

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект школи гірськолижного спорту в Пилипцях

Виконав: студент 4 курсу, групи МБ-41

спеціальності

192. Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Кушнірчук М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Гудь М.І.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Мещерякова О. М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній В. П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Бобик М.П.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

студента Кушнірчука Миколи Степановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект школи гірськолижного спорту в Пилипцях

Керівник роботи Гудь Михайло Іванович, к.т.н., доц.

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

Затверджені наказом ректора від « 24 » 05 2025 року № 4/7-48

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Геолокація об'єкту

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б. доцент		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М. ст.викл.		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студентка

(підпис)

Кушнірчук М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гудь М.И.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТА ПЕРЕДУМОВИ РОЗВИТКУ	7
АКТИВНИХ ВИДІВ ТУРИЗМУ В КАРПАТСЬКОМУ РЕКРЕАЦІЙНОМУ РЕГІОНІ.....	7
1.1 Рішення генерального плану	7
1.3 Конструктивні рішення.....	9
1.4. Теплотехнічний розрахунок	11
1.5. Протипожежні заходи	15
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	17
2.1 Вибір матеріалів, визначення характеристик	17
2.2 Вибір розрахункової схеми.....	18
2.3 Геометричні розміри елементів	18
2.4 Збір навантажень	19
2.5 Розрахунок обрешітки	20
2.6 Розрахунок кроквяних ніг.....	21
2.7 Розрахунок підкосу	24
2.8 Розрахунок стійок.....	25
2.9 Розрахунок балок перекриття	27
РОЗДІЛ 3 ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ.....	30
3.1 Оцінка інженерно-геологічних, гідрогеологічних і кліматичних умов земельної ділянки.....	30
3.2 Опис конструктивного рішення будівлі	31
3.3 Обґрунтування можливих варіантів фундаментів	32
3.4 Збір навантажень	32
3.4.1 Збір навантажень на фундамент під стіну по осі 6.....	32
3.4.2 Збір навантажень на фундамент під стіну по осі 4.....	35
3.5 Розрахунок буронабивних паль	37
3.5.1 Обґрунтування глибини закладення фундаменту.....	37

3.5.2 Розрахунок фундаменту несучої стіни за віссю 6.....	37
3.6 Розрахунок дерев'яного стовпчастого фундаменту	39
3.6.1 Розрахунок фундаменту за віссю 6.....	39
3.6.2 Розрахунок фундаменту по осі 4	40
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА ...	42
4.1. Загальні положення.....	42
4.2. Особливості об'єкта та умови будівництва.....	42
4.3. Методи організації будівельного процесу	43
4.4. Поетапна технологія будівництва.....	43
4.4.1. Підготовчі роботи.....	43
4.4.2. Земляні роботи	44
4.4.3. Фундаменти	44
4.4.4. Несучі конструкції будівлі	44
4.4.5. Покрівельні роботи	44
4.4.6. Внутрішні роботи.....	45
4.4.7. Зовнішні роботи та благоустрій.....	45
4.5. Організація будівельного майданчика	45
4.6. Забезпечення охорони праці.....	46
4.7. Екологічна безпека будівництва	46
4.8. Календарний план виконання робіт	46
4.9 Техніка безпеки при роботі із механізмами.....	47
4.10 Пожежна безпека.....	49
4.11 Безпека в надзвичайних ситуаціях	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	55
БІБЛІОГРАФІЯ	57

ВСТУП

Гірськолижний туризм є одним із провідних сегментів у сучасній туристичній індустрії, популярність якого невпинно зростає в усьому світі. Ключова особливість цього виду відпочинку — можливість активного проведення часу в гірській місцевості, вдосконалення навичок катання на лижах, отримання позитивних вражень від контактів із природними гірськими ландшафтами. Такого роду туризм відкриває для відвідувачів унікальне поєднання активного спортивного відпочинку, рекреації, сприятливого клімату й естетичних вражень від гірської місцевості.

Актуальність роботи - гірськолижний туризм є важливим напрямом розвитку туристичної галузі в умовах активного формування культури здорового способу життя. З огляду на швидке збільшення популярності гірськолижного відпочинку в гірських регіонах України, особливого значення набуває створення спеціалізованих навчальних закладів — гірськолижних шкіл, здатних забезпечити безпечне й ефективне навчання для туристів усіх категорій. Реалізація таких проєктів сприятиме не лише популяризації активного відпочинку, а й економічному розвитку місцевої туристичної інфраструктури, формуванню культури гірськолижного туризму, а також відкриє нові можливості для сімейного відпочинку в гірській місцевості.

Мета роботи - розробити проєкт гірськолижної школи в умовах гірської місцевості, спрямований на забезпечення безпечних, сприятливих та ефективних умов для навчальної діяльності, популяризації активного туризму, формування культури гірськолижного відпочинку та сприяння економічному розвитку туристичних регіонів.

Завдання роботи:

- проаналізувати особливості гірськолижного туризму в умовах природно-кліматичних чинників регіону;
- визначити функціонально-просторові вимоги до проєкту гірськолижної школи;

- розробити архітектурно-будівельне планування об'єкта в умовах високої сейсмічності(7балів);
- передбачити комплекс заходів для забезпечення безпеки відвідувачів школи;
- сформувати оптимальну структуру навчальних програм для дітей, підлітків та дорослих, спрямованих на популяризацію гірськолижного туризму;
- розробити план організації прокату гірськолижного спорядження для відвідувачів.

Значущість обраної теми для туристичної галузі та спортивної інфраструктури регіону в цілому виявляється в низці важливих аспектів. По-перше, гірськолижна школа є ключовим елементом у системі гірськолижного туризму, адже сприяє популяризації активного відпочинку в горах, забезпечує якісне навчання для широкого кола відвідувачів, формує навички правильного й безпечного поведіння на схилах. Таке навчання сприяє формуванню культури активного відпочинку в природі, популяризації здорового способу життя, відкриваючи можливість долучитися до активних видів відпочинку для дітей, підлітків, дорослих, а також усіх, хто прагне вдосконалювати свою фізичну форму, навчитися чогось нового й отримати заряд позитивних вражень.

Ключові слова: гірськолижний туризм, гірськолижна школа, активний відпочинок, рекреація, гірські ландшафти, спортивний туризм, туристична інфраструктура, безпека туризму, популяризація активного відпочинку.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТА ПЕРЕДУМОВИ РОЗВИТКУ АКТИВНИХ ВИДІВ ТУРИЗМУ В КАРПАТСЬКОМУ РЕКРЕАЦІЙНОМУ РЕГІОНІ

1.1 Рішення генерального плану

Загальний проект об'єкта розроблено відповідно до [2], [3] та норм пожежної безпеки, викладених у [17]. З цим планом можна ознайомитися на аркуші 1 графічної частини.

Загальне планування території має форму прямокутника, розміром 391 на 685,42 метри (2,68 га). На забудованій території є кілька особливостей, у тому числі запланована будівля гірськолижної школи та автостоянка. Ділянка прикрашена хвойними деревами та газоном, що надає ландшафтного вигляду.

Будівля спроектована як багатоповерхова. Нижче наведені техніко-економічні показники для освоєної території:

- загальна площа території: 2,68 га;
- площа забудови: 1232,21 м²; 47,91%;
- площа озеленення: 1044,46 м²; 38,92%;
- площа, відведена під дороги та проїзди: 30,60 м²; 1,14%;
- площа тротуару: 322,68 м²; 12,02%;
- площа та довжина залізничних колій: 0;
- довжина огорожі: 2,14 км.

Роза вітрів виводиться з інформації, представленій в таблиці 3.1 [3]. Перший рядок містить частоту вітру (%) як чисельник, тоді як знаменник вказує швидкість вітру за напрямком для січня/липня (м/с). У другому рядку чисельник і знаменник множаться, а загальна сума обчислюється по рядках. Третій рядок представляє відсоткове відношення кожного напрямку до загальної суми. Ці значення використовуються для побудови діаграми. Зверніть увагу, що 1 мм еквівалентний 1%.

Таблиця 1.1 - Розрахунок рози вітрів (січень)

Пункт	Січень							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
	<u>19</u> 3,2	<u>1</u> 1,1	<u>1</u> 1,3	<u>7</u> 1,9	<u>15</u> 3,6	<u>36</u> 6,5	<u>11</u> 4	<u>10</u> 2,2
430,5	60,8	1,1	1,3	13,3	54	234	44	22
%	14,12	0,26	0,3	3,09	12,54	54,36	10,22	5,11

Таблиця 1.2 - Розрахунок рози вітрів (липень)

Пункт	Липень							
	Пн	ПнСХ	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
	<u>29</u> 3,6	<u>8</u> 2,8	<u>6</u> 2,5	<u>8</u> 2,8	<u>15</u> 2,8	<u>17</u> 4,3	<u>10</u> 3,8	<u>7</u> 3,3
340,4	104,4	22,4	15	22,4	42	73,1	38	23,1
%	30,67	6,58	4,41	6,58	12,34	21,47	11,16	6,79

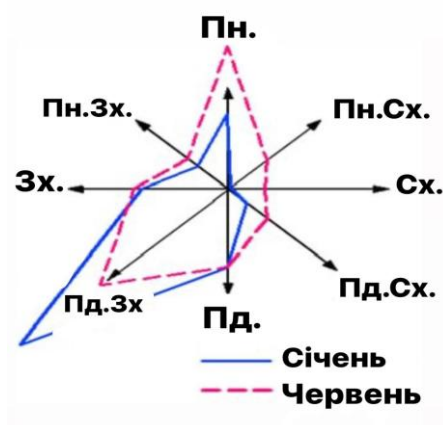


Рисунок 1.1 - Діаграма рози вітрів

Для даного району будівництва переважаючими є вітри південно-західного напрямку.

Будівля орієнтована таким чином, щоб забезпечувалося нормальне освітлення і провітрювання. Овальна конфігурація будівлі є найбільш стійкою та обтічною для вітрових навантажень.

1.2 Об'ємно-планувальне рішення

Споруда, про яку йдеться, являє собою багатоповерхову будівлю прямокутної форми з розмірами по осях 20х36,35 метрів. У сегментах, позначених «1-4»/«В-Е», будинок складається з одного поверху. Мінімальна висота від підлоги до нижньої сторони несучого каркасу зафіксована на рівні 3,22 метра. На цій ділянці споруди розміщується кафе разом із прилеглими приміщеннями, які включають вестибюль при вході в кафе, вестибюль, гардероб та туалет для відвідувачів. Додатково передбачені кімнати для персоналу, душова та ще одна вбиральня, а також кабінет керівника.

В осях «4-10»/«А-Д» споруда складається з трьох поверхів. Висота першого поверху становить 3,5 метра, другого — 3,1 метра, третього — 2,6 метра до основи несучих конструкцій.

На першому поверсі розташована рецепція, навчальні кімнати та пункт прокату лижного спорядження. Другий поверх призначений для розміщення гостей. А на третьому поверсі розташовані житлові приміщення для персоналу.

Приміщення мають природну вентиляцію, а розміри вікон забезпечують достатню освітленість у світлий час доби.

Техніко-економічні характеристики споруди наступні:

- загальна площа: 1103,22 м²;
- площа: 782,21 м²;
- об'єм будівлі: 5742 м³;
- клас вогнестійкості: IV.

1.3 Конструктивні рішення

Фундамент споруджується з використанням дерев'яних стовпів. Розміри фундаменту в перерізі 0,6 на 0,6 метра складаються з трьох рядів колод перетином 0,2 метра кожен.

Стіни складаються з бруса товщиною 300 мм відповідно до теплотехнічного розрахунку (п. 1.5). Перегородки виготовлені з бруса товщиною 100 мм.

Настил і покриття складається з дерев'яних брусів, дощок, лаг і дощок підлоги. Підлога встановлюється на зовнішніх стінах від внутрішнього краю стіни на 120 мм, а також на внутрішніх несучих стінах на тому ж розмірі 120 мм.

Сходи в архітектурно задуманій споруді виконані з дерева. В осях «7-8» ширина маршу становить 1500 мм, а глибина майданчика – 2000 мм.

Перила сходів виготовлені з дерева. Для полегшення відведення води по зовнішній стороні стін встановлені водосточні труби з оцинкованої сталі діаметром 150 мм.

Підлога складається з дерева, а у ванних кімнатах і санвузлах використовується керамічна плитка. Ця конструкція підлоги була створена з урахуванням специфікацій, викладених у [24].

У будівлі встановлено дерев'яні вікна, в тому числі й вітражні. Правильний монтаж вітражів має високу якість, забезпечує надійний захист від проникнення вологи та утворення містків холоду, забезпечуючи тим самим тривалий термін служби вітражів.

Вибір дверей базується на критеріях, встановлених у [17] і [24]. Щоб полегшити швидку евакуацію, всі двері сконструйовані таким чином, щоб відкриватися під час евакуації з будівлі.

Елементи як зовнішнього, так і внутрішнього дизайну.

Зовнішнє оздоблення. Фундамент споруди оздоблений синтетичним каменем. Стіни обробляються антисептичними, вогнезахисними, консервуючими розчинами, а також лаком, що забезпечує захист деревини від псування, перешкоджає поширенню вогню, продовжує термін служби будівлі та зберігає його первинний вигляд протягом тривалого часу.

Дизайн інтер'єру. У середині зрубу також застосовуються захисні засоби.

Стіни санвузлів і службових кафе облицьовані керамічною плиткою. Вибір конструкції здійснюється з урахуванням дотримання санітарних і протипожежних норм, а також технологічних умов.

