновлюючи частково зруйновані або нефункціональні будівлі, ви можете заощадити ресурси, скоротити час реконструкції та зберегти компоненти, які ще мають певну залишкову міцність. Це стосується, зокрема, соціальних установ, таких як школи, лікарні чи спортивні споруди [29, с. 66].

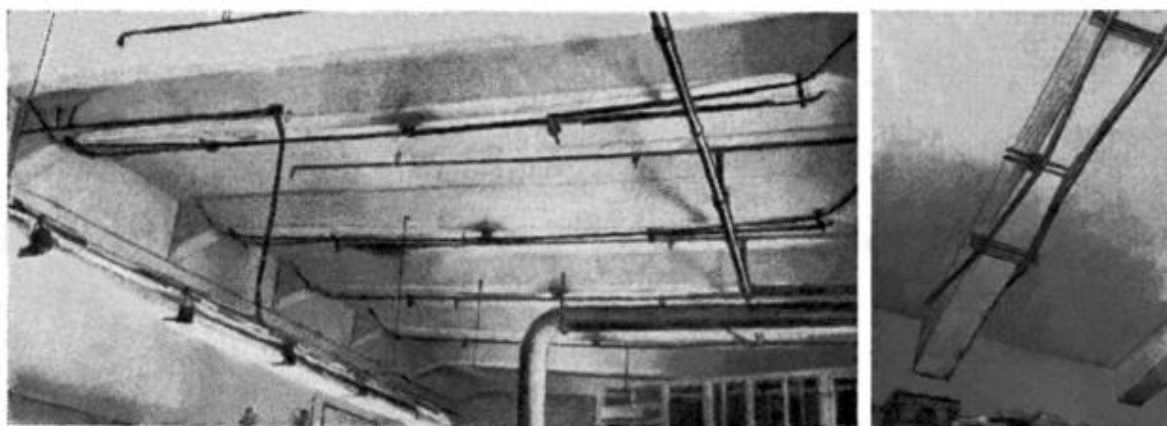
## **6.1.2 Основні причини, методи та види перевірок армування конструкцій**

Необхідність посилення будівельних конструкцій виникає не лише з вимог реконструкції, але й під час їх тривалої експлуатації. Причиною цього часто є передчасне зниження несучої здатності. Це може бути пов'язано зі змінами у виробничому процесі, впровадженням нового обладнання, навантаження якого не передбачалися в початковому проекті, а також локальними пошкодженнями або впливом агресивного середовища. Враховуючи, що основна частина конструкції існуючого будівельного фонду складається із залізобетонних конструкцій, розробка та впровадження ефективних методів їх зміцнення має велике практичне значення.

Перші відомі спроби посилення залізобетонних конструкцій датуються початком 20 століття. Ще до 1912 року для відновлення несучої здатності будівельних компонентів використовувалися нанесення рівномірного шару цементної штукатурки, пошарове нанесення розчину з армуванням, зокрема з додаванням металевої крихти, або процес торкретування. Новим кроком у цьому напрямку стало використання попередньо напружених хомутів: у 1936 році французький інженер Анрі Лоссьє запропонував таку технологію для усунення косих тріщин у балках, що виникли через недостатнє армування. Він також рекомендував посилити поздовжню арматуру додатковими стрижнями попереднього напруження [36, с. 15].

Одним із поширених методів відновлення та зміцнення залізобетонних елементів є встановлення бетонних або сталевих гільз, встановлення гільз або нарощування однієї сторони елемента з одночасним додаванням нової арматури. Важливим технічним аспектом є забезпечення надійного зчеплення нового бетону зі старим. Міцність цього з'єднання визначається низкою факторів: технологією бетонування, станом і чистотою стиків, способом ущільнення суміші, витратою цементу та типом обробки контактної поверхні.

Експериментальні дослідження показали, що при правильному впровадженні технології можливе надійне монолітне з'єднання двох бетонних шарів різного віку. Однак слід зазначити, що зі збільшенням різниці у віці між шарами якість адгезії знижується. Зокрема, при різниці у віці в один рік контактна міцність бетону зменшується приблизно на 12–18%. Загалом, міцність зчеплення може значно варіюватися – від повної, типової для монолітного тіла, до 40% від неї, залежно від умов та якості роботи [36, с. 54]



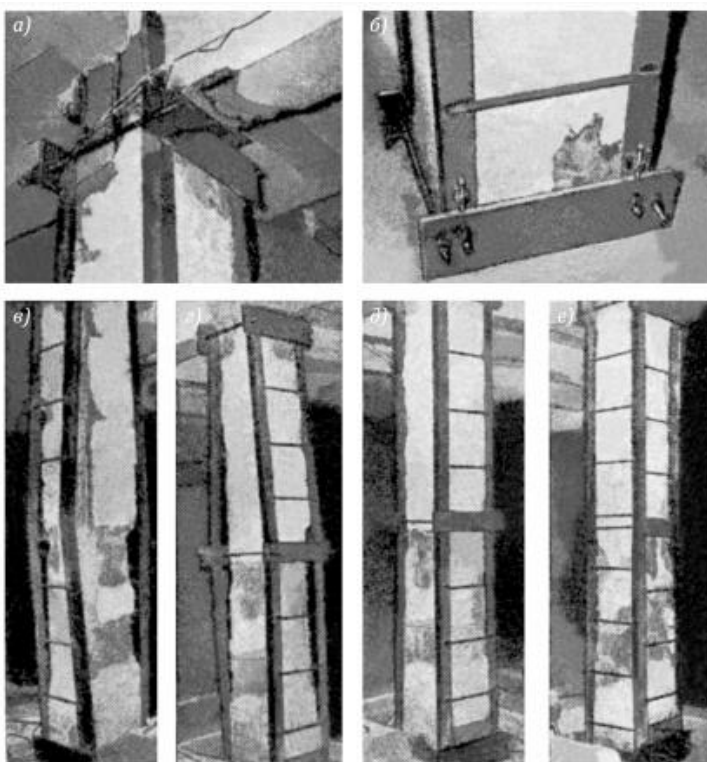
*Рис. 1. Загальний вигляд попередньо напружених горизонтальних шпренгельних затяжок після підсилення балок*

Значний внесок Онуфрієва у розвиток технологій зміцнення колон був задокументований у 1952 році, коли він вперше застосував попередньо напружені стійки для зміцнення стиснутих елементів. Цей метод вважається одним з найефективніших і водночас технологічно найпростіших способів посилення колон, особливо у випадках, коли будівля залишається в експлуатації, а знесення або серйозні втручання неможливі [38, с. 68].

Існує два основних варіанти методу попередньо напружених стійок: односторонній та двосторонній. Двосторонній варіант використовується переважно для колон, що піддаються центральному стиску або працюють з двозначними моментами. Односторонні – використовуються для посилення колон з ексцентричним навантаженням (як з малим, так і з великим ексцентриситетом). Суть методу полягає у введенні системи додаткових

елементів натягу – стійок, які встановлюються таким чином, щоб забезпечити їх безпосередню близькість до колони та рівномірний розподіл напружень між елементами [39, с. 45]

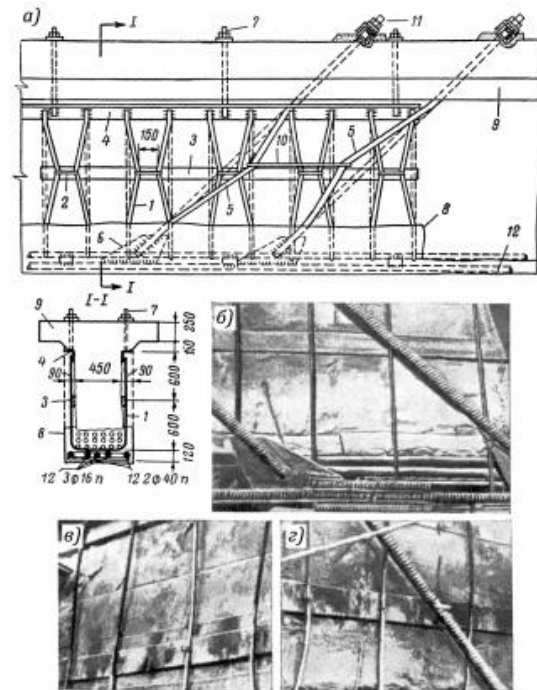
Ще однією перевагою є технологічна простота та швидкість монтажу: оскільки не потрібна важка техніка чи зварювання, цей метод добре підходить для використання на заводах або там, де доступ до заводу обмежений (рис. 2). Все це визначає попередньо напружені стійки як ефективне та практичне рішення для посилення стиснутих конструкцій у різноманітних інженерних ситуаціях [47, с. 83].



