

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Будівництва, архітектури та дизайну

(повне найменування факультету)

Кафедра Будівельного виробництва та управління проектами

(повне найменування кафедри)

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему ПРОЄКТ МАЛОПОВЕРХОВА МОНОЛІТНА ЖИТЛОВА БУДІВЛЯ  
ДЛЯ ВЕТЕРАНІВ У М. СУМИ

(назва теми)

LOW-RISE MONOLITHIC RESIDENTIAL BUILDING FOR VETERANS IN THE  
CITY OF SUMY

Виконав: студент IV курсу, гр. БАД-112сп

Спеціальності 192 Будівництво та цивільна  
інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

ХЛЕПІТЬКО В.М.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник КУЛІК М.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент СКРЕБЦОВ А.А.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

Факультет Будівництва, архітектури та дизайну

Кафедра Будівельного виробництва та управління проектами

Ступінь вищої освіти перший (бакалавр)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Промислове та цивільне будівництво

(назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**В. о. завідувача кафедри БВУП**

**к.т.н., доцент Олексій НАЗАРЕНКО**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

Хлепiтько Владислав Маркович

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Малоповерхова монолітна житлова будівля для ветеранів у м. Суми. Low-rise monolithic residential building for veterans in the city of sumy

керівник проекту (роботи) к.т.н., доцент КУЛІК Михайло Валерійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту (роботи) рекомендована література, технічне завдання, інженерно-геологічні умови, навантаження та впливи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Архітектурно-будівельний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Організаційно-технологічний розділ. 4. Охорона праці та цивільна безпека

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів) Слайди презентації, графічний матеріал 7 аркушів А1 роздруковані на А3 з титульним аркушем та зброшуровані

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Архітектурно-будівельний розділ	КУЛІК М.В., доцент		
Розрахунково-конструктивний розділ	КУЛІК М.В., доцент		
Організаційно-технологічний розділ	КУЛІК М.В., доцент		
Охорона праці та цивільна безпека	КУЛІК М.В., доцент		
Нормоконтролер	КУЛІК М.В., доцент		

7. Дата видачі завдання «\_» \_\_\_\_\_ 2025 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Постановка завдань по проекту (роботі)	1 тиждень	Завдання
2	Розробка архітектурно-будівельних рішень	2-3 тижні	Розділ 1
3	Розробка розрахунково-конструктивної частини	4-5 тижні	Розділ 2
4	Прийняття організаційно-технологічних рішень	6 тиждень	Розділ 3
5	Розробка заходів з охорони праці та цивільної безпеки	7-8 тижні	Розділ 4
6	Оформлення пояснювальної записки та документації	9-10 тижні	
7	Оформлення графічної частини	11 тиждень	
8	Нормоконтроль та рецензування	12-13 тижні	
9	Перевірка та плагіат	14-15 тижні	
10	Захист роботи	16 тиждень	

Студент \_\_\_\_\_ Владислав ХЛЕПІТЬКО  
( підпис ) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи) \_\_\_\_\_ Михайло КУЛІК  
( підпис ) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра складається: 116 сторінок, 30 рисунків, 29 таблиць, 25 джерел.

Будівництво монолітних житлових будівель у місті Суми є актуальним з кількох вагомих причин, що зумовлені як соціально-економічними, так і архітектурно-будівельними факторами:

У місті Суми спостерігається стабільний попит на якісне, енергоефективне та доступне житло. Через внутрішню міграцію, урбанізацію та оновлення житлового фонду виникає потреба в новому житлі, особливо в малоповерхових будівлях, які поєднують комфорт проживання в індивідуальному будинку з перевагами багатоквартирного будівництва.

Монолітне будівництво має низку суттєвих переваг:

- Висока швидкість зведення;
- Можливість реалізації індивідуальних архітектурних рішень;
- Покращені теплоізоляційні характеристики;
- Міцність і довговічність конструкцій;
- Зниження витрат на експлуатацію та утримання будівель.

Триповерхові будинки забезпечують комфортне середовище проживання з меншим навантаженням на інфраструктуру (дороги, комунікації, соціальні об'єкти) порівняно з багатоповерховими будинками. Вони краще інтегруються в ландшафт міста та мають менший негативний вплив на довкілля.

У Сумах є багато територій, які потребують реконструкції або нового освоєння. Будівництво триповерхових монолітних будинків дозволяє ефективно використовувати такі ділянки, зберігаючи баланс між щільністю забудови й комфортом мешканців.

Соціальні та економічні переваги:

- Сприяння створенню нових робочих місць у будівельній сфері;
- Підвищення інвестиційної привабливості міста;

– Забезпечення населення сучасним, безпечним та енергоефективним житлом.

Будівництво монолітних триповерхових житлових будівель у місті Суми є доцільним та перспективним напрямом розвитку міської інфраструктури. Це дозволяє одночасно вирішити соціальні, економічні та екологічні завдання, задовольняючи потреби населення в якісному житлі з урахуванням сучасних стандартів будівництва.

**ТРИПОВЕРХОВА БУДІВЛЯ, ГАЗОБЕТОН, БЕЗШОВНИЙ БЕТОННИЙ КАРКАС, НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖУВАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ.**

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 - АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ.....	10
1.1. Загальна характеристика будівлі.....	10
1.2. Архітектурно-просторове вирішення.....	11
1.3. Архітектурно-конструктивні підходи.....	11
1.3.1. Теплопір зовнішніх стін.....	16
1.3.2. Розрахунок теплового опору покриття.....	18
1.4. Оздоблення фасаду та внутрішніх приміщень.....	20
1.5. Санітарно-технічне та інженерне встаткування.....	20
РОЗДІЛ 2 - РОЗРАХУНКОВО-РОЗПОДІЛЬНИЙ.....	22
2.1. Розрахунок та конструювання.....	22
2.2. Навантаження та впливи.....	23
2.3. Навантаження від дії вітру.....	26
2.4. Снігове навантаження.....	29
2.5. Статичний розрахунок.....	31
2.6. Аналіз результатів визначення зусиль у конструктивних елементах.....	32
2.7. Розрахунки моноліної плити перекриття на відмітці +9.000.....	38
2.8. Статичний аналіз монолітних стін на відмітці +0.000.....	41
РОЗДІЛ 3 – ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	57
3.1. Технологічна карта н зведення каркасу монолітної будівлі.....	57
3.2. Визначення кількості виконаних робіт.....	58
3.3. Технологія виконання будівельних робіт.....	58
3.3.1. Опалубні роботи.....	59
3.3.2. Арматурні роботи.....	61
3.3.3. Бетонування.....	62
3.3.4. Демонтаж опалубки конструкцій.....	64
3.4. Калькуляція трудових витрат і заробітної плати.....	65
3.4.1. Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу бригади для виконання робіт.....	66

3.4.2. Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексного складу комплексної бригади для зведення цокольного поверху. ....	67
3.4.3. Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексного складу комплексної бригади для зведення першого поверху .....	72
3.4.4. Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексного складу комплексної бригади для зведення другого поверху.....	77
3.4.5. Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексного складу комплексної бригади для зведення третього поверху. ....	81
3.4.6. Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексного складу комплексної бригади для зведення четвертого поверху. ....	85
3.5. Вибір вантажозахватних пристроїв.....	89
3.6. Визначення основних необхідних параметрів крана .....	90
3.7. Визначення основних параметрів для вибору автобетононасоса .....	92
3.8. Будівельний генеральний план об'єкта .....	94
3.8.1. Розрахунки площ тимчасових будинків .....	95
3.8.2. Розрахунок площ складів .....	96
3.8.3. Забезпечення будівельного майданчика електроенергією .....	99
3.9. Календарний графік .....	100
<b>РОЗДІЛ 4 - ОХОРОНА ПРАЦІ.....</b>	<b>103</b>
4.1. Особливості охорони праці при будівництві монолітних конструкцій ...	103
4.2. Нормативне регулювання безпеки у будівництві.....	104
4.2.1. Вимоги національного законодавства (Україна) .....	104
4.2.2. Європейські норми.....	104
4.3. Комплекс заходів для забезпечення безпеки праці .....	105
4.4. Інтеграція європейських норм в українську практику .....	106
4.4.1. Вимоги до медпунктів на будівництві .....	107
4.5. Розрахунок кількості засобів пожежогасіння .....	108
4.6. Визначення відповідності класу вогнестійкості залізобетонної плити....	108
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>115</b>

## ВСТУП

Головна мета будівництва та архітектури полягає у створенні середовища, яке забезпечує людині зручні та безпечні умови для життя. Серед основних вимог до проєктування споруд виділяють функціональність, технічну обґрунтованість, економічну ефективність, ергономічність і естетичну привабливість. Зручність користування будівлею досягається не лише через раціональне планування простору відповідно до потреб, але й завдяки правильному розташуванню комунікацій, сходових маршів та інженерного обладнання.

Завданням цієї дипломної роботи є розробка проєкту малоповерхового житлового будинку монолітного типу для ветеранів у місті Суми. Проєкт реалізовано відповідно до чинних будівельних норм і стандартів містобудування. Запропонована будівля має відповідати сучасним вимогам, поєднувати естетику з практичністю та враховувати специфіку регіону.

Графічна частина виконана за допомогою програм для автоматизованого проєктування, таких як AutoCAD та ArchiCAD, а інженерні розрахунки — за допомогою ЛІРА-САПР і Кошторис 8.

Монолітне будівництво має переваги над традиційними технологіями, такими як цегляне чи панельне. Завдяки суцільному бетонному каркасу будівлі вирізняються високою міцністю, довговічністю та стійкістю до навантажень і сейсмічних коливань. Однорідна структура зменшує тепловтрати, покращує звукоізоляцію й енергоефективність.

Така технологія дозволяє реалізовувати гнучкі планувальні рішення без обмеження несучими стінами, а також прискорює темпи зведення завдяки сучасним опалубним системам. Монолітні будинки мають мінімальну усадку, що підвищує їх експлуатаційну якість. Рівні бетонні поверхні полегшують оздоблення, знижуючи витрати на ремонт. Усе це робить монолітне будівництво практичним і вигідним варіантом.

Триповерхові житлові будівлі поєднують комфорт, ефективне використання території та зручність експлуатації, що робить їх оптимальним варіантом для невеликих і середніх міст, зокрема Сум. Вони забезпечують спокійніше середовище, менше навантаження на інженерні мережі та більше приватності, ніж багатоповерхівки, водночас ефективніше використовують ділянку, ніж одноповерхові будинки.

Відсутність ліфтів знижує витрати, а підйом на третій поверх залишається зручним. Завдяки компактним розмірам будівлі є енергоефективними. З архітектурної точки зору, вони гармонійно вписуються в міське середовище та приваблюють мешканців, які цінують тишу й доступність.

Таким чином, триповерхова забудова — це розумний компроміс між приватним житлом і багатоповерхівками, що поєднує комфорт, економічність та сучасний підхід до міського житла.

## РОЗДІЛ 1 - АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

### 1.1. Загальна характеристика будівлі

Дипломний проект передбачає зведення малоповерхової монолітної житлової будівлі для ветеранів у м. Суми. Будівництво, яке планується поблизу зони відпочинку «Чешка» вздовж вулиці Івана Сірка (Рис. 1).

Запланована ділянка знаходяться в межах м. Суми, яке відноситься до 2 вітрової зони з навантаженням 450 Па (0,45 кН/м<sup>2</sup>) та 6 снігової зони з навантаженням 1670 Па (1,67 кН/м<sup>2</sup>).

Будівельний майданчик знаходиться в зоні відпочинку «Чешка», неподалік водойми «Чеха».

