

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ
ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра будівельних конструкцій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**ОДНОПОВЕРХОВА ГРОМАДСЬКА БУДІВЛЯ З КЛЕСНОЇ ДЕРЕВИНИ У
МІСТІ ЖИТОМИР**

Розробив: студент IV курсу, групи ХарПЦБ22-1з
Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
ОПП «Промислове та цивільне будівництво»



Козінченко Анна Юріївна

Керівник: док. техн. наук, доцент



Бідаков А. М.

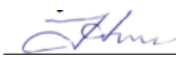
Рецензент: док. техн. наук, професор



Пустовойтова О. М.

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА

НН Інститут Будівництва, землеустрою та цивільної інженерії
Кафедра будівельних конструкцій
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Галузь знань – 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність – 192 – Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БК
 к.т.н., доц. Спіранде К.В.
«31» __травня__ 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Козінченко Анна Юріївна

- 1.Тема проекту: Одноповерхова громадська будівля з клеєної деревини у місті Житомир
- Керівник проекту : д.т.н.,доц. Бідаков Андрій Миколайович, затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 27” лютого 2026 року № 187-03
2. Строк подання студентом проекту (роботи): “ 22 ” червня 2026 року.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) : генеральний план з прив'язкою до місцевості, геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій, проектне завдання, архітектурно-планувальне рішення
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина підземної та надземної частин будівлі, розділ технології будівельного виробництва, охорони праці на будівельному майданчику
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): архітектурно-будівельна частина: фрагмент генерального плану, фасади, повздовжні та поперечні розрізи, план на відмітці 0.000; розрахунково-конструктивна частина: робочі креслення основних конструктивних елементів будівлі (фундаменти, ригелі, елементи покриття та перекриття, колони); розділ технології будівельного виробництва: технологічна карта

6. Консультанти розділів проекту

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		Завальний О.В		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	Александрович В.А.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	Бідаков А. М.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		Братішко С.М.		
4. Охорона праці		Косенко Н. О.		
Нормоконтроль		Пустовойтова О.М.		

7. Дата видачі завдання: 02 березня 2026 року
Дата подачі на кафедру 01 червня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Архітектурно-будівельний	02.03.26 – 31.03.26	виконано
2.	Розрахунково-конструктивний (підземна)	01.04.26 – 10.05.26	виконано
3.	Розрахунково-конструктивний (надземна)	01.04.26 – 10.05.26	виконано
4.	Технологічні рішення та організація будівництва	01.04.26 – 15.05.26	виконано
5.	Охорона праці	10.05.26 – 25.05.26	виконано
6.	Нормоконтроль	25.05.26 – 31.05.26	виконано

Студент



Козінченко Анна Юріївна

Керівник проекту



Бідаков А.М.

Зміст

Вступ.	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	7
1.1 Вихідні дані	8
1.2 Генеральний план забудови ділянки	9
1.3 Об'ємно-планувальне рішення будинку	11
1.4 Архітектурно-конструктивне рішення будинку	11
1.5 Теплотехнічний розрахунок	14
1.6 Природна вентиляція будівлі	16
1.7 Водовідведення з покрівлі	17
1.8 Звукоізоляційні заходи	17
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	19
2.1.1 Розрахунок підземної частини.....	20
2.1.2 Геологічна будова	20
2.2.3 Фізико-механічні властивості ґрунтів	21
2.1.4 Розрахунок підколонника	24
2.2.1 Розрахунок підземної частини	29
2.2.2 Статичний розрахунок	31
2.2.3 Розрахунок балки	32
2.2.4 Розрахунок колони	35
2.2.5 Розрахунок кріплення на конекторі.....	41
2.2.6 Розрахунок посилення балки на опорі.....	43
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	47
3.1 Технологія та машини для виконання земляних робіт	48
3.2 Технологія потокового зведення монолітної фундаментної плити	49
3.3 Вибір основного монтажного механізму	50
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	54
4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні	55
4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проектування	56
4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування	57

4.4 Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проектування.....	61
4.5 Висновок	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66

Вступ.

Сучасні тенденції розвитку архітектури демонструють поступовий перехід від традиційних підходів до проєктування до більш свідомого, екологічно орієнтованого формування середовища. У центрі уваги опиняється людина, її комфорт, безпека та якість простору, в якому вона перебуває. Водночас зростає значення відповідального використання природних ресурсів, зменшення негативного впливу будівництва на довкілля та впровадження принципів сталого розвитку у всі етапи життєвого циклу будівель.

Одним із ключових напрямів сучасного будівництва є використання матеріалів із низьким вуглецевим слідом, серед яких особливе місце займає деревина. Завдяки своїй відновлюваності, здатності акумулювати вуглець та природним теплоізоляційним властивостям, вона стає важливим елементом екологічно орієнтованої архітектури. Розвиток інженерних технологій дозволив суттєво розширити можливості використання деревини, зокрема у вигляді інноваційних матеріалів, таких як клеєна деревина (glulam) та перехресно-клеєні панелі (CLT).

Клеєна деревина є високотехнологічним матеріалом, що поєднує природні властивості деревини з підвищеними показниками міцності, стабільності та довговічності. Вона виготовляється шляхом склеювання окремих ламелей, що дозволяє отримувати конструктивні елементи значної довжини та складної форми. Це відкриває нові горизонти для архітекторів і конструкторів, забезпечуючи можливість створення унікальних просторових рішень, великих прольотів і відкритих інтер'єрів без втрати надійності конструкцій.

Особливо актуальним є застосування клеєної деревини у проєктуванні громадських будівель. Такі об'єкти повинні відповідати високим вимогам щодо функціональності, безпеки, енергоефективності та естетики. Одноповерхові громадські будівлі, зокрема, мають значний потенціал для реалізації принципів доступності, гнучкого планування та ефективної організації внутрішнього простору. Використання дерев'яних конструкцій сприяє створенню сприятливого

мікроклімату, покращенню акустичних характеристик та формуванню психологічно комфортного середовища для користувачів.

Крім того, деревина як матеріал має виражені естетичні якості, що дозволяє гармонійно інтегрувати будівлі в природне або міське середовище. Її текстура, колір і пластичність створюють відчуття тепла та природності, що особливо важливо для громадських просторів, орієнтованих на взаємодію людей.

Не менш важливим аспектом є енергоефективність будівель із клеєної деревини. Завдяки низькій теплопровідності матеріалу та можливості застосування сучасних теплоізоляційних систем, такі споруди дозволяють суттєво зменшити витрати енергії на опалення та охолодження. У поєднанні з використанням відновлюваних джерел енергії це сприяє створенню будівель із майже нульовим енергоспоживанням.

Таким чином, проєктування одноповерхової громадської будівлі з клеєної деревини є актуальним і перспективним напрямом сучасної архітектури. Воно поєднує інноваційні технології, екологічну відповідальність та орієнтацію на потреби людини, що відповідає викликам сьогодення та формує основу для сталого розвитку майбутнього середовища.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані

Проектуєма будівля – це одноповерхова громадська будівля.

Містом будівництва обрано Житомир.

Житомир — це адміністративний центр Житомирської області, одне з найдавніших міст України, історія якого налічує понад 1100 років. Місто активно розвивається, зростає житлова та громадська забудова, модернізується інфраструктура та архітектурне середовище.

Житомир розташований у І-му районі за характеристичним значенням вітрового тиску (згідно з ДБН В.1.2-2:2006) та характеризується такими кліматичними показниками:

- Розрахункова температура зовнішнього повітря в зимовий період складає $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Добовий максимум атмосферних опадів за рік становить близько 45–50 мм;
- У розі вітрів міста переважають західний та північно-західний напрямки. Найбільш часто спостерігаються західні вітри. Середня швидкість вітру становить 3–5 м/с;
- Найбільша висота снігового покриву може досягати 60–70 см;
- Глибина промерзання ґрунтів становить близько 900–1000 мм;
- Згідно з картою температурних зон України, Житомир знаходиться у І-й температурній зоні ($0,5\text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{C/ВТ}$);

Рельєф ділянки — пересічений. Район будівництва належить до І-го будівельно-кліматичного району. Ця зона характеризується помірно континентальним кліматом. Зимовий період відзначається стійкими морозами із середньою температурою близько $-5\ldots-7\text{ }^{\circ}\text{C}$, можливі зниження температури до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче. Літній період теплий, із середньою температурою $+18\ldots+25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Опади

розподіляються відносно рівномірно протягом року, взимку можливі значні снігопади та хуртовини.

1.2 Генеральний план забудови ділянки

Одноповерхова громадська будівля запроектовано в кінці житлового комплексу м. Житомир.

Площа, яка відноситься до забудови має власні зелені насадження, а саме : туя . Коріння туї, володіючи потужною і розгалуженою структурою (яка зазвичай йде на 50-100 см в глибину і ширину), здатні значно ущільнювати ґрунт. Туя активно споживає вологу, осушуючи ґрунт, і може підкислювати його, що корисно для структури, але вимагає дотримання дистанції не менше 2-3 метрів від будівель [17,19]. Коріння туї робить ґрунт більш структурним і пухким, покращуючи його повітряний обмін, що добре для садівництва. Естетична цінність туї полягає в її архітектурності, вічнозеленій хвої та універсальності для ландшафтного дизайну. Ця рослина дозволяє створювати як суворі класичні форми, так і сучасні мінімалістичні композиції. Зберігає насичений колір (від яскраво-смарагдового до золотистого) навіть узимку, коли листяні рослини втрачають привабливість. Також у проїжджій частини висаджені кущі глоду. Посадка глоду на ділянці забезпечує створення міцної, довговічної живоплоту, що захищає від вітру та шуму, завдяки густій колючій кроні. Це невибаглива, морозостійка і посухостійка рослина, що має високу декоративність цілий рік (цвітіння, яскраві плоди, осіннє листя) і багаті на вітаміни плоди. Підбір таких рослин надає місцевості варіативності відносно сезонів, а також створює затишну атмосферу[17,19].

На території забудови розташовані житлові будинки, дитячий майданчик, дитячий садочок, крамниця.

Транспортна доступність забезпечується наявністю дорожнього полотна, що дає змогу дістатися до споруди за допомогою громадського транспорту, або власного транспорту.

Викопіровка з генплану

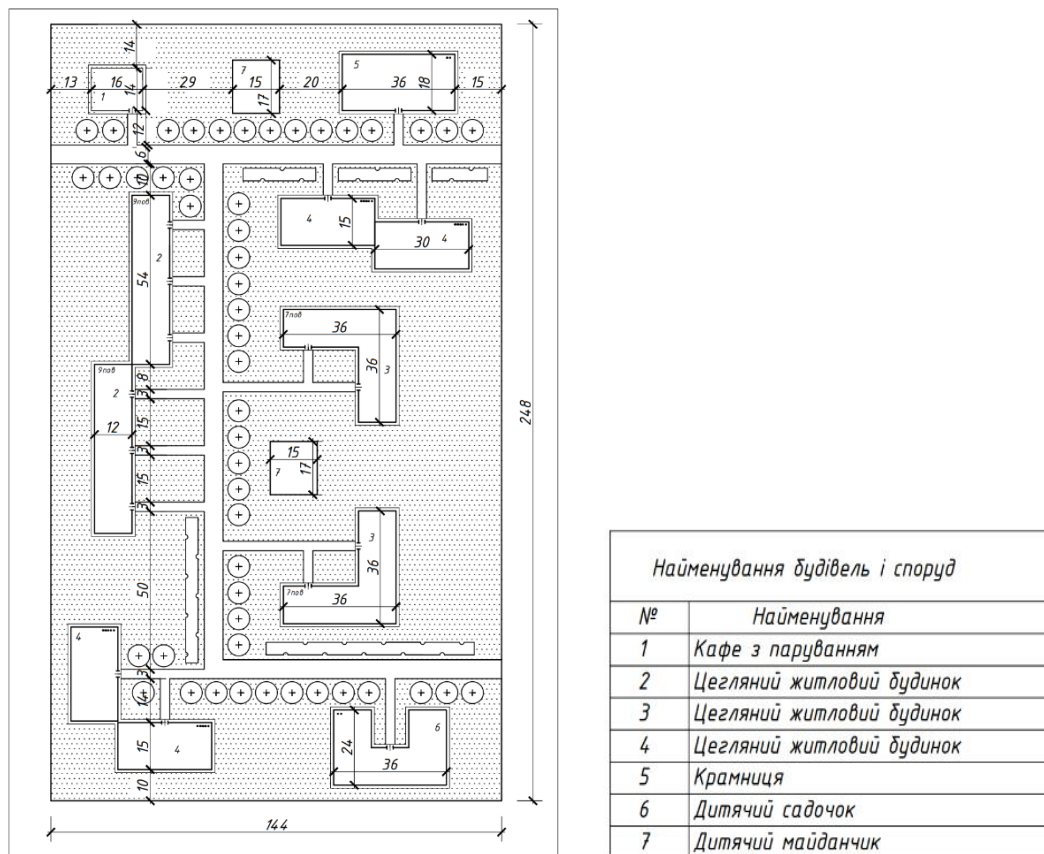


Рисунок 1.1 – Генплан забудови

Таблиця 1.2.1 - Техніко-економічні показники генплану.

№	Найменування	Чисельне значення	Одиниці виміру
1.	Площа території	3,57	га
2.	Площа забудови	0,22	га
3.	Щільність забудови	18,5	%

4.	Площа озеленіння	2,59	га
5.	Площу ділянок з твердим покриттям	0,33	га
6.	Коефіцієнт озеленіння	72,6	%
7.	Протяжність автодоріг	3309	м
8.	Коефіцієнт використання території	27,4	%

1.3 Об'ємно-планувальне рішення будинку

Таблиця 1.3.1 - Техніко-економічні показники ОПР.

№	Найменування	Чисельне значення	Одиниці виміру
1.	Площа забудови	22	м ²
2.	Будівельний об'єм	86,96	м ³
3.	Корисна площа	61,27	м ²
4.	Робоча площа	223,01	м ²
5.	Площа житлова(корисна),м ² $K_1 = \frac{\text{Площа житлова(корисна), м}^2}{\text{Площа загальна, м}^2}$	1,12	
6.	Об'єм будівельний,м ³ $K_2 = \frac{\text{Об'єм будівельний, м}^3}{\text{Площа загальна, м}^2}$	221,98	м ²

1.4 Архітектурно-конструктивне рішення будинку

За конструктивною схемою будівля відноситься до каркасного типу споруд.

Конструктивна схема з рівномірним розташуванням колон. Будівельна система – каркасна, з внутрішніми дерев'яними колонами й балками (Клеєна деревина

GL24h) та фанерними панелями покриття та перекриття. Структура складається з дерев'яних стрижнів суцільна класу міцності C30.

Просторова жорсткість будинку забезпечується загальною системою лінійних та діагональних з'єднань елементів просторовою структури.

Ступінь вогнестійкості будівлі – ШБ.

Клас відповідності будівлі – СС1. (Згідно ДБН А.2.2-3-2004)

Фундаменти одноповерхової громадської будівлі з клеєної деревини запроєктовані у вигляді монолітних залізобетонних окремо розташованих фундаментів під колони з об'єднанням фундаментними балками. Конструкції фундаментів виконані з важкого бетону класу В25 (С20/25), що забезпечує необхідну міцність, жорсткість та надійну передачу навантажень від дерев'яного каркаса на ґрунтову основу [10,11,17].

Армування фундаментів передбачено стрижневою арматурою класів А240 та А500 відповідно до розрахункових навантажень і конструктивних вимог [10,11]. Підколонники забезпечують надійне закріплення клеєних дерев'яних колон каркаса та передачу вертикальних і горизонтальних навантажень на основу.

Глибина закладання фундаментів прийнята з урахуванням інженерно-геологічних умов будівельного майданчика, нормативної глибини промерзання ґрунту та рівня ґрунтових вод. Конструктивне рішення фундаментів забезпечує рівномірний розподіл навантажень, зменшення можливих деформацій основи та просторову стійкість усієї будівлі.

Застосування монолітних залізобетонних фундаментів у поєднанні з фундаментними балками дозволяє забезпечити надійну роботу каркасної системи будівлі та довговічність експлуатації конструкцій у заданих умовах будівництва [12,13].