1.4. Теплотехнічний розрахунок

Теплотехнічний розрахунок стіни

Вихідні дані:

Зона будівництва: Відносна вологість повітря: $\phi_v=55\%$. Класифікація будівлі або приміщення: Громадські, за винятком інтернатних, лікувально-профілактичних і дитячих установ, а також шкіл та інтернатів.

Тип огорожувальної конструкції: Зовнішні стіни. Розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі $t_v=20^\circ\text{C}$. Як зазначено в [21], при внутрішній температурі повітря $t_{\text{int}}=20^\circ\text{C}$ і відносній вологості $\phi_{\text{int}}=55\%$ вологісний режим приміщень відноситься до нормальних. Тепер розрахуємо фундаментальне значення необхідного опору теплопередачі R_{otr} , відповідно до нормативних стандартів для приведеного опору теплопередачі [21], використовуючи таку формулу:

Визначено рівняння $R_{\text{otr}} = a \cdot \text{GSOP} + b$, де a і b представляють коефіцієнти, які повинні бути отримані з таблиці 3 [21], що відповідає конкретним категоріям будівель. Для огорожувальної конструкції, віднесеної до зовнішніх стін і віднесеної за типом будівлі до громадської, за винятком інтернатних, лікувально-профілактичних і дитячих закладів, а також шкіл та інтернатів, значення $a = 0,0003$ і $b = 1,2$.

Ми обчислюємо градусо-день опалювального періоду для GSOP, виміряний у $^\circ\text{C}$ -днях, використовуючи формулу, наведену в [21]:

$$\text{GSOP} = (t_v - t_{\text{ot}}) Z_{\text{ot}}$$

У цьому контексті t_v представляє розраховану середню температуру внутрішнього повітря в будівлі, виміряну в градусах Цельсія, з $t_v = 20^\circ\text{C}$. Змінна t позначає середню температуру зовнішнього повітря, також виражену в градусах Цельсія. Як зазначено в таблиці 1 [4], ця інформація актуальна для періоду, протягом якого середньодобова температура зовнішнього повітря не перевищує 8°C , зокрема для громадських будівель, за винятком інтернатних, лікувально-

профілактичних та дитячих закладів, а також шкіл та інтернатів.

Опалювальний період, який позначається $t_{ov} = -7,9$ °C, прийнято тривалістю 223 доби згідно з таблицею 1 [4], що відноситься до періоду, що характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря не вище 8 °C для громадських будівель, за винятком житлових, лікувально-профілактичних і дитячих установ, а також шкіл та інтернатів. Отже, GDOP розраховується наступним чином: $GDOP = (20 - (-7,9)) \times 223 = 6221,7$ °C-день.

Використовуючи формулу, представлену в [21], розраховуємо фундаментальне значення необхідного опору теплопередачі $R_{отр}$ (м²·°C/Вт).

$$R_{onorm} = 0.0003 \cdot 6221.7 + 1.2 = 3.07 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Враховуючи, що населений пункт розташований у зоні сухої вологості, а умови вологості в приміщенні вважаються нормальними, теплові властивості матеріалів огорожувальних конструкцій будемо класифікувати за умовами експлуатації А, як зазначено в таблиці [21]. Схему конструкції огорожувальної конструкції показано на малюнку 1.2.

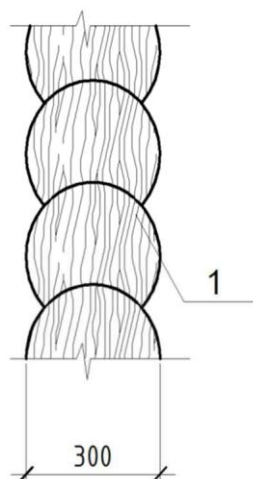


Рисунок 1.2 - Схема конструкції стіни

Волокна сосни та ялини мають товщину $\delta_1 = 0,3$ м, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{A1} = 0,09$ Вт/(м·°C). Умовний опір теплопередачі R_{0usl} (м²·°C/Вт) розраховується за формулою Е.6 [21]: $R_{0usl} = 1/\alpha_{int} + \delta n/\lambda_n + 1/\alpha_{ext}$.

У цьому контексті α_{int} являє собою коефіцієнт теплопередачі для

внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, виміряний у $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$, і виводиться з [21], де α_{int} визначено як $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$. Навпаки, α_{ext} позначає коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій у холодний період, як зазначено [21], де α_{ext} встановлено на рівні $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$, щодо зовнішніх стін.

$$R_{0\text{usl}} = 1/8.7 + 0.3/0.09 + 1/23$$

$$R_{0\text{usl}} = 3.49 \text{ м}^2\text{°C}/\text{W}$$

Зменшений опір теплопередачі, позначений як $R_{0\text{пр}}$ ($\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$), розраховується за такою формулою: $R_{0\text{пр}} = R_{0\text{usl}} - r$, де r являє собою коефіцієнт теплової рівномірності огорожувальної конструкції. Цей коефіцієнт враховує вплив стиків, укосів отворів, ребер обрамлення, гнучких з'єднань та інших теплопровідних елементів.

$$r = 0.92$$

На закінчення, приведений опір теплопередачі $R_{0\text{пр}}$ перевищує необхідний $R_{(0)}$ (норма) ($3,21 > 3,07$); Таким чином, запропонована огорожувальна конструкція задовольняє критеріям ефективної теплопередачі.

Тепловий розрахунок покриття

Розрахована середня температура внутрішнього повітря будівлі $t_{\text{в}} = 20\text{°C}$. На основі інформації, наведеної [21], при внутрішній температурі повітря $t_{\text{int}} = 20\text{°C}$ і відносній вологості $\phi_{\text{int}} = 55\%$, умови вологості в приміщенні класифікуються як нормальні. Щоб встановити фундаментальне значення необхідного опору теплопередачі $R_{0\text{тр}}$, звернемося до нормативних стандартів, викладених у [21], використовуючи таку формулу: $R_{0\text{тр}} = a \cdot \text{GDOP} + b =$

У цьому контексті a і b являють собою коефіцієнти, значення яких повинні бути отримані з [21], що відповідає зазначеним групам будівель. Для огорожувальної конструкції, що відноситься до типу покриття і призначена для громадських будівель, за винятком житлових, лікувальних, профілактичних і дитячих закладів, а також шкіл і інтернатів, значення $a = 0,0004$ і $b = 1,6$.

Градусо-день для опалювального періоду GDOP розраховується як 0°C -день за формулою [21]: $\text{GDOP} = (t_{\text{в}} - t_{\text{oy}}) \cdot Z_{\text{от}}$. Тут $t_{\text{в}}$ представляє розраховану середню

температуру внутрішнього повітря в будівлі, виміряну в °С, яка встановлена на 20 °С. Змінна іграшка позначає середню температуру зовнішнього повітря в °С за даними [4] за вказаний період, коли середньодобова температура зовнішнього повітря не перевищує 8 °С, для громадських будівель, за винятком житлових, лікувально-профілактичних і дитячих установ, а також шкіл та інтернатів; для цього сценарію іграшка становить -7,9 °С. Тривалість, z_{ot} , у днях опалювального періоду також отримано з [4] для тих самих умов, що дає значення $z_o = 183$ дні. Отже, GDOP розраховується наступним чином: $GSOP = (20 - (-7,9)) \times 183 = 6221,7$ °С-день.

Відповідно до формули, представлені в таблиці 1.2, розраховуємо фундаментальне значення необхідного опору теплопередачі $R_{o(tr)}$ (м²-°С/Вт).

$$R_{o_{norm}} = 0.0004 \cdot 6221.7 + 1.6 = 4.09 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

Схему конструкції огорожувальної конструкції показано на малюнку 1.3.

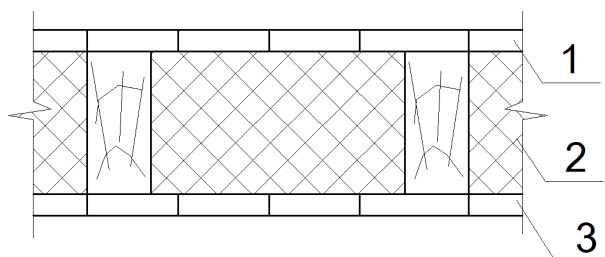


Рисунок 1.3 - Схема конструкції покриття

Сосна і смерека поперек волокон, товщина $\delta_2 = 0.03$ м, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{A2} = 0.14$ Вт/(м°С).

Плити мінераловатні ($\rho = 125$ кг/м.куб), товщина $\delta_3 = 0.25$ м, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{A3} = 0.064$ Вт/(м°С).

Сосна і смерека поперек волокон, товщина $\delta_5 = 0.03$ м, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{A5} = 0.14$ Вт/(м°С).

Умовний опір теплопередачі $R_{(0)}^{(ym)}$, (м²°С/Вт) визначимо за формулою [21]: $R_{(0)}^{(ym)} = 1/\alpha_{int} + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_{ext}$

Де α_{int} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, Вт/(м²°С), що приймається за [21]: $\alpha_{int} = 8.7$ Вт/(м²°С)

α_{ext} – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій для умов холодного періоду, який приймають за таблицею 6 [21]:
 $\alpha_{\text{ext}}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ – згідно з п.1 таблиці 6 [21] для покриттів. $R_{(0)(\text{ум})}=1/8.7+7.0\text{E-}5/221+0.03/0.14+0.25/0.064+0.03/0.14+1/23$

$$R_{(0)(\text{ум})}=4.49 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Наведений опір теплопередачі $R_{(0)(\text{пр})}$, ($\text{м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) визначимо за формулою 11:

$$R_{(0)\text{пр}}=R_{(0)\text{ум}}(-)(r) \text{ r-коефіцієнт}$$

теплотехнічної однорідності огорожувальної конструкції, що враховує вплив стиків, укосів прорізів, ребер, що обрамляють, гнучких зв'язків та інших теплопровідних включень $r=0.92$

$$\text{Тоді } R_{(0)(\text{пр})}=4.49-0.92=4.13 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Висновок: величина наведеного опору теплопередачі $R_{(0)(\text{пр})}$ більше необхідного $R_{(0)(\text{норм})}$ ($4.13>4.09$). Отже, представлена огорожувальна конструкція відповідає вимогам щодо теплопередачі.

1.5. Протипожежні заходи

Як зазначено в пункті [3], конструкція відноситься до класу F 1.2 щодо функціональної пожежної безпеки. Отже, вкрай важливо, щоб як на етапі проектування, так і на етапі будівництва були вжиті відповідні заходи для запобігання пожежним випадкам.

Відповідно до умов, викладених у [17], конструкція обладнана трьома аварійними виходами. Основні виходи з першого поверху розташовані між осями «E-D» і «V-G». Евакуація з другого поверху здійснюється через сходову клітку та вестибюль будівлі. Ширина кожного евакуаційного виходу становить не менше 1,2 метра, а двері розраховані на відкривання в напрямку виходу з будівлі. Для третього поверху евакуація здійснюється по сходовій клітці, яка веде безпосередньо на вулицю.

Оскільки будівля має IV ступінь вогнестійкості, її конструкції мають відповідати таким вимогам щодо межі вогнестійкості [3]:

Таблиця 1.3 - Вимоги щодо межі вогнестійкості

Ступінь вогнестійкості будівлі	Межа вогнестійкості будівельних конструкцій, не менше ніж						
	Несучі елементи будівлі	Зовнішні ненесучі стіни	Перекрыття міжповерхів (у тому числі горизонтальні та над підвалами)	Елементи безгоризонтальних покривів		Сходові клітки	
				Настили (у т.ч. з утеплювачем)	Ферми, балки, прогони	Внутрішні стіни	Марші та майданчики сходів
I	REI 15	REI 15	REI 15	REI 15	REI 15	REI 45	REI 15

Відповідно до таблиці 1.3 між спорудженою будівлею та існуючими спорудами допускаються протипожежні розриви. Як зазначено в [2], створено умови для гарантування безперешкодного доступу пожежних машин до будівлі, а також для автодрабин або автопідйомників, щоб дістатися до будь-якого приміщення. Відстань від краю проходу до стіни будівлі встановлюється 5-8 метрів, і ця зона залишається вільною від розміщення огорож, повітряних ліній електропередач і подібних споруд.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір матеріалів, визначення характеристик

- покрівля - металочерепиця;
- ширина будівлі-17м.;
- ухил покрівлі до горизонту $\alpha = 14^\circ$;
- матеріал дерев'яних елементів - деревина хвойних порід, з питомою вагою 500 кг/м^3 ;
- конструктивне рішення покриття приймаємо:
- бруски обрешітки розміщені по кроквяних ногах;
- крок кроквяних ніг-1,0м.;
- для зменшення прольоту кроквяних ніг підставлені підкоси, нижні кінці яких впираються в лежень, що укладається на внутрішню стіну.

Відповідно до табл. 1 [7] максимальна вологість для конструкцій неклеєної деревини -20% . Розрахункові опори деревини сосни другого сорту призначаємо згідно з табл. 3 [7] з урахуванням необхідних коефіцієнтів умов роботи за п. 3.2 [7]. У таблиці 2.1 - наведено значення розрахункових опорів і коефіцієнтів умов робіт.