*Рис. 2. Підсилення центрально навантажених колон попередньо напруженими розпірками з кутників, з'єднаних стрижнями: а – верхня опора; б – нижня опора; в – встановлені, але не напружені розпірки; г – встановлені накладки із стяжних монтажних болтів; д – розпірки стягнуті, приведені у вертикальне положення і напружені; е – змонтовані розпірки зв'язані між собою з'єднувальними стрижнями*

Одним з напрямків розвитку технологій армування конструкцій є впровадження заходів без переривання роботи, тобто армування під навантаженням. Методи успішно довели свою ефективність у вбудовуванні додаткових елементів у існуючі конструкції без необхідності їх полегшення або демонтажу (рис. 3).

Рис. 3. Підсилення ригелів рам попередньо напруженими поперечними і похилими стрижнями для сприйняття поперечних сил: а – проект підсилення – загальний вид; б – встановлена, але не напружена поперечна арматура; в – поперечно вертикальні напружені стрижні; г – поперечно вертикальні і похилі напружені стрижні; 1 – вертикальні попередньо напружені поперечні стрижні; 2 – стяжні болти; 3 – металева залізна смуга, в якій приварювалися напружені взаємно стягнуті стержні поз.1; 4 – четвертий верхній кутник, в якому приварювалися поперечні стрижні поз.1; 5 – відтягнуті попередньо напружені стрижні; 6 – косинки і закріплений болт; 8 – забетонована нижня частина сорочки; 9 – верхня полицка ригеля; 10 – стяжний хомут для створення напруження в стрижнях; 11 – закріплена гайка і башмак на стрижні; 12 – поздовжня арматура сорочки



Завдяки простій реалізації температурного впливу на стрижні (наприклад, нагрівання з подальшим охолодженням у фіксованому положенні), цей метод відкрив можливість практичного застосування армування навіть у масивних та неармованих елементах. До них належать фундаменти, монолітні плити або конструкції резервуарів, де традиційні методи армування ускладнені через розміри, вагу або технологічну непридатність для конструкції [38, с. 67].

### 6.1.3 Армування фундаменту

Необхідність підсилення фундаменту зазвичай визначається появою характерних деформаційних явищ, таких як тріщини та розломи в стінах будівлі. Водночас вибір того чи іншого методу армування визначається, перш за все, причинами, що призвели до деформації або втрати несучої здатності ґрунту.

На стан фундаментів також впливає **Гідрогеологічна ситуація**, особливо коливання рівня ґрунтових вод. Зниження цього рівня, яке може статися через встановлення каналізаційних та дренажних систем або забір води для комунальних та промислових потреб, призводить до втрати

обтяжуючого ефекту води, ущільнення ґрунту та, як наслідок, додаткового осідання конструкцій. І навпаки, **підвищення рівня ґрунтових вод** призводить до розм'якшення ґрунтів (особливо при зволоженні мулистих пісків або лесу), що призводить до втрати стійкості підґрунтя. Коли лесові ґрунти стають зволженими, це може призвести до нерівномірного осідання та утворення тріщин у поверхневих структурах.

Ще одна важлива причина **Геологічні умови є ненадійними або якісно оцінені неадекватно** під час проектування. Наприклад, неправильне визначення фізико-механічних властивостей ґрунтів або неправильне визначення послідовності їх нашарування може призвести до непередбачених осідань і навіть зміщень фундаментів. У практиці відомі випадки, коли під покривним шаром глинистих ґрунтів виявлялися слабкі мули, що призводило до значних деформацій фундаментів мостів та дорожніх насипів [58, 59].

Також **неприпустимі деформації** можуть виникати через порушення технологічних процесів під час будівництва пальових фундаментів. Наприклад, неповне занурення паль (через ерозію або утруднене занурення в щільні ґрунти) може призвести до значного осідання. Аналогічно, помилки під час вібрації оболонок або буріння свердловин для колон можуть призвести до руйнування оболонок або появи дефектів у бетоні, особливо западин, спричинених обваленням ґрунтів з бічних стін.

#### **6.1.4 Армування колони**

Армування колон є поширеною практикою в будівельній галузі. Це може бути пов'язано з випадковими пошкодженнями, спричиненими експлуатаційною діяльністю (наприклад, ударами транспортних засобів), а також зі збільшенням навантажень через зміну функціонального призначення будівлі або реконструкцію ділянки. Металеві колони, зазвичай виготовлені з прокатних профілів або труб, часто мають значний запас несучої здатності,

оскільки вони розраховані на витримування найгірших комбінацій навантажень, які на практиці рідко зустрічаються одночасно.

Однак в умовах експлуатації, особливо в агресивному середовищі, такі елементи схильні до корозії. Основними причинами корозії є: постійна волога, накопичення пилу, контакт із землею або підлогою, відсутність захисту від негоди та високих температур. Найбільш вразливими частинами залишаються основи колон, з'єднувальні вузли (башмаки) та горизонтальні елементи сіток, пошкодження яких з часом прогресує [59].

Найпоширеніші методи армування колон включають [61]:

- Встановлення бетонних або сталевих каркасів, що охоплюють елемент по всьому периметру;
- **одностороннє або двостороннє розширення поперечного перерізу**, залежно від доступності;
- Використання попередньо напружених металевих колон;
- **Композиція "Сорочка"**— ефективне рішення для зовнішніх рядів колон, коли армування з усіх боків неможливе.

Основна функція колон як елементів стискання полягає в передачі зусиль від горизонтальних конструкцій (поперечних балок, балок) до фундаментів. Отже, вузли, що з'єднують вертикальні та горизонтальні елементи, – особливо оголовки колон та кронштейни, – відіграють ключову роль у забезпеченні просторової жорсткості каркаса будівлі. Їх надійність визначає довговічність та загальну конструктивну стійкість об'єкта.

Проектування армування колон вимагає високого рівня технічної підготовки, врахування фактичного технічного стану елементів та суворого дотримання будівельних норм. Заходи зміцнення можуть також включати додаткові технологічні заходи, зокрема ін'єкцію тріщин або відновлення пошкоджених ділянок за допомогою клеїв або композитних матеріалів. Все це спрямовано на відновлення цілісності конструкції. [62]

### **6.1.6 Армування балок та прогонів**

Найпоширеніші методи посилення збірних залізобетонних балок та прогонів включають такі технічні рішення [64]:

- Зміна структурної схеми елемента;
- Збільшення поперечного перерізу шляхом встановлення залізобетонного каркасу;
- Встановлення сталевих хомутів або ґратчастих арматурних каркасів;
- Монтаж попередньо напружених сталевих ферм.

Під час посилення, яке базується на зміні функціональної схеми конструкції, шарнірне з'єднання прогонів або балок перетворюється на жорстке з'єднання, що дозволяє зменшити величину згинальних моментів у характерних перерізах. Такий підхід ефективний для елементів, де є можливість локального посилення з'єднань.

Найефективнішим методом армування є встановлення попередньо напружених сталевих анкерів [29, с. 125]. Їх можна монтувати:

- з обох боків конструктивного елемента;
- нижче нижнього пояса балки;
- одночасно над і під елементом.