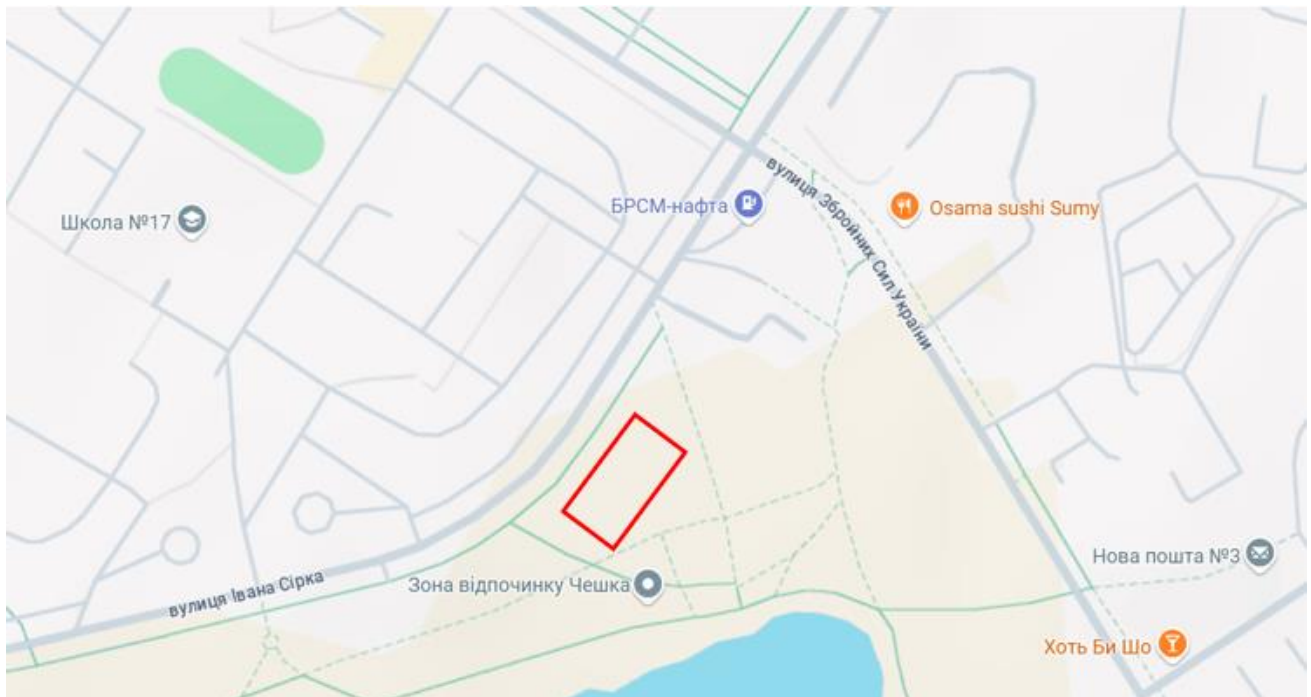


Рисунок 1.1 – Схематичне місце розташування нового будівництва

## **1.2. Архітектурно-просторове вирішення**

Проект малоповерхової монолітної житлової будівлі передбачає функціональні зони:

Громадська зона – включає медичні кабінети, торгівельну зону.

Зона короткострокового проживання – призначена для гостей, які планують зупинку на декілька днів або тижнів, номери в себе включають індивідуальні санвузли.

На першому поверсі розташовані медичний кабінет, торгівельні зали. Будинок має окремі два входи до господарської й житлової зони.

На другому та третьому поверсі знаходиться житлові кімнати для проживання.

## **1.3. Архітектурно-конструктивні підходи**

Триповерхова будівля зведена за сучасною монолітно-каркасною технологією, яка передбачає формування бетонних конструкцій безпосередньо на будівельному майданчику. Цей метод гарантує високу міцність та довговічність споруди, одночасно відкриваючи широкі можливості для впровадження нестандартних архітектурних ідей. Під час будівельного процесу враховуються всі ключові аспекти: детальний аналіз ґрунтових характеристик, точні розрахунки навантажень на несучі елементи, ретельна відливка монолітних блоків, а також системний підхід до тепло- та гідроізоляції. Такий комплекс заходів забезпечує створення енергоефективної будівлі з високим рівнем комфорту для подальшого використання. Основою конструкції виступає монолітна залізобетонна плита товщиною 500 мм, розташована на глибині 2.4 метра. Для її виготовлення застосовується бетон міцності C25/30 у поєднанні з арматурною сталлю класу A400C. Такий матеріал і методи зведення гарантують максимальну надійність споруди навіть за умов підвищених навантажень та у складному середовищі експлуатації.

Зовнішні стіни будівлі спроектовані як багатошарові конструкції, що максимально поєднують теплоізоляційні властивості, міцність і довготривалий термін експлуатації. У конструкції передбачено три основних елементи:

1. Основний шар із залізобетону завтовшки 300 мм, що гарантує структурну стабільність і надійність усієї системи.

2. Теплоізоляційний шар із мінеральної вати товщиною 200 мм і щільністю 135 кг/м<sup>3</sup>, який володіє високими теплоізоляційними характеристиками, сприяючи ефективному зниженню енергоспоживання.

3. Завершальний декоративний шар із штукатурного облицювання, який забезпечує будівлі сучасний вигляд і додатковий захист від впливу зовнішніх факторів, таких як волога й ультрафіолетове випромінювання.

Товщина кожного шару була ретельно визначена в результаті оптимізованих теплотехнічних розрахунків, що дозволило досягти балансу між енергоефективністю й раціональним використанням матеріалів.

Внутрішні перегородки виготовлені з газобетону марки D500, що сприяє міцності, якісній звукоізоляції та ефективному поділу простору в приміщеннях. Для зон із підвищеною вологістю, таких як ванні кімнати, застосовані спеціалізовані вологостійкі матеріали, які запобігають пошкодженням через вплив вологи.

Такі технічні рішення дозволяють забезпечити комфортне використання та довговічність будівлі, повністю відповідаючи сучасним стандартам енергоефективності й функціональності.

Система цоколя та гідроізоляція фундаменту – ключовий елемент довговічності будь-якої будівлі. Для цього розроблено надійну конструкцію, що складається з кількох важливих шарів:

- Залізобетонна основа, яка забезпечує стійкість і міцність;
- Теплоізолюючий прошарок із мінеральної вати Ceresit Ceretherm Classic Wool, що ефективно зберігає тепло;
- Розділовий шар для запобігання деформаційних впливів;
- Надійна гідроізоляційна мембрана для захисту від проникнення вологи;

- Захисний шар для збереження функціональності попередніх матеріалів;
- Повернуте засипання ґрунтом для завершення системи.

Міжповерхові перекриття виконані з монолітного залізобетону товщиною 200 мм, використовуючи бетон класу міцності C25/30 разом із арматурою марки A400C. Такий підхід гарантує високу надійність та витривалість конструкцій.

Сходи продумані до дрібниць – двомаршові бетонні конструкції на косоурі з шириною маршу 1200 мм, створені для максимальної зручності та естетики.

Особлива увага приділена вікнам. Для скління обрано сучасні металопластикові профілі SCHUCO CORONA СТ 82 із двокамерними склопакетами та монтажною глибиною 82 мм. Ці вікна забезпечують виняткові характеристики: високий рівень теплоізоляції ( $U_f 1.15$ ), прекрасну звукоізоляцію (46 дБ), здатність протистояти вітровим навантаженням до класу V, максимальну водонепроникність і повітронепроникність до класу 4.

Для зовнішніх дверей була обрана сучасна система профілів Schuco Corona СТ70, яка відзначається не лише своєю естетикою, але й енергоефективністю. Завдяки цьому рішенню вдалося забезпечити коефіцієнт теплопередачі  $U_f$  до 1.5 Вт/м<sup>2</sup>·К. Крім того, залежно від типу заповнення, двері можуть похвалитися високими показниками звукоізоляції, відповідаючи рівню SSK5 згідно з DIN EN 20140. Не менш важливою є стійкість конструкції до вітрових навантажень (клас за DIN EN 18055 C) та повітропроникності (клас 4).

Що стосується покрівлі, було прийнято рішення на користь плоскої конструкції, яка не передбачає експлуатаційного навантаження. Вона оснащена багатошаровою структурою з урахуванням усіх технічних вимог до тепло- і гідроізоляції. Конструкція включає наступні елементи:

- підставу із залізобетону;
- пароізоляційну плівку для захисту від конденсату;
- ізоляційні плити з мінеральної вати для утримання тепла;
- систему механічного кріплення;
- шар керамзитового гравію товщиною від 30 до 300 мм;
- поліетиленову плівку для додаткового захисту;

- цементно-піщану стяжку для створення рівної основи;
- два шари високоякісного гідроізоляційного покриття;
- покрівельний клин для перерозподілу навантаження;
- захисний фартух і герметизуючу масу для ізоляції стіни примикання.

Ретельно розрахована загальна товщина кожного шару робить цю конструкцію максимально ефективною та довговічною. Теплотехнічні розрахунки гарантують оптимальні показники енергоощадження.

При проектуванні також враховувався клас відповідальності будинку. Розрахунок кількості осіб, які перебувають у будівлі на постійній основі (N1), здійснюється відповідно до нормативних вимог ДБН В.2.2-20:2008. На підставі цих даних визначається клас наслідків, що відповідає рівню безпеки та надійності об'єкта.

Такий комплексний підхід до підбору матеріалів і проектування конструкції дозволяє не лише досягти високих показників якості, але й забезпечити комфорт, енергоефективність та безпеку експлуатації будівлі на довгі роки.

Загальна кількість житлових приміщень у будівлі становить 7 кімнат. Згідно з прийнятими нормативами, розрахунок заселення базується на коефіцієнті 2 особи на одну кімнату, що дає максимальну місткість у 14 осіб. Додатково враховано обслуговуючий персонал у складі 5 осіб і можливу кількість відвідувачів, яка становить 20 осіб. У підсумку, загальна кількість людей, які можуть одночасно перебувати в будівлі, визначається як сума постійних мешканців, персоналу та відвідувачів:  $14 + 5 + 20 = 39$  осіб.

Виходячи з цієї кількості та числа осіб, які постійно знаходяться на об'єкті, будівлю класифіковано як малоповерхову та віднесено до класу наслідків (відповідальності) СС1. Тимчасове перебування відвідувачів у нормативному порядку не має чітких обмежень, але допускається в межах до 50% від постійної кількості присутніх осіб. Враховуючи це, чисельність тимчасових відвідувачів (N2), яка додається до загальної місткості, складає 19 осіб.

Отже, враховуючи сумарну кількість осіб, які одночасно можуть перебувати у межах впливу даного об'єкта (N3), враховуються і постійні мешканці, і

тимчасові відвідувачі. Загальне значення розраховується як:  $N3 = 39 + 19 = 58$  осіб. Такий показник переводить будівлю в категорію класу наслідків СС2, що свідчить про підвищений рівень відповідальності у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Загальна площа житлового фонду разом із допоміжними приміщеннями складає  $732 \text{ м}^2$ , при цьому орієнтовна вартість  $1 \text{ м}^2$  становить 23 090 тис. грн. Отже, загальна кошторисна вартість об'єкта дорівнює  $23\,090 \times 732 = 16\,901,88$  тис. грн.

Аналіз можливих збитків у разі руйнування основних фондів проведено за формулою:

$$\Phi = 0,225 \sum_i^n P_i = 0,225 \cdot 16\,901,88 = 3802,923 \text{ тис. грн.}$$

Станом на 1 січня 2025 року розмір мінімальної заробітної плати в Україні становить 8000 грн. Таким чином, можливі економічні збитки в пересчеті на кількість мінімальних заробітних плат складають:  $3802,923 / 8 = 475,365$  м.р.з.п.

Цей показник менший за граничну межу класу наслідків СС1 (2500 м.р.з.п.).

Характеристики об'єкта:

- не перебуває в межах охоронної зони об'єктів культурної спадщини;
- не є об'єктом культурної цінності;
- розташований у звичайних інженерно-геологічних умовах;
- не відноситься до об'єктів екологічної небезпеки;
- у разі відмови не впливає на роботу транспорту, зв'язку, енергетичних або інших інженерних комунікацій.

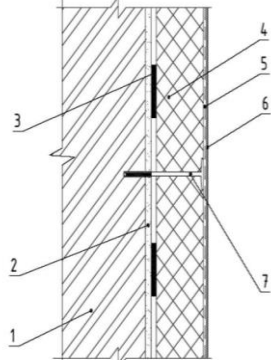
Згідно з нормами ДСТУ 8855:2019, клас наслідків об'єкта визначається за найвищим із отриманих показників. Ураховуючи всі аспекти, проєктований об'єкт належить до класу наслідків (відповідальності) СС1.

### 1.3.1. Теплопір зовнішніх стін

Зовнішні стіни будинку спроектовано за таблицею 1.1.

З урахуванням клімату в цьому регіоні, мінімальний допустимий опір теплопередачі має бути не менше  $4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , як передбачено ДБН В.2.6.-31:2021.