Таблиця 2.1 - Розрахункові опори деревини сосни другого сорту для елементів даху

Конструктивні елементи та види напруженого стану	Значення табличних розрахункових опорів, МПа	Коефіцієнти умов роботи	Розрахункові опори, МПа
Крокви (елементи прямокутного перерізу висотою до 50 см)	$R_U, R_C, R_{3M} = 13,0$ $R_p = 7$ $R_{ск} = 1,6$	$m_n = 1,0$ $m_B = 1,0$ $m_{сл} = 1,05$	$R_c = 13,65$
Стійки, затягування і підкоси (елементи прямокутного перерізу висотою до 50см)	$R_U, R_C, R_{3M} = 13,0$ $R_p = 7$ $R_{СК} = 1,6$	$m_n = 1,0$ $m_B = 1,0$ $m_{сл} = 1,05$	$R_c = 13,65$

2.2 Вибір розрахункової схеми

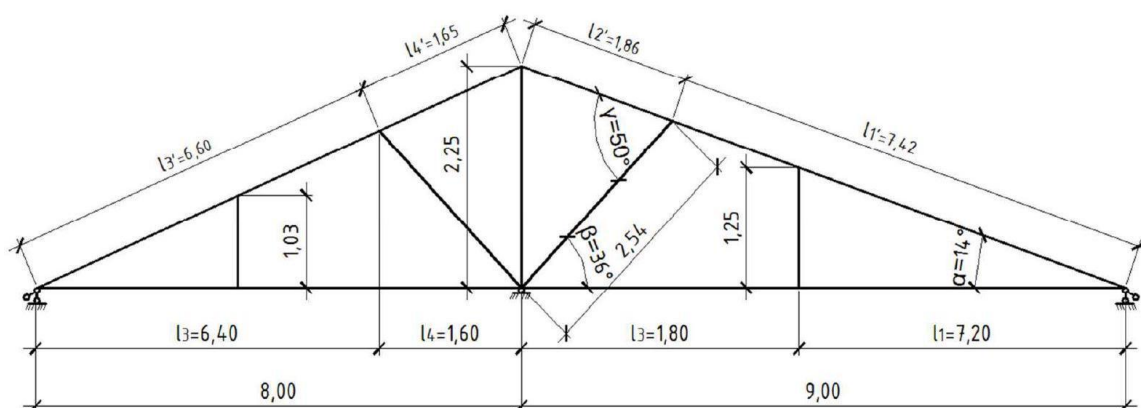


Рисунок 2.1 - Розрахункова схема кроквяної покрівлі

2.3 Геометричні розміри елементів

Куту нахилу покрівлі до горизонту $\alpha = 14'$ відповідають: $\sin \alpha - 0,24$; $\cos \alpha - 0,97$; $\operatorname{tg} \alpha - 0,25$

Висоту крокв у конику визначаємо за формулою

$$h = L \operatorname{tg} \alpha = 9 * 0,25 = 2,25 \text{ м.}$$

Підкіс спрямований під кутом $\beta = 36'$ до горизонту ($\sin \beta - 0,59$; $\cos \beta - 0,81$;

$\operatorname{tg} \beta - 0,73$). Точка перетину осей підкосу і кроквяної ноги розташовується на відстані l_2 від осі стовпа.

Величину l_2 знаходимо з такої залежності:

Крокви Сн-1:

$$l_2 = h_n = (L_1 - l_2) \operatorname{tg} \alpha, \text{ звідки } l_2 = \frac{L_1}{1} + \operatorname{ctg} \alpha = \frac{9}{1} + 4,01 = 1,80 \text{ м}$$

тоді $l_1 = L_1 - l_2 = 9 - 1,80 = 7,20 \text{ м.}$

Крокви Сн-2:

$$l_4 = h_n = (L_2 - l_4) \operatorname{tg} \alpha, \text{ звідки } l_4 = \frac{L_2}{1} + \operatorname{ctg} \alpha = \frac{8}{1} + 4,01 = 1,60 \text{ м}$$

тоді $l_3 = L_2 - l_4 = 8 - 1,60 = 6,4 \text{ м.}$

Довжина верхньої і нижньої ділянок кроквяної ноги:

Крокви Сн-1:

$$l_1' = l_1 / \cos \alpha = 7,20 / 0,97 = 7,42 \text{ м.}; l_2' = l_2 / \cos \alpha = 1,8 / 0,97 = 1,86 \text{ м.}$$

Крокви СН-2:

$$l_3' = l_3 / \cos \alpha = 6,40 / 0,97 = 6,6 \text{ м.}; l_4' = l_4 / \cos \alpha = 1,6 / 0,97 = 1,65 \text{ м.}$$

Довжина підкосу:

$$l_{\text{п}} = \sqrt{2} l_2 = 1,41 * 1,80 = 2,54 \text{ м.}$$

Кут між підкосом і кроквяною ногою:

$$\gamma = \alpha + \beta = 14 + 36 = 50^\circ; \sin_\gamma = 0,77; \cos_\gamma = 0,64.$$

2.4 Збір навантажень

Таблиця 2.2 - Збір навантажень на 1 м² даху

Елементи конструкції	Нормативна $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	$\gamma_f > 1$	Розрахункова $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$
1	2	3	4
1. Постійна			
Металочерепиця $\rho = 5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}, \delta = 0,75 \text{ мм.}$	$\frac{0,05}{\cos 14} = 0,052$	1,1	0,057
Решетування з брусків $30 * 60 \text{ мм, крок } 350 \text{ мм, } \rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\frac{0,03 * 0,06 * 5}{0,35 * \cos 14} = 0,03$	1,1	0,033
Дошки дерев'яні $\delta = 0,03 \text{ м; } \rho = 500 \text{ кг/м}^3$	$60,034,6 / \cos 14 = 0,828$	1,1	0,91
Разом	0,164		1,00
2. Тимчасова			
Снігове навантаження п. 10 [2] $S_0 = 0,7 * E_e * E_t * \mu * S_g$ $S_0 = 0,7 * 1 * 1 * 1 * 1,2 = 0,84 \text{ кН/м}^2$	0,84	1,4 (п.10.12)	1,2
Разом тимчасове	0,84	-	1,2
Разом	1,004		2,20

Повне навантаження з урахуванням коефіцієнта за відповідальністю будівлі $\gamma_n = 0,95$ (табл. 2 [2]) нормативне навантаження на квадратний метр $q_n = 1,004 * 0,95 = 0,95 \text{ кН/м}^2$; розрахункове $q_p = 2,2 * 0,95 = 2,09 \text{ кН/м}^2$

2.5 Розрахунок обрешітки

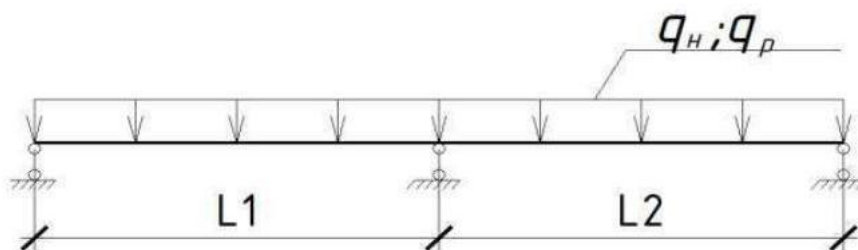


Рисунок 2.2 - Розрахункова схема обрешітки

Розраховуємо обрешітку під покрівлю з металочерепиці: ухил покрівлі до горизонту $\alpha = 14'$ ($\cos \alpha = 0,97$; $\sin \alpha = 0,24$); відстань між осями брусків $s = 30$ см; відстань між осями кроквяних ніг $B = 100$ см.

Решетування розглядаємо як двопролітну нерозрізну балку з прольотом $l = B = 100$ см

Найбільший згинальний момент дорівнює:

а) для першого поєднання навантажень (власна вага і сніг) за формулою (3.1[2]):

$$M' = 0,125 * 2,02 * 1,0^2 = 0,25 \text{ кНм}$$

б) для другого поєднання навантажень (власна вага і монтажне навантаження) за формулою (3.3[2]):

$$M'' = 0,07 * 0,27 * 1,0^2 + 0,207 * 1,2 * 1,3 = 0,34 \text{ кНм}$$

Очевидно, більш невигідним для перевірки міцності настилу буде другий випадок навантаження.

Оскільки площа дії навантаження не збігається з головними площинами перерізу обрешітки, то брусок розраховуємо на косий вигин.

Складові згинального моменту щодо головних осей бруска дорівнюють:

$$M'_x = M'' * \cos \alpha = 0,34 * 0,97 = 0,33 \text{ кНм}$$

$$M'_y = M'' * \sin \alpha = 0,34 * 0,24 = 0,081 \text{ кНм}$$

Моменти опору та інерції перерізу такі:

$$W_x = 30 \text{ см}^3; W_y = 25 \text{ см}^3; J_x = 90 \text{ см}^4; J_y = 63 \text{ см}^4.$$

Найбільше напруження за формулою (3.4[18]):

$$\sigma = \frac{3300}{30} + \frac{810}{25} = 124,40 \leq R_{зг} = 130 * 1,15 * 1,2 = 180 \text{ кгс/м}^2$$

де $R_{зг}$ – розрахунковий опір деревини вигину з урахуванням коефіцієнтів умови роботи та монтажного навантаження; 1,15 - коефіцієнт умов роботи настилу, обрешітки та покрівлі; 1,2-коефіцієнт, що враховує короткочасність дії зосередженого навантаження.

Прогин у площині, перпендикулярній скату:

$$f_y = \frac{2,13q^H * \cos \alpha * l^4}{384EJ_x} = \frac{2.13 * 0,92 * 0.97 * 130^4}{384 * 10^5 * 90} = 0,13 \text{ см}$$

Прогин у площині, паралельній скату:

$$f_x = \frac{2,13q^H * \sin \alpha * l^4}{384EJ_y} = \frac{2.13 * 0,92 * 0.24 * 130^4}{384 * 10^5 * 63} = 0,02 \text{ см}$$

Повний прогин з урахуванням косого вигину визначимо за формулою (3.5[2]):

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0.13^2 + 0.02^2} \approx 0.13 \text{ см}$$

Відносний прогин:

$$\frac{f}{l} = \frac{0.13}{130} < \frac{1}{150} \Rightarrow \text{отже умова жорсткості виконана.}$$

2.6 Розрахунок кроквяних ніг

Крокви Сн-1

Кроквяну ногу розглядаємо як нерозрізну балку на 3 опорах.

Вантажна площа кроквяної ноги $A_{гр} = 1,0$ м погонне навантаження дорівнює нормативне $q_n = 0,95 \times 1,0 = 0,95 \text{ кН/м}$; розрахункове $q_p = 2,09 \times 1,0 = 2,09 \text{ кН/м}$.

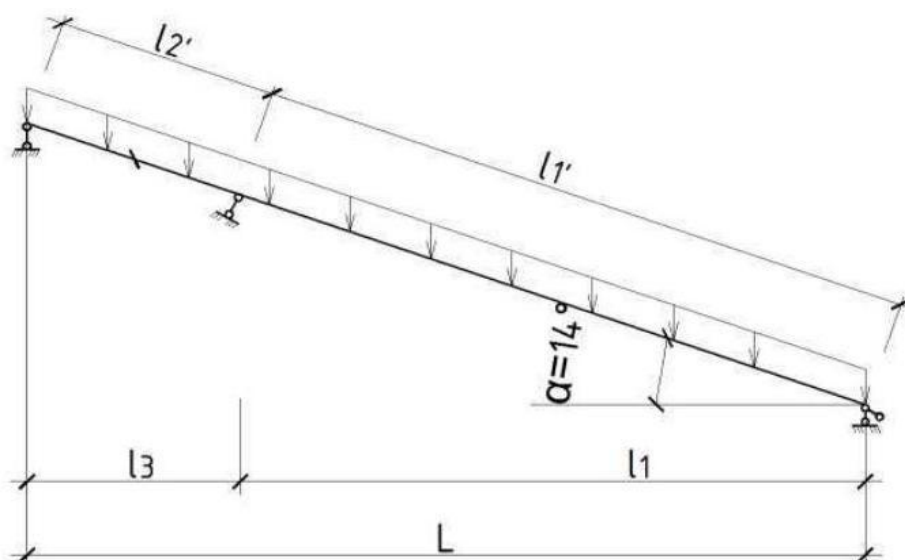


Рисунок 2.3 - Розрахункова схема кроквяної ноги

Згинальний момент дорівнює:

$$M = \frac{q p \cdot (l_1^3 + l_2^3)}{8(l_1 + l_2)} = \frac{209 \cdot (7,42^3 + 1,86^3)}{8(7,42 + 1,86)} = 1520,29 \text{ кгс}$$

$$\text{Необхідний момент опору: } W_{\text{нтр}} = \frac{M}{R_u} = \frac{152029}{130} = 1169,45 \text{ см}^3$$

Необхідна висота перерізу:

Приймаємо крокви з брусів $b = 100$ мм, тоді

$$h_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{6W_{\text{тр}}}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1169,45}{10}} = 24,49 \text{ см}$$

Підбираємо переріз кроквяної ноги $b = 100$ мм; $h = 250$ мм, $F = 250 \text{ см}^2$;

$$W_x = 1041,6 \text{ см}^3; I_x = 13020,8 \text{ см}^4;$$

Відносний прогин кроквяної ноги перевіряємо за формулою 3.6 [2]:

$$\frac{f}{l} = \frac{5q^n \times l^3}{384 E I \cos \alpha} = \frac{5 \times 0,95 \times 9^3}{384 \times 10^9 \times 13020,8 \times 10^{-8} \cos 14} = 0,0020 \text{ м} = 0,20 \text{ см} < \frac{1}{200} l$$

$$0,03 \text{ м} = 3 \text{ см};$$

Крокви СН-2

Кроквяну ногу розглядаємо як нерозрізну балку на 3 опорах. Вантажна площа кроквяної ноги $A_{\text{гр}} = 1,0$ погонне навантаження дорівнює нормативна $q_n = 0,95 \times 1,0 = 0,95 \text{ кН/м}$; розрахункова $q_p = 2,09 \times 1,0 = 2,09 \text{ кН/м}$.

$$\text{Згинальний момент дорівнює: } M = \frac{q^{p*}(l_1^3 + l_2^3)}{8(l_1 + l_2)} = \frac{209*(6,4^3 + 1,6^3)}{8(6,4 + 1,6)} = 869,42 \text{ кгс*м}$$

$$\text{Необхідний момент опору: } W_{\text{птр}} = \frac{M}{R_u} = \frac{869,42}{130} = 6,6878 \text{ см}^3$$

Необхідна висота перерізу:

Приймаємо крокви з брусів $b = 100$ мм, тоді

$$h_{\text{птр}} = \sqrt{\frac{6W_{\text{птр}}}{b}} = \sqrt{\frac{6 * 6,6878}{10}} = 20,03 \text{ см}$$

Підбираємо перетин кроквяної ноги ; $b = 100$ мм; $h = 250$ мм, $F = 250 \text{ см}^2$

$$W_x = 1041,6 \text{ см}^3; I_x = 13020,8 \text{ см}^4;$$

Відносний прогин кроквяної ноги перевіряємо за формулою 3.6 [18]:

$$\frac{f}{l} = \frac{5q^n \times l^3}{384EI \cos \alpha} = \frac{5 \times 0,95 \times 8^3}{384 \times 10^9 \times 13020,8 \times 10^{-8} \cos 14} = 0,0015 \text{ м} = 0,20 \text{ см} < \frac{1}{200} l =$$

$$0,03 \text{ м} = 3 \text{ см} ;$$

Крокви СН-3

Кроквяну ногу розглядаємо як нерозрізну балку на 2 опорах.