Основна складність армування залізобетонних балок полягає в тому, що цей матеріал є композитним – бетон та арматура взаємодіють. На відміну від металевих балок, де армування виконується за чітко відомою схемою, залізобетонні балки часто не мають достовірної проектної документації. Тому фактичне положення робочої арматури необхідно визначати окремо – шляхом неінвазивного обстеження або часткового розкриття конструкції [64].

Залежно від завдання та технічного стану елемента, армування балкових конструкцій можна розділити на два основні підходи [65]:

**1. Армування без зміни схеми проектування**— включає збільшення поперечного перерізу шляхом додавання арматури, встановлення опор,

бетонних або сталевих кронштейнів та подовження несучої частини. Незважаючи на збільшення несучої здатності, такий підхід одночасно призводить до збільшення власної ваги елемента та зменшення корисного прольоту.

**2. Армування зі зміною конструктивної схеми**— реалізується шляхом встановлення додаткових попередньо натягнутих шліцьових або горизонтальних затискачів. Такий метод дозволяє значно зменшити згинальні моменти без суттєвого збільшення маси конструкції.

Потребують особливої уваги **монолітні конструкції**, виготовлені безпосередньо на місці. У таких випадках немає можливості нарощування попереднього напруження, особливо в нижньому натяжному поясі, що негативно впливає на ефективність армування. Навпаки, в заводських умовах забезпечується контрольована технологія виготовлення збірних залізобетонних елементів, що забезпечує попереднє напруження та гарантію якості. Отже, **Монолітні та збірні конструкції не є повністю взаємозамінними** за властивостями міцності та формованості.

Тому під час армування збірних залізобетонних елементів потрібен ретельний вибір методу залежно від технічного стану, наявної інформації про конструкцію та можливостей монтажу за заданих умов.

## **6.2 Матеріали, необхідні для армування**

### **6.2.1 Класифікація армуючих матеріалів**

Одним з найважливіших кроків в організації робіт з підсилення конструкцій є раціональний вибір матеріалів, що використовуються при реалізації технічних рішень. Правильне визначення типу матеріалу безпосередньо впливає на ефективність армування, довговічність відновленої конструкції, технологічність виконання робіт та загальну вартість проекту.

Сучасні матеріали для зміцнення компонентів класифікуються за кількома критеріями [47, с. 154-157]:

### **1. За сферою застосування:**

- для зміцнення залізобетонних конструкцій;
- для армування металевих елементів;
- для армування кам'яних та цегляних конструкцій;
- для армування дерев'яних елементів.

У кожній із цих областей необхідно враховувати фізико-механічні властивості матеріалів, адгезію до основної основи, сумісність з існуючою конструкцією та технологію нанесення.

### **2. За технологією виробництва:**

- **традиційні матеріали**, до яких належать метал (сталеві елементи, прокат) та бетон (монолітний, збірний);
- **Композитні матеріали**, зокрема на основі вуглецевих, скляних та базальтових волокон, які характеризуються високою питомою міцністю та малою вагою;
- **Будівельні суміші та склади**— Епоксидні смоли, полімерцементні розчини, модифіковані клеї, що забезпечують надійну адгезію та заповнення тріщин.

### **3. За функціональним принципом використання:**

- Матеріали для зовнішнього армування або для покращення несучої здатності (армуючі елементи, стрічки, сітки тощо);
- **Ін'єкційні та клейові суміші**, використовується для відновлення міцності елементів, заповнення пустот, тріщин та локальних дефектів і відновлення цілісності.

Кожна з груп має свої технологічні характеристики використання, які залежать від типу конструкції, умов експлуатації, ступеня пошкодження та допустимого втручання в існуючу конструкцію. При виборі матеріалів слід враховувати не лише технічні параметри, а й нормативні вимоги та економічну доцільність їх використання.

## 6.2.2 Особливості використання армуючих матеріалів

Вибір матеріалів, що використовуються при армуванні будівельних конструкцій, є надзвичайно важливим кроком, що визначає надійність, довговічність та ефективність виконуваних робіт. У практиці армування використовуються як традиційні, так і високотехнологічні матеріали, кожен зі своїми властивостями.

**Традиційні матеріали**— Бетон та метал – залишаються актуальними у випадках, коли використання сучасних технологій обмежене або недоцільне. Металеві елементи (кутники, пластини, прутки) використовуються для кріплення кронштейнів, підтяжок, стійок тощо. Бетон, у свою чергу, часто використовується для збільшення поперечного перерізу елементів або створення нових монолітних частин конструкцій.

**Композитні матеріали**, особливо вуглецеві волокна (CFRP), все частіше використовуються для армування залізобетонних, металевих, кам'яних та дерев'яних конструкцій. Такі матеріали виготовляються у вигляді однонаправлених або двонаправлених листів, стрічок та ламінатів. До основних переваг вуглецевого волокна належать:

- легке встановлення;
- Сумісність з різними будівельними матеріалами;
- Можливість використання у важкодоступних місцях;
- незначна маса та відсутність впливу на естетичні властивості конструкції.

Процеси армування вуглецевими волокнами поділяються на чотири основні напрямки залежно від типу конструкції [66]:

1. **Залізобетонні елементи**— Армування стрічками у вигляді скоб або вздовж ослаблених ділянок.
2. **Металеві конструкції**— вимагають попереднього очищення поверхні та симетричного розміщення елементів армування відносно центру ваги.

3. **Кам'яні споруди**— Карбонові панелі монтуються без свердління, що зберігає зовнішній вигляд.
4. **дерев'яні конструкції**— забезпечує непомітне армування зі значним подовженням терміну служби.

**Будівельні суміші та складитакож** відіграють важливу роль. Вони класифікуються за функціональним призначенням:

- **Ін'єкційні склади на основі епоксидної смоли та дисперсій**— для заповнення тріщин та порожнин;
- **Просочувальні та ґрунтувальні суміші з епоксидними смолами**— для захисту бетону від агресивного середовища;
- **Полімерцементний розчин**— для відновлення вузлів та локального підсилення елементів.

**Металеві конструкції** активно використовуються як для заміщення пошкоджених елементів, так і для їх доповнення. Найтиповіший спосіб монтажу - арматура, металеві смуги, скоби, заклепки та U-подібні пластини. Головною перевагою металевих конструкцій є їх однорідність, точність виготовлення та легкість зварювання. Крім того, метал має високу міцність і непроникність для газів і рідин.

Для армування металевими конструкціями потрібне попереднє планування, оскільки зміни до конструктивної схеми (введення нових ребер жорсткості, елементів ферм, стійок) повинні розраховуватися відповідно до чинних норм. Особлива увага приділяється аспектам вогнезахисту – застосування вогнестійких фарб, штукатурок або покриття спеціальними панелями є обов'язковим, щоб уникнути втрати несучої здатності у разі пожежі [63, 66].

Тому вибір армуючого матеріалу та технології повинен ґрунтуватися на характеристиках об'єкта, умовах експлуатації, наявності технічних рішень та законодавчих обмеженнях.

### **6.2.3 Порівняльний аналіз матеріалів для зміцнення будівельних конструкцій**

При виборі матеріалів для армування будівельних конструкцій важливо враховувати не тільки їх фізико-механічні властивості, але й економічні, технологічні та експлуатаційні характеристики. Розглянемо основні групи матеріалів – традиційні, композитні та спеціальні будівельні суміші та склади (див. таблицю 6.1).

#### **1. Традиційні матеріали (бетон та сталь)**

##### **Переваги:**

- помірні витрати та широка доступність на ринку;
- перевірені технології розгортання.

##### **Недоліки:**

- значна складність монтажних процесів та тривалий час роботи;
- відносно короткий термін служби в агресивних середовищах;
- Збільшення маси та габаритів конструкцій через необхідність збільшення поперечного перерізу.

