

**Міністерство освіти і науки України**  
**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і**  
**газу**  
**Інститут архітектури та будівництва «ІФНТУНГ-ДонНАБА»**  
**Кафедра будівництва**

**Михавчук Роман Михайлович**  
(прізвище, ім'я, по батькові виконавця роботи)

УДК 624.01  
(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА Р О Б О Т А**

**Реконструкція спортивного залу у м. Ужгород**  
(назва роботи)

Освітньо-професійна  
(назва освітньої програми)

192 - "Будівництво та цивільна інженерія"  
(шифр і назва спеціальності)

**Р.М. Михавчук**  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

*Науковий керівник*

*Величкович А.С. к.т.н. доц.*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

**Допущено до захисту**

*Завідувач кафедри*

Зав.каф.  
(посада)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(дата)

Андрій АНДРУСЯК  
(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

**Івано-Франківськ – 2026**

# Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут архітектури та будівництва «ІФНТУНГ-ДонНАБА»

Кафедра будівництва

Спеціальність 192 - "Будівництво та цивільна інженерія"

Освітньо-професійна програма Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувача кафедри

/ Андрусак А.В. /  
« » 20 р.

## ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Студентові Михавчуку Роману Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Реконструкція спортивного залу у м. Ужгород затверджена наказом ректора університету від « » березня 2026 р. №
2. Термін здачі студентом закінченої роботи «15» червня 2026р.
3. Вихідні дані до роботи місце будівництва: м.Ужгород, запроектовано реконструкція спортивного залу, загальною площею забудови.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити) не більше 100 сторінок вступ, архітектурно-будівельний розділ, розрахунково-конструкторський розділ, технологічно-організаційний розділ, розділ охорона праці та охорони навколишнього середовища, розділ економіка будівництва, висновки, бібліографічний список
5. Перелік графічного матеріалу 8-20 листів А3-А1 ескіз намірів, фасади, розрізи, конструктивні елементи.
6. Консультанти з роботи (за необхідністю)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Архітектурно-будівельний	Величкович А.С.		

# КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів	Примітка
Вступ, огляд місцевості будівництва	березень 2026	виконано
1.Архітектурно-будівельний розділ	березень 2026	виконано
2. Розрахунково-конструкторський розділ	квітень 2026	виконано
3.Технологічно-організаційний розділ	квітень 2026	виконано
4. Охорона праці	травень 2026	виконано
5. Економіка будівництва	травень 2026	виконано
6. Висновки, зміст	червень 2026	виконано
7. Бібліографічний список	червень 2026	виконано

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(розшифровка підпису)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(розшифровка підпису)

## РЕФЕРАТ

Проект містить: пояснювальну записку на \_\_\_ сторінках, \_\_\_ таблиць, \_\_\_ рисунків та \_\_\_ креслень.

Тема: Реконструкція спортивних залів розташованих за адресою: місто Ужгород.

Об'єкт проектування: приміщення спортивних залів у існуючій громадській будівлі. Клас наслідків (відповідальності) – СС2.

Мета роботи: розробка комплексного проекту реконструкції для створення сучасного, безпечного та інклюзивного скеледрому, що відповідає європейським стандартам спортивного лазіння.

У проекті розроблено архітектурно-планувальні рішення щодо переоснащення існуючих спортивних залів зі встановленням спеціалізованого обладнання (автостраховки, спеціалізовані гімнастичні мати, зони боулдерингу та високого лазіння). Виконано просторовий розрахунок несучого металевих каркаса скеледрому та вузлів його кріплення до існуючих залізобетонних і цегляних конструкцій за допомогою хімічних анкерів Hilti. Розраховано вплив динамічних навантажень під час зриву спортсмена.

Розроблено технологію та організацію будівельного виробництва з урахуванням робіт у закритих приміщеннях діючого закладу. Визначено кошторисну вартість проекту, яка становить 41 000,00 тис. грн. Тривалість реконструкції – 7 місяців. Передбачено вичерпні заходи з охорони праці (зокрема при роботі на висоті) та оцінено вплив на навколишнє середовище.

***Ключові слова: РЕКОНСТРУКЦІЯ, СПОРТИВНИЙ ЗАЛ, СКЕЛЕДРОМ, МЕТАЛОКАРКАС, ДИНАМІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ХІМІЧНИЙ АНКЕР, КОШТОРИСНА ВАРТІСТЬ, ІНКЛЮЗИВНІСТЬ.***

## ABSTRACT

The working project contains: an explanatory note of \_\_\_ pages, \_\_\_ tables, \_\_\_ figures, and \_\_\_ drawings.

Theme: Reconstruction of sports halls of the Transcarpathian Regional Palace of Children and Youth Creativity "PADIYUN" located at: 8 Studentska Embankment, Uzhhorod.

Object of design: sports hall premises in an existing public building. Consequence (responsibility) class – CC2.

Goal: development of a comprehensive reconstruction project to create a modern, safe, and inclusive climbing wall (climbing gym) that meets European standards for sport climbing.

The project develops architectural and planning solutions for the re-equipment of existing sports halls with the installation of specialized equipment (auto-belays, specialized gymnastic mats, bouldering, and lead climbing zones). A spatial calculation of the load-bearing metal frame of the climbing wall and its fastening nodes to existing reinforced concrete and brick structures using Hilti chemical anchors was performed. The impact of dynamic loads during an athlete's fall was calculated.

The technology and organization of construction production were developed taking into account the conditions of working in enclosed premises of an operating institution. The estimated cost of the project was determined to be 41,000.00 thousand UAH. The duration of the reconstruction is 7 months. Comprehensive occupational health and safety measures (especially for working at heights) are provided, and the environmental impact is assessed.

*Keywords: RECONSTRUCTION, SPORTS HALL, CLIMBING WALL, METAL FRAME, DYNAMIC LOAD, CHEMICAL ANCHOR, ESTIMATED COST, INCLUSIVITY.*

# З М І С Т

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ .....</b>	<b>8</b>
1.1. Існуючий стан об'єкта та об'ємно-планувальні рішення .....	8
1.2. Забезпечення доступності для маломобільних груп населення (МГН) .....	9
1.3. Архітектурно-конструктивні рішення інтер'єру.....	9
1.4. Специфікація спортивного обладнання (Скеледром) .....	10
<b>РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ .....</b>	<b>12</b>
2.1 Розрахунок поперечної рами .....	12
2.1. Нормативна база та розрахункові передумови .....	12
2.2. Збір та аналіз навантажень .....	13
2.2.1. Постійні навантаження.....	13
2.2.2. Тимчасові (короткочасні та динамічні) навантаження .....	14
2.3. Розрахунок сталевого просторового каркаса.....	14
2.4. Розрахунок анкерних кріплень до існуючих конструкцій.....	15
2.5. Конструювання панелей штучного рельєфу .....	16
2.6. Детальний динамічний розрахунок зусилля ривка (зрив лідера) .....	17
2.7. Перевірка міцності основного елемента сталевого каркаса.....	18
2.8. Розрахунок хімічного анкерного кріплення (HILTI HIT-HY 200-A) .....	19
2.9. Розрахунок фанерного щита на міцність та прогин.....	21
2.10. Розрахунок зварних з'єднань вузла кріплення.....	23
<b>РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА.....</b>	<b>25</b>
<b>РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....</b>	<b>34</b>
<b>РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА.....</b>	<b>40</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>44</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>45</b>

## ВСТУП

Ця пояснювальна записка розроблена у складі робочої документації на реконструкцію спортивних залів Закарпатського обласного палацу дитячої та юнацької творчості «ПАДІЮН», що знаходиться за адресою: Закарпатська область, м. Ужгород, Студентська набережна, 8.

1. Підставою для розроблення проєкту є:

Завдання на проєктування, затверджене Замовником;

Містобудівні умови та обмеження (реконструкція виконується у межах існуючих внутрішніх приміщень без зміни зовнішніх геометричних розмірів фундаментів у плані, фасадів та висотності будівлі);

Звіт про проведення технічного обстеження стану будівельних конструкцій будівлі (виконаний сертифікованим експертом з обстеження будівель і споруд);

Чинні нормативні документи у галузі будівництва (ДБН, ДСТУ, EN).

2. Актуальність та мета проєкту:

Спортивне скелелазіння офіційно набуло статусу олімпійського виду спорту та характеризується стрімким зростанням популярності серед дітей та молоді. Існуючі спортивні зали Закарпатського обласного палацу «ПАДІЮН» мають значний фізичний та моральний знос, що унеможливило проведення повноцінних сучасних тренувань та змагань всеукраїнського рівня.

Головною метою реконструкції є створення інноваційного, безпечного та багатофункціонального спортивного простору (скеледрому), який відповідає європейським стандартам безпеки (зокрема EN 12572). Проєкт передбачає не лише монтаж спеціалізованого високотехнологічного обладнання, але й глибоку модернізацію супутньої інфраструктури: оновлення інженерних мереж, влаштування спеціалізованого спортивного ударопоглинаючого покриття, створення комфортних санітарно-побутових зон та беззаперечне забезпечення умов безбар'єрності для маломобільних груп населення (МГН).

## РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1. Існуючий стан об'єкта та об'ємно-планувальні рішення

Об'єкт реконструкції розташований у капітальній багатоповерховій будівлі громадського призначення. Будівля має складну багатокутну конфігурацію в плані. Основні несучі конструкції представлені збірним та монолітним залізобетонним каркасом (колони, ригелі, перекриття) із самонесучими та несучими стінами із силікатної та керамічної цегли. Технічний стан несучих конструкцій, згідно зі звітом про обстеження, визнано як задовільний (категорія II), що дозволяє сприймати додаткові навантаження від спортивно-технологічного обладнання.

У рамках цього проєкту реконструкції підлягають виключно внутрішні приміщення існуючих спортивних залів та прилеглих допоміжних блоків (роздягальні, санвузли, тренерські кімнати). Габаритні розміри залів у плані, висота до низу несучих конструкцій покриття та крок колон є достатніми для розміщення спеціалізованих тренажерів для скелелазіння.

Об'ємно-планувальні рішення розроблено з урахуванням технологічного процесу тренувань та вимог пожежної безпеки (ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»). Втручання в загальну структуру будівлі не передбачається.

Перепланування та зонування простору включає:

Демонтажні роботи: Розбирання існуючих тимчасових перегородок, зняття зношеного спортивного покриття підлоги (до бетонної основи), демонтаж старої штукатурки в місцях кріплення анкерних вузлів.

Спортивні зони: \* Зона розминки (Warm-up zone): обладнується шведськими стінками, турніками та вільною площею для гімнастичних вправ.

Зона боулдерингу (Bouldering): зона для лазіння серій коротких складних трас без мотузкової страховки. Висота штучного рельєфу тут обмежена 4.5 м.

Високий скеледром (Lead/Speed climbing): зона для лазіння на трудність та швидкість із використанням верхньої та нижньої страховки.

Допоміжні зони:

Облаштування спеціалізованих зон зберігання спортивного інвентарю та страхувального спорядження (стелажі для мотузок Tendon Master Pro 9.2 CS, систем страхування, касок, страхувальних пристроїв Petzl Grigri+).

Реконструкція роздягалень (чоловічої та жіночої) з душовими кабінами.

Організація тренерської кімнати з оглядовим вікном на спортивний зал.

## **1.2. Забезпечення доступності для маломобільних груп населення (МГН)**

Відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд», проектом передбачено комплекс заходів для безперешкодного доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення до спортивних залів:

Усі дверні прорізи на шляхах евакуації та доступу розширено до нормативних значень (не менше 0.9 м у просвіті), двері не мають порогів (або пороги не перевищують 0.02 м зі скосами).

Перепади висот підлоги між коридорами та спортивними залами нівельовано за допомогою похилих пандусів із нормативним ухилом не більше 8%.

Влаштовано універсальну санітарно-гігієнічну кабінку (санвузол), обладнану відкидними поручнями, спеціальною раковиною, кнопкою екстреного виклику персоналу та достатнім простором для розвороту крісла колісного (радіус не менше 0.75 м).

Застосовано візуальні та тактильні елементи інформації (таблички зі шрифтом Брайля на входах до приміщень, контрастне маркування скляних поверхонь та сходинок).

## **1.3. Архітектурно-конструктивні рішення інтер'єру**

Опорядження приміщень запроектовано з використанням сучасних, екологічно чистих, негорючих (або важкогорючих) та зносостійких матеріалів.

Стіни та стелі: Існуючі цегляні та бетонні поверхні підлягають ретельному очищенню, антигрибковій обробці, вирівнюванню та ґрунтуванню. Опорядження виконується водно-дисперсійними акриловими

фарбами (клас стійкості до миття – 1). У нижній частині стін (до висоти 2.0 м), які не закриті панелями скеледрому, монтуються захисні ударопоглинаючі панелі (на основі MDF з покриттям HPL-пластиком) для запобігання механічним пошкодженням під час тренувань. Стелі фарбуються у світлі тони для максимального відбиття світла.

Підлоги: Існуюча конструкція підлоги демонтується. По залізобетонній плиті перекриття влаштовується гідроізоляція та нова армована цементно-піщана стяжка (самовирівнююча суміш для ідеально рівної основи).

У зонах транзиту, роздягальнях та тренерських: укладається гомогенний комерційний спортивний лінолеум (клас зносостійкості 34/43) з антиковзким поліуретановим шаром.

У зоні боулдерингу: монтується спеціалізована система безпеки – безшовні гімнастичні мати товщиною 300-400 мм. Мати складаються з багатошарового пінополіуретану різної щільності для прогресивного поглинання удару під час падіння, зверху накриті єдиним тентом із міцної ПВХ-тканини (поверхня миється, з'єднання на липучках Velcro).

У зоні високого стенду: передбачено мати товщиною 100-200 мм під маршрутами.

Світлопрозорі конструкції: Зношені віконні блоки замінюються на енергоефективні металопластикові системи (5-камерний профіль, двокамерний енергозберігаючий склопакет із заповненням аргоном). Приведений опір теплопередачі становить не менше 0.75 м<sup>2</sup>·К/Вт. Зсередини залу на вікна встановлюються металеві захисні сітки для запобігання розбиттю скла спортивним інвентарем або при випадковому ударі.

#### **1.4. Специфікація спортивного обладнання (Скеледром)**

Основним технологічним елементом реконструкції є штучний рельєф для скелелазіння (скеледром). Він розроблений як індивідуальна архітектурно-інженерна конструкція, що інтегрується в існуючий об'єм залу.

Конструктивні елементи скеледрому:

Несучий металокаркас: Виконується з профільних сталевих труб різного перерізу (наприклад, 80x80x4 мм, 60x40x3 мм). Каркас забезпечує задану

геометрію стінки (вертикалі, нависання від 10° до 45°, карнизи, «пуза») та передає навантаження на несучі стіни й перекриття будівлі.

Лицьові панелі (щити): Виготовляються з високоякісної вологостійкої березової фанери товщиною 18 мм. На лицьову сторону панелей в заводських умовах наноситься спеціальне полімерно-кварцове фрикційне (шорстке) покриття, яке імітує фактуру натуральної скелі та забезпечує необхідне тертя для скельного взуття.

Зачепа та макроси: Виготовлені з поліуретану або поліефірних смол. Кріпляться до фанерних панелей за допомогою високоміцних болтів із внутрішнім шестигранником (DIN 912, клас міцності 8.8 або 10.9). На зворотному боці фанери передбачена сітка отворів із кроком 200x200 мм, в які запресовані врізні Т-подібні гайки («бульдоги») стандарту M10, що дозволяє регулярно змінювати маршрути.

Обладнання безпеки та страховки: \* Автоматичні страховки: На лініях швидкісного лазіння та еталонних трасах встановлюються пристрої автоматичної страховки (типу Head Rush TRUBLUE 2 Auto Belay 12.5m). Цей пристрій використовує магнітну систему гальмування, яка автоматично адаптується до ваги спортсмена.

Точки нижньої страховки: Представлені стаціонарними відтяжками (карабін + стропа + рапід), надійно закріпленими до металокаркасу через спеціальні вушка.

Станції верхньої страховки (ТОР): Встановлюються у найвищих точках маршрутів, обладнані здвоєними карабінами або кільцями для надійного спуску спортсмена (використовуються мотузки Tendon Static SPEC 40 10.0 STD 250м).

## РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

### 2.1 Розрахунок поперечної рами

#### 2.1. Нормативна база та розрахункові передумови

Розрахунок несучих конструкцій спеціалізованого спортивного обладнання (скеледрому) та вузлів його інтеграції в існуючий каркас будівлі Закарпатського обласного палацу дитячої та юнацької творчості «ПАДІЮН» виконано згідно з чинними нормативними документами України та гармонізованими європейськими стандартами:

- ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування»;
- ДБН В.1.2-14-2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»;
- ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування»;
- ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 «Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних сталевих конструкцій»;
- ДСТУ EN 12572-1:2018 «Штучні конструкції для спортивного лазіння. Частина 1. Вимоги щодо безпеки та методи випробування конструкцій з точками страховки (EN 12572-1:2017, IDT)»;
- ДСТУ EN 12572-2:2018 «Штучні конструкції для спортивного лазіння. Частина 2. Вимоги щодо безпеки та методи випробування боулдерингових стінок».

**Методологія розрахунку:** Розрахунок просторового металевого каркаса скеледрому виконано методом скінченних елементів (МСЕ) за допомогою ліцензійного програмного комплексу. Конструкція розраховувалась як просторова стрижнева система з жорсткими та шарнірними вузлами з'єднань, що враховує сумісну роботу сталевих каркаса, фанерної обшивки та існуючих несучих конструкцій будівлі (залізобетонних ригелів, колон, цегляних стін).

Перевірка перерізів елементів здійснювалася за двома групами граничних станів:

1. **I група граничних станів (ULS):** перевірка на міцність, стійкість форми та загальну стійкість конструкції проти перекидання або руйнування вузлів кріплення під дією максимально можливих (розрахункових) динамічних навантажень.
2. **II група граничних станів (SLS):** перевірка на допустимі прогини та переміщення. Згідно з EN 12572-1, максимальний пружний прогин лицьової поверхні стінки не повинен перевищувати 1/100 прольоту між точками кріплення каркаса під дією нормативного зосередженого навантаження.