Таблиця 1.1 – Конструктивні особливості стіни та застосовувані розрахункові коефіцієнти

Конструктивна схема стіни	Характеристика шарів			Розрахункове К	
	№ шару	Матеріал	t	$\lambda_p$ Вт/(м·К)	$S_1$ Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
	1	Залізобетон $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$	0,3	1,92	17,98
	2	Вирівнююча штукатурка $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$	0,05	0,76	9,2
	3	Клеєвий шар	0,02	0,12	2,33
	4	Мінераловатні плити Ceresit СТ 320 $\rho_0 = 135 \text{ кг/м}^3$	0,2	0,045	0,59
	5,6	Штукатурний армований шар $\rho = 1700 \text{ кг/м}^3$	0,02	0,7	9,2
	7	Механічне кріплення	-	-	-

Попередній теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Відповідно ДСТУ 9191:2022, опір теплопередачі зовнішньої стіни визначається за формулою:

$$R^{\text{Зов Ст}} = \frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{С}}{\text{Вт}} \quad (1.1)$$

де  $\alpha_b = 8,7$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{С}}$

$\alpha_3 = 23$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{С}}$

$\delta_1$  – товщина і-го шару, м

$\lambda_1$  – коефіцієнт теплопровідності і-го шару,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{С}}$

$$R^{\text{Зов Ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{1,92} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,2}{0,045} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{23} = 5,02 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{С}}{\text{Вт}}$$

Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції.

Для більш точного розрахунку опору теплопередачі враховуються теплопровідні включення – лінійні та точкові, згідно з формулою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\Sigma_i \left( \frac{A_i}{R_{\Sigma i}} \right) + \Sigma_m (I_m \cdot \Psi_m) + \Sigma_j (N_j \cdot \varkappa_j)} \quad (1.2)$$

де  $A_{\Sigma} = 1382,4 \text{ м}^2$  – площа огорожувальної конструкції з урахуванням укосів без прорізів

$A_i = 691,2 \text{ м}^2$  – площа термічно однорідної частини стіни

$R_{\Sigma} = 5,03 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини

$I_m = 125 \cdot 3 = 375 \text{ м}$ , – сумарна довжина лінійних теплопровідних включень

$\Psi_m = 0,069 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі (вузол металевого несучого елемента), відповідно до ДСТУ 9191:2022, Додаток Г — для вузла примикання металевого несучого елемента каркаса.

$\varkappa_j = 0,045 \text{ Вт}/\text{К}$  - точковий коефіцієнт теплопередачі (пластиковий дюбель) відповідно до ДСТУ 9191:2022, Додаток Д

$N_j = 2880 \text{ шт}$  – кількість точкових включень (дюбелів)

Пояснення щодо підрахунку кількості дюбелів:

Площа однієї плити утеплювача:  $1,2 \times 0,6 = 0,72 \text{ м}^2$

При площі  $691,2 \text{ м}^2$  потрібно:  $691,2 / 0,72 = 960$  плит

Кожна плита кріпиться 3 дюбелями, отже:  $960 \times 3 = 2880$  дюбелів.

Здійснюємо розрахунок приведенного опору теплопередачі для зовнішньої стіни.

$$R \sum \text{ пр} = \frac{1382,4}{\frac{691,2}{5,03} + (375 * 0,069) + (0,045 * 2880)} = 4,71 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Отримане значення приведенного опору теплопередачі  $R_{\Sigma пр} = 4,71 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , перевищує нормативне мінімальне значення  $4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , що свідчить про відповідність теплотехнічних характеристик стіни вимогам ДСТУ 9191:2022.

### 1.3.2. Розрахунок теплового опору покриття

Відповідно до вимог з ДБН 2.6-31:2021, мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції складає  $R_{q \text{ min}} = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}$ .

У таблиці 1.2. наведено теплотехнічні характеристики, які використовуються для проведення розрахунку.

Таблиця 1.2 – Конструктивна схема покриття та відповідні розрахункові коефіцієнти.

Конструктивна схема стіни	Характеристика шарів			Розрахункове К	
	№ шару	Матеріал	t	$\lambda_p$ Вт/(м·К)	$S_1$ Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
	1	з/б монолітна плита $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$	0,2	1,92	17,98
	2	Керамзитовий гравій $\rho_0 = 600 \text{ кг/м}^3$	0,3	0,17	2,62
	3	Мінераловатні плити Ceresit СТ 320 $\rho_0 = 135 \text{ кг/м}^3$	0,4	0,050	0,79
	4	Цементно-піщана стяжка	0,05	0,76	9,60
	5	Руберойд пергамін $\rho_0 = 1400 \text{ кг/м}^3$	0,016	0,27	6,8

Розраховуємо тепловий опір огорожувальної конструкції

$$R_{\text{зов ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,3}{0,17} + \frac{0,4}{0,050} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,016}{0,27} + \frac{1}{23} = 10,12 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\Sigma пр} = \frac{A_{\Sigma}}{\Sigma_i \left( \frac{A_i}{R_{\Sigma i}} \right) + \Sigma_m (I_m \cdot \Psi_m) + \Sigma_j (N_j \cdot \kappa_j)} \quad (1.3)$$

де  $A_{\Sigma} = 288 \text{ м}^2$  – площа огорожувальної конструкції з урахуванням укосів прорізів без прорізів

$A_i = 288 \text{ м}^2$  – площа термічно однорідної ділянки без урахування укосів та суміжних теплопровідних елементів

$R_{\Sigma} = 10,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  – опір теплопередачі для термічно однорідної ділянки

$I_m = 125 \text{ м}$  – сумарна довжина лінійних теплопровідних включень

$\Psi_m = 0,045 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі для металевого каркасу за ДСТУ 9191:2022 (Додаток Г)

$\aleph_j = 0,45 \text{ Вт}/\text{К}$  - точковий коефіцієнт теплопередачі для кріплення дюбелями з пластиковим стрижнем (ДСТУ 9191:2022, Додаток Д)

$N_j = 576 \text{ шт}$  – кількість точкових включень (дюбелів)

Пояснення щодо підрахунку кількості дюбелів:

Площа однієї плити утеплювача:  $1,2 \times 0,6 = 0,72 \text{ м}^2$

При площі  $288 \text{ м}^2$  потрібно:  $288 / 0,72 = 400$  плит

Кожна плита кріпиться 3 дюбелями:  $400 \times 3 = 1200$  дюбелів.

Виконується розрахунок приведенного опору теплопередачі для зовнішньої стіни.

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{576}{\sum_i \left( \frac{288}{10,12} \right) + \sum_m (125 \cdot 0,045) + \sum_j (576 \cdot 0,045)} = 9,6 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Отже, приведений опір теплопередачі  $R_{\Sigma \text{пр}} = 9,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  перевищує мінімально допустимий нормативний рівень  $6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Таким чином, конструкція покриття відповідає встановленим теплотехнічним вимогам і забезпечує ефективний тепловий захист. Розрахунки підтверджують, що дана огорожувальна конструкція є придатною для будівель з високими енергетичними показниками, наприклад пасивних будинків. Проте у звичайному будівництві подібне рішення може бути економічно недоцільним.

#### **1.4. Оздоблення фасаду та внутрішніх приміщень**

Для внутрішнього оздоблення рекомендуються застосовувати матеріали, що забезпечують високу зносостійкість, легкість у догляді, естетичну привабливість та сприяють створенню комфортних умов перебування.

Обробка стін та стель. Рекомендується використовувати вологостійкі полімерні фарби, які витримують багаторазове миття та вплив підвищеної вологості. Перед фарбуванням необхідно провести підготовчі роботи, зокрема вирівнювання поверхні, усунення швів, тріщин та інших незначних дефектів. Для підвищення адгезії та довговічності фарбового покриття рекомендується попереднє нанесення ґрунтовки, особливо на оштукатурених ділянках.

Покриття підлоги. Доцільним є використання довговічних матеріалів таких як керамічна плитка, ламінат або комерційний лінолеум. У приміщеннях з підвищеною вологістю (санвузлах) рекомендуються застосовувати водостійкі матеріали.

Обробка санітарних приміщень. Для облицювання стін у ванних кімнатах рекомендуються використання керамічної плитки або аналогічних вологостійких матеріалів. Для запобігання утворенню плісняви необхідно забезпечити належний рівень вентиляції.

Декоративні елементи. Для підвищення естетичних властивостей інтер'єру допускається застосування декоративної штукатурки або фактурних шпалер.

Дотримання вказаних рекомендацій забезпечить довговічність оздоблювальних матеріалів, що полегшить їх експлуатацію та створить комфортні умови для проживання.

#### **1.5. Санітарно-технічне та інженерне встаткування**

У проєктованій будівлі передбачено системи як холодного, так і гарячого водопостачання. Водопровідна мережа підключена до наявної міської

господарсько-протипожежної системи. Для забезпечення стабільного тиску в системі передбачено встановлення насосної станції.

Джерелом теплопостачання є індивідуальний тепловий пункт (ІТП), що забезпечує подачу теплоносія з розрахунковим температурним графіком 105-70 °С для системи опалення.

Скидання побутових стічних вод здійснюється до центральних міських очисних споруд. Для відведення дощових опадів із покрівлі встановлено водозбірні лійки, які з'єднанні зі стояками, прокладеними всередині будівлі поруч із колонами несучого каркаса.

Електропостачання об'єкта здійснюється через систему розподільчого обладнання, для чого передбачено окреме приміщення електрощитової. Внутрішнє освітлення організовано з використанням світильників із люмінесцентними та лампами розжарювання. Освітлювальна мережа працює при напрузі 380/220 В. Керування освітленням реалізоване централізовано (в місцях загального користування – коридорах, сходових клітках, біля входів) через групові щитки, а також індивідуально – за допомогою вимикачів, розташованих при вході до приміщень. Передбачено можливість повного централізованого вимкнення освітлення для всієї будівлі.

Зовнішнє освітлення території організовано за допомогою спеціалізованих вуличних світильників.

## РОЗДІЛ 2 - РОЗРАХУНКОВО-РОЗПОДІЛЬНИЙ

### 2.1. Розрахунок та конструювання

Малоповерхова житлова будівля у м. Суми, запроектована із застосуванням монолітної залізобетонної технології та включає основні конструктивні елементи:

- несучі стіни - товщина 300 мм;
- монолітні перекриття - товщина 200 мм;
- монолітна фундаментна плита товщина - 500 мм.

Проектування будівлі здійснено відповідно до вимог ДБН В1.2-2:2006, із урахуванням нормативних навантажень:

- нормативне снігове навантаження (VI зона) – 1670 Па
- нормативний швидкісний напір вітру (II зона) – 420 Па.

Для основних конструктивних елементів застосовано бетон класу C25/30, що забезпечує необхідні показники міцності та надійності.

Для проектування та аналізу конструктивних елементів застосовувалися сучасні цифрові засоби моделювання та інженерних розрахунків. Архітектурна модель будівлі була розроблена в програмному середовищі Autodesk Revit. Після завершення моделювання, ця модель експортувалася у форматі IFC, що забезпечує сумісність та подальшу інтеграцію з програмними комплексами для розрахунків.

Підготовка розрахункової моделі та її оптимізація виконані за допомогою програмного комплексу САПФІР, що дало змогу автоматизувати процес генерації сітки кінцевих елементів.

Основні інженерні розрахунки проведено в програмі ЛІРА-САПР, яка забезпечує точний аналіз напружено-деформованого стану конструкцій з використанням детальної тріангуляції. Використання новітніх функцій, таких як модулі для врахування нелінійної поведінки матеріалів, автоматизований підбір

армування та BIM-інтеграція, дозволило досягти високої точності результатів та відповідності сучасним нормам проектування.

Графічна інтерпретація отриманих результатів, зокрема схема триангуляції конструкцій (Рис. 2.1.)

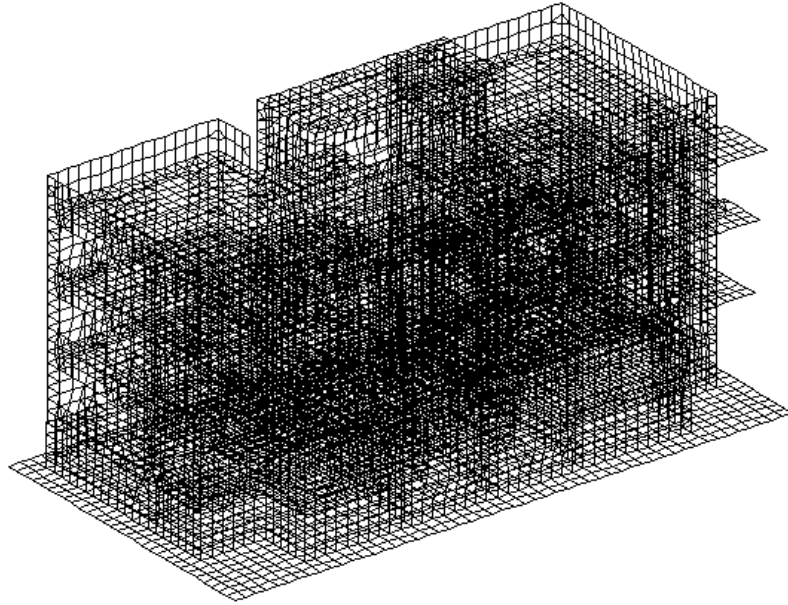


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема будинку

## **2.2. Навантаження та впливи**

Розрахунок навантажень та впливів на будівельні конструкції виконували відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування», із врахуванням актуальних доповнень, зокрема Зміни №2, затвердженої наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 16.01.2020 №5, що набрала чинності з 01.06.2020 року.