Несучий каркас будівлі складається з вертикальних колон із клеєної деревини, які мають прямокутний поперечний переріз (зокрема, за кресленнями — до 340×220

мм для основних колон) та встановлюються на металеві бази з анкерним кріпленням до фундаменту. Колони розташовані за регулярною сіткою з кроком, що забезпечує ефективне перекриття прольотів та раціональне використання внутрішнього простору. Висота будівлі до покриття становить приблизно +5,400 м, що дозволяє сформувати просторий внутрішній об'єм громадського призначення.

Горизонтальні несучі елементи представлені балками з клеєної деревини різних перерізів (зокрема 600×120 мм, 420×100 мм, 300×100 мм), які формують систему покриття та сприймають навантаження від власної ваги конструкцій, покрівлі та експлуатаційних впливів. Балки мають значні прольоти (до 13,6 м), що дозволяє створювати відкриті внутрішні простори без додаткових проміжних опор. Їх з'єднання з колонами виконано за допомогою металевих штифтів та спеціальних конекторів, що забезпечують надійність вузлів і простоту монтажу.

Для забезпечення просторової жорсткості каркасу передбачено використання розпірок та системи зв'язків, які працюють на сприйняття горизонтальних навантажень (вітрових, експлуатаційних) та запобігають деформаціям конструкції. З'єднання елементів каркасу виконані із застосуванням сучасних металевих кріплень (гвинти, анкери, конектори типу ALUMIDI та ALUMINI), що дозволяє реалізувати приховані вузли та підвищити архітектурну якість інтер'єру [12,13,14].

Покриття будівлі виконане з використанням CLT-панелей у поєднанні з теплоізоляційними та гідроізоляційними шарами, що забезпечує високі показники енергоефективності та довговічності огорожувальних конструкцій [12,13,17].

Конструкція покрівлі включає пароізоляційний шар, утеплювач та гідроізоляцію, що відповідає сучасним вимогам до теплозахисту будівель [17,19].

Таким чином, прийняте конструктивне рішення одноповерхової громадської будівлі з клеєної деревини забезпечує поєднання міцності, просторової жорсткості, енергоефективності та архітектурної виразності. Використання сучасних дерев'яних конструкцій дозволяє створити екологічно доцільний, технологічний і комфортний

об'єкт, що гармонійно інтегрується в навколишнє середовище та відповідає актуальним тенденціям сталого розвитку [13,17].

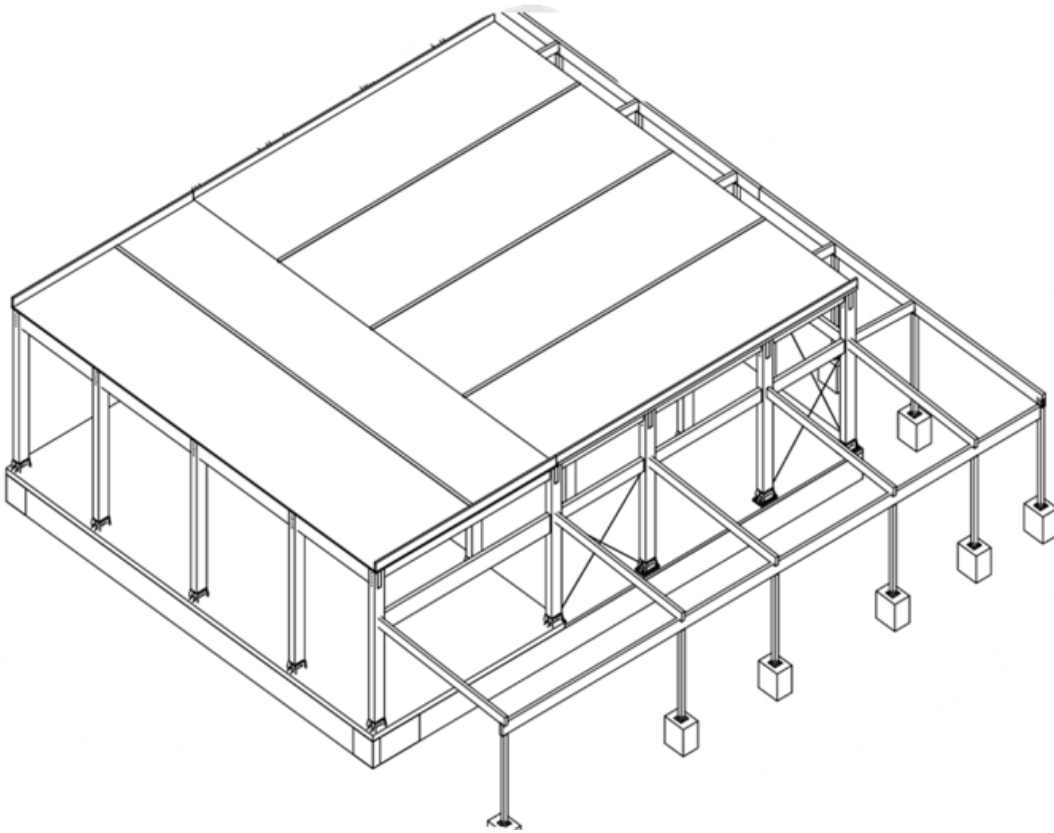


Рисунок 1.2. – 3Д вид громадської будівлі

1.5 Теплотехнічний розрахунок

Вихідні дані:

Район будівництва — місто Житомир (перша зона кліматичного районування та суха зона вологості).

Нормативний опір теплопередачі:

- для цегляних стін $R_{тр}^0 = 2.2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;
- для покриття $R_{тр}^0 = 2.7 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;
- для віконного заповнення $R_{тр} = 0.5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Температура внутрішнього повітря — 18°C.

Вологість внутрішнього повітря — 65%.

Вологісний режим приміщення — нормальний.

Умови експлуатації конструкції — Б.

Опір теплопередачі конструкції визначається за формулою

$$R_0 = \frac{1}{a_{\gamma}} + \frac{\sigma_1}{\gamma_1} + \frac{\sigma_2}{\gamma_2} + \frac{\sigma_3}{\gamma_3} + \frac{1}{a_H}$$

Для стінового огородження: $a_n=8.7$ $a_H=23 \text{ Вт/м}^2$

$$R_0 = \frac{1}{8.7} + \frac{0.005}{0.76} + \frac{\sigma_2}{0.03} + \frac{0.20}{0.32} + \frac{1}{23} \geq R_{\text{тр}}^0 = 2.2$$

Звідки $\sigma_2 \geq 0.042 \text{ м}$

В якості утеплювача в конструкції стіни прийняті панелі екструдовані пінополістерольні $\gamma=45 \text{ кг/м}^3$ із $\lambda=0,03 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$

Приймаємо товщину утеплювача 50 мм що відповідає модульним розмірам продукції

Віконне заповнення



1,3,5 - Скло віконне $\delta=3 \text{ мм}$ $\gamma=2500 \text{ кг/м}^3$ $\lambda=0,76 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$

2,4 – Повітряний прошарок $R_B=0.14 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$

Для забезпечення теплозахисних якостей огорожуючих конструкції повинна виконуватися умова $R_0 \geq R_0^{\text{тр}}$

Для віконного заповнення маємо:

$$R_0 = \frac{1}{a_B} + \frac{\sigma_1}{\gamma_1} + R_B + \frac{\sigma_3}{\gamma_3} + R_B + \frac{\sigma_5}{\gamma_5} + \frac{1}{a_H}$$

Для віконного заповнення $a_B=8.7$, $a_H=23 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$

Таким чином:

$$R_0 \frac{1}{8.7} + \frac{0.003}{0.76} + 0.17 + \frac{0.003}{0.76} + 0.17 + \frac{0.003}{0.76} + \frac{1}{23} = 0.51$$

Отже $R_0=0,51 > R_0^{\text{TP}}=0.5$

Тришарове скління задовільняє вимогам по опору теплопередачі

1.6 Природня вентиляція будівлі

У проєкті одноповерхової громадської будівлі з клеєної деревини передбачено систему природної вентиляції приміщень із забезпеченням нормативного повітрообміну відповідно до функціонального призначення будівлі. Видалення відпрацьованого повітря із санітарно-побутових приміщень, SPA-зони, сауни, хамаму та кухонних приміщень здійснюється через вертикальні вентиляційні канали, які виводяться вище рівня покрівлі [17,19].

Вентиляційні канали передбачені у межах конструктивної схеми будівлі та інтегровані у внутрішні огорожувальні конструкції з урахуванням застосування CLT-панелей і елементів із клеєної деревини. Для запобігання утворенню конденсату та забезпечення стабільної роботи системи вентиляції передбачено теплоізоляцію вентиляційних елементів у зоні покрівлі [12,17].

Приплив свіжого повітря до приміщень здійснюється через віконні та дверні прорізи, а також за рахунок природної інфільтрації через огорожувальні конструкції будівлі. У приміщеннях громадського призначення забезпечується достатній рівень природного провітрювання, що створює комфортні умови перебування людей та сприяє підтриманню нормативних санітарно-гігієнічних показників мікроклімату [17,19].

Прийняті рішення відповідають вимогам чинних ДБН щодо вентиляції громадських будівель і забезпечують безпечну та ефективну експлуатацію будівлі.

1.7 Водовідведення з покрівлі

Водовідведення з покрівлі одноповерхової громадської будівлі передбачено організованим способом із забезпеченням ефективного відведення атмосферних опадів з поверхні покриття [17,20]. Відведення дощових та талих вод здійснюється через водоприймальні елементи, розташовані у понижених ділянках покрівлі відповідно до прийнятих ухилів покриття.

Конструкція покрівлі виконана багатошаровою із застосуванням сучасних гідроізоляційних матеріалів. До складу покрівельної системи входять CLT-панель, пароізоляційний шар, утеплювач та верхній гідроізоляційний шар, що забезпечує захист конструкцій від проникнення вологи та атмосферних впливів [12,13,17].

Для забезпечення надійної експлуатації системи водовідведення водоприймальні елементи обладнані захистом від засмічення сторонніми предметами та листям. У місцях проходження водостічних елементів через покрівлю передбачено додаткову герметизацію стиків для запобігання протіканню.

Прийняте конструктивне рішення забезпечує ефективне відведення атмосферних опадів, підвищує довговічність покрівельних конструкцій та відповідає вимогам чинних будівельних норм щодо громадських будівель [17,20].

1.8 Звукоізоляційні заходи

Звукоізоляція одноповерхової громадської будівлі забезпечується за рахунок використання багатошарових огорожувальних конструкцій та сучасних тепло- і звукоізоляційних матеріалів [12,13,17]. Конструктивні рішення будівлі спрямовані на зниження рівня повітряного та ударного шуму, а також на створення комфортних умов перебування відвідувачів у приміщеннях громадського призначення.

Зовнішні та внутрішні огорожувальні конструкції виконані із застосуванням CLT-панелей та шарів утеплювача з мінераловатних матеріалів, які мають високі звукопоглинальні властивості [12,13]. Масивність конструкцій із клесної деревини сприяє зменшенню передачі повітряного шуму між окремими приміщеннями будівлі.

У конструкції підлоги передбачено влаштування тепло- та звукоізоляційного шару, що дозволяє знизити передачу ударних навантажень і вібрацій. Для підвищення акустичного комфорту в окремих приміщеннях застосовуються багатошарові конструкції оздоблення із використанням каркасних систем та ізоляційних матеріалів [12,13,17].

Прийняті конструктивні рішення забезпечують належний рівень акустичного комфорту в будівлі, відповідають вимогам чинних будівельних норм та сприяють створенню сприятливого мікроклімату у приміщеннях громадського призначення.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

Розділ 2.1.1 Розрахунок підземної частини

Таблиця 2.1.1 – Кліматологічні показники (характеристики) архітектурно-будівельного кліматичного району – 1

Температура повітря, °C				Кількість опадів за рік, мм	Відносна вологість у липні, %	Середня швидкість вітру у січні, м/с
середня за		абсолютний мінімум	абсолютний максимум			
січень	липень					
-5	18	-37	37	550	65	3
-8	20	-40	40	700	75	4

У відповідності до п.п. 2.1.1. кліматичні параметри (характеристики) прийняті рівними значенням кліматичних параметрів міста Житомир.

Кліматологічну характеристику температури зовнішнього повітря району досліджень наведено у таблиці 2.1.2

Таблиця 2.1.2 – Температура зовнішнього повітря

Температура повітря Середня місячна _____ Середня добова амплітуда температури _____ ,°C												Середня за рік температура повітря, °C
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-4,0	-2,7	1,4	7,9	13,4	16,3	17,7	17,2	13,0	8,0	2,5	-2,2	7,4
6,3	6,4	7,6	9,5	10,2	10,0	10,2	10,4	9,6	8,6	5,8	5,4	

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту розрахована згідно ДБН В.2.1- 10-2009 становить:

1. 0,69 м – суглинків та глин
2. 0,84 м – супісків і пісків пилюватих та дрібних
3. 0,89 м – пісків гравіюватих, крупних та середньої крупності
4. 1,01 м – великоуламкові ґрунти.

Розділ 2.1.2 Геологічна будова

Категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями згідно ДБН В.1.1-12:2014
ґрунти ІГЕ -1-2–IV категорія;
ґрунти ІГЕ -3-4 – III категорія;

Нормативна сейсмічність майданчика, становить 7 балів.

Умови залягання та поширення в розрізі кожної літологічної відміни
приведено на інженерно-геологічних розрізах (лист кресл..2-4).

Розчленування ґрунтової товщі на ІГЕ (інженерно-геологічні елементи) і
статистична обробка результатів визначення характеристик ґрунтів приведена
у відповідності з ДСТУ Б В.2.1-5-96 [10,17].

В процесі вишукувань, лабораторних досліджень та камеральної обробки
результатів, виділено чотири інженерно-геологічних елементи (ІГЕ).

Детальний їхній пошаровий опис зверху вниз:

ІГЕ – 1 (eQ) – Ґрунтово-рослинний шар - суглинок піщанистий
м'якопластичний легкий піщанистий чорний. Номер ґрунту по складності розробки
у відповідності до ДСТУ Б Д.2.4-1:2012 –9а

ІГЕ – 2 (bQ) – Торф сильнорозкладений високозольний водонасичений
чорний. Номер ґрунту по складності розробки у відповідності до ДСТУ Б Д.2.4-
1:2012 –9а

ІГЕ – 3 (aQ) – Пісок мілкий водонасичений середньої щільності з прошарками
супіску пластичного жовто-білий. Номер ґрунту по складності розробки у
відповідності до ДСТУ Б Д.2.4-1:2012–5а.

ІГЕ – 4 (aQ) – Суглинок м'якопластичний з прошарками супіску пластичного
піщанистий сірий. Номер ґрунту по складності розробки у відповідності до ДСТУ Б
Д.2.4-1:2012–8а.

Розділ 2.1.3 Фізико-механічні властивості ґрунтів

Відбір зразків для виконання лабораторних досліджень проведено згідно
ДСТУ Б В.2.1-8-2001. Загальна кількість відібраних зразків не зв'язних ґрунтів
становить 11 штук та зв'язних ґрунтів - 3 шт [10].

Основну частину розрізу ділянки (в межах пробуреного) становлять

піщані ґрунти. Характеристики ґрунтів наведено в зведеній інженерно - геологічній колонці з таблицею нормативних і розрахункових значень показників властивостей ґрунтів [10,17].

Лабораторні дослідження з визначення фізичних властивостей піщанистих ґрунтів виконані згідно ДСТУ Б В.2.1-17:2009. Загальна кількість виконаних досліджень становить 11 зразків.

Таблиця 2.1.1 Зведена інженерно - геологічна колонка з таблицею нормативних і розрахункових значень показників властивостей ґрунтів.