Вантажна площа кроквяної ноги $A_{\text{гр}} = 1,0$ погонне навантаження дорівнює нормативна $q_n = 0,95 \times 1,0 = 0,95 \text{ кН/м}$; розрахункова

$$q_p = 2,09 \times 1,0 = 2,09 \text{ кН/м} .$$

$$\text{Згинальний момент дорівнює: } M = \frac{q^{p*}l^2}{8} = \frac{2,09*6,7}{8} = 1,7275 \text{ кгс*м}$$

$$\text{Необхідний момент опору: } W_{\text{птр}} = \frac{M}{R_u} = \frac{1,7275}{130} = 0,0133 \text{ см}^3$$

Необхідна висота перерізу:

Приймаємо крокви з брусів $b = 100$ мм, тоді

$$h_{\text{птр}} = \sqrt{\frac{6W_{\text{птр}}}{b}} = \sqrt{\frac{6 * 0,0133}{10}} = 0,0927 \text{ см}$$

Підбираємо перетин кроквяної ноги $b = 100$ мм; $h = 250$ мм, $F = 250 \text{ см}^2$;
 $W_x = 1041,6 \text{ см}^3; I_x = 13020,8 \text{ см}^4;$

Відносний прогин кроквяної ноги перевіряємо за формулою 3.6 [2]:

$$\frac{f}{l} = \frac{5q^n \times l^3}{384EI \cos \alpha} = \frac{5 \times 0,95 \times 6,7^3}{384 \times 10^9 \times 13020,8 \times 10^{-8} \cos 14} = 0,003 \text{ м} = 0,20 \text{ см}$$

$$< \frac{1}{200} l = 0,03 \text{ м} = 3 \text{ см}$$

2.7 Розрахунок підкосу

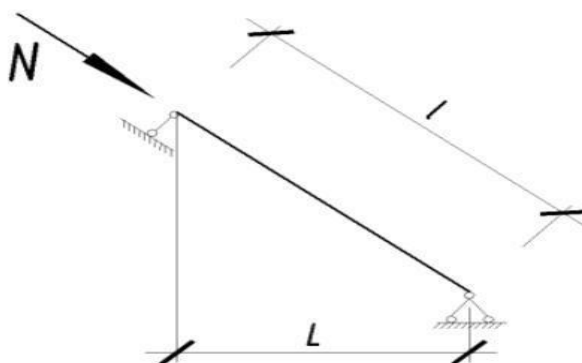


Рисунок 2.4 - Розрахункова схема підкосу

Вертикальна складова реактивного зусилля на середній опорі кроквяної ноги:

$$P = \frac{ql}{2} + \frac{Ml}{l_1 l_2} = \frac{202 \times 9}{2} + \frac{1520,29 \times 9}{7,42 \times 1,86} = 1900 \text{ кгс/см}^2 \quad (2.12)$$

Це зусилля розкладається на зусилля N , що стискає підкіс, і зусилля N_B , спрямоване вздовж кроквяної ноги, використовуючи рівняння синусів, знаходимо:

$$\frac{P}{\sin 50} = \frac{N}{\sin (90-\alpha)} = \frac{N_B}{\sin (90-\beta)}, \text{ звідки } N = \frac{\cos \alpha}{\sin 50} P = \frac{0,97}{0,64} 1900 = 2880 \text{ кгс};$$

Приймаємо підкіс із бруса перерізом 80×80 мм.

Знаходимо розрахунковий опір зминанню (ф. 2.2 [4]):

$$R_{зм} = \frac{0,8 \times 130}{1 + \left(\frac{0,8 \times 130}{30} - 1 \right) 0,93^3} = 37,14 \text{ кгс—см}^2$$

Площа зминання:

$$F_{зм} = \frac{F_{зм}}{\cos 50} = 64/0,64 = 100 \text{ см}^2.$$

Напруга зминання:

$$\sigma_{3M} = \frac{N}{F_{3M}} = \frac{2880}{100} = 28,80 < 37,14 \text{ кгс/см}^2$$

2.8 Розрахунок стійок

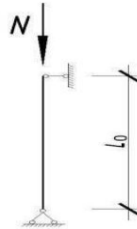


Рисунок 2.5 - Розрахункова схема стійки

Стійка Ст-1

Розрахункова стискаюча сила становить $N = 2,09 \cdot (1,2 + 1,2) = 5,02 \text{ кН}$,
довжина стійки $l = 2,25 \text{ м}$.

Задаємося гнучкістю $\lambda = 80$ Відповідний цій гнучкості коефіцієнт $\varphi = 0,48$
(дод. 2 [2]). Знаходимо необхідний мінімальний радіус інерції при $\lambda = 80$ за
формулою: $r_{\text{тр}} = \frac{l_0}{\lambda} = \frac{225}{80} = 2,81 \text{ см}$

І необхідну площу поперечного перерізу стійки при $\varphi = 0,48$:

$$F_{\text{птр}} = \frac{N}{\varphi R_c} = \frac{502}{0,48 \times 136,5} = 10,97 \text{ см}^2$$

Тоді необхідна ширина перерізу бруса за формулою 1.7а [2]:

$$b_{\text{птр}} = \frac{r_{\text{птр}}}{0,29} = \frac{2,81}{0,29} = 9,68 \text{ см}$$

Відповідно до сортаменту пиломатеріалів приймаємо $b = 10 \text{ см}$

$$\text{Необхідна висота перерізу бруса: } h_{\text{птр}} = \frac{F_{\text{птр}}}{b} = \frac{10,97}{10} = 1,10 \text{ см}$$

Приймаємо висоту $h = 10 \text{ см}$; $F = 10 \times 10 = 100 \text{ см}^2$

Гнучкість стрижня прийнятого перерізу:

$$\lambda_y = \frac{l_0}{r_{\text{min}}} = \frac{225}{0,29 \times 10} = 77,59; \varphi_y = 0,48$$

$$\text{Напруга } \sigma = \frac{N}{\varphi F} = \frac{502}{0,48 \times 100} = 14,98 < 136,5 \text{ кгс/см}^2$$

Стійка СТ-2

Розрахункова стискаюча сила становить $N = 2,09 * (2,5 + 1,2) = 7,73$ кН ,
довжина стійки $l = 1,25$ м.

Задаємося гнучкістю $\lambda = 80$. Відповідний цій гнучкості коефіцієнт $\varphi = 0,48$ (дод. 2 [2]). Знаходимо необхідний мінімальний радіус інерції при $\lambda = 80$ за формулою: $r_{\text{нтр}} = \frac{l_0}{\lambda} = \frac{125}{80} = 1,56$ см

І необхідну площу поперечного перерізу стійки при $\varphi = 0,48$:

$$F_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi R_c} = \frac{773}{0,48 \times 136,5} = 17,61 \text{ см}^2$$

Тоді необхідна ширина перерізу бруса за формулою 1.7а [18]:

$$b_{\text{нтр}} = \frac{r_{\text{нтр}}}{0,29} = \frac{1,56}{0,29} = 5,38 \text{ см}$$

Відповідно до сортаменту пиломатеріалів приймаємо $b = 6,0$ см.

$$\text{Необхідна висота перерізу бруса } h_{\text{тр}} = \frac{F_{\text{тр}}}{b} = \frac{17,61}{6,0} = 2,94 \text{ см}$$

$$\text{Приймаємо висоту } h = 7,5 \text{ см; } F = 6,0 \times 7,5 = 45,00 \text{ см}^2$$

Гнучкість стрижня прийнятого перерізу: $\lambda_y = \frac{l_0}{r_{\text{min}}} = \frac{125}{0,29 \times 6,0} = 71,80$; $\varphi_y = 0,48$

$$\text{Напруга } \sigma = \frac{N}{\varphi F} = \frac{773}{0,48 \times 45} = 53,43 < 136,5 \text{ кгс/см}^2$$

Стійка СТ-3

Розрахункова стискаюча сила становить $N = 2,09 * (1,5 + 1,3) = 5,85$ кН ,
довжина стійки $l = 1,03$ м

Задаємося гнучкістю $\lambda = 80$. Відповідний цій гнучкості коефіцієнт $\varphi = 0,48$ (дод. 2 [18]). Знаходимо необхідний мінімальний радіус інерції при $\lambda = 80$ за формулою: $r_{\text{тр}} = \frac{l_0}{\lambda} = \frac{103}{80} = 1,29$ см

І необхідну площу поперечного перерізу стійки при $\varphi = 0,48$:

$$F_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi R_c} = \frac{585}{0,48 \times 136,5} = 13,34 \text{ см}^2$$

Тоді необхідна ширина перерізу бруса за формулою 1.7а [2]:

$$b_{\text{нтр}} = \frac{r_{\text{нтр}}}{0,29} = \frac{1,29}{0,29} = 4,50 \text{ см}$$

Відповідно до сортаменту пиломатеріалів приймаємо $b = 5,0$ см

$$\text{Необхідна висота перерізу бруса } h_{\text{птр}} = \frac{F_{\text{птр}}}{b} = \frac{13,34}{5,0} = 2,67 \text{ см}$$

$$\text{Приймаємо висоту } h = 5,0 \text{ см; } F = 5,0 \times 5,0 = 25,00 \text{ см}^2$$

Гнучкість стрижня прийнятого перерізу:

$$\lambda_y = \frac{l_0}{r_{\min}} = \frac{103}{0,29 \times 5,0} = 71,03; \varphi_y = 0,48$$

$$\text{Напруга: } \sigma = \frac{N}{\varphi F} = \frac{585}{0,48 \times 25} = 72,83 < 136,5 \text{ кгс/см}^2$$

2.9 Розрахунок балок перекриття

Таблиця 2.3 - Збір навантажень на 1 м^2 покриття

Елементи конструкції	Нормативне $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	$\gamma_f > 1$	Розрахункове $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$
1	2	3	4
1. Постійне			
Контррейка ; ; 15×30 ммр = 500 кг/м^3	$0,015 * 0,03 * 5 * 1,5 = 0,0034$	1,1	0,0037
Утеплювач ПТЕ-125 $\delta = 0,25$ мр = 125 кг/м^3	$0,25 * 1,25 * 1,5 = 0,47$	1,2	0,56
Черепний брусok 40×40 мм; $\rho = 1,15 \text{ кг/м}^3$	$0,04 \times 0,04 \times 5 * 1,5 = 0,012$	1,1	0,013
Дошки дерев'яні $\delta = 0,03$ м ; $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$	$5 * 0,03 * 1,5 = 0,225$	1,1	0,25
Разом	0,71		0,83
2. Тимчасове			
Тимчасове навантаження на перекриття Навантаження на горище $= 0,7 \text{ кН/м}^2$;	$0,7 * 1,5 = 0,74$	1,2	0,89
Разом	1,45		1,72

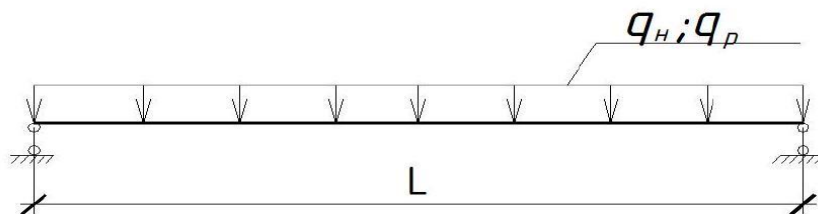


Рисунок 2.6 - Розрахункова схема балки перекриття

Власну вагу балок не враховуємо, оскільки навантаження від усіх інших елементів перекриття, перелічених у таблиці 2.3, приймали розподіленими на всю площу без винятку ділянок, зайнятих балками.

Балка Б-1

Розрахункова довжина балки-3,0м.