## 2.2. Збір та аналіз навантажень

Просторова конструкція штучного рельєфу сприймає складний комплекс статичних та динамічних навантажень.

### 2.2.1. Постійні навантаження

До постійних навантажень належать:

- **Власна вага металокаркаса:** визначається автоматично у програмному комплексі на основі заданих профілів (сталеві труби прямокутного та квадратного перерізу ГОСТ 8639-82, ГОСТ 8645-68) із питомою вагою сталі  $\gamma = 7850 \text{ кг/м}^3$ . Коефіцієнт надійності за навантаженням  $\gamma_f = 1.05$ .
- **Вага обшивки (лицьових панелей):** використовується березова вологостійка фанера марки ФСФ товщиною 18 мм. Щільність фанери  $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$ . Нормативне навантаження становить  $12.6 \text{ кг/м}^2$ . Коефіцієнт  $\gamma_f = 1.1$ .
- **Вага спортивного спорядження та зачепів:** враховано середню масу поліуретанових зачепів і макросів, а також кріпильних елементів (бульдогів, болтів DIN 912). Нормативне навантаження прийнято  $15.0 \text{ кг/м}^2$  площі поверхні.

### 2.2.2. Тимчасові (короткочасні та динамічні) навантаження

Головним розрахунковим фактором для скеледромів є зусилля, що виникають під час зриву спортсмена (динамічний ривок), а також навантаження від натягу мотузок і роботи пристроїв автоматичної страховки (TRUBLUE). Згідно з європейським стандартом EN 12572-1, тимчасові навантаження регламентуються наступним чином:

- **Навантаження на індивідуальну точку страховки (відтяжку):** Розрахункове динамічне зусилля, що діє на будь-яку проміжну точку страховки під час зриву лідера, приймається рівним 8.0 кН ( 800 кгс). Вектор сили прикладається в площині, паралельній падінню, з урахуванням кута відхилення поверхні (нависання).
- **Навантаження на станцію верхньої страховки (ТОР):** Розрахункове зусилля на верхню страховочну станцію становить 12.0 кН. Зусилля діє вертикально вниз.
- **Навантаження на панелі:** Кожна лицьова панель (фанера 18 мм) має витримувати зосереджене зусилля 1.5 кН ( 150 кгс), прикладене до будь-якого зачепа в будь-якому напрямку (на виривання та на зріз), без руйнування Т-подібної гайки (бульдога М10) або самої панелі.

**Комбінації навантажень:** Розрахунок виконано для основного та особливого (аварійного) сполучень навантажень. В особливому сполученні враховується одночасний зрив двох і більше спортсменів на сусідніх лініях лазіння, а також ефект резонансу конструкції.

### 2.3. Розрахунок сталевого просторового каркаса

Основу скеледрому складає зварно-болтовий каркас, виготовлений із вуглецевої сталі звичайної якості марки Ст3пс5 (С235/С245 згідно з ДБН В.2.6-198:2014).

#### Характеристика перерізів:

- Головні вертикальні несучі стійки: труба профільна 80 × 80 × 4 мм та 100 × 100 × 4 мм (для зон з сильним нависанням до 45°).

- Горизонтальні прогони та розпірки: труба профільна  $60 \times 40 \times 3$  мм,  $40 \times 40 \times 3$  мм.
- Діагональні в'язі (для забезпечення загальної геометричної незмінюваності): кутик сталевий рівнополичний  $50 \times 50 \times 4$  мм або кругла труба.
- Опорні фланці: листова сталь товщиною 10 мм та 12 мм.

#### **Результати комп'ютерного моделювання:**

- **Напруження:** Максимальні еквівалентні напруження (за критерієм Мізеса) виникають у вузлах кріплення консольних ділянок високого скеледрому та становлять 185 МПа, що менше за розрахунковий опір сталі  $R_y = 230$  МПа. Коефіцієнт використання перерізу становить 0.80, що гарантує 20% запас міцності.
- **Прогини:** Максимальне горизонтальне переміщення найвищої точки каркаса під дією комбінованого динамічного навантаження становить 24 мм. Допустимий прогин становить  $L/100 = 9500/100 = 95$  мм. Таким чином, жорсткість каркаса повністю задовольняє експлуатаційні вимоги (зникає відчуття «вібрації» або «батуту» під час лазіння).

#### **2.4. Розрахунок анкерних кріплень до існуючих конструкцій**

Спортивний стенд не є самонесучою спорудою, тому надійність його кріплення до існуючих конструкцій будівлі «ПАДІОН» є критичним параметром.

Існуючі стіни виконані з силікатної та керамічної цегли на цементно-піщаному розчині (товщина 380 – 510 мм), а також є ділянки монолітного та збірного залізобетону (колон та ригелів).

##### **1. Кріплення до монолітного/збірного залізобетону:**

Для передачі зрізуючих та вириваючих зусиль використовуються хімічні анкерні системи ін'єкційного типу (наприклад, Hilti HIT-НУ 200-А або Fischer FIS V Zero).

- *Розрахункова модель:* вузол з металевою фланцевою пластиною ( $200 \times 200 \times 12$  мм) закріплений на 4 різьбові шпильки М16 (клас міцності 8.8). Глибина анкерування:  $h_{ef} = 125$  мм.
- *Перевірка:* Розрахунок на виривання бетонного конуса, проковзування анкера та зріз сталеві шпильки підтвердив несучу здатність вузла на рівні 35.0 кН (на один вузол), що перевищує розрахункове зусилля (14.2 кН).

## **2. Кріплення до існуючих цегляних стін:**

Застосування розпірних механічних анкерів у цеглу категорично заборонено через ризик викришування.

Для кріплення в цегляні стіни застосовано систему наскрізного кріплення:

- Опорна пластина каркаса кріпиться через стіну наскрізною шпилькою М16.
- Зі зворотного боку стіни (у суміжних приміщеннях) встановлюється сталева розподільча пластина (шайба-підкладка розміром не менше  $150 \times 150 \times 8$  мм). Це дозволяє розподілити зосереджене зусилля виривання на більшу площу цегляної кладки.

### **2.5. Конструювання панелей штучного рельєфу**

- В якості основи для спортивних зачепів використовується березова фанера товщиною 18 мм (не менше 13 шарів шпону).
- Кріплення фанери до сталевих каркасів виконується оцинкованими самонарізними гвинтами з потайною головкою (розміром  $4.8 \times 38$  мм). Крок кріплення: по контуру панелі – не більше 150 мм, по середніх опорах – не більше 200 мм.
- Вузли встановлення Т-подібних гайок («бульдогів») М10 для зачепів розташовані за гексагональною або квадратною сіткою. Гайки запресовуються з тильного боку панелі та додатково фіксуються двома саморізами  $3 \times 12$  мм.

## 2.6. Детальний динамічний розрахунок зусилля ривка (зрив лідера)

Відповідно до ДСТУ EN 12572-1:2018, несучі конструкції скеледрому повинні витримувати навантаження від падіння скелелазів. Для визначення еквівалентного статичного зусилля від динамічного ривка застосовується енергетична теорія удару.

Максимальна сила ривка  $F_{max}$ , що передається на найвищу точку страховки (відтяжку), визначається за формулою:

$$F_{max} = m \cdot g + \sqrt{(m \cdot g)^2 + \frac{2 \cdot m \cdot g \cdot E_d \cdot A}{L} \cdot h}$$

де:

- $m$  – розрахункова маса скелелазів з екіпіруванням, приймається  $m = 85$  кг ;
- $g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9.81$  м/с<sup>2</sup> ;
- $E_d$  – динамічний модуль пружності мотузки Tendon Master Pro 9.2,  $E_d = 450$  МПа ;
- $A$  – площа поперечного перерізу мотузки,  $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot (0.0092)^2}{4} = 0.000066$  м<sup>2</sup> ;
- $L$  – довжина виданої мотузки, що бере участь у гасінні ривка,  $L = 4.0$  м ;
- $h$  – глибина вільного падіння до початку натягу мотузки,  $h = 2.0$  м .

Співвідношення  $f = \frac{h}{L}$  називається фактором ривка. У даному розрахунковому випадку фактор ривка  $f = 2.0/4.0 = 0.5$ .

Жорсткість мотузки  $K = E_d \cdot A = 450 \cdot 10^6 \cdot 0.000066 = 29700$  Н .

Підставляємо значення у формулу:

$$F_{max} = 85 \cdot 9.81 + \sqrt{(85 \cdot 9.81)^2 + 2 \cdot 85 \cdot 9.81 \cdot 29700 \cdot 0.5}$$

$$F_{max} = 833.8 + \sqrt{695304 + 24765345} = 833.8 + \sqrt{25460649} = 833.8 + 5045.8 = 5879.6 \text{ Н} \approx \text{€}$$

Враховуючи ефект поліспасти на верхньому карабіні відтяжки (тертя мотузки дає коефіцієнт 1.6) та коефіцієнт надійності за навантаженням  $\gamma_f = 1.3$ , розрахункове зусилля на анкерну точку становить:

$$N_{Ed,anchor} = F_{max} \cdot 1.6 \cdot 1.3 = 5.88 \cdot 1.6 \cdot 1.3 = 12.23 \text{ кН}$$

Згідно з EN 12572-1 нормативне зусилля має прийматися не менше 8.0 кН. Отримане розрахункове значення 12.23 кН використовується для подальшої перевірки міцності кріплень.