Індекс віку і генезису ґрунту	Літологічний розріз і номер інженерно-геологічного елементу	Назва ґрунту (ДСТУ Б В.2.1-2-96)	Значення для класифікації						Значення для розрахунків										Категорія ґрунту за сесійними властивостями	Порядковий номер класифікації ґрунтів (ДСТУ Б.Д.2.4-1:2012)	
			Нормативні						Нормативні					Розрахункові							
			Вологість природна	Число пластичності	Показник текучості	Коефіцієнт пористості	Вміст органічних речовин д.од.	Ступінь вологості	Щільність ґрунту Г/см. куб.	Розрахунковий опір ґрунту основи кПа	Модуль деформації МПа	Кут внутрішнього тертя, град.	Пітоме зчеплення кПа	Щільність ґрунту Г/см. куб.	Кут внутрішнього тертя, град.	Пітоме зчеплення кПа					
W _{np} .	I _p .	IL	e	I _r	S _r	γ _н	R _o	E	φ _н	C _н	γ _{II}	γ _I	φ _I	φ _{II}	C _I	C _{II}					
eQ	1	Грунтово-рослинний шар - суглинок піщанистий м'якопластичний легкий піщанистий чорний	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IV	9a			
hQ	2	Торф сильнопорозкладений високозоляний водонасичений чорний	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IV	9a			
aQ	3	Пісок мілкий водонасичений середньої щільності з прошарками супіску пластичного жовто-білий	0,21	-	-	0,69	-	0,80	1,90	200	21	30	1	1,88	1,86	26	29	1	1	III	5a
aQ	4	Суглинок м'якопластичний з прошарками супіску пластичного піщанистий сірий	0,24	0,08	0,69	0,68	-	0,94	1,98	190	12	19	24	1,96	1,94	16	18	20	22	III	8a

Таблиця 2.1.2 результатів лабораторних випробувань глинистих ґрунтів

№ з/п	Номер взірця / номер свердловини	Глибина відбору	Вологість			Число пластичності	Показник текучості	Питома вага, т/м³;	Щільність, т/м³;		Коефіцієнт пористості	Пористість	Коефіцієнт водонасичення	Вміст органічних речовин д.од.
			Природна	На межі текучості	На межі розкочування				Природної будови	Скелету				
			W	WI	Wp	Ip	II	P	p	Pск	e	Π	Sr	Ir
ІГЕ-4 Суглинок м'якопластичний														
1	3\1	4,9-5,1	0,23	0,25	0,19	0,06	0,67	2,69	1,97	1,60	0,68	0,40	0,91	-
2	3\2	5,0-5,2	0,24	0,27	0,18	0,09	0,67	2,70	2,00	1,61	0,67	0,40	0,96	-
3	4\3	4,9-5,1	0,24	0,26	0,18	0,08	0,75	2,69	1,98	1,60	0,68	0,41	0,94	-
серед.арифм.			0,24	0,26	0,18	0,08	0,69	2,69	1,98	1,60	0,68	0,40	0,94	---

Таблиця 2.1.3 результатів випробувань піщаних ґрунтів

№ п/п	Назва взірця	вологість	Глибина відбору	ПЕ - 3 -пісок м'який						
				Розмір фракції, мм						
				більше 200	5-2	2 - 1	1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	менше 0,1
1	1\2	0,15	0,9-1,1					26	49	25
2	2\1	0,19	1,9-2,1					27	49	24
3	2\2	0,2	1,9-2,1					28	51	21
4	1\1	0,14	0,9-1,1					31	49	20
5	1\3	0,22	1,9-2,1					33	50	17
6	3\1	0,21	2,9-3,1					31	54	15
7	2\3	0,21	2,9-3,1					37	46	17
8	1\5	0,18	0,9-1,1					39	47	17
9	3\2	0,21	2,9-3,1					38	40	22
10	2\5	0,2	1,9-2,0					27	48	25
11	1\3	0,19	1,9-2,1					32	45	23
Середньоарифметичне значення.								32	48	21

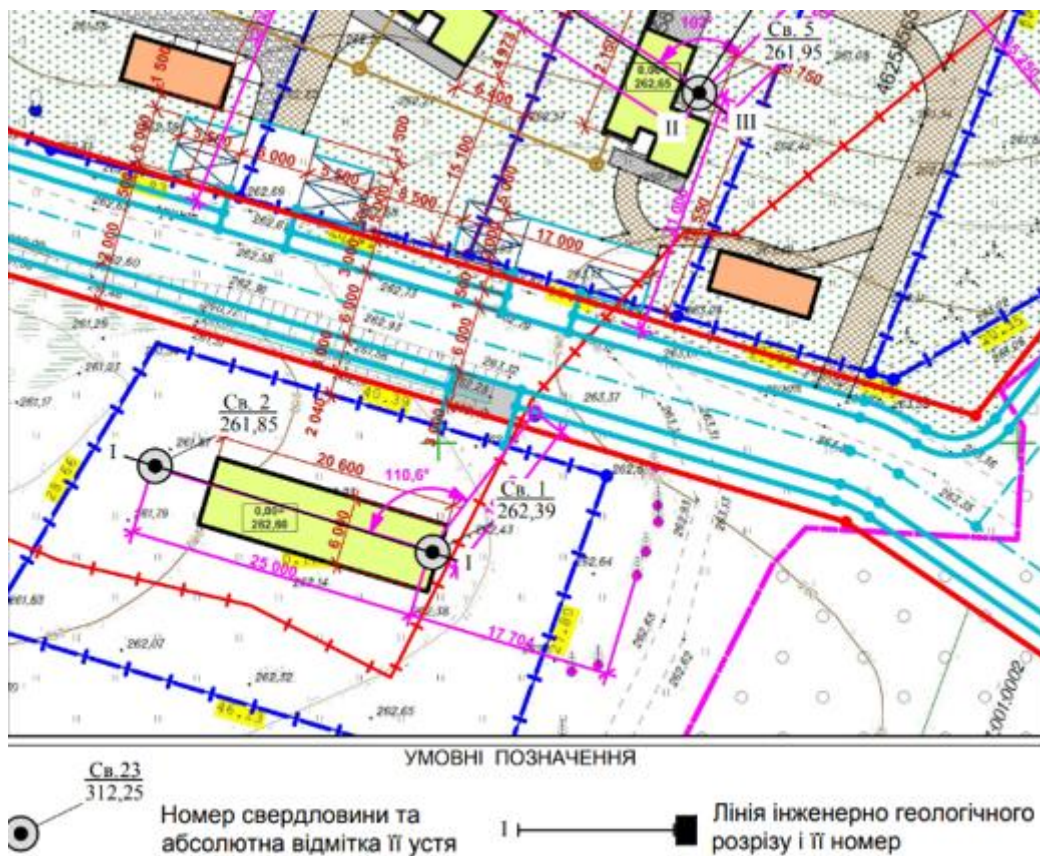


Рисунок 2.1.1 План розташування інженерно-геологічних свердловин.

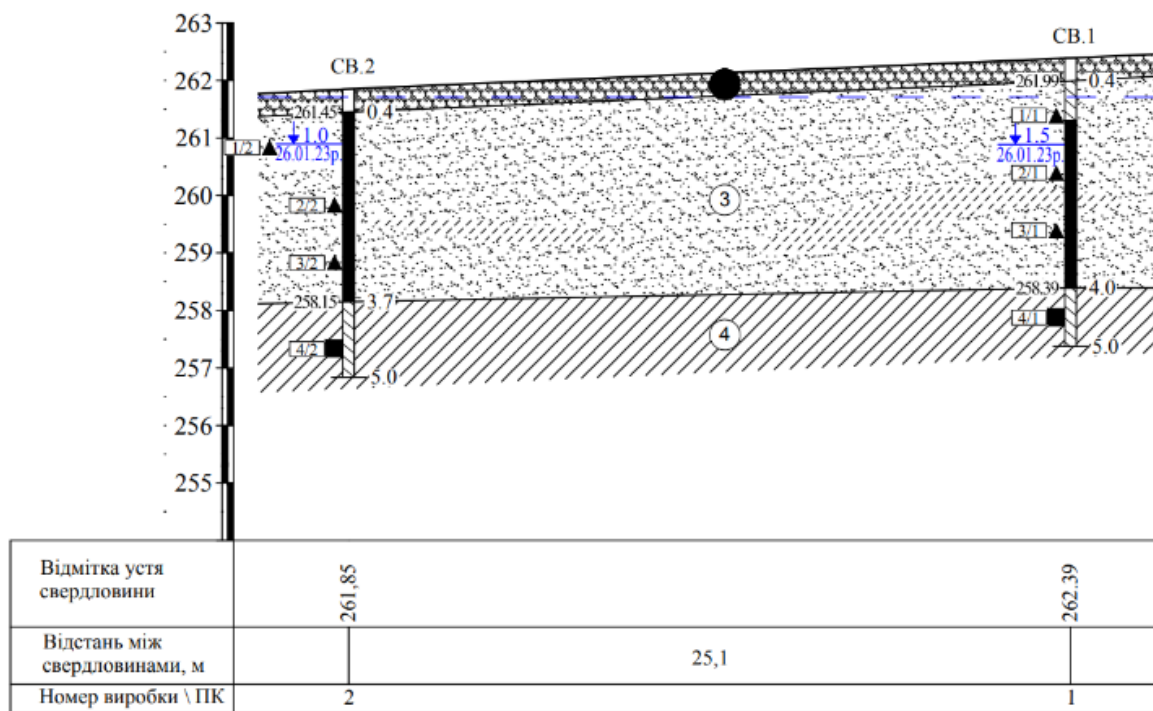


Рисунок 2.1.2 нженерно-геологічний розріз по лінії I-I

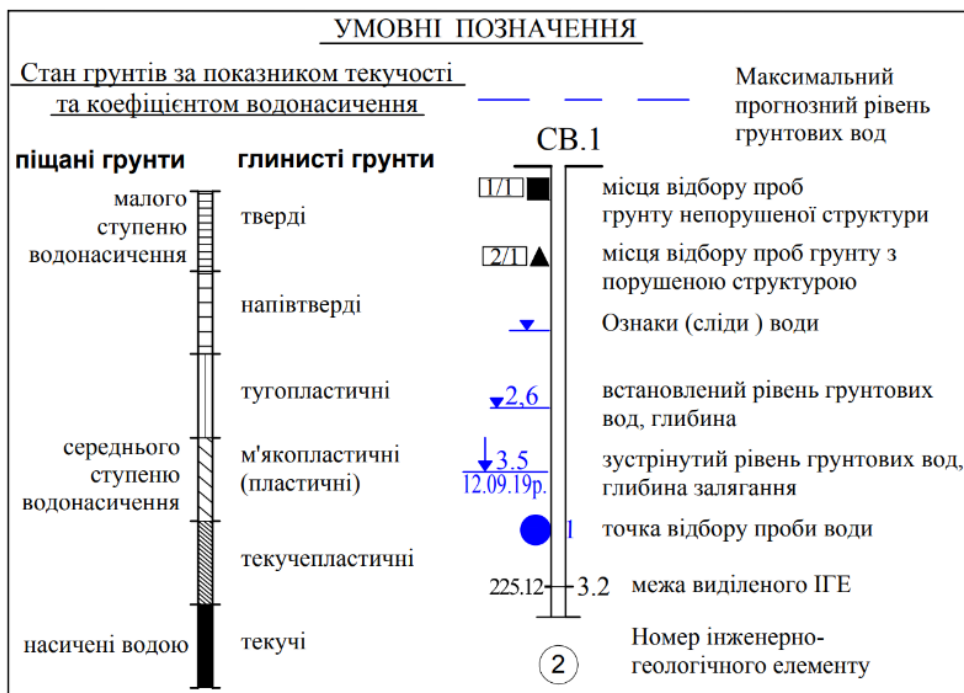


Рисунок 2.1.3 Умовні позначення інженерно-геологічного розрізу.

2.1.4 Розрахунок підколонника

Для одноповерхової громадської будівлі з клеєної деревини, що проєктується у місті Житомир, інженерно-геологічні умови майданчика мають важливе значення

при виборі типу фундаментів та визначенні несучої здатності основи [10,17]. Геологічна будова ділянки характеризується наявністю декількох інженерно-геологічних елементів із різними фізико-механічними властивостями ґрунтів. На основі інженерно-геологічних вишукувань, лабораторних досліджень та камеральної обробки результатів було виділено чотири основні інженерно-геологічні елементи (ІГЕ).

Кліматичні умови району будівництва відповідають І архітектурно-будівельному кліматичному району. Для території м. Житомир характерні помірно континентальний клімат, середньорічна температура повітря близько $+7,4^{\circ}\text{C}$, нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту та помірна кількість атмосферних опадів [10,17]. Нормативна сейсмічність майданчика становить 7 балів.

У геологічному розрізі верхній шар представлений ґрунтово-рослинним шаром та суглинками, які не використовуються як природна основа фундаментів через недостатню несучу здатність [10]. Нижче залягають водонасичені піщані та суглинисті ґрунти, що мають кращі розрахункові характеристики та можуть сприймати навантаження від конструкцій будівлі.

Основну частину основи становлять дрібні водонасичені піски середньої щільності з прошарками супіску пластичного стану. Дані ґрунти характеризуються достатньою несучою здатністю, відносно невеликими деформаціями та стабільними показниками міцності. Також у розрізі присутні м'якопластичні суглинки з прошарками супіску, які враховувались при визначенні деформаційних характеристик основи [10].

Для розрахунку фундаментів були прийняті фізико-механічні характеристики ґрунтів, отримані за результатами лабораторних випробувань. У розрахунковій схемі враховано два основні шари ґрунту. Перший шар представлений піском дрібним середньої щільності з модулем деформації близько 2100 тс/м^2 та розрахунковим кутом внутрішнього тертя 30° . Другий шар представлений суглинком м'якопластичним із модулем деформації близько 1200 тс/м^2 та кутом внутрішнього тертя 19° .

На основі отриманих характеристик виконано розрахунок підколонника та фундаменту під дерев'яні колони каркаса будівлі. Під час моделювання враховано геометричні параметри фундаменту, навантаження від клеєних дерев'яних конструкцій, а також деформаційні властивості основи. Прийняті конструктивні рішення забезпечують необхідну несучу здатність, просторову жорсткість і надійність експлуатації будівлі в заданих інженерно-геологічних умовах [10,12,17].

С початку наведено загальний вигляд фундаменту та підколонника у розрізі. Схематично показано взаємне розташування монолітного фундаменту, підколонника та клеєної дерев'яної колони. Також відображено глибину закладання фундаменту та положення конструкції відносно рівня ґрунту.

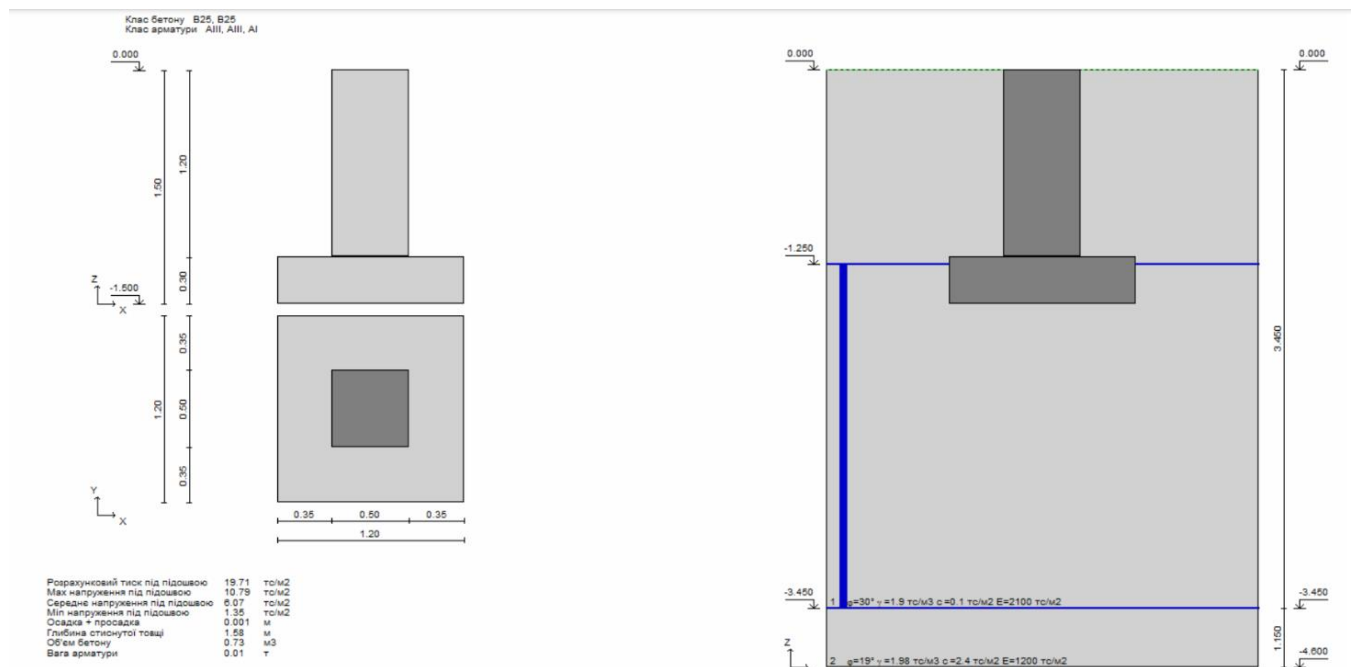
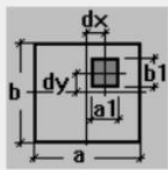


Рисунок 2.1.4 Геометрична модель фундаменту та розрахункова схема основи.