Знаходимо згинальний момент за формулою 1.10[2]:

$$M = \frac{172 \cdot 3^2}{8} = 193,5 \text{ кгс} \cdot \text{м}$$

$$\text{Необхідний момент опору: } W_{\text{птр}} = \frac{M}{R_u} = \frac{19350}{130} = 148,85 \text{ см}^3$$

Задаючись шириною перерізу $b = 150 \text{ мм}$, тоді

$$h_{\text{птр}} = \sqrt{\frac{6W_{\text{птр}}}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 148,85}{15}} = 7,71 \text{ см}$$

Підбираємо переріз балки $b = 150 \text{ мм}$; $h = 100 \text{ мм}$, $F = 100 \text{ см}^2$;

$$W_x = 1666,6 \text{ см}^3; I_x = 833,3 \text{ см}^4;$$

Відносний прогин балки перевіряємо за формулою 1.11 [18]:

$$\frac{f}{l} = \frac{5q^n \cdot l^3}{384EI} = \frac{5 \cdot 1,45 \cdot 300^3}{384 \cdot 10^5 \cdot 833,3} = 0,00039 \text{ м} = 0,004 \text{ см} < \frac{1}{200}l = 0,0015 \text{ м} =$$

0,015 см ;

Балка Б-2

Розрахункова довжина балки-5,0м.

Знаходимо згинальний момент за формулою 1.10[18]:

$$M = \frac{172 \cdot 5^2}{8} = 537,5 \text{ кгс} \cdot \text{м}$$

$$\text{Необхідний момент опору: } W_{\text{птр}} = \frac{M}{R_u} = \frac{53750}{130} = 413,46 \text{ см}^3$$

Задаючись шириною перерізу $b = 150 \text{ мм}$, тоді

$$h_{\text{птр}} = \sqrt{\frac{6W_{\text{птр}}}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 413,46}{15}} = 12,86 \text{ см}$$

Підбираємо переріз балки $b = 150 \text{ мм}$; $h = 150 \text{ мм}$, $F = 150 \text{ см}^2$; $W_x = 5625 \text{ см}^3$; $I_x = 2812,5 \text{ см}^4$;

Відносний прогин балки перевіряємо за формулою 1.11 [18]:

$$\frac{f}{l} = \frac{5q^n \cdot l^3}{384EI} = \frac{5 \cdot 1,45 \cdot 500^3}{384 \cdot 10^5 \cdot 2812,5} = 0,00049 \text{ м} = 0,005 \text{ см} < \frac{1}{200}l =$$

$$= 0,0025 \text{ м} = 0,025 \text{ см};$$

Балка Б-3

Розрахункова довжина балки-6,70м.

Знаходимо згинальний момент за формулою 1.10[2]:

$$M = \frac{172 \cdot 6,7^2}{8} = 965,14 \text{ кгс} \cdot \text{м}$$

$$\text{Необхідний момент опору: } W_{\text{нтр}} = \frac{M}{R_u} = \frac{96514}{130} = 742,42 \text{ см}^3$$

Задаючись шириною перерізу $b = 150 \text{ мм}$, тоді

$$h_{\text{нтр}} = \sqrt{\frac{6W_{\text{нтр}}}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 742,42}{15}} = 19,23 \text{ см}$$

Підбираємо переріз балки $b = 150 \text{ мм}$; $h = 200 \text{ мм}$, $F = 200 \text{ см}^2$;

$$W_x = 72000 \text{ см}^3; I_x = 10000 \text{ см}^4;$$

Відносний прогин балки перевіряємо за формулою 1.11 [18]:

$$\frac{f}{l} = \frac{5q^n \times l^3}{384EI} = \frac{5 \times 1,45 \times 670^3}{384 \times 10^5 \times 10000} = 0,00043 \text{ м} = 0,004 \text{ см} < \frac{1}{200} l = 0,0033 \text{ м} =$$

0,033см;

Остаточно приймаємо балки покриття перерізом $150 \times 200 \text{ мм}$.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

3.1 Оцінка інженерно-геологічних, гідрогеологічних і кліматичних умов земельної ділянки

Район за середньою швидкістю вітру за три місяці в зимовий період $v = 2$ м/с.

Район за вагою снігового покриву - II, карта 1 [2];

Вага снігового покриву $-p = 1,2$ кН/м², таблиця 10.1 [2];

Нормативна глибина сезонного промерзання, становить $d_{fn} = 2,90$ м.

За результатами буріння контрольних свердловин отримано такі типи ґрунту:

- гумус;
- пісок середній;
- суглинок;
- галечниковий ґрунт із піщаним заповнювачем 15%, галька великих розмірів.

Рельєф майданчика спокійний.

Рівень ґрунтових вод на позначці від 338,64 до 338,95.

Ґрунтові води на майданчику залягають на глибині 3,4 – 2,9 м.

По відношенню до бетону будь-яких марок цементу ґрунтові води неагресивні, до сталевих конструкцій – середньоагресивні.

Сейсмічність району, 6 балів.

Геолого-літологічний розріз представлено на рисунку 3.1.

Таблиця 3.1 – Інженерно-геологічний розріз

Масштаби: горіз. 1:500 Верт. 1:100		340.32	340.48 340.17 339.35 338.95. 337.35
Абс. відм. гирла, м	341.10; 341.28		
Відстань, м		10,00	

3.2 Опис конструктивного рішення будівлі

Будівля має прямокутну конфігурацію з виступами.

Розміри в осях . 20 × 36,35 м

Конструктивна схема будівлі - з несучими поздовжніми і поперечними стінами.

Перекрыття - настил по дерев'яних балках. Перегородки - дерев'яні. Сходи - дерев'яні. Покрівля – металочерепиця Зовнішні стіни прийняті з круглого бруса Ø300мм.



Рисунок 3.1 - Поздовжній розріз будівлі

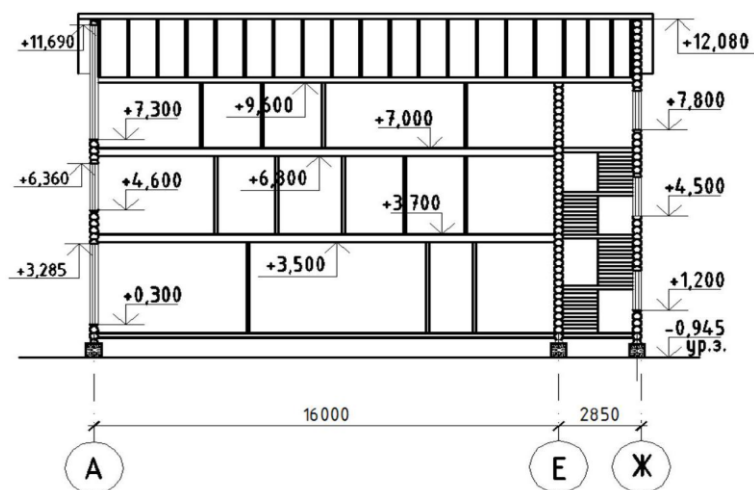


Рисунок 3.2 - Поперечний розріз будівлі

3.3 Обґрунтування можливих варіантів фундаментів

Розрахуємо 2 можливі варіанти з представлених:

- буронабивні палі;
- дерев'яний стовпчастий фундамент.

3.4 Збір навантажень

3.4.1 Збір навантажень на фундамент під стіну по осі 6

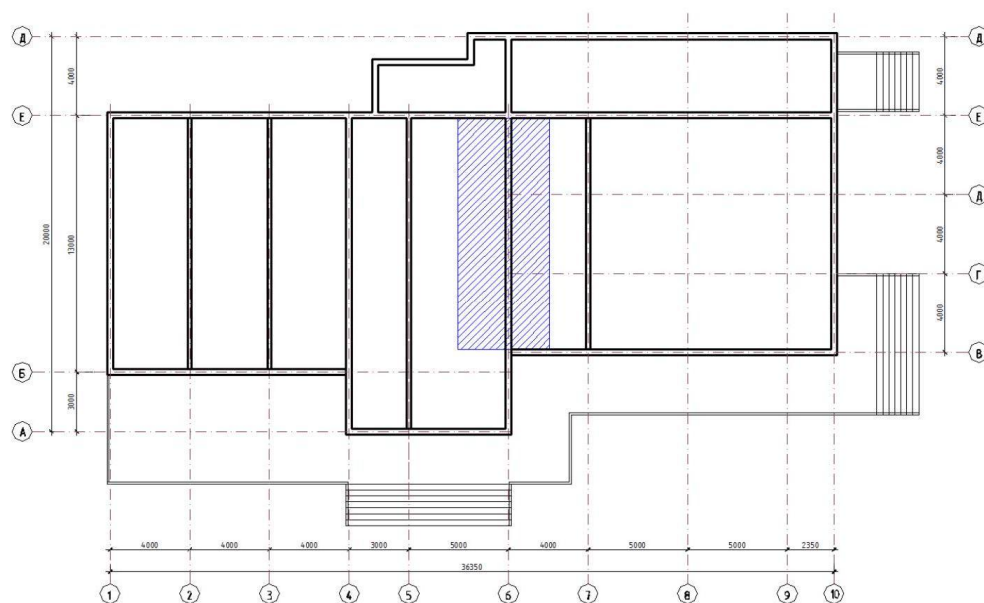


Рисунок 3.4 - Вантажна площа стіни по осі 6

Таблиця 3.2 - Збір навантажень на фундамент під несучу стіну по осі 6

№	Вид навантаження	Нормативне $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	γ_f	Розрахункове $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$
І.Покриття				
Постійне навантаження				
1	Металочерепиця , $\rho = 5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \delta = 0,75 \text{ мм.}$	$0,053,88 \cos 14 = 0,19$	1,05	0,20
2	Кроквяна нога перетином $50 \times 250 \text{ мм}$; $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$	$50,050,25^* 3,88^* \cos 14 = 0,23$	1,1	0,25
3	Решетування $30 \times 60 \text{ мм}$; $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$	$50,030,06^* 3,88^* \cos 14 / 0,3 = 0,04$	1,1	0,044
4	Разом	0,46		0,49
Тимчасове навантаження				
1	Снігове навантаження $S_0 = 1,2 \text{ кПа}$ для II снігового району	$1,23,88 \cos 14 = 4,52$	1,4 (п. 10.12 [16])	6,32
II.Перекриття				
Постійне навантаження				
1	Дошки дерев'яні $\delta = 0,03 \text{ м}$; $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$	$50,034,6 = 0,828$	1,1	0,91
2	Балки перекриття перетином ; $150 \times 200 \text{ мм}$; $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$	$50,150,2^* 4,6 = 0,828$	1,1	0,91
3	Утеплювач техноніколь $\delta = 0,05 \text{ м}$ $\rho = 1,15 \text{ кг/м}^3$	$0,054,60,0115 = 0,004$	1,2	0,005
4	Черепний брусок перетином $40 \times 40 \text{ мм}$ $\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$5 * 0,04 * 0,04 * 2 * 4,6 = 0,044$	1,1	0,049
5	Щити накату $\delta = 0,025 \text{ м}$; $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$;	$50,0254,6 = 0,69$	1,1	0,76
6	Підвісна стеля $\rho = 0,2 \text{ кг/м}^2$	$0,2^* 4,6 = 0,92$	1,1	1,012

Продовження таблиці 3.2

Тимчасове навантаження			
Тимчасове навантаження на перекриття (таб.8.3 [16]) 1 поверх $v = 4 \text{ кН/м}^2$; 2-поверх $v = 1.5 \text{ кН/м}^2$; 3 поверх $v = 1.5 \text{ кН/м}^2$	$4 * 4,6 = 18,41,5 * 4,6 = 6,9$ $1,5 * 4,6 = 6,9$	1,2 (п.8.2.2 [16])	22,08 8,28 8,28
Разом	32,20		38,64
III.стіни			
Постійне навантаження			
1 поверх $h=3,5\text{м}$; брус $300 \times 300\text{мм}$; 2-поверх $h=3,0\text{м}$; брус $300 \times 300\text{мм}$; 3 поверх $h=2,5\text{м}$; брус $300 \times 300\text{ мм}$; $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$	$50,30,3 * 3,5 = 1,575 *$ $0,3 * 0,3 * 3,0 = 1,355 *$ $0,3 * 0,3 * 2,5 = 1,12$	1,1	1,73 1,48 1,23
Разом	3,04		4,44
Разом постійне	13,43		15,88
Разом тимчасове	36,72		44,96
Разом постійне + тимчасове	50,15		60,84

Розрахуємо постійне навантаження, що діє на погонний метр фундаменту:

$$N_{\text{пост}} = 1,02 \div 1,04 (\sum F_{\text{оп}}) = 1,02 * q_{\text{пост}} \times \gamma_n$$

де $q_{\text{пост}}$ – постійне навантаження;

$\gamma_n = 0,95$ – коефіцієнт надійності;

$$N_{\text{пост}} = 1,02 \times 13,43 \times 0,95 = 13,01 \text{ кН/м};$$

Визначимо тимчасове навантаження, що діє на стіну:

Згідно з пунктами 6 [16], короточасні навантаження потрібно помножити на коефіцієнт поєднання навантажень ψ_{t1} і ψ_{t2} : $\psi_{t1} = 1,0$, $\psi_{t2} = 0,9$, п. 6.4 [2].

$$N_{\text{тим}} = (P_1 \times \psi_{t1} + P_2 \times \psi_{t2}) \times \gamma_n$$

$$N_{\text{тим}} = (6,32 \times 1 + 38,64 \times 0,9) \times 0,95 = \frac{39,04 \text{ кН}}{\text{м}};$$

Повне навантаження на 1 погонний метр стіни дорівнює:

$$N_{\text{повн}} = N_{\text{пост}} + N_{\text{тим}} = 13,01 + 39,04 = 52,05 \text{ кН/м}$$