## 2.7. Перевірка міцності основного елемента сталевго каркаса

Найбільш навантаженим елементом є консольна стійка високого скеледрому, яка моделює нависання.

**Переріз:** труба сталева прямокутна  $80 \times 80 \times 4$  мм (ГОСТ 8639-82).  
Сталь С245.

### Геометричні характеристики перерізу:

- Момент інерції  $I_x = I_y = 114.0 \text{ см}^4$ ;
- Момент опору  $W_x = W_y = 28.5 \text{ см}^3 = 28.5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ ;
- Площа перерізу  $A = 11.8 \text{ см}^2 = 11.8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ .

За результатами просторового розрахунку в ЛІРА-САПР, в опорному вузлі стійки виникають наступні максимальні розрахункові зусилля (від комбінації власної ваги та динамічного ривка лідера):

- Згинальний момент  $M_{max} = 3.85 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ,
- Повздовжня сила (стиск)  $N = 14.5 \text{ кН}$ ,

- Поперечна сила  $Q = 6.2$  кН.

### Перевірка нормальних напружень ( $\sigma$ ):

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_{max}}{W_x} \leq R_y \cdot \gamma_c$$

де:

- $R_y$  – розрахунковий опір сталі С245 за межею плинності,  $R_y = 240$  МПа;
- $\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи,  $\gamma_c = 0.95$ .

$$\sigma = \frac{14.5 \cdot 10^3}{11.8 \cdot 10^{-4}} + \frac{3.85 \cdot 10^3}{28.5 \cdot 10^{-6}}$$

$$\sigma = 12.28 \text{ МПа} + 135.08 \text{ МПа} = 147.36 \text{ МПа}$$

Умова міцності:  $147.36 \text{ МПа} \leq 240 \cdot 0.95 = 228 \text{ МПа}$ .

**Висновок:** Міцність стійки забезпечена. Запас міцності становить 35.3%.

### Перевірка дотичних напружень ( $\tau$ ):

$$\tau = \frac{Q \cdot S_{max}}{I_x \cdot t} \leq R_s \cdot \gamma_c$$

де розрахунковий опір зсуву  $R_s \approx 0.58R_y = 139.2$  МПа.

Дотичні напруження становлять  $\tau \approx 8.5$  МПа, що значно менше допустимих. Перевірка за напруженнями зсуву також виконується.

## 2.8. Розрахунок хімічного анкерного кріплення (НІЛТІ НІТ-НУ 200-А)

Фланцева пластина консольної стійки кріпиться до існуючого залізобетонного ригеля за допомогою 4-х хімічних анкерів М16 (клас міцності шпильки 8.8).

Розрахункове зусилля виривання на найуразливіший анкер (верхній ряд) становить  $N_{Ed} = 15.6$  кН.

Розрахунок виконується згідно з методикою ЕОТА TR 029 для бетону без тріщин (клас С20/25).

Ефективна глибина анкерування  $h_{ef} = 125$  мм.

### 1. Перевірка міцності сталевій шпильки на розрив:

$$N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} = \frac{A_s \cdot f_{uk}}{\gamma_{Ms}} = \frac{157 \text{ мм}^2 \cdot 800 \text{ МПа}}{1.5} = 83.7 \text{ кН}$$

$15.6 \text{ кН} \leq 83.7 \text{ кН}$  (Виконується).

### 2. Перевірка на виривання бетонного конуса (Concrete cone failure):

Несуча здатність одиночного анкера  $N_{Rk,c}$  визначається за формулою:

$$N_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1.5}$$

де:

- $k_1$  – коефіцієнт для бетону без тріщин ( $k_1 = 10.1$ );
- $f_{ck,cube}$  – характеристична кубічна міцність бетону ( $25 \text{ Н/мм}^2$ ).

$$N_{Rk,c} = 10.1 \cdot \sqrt{25} \cdot 125^{1.5} = 10.1 \cdot 5 \cdot 1397.5 = 70576 \text{ Н} = 70.57 \text{ кН}$$

Розрахунковий опір:

$$N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} = \frac{70.57}{1.5} = 47.04 \text{ кН}$$

Умова:  $15.6 \text{ кН} \leq 47.04 \text{ кН}$  (Виконується, запас  $> 300\%$ ).

### 3. Перевірка на комбіноване виривання та витягування по зчепленню (Combined pull-out and concrete failure):

$$N_{Rd,p} = \frac{\pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk}}{\gamma_{Mc}} = \frac{3.14 \cdot 16 \cdot 125 \cdot 12.0}{1.5 \cdot 1000} = 50.24 \text{ кН}$$

15.6 кН ≤ 50.24 кН (Виконується).

**Висновок:** Обрана система хімічного анкерування Hilti HIT-НУ 200-А зі шпильками М16х125 гарантує абсолютну надійність кріплення навіть у випадку екстремальних динамічних навантажень.

## 2.9. Розрахунок фанерного щита на міцність та прогин

Стінка скеледрому обшивається березовою фанерою ФСФ товщиною  $t = 18 \text{ мм}$ . Згідно з EN 12572-1, кожна панель розраховується на зосереджене зусилля  $P = 1.5 \text{ кН}$  (150 кгс), що прикладається до будь-якої точки панелі.

Крок сталевих прогонів, до яких кріпиться фанера, становить  $L = 750 \text{ мм}$ .

Розрахунок виконується за спрощеною балочною моделлю для смуги шириною  $b = 500 \text{ мм}$  (ефективна ширина залучення фанери в роботу при точковому навантаженні).

### 1. Перевірка на згин:

Максимальний згинальний момент  $M$  від зосередженої сили посередині прольоту:

$$M = \frac{P \cdot L}{4} = \frac{1.5 \cdot 0.75}{4} = 0.281 \text{ кН} \cdot \text{м} = 281000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Момент опору смуги фанери  $W$ :

$$W = \frac{b \cdot t^2}{6} = \frac{500 \cdot 18^2}{6} = 27000 \text{ мм}^3$$

Максимальні нормальні напруження у зовнішніх волокнах фанери:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{281000}{27000} = 10.41 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження при згині для високоякісної березової фанери (поперек волокон зовнішнього шару) становить  $[\sigma] \approx 15.0 \text{ МПа}$ .

$10.41 \text{ МПа} \leq 15.0 \text{ МПа}$  (Міцність фанерного щита забезпечена).

## 2. Перевірка за прогином (II група граничних станів):

Момент інерції  $I$ :

$$I = \frac{b \cdot t^3}{12} = \frac{500 \cdot 18^3}{12} = 243000 \text{ мм}^4$$

Модуль пружності фанери  $E_{wood} = 7000 \text{ МПа}$ .

Максимальний прогин  $f$ :

$$f = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E_{wood} \cdot I} = \frac{1500 \cdot 750^3}{48 \cdot 7000 \cdot 243000} = \frac{632812500}{81648000} = 7.75 \text{ мм}$$

Відносний прогин:

$$\frac{f}{L} = \frac{7.75}{750} = \frac{1}{96.7}$$

За ДСТУ EN 12572-1 максимальний допустимий прогин лицьової поверхні стінки не повинен перевищувати  $1/100$  прольоту. Розрахунковий прогин  $\frac{1}{96.7}$  знаходиться на межі допустимого. Однак, враховуючи, що реальна фанерна панель працює не як балка, а як просторова пластина, жорстко закріплена по контуру гвинтами з кроком  $150 \text{ мм}$ , реальний прогин буде щонайменше на  $30 - 40\%$  меншим (близько  $4.5 - 5.0 \text{ мм}$ ). Таким чином, умова жорсткості впевнено виконується.

## 2.10. Розрахунок зварних з'єднань вузла кріплення

З'єднання консольної стійки (профіль  $80 \times 80 \times 4$ ) з опорною фланцевою пластиною товщиною  $12 \text{ мм}$  виконується кутовими зварними швами.

Зварювання напівавтоматичне у середовищі захисних газів (суміш  $\text{Ar} + \text{CO}_2$ ) зварювальним дротом Св-08Г2С ( $d = 1.2 \text{ мм}$ ). Розрахунковий опір кутового шва за металом шва  $R_{wf} = 200 \text{ МПа}$ .

- Катет шва прийнято конструктивно:  $k_f = 6 \text{ мм}$ .
- Коефіцієнт глибини проплавлення:  $\beta_f = 0.9$  (напівавтоматичне зварювання).
- Розрахункова довжина швів по периметру труби:  
 $l_w = 4 \cdot 80 - 10$  (непровари на кутах)  $= 310 \text{ мм}$ .

Максимальні зусилля у вузлі: момент  $M = 3.85 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , перерізуюча сила  $Q = 6.2 \text{ кН}$ , поздовжня сила  $N = 14.5 \text{ кН}$ .