Фундамент - Геометрія

Підколонник, колони | Відносні відмітки



Марка Фм - 1

Підколонник
a = 0.5 м b = 0.5 м

☐ Одноступенева плитна частина

Додати колону | Видалити останню колонну

Колонна 1

Тип колони: з/б монолітна

Габарит колони
a1 = 0.5 м b1 = 0.5 м

Розмір гілки
a1' = 0 м b1' = 0 м

Прив'язка до ц.в. підколон.
dx = 0 м dy = 0 м

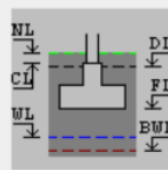
Верхня частина фундаменту



OK Cancel Apply Help

Фундамент - Геометрія

Підколонник, колони | Відносні відмітки



Підстави FL: 1.5 м

Верху підколонника CL: 0 м

Планування DL: 0 м

Природнього рельєфу NL: 0 м

Грунтових вод WL: -1.25 м

Водоупору BWL: -3.45 м

OK Cancel Apply Help

Рисунок 2.1.5 Геометричні характеристики фундаменту під колону, відносні відмітки фундаменту та рівнів ґрунтових вод.

Наведено вікно задання геометричних параметрів фундаменту, де визначаються розміри підколонника, тип колони, габарити фундаментної плити та конструктивна схема елемента. У даному розрахунку прийнято монолітний залізобетонний фундамент із центральним розташуванням колони.

Фундамент - Характеристики ґрунтів для розрахунку за деформаціями

Кількість заданих шарів: 2 | Номер шару: 1 | Питома вага засипного ґрунту, тс/м3: 1.7

Сумарна товщина, м: 4.6 | Товщина шару, м: 3.45

Обмеження тиску на шар, тс/м2: 0

Розрах. кут внутр. тертя, град: 30

Питома вага ґрунту, тс/м3: 1.9

Розрах. питома зчеплення, тс/м2: 0.1

Модуль деформації шару, тс/м2: 2100

Коефіцієнт Пуассона: 0.3

Коефіцієнт пористості: 0.69

Yc1*Yc2/k: 1.2

Для розрахунку на сейсміку
Yc,eq/Yn: 0

☐ Слой просадочный

Зберегти... | Імпорт...

OK Відміна Довідка

Фундамент - Характеристики ґрунтів для розрахунку за деформаціями

Кількість заданих шарів: 2 | Номер шару: 2 | Питома вага засипного ґрунту, тс/м3: 1.7

Сумарна товщина, м: 4.6 | Товщина шару, м: 1.15

Обмеження тиску на шар, тс/м2: 0

Розрах. кут внутр. тертя, град: 19

Питома вага ґрунту, тс/м3: 1.98

Розрах. питома зчеплення, тс/м2: 2.4

Модуль деформації шару, тс/м2: 1200

Коефіцієнт Пуассона: 0.35

Коефіцієнт пористості: 0.68

Yc1*Yc2/k: 1.1

Для розрахунку на сейсміку
Yc,eq/Yn: 0

☐ Слой просадочный

Зберегти... | Імпорт...

OK Відміна Довідка

Рисунок 2.1.6 Характеристики першого та другого шару ґрунту для розрахунку деформацій.

На зображенні наведені характеристики ґрунтів, які використовувалися при розрахунку основи фундаменту. Для кожного шару ґрунту задано товщину шару, питому вагу, модуль деформації, коефіцієнт пористості, коефіцієнт Пуассона та кут внутрішнього тертя. Такі параметри дозволяють оцінити роботу фундаменту під навантаженням та визначити можливі осідання конструкції.

Перший шар основи представлений дрібним піском середньої щільності з підвищеним модулем деформації, що забезпечує достатню несучу здатність основи. Другий шар складається із м'якопластичного суглинку, який має меншу жорсткість і враховується при визначенні деформацій фундаменту [10,17].

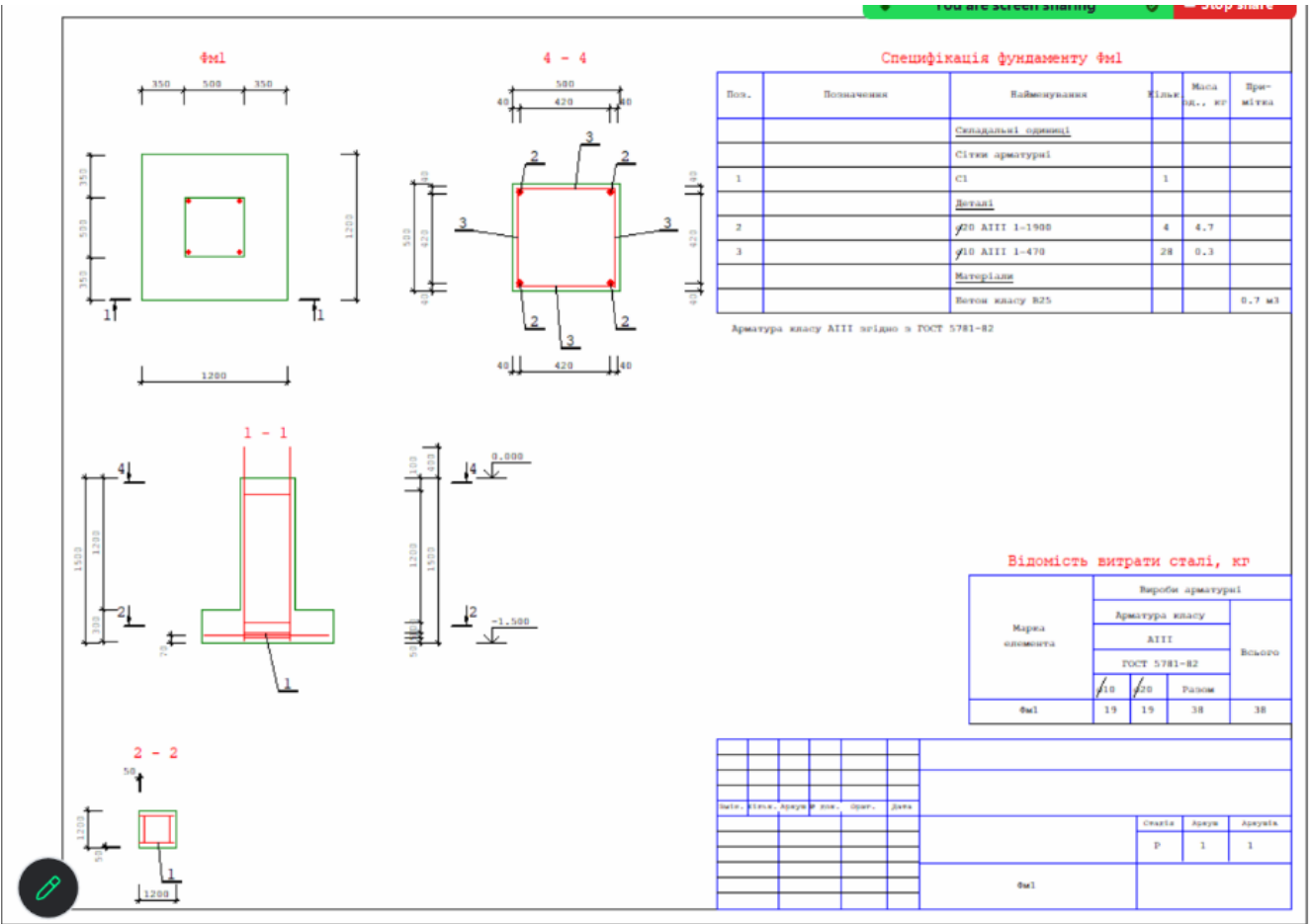


Рисунок 2.1.7 Конструктивне рішення фундаменту під колону

Розділ 2.2.1 Розрахунок надземної частини

Основою несучої системи запроєктованої одноповерхової громадської будівлі є просторовий дерев'яний каркас, сформований із елементів клеєної деревини. Конструктивна схема включає вертикальні несучі елементи — колони, а також горизонтальні — балки покриття. Просторова жорсткість і стійкість будівлі досягається за рахунок сумісної роботи каркасної системи, елементів покриття, а також додаткових зв'язків і розпірок, які забезпечують сприйняття горизонтальних навантажень [12,13,17].

Усі конструктивні елементи виготовляються заводським способом із високою точністю та доставляються на будівельний майданчик у вигляді окремих монтажних одиниць, що дозволяє значно скоротити терміни будівництва та підвищити якість виконання робіт [13,18].

Колони каркасу виконані з клеєної деревини класу міцності Gl24h та мають прямокутний поперечний переріз. Вони встановлюються на металеві бази, закріплені до монолітної фундаментної плити за допомогою анкерних елементів. Конструктивно колони можуть складатися з окремих ділянок по висоті, що пов'язано з особливостями монтажу та необхідністю влаштування вузлових з'єднань із балками покриття. Стикування елементів колон між собою здійснюється із застосуванням металевих з'єднувальних деталей та високоміцних болтів, що забезпечує жорсткість вузлів. Для підвищення стійкості каркасу передбачено використання розпірок, які обмежують деформації та підвищують просторову незмінність системи [12,17].

Балки покриття виконують функцію основних горизонтальних несучих елементів і сприймають навантаження від покрівельної конструкції, а також передають їх на колони. В залежності від величини прольотів та навантажень балки мають різні геометричні параметри і перерізи. Всі балки мають призматичну форму та виготовлені з клеєної деревини. З'єднання балок із колонами здійснюється за

допомогою спеціальних металевих конекторів, штифтів та гвинтових з'єднань, що забезпечує надійність та довговічність конструкції [11,12].

Для забезпечення загальної просторової жорсткості будівлі застосовано систему зв'язків і вузлових з'єднань, які дозволяють ефективно перерозподіляти навантаження між елементами каркасу. У вузлах використовуються сучасні кріпильні елементи, що дозволяють виконувати приховані з'єднання без погіршення архітектурного вигляду інтер'єру [12,13].

Таким чином, прийнята конструктивна схема забезпечує ефективну роботу всіх елементів будівлі як єдиної просторової системи, що відповідає сучасним вимогам надійності, технологічності та енергоефективності.

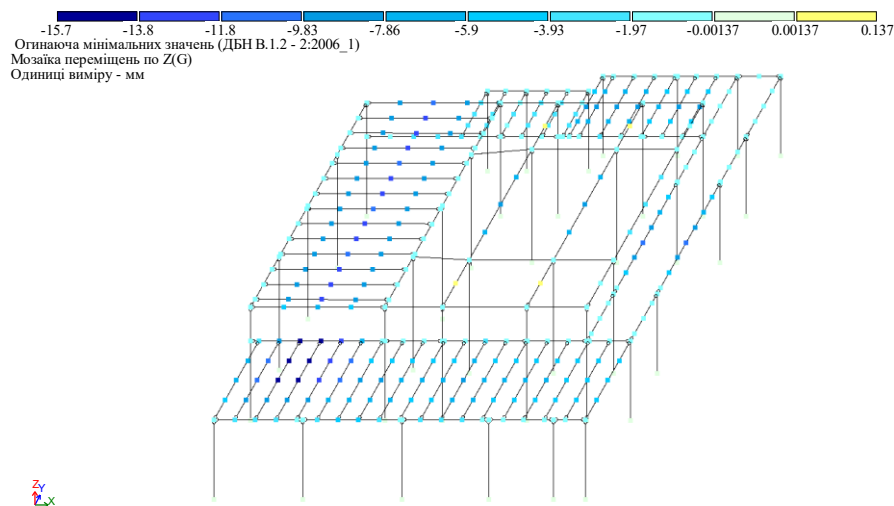
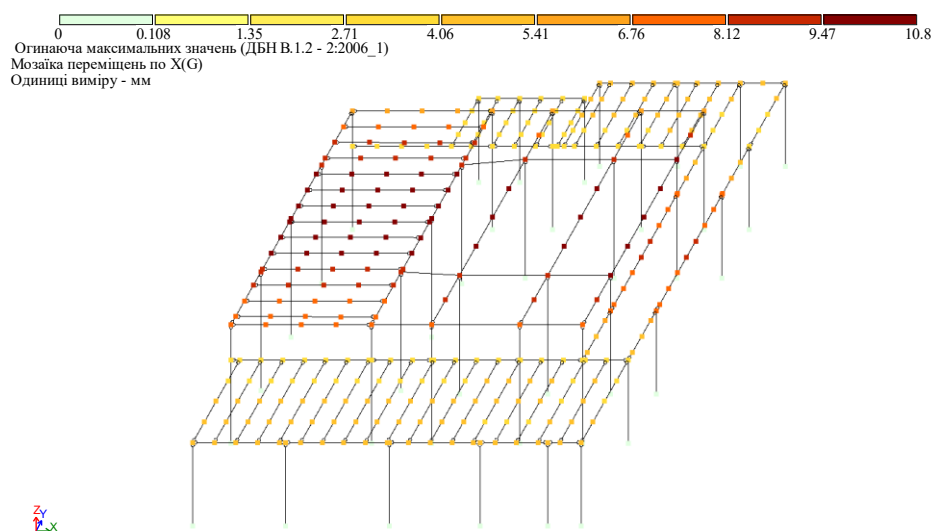


Рисунок 2.2.1 Мозаїка переміщень по Z



Рисисунок 2.2.2 Мозаїка переміщень по X

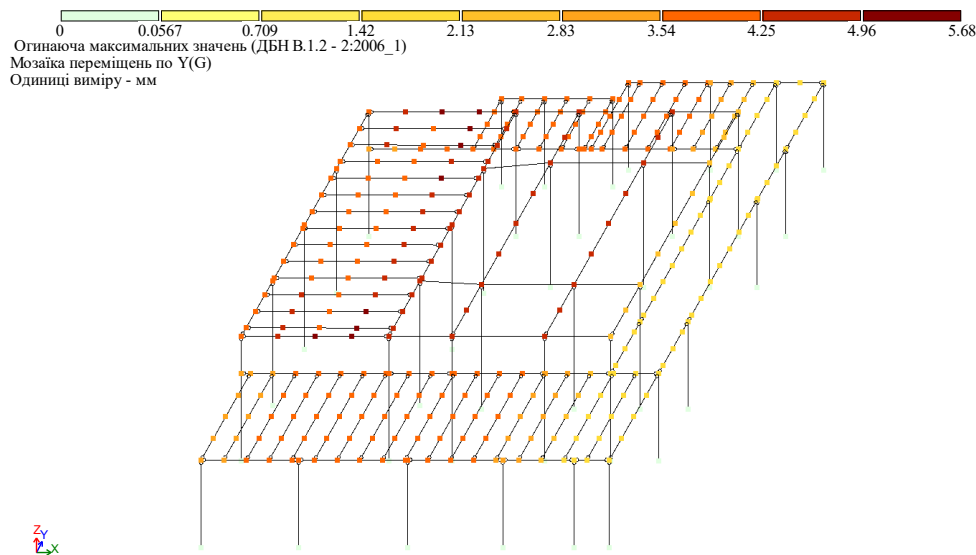


Рисунок 2.2.3 Мозаїка переміщень по Y

Розділ 2.2.2 Статичний розрахунок

Перше навантаження, яке розглядається, є експлуатаційним. Воно включає постійне навантаження та короточасне змінне навантаження від снігу (позначене як S). Розрахунки проводяться для першого (на міцність) та другого (на жорсткість) граничних станів.