3.4.2 Збір навантажень на фундамент під стіну по осі 4

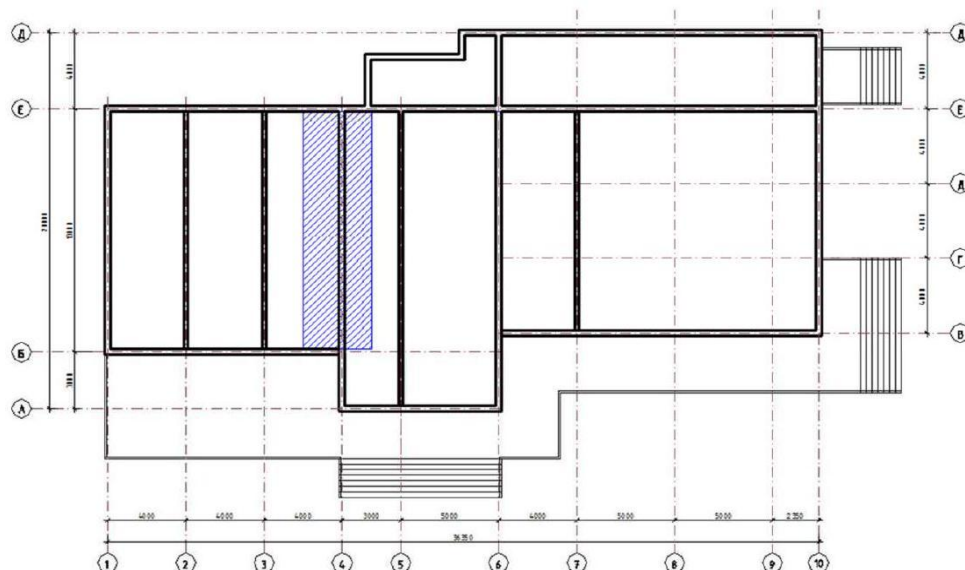


Рисунок 3.5 - Вантажна площа стіни по осі 4

Таблиця 3.3 - Збір навантажень на фундамент під несучу стіну по осі 4

№	Вид навантаження	Нормативна $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	γ_f	Розрахункова $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$
I.Покриття				
Постійне навантаження				
1	Металочерепиця , $\rho = 5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ $\delta = 0,75$ мм.	$0,05 \cdot 2,2 \cdot \cos 14 = 0,107$	1,05	0,112
2	Кроквяна нога перетином 50×250 мм; $\rho = 500 \text{кг/м}^3$	$50,050,25 \cdot 2,20 \cdot \cos 14 = 0,13$	1,1	0,15
3	Решетування ; 30×60 ммр = 500кг/м^3	$5 \cdot 0,03 \cdot 0,06 \cdot 2,20 \cdot \cos 14 = 0,023$	1,1	0,025
	Разом	0,33		0,56
Тимчасове навантаження				
8	Тимчасове навантаження: Корисне навантаження на горище $0,7 \text{кН/м}^2$, (таб.8.3 [2])	$0,7 \cdot 1,56 = 1,09$	1,3 (п. 8.2.2)[16]	1,42
9	Снігове навантаження $S_0 = 1,2 \text{кПа}$ для II снігового району	$1,22,20 \cos 14 = 2,56$	1,4 (п. 10.12 [16])	3,58
	Разом	3,65		5,00
I.Перекрыття				

Продовження таблиці 3.3

Постійне навантаження				
1	Дошки дерев'яні $\delta = 0,03$ м; $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$	$5 * 0,03 * 1,56 = 0,28$	1,1	0,31
2	Балки перекриття перетином ;150 × 200мм; $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$	$50,150,2 * 1,56 = 0,28$	1,1	0,31
3	Утеплювач $\delta = 0,05$ м $\rho = 1,15 \text{ к до /м}^3$	$0,051,560,0115 = 0,0009$	1,2	0,0011
4	Черепний брусок перетином 40 × 40мм $\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$5 * 0,04 * 0,04 * 2 * 1,56 = 0,03$	1,1	0,033
5	Щити накату $\delta = 0,025$ м; $\rho = \frac{500 \text{ кг}}{\text{м}^3}$;	$5 * 0,025 * 1,56 = 0,23$	1,1	0,26
6	Підвісна стеля $\rho = 0,2 \text{ кг/м}^2$	$0,2 * 1,56 = 0,31$	1,1	0,34
7	Разом (від Зетажів.)	1,13(3,39)		1,25(3,76)
Тимчасове навантаження				
1	Тимчасове навантаження на перекриття (таб.8.3 [16]) 1 поверх $v = 4 \text{ кН/м}^2$; 2-поверх $v = 1,5 \text{ кН/м}^2$; 3 поверх $v = 1,5 \text{ кН/м}^2$	$4 * 1,56 = 6,24$ $1,5 * 1,56 = 2,34$ $1,5 * 1,56 = 2,34$	1,2	7,48 2,81 2,81
2	Разом	10,92		13,10
III. стіни				
Постійне навантаження				
1	1 поверх $h=3,5$ м; брус 300 × 300 мм; 2-поверх $h=3,0$ м; брус 300×300мм; 3 поверх $h=2,5$ м; брус 300 × 300 мм; Горище $h=1,93$ м; брус ; 300 × 300 мм $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$	$5 * 0,3 * 0,3 * 3,5 = 1,575$ $5 * 0,3 * 0,3 * 3,0 = 1,35$ $5 * 0,3 * 0,3 * 2,5 = 1,125$ $5 * 0,3 * 0,3 * 1,93 = 0,87$	1,1	1,73 1,48 1,23 0,95
2	Разом	4,91		5,39
3	Разом постійна	8,63		9,71
4	Разом тимчасова	14,57		18,10
5	Разом постійна+ тимчасова	23,20		51,01

Розрахуємо постійне навантаження, що діє на погонний метр фундаменту:

$$N_{\text{пост}} = 1,02 \div 1,04 (\sum F_{\text{оп}}) = 1,02 * q_{\text{пост}} \times \gamma_n$$

Де $q_{\text{пост}}$ - постійне навантаження;

$\gamma_n = 0,95$ - коефіцієнт надійності за призначенням;

$$N_{\text{пост}} = 1,02 \times 8,63 \times 0,95 = 8,36 \text{ кН/м};$$

Визначимо тимчасове навантаження, що діє на стіну:

Згідно з пунктами 6 [16], короточасні навантаження потрібно помножити на коефіцієнт поєднання навантажень ψ_{t1} і ψ_{t2} : $\psi_{t1} = 1,0$, $\psi_{t2} = 0,9$, п. 6.4 [16].

$$N_{\text{тим}} = (P_1 \times \psi_{t1} + P_2 \times \psi_{t2}) \times \gamma_n$$

$$N_{\text{тим}} = (5 \times 1 + 13,1 \times 0,9) \times 0,95 = 15,95 \text{ кН/м};$$

Повне навантаження на 1 погонний метр стіни дорівнює:

$$N_{\text{повн}} = N_{\text{пост}} + N_{\text{тим}} = 8,36 + 15,95 = 24,31 \text{ кН/м}$$

3.5 Розрахунок буронабивних паль

3.5.1 Обґрунтування глибини закладення фундаменту

Глибину закладення призначаємо за значеннями нормативної та розрахункової глибини промерзання, а також залежить від функціонального призначення будівлі.

Розрахункову глибину сезонного промерзання знаходимо, згідно з т. 5.3 [6].

$d_f = k_h \cdot d_{fn} = 2,9 \cdot 0,4 = 1,74 \text{ м}$, де $d_{fn} = 2,9 \text{ м}$ - нормативна глибина промерзання, $k_h = 0,6$ (таблиця 5.2 [6]) - коефіцієнт, що враховує вплив теплового режиму споруди.

Згідно з рисунком 1 глибина залягання ґрунтових вод $d_w = 2,9$.

За табл. 5.3 [6] у суглинках глибина закладення фундаментів повинна

бути не менше розрахункової глибини промерзання d_f : $d_w < d_f + 2 = 1,74 + 2 = 3,74 \text{ м}$

Для надійності заглиблюємо фундамент на 0,5 м. у гальковий ґрунт. Отже, остаточно приймаємо глибину закладення фундаменту $d_f = 3,5 \text{ м}$

3.5.2 Розрахунок фундаменту несучої стіни за віссю 6

Призначаємо характеристики буронабивної палі:

- діаметр 0,3 м;
- бетон В25;
- арматура 4Ø12А400;
- довжина 3,5 м

У цьому разі паля є стійкою, оскільки спирається нижнім кінцем на галечниковий ґрунт.

Знаходимо несучу здатність палі за формулою 7.5[20]:

$$F_d = \gamma_c RA, \text{ де}$$

γ_c -коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, що приймається 1 ;

R -розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі за формулою 7.6 [20]:

$$R = R_{\text{псж}} / \gamma_g \left(\frac{h_3}{d_3} + 1,5 \right) = 7500 / 1,4 (0,5 / 0,3 + 1,5) = 1693 \text{ кПа, де}$$

$R_{\text{псж}}$ - нормативний тимчасовий опір ґрунту, що дорівнює 7500 кПа;

γ_g - коефіцієнт надійності, що дорівнює 1,4 ;

h_3 - глибина закладення свої в ґрунт;

d_3 - зовнішній діаметр палі, закладеної в ґрунт.

A - площа обпирання палі на ґрунт, що приймається рівною площі

поперечного перерізу палі, $A = \frac{\pi r^2}{4} = 3,14 \times 0,15^2 / 4 = 0,02 \text{ м}^2$, тоді

$$F_d = 1 \times 1693 \times 1,05 = 1777,65 \text{ кН}$$

Знаходимо несучу здатність палі за міцністю матеріалу за формулою:

$$F = \gamma (\gamma_b R_b A_b + R_s A_s), \text{ де}$$

γ -коефіцієнт умови роботи, що дорівнює 0,6 (п. 3.7 [20]);

γ_b -коефіцієнт умови роботи бетону - 1,3 [20];

R_b, R_s -розрахункові опори осьовому стисненню бетону й арматури, які приймають R_b — 14,5 МПа, R_s — 355 МПа [20];

A_b -площа поперечного перерізу бетону 0,02 м²

A_s -площа поздовжньої арматури -4,52 см² , тоді

$$F = 1 (1,3 \times 14500 \times 0,02 + 355000 \times 0,000452) = 537,46 \text{ кН.}$$

Оскільки $F < F_d$, у подальших розрахунках приймаємо несучу здатність палі рівною 537,46кН.

Знаходимо кількість паль на 1м.п. за формулою 3:

$$n = N \gamma_g / F, \text{ де}$$

N - навантаження на фундамент;

γ_g -коефіцієнт надійності, що дорівнює 1,4 ;

Г-несуча здатність палі, тоді

$$n = 56,84 \times 1,4 / 537,46 = 0,14 \text{ шт.}, \text{ приймаємо 1 палю.}$$

Із конструктивних умов приймаємо крок паль $a = 3 \div 6 d = 6 \times 0,3 = 1,8 \text{ м}$

Так само з конструктивних вимог, приймаємо висоту ростверку $0,3 \text{ м}$.

Ширину ростверка приймаємо $b = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ м}$.

Власну вагу 1п.м. ростверка визначимо за формулою:

$$G_{Ip} = b h \gamma_b \gamma_f, \text{ де}$$

b, h - ширина і висота ростверка;

γ_b - питома вага залізобетону, що приймається $\frac{25 \text{ кН}}{\text{м}^3}$;

γ_f -коефіцієнт надійності за навантаженням, що дорівнює $1,1$.

$$G_{Ip} = 0,4 \times 0,3 \times 25 \times 1,1 = 3,3 \text{ кН/м.}$$

Розрахункове навантаження в площині підшви ростверку:

$$\Sigma F_{Iv} = N + G_{Ip} = 56,84 + 3,3 = 60,14 \text{ кН/м} < F = 537,46 \text{ кН/м.}$$

Умова виконується.

3.6 Розрахунок дерев'яного стовпчастого фундаменту

3.6.1 Розрахунок фундаменту за віссю 6

Оскільки майданчик будівництва розташований у природній зоні, розглянемо варіант стовпчастого дерев'яного фундаменту без заглиблення фундаменту в ґрунт. Сорт дерева-модрина з питомою вагою 800 кг/м^3 .

Згідно з геологічним геолого-літологічним розрізом підставою під фундамент слугує гумус.

Приймаємо фундамент із $0,6 \times 0,6 \text{ м}$, що складається з 3 рядів колод перетином 200 мм .

$$\text{Вага 1 м.п. фундаменту } G_{\phi} = a * b * \rho = 0,6 * 0,6 * 800 = \frac{288 \text{ кг}}{\text{м}} = \frac{2,82 \text{ кН}}{\text{м}}$$

$$\text{Площа фундаменту } A = a * b = 0,6 * 0,6 = 0,36 \text{ м}^2 = 36 \text{ см}^2$$

$$\sigma = \frac{F_v}{A} = \frac{54,87}{36} = 1,52 \text{ кПа, де } F_v \text{-розрахункове навантаження від будівлі та}$$

$$\text{фундаменту; } F_v = 52,05 + 2,82 = 54,87 \text{ кН/м}$$

A - площа фундаменту.