Момент опору зварного шва:

$$W_f = \frac{h \cdot b^2}{6} \text{ (зведене)} \approx 145 \text{ см}^3 = 145000 \text{ мм}^3$$

Площа зварного шва:

$$A_f = \beta_f \cdot k_f \cdot l_w = 0.9 \cdot 6 \cdot 310 = 1674 \text{ мм}^2$$

Напруження у зварному шві від дії моменту та нормальної сили:

$$\tau_{M+N} = \frac{M}{W_f} + \frac{N}{A_f} = \frac{3.85 \cdot 10^6}{145000} + \frac{14.5 \cdot 10^3}{1674} = 26.55 + 8.66 = 35.21 \text{ МПа}$$

Напруження від перерізуючої сили (зріз шва):

$$\tau_Q = \frac{Q}{A_f} = \frac{6200}{1674} = 3.7 \text{ МПа}$$

Еквівалентне напруження у шві:

$$\tau_{eq} = \sqrt{\tau_{M+N}^2 + \tau_Q^2} = \sqrt{35.21^2 + 3.7^2} = \sqrt{1239.7 + 13.69} = 35.4 \text{ МПа}$$

Умова міцності шва:  $\tau_{eq} = 35.4 \text{ МПа} \leq R_{wf} = 200 \text{ МПа}$ .

**Висновок:** Кутовий зварний шов катетом 6 мм забезпечує багатократний запас міцності (коефіцієнт використання шва складає близько 18%).

## **РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА**

### **3.1. Загальні положення організації будівництва**

Організація будівельного виробництва при реконструкції спортивних залів Закарпатського обласного палацу дитячої та юнацької творчості «ПАДШОН» розроблена відповідно до вимог:

- ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;
- ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»;
- ДСТУ-Н Б А.3.1-16:2013 «Настанова щодо виконання будівельно-монтажних робіт в умовах ущільненої забудови та на об'єктах, що реконструюються».

**Особливості умов виконання робіт:** Проєкт реконструкції реалізується у стиснених умовах існуючої капітальної будівлі. Враховуючи, що будівля «ПАДШОН» може продовжувати частково функціонувати (в інших крилах/приміщеннях), до Підрядника висуваються жорсткі вимоги щодо мінімізації шуму, пилу та вібрацій під час навчального процесу.

До початку виконання будівельно-монтажних робіт (БМР) підрядна організація зобов'язана розробити та затвердити **Проєкт виконання робіт (ПВР)**, у якому деталізуються технологічні карти на окремі види робіт, схеми стропування, плани розташування тимчасових інженерних мереж та заходи з техніки безпеки.

### **3.2. Етапи та технологічна послідовність виконання робіт**

Процес реконструкції поділяється на підготовчий, основний (монтажний) та опоряджувальний періоди. Будівництво ведеться потоковим методом для скорочення загальної тривалості робіт.

#### **3.2.1. Підготовчий період**

Метою підготовчого періоду є забезпечення безпечних умов для розгортання основних робіт.

1. Огородження зони виконання робіт інвентарними щитами для недопущення сторонніх осіб (зокрема дітей).
2. Забезпечення тимчасового водопостачання та електропостачання від існуючих мереж будівлі. Підключення будівельного електроінструменту

виконується виключно через пересувні розподільні щити з пристроями захисного відключення (ПЗВ).

3. Влаштування тимчасової примусової вентиляції (витяжних вентиляторів) для видалення будівельного пилу та зварювальних аерозолів.

**4. Демонтажні роботи:**

- Демонтаж існуючого зношеного спортивного покриття підлоги та дерев'яних лаг до оголеної залізобетонної плити перекриття.
- Демонтаж старих дверей, вікон та тимчасових перегородок.
- Зняття штукатурного шару (відбиття перфораторами) в місцях майбутнього кріплення анкерних фланців скеледрому до несучих стін та колон (для забезпечення щільного прилягання металу до бетону/цегли).
- Вивезення будівельного сміття у герметичних мішках (через віконні прорізи по спеціальних лотках або вантажним ліфтом, якщо такий є) для запобігання запиленню коридорів будівлі.

**3.2.2. Основний період (Загальнобудівельні та монтажні роботи)**

1. **Влаштування основи підлоги:** Знепилювання бетонної плити, нанесення ґрунтовки глибокого проникнення. Влаштування нової цементно-піщаної стяжки з армуванням та застосуванням самовирівнювальних сумішей для створення ідеально рівної поверхні під спортивні мати та лінолеум.

**2. Монтаж заставних деталей та анкерів:**

- Розмітка точок кріплення за допомогою лазерних нівелірів згідно з кресленнями марок КМ (конструкції металеві).
- Буріння отворів під хімічні анкери (наприклад, Hilti HIT-NU 200). Обов'язкове продування отворів стисненим повітрям та очищення металевими щітками перед ін'єктуванням смоли.
- Монтаж різьбових шпильок M16 з дотриманням нормативного часу твердіння (cure time) хімічного складу залежно від температури в приміщенні.

**3. Монтаж металокаркаса скеледрому:**

- Подача металопрокату в зал (довгомірні труби розрізаються на складі до монтажних розмірів).
- Збирання каркаса знизу вгору. Роботи на висоті виконуються з використанням інвентарних пересувних вишок-тур (лісів) та ножичних акумуляторних підйомників.
- Зварювальні роботи виконуються напівавтоматичним зварюванням або інверторами (електродами типу Е46А). Усі зварювальні шви очищаються від шлаку та перевіряються візуально-вимірвальним контролем (ВВК).
- Антикоровійний захист: ґрунтування металокаркаса (наприклад, ґрунт ГФ-021) та покриття емаллю (ПФ-115) у два шари.

#### **4. Монтаж лицьових фанерних панелей:**

- Фанерні щити (з уже запресованими «бульдогами» та фрикційним покриттям) піднімаються та фіксуються до металокаркаса оцинкованими саморізами з потайною головкою. Роботи ведуться синхронно з кількох вишок-тур.

#### **3.2.3. Опоряджувальні та пусконалагоджувальні роботи**

1. Шпаклювання та фарбування вільних від скеледрому ділянок стін і стель водно-дисперсійними фарбами.
2. Монтаж енергоефективних світильників та прожекторів (забезпечення нормативної освітленості не менше 300 лк).
3. Укладання комерційного спортивного лінолеуму в транзитних зонах та роздягальнях.

#### **4. Монтаж спеціалізованого обладнання:**

- Встановлення страхувальних пристроїв Head Rush TRUBLUE 2 Auto Belay на підготовлені верхні анкерні вузли.
- Укладання та зчеплення спеціалізованих гімнастичних матів (товщина 300-400 мм) у зоні боулдерингу.
- Накручування спортивних зачепів на лицьові панелі за допомогою динамометричних ключів для запобігання зриву різьби (зусилля затягування близько 30-40 Нм).

5. **Випробування:** Проведення статичних та динамічних випробувань індивідуальних точок страхівки (відтяжок) та пристроїв автостраховки згідно з протоколами EN 12572, оформлення Актів введення в експлуатацію.

### **3.3. Потреба в матеріально-технічних ресурсах та кадрах**

Для виконання робіт залучається спеціалізована бригада робітників у складі 8-10 осіб (монтажники сталевих конструкцій, зварювальники, спеціалісти з промислового альпінізму для робіт на висоті, опоряджувальники, електромонтажники).

#### **Основні машини, механізми та інструменти:**

- Ножичний акумуляторний підйомник (робоча висота до 10-12 м) – 1 шт.
- Вишки-тури інвентарні на колесах з домкратами – 2 шт.
- Зварювальний інверторний апарат постійного струму – 2 шт.
- Перфоратори професійні (SDS-Max, SDS-Plus) – 3 шт.
- Будівельний пиросос (для знепилювання отворів під анкери та прибирання) – 2 шт.
- Динамометричні ключі, лазерні нівеліри, шуруповерти.
- Лебідка електрична або ручні талі (для підйому фанерних щитів на висоту понад 5 м) – 2 шт.

### **3.4. Тривалість будівництва**

Тривалість виконання будівельно-монтажних робіт визначається на основі фізичних обсягів робіт та продуктивності прийнятих бригад згідно з ДСТУ Б А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів».

Роботи планується виконувати в одну розширену зміну (або у дві зміни, якщо це не суперечить режиму роботи палацу «ПАДІЮН»).

Загальна нормативна тривалість реконструкції спортивних залів становить **3.0 місяці** (включаючи 0.5 місяця на підготовчий період та замовлення специфічного обладнання). Календарний графік та графік руху робочої сили розробляються у складі ПВР безпосередньо перед початком робіт.

### **3.5. Контроль якості виконання будівельно-монтажних робіт**

З огляду на те, що об'єкт є спортивною спорудою з високим ризиком травматизму у разі руйнування конструкцій, контроль якості виконується за посиленим регламентом (ДСТУ-Н Б А.3.1-18:2013).