Ці оновлення вносять точніші вимоги щодо визначення розмірів навантажень та їхніх комбінацій, що має ключове значення для підвищення достовірності інженерних розрахунків.

Моделювання конструкцій та проведення розрахунків виконувалося із застосуванням сучасних програмних засобів.

Імпорт навантажень здійснювався автоматично: дані про навантаження від зовнішніх огорожень і внутрішніх перегородок експортувалися з програмного продукту Revit у форматі IFC, а потім імпортувалися до комплексу САПФІР.

У середовищі САПФІР отримані навантаження проходили подальшу обробку та корекцію, з урахуванням специфіки проектного рішення та вимог до конструкції. Передача до розрахункового комплексу. Після узгодження вихідних даних, модель була передана до програми ЛІРА-САПР, у якій здійснювалося повний розрахунок конструкцій.

Задання навантажень. Постійні та тимчасові експлуатаційні навантаження вводилися безпосередньо САПФІР, що забезпечило точність їх інтеграції у розрахункову модель.

Визначення власної маси залізобетонних конструктивних елементів здійснювалося за допомогою автоматизованого розрахункового комплексу ЛІРА-САПР, що підвищило ефективність розрахункового процесу та дозволило зменшити вплив людського фактора.

Застосування зазначених програмних комплексів у поєднанні з актуальними вимогами нормативної документації забезпечило високу достовірність та надійність результатів проектного аналізу.

Таблиця 2.1 – Розрахунок сталих та експлуатаційних навантажень

Найменування навантаження	Об'ємна вага, кг/м <sup>3</sup>	Товщина, м	Нормативне навантаження, кг/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження кг/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
Підлога підвалу					
Стяжка із легкого бетону	2000	0.1	200	1.3	260
Теплоізоляція/ звукоізоляція – мінеральна вата	135	0.1	13,5	1.3	17,55
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження	-		150	1.3	195
Разом	Сума:		365		472,55
Підлоги першого поверху					
Коридор , Вестибюль					
Керамічні плити для підлоги	2500	0.01	25	1.3	32,5

Стяжка із легкого бетону	2000	0.1	200	1.3	260
Теплоізоляція/ звукоізоляція – мінеральна вата	135	0.1	1,35	1.3	17,55
Разом	Сума:		226,35	1.3	310,05
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження	-		200	1.3	260
Разом	Сума:		426,35		570,05
Житлові приміщення типових поверхів					
Стяжка із легкого бетону	2000	0.1	200	1.3	260
Теплоізоляція/ звукоізоляція – мінеральна вата	135	0.1	1,35	1.3	17,55
Плита древесноволокниста твердая толщ.бмм	640	0.01	6,4	1.3	8,32
Разом	Сума:		207,75	1.3	285,87
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження		-	150	1.3	195
Разом	Сума:		357,75	1.3	480,87

Таблиця 2.2 – Розрахунок сталих і тимчасових навантажень, що впливають на покрівельну конструкцію

Найменування навантаження	Об'ємна вага, кг/м <sup>3</sup>	Товщина, м	Нормативне навантаження, кг/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження кг/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
Покриття					
Ц.п. стяжка	1800	0.03	54	1.3	70,2
Гравій керамзитовий	600	0.3	180	1.3	234
Мінераловатні плити	135	0.4	54	1.3	21,6
Ц.п. стяжка	1800	0.03	54	1.3	70,2
Шари пароізоляції, гідроізоляції та ін.	1400	0,016	22,4	1.3	29,12
Разом		Сума:	257		425,12
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження		-	50	1.3	65
Разом		Сума:	307		490,12

Таблиця 2.3 – Розрахунок навантаження, що передається від огороджувальних елементів

Збір навантажень від огорожень					
Найменування навантаження	Об'ємна вага, кг/м <sup>3</sup>	Площа перетину стіни b·h, м <sup>2</sup>	Нормативне навантаження, кг/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження кг/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
Утеплювач	135	0.2	27	1.3	35,1
Штукатурка	1800	0.02	36	1.3	46,8
Разом		Сума	63		81,9
Міжкімнатна перегородка					
Газобетон	500	0.15	75	1.3	97,5
Разом		Сума	201		179,4

### 2.3. Навантаження від дії вітру

Визначення вітрового навантаження на каркас багатоповерхової будівлі проводиться відповідно до положень ДБН В.1.2-2:2006. Вплив вітру на конструкцію розглядається у двох основних формах: активне навантаження, яке проявляється у вигляді зовнішнього тиску, та пасивне навантаження — внутрішнього тиску всередині будівлі. Розрахунок цих видів навантажень виконується на базі формул і методик, що містяться у вказаному нормативному документі.

Активне навантаження:

$$w_1 = w_m \cdot B \cdot \gamma_n \quad (2.1)$$

Пасивне навантаження:

$$w_1 = w'_m \cdot B \cdot \gamma_n \quad (2.2)$$

Де  $w_m$  і  $w'_m$  – активне вітрове навантаження на 1м<sup>2</sup> поверхні стін, яке знаходиться за формулою:

$$w_m = w_0 \cdot c \cdot \gamma_{fm} \quad (2.3)$$

де  $w_0 = 420\text{Па}$  – показник встановлюється відповідно до вітрового району, де розташовується будівля, згідно з картою, наведеною на рисунку 9.1 у ДБН В.1.2-2:2006.

$\gamma_{fm} = 1,14$  - коефіцієнт надійності з урахуванням граничного значення вітрового навантаження, який визначається відповідно до таблиці 9.1 ДБН і залежить від середнього періоду повторюваності граничного навантаження  $T$ . Для будівель масового використання значення  $T$  приймається рівним розрахункового строку експлуатації конструкції ( $T_{ef}$ ): для житлових та громадських будівель  $T_{ef} = 100$  років

$C_{aer}$  – коефіцієнт прийнято рівним 0,8 для навітряної сторони конструкції та 0,6 — для підвітряної.

$C_h = 0,6 \dots 1,15$  – коефіцієнт (зростає за висотою);

$C_{alt} = 1$  - коефіцієнт;

$C_{rel} = 1$  - коефіцієнт;

$C_{dir} = 1$  - коефіцієнт;

$C_d = 0,95$  – коефіцієнт;

$s$  – коефіцієнт, що визначається згідно формулі 9.3 ДБН.

Вітрове навантаження, величина яка зростає з висотою згідно  $C_h$ , зазвичай редукується до еквівалентних зосередження сил, які прикладаються в розрахункових вузлах каркаса на рівні міжповерхових перекриттів.

Значення коефіцієнта  $C$  встановлюється відповідно до положень пункту 9.7 ДБН В.1.2 – 2:2006 для навітряної сторони будівлі.

З напрямку вітрового потоку:

$$C_1 = 0,8 * 0,60 * 1,00 * 1,000 * 1,000 * 0,95 = 0,456$$

$$C_2 = 0,8 * 0,70 * 1,00 * 1,000 * 1,000 * 0,95 = 0,532$$

$$C_3 = 0,8 * 1,00 * 1,00 * 1,000 * 1,000 * 0,95 = 0,76$$

$$C_4 = 0,8 * 1,15 * 1,00 * 1,000 * 1,000 * 0,95 = 0,874$$

З боку, захищеного від вітру:

$$C_1 = -0,6 * 0,60 * 1,00 * 1,000 * 1,000 * 0,95 = -0,342$$

$$C_2 = -0,6 * 0,70 * 1,00 * 1,000 * 1,000 * 0,95 = -0,399$$

$$C_3 = -0,6 * 1,00 * 1,00 * 1,000 * 1,000 * 0,95 = -0,57$$

$$C_4 = -0,6 * 1,15 * 1,00 * 1,000 * 1,000 * 0,95 = -0,6555$$

Розподілене вітрове навантаження визначається з урахуванням висоти кожного поверху.

З напрямку вітрового потоку:

$$W_{m1} = 1,14 * 420 * 0,456 = 218 \text{ Па}$$

$$W_{m2} = 1,14 * 420 * 0,532 = 255 \text{ Па}$$

$$W_{m3} = 1,14 * 420 * 0,760 = 364 \text{ Па}$$

$$W_{m4} = 1,14 * 420 * 0,874 = 418 \text{ Па}$$

З боку, захищеного від вітру:

$$W_{m1} = 1,14 * 420 * -0,342 = -164 \text{ Па}$$

$$W_{m2} = 1,14 * 420 * -0,399 = -191 \text{ Па}$$

$$W_{m3} = 1,14 * 420 * -0,570 = -273 \text{ Па}$$

$$W_{m4} = 1,14 * 420 * -0,656 = -314 \text{ Па}$$

З напрямку вітрового потоку:

$$W_1 = 5 * 218,3 = 0,10917 \text{ т/м}$$

$$W_2 = 5 * 254,7 = 0,12736 \text{ т/м}$$

$$W_3 = 5 * 363,9 = 0,18194 \text{ т/м}$$

$$W_4 = 5 * 418,5 = 0,20924 \text{ т/м}$$

З боку, захищеного від вітру:

$$W_1 = 5 * -164 = -0,0819 \text{ т/м}$$

$$W_2 = 5 * -191 = -0,0955 \text{ т/м}$$

$$W_3 = 5 * -273 = -0,1365 \text{ т/м}$$

$$W_4 = 5 * -314 = -0,1569 \text{ т/м}$$

З напрямку вітрового потоку:

$$W_1 = 0,1091664 * 5,0 = 0,54037 \text{ т}$$

$$W_2 = 0,1273608 * 3,0 = 0,38208 \text{ т}$$

$$W_3 = 0,181944 * 3,0 = 0,54583 \text{ т}$$

$$W_4 = 0,2092356 * 3,3 = 0,69048 \text{ т}$$

З боку, захищеного від вітру:

$$W_1 = -0,0818748 * 5,0 = -0,4053 \text{ т}$$

$$W_2 = -0,0955206 * 3,0 = -0,2866 \text{ т}$$

$$W_3 = -0,136458 * 3,0 = -0,4094 \text{ т}$$

$$W_4 = -0,1569267 * 3,3 = -0,5179 \text{ т}$$

Всі необхідні розрахункові параметри та відповідні коефіцієнти зібрано та впорядковано у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Узагальнена таблиця вітрових коефіцієнтів і навантажень

Пов	1	2	3	4
B, м	5	5	5	5
h, м	2,15	3.0	3.0	3,85
Для зосередженого навантаження Z, м	3,7	3,0	3,0	2,4
Z, м	3	6	9	12
C aer	0,80	0,80	0,80	0,80
C aer	-0,60	-0,60	-0,60	-0,60
C alt	1	1	1	1
C rel	1	1	1	1
C dir	1	1	1	1
Cd	0,95	0,95	0,95	0,95
Ch	0,40	0,70	1.0	1.15
C навітр	0.46	0.53	0.76	0.87
C підвітр	-0.34	-0.40	-0.57	-0.66
Wo, Па	420	420	420	420
K fm	1,14	1,14	1,14	1,14
Wm1. Па	218	255	364	418
Wm2. Па	-164	-191	-273	-314
W1, т/м <sup>2</sup>	0,10917	0,12736	0,18194	0,20924
W2, т/м <sup>2</sup>	-0,0819	-0,0955	-0,1365	-0,1569
W1i, т	0,54037	0,38208	0,54583	0,69048
W2i, т	-0,4053	-0,2866	-0,4094	-0,5179

#### 2.4. Снігове навантаження

Розрахунок максимального значення снігового навантаження, що припадає на 1 м<sup>2</sup> площі покрівлі, виконується за відповідною формулою.

$$S = S_0 \cdot C \cdot \gamma_{ft} \quad (2.4)$$

де  $S_0$  – значення відповідає нормативному (характеристичному) значенню снігового навантаження. Для міста Суми згідно з положеннями ДБН В.1.2-2:2006 це значення становить 1670 Па або 1,67 кН/м<sup>2</sup>;

$c$  – загальний коефіцієнт, що враховує перехід від маси снігу на поверхні землі до навантаження на дах, режим експлуатації покрівлі та висоту над рівнем моря;

$\gamma_{ft} = 1,14$  - коефіцієнт надійності, який залежить від розрахункового строку служби будівлі. Для об'єктів зі строком експлуатації 100 років приймається.