Знаходимо розрахунковий опір ґрунту основи R за формулою 5.7 [20]

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma}k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c^2 \gamma_{II}],$$

де $\gamma_{c1} = 1,3$ і $\gamma_{c2} = 1,3$ (таблиця 5.4 [20])

$k = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує характеристики міцності ґрунту;

$M_{\gamma} = 0,51, M_q = 3,06, M_c = 5,66$ при $\varphi_{II} = 20^\circ$ - коефіцієнти, що приймаються за таблицею 5.5[20];

$k_z = 1$ - коефіцієнт, що приймається рівним одиниці при $b < 10$ м;

$b = 0,6$ м - ширина підшви фундаменту;

$\gamma_{II} = 11,77 \text{ кН/м}^3$ - усереднена розрахункова питома вага ґрунтів, що залягають нижче за підшву фундаменту, $\gamma'_{II} = 0$ - те саме, що залягають вище за підшву фундаменту;

$d_1 = 0$ - глибина закладення фундаментів;

$c_{II} = 0$ кПа - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під підшвою фундаменту;

$$\begin{aligned} R &= \frac{1,3 \times 1,3}{1,0} [0,51 \times 1 \times 0,6 \times 11,77 + 3,06 \times 0 \times 0 + 0 + 5,66 \times 0] \\ &= 1,69(2,16 + 0 + 0) = 6,09 \text{ кПа;} \\ \sigma &= 1,52 \text{ кПа} < R = 6,09 \text{ кПа міцність забезпечено} \end{aligned}$$

3.6.2 Розрахунок фундаменту по осі 4

Оскільки майданчик будівництва розташований у природній зоні, розглянемо варіант стовпчастого дерев'яного фундаменту без заглиблення фундаменту в ґрунт. Сорт дерева-модрина з питомою вагою 800 кг/м^3 . Згідно з геологічним геолого-літологічним розрізом підставою під фундамент слугує гумус.

Приймаємо фундамент із $0,6 \times 0,6$ м, що складається з 3 рядів колод перетином 200 мм.

$$\text{Вага 1 м.п. фундаменту } G_{\phi} = a * b * \rho = 0,6 * 0,6 * 800 = \frac{288 \text{ кг}}{\text{м}} = \frac{2,82 \text{ кН}}{\text{м}}$$

Площа фундаменту $A = a * b = 0,6 * 0,6 = 0,36 \text{ м}^2 = 36 \text{ см}^2$

$$\sigma = \frac{F_v}{A} = \frac{27,13}{36} = 0,75 \text{ кПа, де}$$

$$F_v - \text{розрахункове навантаження від будівлі та фундаменту; } F_v = 24,31 + 2,82 = \frac{27,13 \text{ кН}}{\text{м}}$$

A- площа фундаменту.

Знаходимо розрахунковий опір ґрунту основи R за формулою 5.7[20].

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma}k_z b\gamma_{II} + M_q d_1\gamma'_{II} + (M_q - 1)d_b\gamma'_{II} + M_c\gamma_I],$$

де $\gamma_{c1} = 1,3$ і $\gamma_{c2} = 1,3$ (таблиця 5.4 [20])

$k = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує характеристики міцності ґрунту;

$M_{\gamma} = 0,51, M_q = 3,06, M_c = 5,66$ при $\varphi_{II} = 20^\circ$ — коефіцієнти, що приймаються за таблицею 5.5 [20];

$k_z = 1$ - коефіцієнт, що приймається рівним одиниці при $b < 10 \text{ м}$;

$b = 0,6 \text{ м}$ - ширина підшви фундаменту;

$\gamma_{II} = 11,77 \text{ кН/м}^3$ - усереднена розрахункова питома вага ґрунтів, що залягають нижче підшви фундаменту, $\gamma'_{II} = 0$ - те саме, що залягають вище підшви фундаменту;

$d_1 = 0$ - глибина закладення фундаментів;

$c_{II} = 0 \text{ кПа}$ - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під підшвою фундаменту;

$$R = \frac{1,3 \times 1,3}{1,0} [0,51 \times 1 \times 0,6 \times 11,77 + 3,06 \times 0 \times 0 + 0 + 5,66 \times 0]$$

$$= 1,69(2,16 + 0 + 0) = 6,09 \text{ кПа;}$$

$$\sigma = 0,75 \text{ кПа} < R = 6,09 \text{ кПа}$$

міцність фундаменту забезпечена

Розглянувши ці варіанти фундаментів, порівнявши їхні основні переваги та недоліки і спираючись на розташування будівельного майданчика будівлі, було вирішено, що найбільш раціональним і економічним варіантом є зведення дерев'яного стовпчастого фундаменту.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1. Загальні положення

Будівництво об'єктів туристичної інфраструктури в умовах гірської місцевості потребує глибокого аналізу місцевих природно-кліматичних, геологічних і логістичних умов. Проектована гірськолижна школа у Карпатському регіоні є нетиповим об'єктом із низкою ускладнюючих факторів, а саме:

- розміщення в зоні підвищеної сейсмічності (7 балів);
- будівництво на схилі зі змінним рельєфом;
- обмежена доступність для важкої техніки;
- сезонні обмеження через погодні умови (сніг, низькі температури);
- екологічна чутливість території.

Метою даного розділу є розробка ефективної, безпечної та екологічно доцільної моделі організації будівельного виробництва, яка враховує:

- поетапність виконання будівельно-монтажних робіт;
- черговість введення об'єкта в експлуатацію;
- специфіку дерев'яних та монолітних конструкцій;
- логістичні і кадрові ресурси на об'єкті.

4.2. Особливості об'єкта та умови будівництва

Технічна характеристика будівлі:

Тип: 3-поверхова будівля з кафе, прокатом спорядження, навчальними приміщеннями, житлом для персоналу.

Конструкції: дерев'яні стіни із бруса Ø300 мм, покриття — дерев'яні крокви з металочерепицею.

Фундаменти: буронабивні палі, у частині — дерев'яні стовпчасті.

- площа забудови: ~1232 м².
- висота будівлі: ~10,5 м.

Умови будівництва:

- ґрунти: суглинки, пісок, галькові відклади.
- глибина промерзання: до 1,2 м.
- рівень ґрунтових вод: 2,5–3,0 м.
- доступність: вузькі гірські дороги, обмежене переміщення великогабаритної техніки.
- сезон будівництва: квітень — жовтень (період без снігу).
- екологічні обмеження: заборона вирубки хвойного лісу, обмежене втручання в ландшафт.

4.3. Методи організації будівельного процесу

Для даного об'єкта обрано поточно-паралельний метод організації будівництва, який дозволяє виконувати роботи одночасно на різних ділянках і конструктивних рівнях, за умови наявності відповідної логістики та розмежування фронтів робіт.

Роботи ведуться у трьох потоках:

- фундаментні та земляні роботи;
- каркасно-монтажні (дерев'яні конструкції);
- інженерні мережі, оздоблення та благоустрій.

Метод реалізується з урахуванням обмежень на погодні умови, сезонність, обмеженість робочої зони та екологічні вимоги.

4.4. Поетапна технологія будівництва

4.4.1. Підготовчі роботи

- виконання геодезичних розбивок, закріплення осей;
- розчищення території від кореневища, чагарнику;
- тимчасове дренажування території;

- влаштування тимчасових доріг (щебенивих), з урахуванням ухилів до 10%;
- будівництво вагончиків для персоналу, складів, електропостачання 380В

4.4.2. Земляні роботи

- механізована розробка котлованів для буріння палі (глиб. до 3,5 м);
- розвантаження, складування інертних матеріалів (щебінь, пісок);
- підготовка основи під ростверк — ущільнення піщаної подушки.

4.4.3. Фундаменти

- буронабивні палі: буріння, армування каркасів, бетонування бетоном класу В25 з віброущільненням;
- встановлення опалубки та влаштування ростверку;
- дерев'яні стовпчасті фундаменти: встановлення у спеціально захищені обсіпні колодязі (з гідроізоляцією нижньої частини стовпа).

4.4.4. Несучі конструкції будівлі

- монтаж дерев'яних елементів з профільованого бруса;
- міжповерхові перекриття — настил дерев'яних балок (з антисептиком);
- монтаж сходових маршів із дерева;
- обробка конструкцій вогнезахисними засобами 1-ї групи.

4.4.5. Покрівельні роботи

- монтаж кроквяної системи з урахуванням снігових навантажень II району (до 240 кг/м²);
- настил гідробар'єру, контробрешітка;

- монтаж металочерепиці, водостічної системи;
- утеплення покрівлі мінераловатними плитами 150 мм.

4.4.6. Внутрішні роботи

- монтаж перегородок з бруса або дерев'яних панелей;
- укладання підлоги (дерево, керамічна плитка в санвузлах);
- монтаж внутрішніх інженерних мереж (електрика, водопровід, опалення);
- оздоблення стін (лак, просочення, плитка в службових приміщеннях).

4.4.7. Зовнішні роботи та благоустрій

- терасування ділянки, укладання георешітки у зонах нахилу;
- асфальтування або мощення доріжок;
- встановлення освітлення, лавок, зон відпочинку;
- висадка газонів, хвойних дерев.

4.5. Організація будівельного майданчика

Майданчик має бути поділений на функціональні зони:

- зона зберігання будматеріалів (щебінь, цемент, лісоматеріали);
- зона складування деревини з накриттям;
- монтажний майданчик;
- побутова зона (роздягальні, туалети, душові);
- адміністративно-господарська частина.

Забезпечується підключення до:

- тимчасового електроживлення 380 В;
- резервуарів з водою (технічною та питною);
- автономної каналізації (типу "септик").

4.6. Забезпечення охорони праці

Будівництво виконується згідно з урахуванням наступного:

- щоденний інструктаж для всіх працівників;
- використання ЗІЗ (каска, жилети, страхувальні пояси);
- робота на висоті виконується при наявності лісів або страхування;
- зварювальні роботи — тільки в ізольованих зонах;
- організація пункту першої допомоги та аптечки;
- відповідальна особа з техніки безпеки — постійно присутня.

4.7. Екологічна безпека будівництва

- не допускається складування будматеріалів поза межами відведеної зони;
- всі зливи цементних розчинів утилізуються в спеціальних ємностях;
- деревообробка (антисептування) проводиться у контрольованій зоні;
- сміття сортується та утилізується згідно з договором із місцевою громадою.

4.8. Календарний план виконання робіт

Будівництво заплановано на 6,5 місяців (із квітня по жовтень). Основні етапи:

Таблиця 4.1 - Етапи будівництва

№	Етап робіт	Тривалість	Місяць виконання
1	Підготовчі роботи	2 тижні	квітень
2	Земляні роботи та палі	1 місяць	квітень–травень
3	Фундаменти, ростверки	2 тижні	травень
4	Монтаж каркасу, перекриття	1,5 міс	травень–червень
5	Покрівельні роботи	1 місяць	липень
6	Інженерні роботи, обробка	1,5 міс	серпень–вересень
7	Благоустрій	2 тижні	жовтень

4.9 Техніка безпеки при роботі із механізмами

У процесі будівництва гірськолижної школи в умовах гірського рельєфу, підвищеної сейсмічності та обмеженого простору особливе значення має дотримання вимог безпеки при роботі з будівельними машинами та механізмами. Правильна організація праці та дотримання норм охорони праці дозволяють уникнути травматизму, аварійних ситуацій та пошкодження техніки.

Всі будівельні машини, механізми та обладнання, що застосовуються на об'єкті, мають бути:

- технічно справними, з наявними паспортами і сертифікатами відповідності;
- допущеними до експлуатації згідно з інструкціями заводу-виробника;
- перевіреними перед початком зміни;
- укомплектованими захисними кожухами, блокувальними системами, вогнегасниками.

До керування будівельною технікою допускаються лише особи, що:

- пройшли спеціальне навчання і мають відповідне посвідчення;
- пройшли інструктаж з охорони праці (вступний, первинний, повторний);
- мають медичний допуск до роботи.

Роботи з вантажопідйомними механізмами

При використанні кранів (автомобільних, гусеничних, стрілових) необхідно:

- розміщувати техніку тільки на вирівняних і ущільнених площадках з урахуванням нахилу поверхні;
- встановлювати сигнальне огородження навколо робочої зони;
- заборонити перебування працівників у радіусі дії стріли;
- виконувати підймання вантажів лише після подачі сигналу відповідальною особою;
- не допускати переміщення вантажів над людьми.

Безпека при бурінні та пальових роботах

При виконанні буріння отворів під буронабивні палі необхідно:

- огородити зону буріння сигнальною стрічкою;
- забезпечити стійкість бурової установки, вирівнявши опорну поверхню;
- контролювати глибину та вертикальність буріння;
- забезпечити освітлення у разі роботи у вечірній час;
- постійно стежити за наявністю огорожень котлованів і шурфів.

Під час бетонування паль:

- не допускати роботи поблизу відкритих електромереж;
- оператори міксерів та насосів повинні працювати у спецодязі та ЗІЗ.

Правила безпеки при роботі з електроінструментом та ручними механізмами

- електроінструмент повинен мати справну ізоляцію, заземлення та бути підключеним через УЗО;
- забороняється використання подовжувачів зі скрутками, а також мокрих кабелів;
- працювати з електроінструментом дозволено лише в гумових рукавицях або спецрукавицях;
- після завершення робіт інструмент повинен бути знеструмлений і прибраний.

Індивідуальні засоби захисту (ІЗЗ)

Кожен працівник, який виконує роботи з машинами, повинен бути забезпечений:

- захисною каскою (з відповідним маркуванням);
- сигнальним жилетом або костюмом із світловідбивними елементами;
- захисним взуттям з металевим носком;
- рукавицями (при роботі з інструментом або матеріалами);
- запобіжним поясом — при роботах на висоті.

Додаткові заходи безпеки в гірській місцевості

- Робочі майданчики повинні бути вирівняні та укріплені;

- під'їзди для техніки мають бути обладнані бар'єрними елементами або направляючими;
- всі машини повинні мати справні гальма та стоянкові блокування;
- у разі зсувонебезпечних ділянок встановлюються обмеження по масі техніки;
- при погіршенні погодних умов (дощ, сильний вітер, сніг) роботи припиняються.

Організація контролю за дотриманням безпеки

На об'єкті призначається відповідальний інженер з охорони праці. Він:

- контролює проведення інструктажів;
- щоденно перевіряє технічний стан машин;
- веде журнал обліку інцидентів і вжитих заходів;
- координує взаємодію між бригадами та машиністами.