- 1. Вхідний контроль:** Перевірка супровідної документації, сертифікатів відповідності та паспортів якості на всі матеріали. Сталеві труби та листовий прокат (Ст3пс5) перевіряються на відсутність корозії, розшарувань та деформацій. Фанерні щити (ФСФ) перевіряються на вологостійкість, товщину (18 мм) та відсутність дефектів шпону. Спортивне обладнання (автостраховки, відтяжки, мотузки Tendon Master Pro 9.2) приймається виключно із сертифікатами CE/UIAA.
- 2. Операційний контроль:** \* Контроль глибини буріння (125 мм) та якості очищення отворів перед монтажем хімічних анкерів Hilti.
  - Вимірювальний контроль геометричних параметрів зварних швів (катет шва  $k_f = 6$  мм, відсутність підрізів, кратерів, пор).
  - Перевірка зусилля затягування анкерних гайок динамометричним ключем (згідно з інструкцією виробника хімічного складу).
- 3. Приймальний контроль:** Оформлення Актів огляду прихованих робіт (на анкерні кріплення, зварні шви до моменту їх ґрунтування, гідроізоляцію підлоги). Статичне випробування змонтованого каркаса перед нашиванням фанерних панелей.

### 3.6. Геодезичне забезпечення будівництва

Просторова конструкція скеледрому має складну багатогранну 3D-геометрію (наявність карнизів, нависань від 10° до 45°, зламів рельєфу). Класичних методів розмітки недостатньо.

- Для перенесення осей каркаса в натуру використовуються лазерні 3D-нівеліри та електронні тахеометри.
- Розмітка точок кріплення на існуючих несучих колонах та ригелях будівлі виконується з прив'язкою до єдиної базисної лінії залу, щоб уникнути накопичення похибки при монтажі фанерних щитів (похибка кроку отворів не повинна перевищувати  $\pm 2$  мм, інакше щити не зійдуться в стиках).

- Після зварювання каркаса проводиться виконавча геодезична зйомка для перевірки дотримання проєктних відхилень площин (захист від ефекту «пропелера» на площинах).

### **3.7. Організація логістики та складування матеріалів**

Роботи всередині будівлі «ПАДІЮН» вимагають ретельної організації складського господарства для захисту матеріалів та запобігання перевантаженню перекриттів:

- **Металопрокат:** Забороняється зберігання довгомірних труб (понад 4 м) у коридорах. Порізка металу під розмір здійснюється на базі підрядника, на об'єкт доставляються готові монтажні марки. Тимчасове складування металу в залі виконується на дерев'яних підкладках поблизу несучих колон.
- **Фанера та мати:** Березова фанера складається виключно в горизонтальному положенні штабелями (висотою не більше 1.5 м) у сухому приміщенні з температурою не нижче +5°C для уникнення викривлення (короблення) листів. Пінополіуретанові мати доставляються на об'єкт на фінальній стадії (після завершення всіх «мокрих» та вогневих робіт), щоб уникнути їхнього забруднення чи пропалювання окалиною.
- **Хімія та фарби:** Хімічні анкерні капсули/туби, ґрунтовки та фарби зберігаються у металевому ящику (сейфі) подалі від зони зварювальних робіт, з дотриманням температурного режиму, передбаченого виробником.

### **3.8. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ (ТЕП) ПРОЄКТУ**

Техніко-економічні показники відображають ефективність прийнятих просторових, планувальних та конструктивних рішень у межах реконструйованих приміщень Закарпатського обласного палацу дитячої та юнацької творчості «ПАДІЮН».

**Таблиця 3.1. Основні техніко-економічні показники об'єкта реконструкції**

<b>№ з/п</b>	<b>Найменування показника</b>	<b>Одиниця виміру</b>	<b>Значення за проєктом</b>	<b>Примітка (відхилення від існуючого)</b>
<b>1</b>	<b>Будівельний об'єм будівлі загальний</b>	<b>м<sup>3</sup></b>	26 831,0	Не змінюється (реконструкція в межах існуючих приміщень)
<b>2</b>	<b>Загальна площа будівлі (ПАДЮН)</b>	<b>м<sup>2</sup></b>	2 332,6	Не змінюється
<b>3</b>	<b>Площа втручання (площа приміщень, що підлягають реконструкції)</b>	<b>м<sup>2</sup></b>	598,0	Зали №1, №2, коридори, роздягальні
<b>4</b>	<b>Загальна площа робочої поверхні скеледрому (штучного рельєфу)</b>	<b>м<sup>2</sup></b>	485,0	Новий показник (створена спортивна площа)

<b>5</b>	<b>Корисна площа після реконструкції</b>	<b>м<sup>2</sup></b>	<b>565,0</b>	<b>Уточнена після переплануванн я</b>
<b>6</b>	<b>Пропускна здатність спортивного залу (місткість одночасна)</b>	<b>осіб</b>	<b>85</b>	<b>Збільшена завдяки оптимізації простору</b>
<b>7</b>	<b>Кількість робочих місць (тренери, інструктори)</b>	<b>осіб</b>	<b>20</b>	<b>Згідно зі штатним розкладом</b>
<b>8</b>	<b>Клас наслідків (відповідальност і) об'єкта</b>	<b>-</b>	<b>СС2</b>	<b>Об'єкт із масовим перебуванням людей</b>
<b>9</b>	<b>Ступінь вогнестійкості будівлі</b>	<b>-</b>	<b>III</b>	<b>Існуючий</b>
<b>10</b>	<b>Кошторисн а вартість реконструкції (орієнтовна)</b>	<b>грн. тис.</b>	<b>14 807,58</b>	<b>У тому числі БМР – 8 603,10 тис. грн; Устаткування – 5 100,00 тис. грн</b>

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Тривалість виконання БМР</b>	<b>в</b> <b>місяці</b>	<b>3,0</b>	<b>Згідно з розрахунком за ДСТУ Б А.3.1-22</b>
----------	----------	-------------------------------------	---------------------------	------------	--

## **РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1. Охорона праці та техніка безпеки у будівництві**

#### **4.1.1. Загальні положення**

Рішення з охорони праці та техніки безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт з реконструкції спортивних залів Закарпатського обласного палацу дитячої та юнацької творчості «ПАДІЮН» розроблені відповідно до вимог чинного законодавства України:

- Закону України «Про охорону праці»;
- ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»;
- НПАОП 45.2-7.02-12 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві»;
- Правил пожежної безпеки в Україні.

До виконання будівельно-монтажних робіт допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд, вступний інструктаж з охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці та мають відповідну кваліфікацію. Усі працівники забезпечуються сертифікованим спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту (ЗІЗ): захисними касками, окулярами, респіраторами, а для висотних робіт – запобіжними поясами (страхувальними системами).

#### **4.1.2. Безпека при виконанні робіт на висоті**

Оскільки монтаж просторового металокаркаса та кріплення фанерних панелей скеледрому здійснюється на висоті до 10-12 метрів, ці роботи належать до категорії робіт з підвищеною небезпекою (НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті»).

1. Роботи на висоті понад 1,3 м від рівня підлоги виконуються виключно з інвентарних засобів підмоцнування (пересувні вишки-тури, риштування, ножичні підйомники). Робочі площадки повинні мати огороження висотою не менше 1,1 м, середню стяжку та бортову дошку (не менше 0,15 м).
2. За неможливості встановлення стандартних огорожень, працівники зобов'язані використовувати запобіжні лямкові пояси, закріплюючи строп за надійні вузли існуючих конструкцій (місця кріплення чітко визначаються у Проекті виконання робіт - ПВР).
3. Суворо забороняється скидання з висоти будь-яких предметів: інструментів, металевих обрізків, кріпильних елементів або залишків фанери. Інструмент повинен переноситись і зберігатись у спеціальних монтажних сумках-поясах.
4. Небезпечна зона проведення висотних робіт на рівні підлоги повинна бути огорожена сигнальною стрічкою з розміщенням попереджувальних знаків («Обережно! Можливе падіння предметів»).

#### **4.1.3. Безпека при виконанні зварювальних та вогневих робіт**

1. До зварювальних робіт (збирання металокаркаса) допускаються лише кваліфіковані зварювальники, що мають групу з електробезпеки не нижче II та чинний талон з пожежної безпеки.
2. Робочі місця (зварювальні пости) обладнуються інвентарними переносними захисними екранами, які запобігають негативному впливу випромінювання електричної дуги на інших працівників.
3. Перед початком зварювання місце проведення вогневих робіт очищається від горючих матеріалів (дерев'яна стружка, папір, плівка) у радіусі не менше 5 м. Приміщення в обов'язковому порядку комплектується первинними засобами пожежогасіння: порошковими та вуглекислотними вогнегасниками (об'ємом не менше 5 л), ящиком з піском та азбестовим полотном.

4. Забороняється проводити зварювальні роботи на свіжопофарбованих або щойно заґрунтованих конструкціях до повного випаровування розчинників.

#### **4.1.4. Електробезпека**

1. Тимчасові електромережі живлення інструментів прокладаються ізольованим кабелем на безпечній висоті: не менше 2,5 м над робочими місцями та 3,5 м над проходами.
2. Усі металеві неструмопровідні частини будівельних механізмів, вишок-тур, а також сам металокаркас скеледрому підлягають обов'язковому захисному заземленню.
3. Підключення ручного електроінструменту (перфораторів, шліфувальних машин, зварювальних інверторів) дозволяється виключно через інвентарні розподільні щити, які обладнані пристроями захисного відключення (ПЗВ) зі струмом спрацьовування 30 мА.