Розрахунок коефіцієнта  $C$ :

Коефіцієнт  $C$  визначається як добуток трьох окремих коефіцієнтів:

$$C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} \quad (2.5)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт переходу навантаження від землі до покрівлі, залежить від конфігурації даху та висоти парапетів. Для плоского даху з парапетами  $\mu$  розраховується за формулою:

$$\mu = \frac{2h}{S_0} \quad (2.6)$$

де  $h$  – висота парапету, м

Отже:

$$\mu = \frac{2 \cdot 0,9}{1,67} = 1,07$$

$C_e$  – коефіцієнт, що враховує експлуатаційний режим покрівлі; при відсутності особливих умов  $C_e = 1$

$C_{alt}$  – поправковий коефіцієнт, пов'язаний із географічною висотою місця будівництва для рівнинної місцевості  $C_{alt} = 1$ .

$$C = 1,07 \cdot 1 \cdot 1 = 1,07$$

Таким чином:  $C = 1,07$

Розрахунок граничного розрахункового снігового навантаження:

$$S = 1,67 \cdot 1,07 \cdot 1,14 = 2,03$$

Експлуатаційне розрахункове значення обчислюється за формулою

$$S = S_0 \cdot C \cdot \gamma_{fe} = 1,67 \cdot 1 \cdot 0,49 = 0,82$$

Максимальне навантаження біля парапетів:

Снігове навантаження, що виникає поблизу парапетів, що розраховується за формулою:

$$S' = S_0 \cdot C \cdot \gamma_{ft} \quad (2.7)$$

Підставляючи значення:

$$S' = 1,67 \cdot 1,07 \cdot 1,14 = 2,03 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Це значення є максимальним біля парапету і на відстані  $2h(0,9 \cdot 2)$  від його основи поступово зменшується до  $2,03 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$  цього ж рівня по всій площі покрівлі.

## 2.5. Статичний розрахунок

Розрахунки конструкцій виконано із застосуванням методу скінченних елементів, в якому основними невідомими є переміщення вузлових точок моделі. У розрахунковій схемі враховано наступні компоненти переміщень:

– X, Y, Z – лінійні переміщення відповідно вказівок координатних осей X, Y та Z

– UX, UY, UZ – кутові переміщення навколо відповідних осей координат.

Розрахунок монолітної плити перекриття проводився у складі загальної моделі будівлі з урахуванням жорсткого з'єднання між плитою та колонами.

Аналіз виконано для кількох груп навантажень:

Завантаження 1, 2, 3 – постійні навантаження, включають власну вагу конструкцій, настилу та стін по периметру

Завантаження 4 – тривале корисне навантаження, що діє на міжповерхове перекриття

Завантаження 5 – тривале навантаження від внутрішніх перегородок

Завантаження 6 – снігове навантаження, яке прикладено до каркасу

Завантаження 7, 8 – вітрові навантаження, прикладені під кутом  $90^\circ$  уздовж осей X і Y відповідно.

У програмному середовищі «ЛІРА-САПР» автоматично враховується навантаження від власної ваги залізобетонних елементів. Формування всіх завантажень здійснювалося у програмному комплексі «САПФІР», що значно оптимізувало подальший процес моделювання в «ЛІРА-САПР».

Результати розрахунків з підбору арматури для окремих конструктивних елементів були експортовані назад у «САПФІР». На основі отриманих даних у середовищі проектування створено креслення армування, які включено до графічної частини дипломного проекту.

## 2.6. Аналіз результатів визначення зусиль у конструктивних елементах

Результати виконаних розрахунків подано у графічному вигляді для зручності аналізу просторової роботи конструкцій.

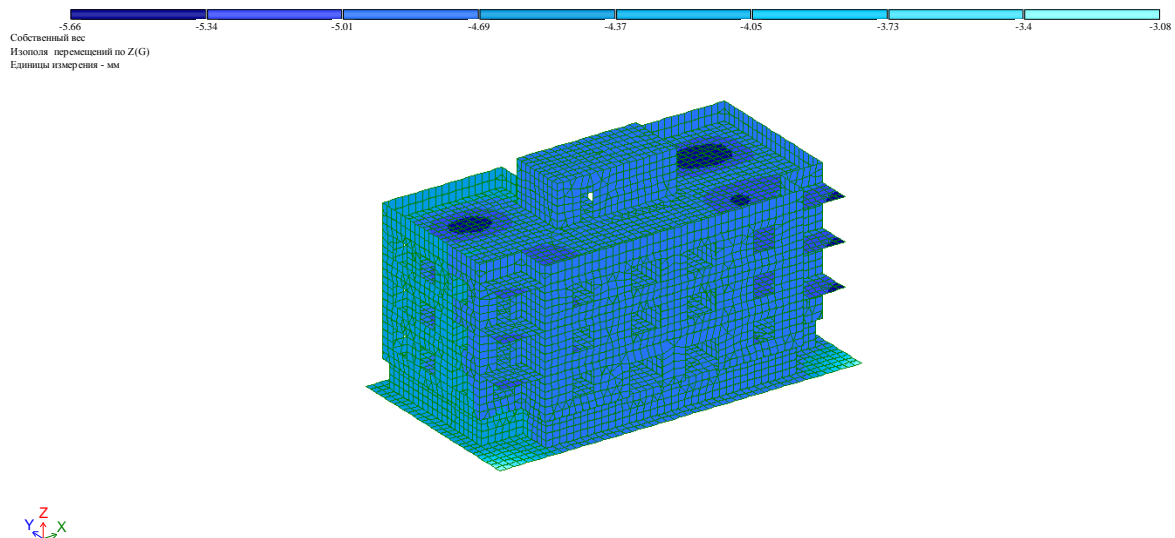


Рисунок 2.2 – Графічне відображення ізоліній переміщень по осі Z

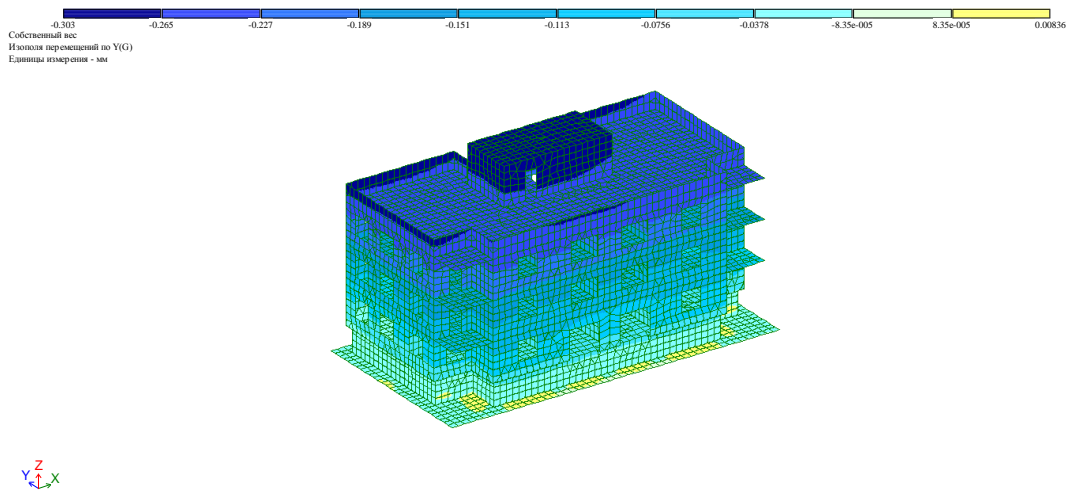


Рисунок 2.3 – Графічне відображення ізоліній переміщень по осі Y

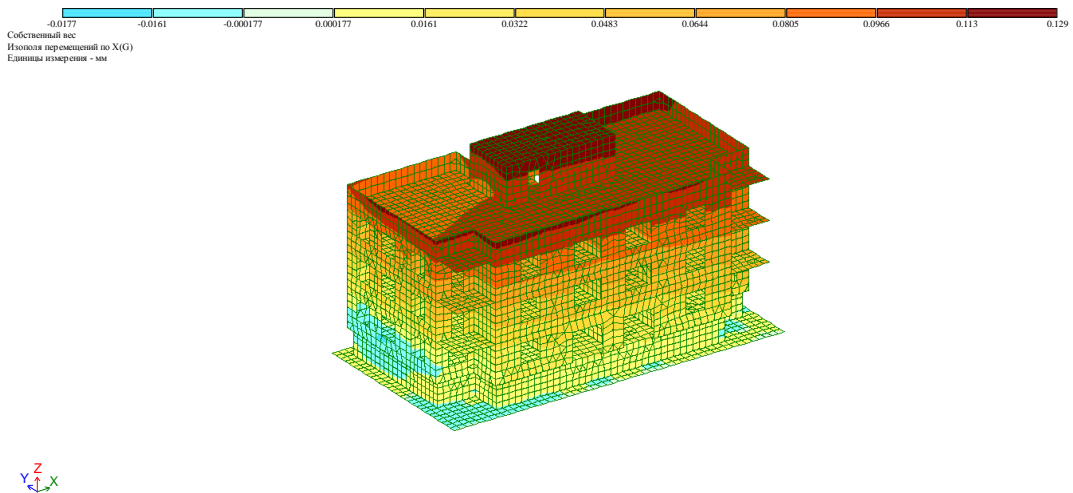


Рисунок 2.4 – Графічне відображення ізоліній переміщень по осі X

Аналіз прогинів проведено відповідно ДСТУ Б В.1.2 - 3:2006 «Прогини і переміщення. Вимоги проектування», зокрема згідно з п.7, де встановлюються допустимі значення горизонтальних переміщень у каркасних будівлях.

Формула для перевірки граничного переміщення:

$$f_u < [f_u] \quad (2.8)$$

де  $f_u$  – фактичне граничне переміщення

$[f_u]$  – допустиме значення переміщення

$h$  – висота будівлі, яка визначається як відстань від верху фундаментної плити до осі покриття для данної споруди становить 12 м.

Таким чином, фактичні переміщення не перевищують допустимі значення, що свідчить про відповідність проектного рішення вимогам нормативної документації.

Додатково подано мозаїки розподілу напружень за основними компонентами:

Граничні зміщення в горизонтальному напрямку відповідають нормативним обмеженням.