Таблиця 2.2.1. Склад покриття (кН/м²)

Шар	Товщина	Густина	Навантаження
Руберойд	0.005 м	600 кг/м ³	0.03 кН/м ²
Утеплювач (мінвата)	0.20 м	150 кг/м ³	0.30 кН/м ²
Пароізоляція			0.02 кН/м ²
CLT панель	0.16 м	500 кг/м ³	0.80 кН/м ²

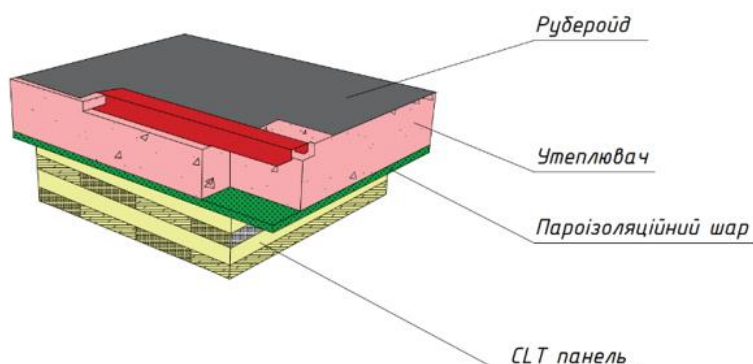


Рисунок 2.2.4 Схематичне зображення складових елементів конструкції покрівлі.

Характеристичне значення снігового навантаження приймається:

$$S_0=S_k=1.6\text{кН/м}^2$$

Постійне навантаження:

$$g_k=0.03+0.30+0.02+0.80=1.15\text{кН/м}^2$$

Таблиця 2.2.2. Навантаження (кН/м²)

	Підрахунок навантажень	Характеристичне значення
1	Покрівельний піріг (CLT + шари)	1.15
2	Снігове навантаження	1.6
	$S_0 = 1.6\text{кН / м}^2$ додаток Е, (ДБН В.1.2-2:2006)	

2.2.3. Розрахунок балки

Аналізуючи дані звіту програмного комплексу Лірі-САПР, знаходимо максимальний згинальний момент і максимальну поперечну силу. Максимальний згинальний момент:

$$M = 0,174 \text{ т} \cdot \text{м} = 1,71 \text{ кНм}$$

$$M = 0,174 \cdot 9,81 = 1,71 \text{ кН}$$

Огинаюча мінімальних значень (ДБН В.1.2 - 2:2006_1)
Екюра Му
Одиниця виміру - т*м

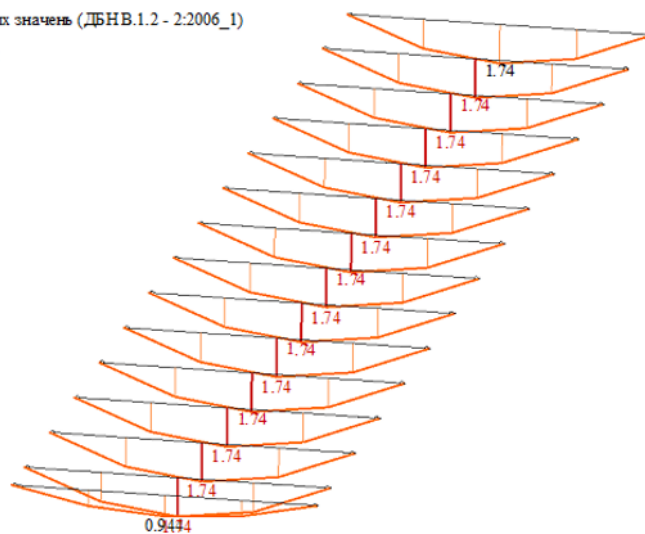


Рисунок 2.2.5 – Мозаїка М

Поперечна сила

$$Q = 0,479 \text{ м} = 4,70 \text{ кН}$$

$$Q = 0,479 \cdot 9,81 = 4,70 \text{ кН}$$

Розрахункові значення міцності балки з комбінованої клеєної деревини класа міцності Gl24с.

$$f_{m,g,d,T22} = \frac{17,28 \text{ Н}}{\text{мм}^2}$$

$$f_{u,g,d} = \frac{1,58 \text{ Н}}{\text{мм}^2}$$

$$f_{c,0,g,d} = \frac{15,12 \text{ Н}}{\text{мм}^2}$$

Визначення геометричних розмірів клеєної балки

Переведемо поперечну силу:

$$Q_d = 0,470 \cdot 9,81 = 4,70 \text{ кН} = 4,70 \text{ кН} = 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ мН}$$

Висота балки на опорі виходячи з максимального сколювання необхідно висота визначається наступним чином:

$$h = \frac{1,5 \cdot Q}{0,08 \cdot 0,67 \cdot f_{u,g,d}}$$

$$h = \frac{1,5 \cdot 4,7 \cdot 10^{-3}}{0,08 \cdot 0,67 \cdot 1,58} = \frac{7,05 \cdot 10^{-3}}{0,0846} \approx 0,083 \text{ м}$$

Конструктивно приймаємо висоту балки на опорі
 $h \approx 0,083 \text{ м} \Rightarrow$ приймаємо $h = 0,10 - 0,12 \text{ м}$.

$$E_{0,g,05} = \frac{9400 \text{ Н}}{\text{мм}^2}$$

$$G_{0,05} = \frac{590 \text{ Н}}{\text{мм}^2}$$

Розрахунок міцності балки при згині

Перевірка міцності при згині (верхня стиснута зона балки розкріплена по довжині)

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

Розрахункове напруження від згину визначається за формулою:

$$\sigma_{m,d} = M_d / W$$

Вихідні дані:

Довжина: $l = 5.9$ м

Розрахунковий момент:

$$M_d = 1.74 \text{ кН} \cdot \text{м} = 1.71 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Переріз:

$$b = 120 \text{ мм}, h = 400 \text{ мм}$$

Момент опору:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{120 \cdot 400^2}{6} = 3200000 \text{ мм}^3$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{1.71 \cdot 10^6}{3200000} = \frac{0.53 \text{ Н}}{\text{мм}^2}$$

Перевірка:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0.53}{17.28} \approx 0.03 < 1$$

Умова виконується

Перевірка стійкості

$$l_{ef} = 0.9 \cdot 2260 = 2034 \text{ мм}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0.78 \cdot 120^2 \cdot 9400}{400 \cdot 2034} = \frac{130.2 \text{ Н}}{\text{мм}^2}$$

Відносна гнучкість:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{24}{130,2}} = 0,43$$
$$k_{crit} = 1$$

Перевірка:

$$0,53 \leq 17,28$$

Стійкість забезпечена

Перевірка на зсув:

$$k_{cr} \cdot f_{u,d} = 0,67 \cdot 1,58 = \frac{1,06H}{mm^2}$$

$$\tau_{u,d} = \frac{3V_d}{2A}$$

$$A = 120 \cdot 400 = 48000 mm^2$$

$$\tau_{u,d} = \frac{3 \cdot 4700}{2 \cdot 48000} = \frac{0,147H}{mm^2}$$

Перевірка:

$$0,147 \leq 1,06$$

Умова виконується міцність елемента за сколюванням достатня.

2.2.4. Розрахунок колони

Визначення параметрів поперечного перерізу колони

Висота перерізу колони визначається з наступного співвідношення виходячи з величини граничної гнучкості та висоти колони як зазначено нижче.

Умовні позначення:

H – висота колони;

h – висота поперечного перерізу колони;

b – ширина поперечного перерізу колони;

Статичний розрахунок



Рисунок 2.2.6 – Розрахункова схема

Колони каркаса одноповерхової громадської будівлі виконані з клеєної деревини класу міцності GL24h та працюють переважно на центральний стиск [11,12,13]. Поперечний переріз колон підбирається з урахуванням висоти елемента, розрахункових навантажень від покриття та вимог щодо забезпечення просторової жорсткості каркаса.

При визначенні геометричних параметрів колони враховується гнучкість елемента, стійкість конструкції та особливості роботи клеєної деревини під дією вертикальних навантажень. Розрахункова схема колони приймається у вигляді стержня, жорстко закріпленого у фундаменті та навантаженого поздовжньою силою N [10,12].

Для проєктованої будівлі висота колони становить близько 5,3 м, що відповідає прийнятій архітектурно-планувальній схемі та забезпечує необхідну висоту внутрішнього простору громадської будівлі [12,17]. Підбір поперечного перерізу виконується відповідно до вимог міцності, стійкості та деформативності конструкції.

Прийнятий переріз колони 150×300 мм забезпечує необхідну несучу здатність та надійну роботу елементів дерев'яного каркаса в умовах експлуатації будівлі.

Навантаження на колону:

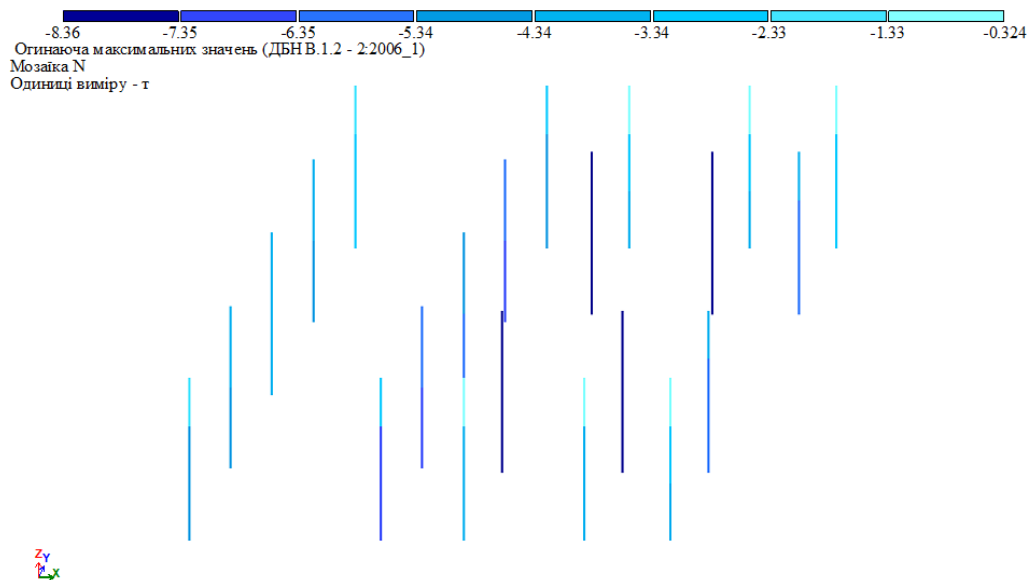


Рисунок 2.2.7 – Мозаїка N

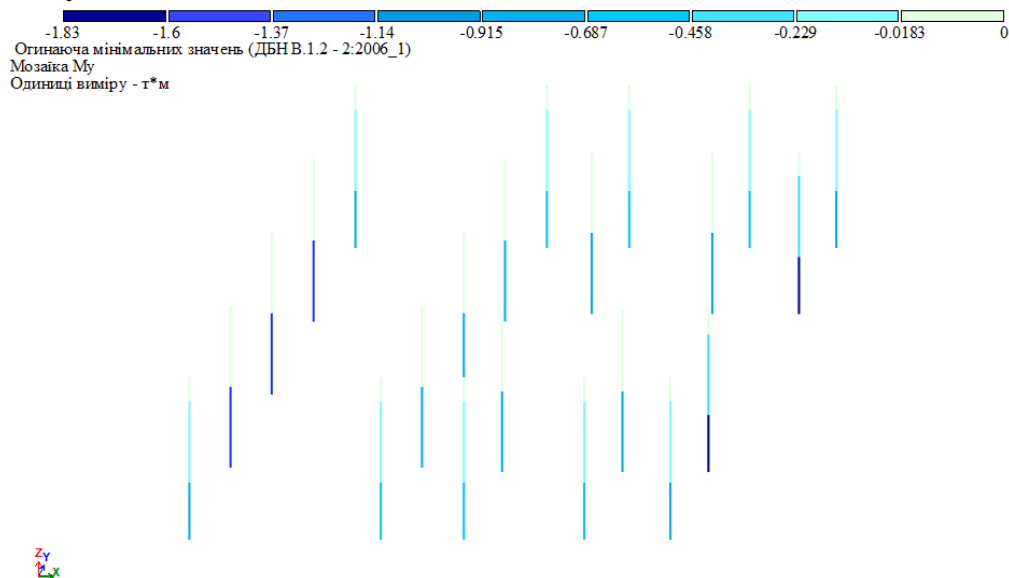


Рисунок 2.2.8 – Мозаїка Mu

Розрахункові значення міцності балки

Деревина для колони прийнята з однорідної класної деревини класу міцності G122h. Клас експлуатації – 1.

Клас тривалості діючого навантаження «короткочасне».

Геометричні характеристики колони:

Поздовжня стискаюча сила

$$N=5.3T=53 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Згинальний момент

$$M_y=0.69T \cdot m=6.9 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{мм}$$

Переріз: b=150 мм, h=300 мм

Довжина: l=5.33 м=5330 мм

Площа перерізу:

$$A = b \cdot h = 150 \cdot 300 = 45000 \text{ мм}^2$$

Радіус інерції:

$$i_y = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{300}{3,464} = 86,6 \text{ мм}$$

Гнучкість

$$l_{ef} = \beta \cdot l = 1 \cdot 5330 = 5330 \text{ мм}$$

$$\lambda_y \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{5330}{86,6} = 61,5$$

Приведена гнучкість

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{61,5}{3,14} \cdot \sqrt{\frac{22}{8800}} = 19,6 \cdot 0,05 = 0,98$$

Коефіцієнт k_y

$$k_y = 0,5[1 + 0,1(\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2]$$

$$k_y = 0,5[1 + 0,1(0,98 - 0,3) + 0,98^2]$$

$$k_y = 0,5[1 + 0,068 + 0,9604] = 1,01$$

Коефіцієнт поздовжнього згину

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{1,01 + \sqrt{1,01^2 - 0,98^2}}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{1,01 + \sqrt{1,0201 - 0,9604}} = \frac{1}{1,01 + 0,244} = 0,80$$

Напруження

Стискаюче:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{53000}{45000} = 1,18 \text{ Н/мм}^2$$

Згинальне:

Момент опору:

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{150 \cdot 300^2}{6} = 2.25 \cdot 10^6 mm^3$$

$$\sigma_m = \frac{M_y}{W} = \frac{6.9 \cdot 10^6}{2.25 \cdot 10^6} = 3.07 N/mm^2$$

Перевірка міцності

$$\sigma_{tot} = \sigma_c + \sigma_m = 1.18 + 3.07 = 4.25 N/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{tot}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{4.25}{0.80 \cdot 15.2} = \frac{4.25}{12.16} = 0.35 < 1$$

Умова міцності виконується.

Розрахунок міцності балки при згині

Момент опору:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{150 \cdot 300^2}{6} = 2.25 \cdot 10^6 mm^3$$

$$\sigma_m = \frac{M_y}{W} = \frac{6.9 \cdot 10^6}{2.25 \cdot 10^6} = 3.07 N/mm^2$$

Перевірка міцності

$$\sigma_{tot} = \sigma_c + \sigma_m = 1.18 + 3.07 = 4.25 N/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{tot}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{4.25}{0.80 \cdot 15.2} = \frac{4.25}{12.16} = 0.35 < 1$$

Умова міцності виконується.