#### **2. Композитні матеріали**

##### **Переваги:**

- надзвичайно висока міцність на розрив (до 3000 МПа);
- Модуль пружності до 640 ГПа;
- підвищена стійкість до динамічних та втомних навантажень;
- повна стійкість до корозії;
- Термостійкість та хімічна інертність;
- Тривала експлуатація (до 100 років) при правильному монтажі;
- простий та легкий монтаж з можливістю використання в обмеженому просторі.

##### **Недоліки:**

- високі витрати порівняно з традиційними рішеннями, що обмежує його використання в низькобюджетних проектах.

### 3. Спеціалізовані будівельні суміші та склади

#### Переваги:

- відмінна адгезія до різних поверхонь – бетону, цегли, сталі;
- здатність утворювати суцільне, монолітне покриття;
- висока морозостійкість;
- Стійкість до агресивних середовищ (лужних, кислотних, сольових, масляних);
- Протидія гідростатичному тиску;
- Довговічність та зносостійкість.

#### Недоліки:

- необхідність додаткових заходів безпеки під час приготування та нанесення, включаючи захист шкіри та дихальних шляхів від впливу епоксидних компонентів та розчинників.

Таблиця 6.1 – Порівняння властивостей матеріалів для зміцнення будівельних конструкцій

критерій	Традиційні матеріали (бетон, сталь)	Композитні матеріали (вуглецеве волокно)	Будівельні суміші та склади (ін'єкційні, клейові, полімерцементні)
Міцність на розтяг	Середній (сталь – до 500–600 МПа)	Високий (до 3000 МПа)	середній
Модуль пружності	Сталь – ~210 ГПа	До 640 ГПа	Відносно низький
Стійкість до корозії	Низький	Високий	Високий
довговічність	Середній (25–50 років)	Високий (до 100 років)	Високий
Вага/Щільність	Високий	Низький	середній
Вплив конструктивні розміри на	Збільшення площі поперечного перерізу	мінімум	мінімум
Складність	Висока	Легке	Потребує навчання, але

критерій	Традиційні матеріали (бетон, сталь)	Композитні матеріали (вуглецеве волокно)	Будівельні суміші та склади (ін'єкційні, клейові, полімерцементні)
встановлення	трудомісткість	встановлення	технологічно
Здатність працювати в обмеженому просторі	Обмежена	Високий	Високий
Стійкість до агресивних середовищ	Низький/Середній	Високий	Високий
Вартість	Відносно низький	Високий	середній
Спеціальні вимоги безпеки	Низький	Помірний	Збільшена (епоксидні смоли, розчинники)

**Стан I – нормальний.** Напруження в поперечних перерізах елементів не перевищують допустимих меж, дефекти відсутні або вони не впливають на міцність та функціональність конструкції. Не потрібно жодного ремонту чи захисних заходів.

**Стан II – задовільний.** Конструкція працює в межах заданих навантажень, але виявлено незначні пошкодження або дефекти, які можуть вплинути на її довговічність. Рекомендується провести реставраційні або консерваційні заходи.

**Стан III – непридатний для використання.** Існують значні недоліки або перевантаження, що знижують несучу здатність. Тільки за умови негайного вжиття заходів з посилення можна зберегти конструкцію.

**Стан IV – Надзвичайний стан.** Через масштаби пошкоджень ми не можемо надати жодних гарантій щодо стабільності та безпеки конструкції, навіть у короткостроковій перспективі. Це особливо важливо, якщо перелом може бути крихким. Необхідно терміново зупинити роботу об'єкта, евакуювати людей із небезпечної зони та вжити термінових заходів щодо розвантаження або демонтажу.

## **6.4 Порядок проведення технічного обстеження будівлі**

Під час експлуатації конструкції піддаються експлуатаційним навантаженням, а також кліматичним та атмосферним факторам, що поступово призводить до погіршення їх початкових технічних властивостей. Щоб мати змогу своєчасно реагувати на пошкодження конструкцій та планувати ремонтні та відновлювальні заходи, проводиться інженерно-конструкційне обстеження.

Основні види технічного огляду включають [63, 68]:

**1. Загальний огляд (повний огляд)**— проводиться сезонно, зазвичай перед початком осінньо-зимового або весняно-літнього періоду, та надає загальний огляд поточного технічного стану будівлі.

**2. Діагностика будівлі**— включає аналіз стану конструктивних елементів для розробки рекомендацій щодо планування капітального ремонту, модернізації або реконструкції.

**3. Інженерно-технічна експертиза**— передбачає детальне обстеження для визначення технічного стану об'єкта в цілому та його окремих елементів з метою виявлення причин пошкоджень і деформацій і надання технічних рішень для експлуатуючих або проектних організацій.

### **6.4.1 Етапи технічного огляду**

Обстеження будівлі проводиться поетапно, при цьому рівень деталізації дослідження поступово зростає:

#### **1. Попереднє обстеження.**

Мета цього етапу — зібрати початкову інформацію про нерухомість та визначити необхідність детального дослідження.

Робота включає:

- Візуальний огляд конструкції;
- Аналіз архівної та проектної документації;

- 
- Вивчення загальної інформації про об'єкт (рік будівництва, умови експлуатації);
- Оцінка концепції структурного та просторового планування;
- Фіксація впливу виробничого середовища (температура, вологість, агресивність середовища);
- Визначення заходів захисту від корозії;
- Узагальнення результатів попередніх опитувань, якщо такі є.

## **2. Детальний огляд.**

На цьому етапі проводиться поглиблений технічний аналіз за допомогою спеціального обладнання.

Обсяг робіт включає:

- Візуальний огляд з фотофіксацією пошкоджень;
- Вимірювання геометричних параметрів конструкцій;
- інструментальні дослідження (вимірювання прогинів, деформацій, осідань, корозійних пошкоджень);
- Відбір зразків матеріалів для лабораторного аналізу з метою визначення фізико-механічних властивостей.

## **3. Перевірочні розрахунки та обробка офісних даних.**

Результати, отримані під час дослідження, використовуються для виконання перевірочних розрахунків.

У розрахунках враховується:

- фактичні дефекти та відхилення розмірів;
- Ступінь зносу та корозії;
- дійсні схеми розрахунків;
- реальні навантаження, вплив температури, осідання фундаменту тощо.

Результати обробляються як ручними методами, так і за допомогою сертифікованих комп'ютерних програм. Перевірочні розрахунки є

обов'язковою складовою технічного звіту або експертного висновку про стан конструкцій [59, 63, 69].

#### **6.4.2 Фактори, що впливають на вартість та тривалість розслідування**

До цих факторів належать [36, с. 124]:

- Розташування об'єкта;
- Загальний об'єм будівлі та площа споруди;
- поточний технічний стан;
- Мета перевірки (ремонт, модифікація, оцінка аварії тощо);
- Доступність споруд для інспекцій;
- Наявність технічної та проектної документації (проект, паспорт, попередні звіти);
- Чіткість та деталізація технічних специфікацій.

#### **6.5 Армування опори вуглепластиковою стрічкою Розрахунок армування колони**

Необхідно визначити міцність на стиск прямокутного залізобетонного елемента, армованого брезентовим композитним матеріалом.