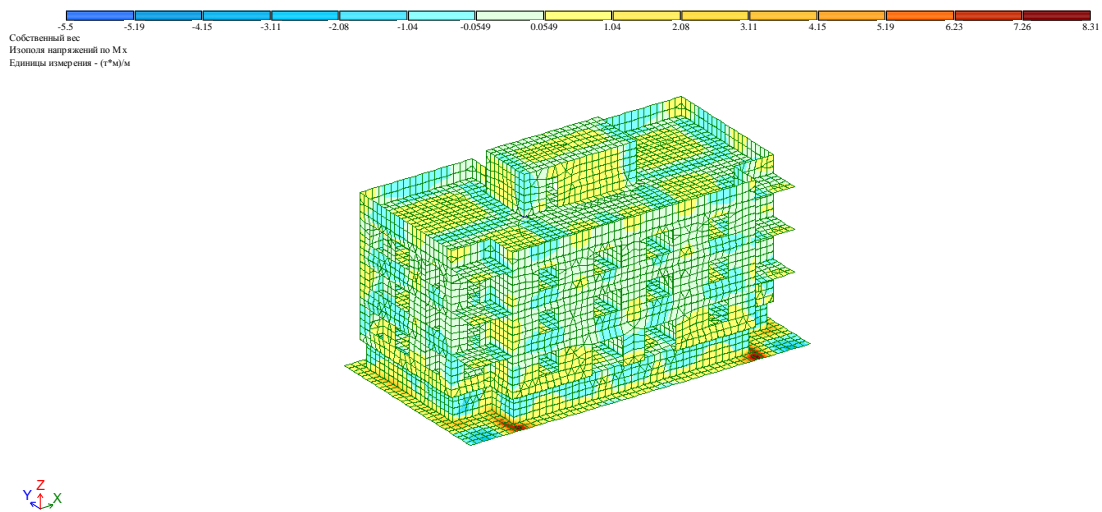


Рисунок 2.5 – Мозаїка напружень по Mx

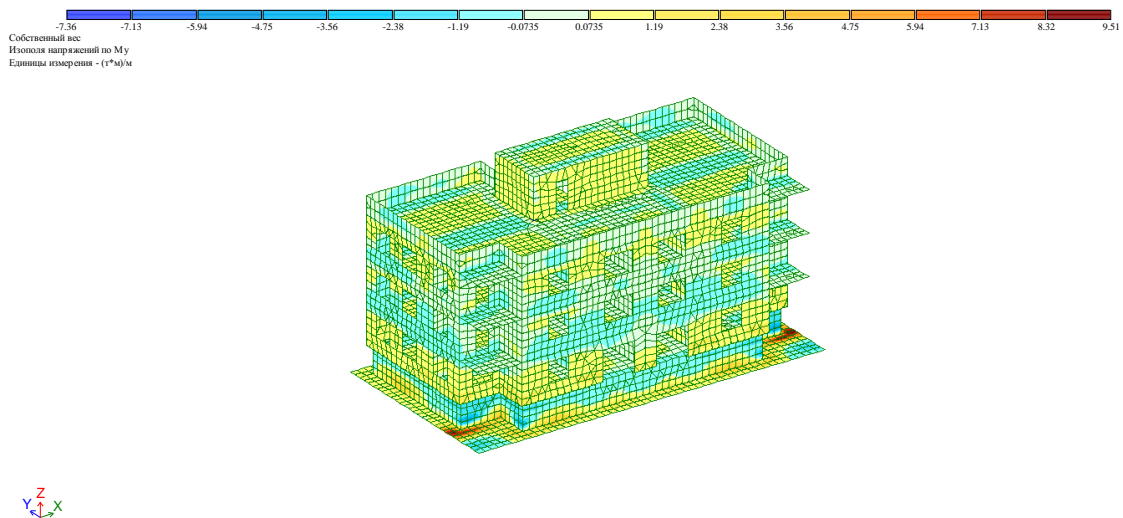


Рисунок 2.6 - Мозаїка напружень по My

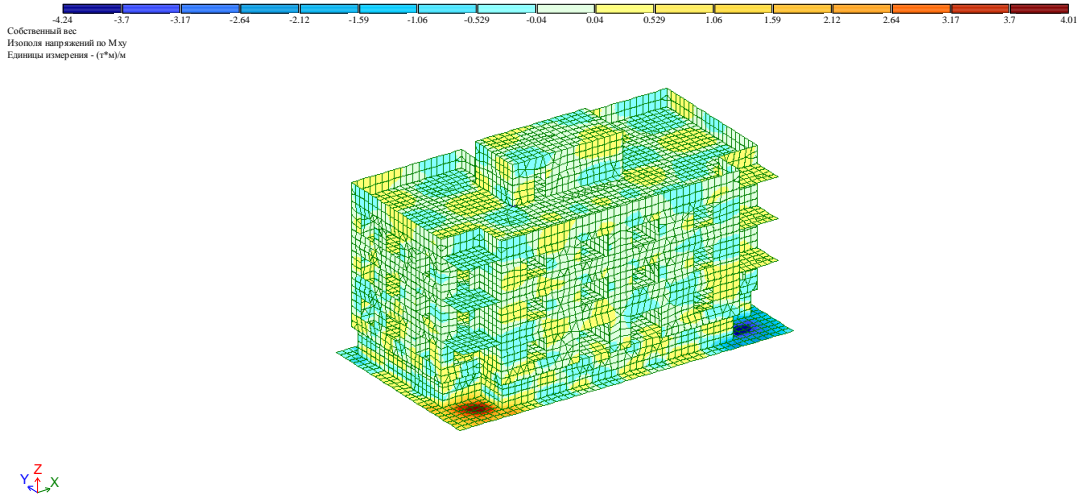


Рисунок 2.7 – Мозаїка напружень по Mxy

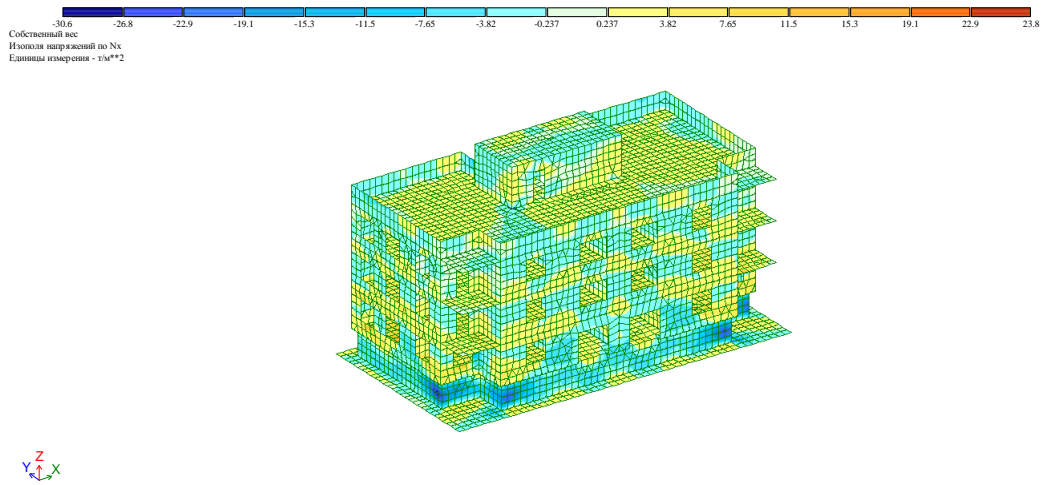


Рисунок 2.8 – Мозаїка напружень по Nx

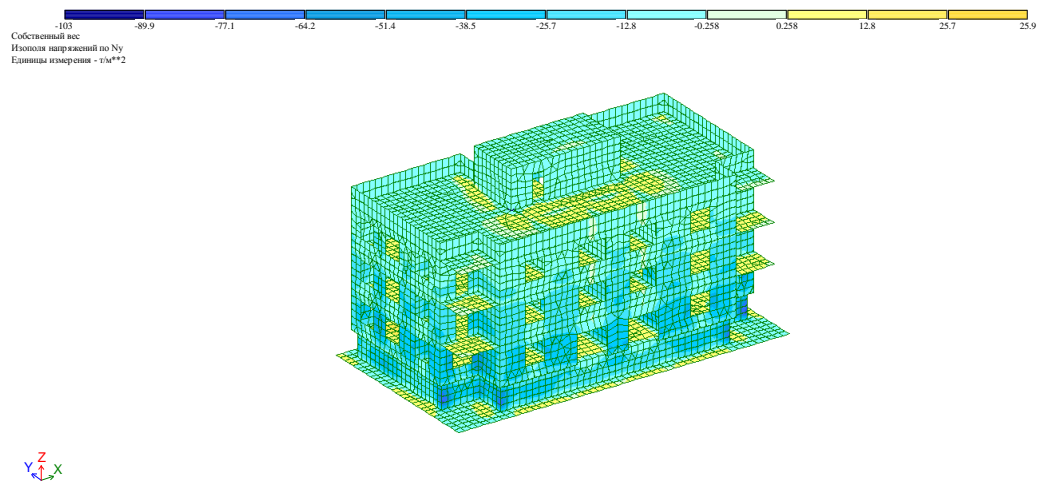


Рисунок 2.9 – Мозаїка напружень по Ny

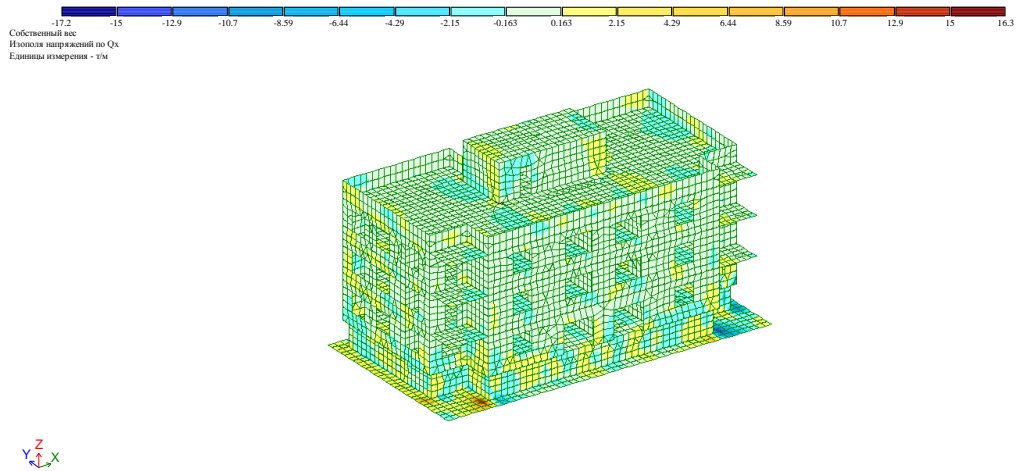


Рисунок 2.10 – зсувне напруження Qx

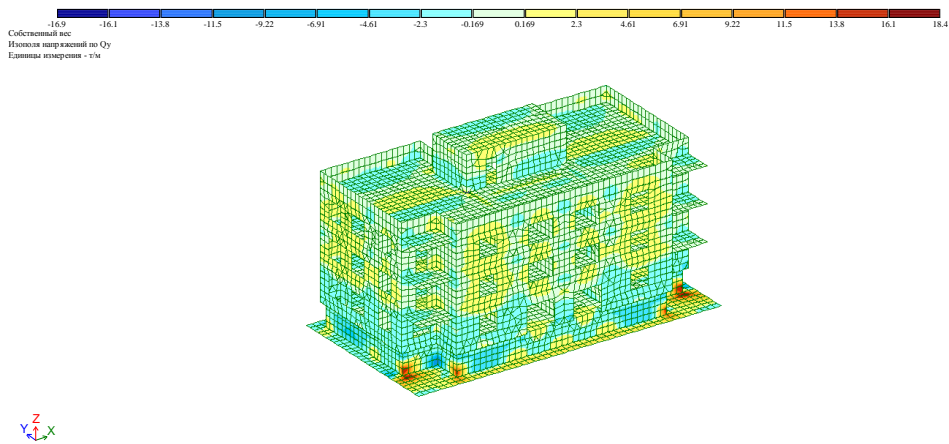


Рисунок 2.11 – зсувне напруження Qy

Площі арматури, які необхідні для забезпечення міцності елементів, представлені у вигляді графіків:

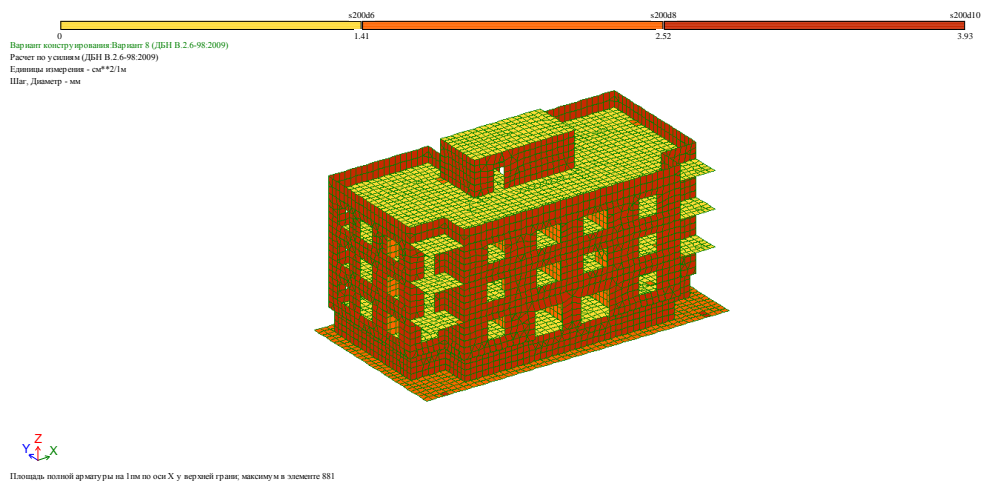


Рисунок 2.12 – Загальна площа армування вздовж осі X (верхній шар)