Розрахункові значення міцності балки

Вихідні дані

$$M_d = 6.9 \cdot 10^6 N \cdot mm$$

$$N = 53 \cdot 10^3 N$$

$$b = 150 mm, h = 300 mm$$

$$l = 5330 mm$$

$$f_{m,d} = 17.28 N/mm^2$$

$$f_{v,d} = 1.58 N/mm^2$$

$$E_{0.05}=8800\text{N/mm}^2$$

$$k_{cr}=0.67$$

Перевірка міцності при згині

Момент опору:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{150 \cdot 300^2}{6} = 2.25 \cdot 10^6 \text{mm}^3$$

Розрахункове напруження:

$$\sigma_m = \frac{M_y}{W} = \frac{6.9 \cdot 10^6}{2.25 \cdot 10^6} = 3.07 \text{N/mm}^2$$

Перевірка:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{3.07}{17.28} = 0.18 < 1$$

Умова виконується

Критичне напруження:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{cf}}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0.78 \cdot 150^2 \cdot 8800}{300 \cdot 5330} = \frac{0.78 \cdot 22500 \cdot 8800}{1599000} = \frac{154440000}{1599000} = 96.6 \text{N/mm}^2$$

Відносна гнучкість

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{96.6}} = 0.50$$

$$k_{crit} = 1$$

$$k_{rel,m} \cdot f_{m,d} = 17.28 \text{N/mm}^2$$

Перевірка:

$$\sigma_{m,d} = 3.07 \leq 17.28$$

Стійкість забезпечена

Перевірка на зсув

$$V_d \approx \frac{M}{l} = \frac{6.9 \cdot 10^6}{5330} = 1295 N$$

Напруження зсуву:

$$\tau_{v,d} = \frac{3V_d}{2A}$$
$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 1295}{2 \cdot 45000} = 0.043 N/mm^2$$

Розрахунковий опір:

$$k_{cr} \cdot f_{v,d} = 0.67 \cdot 1.58 = 1.06 N/mm^2$$

Перевірка:

$$0.043 \leq 1.06$$

Умова виконується

2.2.5 Розрахунок кріплення балки до колони на конекторі

Розроблені типологічні ряди вище зазначених конекторів дають можливість підібрати необхідного типу конектор з умови діючого навантаження у вузловому з'єднанні та габаритів, при цьому враховуючи необхідну кількість гвинтів та соотв. отворів для забезпечення міцності з'єднання. Серед аналогових рішень слід згадати конектор у вигляді рейки або її частин для з'єднання балок та панелей каркасів будівель, як показано на рис. 2.2.9, де частини коннектору у відповідь є однаковими, що спрощує його практичне використання в вузлових рішеннях різного типу.

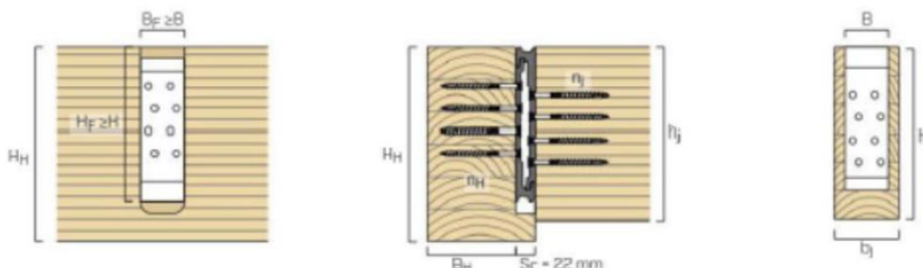


Рисунок 2.2.9 Прихований конектор типу Lock T (Rothoblaas) для балкових та панельних конструкцій каркасів будівель.

Перевірка міцності конектора конічного типу UV-T (Rothoblaas) у поєднанні головної та другорядної балок покриття

Для з'єднання основної балки перерізом 120*600мм і другорядної балки перерізом 100*300мм використовується алюмінієвий конектор типу UVT60215 шириною 60мм, висотою 215мм. Розрахункове значення рівномірно розподіленого навантаження на другорядну балку 5кН/м. проліт другорядної балки 4м.

Рівномірно розподілене навантаження: $q_d=5$ кН/м

Проліт другорядної балки: $l=4$ м

Перерізи:

- Основна балка: 120×600 мм
- Другорядна балка: 100×300 мм

Конектор: **UVT60215**

$b=60$ мм, $h=215$ мм

Додаткові зусилля:

$M=0.69$ т/м $N=54$ т $Q=0.25$ т

Максимальний вигинальний момент

$$M = \frac{ql^2}{8}$$

$$M_d = \frac{5 \cdot 4^2}{8} = \frac{5 \cdot 16}{8} = 10 \text{ кН}$$

Поперечна сила на опорі

$$V_d = \frac{q_d \cdot l}{2} = \frac{5 \cdot 4}{2} = 10 \text{ кН}$$

Геометричні характеристики другорядної балки

Площа перерізу:

$$A = b \cdot h = 100 \cdot 300 = 30000 \text{ мм}^2 = 3.0 \cdot 10^4 \text{ мм}^2$$

Момент опору:

$$W = \frac{bh^2}{6}$$

$$W = \frac{100 \cdot 300^2}{6} = \frac{100 \cdot 90000}{6} = 1.5 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

Перевірка міцності другорядної балки

$$\sigma = \frac{M_d}{W} = \frac{10 \cdot 10^6}{1.5 \cdot 10^6} = 6.67 \text{ МПа}$$

Приймаємо розрахунковий опір деревини $f_{m,d} = 12 \text{ МПа}$

$$\frac{\sigma}{f_{m,d}} = \frac{6.67}{12} = 0.56 < 1.0$$

Умова міцності виконується

Перевірка з'єднання

$$\frac{V_d}{R_d} = \frac{10}{44} = 0.23 < 1.0$$

Міцність з'єднання забезпечена

2.2.6. Розрахунок посилення балки на опорі

Балку з класної деревини класу міцності G126h необхідно посилити в опорній зоні гвинтами, де виникають значні деформації стиснення деревини упоперек волокон. Для цього приймаються гвинти Rothoblaas тип VGZ9*300, див. Додаток 1, де $d = 9 \text{ мм}$, $d_5 = 6.5 \text{ мм}$, $f_{rens} = 25400 \text{ Н}$, $f_{ys} = 1000 \text{ Н/мм}^2$, $l = 300 \text{ мм}$. Клас експлуатації 1, клас тривалості застосування навантаження постійна. Розрахункове значення навантаження, що діє на опорі $V_d = 125 \text{ кН}$. Ширина поперечного перерізу колони та балки $b = 140 \text{ мм}$, висота поперечного перерізу колони $h = 330 \text{ мм}$.

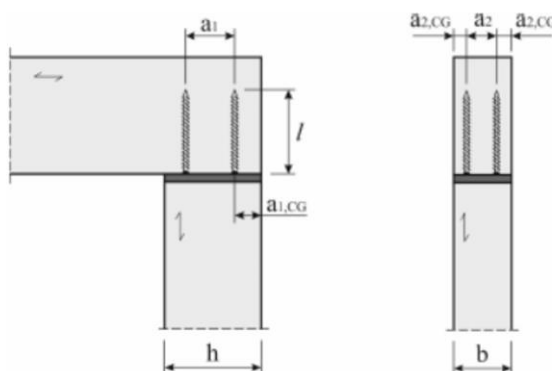


Рисунок 2.2.10 Схема балки на опорі

Розрахункове значення міцності деревини балки при стисканні поперек волокон:

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \frac{f_{c,90,d}}{\gamma_m} = 0,6 \frac{2,5}{1,25} = \frac{1,2H}{mm^2}$$

Напруги стиснення поперек волокон

$$Q_{c,90,d} = \frac{V_{ed}}{b \cdot (h_{ef} = 30)} = \frac{125000N}{140 \cdot (330 + 30)} = \frac{2,48H}{mm^2}$$

Перевірка міцності

$$\frac{Q_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} = \frac{2,48}{1,75 \cdot 1,2} = 1,18 > 1$$

Навантаження на опорі на 18% вище міцності на стиск упоперек волокон. Потрібно виконання посилення.

Перевірка розташування гвинтів, при d 8мм розташування приймається як для болтів:

	Положення при a=0	Мін. При d=9мм	Прийняте розташування
A1	5*d	45	230мм
A2	5*d	45	50мм
A1,OG	5*d	45	50мм
A2,OG	3*d	27	45мм

Прийміть розташування

$$L_{cf}=l-d=300-9-291 \text{ мм}$$

Характеристичне значення міцності гвинта на продавлювання або висмикування:

$$f_{ax,k} = 0,52 \cdot d^{-0,5} \cdot l_{ef}^{-0,1} \cdot \rho_k^{0,8} = 0,52 \cdot 9^{-0,5} \cdot 291^{-0,1} \cdot 405^{0,8} = \frac{108,4H}{mm^2}$$

Несуча здатність гвинта

$$F_{Rk} = f_k \cdot d \cdot l_{ef} = 108,4 \cdot 9 \cdot 291 = 283900H$$

$$F_{Rd} = \frac{0,6 \cdot 283900N}{1,25} = 136272H$$

Пружна основа для гвинта або гвинтової шпильки

$$C_h = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k = \left(\frac{a}{180^\circ} + 0,5 \right) = (0,19 + 0,012 \cdot 9) \cdot 405 = 120,7$$

Другий момент інерції

$$I_s = \frac{\pi}{64} \cdot d_s^4 = \frac{\pi}{64} \cdot 6,5^4 = 87,6 mm^4$$

Характеристичне значення навантаження при втраті стійкості для ідеально пружної поведінки гвинта

$$N_{ki,k} = \sqrt{C_h} \cdot E_s \cdot I_s = \sqrt{120,7 \cdot 210000 \cdot 87,6} = 47121H$$

Характеристичне значення несучої здатності гвинта при навантаженні його осі при обліку пластичної роботи діаметра осі гвинта

$$N_{\rho i,k} = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot f_{y,k} = 3,14 \cdot \frac{6,5^2}{4} \cdot 1000 = 33166,3H$$

$$\lambda_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}} = \sqrt{\frac{33166,3}{47121}} = 0,84$$

$$k = 0,5 \left[1 + 0,49 \cdot (\lambda_k - 0,2) + \lambda_k^2 \right] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,84 - 0,2) + 0,84^2] = 2,03$$

Коефіцієнт стійкості гвинта

$$K_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_k^2}} = \frac{1}{2,03 + \sqrt{2,03^2 - 0,84^2}} = 0,26$$

Розрахункове значення міцності гвинтів з урахуванням втрати стійкості

$$F_{ki,Rd} = \frac{K_c \cdot N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = \frac{0,26 \cdot 33166,3}{1,2} = 7186H$$

Ефективна довжина деревини балки навантаженої поперек волокон

$$l_{ef,1} = h + 30mm = 330 + 30 = 360mm$$

Ефективна довжина розподілу напруги $l_{ef,2}$ стиснення вздовж волокон для посилення крайових опор

$$l_{ef,2} = l_{ef} + (n_0 - 1) \cdot a_1 = (2 \cdot 291 + (2 - 1) \cdot 230) = 812 \text{ mm}$$

Розрахункове значення несучої здатності балки на опорі з урахуванням посилення

$$F_{90,Rd} = \min \left\{ \frac{k_{c,90} \cdot B \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,d} + n \cdot \min(F_{ax,Rd}; F_{ki,Rd})}{B \cdot l_{ef,2} \cdot f_{c,90,d}} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \frac{1,75 \cdot 140 \cdot 360 \cdot 1,2 + 4 \cdot \min(13672 \text{ N}; 7186)}{140 \cdot 812 \cdot 1,2} \right\} = \min \left\{ \frac{134584 \text{ H}}{13646 \text{ H}} \right\} = 134584 \text{ H}$$

Перевірка міцності посиленої частини балки на опорі

$$\frac{V_{ed}}{F_{90,Rd}} = \frac{125000}{134584} = 0.93 < 1$$

РОЗДІЛ 3
ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО
ВИРОБНИЦТВА

3.1 Технологія та машини для виконання земляних робіт

Геометричні розміри дна котловану – по цифрових осях:

$$a_{\phi} = 16,4 \text{ м.}$$

$l_{т,з}$ – технічний зазор (0,7 м)

$$a = a_{\phi} + l_{т,з} = 16,4 + 2 \cdot 0,7 = 17,8 \text{ м}$$

Геометричні розміри дна котловану – по літерних осях:

$$b_{\phi} = 13,6 \text{ м.}$$

$$b = b_{\phi} + l_{т,з} = 13,6 + 2 \cdot 0,7 = 15,0 \text{ м}$$

Розміри котловану у його верхній частині з урахуванням глибини котловану:

$$A = a + 2 \cdot m \cdot h_k = 17,8 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 18,3 \text{ м}$$

$$B = b + 2 \cdot m \cdot h_k = 15,0 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 15,5 \text{ м}$$

де A і B – довжина і ширина котловану у верхній частині, м; a і b – довжина і ширина котловану по дну, м; h_k – глибина котловану, м.

Об'єм котловану:

$$V_k \frac{h_k}{6} [(2A + a)B + (2a + A)b]$$

$$V_k \frac{h_k}{6} [(2 \cdot 18,3 + 17,8) \cdot 15,5 + (2 \cdot 17,8 + 18,3) \cdot 15,0] = 1652$$

Обсяг робіт для зрізання шару ґрунту:

$$S_{\text{зріз.ґрунт}} = A \cdot B = 18,3 \cdot 15,5 = 283,7 \text{ м}^2 \quad (3.6)$$

Обсяг робіт для ручної доробки ґрунту.

Розрахуємо обсяг ґрунту у в'їзній траншеї:

Коефіцієнт закладання дна траншеї: $m' = 10$

$$V_{\text{в.тр}} \frac{h_k^2}{6} (3d + 2mh_k \frac{m' - m}{m'} (m' - m))$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{0,5^2}{6} \left(3 \cdot 6 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{10 - 0,5}{10} \right) (10 - 0,5)$$

$$V_{\text{тр}} = 7,3 \text{ м}^3$$

Загальний об'єм ґрунту

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{к}} + V_{\text{в.тр.}} = 137.6 + 7.3 = 144.9 \text{ м}^3$$

Ґрунт розробляємо бульдозером. Максимальна глибина розробки ґрунту бульдозером 0,6 м. Заглиблення відвалу бульдозера 10-15 см, тоді кількість прохідок бульдозером по одному й тому ж сліду буде 3.

$$V = V_{\text{заг}} \cdot 3 = 144.9 \cdot 3 = 434.7 \text{ м}^3$$

Назва робіт	Обґрунтування	Од . ви м.	Об сяг	Но рма лю д.- год	Но рма ма ш.- год	Трудомі сткість	Машиноє мність	Ск лад ки	К - т ь	Змін ність	Д ні
Зрізка рослинного шару	E2-1-5	10 00 м ²	0,2 84	0,7 8	0,8 4	0,22	0,24	Ма ш. 6 розр.	1	1	1
Розробка ґрунту бульдозером	E2-1-21	10 0 м ³	4,3 5	1,2 5	0,5 5	5,44	2,39	Ма ш. 6 розр.	1	1	2
Зачистка дна котловану	E2-1-36	10 00 м ²	0,5 34	0,4 9	0,4 9	0,26	0,26	Ма ш. 5 розр.	1	1	1
Ручна доробка ґрунту	E2-1-60	10 0 м ³	0,0 73	4,6	-	0,34	-	Зе мл. 3 розр.	2	1	1

Таблиця 3.1 – Графік виконання земляних робіт

3.2 Технологія потокового зведення монолітної фундаментної плити

Обсяги робіт:

- установлення опалубки (площа поверхні опалубки)

$$S_{\text{оп}} = P \cdot h = 2(a + b) \cdot \delta$$

$$S_{\text{оп}} = Ph = 2(16.4 + 13.6) \cdot 0,3 = 18 \text{ м}^2$$

- установлення арматури: обсяг бетону для укладання

$$V_{\text{б}} = Sh = 16.4 \cdot 13.6 \cdot 0.3 = 66.9 \text{ м}^3$$

витрати арматури

$$A = \rho_a V_6 = 30 \cdot 66.9 = 2007 \text{ кг}$$

- зняття опалубки:

$$S_{оп} = 18 \text{ м}^2$$

Приймаємо безперервне бетонування фундаментної плити.

Укладання бетонної суміші в опалубку фундаментної плити здійснюється бетононасосом.

Інтенсивність укладання бетонної суміші:

$$I_y = S\delta/t_{п.ч} = 223 \cdot 0,3/1,5 = 44.6 \text{ м}^3/\text{год}$$

де: $S = 6.4 \cdot 13.6 = 223.0 \text{ (м}^2\text{)}$ – площа; $\delta = 0,3 \text{ (м)}$ – товщина шару бетонної суміші;
 $t_{п.ч} = 1,5 \text{ год}$ – максимально припустимий проміжок часу до перекриття раніше укладеної бетонної суміші.