##### **Вихідні дані**

Округлення:

- радіус кривизни площі поперечного перерізу  $r = 2 \text{ см} = 2/100 = 0,02 \text{ м}$ ;

##### **Композитні затискачі:**

- Ширина скоб з композитного матеріалу  $w_f = 5 \text{ см} = 5/100 = 0,05 \text{ м}$ ;

##### **Додаткові властивості композитних матеріалів:**

- Кількість шарів композитного матеріалу  $n = 2$ ;

##### **Властивості композитних матеріалів:**

- Товщина композитного матеріалу  $t_f = 0,9 \text{ мм}$ ;

-  
- Характеристичне значення міцності на розтяг композитного матеріалу  $R_f$ ,  $n = 470$  МПа;

- характеристичне значення модуля пружності композитного матеріалу  $E_f$ ,  $n = 35000$  МПа;

**Захисний шар:**

- Відстань результуючої сили в арматурі  $S$  до площі поперечного перерізу  $a_s = 3$  см  $= 3/100 = 0,03$  м;

- Відстань результуючої сили в арматурі  $S'$  до площі поперечного перерізу  $a's = 3$  см  $= 3/100 = 0,03$  м;

**Площа ненапруженої, найбільш напруженої поздовжньої арматури:**

- Площа ненапруженої розтягнутої арматури  $A_s = 1,6$  см<sup>2</sup>  $= 1,6 / 10000 = 0,00016$  м<sup>2</sup>;

**Площа ненапруженої стиснутої або найменш розтягнутої поздовжньої арматури:**

- Площа ненавантаженої стиснутої арматури  $A's = 0,57$  см<sup>2</sup>  $= 0,57 / 10000 = 0,000057$  м<sup>2</sup>;

**Розміри поперечного перерізу:**

- Висота секції  $h = 30$  см  $= 30/100 = 0,3$  м;

- Ширина прямокутної секції  $b = 30$  см  $= 30/100 = 0,3$  м;

**Розміри елемента:**

- Довжина елемента або відстань між точками кріплення  $l = 300$  см  $= 300/100 = 3$  м;

**Зусилля:**

- Згинальний момент  $M = 0,5$  тс\*м  $= 0,5 / 400 = 0,00125$  МН\*м;

- Поздовжня сила  $N = 40$  тф  $= 40 / 101,97162123 = 0,0275$  МН;

- Згинальний момент від постійного та тривалого навантаження

$M_I = 0,3$  ц\*м  $= 0,3 / 400 = 0,00075$  МН\*м;

- Поздовжня сила від постійного та тривалого навантаження  $N_I = 12$  тс  $= 12 / +101,97162123 = 0,1176798$  МН;

## Результати розрахунків

### 1) Розрахунок несучої здатності бетону

Бетон важкий.

Характеристичне значення опору бетону осьовому стиску для граничних станів першої групи визначається за таблицею. 3.1, ДБН [1]  $f_{ck} = 11$  МПа.

Характеристичне значення опору бетону осьовому розтягувальному напруженню для граничних станів першої групи визначається за таблицею. 3.1, ДБН [1]  $f_{ctk} = 1,1$  МПа.

Розрахунковий опір бетону осьовому стиску можна знайти в таблиці. 3.1, ДБН [1], КПД = 8,5 МПа.

Розрахунковий опір бетону осьовому розтягувальному напруженню береться з таблиці. 3.1, ДБН [1],  $f_{ctd} = 0,75$  МПа.

### 2) Врахування властивостей бетону в конструкції

Розрахунок впливу навантажень – постійних, довготривалих та короткочасних.

Коефіцієнт працездатності бетону з урахуванням тривалості навантаження:  $\gamma_{s1} = 1$ .

Конструкція бетонується – у вертикальному положенні. Максимальна висота бетонного шару становить 1,5 м.

Коефіцієнт експлуатаційних характеристик бетону, що враховує чергування замерзання та відтавання бетону:

$$\gamma_{s3} = 1.$$

Коефіцієнт стійкості бетону, що враховує тип руйнування бетонних конструкцій:

$$\gamma_{s4} = 1.$$

Для наземних споруд застосовується розрахункова температура зовнішнього повітря не менше -40 градусів взимку.

Коефіцієнт міцності бетону з урахуванням впливу чергування замерзання та відтавання:  $\gamma_5 = 1$ .

Група граничних станів є першою.

Конструкція виготовлена із залізобетону.

Сейсмічність будівельного майданчика не перевищує 6 балів.

Коефіцієнт умов праці згідно з розділом 2.14 ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних зонах України»:

$m_{kp} = 1$ .

Розрахунковий опір бетону центробежному стиску при  $m_{kp} = 1$ :

$$f_{cd} = \gamma_{c1} * \gamma_{c3} * \gamma_{c4} * \gamma_5 * f_{cd} = 1 * 1 * 1 * 1 * 8,5 = 8,5 \text{ МПа}$$

Розрахунковий опір бетону осьовим розтягуючим силам при розрахунку дії зсувних сил:

$$f_{ctd} = \gamma_{c1} * f_{ctd} = 1 * 0,75 = 0,75 \text{ МПа.}$$

Розрахунковий опір бетону осьовому розтягу:  $f_{ctd} = m_{kp} * \gamma_{c1} * f_{ctd} = 1 * 1 * 0,75 = 0,75 \text{ МПа.}$

### **3) Визначення значення початкового модуля пружності бетону**

Початковий модуль пружності береться з таблиці. 3.1 ДБН [1],  $E_{cd} = 24000 \text{ МПа.}$

### **4) Розрахункові значення міцнісних властивостей арматури**

Попереднє напруження арматури відсутнє.

Клас ненапруженої поздовжньої арматури - А400С.

Розрахунковий опір поздовжньої арматури на розтяг:  $f_{yd} = 335 \text{ МПа.}$

Розрахунковий опір ненавантаженої арматури на стиск (для арматури А400С):

$$f_{yd} = 355 \text{ МПа.}$$

Поперечне армування – не враховується в цьому розрахунку.

Розрахункова міцність на розтяг поздовжньої арматури становить:  $f_{yd} = m_{kp} * f_{yd} = 1 * 335 = 335 \text{ МПа.}$

Розрахунковий опір ненавантаженої арматури під стискаючим навантаженням (для арматури В500, А600С):

$$f_{yd} = m_{kr} * f_{yd} = 1 \cdot 355 = 355 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт надійності арматури:

$$\gamma_s = 1,15.$$

Характеристичне значення граничної міцності ненавантаженої арматури на розтяг:  $f_{yk} = m_{kr} * \gamma_s * f_{yk} = 1 \cdot 1,15 \cdot 335 = 408,25 \text{ МПа.}$

Характеристичне значення опору ненапруженої арматури осьовому стиску:

$$f_{yk} = m_{kr} * \gamma_s * f_{yk} = 1 \cdot 1,15 \cdot 355 = 408,25 \text{ МПа.}$$

#### **5) Значення модуля пружності арматури**

Модуль пружності ненавантаженої арматури:  $E_s = 200 \ 000 \text{ МПа.}$

#### **6) Розрахунок ексцентрично стиснутих елементів прямокутного (круглого) поперечного перерізу з армуванням шляхом включення зовнішньої арматури з композитних матеріалів.**

Згідно з розділом 4.10, під час підсилення стискаючих конструкцій мінімально допустимий клас фактичної міцності бетону на стиск існуючої конструкції, армованої зовнішньою композитною арматурою, повинен бути не менше С8/10.

$C > 10 \text{ МПа}$  – умова виконується.

#### **7) Визначення значення початкового модуля пружності бетону**

Початковий модуль пружності береться з таблиці. 3.1 ДБН [1],  $E_{cd} = 24000 \text{ МПа.}$

#### **14) Визначення коефіцієнта, що враховує вплив прогину при розрахунку конструкцій за недеформованою схемою**

Коефіцієнт:

$$d_e = e_o / h = 0,04545461 / 0,3 = 0,151515.$$

Висота робочої секції:

$$h_o = h - a_s = 0,3 - 0,03 = 0,17 \text{ м} = 17 \text{ см.}$$

$$h'o = h_o = 0,17 \text{ м} = 17 \text{ см.}$$

$$\text{Оскільки } l_o / i = 3 / 0,0842434 = 35,6110983 > 14:$$

Момент інерції всієї поздовжньої арматури відносно центру ваги поперечного перерізу елемента:

$$I_s = A_s (y_t - a_s)^2 + A (y_c - a)^2 =$$

$$= 0,00016 * (0,1 - 0,03)^2 + 0,000057 * (0,1 - 0,03)^2 = 0,00000106 \text{ м}^4 = 106$$

см<sup>4</sup>.