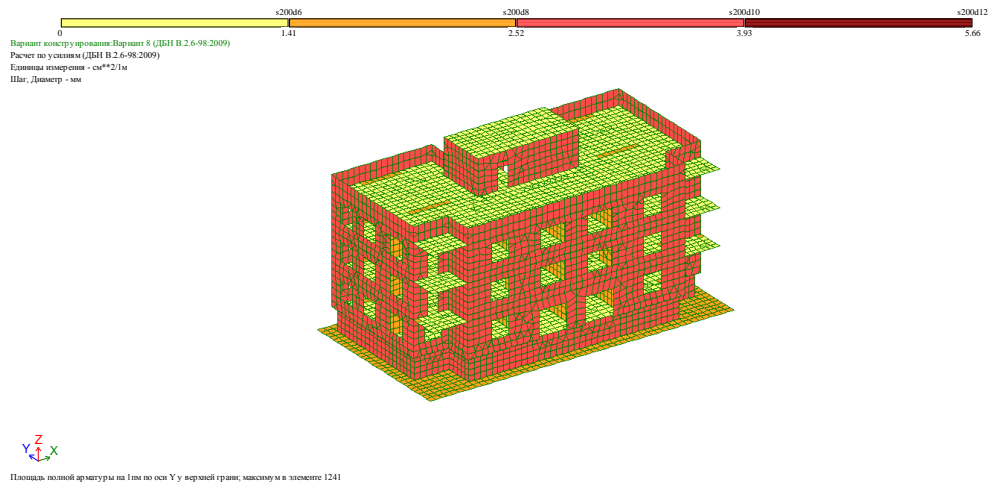


Рисунок 2.13 - Загальна площа армування вздовж осі Y (верхній шар)

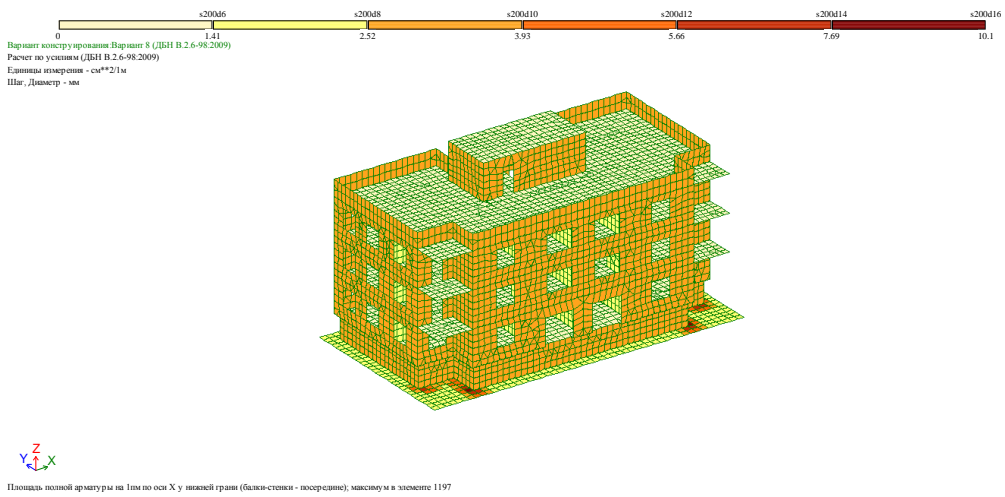


Рисунок 2.14 – Загальна площа армування вздовж осі X (нижній шар)

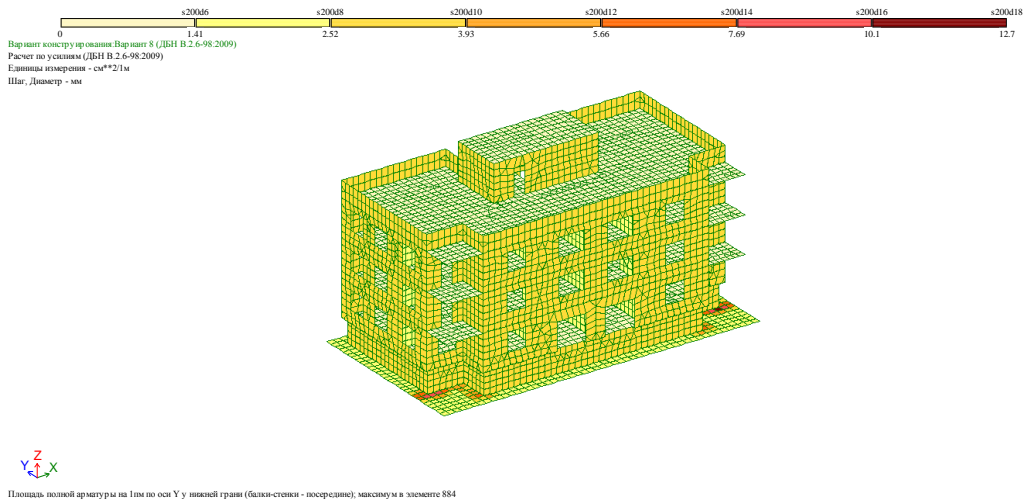


Рисунок 2.15 – Загальна площа армування осі Y (нижній шар)

## 2.7. Розрахунки моноліної плити перекриття на відмітці +9.000

Розрахункова модель монолітної залізобетонної плити перекриття (Рис. 2.16). Результати проведеного статичного аналізу проведеного статичного аналізу подано у рисунках 2.16 – 2.23.

Плита виконана з бетону марки С 25/30. Для армування вздовж і впоперек використовують арматуру класу А400 відповідно до стандарту ДСТУ 3760.

Розрахунок поздовжньої арматури проводився з урахуванням максимальної позитивної згинальної сили у критичних перерізах. Підбір арматурних елементів здійснювався за допомогою програмного забезпечення «ЛІРА-АРМ» на базі результатів аналізу міцності перерізів. Розташування арматури відповідає ізолініям згинальних моментів.