Обираємо бетононасос фірми «Путцмайстер» BSA 1004 E з паспортною продуктивністю $44 \text{ м}^3/\text{год}$.

Його експлуатаційна продуктивність складає:

$$Q = 44 \cdot 0,6 = 26,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

де $0,6$ – знижувальний коефіцієнт.

3.3 Вибір основного монтажного механізму

Визначення монтажно́ї маси

Монтажна маса обчислюється а формулою:

$$Q_m = Q_b + Q_{стр}$$

де Q_b - вага балки

$Q_{стр}$ - вага стропуючих засобів

$$Q_m = 0.47 + 0.13 = 0.60 \text{ т}$$

Визначення монтажно́ї висоти. Монтажна висота обчислюється за формулою:

$$H_m = h_3 + h_e + h_t + h_c$$

де h_3 - запас по висоті = 0.5 h_e - висота проектного положення елемента 5.4 м h_c -

висота траверси = 1.5 м

$$H_M = 0.5 + 5.4 + 1.0 + 1.5 = 8.4 \text{ м}$$

Визначення монтажного вильоту стріли крана.

Монтажний виліт стріли визначається з умов мінімального наближення до місця установки (опори) конструкції і залежить від кількості монтуємих елементів з однієї стоянки.

Тому допустима відстань по горизонталі від основи відкосу до найближчих опор кранів не лімітується. Тоді мінімальний монтажний виліт

стріли крана $L_M^{\min}$, може бути визначений за формулою:

$$L_M^{\min} l_u + \frac{(b+e+c) \cdot (H+l_u)}{h_n+h_c}$$

L_u - відстань від осі обертання до осі закріплення стріли, 1.5м;

b - відстань по горизонталі від грані конструкції, що монтується, оберненої до крана, до вертикальної осі вантажного гака, 3.0м;

e - половина товщини конструкції стріли крана нарівні ймовірного торкання з раніш змонтованими конструкціями або підіймаємим елементом 0.5м

c - мінімальний зазор між конструкцією стріли крана і змонтованими конструкціями будівлі або елементу, що монтується 0.5м;

h_u - висота кріплення стріли над рівнем стоянки крана, 1.5м.

$$L_M^{\min} = 1.5 + \frac{(3 + 0.5 + 0.5)(5.4 + 1.5)}{2.0 + 2.0} = 8.4 \text{ м}$$

максимальний виліт стріли крана визначається в залежності від схеми монтажу, кількості монтуємих елементів з однієї стоянки крана.

$$L_M^{\max} = \sqrt{L_M^{\min^2} + \left(\frac{B_{\text{пр}} - d}{2}\right)^2}$$

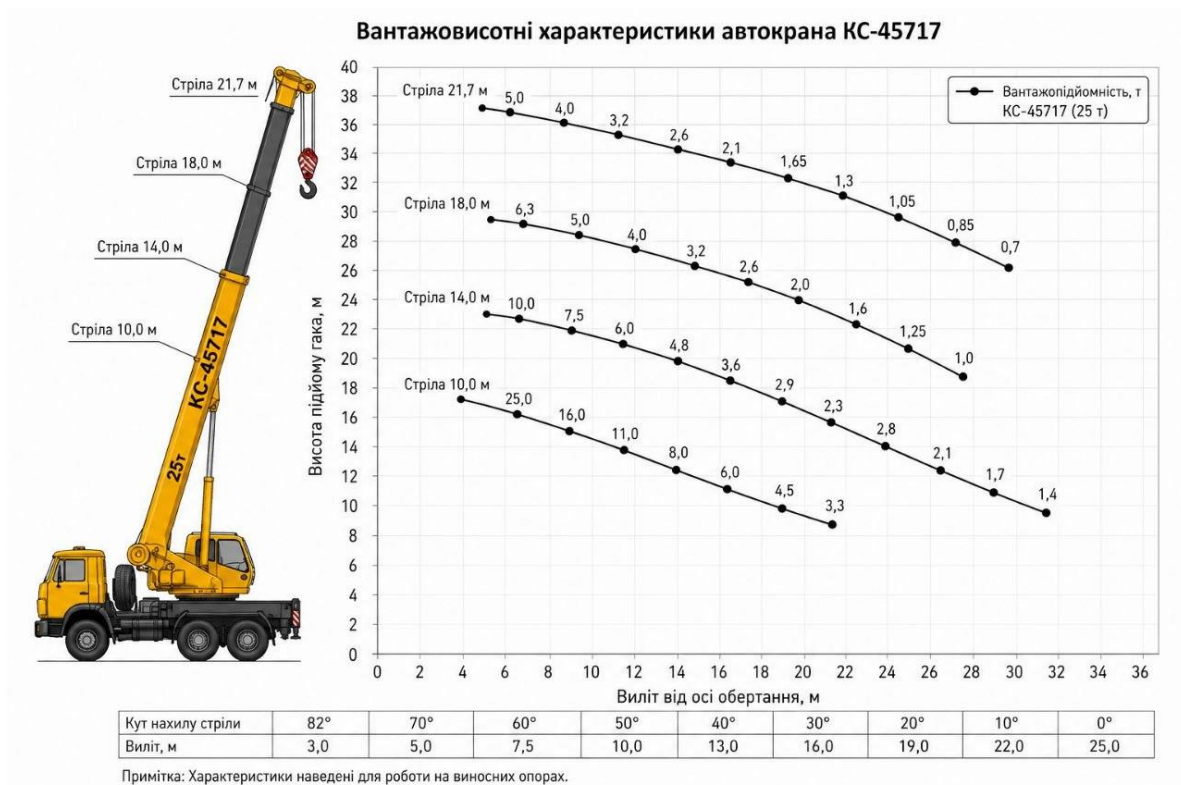


Рисунок 3.2 – Вантажні і висотні характеристики автокрана Транспортуючий засіб для CLT панелей

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Нормативною базою для розроблення заходів з охорони праці є Конституція України, Закон України «Про охорону праці», Кодекс законів про працю України, а також державні будівельні норми та галузеві стандарти, що регламентують безпеку у будівництві. При виконанні робіт враховуються вимоги ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», а також нормативні документи щодо експлуатації вантажопідіймальних механізмів та виконання робіт на висоті [1].

Об'єктом проектування є громадська будівля з несучим каркасом із клеєної деревини та застосуванням CLT-панелей у конструкції покриття. Особливістю будівництва є монтаж великорозмірних дерев'яних елементів, колон і балок за допомогою автомобільного крана КС-45717. Під час виконання монтажних робіт виникають потенційно небезпечні фактори, пов'язані з переміщенням вантажів, роботою на висоті, використанням електроінструменту та перебуванням працівників у зоні дії вантажопідіймальної техніки [3].

Для забезпечення безпеки на будівельному майданчику передбачено організацію небезпечних зон роботи крана з установленням попереджувальних знаків та тимчасових огорожень. Складування клеєних дерев'яних конструкцій і CLT-панелей виконується на спеціально підготовлених майданчиках із забезпеченням стійкого положення елементів та можливості безпечного стропування під час монтажу.

До виконання будівельно-монтажних робіт допускаються працівники, які пройшли відповідне навчання, медичний огляд та інструктажі з охорони праці. Працівники, що виконують монтаж конструкцій та роботи із застосуванням вантажопідіймальних механізмів, повинні мати відповідну кваліфікацію та посвідчення на право виконання таких робіт. Особлива увага приділяється дотриманню правил безпечного виконання робіт на висоті та контролю технічного стану монтажного обладнання [3].

Працівники забезпечуються необхідними засобами індивідуального захисту залежно від характеру виконуваних робіт. Під час монтажу конструкцій використовуються захисні каски, спецодяг, сигнальні жилети, монтажні пояси, захисне взуття та рукавиці. Для виконання робіт на висоті застосовуються страхувальні системи та засоби запобігання падінню [3].

Окрема увага приділяється питанням пожежної безпеки, оскільки основні конструкції будівлі виготовлені з деревини. На будівельному майданчику передбачено забезпечення первинними засобами пожежогасіння, контроль за станом електромереж і електрообладнання, а також дотримання вимог безпечного

поводження з легкозаймистими матеріалами. Працівники проходять інструктаж щодо дій у разі виникнення пожежі або аварійної ситуації.

Запропоновані організаційно-технічні заходи з охорони праці забезпечують безпечне виконання будівельно-монтажних робіт, зниження ризику виробничого травматизму та створення належних умов праці під час будівництва одноповерхової громадської будівлі з клеєної деревини [5].

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Під час будівництва одноповерхової громадської будівлі з клеєної деревини виконуються земляні, бетонні, монтажні, покрівельні та оздоблювальні роботи, які супроводжуються впливом небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Особливості зведення будівлі із застосуванням клеєних дерев'яних конструкцій та CLT-панелей потребують підвищеної уваги до питань безпеки праці на всіх етапах будівництва [4].

До основних небезпечних факторів належать роботи із застосуванням вантажопідіймальної техніки, монтаж великогабаритних дерев'яних елементів, переміщення вантажів у межах будівельного майданчика, а також виконання робіт на висоті. Монтаж колон, балок і покрівельних елементів здійснюється за допомогою автомобільного крана КС-45717, що створює небезпеку падіння вантажів, травмування працівників у зоні роботи крана та виникнення аварійних ситуацій при неправильному стропуванні конструкцій [5].

Під час монтажу CLT-панелей та елементів покриття працівники виконують роботи на висоті із застосуванням монтажних платформ, драбин та підмостей. Основними ризиками в даному випадку є падіння працівників, втрата стійкості тимчасових конструкцій або падіння інструментів та матеріалів із висоти. Для запобігання нещасним випадкам працівники повинні використовувати страхувальні системи та дотримуватись вимог безпечного виконання висотних робіт [4].

Небезпеку також становить використання електроінструменту, тимчасових електромереж та електрообладнання будівельного майданчика. Пошкодження кабелів, несправність обладнання або порушення правил експлуатації можуть призвести до ураження електричним струмом [4,5]. У зв'язку з цим на об'єкті передбачається регулярний контроль технічного стану електрообладнання та перевірка справності захисного заземлення.

Під час бетонування фундаментів працівники контактують із цементними сумішами та будівельними розчинами, що можуть негативно впливати на шкіру, очі

та органи дихання . Крім того, у процесі різання та механічної обробки дерев'яних елементів утворюється пил, який погіршує умови праці та може викликати подразнення органів дихання. Для зменшення впливу пилу використовуються засоби індивідуального захисту та забезпечується провітрювання робочих зон.

Під час роботи будівельної техніки та механізмів виникають підвищені рівні шуму та вібрації, які негативно впливають на працездатність працівників. Додатковими несприятливими чинниками є фізичне навантаження, нервово-емоційне напруження під час виконання відповідальних монтажних операцій, а також вплив погодних умов, особливо при роботі у холодний період року або під час атмосферних опадів [4].

Оскільки основні конструкції будівлі виготовлені з деревини, значна увага приділяється забезпеченню пожежної безпеки на будівельному майданчику. Джерелами потенційної пожежної небезпеки можуть бути несправне електрообладнання, порушення правил проведення вогневих робіт або необережне поводження з відкритим вогнем [4]. Для запобігання пожежам майданчик забезпечується первинними засобами пожежогасіння, а працівники проходять відповідний інструктаж щодо дій у разі виникнення надзвичайної ситуації .

З метою зменшення виробничих ризиків на будівельному майданчику передбачено організацію безпечних проходів і проїздів, огороження небезпечних зон, застосування засобів індивідуального захисту, а також систематичний контроль за дотриманням вимог охорони праці. Окрема увага приділяється технічному стану монтажного обладнання, вантажозахоплювальних пристроїв та тимчасових конструкцій [5].

Проведений аналіз умов праці дозволяє визначити основні небезпечні та шкідливі фактори, характерні для будівництва громадської будівлі з клеєної деревини, а також розробити комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпечного виконання будівельно-монтажних робіт і зниження ризику виробничого травматизму [4,5].

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Під час виконання будівельно-монтажних робіт при зведенні одноповерхової громадської будівлі з клеєної деревини існує ймовірність виникнення небезпечних виробничих ситуацій, що можуть призвести до травмування працівників, пошкодження конструкцій або виникнення аварійних ситуацій на будівельному майданчику. У зв'язку з цим важливим етапом розділу з охорони праці є проведення

аналізу можливих ризиків та визначення комплексу заходів, спрямованих на їх попередження і мінімізацію [4,5].

Оцінювання ризиків виконується з урахуванням особливостей конструктивної схеми будівлі, технології виконання монтажних процесів, застосування вантажопідіймальної техніки та умов праці на будівельному майданчику. Аналіз потенційних небезпек дозволяє визначити найбільш небезпечні виробничі фактори та розробити заходи для забезпечення безпечного виконання робіт [4,5].

Під час будівництва об'єкта виконуються земляні роботи, бетонування фундаментів, монтаж колон і балок із клеєної деревини, улаштування покриття з CLT-панелей, а також покрівельні та оздоблювальні роботи. Значна частина монтажних операцій здійснюється із застосуванням автомобільного крана КС-45717, що створює підвищену небезпеку для працівників у зоні роботи вантажопідіймального механізму [4].

Одним із найбільш відповідальних процесів є монтаж великорозмірних дерев'яних конструкцій та елементів покриття. Під час виконання цих робіт існує ризик падіння вантажів, зміщення конструкцій, обриву стропувальних пристроїв або неправильного закріплення елементів під час підйому. Небезпечними факторами також є перебування працівників у зоні переміщення вантажів та можливе порушення стійкості монтажних елементів [4]. Для запобігання аварійним ситуаціям необхідно дотримуватися технологічної послідовності монтажу, використовувати справні вантажозахоплювальні пристрої та здійснювати постійний контроль за станом техніки [5].

Підвищений рівень небезпеки мають роботи, що виконуються на висоті під час монтажу балок, покрівельних конструкцій та CLT-панелей. Основними ризиками є падіння працівників, інструменту або окремих елементів конструкцій. Для забезпечення безпечних умов праці застосовуються страхувальні системи, монтажні пояси, захисні каски та спеціальне взуття з неслизькою підошвою [4]. Монтажні роботи виконуються лише з використанням справних риштувань, платформ і тимчасових конструкцій.

Під час бетонування фундаментів працівники контактують із цементними сумішами та хімічними компонентами, що можуть негативно впливати на шкіру та органи дихання. Додаткову небезпеку створює можливість падіння у котлован або травмування під час роботи з бетонозмішувальним обладнанням. Для зниження ризику травматизму необхідно використовувати засоби індивідуального захисту та забезпечувати належну організацію робочих місць [4].

Під час експлуатації електроінструменту та тимчасових електромереж виникає ризик ураження електричним струмом. Причинами можуть бути пошкодження ізоляції кабелів, несправність обладнання або недотримання правил експлуатації

електроустановок. Для попередження електротравматизму на будівельному майданчику проводиться регулярна перевірка технічного стану електрообладнання та справності заземлення [2].

Додатковими шкідливими факторами є шум і вібрація, що виникають під час роботи будівельної техніки, вантажопідіймальних механізмів та електроінструменту. Тривалий вплив шуму може призводити до зниження працездатності працівників та погіршення умов праці. Для зменшення негативного впливу використовуються засоби захисту органів слуху та встановлюються регламентовані режими праці й відпочинку [4,5].

Особливу увагу необхідно приділяти питанням пожежної безпеки, оскільки основні конструктивні елементи будівлі виконані з деревини. Причинами виникнення пожежі можуть бути несправне електрообладнання, порушення правил виконання вогневих робіт або необережне поводження з відкритим вогнем. Будівельний майданчик забезпечується первинними засобами пожежогасіння, а працівники проходять інструктажі з пожежної безпеки та ознайомлюються з порядком дій у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Під час виконання будівельних робіт необхідно також враховувати психофізіологічні фактори, серед яких фізичне навантаження, втома, нервово-емоційне напруження та вплив несприятливих погодних умов. Особливо небезпечними є монтажні роботи під час сильного вітру, атмосферних опадів або ожеледиці, які можуть погіршувати умови праці та підвищувати ризик нещасних випадків [4].