Момент навколо центру арматури від повного навантаження:

$$M_1 = a b c (M) + N (y_t - a_s) =$$

$$= A b c (0,00125) + 0,0275 * (0,1 - 0,03) = 0,003175 \text{ МН м} = 0,3 \text{ тс м.}$$

Момент навколо центру арматури від постійних та тривалих навантажень:

$$M_{11} = a b c (M_1) + N_1 (y_t - a_s) = A b c (0,003115) + 0,03 * (0,1 - 0,03) = 0,0052 \text{ МН м} = 0,527 \text{ тс м.}$$

Коефіцієнт, що враховує вплив тривалості навантаження:

$$f_l = 1 + M_{11} / M_1 = 1 + 0,00527 / 0,003175 = 2,65984252$$

$$k_b = 0,15 / (f_l (0,3 + d_e)) = 0,15 / (1,897638 * (0,3 + 0,227273)) = 0,14991406. \quad k_c = 0,7.$$

Жорсткість на згин:

$$D = k_b E_b I + k_c E_s I_s = 0,1499141 * 24000 * 0,0073426 + 0,7 * 200000 * 0,00000106 = 26,566 \text{ МН м}^2 = 72,44 \text{ ц} * \text{м}^2.$$

$$\text{Оскільки } l_o / i = 3 / 0,0842434 = 35,568816 > 14:$$

Критична продуктивність:

$$N_{cr} = \pi^2 D / l_o^2 = 9,86960^2 * 26,5666 / 3^2 = 29,132866 \text{ МН} = 310 \text{ ц.}$$

$N = 0,0275 \text{ МН} = 2,804219 \text{ тс} < N_{cr} = 0,7790781 \text{ МН} = 310 \text{ тс}$  – умова виконується.

Коефіцієнт, що враховує вплив прогину:

$$h = 1 / (1 - N / N_{cr}) = 1 / (1 - 0,1078731 / 0,7790781) = 1,00908$$

**15) Продовження розрахунку згідно з пунктом 6.2.13, ДСТУ Б В.3.1-**

**2:2016**

Ексцентриситет:  $e = e_0 h + (h_0 - a) / 2 = 0,04545461 \cdot 1,160716 + (0,17 - 0,03) / 2 = 0,16586 \text{ м} = 16,58$

Відносна деформація розтягнутої арматури:

$$e_{s,el} = f_{yd} / E_s = 355 / 200000 = 0,001775$$

Відносна деформація бетону:

$$e_{s2} = 0,0035.$$

**16) Продовження розрахунку згідно з пунктом 8.1.6, ДБН [1]**

Властивості зони стиснення бетону:

$$w = 0,8.$$

**17) Продовження розрахунку згідно з пунктом 6.2.16, ДСТУ Б В.3.1-**

**2:2016**

$$e_{b3} = e_{b2} + 2 \cdot m_f \cdot R_{f,n} / E_b = 0,0035 + 2 \cdot 0,03475307 \cdot 470 / 24000 = 0,00486116$$

Граничне значення відносної висоти зони стиснення, розраховане з урахуванням об'ємного напруженого стану бетону:

$$\begin{aligned} x_{R3} &= w / (1 + e_{s, el} / e_{b3}) = \\ &= 0,8 / (1 + 0,001775 / 0,00486116) = 0,58608 \end{aligned}$$

Висота зони тиску:

$$\begin{aligned} x &= (N + R_s A_s - R_{sc} A) / (F_{cd3} b) = \\ &= (0,0275 + 355 \cdot 0,00016 - 355 \cdot 0,0020235) / (12,42015 \cdot 0,3) = \\ &0,017195 \text{ м} = 1,7195 \text{ см} \end{aligned}$$

Відносна висота стиснутої зони:

$$x = x / h_0 = 0,017195 / 0,27 = 0,063685$$

Оскільки  $x = 0,0636$ , то  $\eta x_{R3} = 0,58$

Граничне значення поздовжньої сили:  $N_{ult} = (F_{cd3} b x (h_0 - 0,5 x) + R_{sc} A's (h_0 - a's)) / e =$

$$= (12,42015 \cdot 0,3 \cdot 0,062267 \cdot (0,27-0,5 \cdot 0,062267) + 35 \cdot 0,000057 \cdot (0,27 - 0,03)) / 0,1227599 = 0,20096881 \text{ MN} = 20,49 \text{ ц.}$$

$$N_e = 0,0275 \cdot 0,16586 = 0,00456 \text{ MN m} = 0,497 \text{ ts} \cdot \text{m} \cdot \text{r} \cdot \text{fcd3} \cdot \text{bx} \cdot (\text{ho}-0,5 \cdot \text{x}) + R_{sc} \cdot A_s \cdot (\text{ho}-a_s) = 2,484 \cdot 0,3 \cdot 0,017195 \cdot (0,27 - 0,5 \cdot 0,017195) + 355 \cdot 0,0228 \cdot (0,27-0,03) = 0,021604 \text{ MN m} = 2,2 \text{ ts m} - \text{ умова виконується.}$$

## **6.6 Технологія виконання робіт з армування колон композитними матеріалами**

Один із сучасних та найефективніших способів підвищення несучої здатності залізобетонних колон – це їх поперечне обмотування вуглецевими стрічками або сітками. Цей метод створює ефект смуги, який обмежує поперечні деформації бетону та забезпечує функціонування елемента в умовах тривісного стискання, подібно до ефекту «бетон у трубі».

### **Підготовча робота**

Перед початком монтажу армуючого матеріалу конструкції розмічаються та визначаються положення елементів армування. Поверхня конструкції звільняється від оздоблення, пилу, цементного розчину та інших нашарувань у зоні склеювання. Очищення здійснюється шляхом механічної обробки за допомогою шліфувальних машин з алмазними чашками або пристроїв для водного піскоструминного очищення до оголення крупних заповнювачів бетону.

Якість підготовленої поверхні значною мірою визначає ефективність взаємодії між бетонною основою та композитним елементом. Вони контролюються під час виробництва [47, с. 135]:

- Плоскість основи;
- Міцність поверхневого шару бетону;
- Вологість і температура поверхні;
- Відсутність пилу, масел та інших забруднень.

## **Підготовка матеріалів**

Карбонові стрічки та сітки постачаються в герметичних рулонах. Щоб уникнути утворення пилу після шліфування, матеріал розмотують на поліетиленову основу. Залежно від типу матеріалу (смуга або планка), різання здійснюється ножем, ножицями по металу або кутовою шліфувальною машинкою.

Для склеювання використовуються двокомпонентні клеї, які змішуються згідно з інструкцією виробника. Зазвичай один компонент додається поступово до іншого та рівномірно перемішується. Недотримання технології може призвести до часткового «приготування» складу, що призведе до втрати властивостей. Готова суміш має обмежений термін зберігання близько 30–40 хвилин, хоча цей час значно скорочується зі збільшенням температури повітря [29, с. 148].

## **Технологія монтажу**

Існує два основних способи кріплення карбонових ремінців:

- «Мокрий» метод: стрічка попередньо просочується клеєм, потім наноситься на конструкцію та притискається валиком.
- «Сухий» метод: стрічка кріпиться до поверхні, попередньо змащеної клеєм, потім на неї наноситься клей, а потім згортається у волокна.

Якісне просочення досягається шляхом кількарязового прокочування стрічки малярним валиком, при цьому сполучний агент повинен проникнути у весь поперечний переріз стрічки. Можна наносити кілька шарів стрічки, проте для вертикального або стельового монтажу не рекомендується наносити більше двох шарів на шар, оскільки існує ризик зісковзування матеріалу під власною вагою.

Після встановлення, до того, як клей затвердіє, рекомендується нанести на поверхню елемента шар кварцового піску. Це забезпечує адгезію під час

подальшої обробки та запобігає утворенню надмірно гладкої поверхні, що ускладнює нанесення покриттів [66].