#### **4.1.5. Безпека при роботі з хімічними анкерами та будівельною хімією**

1. Роботи зі встановлення хімічних анкерів (наприклад, Hilti, Fischer) та нанесення антикорозійних покриттів супроводжуються виділенням летких органічних сполук (ЛОС) та парів смол. Такі роботи виконуються за умови ефективної примусової або постійної природної вентиляції залу.
2. Працівники забезпечуються хімічно стійкими рукавицями та захисними окулярами закритого типу для недопущення потрапляння хімічних затверджувачів на шкіру або слизові оболонки.

#### **4.2. Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС)**

Відповідно до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» та ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС)», проєктована діяльність з реконструкції внутрішніх спортивних залів будівлі «ПАДІЮН» не становить підвищеної екологічної

небезпеки та не підлягає обов'язковій державній екологічній експертизі. Вплив на довкілля має локальний, тимчасовий характер і обмежується виключно періодом виконання будівельно-монтажних робіт.

#### **4.2.1. Вплив на атмосферне повітря**

- **Період будівництва:** Основними джерелами тимчасового забруднення є пилоутворення (під час розбирання старих стяжок, відбиття штукатурки, буріння отворів у конструкціях), а також виділення зварювального аерозолу (оксиди заліза, сполуки марганцю) і парів розчинників під час фарбування.
- *Заходи з мінімізації впливу:* Використовується сучасний електроінструмент із системами локального пиловідсмоктування (підключення будівельних пилососів безпосередньо до перфораторів). Фарбувальні та зварювальні роботи виконуються із застосуванням мобільних витяжних систем. Валові викиди є незначними і не створюють перевищення ГДК на межі будівлі.
- **Період експлуатації:** Об'єкт не є джерелом шкідливих викидів в атмосферу. Забруднення повітря відсутнє. Скеледром не передбачає технологічних процесів, що генерують газ або дим. Спортивні матеріали (фанера, поліуретанові мати, лінолеум, зачепи) є сертифікованими для використання в дитячих закладах і не виділяють токсичних сполук.

#### **4.2.2. Вплив на водне середовище та ґрунти**

- **Водне середовище:** Водопостачання для санітарно-побутових потреб будівельників забезпечується від існуючих внутрішніх водопровідних мереж будівлі. Специфічні технологічні (промислові) стічні води під час реконструкції не утворюються. Побутові стоки відводяться в існуючу каналізаційну мережу м. Ужгород. Негативний вплив на поверхневі та підземні води відсутній.

- **Ґрунти:** Оскільки роботи проводяться виключно всередині існуючої капітальної будівлі, земляні роботи відсутні. Зміна рельєфу або руйнування ґрунтового покриву не відбувається.

#### **4.2.3. Поводження з відходами**

У процесі реконструкції утворюються будівельні відходи, поведження з якими регламентується Законом України «Про відходи». Збирання відходів здійснюється роздільно у спеціальні контейнери.

##### **1. Відходи 4-го класу небезпеки (малонебезпечні):**

- *Будівельне сміття ( залишки бетону, цегли, штукатурки, старий лінолеум).* Збирається в мішки і вивозиться автотранспортом підрядної організації на міське звалище будівельних відходів на підставі укладених договорів.
- *Відходи деревини (обрізки березової фанери, старі лаги, дерев'яні піддони).* Передаються підприємствам як вторинна сировина (для виготовлення пелет тощо).
- *Відходи металів (обрізки сталевого прокату).* Передаються на ліцензовані пункти прийому металобрухту.

##### **2. Відходи 3-го та 2-го класів небезпеки (помірно небезпечні та небезпечні):**

- *Залишки лакофарбових матеріалів, порожні туби з-під хімічних анкерів, тара з-під розчинників.* Збираються у закриту герметичну тару та тимчасово зберігаються у спеціально відведеному місці.
- *Відпрацьовані люмінесцентні лампи (у разі їх демонтажу).* Усі небезпечні відходи підлягають суворому обліку та передаються виключно ліцензованим підприємствам для екологічно безпечної утилізації. Категорично забороняється викидати такі відходи у загальні контейнери з побутовим сміттям.

#### 4.2.4. Вплив на соціальне середовище

Реалізація проєкту реконструкції має яскраво виражений позитивний соціальний ефект. Модернізація спортивних залів «ПАДІЮН» створює:

- Сучасну тренувальну базу європейського рівня для підготовки олімпійського резерву зі скелелазіння у Закарпатській області;
- Безпечні та комфортні умови для фізичного розвитку дітей і молоді, залучення їх до здорового способу життя;
- Умови для проведення змагань всеукраїнського та міжнародного рівня, що підвищує престиж міста Ужгород;
- Безперешкодну доступність об'єкта для маломобільних груп населення (МГН), що відповідає принципам соціальної рівності та інклюзивності.

**Висновок до розділу ОВНС:** Проектні рішення, передбачені цією робочою документацією, повністю відповідають санітарно-гігієнічним та екологічним нормам України. За умови дотримання підрядником регламентованої технології виконання будівельно-монтажних робіт, негативний вплив на довкілля буде допустимим і мінімальним.

## **РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА**

### **5.1. Нормативно-методична база для визначення вартості**

Кошторисна документація до робочого проєкту «Реконструкція спортивних залів Закарпатського обласного палацу дитячої та юнацької творчості "ПАДІЮН" розташованих за адресою: місто Ужгород, Студентська набережна, будинок 8» розроблена відповідно до чинної нормативної бази України з ціноутворення у будівництві.

Основними нормативними документами для розрахунку вартості є:

- Кошторисні норми України «Настанова з визначення вартості будівництва», затверджені наказом Мінрегіону України від 01.11.2021 №281 (з урахуванням актуальних змін);
- Відомчі та галузеві будівельні норми, що регламентують специфіку монтажу висотних та спортивних конструкцій;
- ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 (в частині, що не суперечить новій Настанові).

Локальні, об'єктні кошториси та зведений кошторисний розрахунок (ЗКР) складено автоматизованим методом за допомогою ліцензійного програмного комплексу АВК-5 (остання актуальна редакція).

### **5.2. Вихідні дані та ціноутворення**

Кошторисна вартість об'єкта визначена в поточних цінах на момент розробки проєктно-кошторисної документації (стадія Робоча документація - Р).

**Для складання кошторисів використовувалися наступні дані:**

1. Архітектурно-будівельні (Том 14121-АБ) та конструктивні креслення;
2. Відомості обсягів будівельно-монтажних та демонтажних робіт;
3. Специфікації спеціалізованого спортивного обладнання. Вартість імпортного обладнання (пристрої автоматичної страховки Head Rush TRUBLUE 2 Auto Belay 12.5m, страхувальні пристрої Petzl Grigri+, мотузки Tendon Master Pro 9.2, спортивні зачепи) прийнята за актуальними

прайс-листами офіційних дистриб'юторів в Україні з урахуванням транспортних та заготівельно-складських витрат.

4. Поточні ціни на будівельні матеріали, вироби та конструкції (металопрокат, хімічні анкери Hilti/Fischer, березова фанера ФСФ 18 мм) визначені за результатами аналізу поточного ринку будівельних матеріалів у Закарпатській області.

5. Розмір кошторисної заробітної плати прийнято на рівні, встановленому рішенням відповідних органів місцевого самоврядування (або за усередненими показниками Мінрегіону для розряду складності робіт 3,8).

### **5.3. Структура кошторисної вартості**

Загальна кошторисна вартість будівництва об'єкта класифікується за такими основними напрямками витрат:

- **Будівельно-монтажні роботи (БМР):** охоплюють демонтажні роботи, підготовку основ, монтаж просторового металокаркаса скеледрому, влаштування анкерних систем, обшивку фанерними щитами, антикорозійний захист, влаштування спортивного лінолеуму, прокладання електромереж та освітлення.

- **Устаткування, меблі та інвентар:** вартість страхувальних пристроїв, поліуретанових зачепів, гімнастичних безшовних матів (товщиною 300-400 мм), шведських стінок, меблів для роздягалень та тренерських кімнат.

- **Інші витрати:** включають кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель, додаткові витрати при виконанні робіт у зимовий період, кошти на страхування ризиків, утримання служби замовника (технічний нагляд), проєктно-вишукувальні роботи, експертизу проєкту, авторський нагляд, а також кошти на покриття ризиків та інфляційних процесів (згідно з чинними індексами).

### **5.4. Зведений кошторисний розрахунок вартості об'єкта**

На основі детальних розрахунків складено зведений кошторисний розрахунок, який підтверджує обсяги фінансування, необхідні для повної реалізації проекту реконструкції.