Для визначення ступеня небезпеки виробничих факторів застосовується метод оцінювання ризиків за допомогою матриці ризиків, яка дозволяє врахувати ймовірність виникнення небезпечної ситуації та тяжкість можливих наслідків. Проведений аналіз ризиків дає можливість своєчасно впровадити необхідні організаційні та технічні заходи щодо забезпечення безпечних умов праці під час будівництва громадської будівлі з клеєної деревини [4,5].

Матриця оцінювання ризиків

Ймовірність виникнення події	Рівень тяжкості наслідків			
	I. Незначний	II. Помірний	III. Серйозний	IV. Катастрофічний
1. Дуже висока	1.1	1.2	1.3	1.4
2. Висока	2.1	2.2	2.3	2.4
3. Середня	3.1	3.2	3.3	3.4
4. Низька	4.1	4.2	4.3	4.4
5. Дуже низька	5.1	5.2	5.3	5.4

Рівень ризику	Діапазон індексів	Характеристика ризику та необхідні дії
ВИСОКИЙ	1.3 – 1.4, 2.3 – 2.4, 3.4	Неприйнятний рівень ризику. Роботи забороняються до усунення небезпеки.
СУТТЄВИЙ	1.2 – 1.3, 2.2 – 2.3, 3.2 – 3.3, 4.4	Допустимий з обмеженнями. Потрібні додаткові заходи для зниження ризику.
ПОМІРНИЙ	1.1, 2.1, 3.1, 4.2 – 4.3, 5.3	Допустимий рівень ризику. Рекомендовано проведення профілактичних заходів.
НИЗЬКИЙ	4.1, 5.1 – 5.2	Прийнятний рівень ризику. Контроль та підтримання існуючих заходів безпеки.

Рисунок 4.1 Матриця оцінювання ризиків

Для створення безпечних умов праці під час будівництва одноповерхової громадської будівлі з клеєної деревини на будівельному майданчику передбачається впровадження комплексу організаційних та технічних заходів, спрямованих на зниження рівня виробничих ризиків і попередження нещасних випадків. Особлива увага приділяється безпеці під час монтажу дерев'яних конструкцій, виконання робіт на висоті та експлуатації вантажопідіймальної техніки.

Для забезпечення безпечного виконання будівельно-монтажних робіт передбачається:

1. огороження зон роботи автомобільного крана КС-45717 та встановлення попереджувальних знаків безпеки;
2. здійснення постійного контролю технічного стану будівельних машин, механізмів та монтажного обладнання;
3. перевірка справності стропувальних пристроїв, траверс, канатів і вантажозахоплювальних елементів перед початком монтажних робіт;
4. проведення вступних, первинних, повторних та позапланових інструктажів з охорони праці;
5. забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт;
6. дотримання технологічної послідовності монтажу колон, балок та CLT-панелей;

7. організація безпечних проходів, під'їздів та зон складування конструкцій на будівельному майданчику;
8. постійний контроль за виконанням працівниками вимог нормативних документів з охорони праці та пожежної безпеки;
9. застосування страхувальних систем під час виконання робіт на висоті;
10. обмеження доступу сторонніх осіб до небезпечних зон проведення монтажних робіт;
11. контроль технічного стану тимчасових електромереж та електроінструменту;
12. забезпечення будівельного майданчика первинними засобами пожежогасіння та аварійного реагування.

Проведений аналіз виробничих ризиків дозволяє своєчасно визначити потенційно небезпечні фактори, характерні для будівництва громадської будівлі з клеєної деревини, оцінити ступінь їх впливу на працівників та розробити ефективні організаційно-технічні заходи щодо забезпечення безпечного виконання будівельно-монтажних робіт.

4.4 Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування

Для забезпечення безпечних та нормативних умов праці під час будівництва одноповерхової громадської будівлі з клеєної деревини передбачається впровадження комплексу організаційних, технічних і планувальних заходів, спрямованих на запобігання виробничому травматизму, мінімізацію впливу небезпечних факторів та створення безпечного виробничого середовища на будівельному майданчику. Особливості монтажу конструкцій із клеєної деревини та CLT-панелей потребують підвищеного контролю за дотриманням вимог охорони праці на всіх етапах будівництва [4].

Важливу роль у забезпеченні безпеки виконання робіт відіграють організаційні заходи. До початку будівництва розробляється проєкт виконання робіт, у якому визначається технологічна послідовність монтажу конструкцій, схема організації будівельного майданчика, місця розташування будівельної техніки, зон складування матеріалів та маршрути переміщення транспорту і працівників. Усі будівельно-монтажні роботи виконуються відповідно до затверджених технологічних карт, вимог державних будівельних норм та нормативних документів з охорони праці [1].

На будівельному майданчику призначаються відповідальні особи за безпечне виконання робіт, технічний стан вантажопідіймальних механізмів, електрогосподарство та пожежну безпеку. Перед початком робіт працівники

проходять вступний та первинний інструктажі з охорони праці, а в процесі будівництва — повторні та позапланові інструктажі. Працівники, які залучаються до виконання робіт підвищеної небезпеки, проходять спеціальне навчання та перевірку знань з питань безпеки праці [4,5].

Особлива увага приділяється підготовці монтажників дерев'яних конструкцій та машиністів автомобільного крана КС-45717. До монтажу колон, балок та CLT-панелей допускаються лише працівники, які мають відповідну кваліфікацію, пройшли медичний огляд і не мають протипоказань до виконання робіт на висоті. Працівники повинні бути ознайомлені зі схемами стропування конструкцій, правилами подачі сигналів під час роботи крана та порядком дій у разі виникнення аварійної ситуації [1,4].

Планувальна організація будівельного майданчика повинна забезпечувати безпечне та раціональне розміщення всіх функціональних зон. На території майданчика передбачаються окремі зони для виконання монтажних робіт, роботи вантажопідіймального крана, складування дерев'яних конструкцій і CLT-панелей, транспортних проїздів, тимчасових побутових приміщень та зберігання інструменту й матеріалів. Таке зонування дозволяє мінімізувати перетин потоків техніки та працівників, що значно знижує ризик виникнення нещасних випадків [1,4].

Територія будівельного майданчика огорожується відповідно до вимог нормативних документів та обладнується попереджувальними знаками безпеки. На в'їздах встановлюються інформаційні щити з планом організації будівництва, схемами евакуації та контактними даними відповідальних осіб [2]. Небезпечні зони роботи крана та монтажу конструкцій позначаються сигнальними стрічками або інвентарними огороженнями [1].

Одним із основних технічних заходів є забезпечення справного технічного стану будівельної техніки та монтажного обладнання. Перед початком монтажних робіт проводиться огляд автомобільного крана КС-45717, перевіряється справність гідравлічної системи, стропувальних пристроїв, траверс, гальмівних механізмів та вантажозахоплювальних елементів. Усі вантажопідіймальні пристрої повинні мати маркування та проходити періодичні технічні випробування [1,4].

Під час монтажу дерев'яних конструкцій необхідно забезпечити стійке положення крана та рівномірний розподіл навантаження на ґрунтову основу. Забороняється виконання монтажу при сильному вітрі, ожеледиці, густому тумані або недостатньому освітленні робочої зони. У межах небезпечної зони роботи вантажопідіймального механізму забороняється перебування сторонніх осіб.

Особливе значення мають заходи безпеки під час виконання робіт на висоті. Для монтажу елементів покриття та верхніх частин каркаса застосовуються інвентарні риштування, монтажні платформи та підмости [1]. Робочі настили

повинні бути міцними, обладнаними захисними огороженнями та мати неслизьке покриття. Працівники зобов'язані використовувати страхувальні пояси, каски та інші засоби індивідуального захисту від падіння [1].

Для зниження ризику травматизму при переміщенні великогабаритних конструкцій застосовуються сучасні засоби механізації. Підйом і встановлення CLT-панелей та дерев'яних балок виконується виключно механізованим способом із використанням сертифікованих стропів, траверс та монтажних пристроїв. Ручне переміщення важких конструктивних елементів не допускається [4,5].

На будівельному майданчику передбачаються належні санітарно-побутові умови для працівників. Для персоналу облаштовуються тимчасові побутові приміщення для переодягання, відпочинку та приймання їжі. Працівники забезпечуються питною водою, аптечками першої допомоги та місцями для обігріву в холодний період року [4,5].

Для створення комфортних і безпечних умов праці забезпечується нормативний рівень освітлення робочих зон. При виконанні робіт у вечірній час або за недостатнього природного освітлення застосовуються тимчасові системи штучного освітлення. Освітлювальні прилади повинні бути захищені від механічних пошкоджень та атмосферного впливу [1].

З метою зниження негативного впливу шуму та вібрації використовується справна будівельна техніка та встановлюються регламентовані режими роботи машин і механізмів. Працівники, які працюють із шумним обладнанням, забезпечуються засобами захисту органів слуху [4].

Для забезпечення електробезпеки всі тимчасові електромережі виконуються із захисним заземленням та автоматичними вимикачами. Кабелі прокладаються таким чином, щоб виключити можливість їх пошкодження транспортом або будівельними матеріалами. Електрообладнання регулярно перевіряється відповідальними особами [4,5].

Окрема увага приділяється питанням пожежної безпеки, оскільки основні конструкції будівлі виготовлені з деревини. Будівельний майданчик забезпечується вогнегасниками, пожежними щитами, ящиками з піском та іншими первинними засобами пожежогасіння. У місцях складування дерев'яних конструкцій забороняється використання відкритого вогню та паління. Працівники проходять інструктажі щодо дій у разі виникнення пожежі або аварійної ситуації [4].

В умовах воєнного стану на будівельному майданчику додатково впроваджуються заходи цивільного захисту працівників. Визначаються маршрути евакуації, місця укриття та порядок дій під час сигналу «Повітряна тривога». Працівники повинні бути ознайомлені з місцем розташування найближчих захисних споруд та правилами евакуації.

Для підтримання належного рівня безпеки здійснюється постійний контроль за станом охорони праці на об'єкті. Регулярно проводяться перевірки технічного стану обладнання, дотримання технологічної дисципліни, використання засобів індивідуального захисту та виконання вимог нормативних документів. У разі виявлення небезпечних факторів або порушень вимог безпеки виконання робіт негайно припиняється до повного усунення недоліків [1].

Таким чином, впровадження комплексу організаційних, технічних та планувальних заходів дозволяє створити безпечні умови праці на будівельному майданчику, знизити рівень виробничого травматизму, забезпечити надійне виконання монтажних робіт та підвищити ефективність будівництва громадської будівлі з клеєної деревини [1,4,5].

4.5 Висновок

У розділі «Охорона праці» виконано аналіз нормативно-правових документів та вимог чинного законодавства України, що регламентують забезпечення безпечних умов праці у будівництві. Розглянуто основні положення щодо організації безпечного виконання будівельно-монтажних робіт під час зведення одноповерхової громадської будівлі з клеєної деревини та використанням CLT-панелей як основних конструктивних елементів.

У процесі виконання роботи було проведено аналіз умов праці на будівельному майданчику та визначено основні небезпечні й шкідливі виробничі фактори, які можуть виникати під час виконання земляних, бетонних, монтажних, покрівельних та оздоблювальних робіт. До найбільш небезпечних факторів віднесено виконання робіт на висоті, експлуатацію автомобільного крана КС-45717, переміщення великогабаритних дерев'яних конструкцій, ризик падіння елементів під час монтажу, можливість ураження електричним струмом, а також вплив шуму, вібрації та деревного пилу на працівників. Окрему увагу приділено питанням пожежної безпеки у зв'язку з використанням деревини як основного конструктивного матеріалу будівлі.

У ході дослідження виробничих ризиків проведено оцінювання потенційних небезпек, характерних для виконання будівельно-монтажних процесів. Визначено найбільш відповідальні та небезпечні етапи будівництва, пов'язані з монтажем колон, балок і CLT-панелей, а також виконанням робіт із застосуванням вантажопідіймальної техніки. На основі проведеного аналізу розроблено комплекс профілактичних заходів, спрямованих на попередження нещасних випадків, аварійних ситуацій та зниження рівня виробничого травматизму.

У розділі також опрацьовано організаційно-технічні та архітектурно-планувальні рішення, спрямовані на підвищення рівня безпеки праці на

будівельному майданчику. Передбачено раціональне зонування території будівництва, безпечне розміщення зон складування дерев'яних конструкцій і CLT-панелей, організацію транспортних проїздів та пішохідних маршрутів. Значна увага приділена забезпеченню безпечної експлуатації будівельної техніки, справності вантажозахоплювальних пристроїв та використанню працівниками засобів індивідуального захисту.

Окремо розглянуто заходи щодо забезпечення електробезпеки, пожежної безпеки та безпечного виконання робіт на висоті. Передбачено огороження небезпечних зон роботи крана, використання страхувальних систем під час монтажу конструкцій, забезпечення будівельного майданчика первинними засобами пожежогасіння та контроль технічного стану тимчасових електромереж і електрообладнання.

Крім того, у роботі враховано особливості організації безпечних умов праці в умовах воєнного стану. Для працівників передбачено порядок дій під час сигналу «Повітряна тривога», визначено маршрути евакуації та місця розташування найближчих захисних споруд.

Запропоновані заходи з охорони праці дозволяють забезпечити безпечне виконання будівельно-монтажних робіт під час будівництва громадської будівлі з клеєної деревини, знизити ризик виникнення виробничого травматизму, покращити умови праці працівників та підвищити загальний рівень безпеки на будівельному майданчику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074220455066862610
2. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» / https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074220455066862610
3. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0573-07?utm_source=chatgpt.com#Text
4. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник. – Львів : Афіша, 2014. – 376 с. [ztec.com.ua/ztec/e-lib/Охорона праці/підручник ООП Жидецький.pdf](https://ztec.com.ua/ztec/e-lib/Охорона_праці/підручник_ООП_Жидецький.pdf)
5. Березуцький В. В., Бондаренко Т. С. Охорона праці в будівництві : навчальний посібник. Харків: Факт, 2017. 412с.
<http://moodle.nati.org.ua/mod/resource/view.php?id=8900>
6. Закон України «Про охорону праці»/ (В редакції Закону N 229-IV від 21.11.2002, ВВР, 2003, N 2, ст.10)» / <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/269412#Text>
7. Постанова від 19.04.2022 № 474 «Про затвердження Порядку виконання робіт з демонтажу об'єктів, пошкоджених або зруйнованих внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів» / <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/474-2022-п#Text>
8. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 «Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт» / https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_2_8_43/5-1-0-1928
9. Конвенція № 62 «Про техніку безпеки в будівельній промисловості» / https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=66098
10. ДБН В.2.1-10-2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення / https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074244333172426323
11. ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи. Норми проектування" / https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3199621970136139233
12. 8. ДБН В.2.6-161:2017 "Дерев'яні конструкції. Основні положення" / https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3019775862733014032?doc_type=2
13. ДСТУ-Н Б В.2.6-217:2016 Настанова з проектування будівельних конструкцій з цільної і клеєної деревини / https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65764
14. Рекомендації по проектуванню структурних конструкцій. ЦНПСК ім. Кучеренко 1984 р. / <http://www.zodchii.ws/books/info-319.html>
15. ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять» https://education.profitteh.kiev.ua/pluginfile.php/267/mod_page/content/132/%D0%A1%D0%A2%D0%A3%202293_2014%20%D0%9E%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96.%

[20%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D0%B2%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%82%D1%8C.pdf](https://eurobud.ua/wp-content/uploads/2022/08/dbn-v.1.1-7-2016-pozhezhna-bezpeka-obyektiv-budivnycztva.pdf)

16. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»
<https://eurobud.ua/wp-content/uploads/2022/08/dbn-v.1.1-7-2016-pozhezhna-bezpeka-obyektiv-budivnycztva.pdf>

17. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд» https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3199634775304307868?doc_type=2

18. Шагінян В.М. «Технологія будівельного виробництва» (стр. 49)
<https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0051605.pdf>

19. ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення» https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3199650971919583106

20. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456

21. ДСТУ Б В.2.1-17:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25927

22. ДСТУ Б В.2.1-5-96 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=40043

23. ДСТУ Б Д.2.4-1:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1)
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50162