## 6.9 Порівняння доцільності реконструкції та нового будівництва

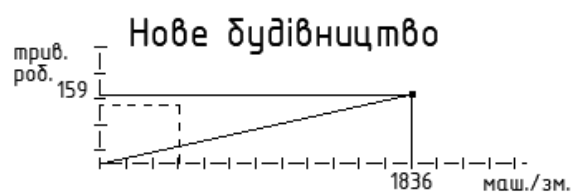
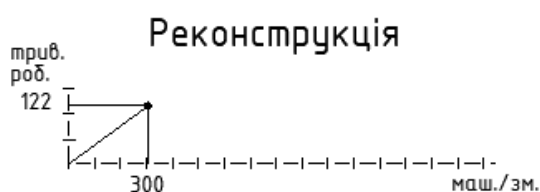
Забезпечення функціональності або модернізації об'єкта може бути досягнуто по суті двома способами: шляхом будівництва нового об'єкта або шляхом реконструкції існуючої будівлі чи споруди. Реконструкція – це існуючий об'єкт, тому реалізація проекту базується на попередньому аналізі його технічного стану, просторових характеристик та можливостей адаптації. При новому будівництві об'єкт зводиться «з нуля» з урахуванням геодезичних, структурних та соціально-економічних умов ділянки.

Основна методологічна відмінність між цими підходами полягає в обсягу та структурі робіт: будівництво охоплює весь цикл – від проектування до введення в експлуатацію нової споруди, тоді як реконструкція передбачає зміну або розширення функціональних характеристик існуючого об'єкта. На практиці вважається доцільним проводити реконструкцію, якщо загальні витрати не перевищують 70% витрат на будівництво нового об'єкта аналогічного призначення [38, с. 25, 67]

У ході дослідження було визначено найважливіші критерії, що дозволяють оцінити ефективність реконструкції порівняно з новим будівництвом:

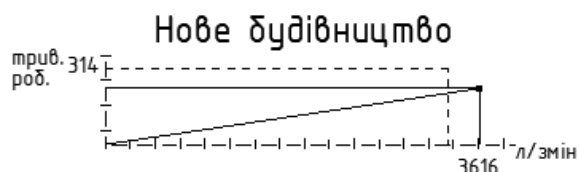
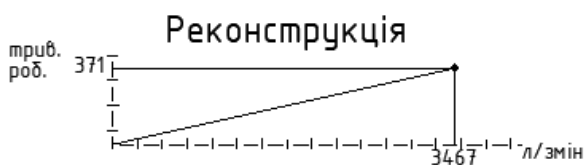
### 1. Використання будівельної техніки

Для реконструкційних робіт зазвичай потрібна менша кількість машин та механізмів, оскільки протягом нульового циклу не потрібні масштабні земляні роботи. Це зменшує витрати машинного часу та спрощує логістику на місці.



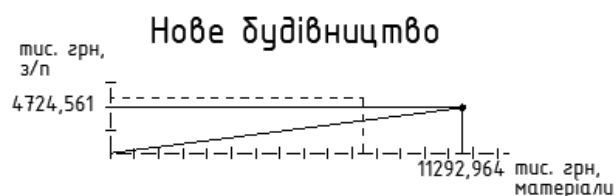
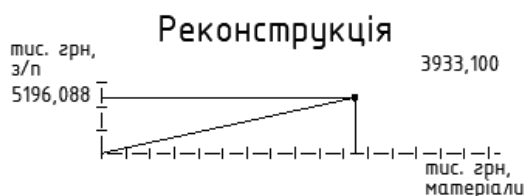
## 2. Інтенсивність роботи

Хоча реконструкція передбачає демонтаж, монтаж, ремонт та зміцнення, загальні витрати на оплату праці залишаються нижчими, ніж при новому будівництві, яке передбачає повний цикл робіт, починаючи з фундаменту. Завдяки частковому використанню існуючих структур, кількість трудомістких процесів зменшується.



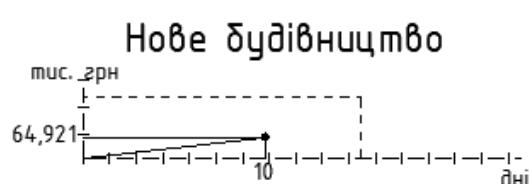
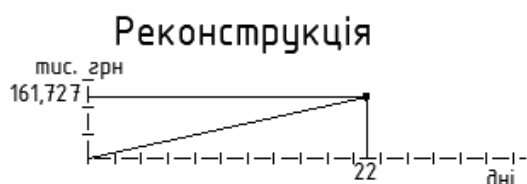
## 3. Матеріальні витрати

Якщо деякі конструкції та елементи будівлі зберігаються, то витрати на матеріали для реконструкції значно нижчі. Завдяки повторному використанню компонентів можна зменшити обсяг закупівель, що позитивно впливає на передбачувану загальну вартість робіт.



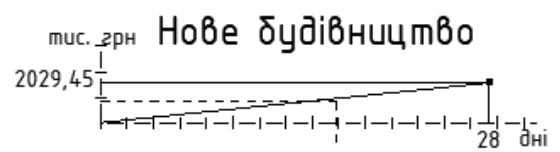
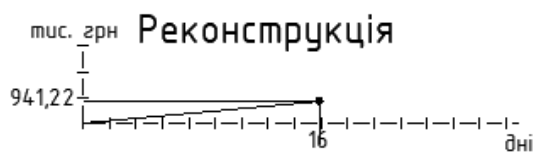
## 4. Фасадні роботи

Фасадні роботи під час реконструкції можуть бути дорожчими, ніж аналогічні роботи під час нового будівництва. Це пов'язано з необхідністю демонтажу застарілих елементів, їх переробки та продовження оновлення поверхонь, зберігаючи при цьому архітектурний вигляд.



## 5. Ландшафтний дизайн

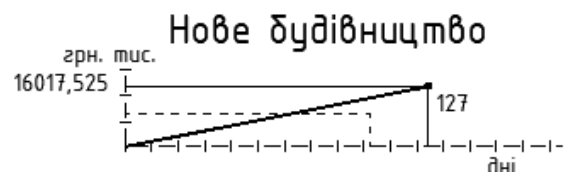
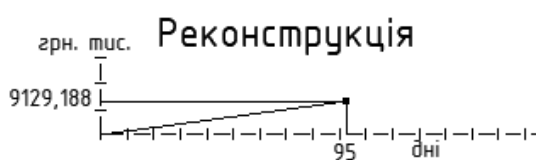
Новий будівельний проект вимагає реалізації комплексного озеленення: планування та благоустрій ділянки, будівництво доріг та тротуарів, проектування зон відпочинку, дитячих та спортивних майданчиків, шумозахисних заходів та створення екологічно чистого середовища. У випадку реконструкції, більшість цих робіт вже виконано або потрібні лише часткові оновлення.



## 6. Загальна економічна доцільність

В результаті аналітичного порівняння було виявлено, що реконструкція спортивної споруди коштуватиме приблизно на 45% менше, ніж будівництво нової будівлі. Крім того, час конвертації значно скорочується, що особливо важливо, коли бюджети обмежені або коли функціональність системи потрібно швидко відновити.

Таким чином, реконструкція спортивного комплексу за результатами техніко-економічного обґрунтування є розумним рішенням, що дозволяє забезпечити оптимальний баланс між витратами, тривалістю робіт та функціональним результатом. Такий підхід має сенс як з економічної, так і з організаційної точки зору.



## ВИСНОВКИ

На основі аналізу отриманих у цій роботі результатів можна зробити такі висновки:

1. Встановлено, що реконструкція будівель, яка передбачає зміну їх функціонального призначення та надбудов, вимагає обов'язкового посилення несучих конструкцій.

2. Використання зовнішніх армуючих елементів з композитних матеріалів, особливо вуглецевого волокна, виявилось ефективним способом підвищення міцності та жорсткості елементів.

3. Порівняльний аналіз показав, що використання вуглецевої стрічки збільшує несучу здатність колон, зберігаючи при цьому геометрію та масу конструкції.