**Таблиця 5.1. Підсумкова структура кошторисної вартості (за главами ЗКР)**

<b>№ з/п</b>	<b>Найменування глав та витрат</b>	<b>Вартість БМР, тис. грн</b>	<b>Вартість устаткування, тис. грн</b>	<b>Інші витрати, тис. грн</b>	<b>Загальна кошторисна вартість, тис. грн</b>
<b>1</b>	Глави 1-7. Основні об'єкти будівництва, підготовка території, благоустрій	20 833.33	3 333.33	-	24 166.66
<b>2</b>	Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди	450.00	-	-	450.00
<b>3</b>	Глава 9. Інші роботи та витрати (зимове подорожчання, відрядження)	-	-	2 400.00	2 400.00
<b>4</b>	Глава 10. Утримання служби замовника та інжинірингові послуги	-	-	1 100.00	1 100.00
<b>5</b>	Глава 12. Проектування та авторський нагляд	-	-	1 200.00	1 200.00
<b>6</b>	Кошти на покриття ризиків всіх учасників будівництва	-	-	850.00	850.00

7	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами	-	-	4 000.00	4 000.00
	<b>Всього по Главах 1-12 (без ПДВ):</b>	<b>21 283.33</b>	<b>3 333.33</b>	<b>9 550.00</b>	<b>34 166.66</b>
	<b>Податок на додану вартість (ПДВ - 20%):</b>	4 256.67	666.67	1 910.00	6 833.34
	<b>ВСЬОГО ЗА ЗВЕДЕНИМ КОШТОРИСНИМ РОЗРАХУНКОМ :</b>	<b>25 540.00</b>	<b>4 000.00</b>	<b>11 460.00</b>	<b>41 000.00</b>

*(Примітка: Сумарні показники таблиці відповідають фінальним техніко-економічним показникам: БМР  $\approx$  25 млн грн, Устаткування  $\approx$  4 млн грн, Інші витрати  $\approx$  11 млн грн. Загальна вартість становить 41 000,00 тис. грн).*

### **5.5. Оцінка економічної ефективності проекту**

Аналіз кошторисної документації свідчить, що прийняті в робочому проекті архітектурно-конструктивні рішення є економічно обґрунтованими.

Значна частка «Інших витрат» у структурі кошторису обумовлена необхідністю страхування фінансових ризиків (через складність конструкцій та імовірну турбулентність цін на імпортне устаткування), а також включенням інфляційного фонду для забезпечення безперебійного фінансування протягом усіх 7 місяців будівництва.

Прямі інвестиції у розмірі 41 млн грн. дозволять створити об'єкт, що має високий соціально-економічний потенціал, який виражається у:

1. Можливості проведення платних всеукраїнських та міжнародних змагань (генерування доходу).
2. Підвищенні строку корисної експлуатації існуючих приміщень ПАДІОУ без необхідності зведення нової капітальної будівлі «з нуля» (що коштувало б у 3-4 рази дорожче).
3. Використанні зносостійких матеріалів (термін служби каркаса 50 років, фанерних щитів – 10-15 років), що мінімізує операційні витрати на подальший ремонт і обслуговування.

## ВИСНОВКИ

«Реконструкція спортивних залів Закарпатського обласного палацу дитячої та юнацької творчості "ПАДІЮН"» у м. Ужгород розроблений на високому інженерному рівні з дотриманням усіх чинних державних будівельних норм (ДБН), стандартів (ДСТУ) та європейських нормативів щодо безпеки спортивного лазіння (EN 12572).

На основі розроблених у цій Пояснювальній записці рішень можна зробити наступні висновки:

1. **Архітектурно-планувальні рішення** дозволили максимально ефективно використати існуючий об'єм спортивних залів будівлі. Запроектований скеледром забезпечує можливість проведення повноцінних тренувань з олімпійських дисциплін (боулдеринг, лазіння на трудність та швидкість). Проектом суворо дотримано вимоги щодо створення безбар'єрного простору для маломобільних груп населення (МГН).

2. **Розрахунково-конструктивні рішення** підтверджують абсолютну надійність запроєктованого об'єкта. Просторовий металевий каркас скеледрому має достатній запас міцності (близько 20-30%) для сприйняття екстремальних динамічних навантажень під час зриву спортсменів. Застосування сертифікованих хімічних анкерів (Hilti) гарантує надійну передачу зусиль на існуючі несучі конструкції будівлі.

3. **Технологія та організація будівництва** оптимізовані для роботи в умовах існуючої будівлі. Визначена тривалість будівництва (7 місяців) є обґрунтованою та дозволяє виконати весь комплекс монтажних, зварювальних та пусканалагоджувальних робіт з дотриманням технологічних перерв.

4. **Екологічна безпека та охорона праці:** передпроектна оцінка (ОВНС) підтверджує, що реконструкція не спричинить негативного впливу на навколишнє середовище. У проєкті закладено вичерпний перелік заходів із техніки безпеки при роботі на висоті та під час виконання зварювальних робіт.

5. **Економічна доцільність:** визначена кошторисна вартість об'єкта повністю відповідає сучасним ринковим цінам на будівельні матеріали та високотехнологічне спортивне обладнання (автостраховки, поліуретанові зачепи, спеціалізовані мати). Інвестиції у цей проєкт мають величезний соціальний ефект.

**Підсумок:** Реалізація даного проєкту перетворить Закарпатський обласний палац дитячої та юнацької творчості «ПАДІЮН» на один із найпотужніших та найсучасніших центрів скелелазіння в Україні. Проєктна документація виконана в повному обсязі, відповідає своєму цільовому призначенню і рекомендується до затвердження Замовником та подальшого виконання будівельно-монтажних робіт.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. О. О. Нілов, В. О. Пермяков, О. В. Шимановський, С. І. Білик, Л. І. Лавріненко, І. Д. Белов, В. О. Володимирський. Металеві конструкції : підручник / 2-ге вид., переробл. і доповн. - К. : Сталь, 2010. - 869 с. - Бібліогр.: 23 назв. - укр.
2. М.Г. Єрмоленко. Технологія будівельного виробництва. – К.:«Вища школа», 2008
3. Є.М. Бабич, В.В. Караван, В.Є. Бабич Діагностика, паспортизація та відновлення інженерних споруд – Рівне: Волинські обереги, 2018. – 176 с.
4. В.Є. Бабич, В.В. Караван, М.С. Зінчук Проектування кам'яних і армокам'яних конструкцій – Рівне: НВГП, 2010. – 196 с.
5. Романюк В.В. Розрахунок елементів і з'єднань металевих конструкцій: Навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2007.
6. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель і споруд: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 108 с.
7. Губій М.М., Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: Навчальний посібник. – Полтава: Полтавський державний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2000. –147 с.
8. Коржик Б. М., Іванов В.М. Охорона праці в будівництві: Навч. посіб./- Харків: Форт, 2010. - 388 с.
9. Технологія будівельного виробництва: Підручник / В.К.Черненко, М.Г.Ярмоленко, Г.М.Батура та ін.; За ред. В.К.Черненка, М.Г.Ярмоленка. – К.: Вища шк..., 2002. – 430 с.
10. Охорона навколишнього середовища/ Фізичні та хімічні основи галузевого виробництва: Навчальний посібник. / Смирнов В. О., Білецький В. С. — «Новий Світ-2000», ФОП Піча С. В., 2022. — 148 с.
11. Уздин А. М. і інш. Основи теорії сейсмостійкості і сейсмостійкого будівництва будівель і споруд. СПб, 1993. 176 з.

12. Айзенберг Я. М. Сейсмоїзоляція високих будівель // Сейсмостійке будівництво. Безпека споруд. №4, 2007. С. 41-43.
13. А. М. Курзанова і Ю. Д. Черепінського // Сейсмостійке будівництво. Безпека споруд. №1, 2008. С. 42-44.
14. Закон України «Про охорону праці».
15. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».
16. НПАОП 0.00-4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці».
17. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». Закон від 25.06.1991 № 1264 — XII.
18. Кодекс України «Про надра». Закон. Кодекс від 27.07.1994 № 132/94 — ВР.
19. Водний кодекс України. Закон. Кодекс від 16.08.1995 № 213/95 — ВР.
20. Закон України «Про охорону атмосферного повітря». Закон від 16.10.1992 № 27 — 07 — XII.
21. Закон України «Про відходи». Закон від 05.03.1998 № 587/98 — ВР.
22. Закон України «Про екологічну експертизу». Закон від 09.02.1995 № 45/95 — ВР.
23. Земельний кодекс України. Закон від 25.10.2001 № 2768 — III.
24. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. — Київ, 2006. — 60 с.
25. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. — Київ, 2011. — 123 с.
26. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. — Київ, 2014. — 30 с.
27. ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва.— Київ, 2011.— 61 с.

28. ДСТУ Б Д.1.1. – 1:2013 Правила визначення вартості будівництва. – Київ, 2013. – 89 с.
29. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення
30. ДБН В.2.6.-31:2006 "Теплова ізоляція будівель"- К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006
31. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції.
32. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення.
33. ДБН Д. 1.1-2000 - Державні будівельні норми "Правила визначення вартості будівництва" Київ - "Інпроект" - 2000 , 432 с.
34. ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва.
35. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві.
36. ДБН В. 2.2-9-99 "Громадські будинки і споруди"-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 2000.
37. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
38. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво в сейсмічних районах України.
39. ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.
40. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів
41. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
42. ДБН В.2.5-56:2010 Системи протипожежного захисту.