Дотримання техніки безпеки при роботі з механізмами — обов'язкова умова якісного та безаварійного будівництва в складних умовах Карпатського регіону. Комплекс заходів, викладених у цьому розділі, забезпечує зниження ризику нещасних випадків, збереження здоров'я працівників та безпечну експлуатацію будівельної техніки на всіх етапах зведення об'єкта.

4.10 Пожежна безпека

Пожежна безпека є ключовим елементом при проєктуванні та експлуатації будівель, особливо в умовах дерев'яного домобудівництва, використаного у даному проєкті гірськолижної школи в Карпатському регіоні. Оскільки деревина є горючим матеріалом, підвищується ризик виникнення пожеж, що можуть призвести до значних матеріальних збитків і загрози для життя людей.

Поняття, масштаби та наслідки пожеж

Пожежа — це неконтрольоване горіння, яке виходить за межі визначеної території, поширюється в просторі та часі й становить небезпеку для людей, майна й довкілля. За обсягом матеріальних збитків пожежі поділяють на:

- великі — збитки від 1 000 до 10 000 мінімальних заробітних плат;
- надзвичайно великі — збитки понад 10 000 МЗП.

Наслідки пожеж виходять далеко за межі матеріальних втрат: вони спричиняють загрозу життю, психоемоційному стану постраждалих, можуть призвести до втрати житла, роботи, а також до значного забруднення довкілля (викиди продуктів горіння, знищення зелених насаджень, хімічне забруднення ґрунтів і води).

Актуальність протипожежного захисту для туристичних об'єктів

Гірськолижна школа є громадським об'єктом з постійним перебуванням людей, тому вимоги до пожежної безпеки тут підвищені. Туристична сфера передбачає сезонні піки відвідуваності, що збільшує навантаження на інженерні системи та підвищує ризик виникнення надзвичайних ситуацій.

Особливу увагу слід приділити таким аспектам:

- використанню легкозаймистих матеріалів (деревина, утеплювачі);
- наявності електричних навантажень у холодну пору року (обігрівачі, теплові пушки);
- зберіганню ПММ для технічного обслуговування;
- роботі закладів харчування в межах школи (кухні, печі тощо).

Системи пожежної безпеки та нормативні вимоги

Пожежна безпека об'єкта забезпечується впровадженням:

- систем виявлення і сповіщення про пожежу;
- засобів пожежогасіння (вогнегасники, пожежні крани, гідранти);
- організаційно-технічних заходів;
- систем евакуації та протидимного захисту.

Необхідний рівень безпеки має гарантувати захисний ефект не менше ніж 0,999999 для кожної людини, а ймовірність впливу небезпечних чинників пожежі не повинна перевищувати 10^{-6} випадків на одну особу щорічно.

У проєкті передбачено:

- вогнезахисну обробку всіх дерев'яних елементів (І група вогнезахисної ефективності);

- облаштування шляхів евакуації з прямим виходом на зовнішній простір;
- наявність пожежного водоймища об'ємом не менше 25 м³;
- використання кабелів з пониженим димовиділенням і самозагасанням;
- розділення електромереж освітлення, опалення й обладнання.

Класифікація об'єкта за вибухо- та пожежонебезпечністю

Проектована гірськолижна школа класифікується як будівля II ступеня вогнестійкості згідно з ДБН В.1.1-7:2016. За характером приміщень, більшість зон належать до категорії В — з помірною пожежною небезпекою (відсутність вибухонебезпечних речовин, проте є горючі матеріали — деревина, меблі, тканини, електрика).

Окремі приміщення (кухня, котельня, майстерня) — категорії Г, з підвищеним ризиком займання.

Організаційні заходи для запобігання пожежам

1. Проведення регулярних інструктажів для працівників та відвідувачів.
2. Встановлення схем евакуації на видимих місцях.
3. Розміщення вогнегасників у всіх зонах школи (не рідше ніж 1 на 20 м²).
4. Заборона використання несправних електроприладів.
5. Регулярна перевірка стану електромереж і вентиляції.
6. Забезпечення вільного доступу до аварійних виходів.

З огляду на особливості об'єкта та використані конструктивні матеріали, питання пожежної безпеки має першочергове значення. В роботі передбачено комплекс технічних і організаційних заходів, які дозволяють знизити ризики до прийнятного рівня та гарантують безпечну експлуатацію гірськолижної школи відповідно до чинного законодавства України.

4.11 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Будівництво в умовах гірської місцевості Карпат передбачає низку потенційних ризиків, пов'язаних із надзвичайними ситуаціями природного, техногенного або соціального характеру. Безпечна організація будівельного виробництва вимагає передбачення ймовірних загроз та розробки комплексу заходів із запобігання та реагування.

1. Потенційні загрози на об'єкті

До основних можливих надзвичайних ситуацій, які можуть виникнути під час будівництва гірськолижної школи, належать:

Природного характеру:

- землетруси (до 7 балів за шкалою MSK-64);
- зсуви ґрунтів, сели;
- інтенсивні дощі та паводки;
- обмерзання та лавини (в осінньо-зимовий період).

Техногенного характеру:

- займання будівельних матеріалів або техніки;
- аварії на електричних мережах;
- витік паливно-мастильних матеріалів;
- обвал конструкцій під час монтажу.

Соціального характеру:

- конфліктні ситуації між працівниками;
- порушення режиму охорони та зберігання матеріалів;
- несанкціонований доступ сторонніх осіб.

2. Заходи з попередження надзвичайних ситуацій

Для зниження ймовірності виникнення НС передбачено:

- моніторинг природних умов — щоденна оцінка метеоумов, сейсмічної активності, вологості ґрунтів;
- проєктування із запасом на сейсмостійкість — застосування гнучких конструктивних вузлів, додаткове армування;

- розміщення будівель та тимчасових споруд поза межами зсувонебезпечних зон;
- складання плану евакуації працівників з урахуванням рельєфу та шляхів відходу;
- контроль електромереж — установка автоматичних вимикачів, УЗО, заземлення;
- навчання працівників правилам безпеки при НС — проведення інструктажів та тренувань не рідше ніж раз на 3 місяці.

3. Протипожежна безпека в умовах НС

- на майданчику встановлюються вогнегасники порошкового та пінного типу (не менше 1 на 100 м²);
- зберігання ЛЗР (легкозаймистих речовин) здійснюється в герметичних, вентильованих шафах;
- кожна бригада забезпечується індивідуальними засобами гасіння;
- виконується розмежування зон електроінструменту та зберігання деревини;
- створюється резервуар з водою (не менше 5 м³) для первинного гасіння у віддаленій місцевості.

4. Дії у разі надзвичайних ситуацій

У разі землетрусу:

- негайне припинення всіх робіт;
- відхід працівників від будівель і кранів на відкриту територію;
- після поштовхів — перевірка технічного стану обладнання та конструкцій.

У разі пожежі:

- знеструмлення ділянки;
- повідомлення відповідальних осіб та виклик ДСНС;
- евакуація працівників згідно зі схемою;
- застосування первинних засобів пожежогасіння.

У разі паводку:

- припинення робіт у зоні підтоплення;
- евакуація матеріалів і техніки на підвищення;
- тимчасове припинення робіт до повного відведення води.

5. Організаційні заходи безпеки

- на об'єкті призначається особа, відповідальна за цивільний захист і НС;
- ведеться журнал реєстрації потенційних загроз і проведених інструктажів;
- розробляється індивідуальний план реагування на надзвичайні ситуації, погоджений з місцевими органами ДСНС;
- підтримується зв'язок із місцевими службами порятунку, медицини, поліції.

6. Засоби індивідуального та колективного захисту

На об'єкті в постійному доступі мають бути:

- аптечки першої допомоги;
- каски, респіратори, захисні окуляри;
- сигнальні жилети;
- ліхтарі, рації, мобільні комплекти енергоживлення;

Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях є невід'ємною частиною будівельного процесу, особливо в умовах Карпатського регіону. Завчасна підготовка, грамотна організація, чіткий розподіл відповідальності та регулярне навчання персоналу є запорукою зниження ризиків для життя, здоров'я працівників та безперебійного функціонування будівельного майданчика.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У межах роботи виконано архітектурно-будівельне проектування об'єкта гірськолижної школи, що призначена для навчання, обслуговування та організації дозвілля туристів у гірській місцевості Карпат. Робота охоплює повний цикл проєктного аналізу — від обґрунтування до реалізації конструктивно-технологічних рішень та організації будівельного виробництва.

Визначено необхідність будівництва гірськолижної школи як логічного продовження туристичної політики України.

Враховано специфіку гірського клімату, сезонності та ландшафту при виборі конструктивних рішень.

Розроблено архітектурну концепцію будівлі. Створено функціональну структуру школи з урахуванням зональності: навчальні класи, зона прокату, кафе, службові та житлові приміщення для персоналу.

Забезпечено логічне зонування простору, зручні евакуаційні шляхи, природну інсоляцію та ефективне провітрювання.

Передбачено адаптацію будівлі до гірського рельєфу без значного порушення природного ландшафту.

Виконано конструктивне проектування з урахуванням складних інженерних умов. Обрано дерев'яну конструктивну схему (стіни з бруса Ø300 мм) як екологічно безпечну та енергоефективну. Обґрунтовано вибір фундаментів на буронабивних палях як найбільш доцільний в умовах сейсмічності 7 балів та слабких ґрунтів.

Виконано розрахунки основних конструктивних елементів (крокви, балки перекриття, підкоси), які забезпечують міцність, жорсткість і надійність об'єкта.

Розраховано теплотехнічні параметри огорожувальних конструкцій — стіни, покрівля, перекриття — згідно з нормами енергоефективності.

Проведено аналіз пожежної безпеки: визначено категорію будівлі, вжито заходів для евакуації, обрано відповідні конструктивні матеріали.

Оцінено сейсмостійкість будівлі та обґрунтовано стійкість конструкцій у разі землетрусів згідно з ДБН В.1.1-12:2006.

Складено поетапну технологічну схему будівництва: від підготовчих робіт до благоустрою.

Визначено оптимальний метод зведення — поточно-паралельний — що дозволяє ефективно організувати роботи у складних гірських умовах.

Враховано обмеження доступу важкої техніки, сезонність будівництва, метеорологічні ризики, етапність постачання матеріалів.

Робота є завершеною інженерно-проектною розробкою, що поєднує архітектурну виразність, конструктивну надійність, економічну доцільність і екологічну відповідальність. Враховуючи специфіку регіону, використані рішення відповідають реальним вимогам до проектування в гірській місцевості та можуть бути адаптовані до подальшого впровадження.

Проект гірськолижної школи відповідає сучасним вимогам до туристичної інфраструктури, забезпечує комфортне і безпечне середовище для відвідувачів та персоналу, демонструє професійний рівень володіння архітектурно-будівельними знаннями та навичками.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006 (зі змінами №1, чинними з 01.06.2020). – 68 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 (чинний з 01.11.2011)
4. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
6. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону.
7. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 96 с
8. Мещерякова, О. М. (3.1). Неформальні осередки рекреації в житлових районах міст. Сучасні проблеми архітектури та містобудування, (3.2), 299-304.
9. Гудь, М. І., & Гиря, П. В. (3.3). Властивості полімербетонів. Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 28-28.
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Конончук, О. П., Дідик, Н. Б., Кейса, М. В., & Копач, О. О. (3.4). Дослідження впливу різних видів навантаження на роботу каркасу будівлі методом скінченних елементів. Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 1, 16-17.
12. Конончук, О. П., Лещук, М. Р., Винницький, М. В., Лещишена, О. В.,

Бариш, С. В., & Антоняк, Я. В. (3.5). Вивчення напружено-деформованого стану залізобетонних елементів таврового профілю. Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 20-20.

13. Конончук, О. П., Хома, І. Б., & Чайковський, А. С. (3.6). Дослідження деформацій і зусиль в елементах каркасу будівлі від різного роду зовнішніх навантажень. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 9-10.

14. Закон України "Про пожежну безпеку". – Київ: Верховна Рада України, 1993

15. ДБН А.3.2-2:2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

16. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 96 с.

18. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіон, 2021.

19. ДСТУ EN 81-20:2016 Безпечність конструкції і експлуатації ліфтів. Частина 20. Ліфти пасажирські і вантажопасажирські. – К.: Мінекономрозвитку України, 2016. – 120 с.

20. ДСТУ Б В.2.7-233:2010 Будівельні матеріали. Склопакети клесні. Технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 38 с.

21. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021 (чинний з 01.09.2022). – 23 с.

22. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні характеристики вікон, дверей та віконниць. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальна методика. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 37 с.

23. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель з урахуванням

якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT).

– К.: Мінрегіон України, 2011. – 72 с

24. ДБН В.2.6-31:2016. Покриття підлог. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016.

25. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд / Мінрегіонбуд України. — Київ: ДП «ДНДІБК», 2018. — Чинний з 01.01.2019.

26. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови.

27. ДСТУ Б В.2.6-65:2008 Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні. Технічні умови

28. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. –64с.

29. Ясній, В. П., & Микитишин, Т. (3.7). Вплив форми та розміру зразків на міцність бетону за стиску. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 111(3.8), 97-105

30. Щепановський, В., Лебедєва-Скочеляс, Н., Янковий, С., & Ясній, В. П. (3.9). Моделювання поведінки залізобетонної балки підсиленої сплавом із пам'яттю форми. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 47-48.

31. ДСТУ Б В.2.8-10-98:1999. Стропи вантажні. Класифікація, параметри та розміри. Технічні вимоги. — Київ: Держбуд України, 1999.

32. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. — Київ: Мінрегіон України, 2009. — 38 с.

33. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. — 50 с.