4. Розрахунки, виконані на армованій колоні, підтвердили, що вона відповідає вимогам міцності та деформативності.

5. Завдяки високій ефективності, технологічності та універсальності, метод зовнішнього армування рекомендується для практичного впровадження при реконструкції спортивних споруд.

6. Переобладнання цієї будівлі на спортивний комплекс вимагає 58% вартості нової будівлі та значно менших витрат на будівельну техніку та механізми, що робить це переобладнання економічно доцільним.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бетон. Ультразвуковий метод визначення міцності: ДСТУ БВ2.7–226:2009. – [Дійсний з 22.12.2009]. – К.: Міністерство будівництва та громадських робіт України, 2010. – 38 с. – (Національний стандарт України).

2. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009. – [Дійсний з 01.07.2011]. – К.: Міністерство будівництва та громадських робіт України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2011. – 71 с. – (Державні будівельні норми).

3. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ БВ2.6–156:2010. – [Дійсний з 01.06.2011]. – К.: Міністерство будівництва та громадських робіт України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).

4. Адміністративні та житлові будівлі. Будівлі та споруди: ДБН В.2.2-28:2010. – [Дійсний з 10.01.2011]. – К.: КІЇВЗНДІЕП, 2011. – 28 с. – (Державні будівельні норми України)

5. Корпоративна будівля: Параметри: ДСТУ Б В.2.2–29:2011. – [Дійсний з 01.12.2012]. – К.: Міністерство будівництва та громадських робіт України, 2011. – 11 с. – (Національний стандарт України).

6. Будівлі та споруди. Житлові будівлі. Ключові положення: ДБН В.2.2–15–2019. – [Дійсний з 01.12.2019]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 44 с. – (Державні будівельні норми України).

7. Будівлі та споруди. Визначення класів наслідків (відповідальність) : : ДСТУ 8855:2019. – [Дійсний з 01.12.2019]. – К. : Державне підприємство «Український науково-дослідний та навчальний центр стандартизації, сертифікації та питань якості», 2019. – 14 с. – (Державний стандарт України).

8. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та фундаментів: ДБН

В.1.2-14:2018. – [Дійсний з 01.01.2019]. – К.: УкрНДПроектстальконструкція, 2018. – 60 с. – (Державні будівельні норми України)

9. Інженерні вишукування для цивільного будівництва: ДБН А.2.1–1–2014. – [Набрав чинності 24.03.2014]. – К.: Держбудслужба України, 2014. – 126 с. – (Державні будівельні норми України).

10. Навантаження та дії: Норми проектування: ДБН В.1.2.–2:2006. – [Дійсний з 01.01.2007]. – К.: Міністерство будівництва та громадських робіт України, 2006. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).

11. Фундаменти та основи будівель і споруд. Основні положення: ДБН В.2.1–10:2018: – [Чинний з 01.01.2019]. – К.: Міністерство регіонального розвитку України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).

12. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1–5:2016. – [Набрав чинності 01.01.2017]. – К.: Держбудслужба України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

13. Протипожежний захист на будівельних майданчиках. Загальні вимоги: ДБН В.1.1–7:2016. – [Дійсний з 06.01.2017]. – К.: Міністерство будівництва України, 2016. – (Державні будівельні норми).

14. Правила визначення вартості будівництва: ДСТУ БД1.1–1:2013. – [Дійсний з 01.01.2014]. – К.: Міністерство будівництва та громадських робіт України, 2013. – 88 с. – (Національний стандарт України).

15. Правила виконання архітектурних та будівельних креслень. Система проектної документації для будівництва: ДСТУ Б А.2.4-7:2009. – [Дійсний з 24.01.2009]. – К.: Міністерство регіонального розвитку України, 2009. – 71 с. – (Державні будівельні норми України).

16. Арматурні стержні для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови: ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 01.08.2019]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).

17. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2–3–2014. – [Набрав чинності 01.10.2014]. – К.: Держбудслужба України, 2014. – 33 с. – (Державні будівельні норми України).

18. Теплоізоляція та енергоефективність будівель: ДБН В.2.6–31:2021. – [Дійсний з 01.09.2022]. – К.: Міністерство регіонального розвитку України, 2022. – 23 с.

19. Бакулін Е.А. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Проектування одноповерхової промислової каркасної будівлі зі збірних залізобетонних елементів» з дисципліни «Архітектура будівель та споруд» для студентів напряму 192 «Цивільне та цивільне будівництво» Розрахунок будівельних конструкцій на міцність, жорсткість та вогнестійкість / Е.А. Бакулін, Н.О. Костира, В.М. Бакуліна. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2022. – 83 с.

20. Бакулін Е.А. Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд: підручник / Е.А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Н. А. Т. Плита. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2024. – 264 с.  
<https://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/11201>

21. Бакулін Ю.А. Технічний захист та підготовка територій: Навчальний посібник; під редакцією канд-тек. Наука Є.А. Бакулін / Є.А. Бакулін, І. А. Яковенко, В. М. Бакуліна. – Київ: НУБіП України, 2022. – 205 с.

22. Бакулін Е.А. Технічний захист та підготовка територій: Навчальний посібник. Процедура; опубліковано видавництвом «Кандидат наук з техніки». наук Бакуліна Є. А. / Є. А. Бакуліна, І. А. Яковенко, В. М. Бакуліна. – К.: НУБіП України, 2020. – 212 с.

23. Методичні вказівки щодо проведення лабораторних робіт з предмета «Основи автоматизованого проектування в будівництві» для студентів спеціальності 192 – «Цивільне будівництво та цивільна інженерія»

/ укладачі: Е.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К.: НУБіП України, 2021. – 91 с.

24. Методичні вказівки щодо проведення лабораторних робіт за спеціальностями «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» для підготовки спеціалістів магістерської програми спеціальності 192 «Цивільне та цивільне будівництво» в галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / укладачі: Е.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К.: НУБіП України, 2021. – 104 с.

25. Методичні вказівки щодо проведення лабораторних робіт з предмета «Дерев'яні та пластикові конструкції» для студентів предмета 192 – «Цивільне будівництво та цивільна інженерія» / упоряд. : М. В. Усенко. – К.: НУБіП України, 2023. – 68 с.

26. Методичні вказівки щодо виконання навчального проекту з предмета «Основи та основи» для підготовки спеціалістів за програмою бакалаврату, спеціалізація 192 «Цивільне будівництво та цивільна інженерія» в галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / вкл. : О. В. П'ятков, Е. А. Бакулін. – К.: НУБіП України, 2023. – 85 с.

27. Яковенко І. І. Реконструкція будівель та споруд аеропорту: виконано. Рекомендація щодо впровадження Регіонального плану розвитку (РРГ) для учнів з особливими потребами. 6.06010101 / І. І. Яковенко, Е. І. Бакулін. - К.: НАУ, 2013. - 50 с.

28. Яковенко І. А. Напрямки наукових досліджень кафедри цивільного будівництва НУБіП України / І. А. Яковенко, Є. А. Бакулін // Збірник. Додайте тези. X Інтер. Науково-технічна конференція «Крамаровські читання» з нагоди 116-річчя від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента. ВАСГНІЛ, віце-президент. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125-річчя Національного університету біології та хімії України (24–25 лютого 2023 р., Київ). – К.: НУБіП України, 2023. – с. 488–491.

29. Бабич Є. М. Діагностика, паспортизація та реставрація будівель та інженерних споруд: Підручник / Є. М. Бабич, В. В. Вонваген, В. Е. Бабич. – Рівне: «Волинські обереги», 2018. – 176 с.

30. Бабич Є. М. Розрахунок і проектування залізобетонних балок: підручник / Є. М. Бабич, В. Е. С. ГЕБТ. Бабич. – 2-ге видання, перероблене та доповнене. – Рівне: НУВГП, 2017. – 191 с.