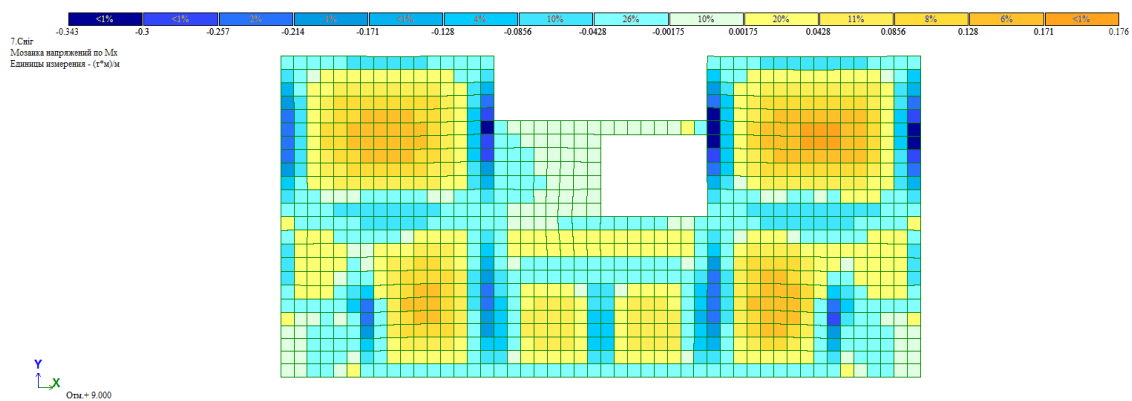


Рисунок 2.16 – Розподіл напружень за моментом  $M_x$  у вигляді мозаїки

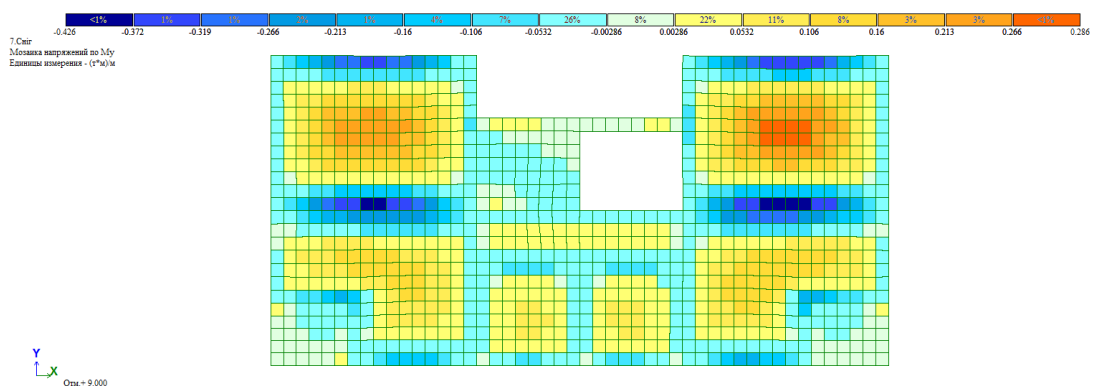


Рисунок 2.17 – Розподіл напружень за моментом  $M_y$  у вигляді мозаїки

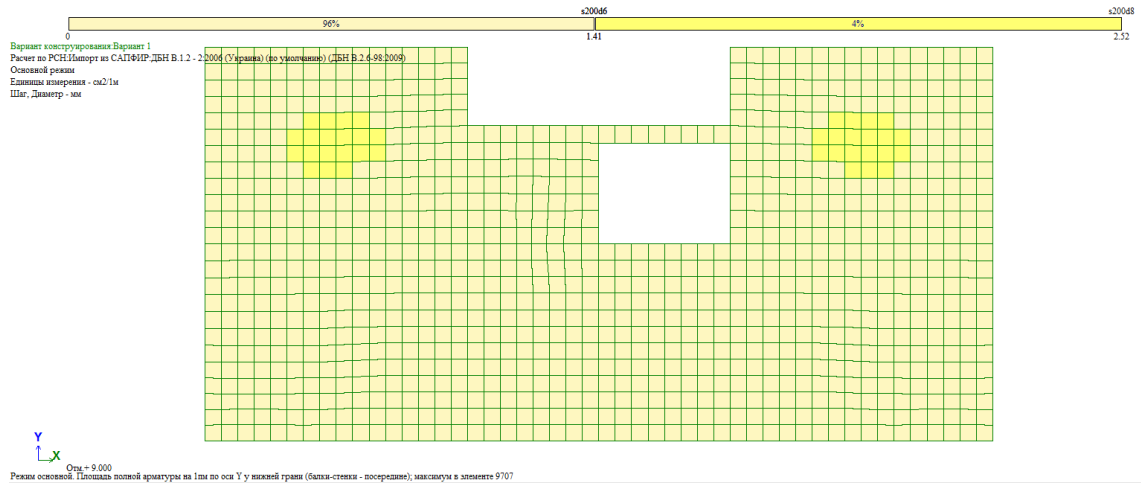


Рисунок 2.18 – Нижне армування вздовж осі Y

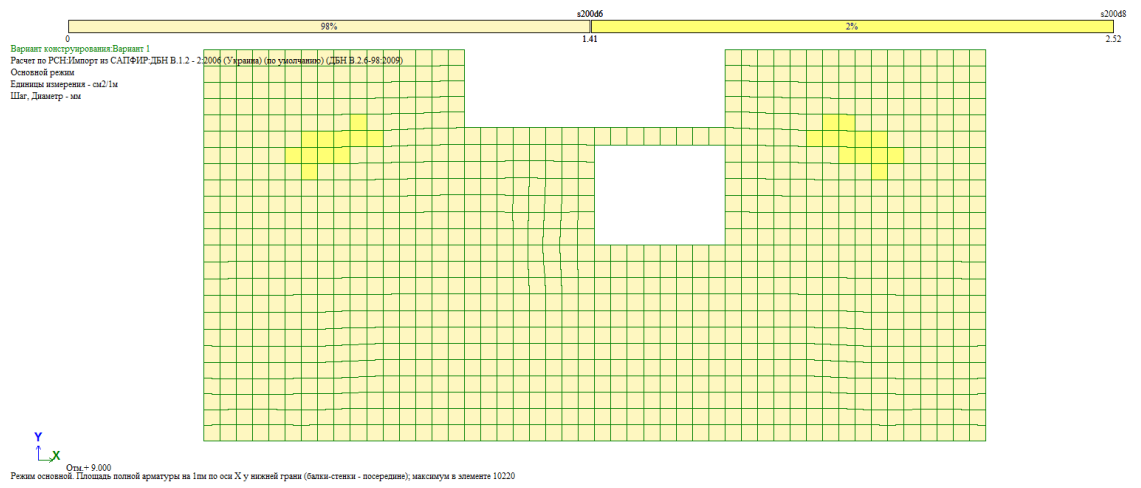


Рисунок 2.19 – Нижне армування вздовж осі X

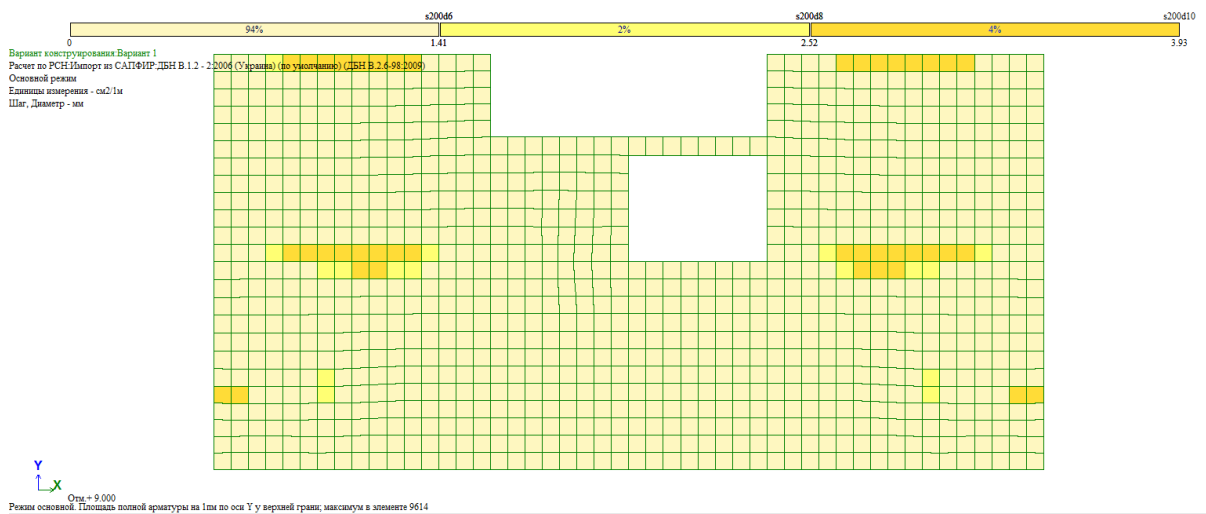


Рисунок 2.20 – Верхне армування вздовж осі Y

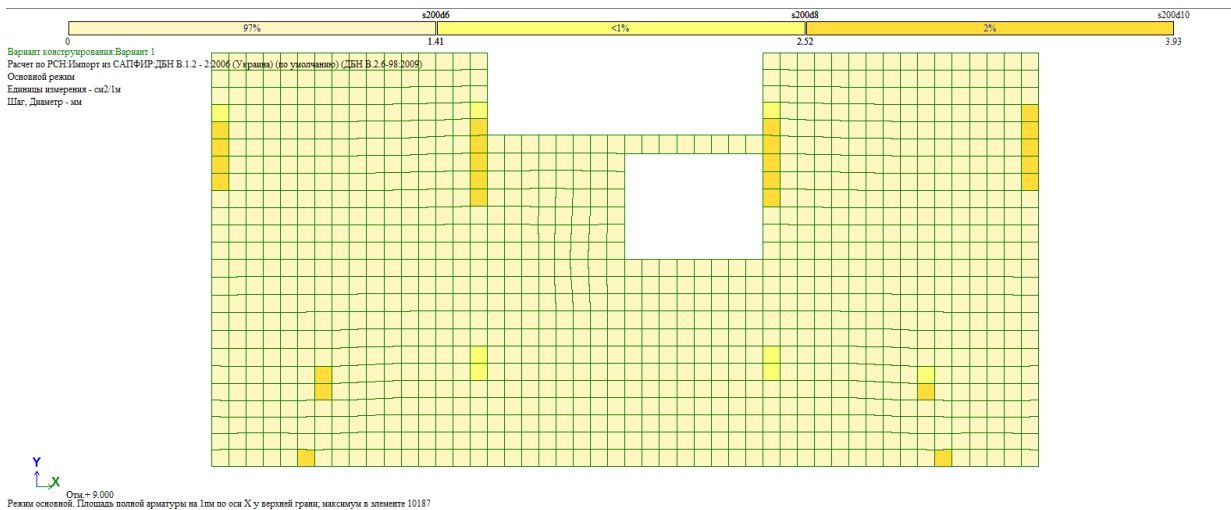


Рисунок 2.21 – Верхнє армування вздовж осі X

Армування плити виконується за епюрами згинальних моментів у прольотних смугах, як у нерозрізних плитах, що відповідає положенням ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення».

Прогини перекриття розраховано за результатами просторової моделі. Відповідно до В.2.6-98:2009, граничні значення прогинів залежать від функціонального призначення конструкції та умов її експлуатації. Розрахунки підтвердили, що фактичні переміщення не перевищують нормативні межі, що гарантує експлуатаційну надійність перекриття.

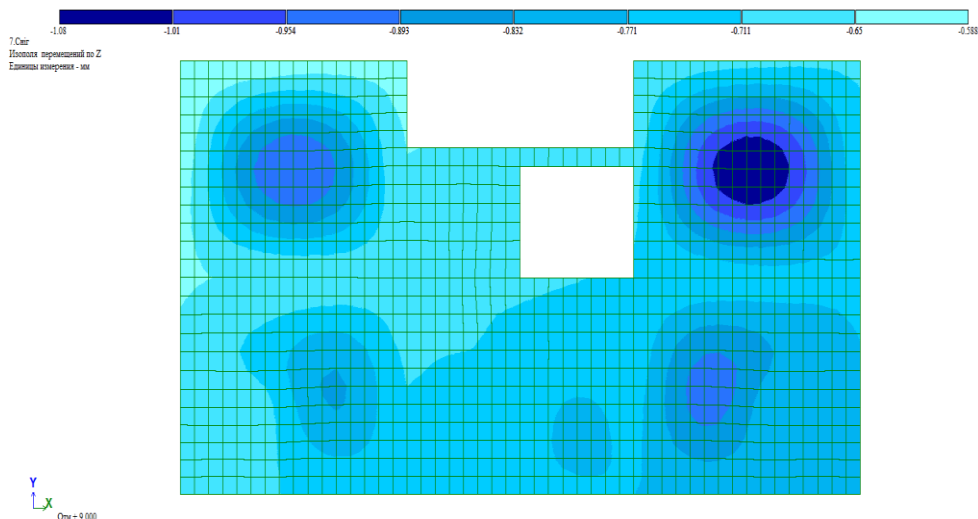


Рисунок 2.22 – Ізолінії верикальних переміщень по осі Z

Перевірка виконана згідно з ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини і переміщення. Вимоги проектування»:

$$f = [f] = \frac{1}{200} \cdot L \quad (2.9)$$

де  $L = \text{мм}$ , отже:

$$f_u = 7,03 < [f_u] = (1/200) * 6000 = 30 \text{ мм}$$

Таким чином, жорсткість перекриття відповідає нормативним вимогам.

Прийняте армування плити перекриття:

Основне армування виконується класу  $\varnothing 12$  А400С з кроком мм у двох напрямках у верхній та нижніх зонах.

## 2.8. Статичний аналіз монолітних стін на відмітці +0.000

Підсумки розрахунків монолітних стін наведені на рисунках 2.23 – 2.28.

Конструктивні елементи виконані з бетону марки С25/30. Поздовжнє армування застосовується з арматури класу А400, а поперечне — арматури класу А240с, відповідно до вимог ДСТУ 3760:2019.

Підбір арматурних елементів здійснювався за допомогою програмного забезпечення «ЛІРА-АРМ» з урахуванням критеріїв міцності нормальних перерізів, згідно з нормами ДБН В.2.6-98:2009. Арматура розподіляється по стіні з епюрами внутрішніх зусиль.

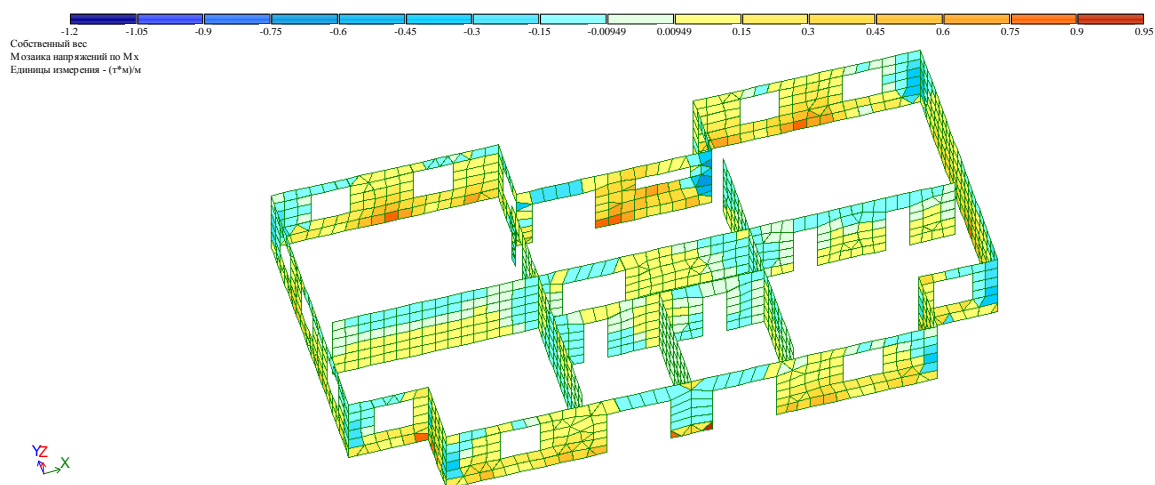


Рисунок 2.23 – Мозаїчний розподіл напружень за моментом Mx

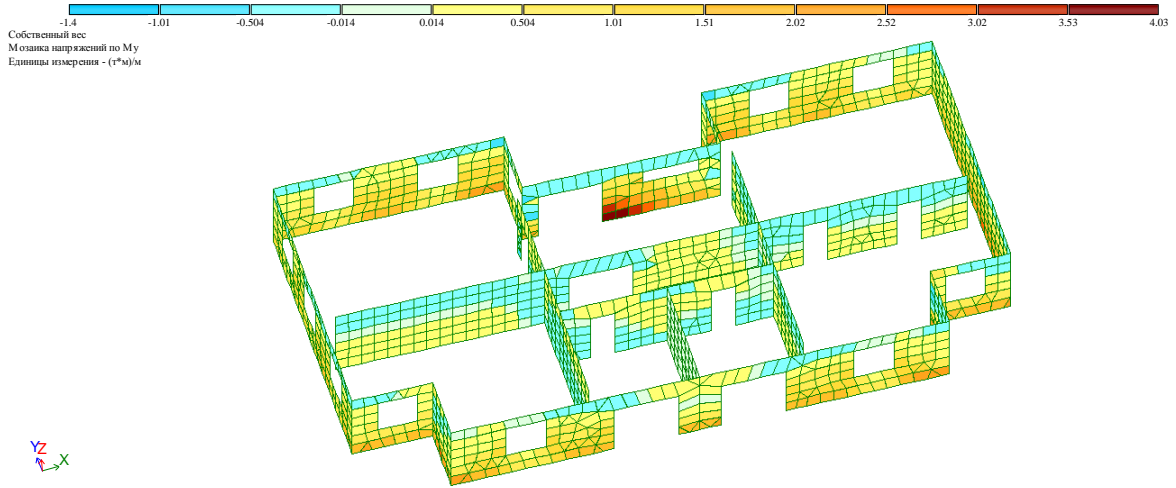


Рисунок 2.24 – Мозаїчний розподіл напружень за моментом  $M_y$

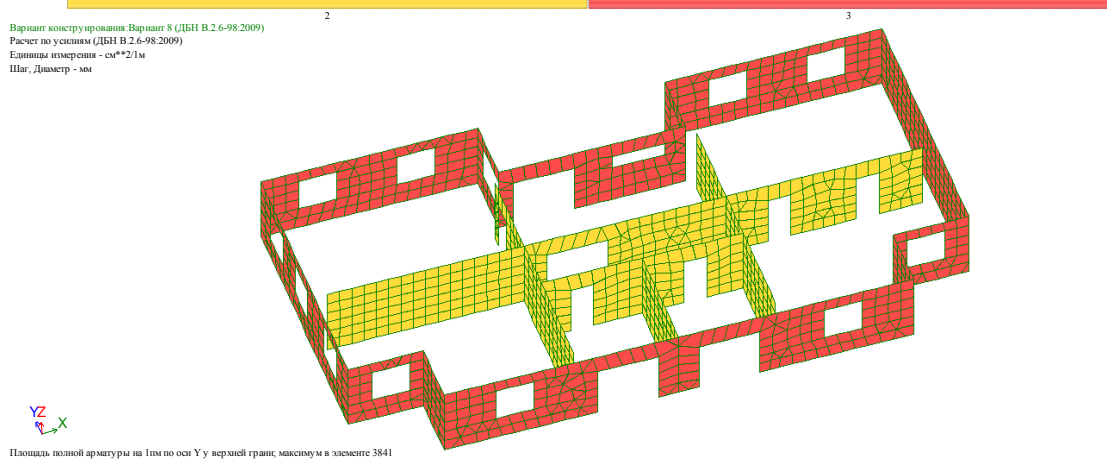


Рисунок 2.25 – Нижнє армування вздовж осі Y

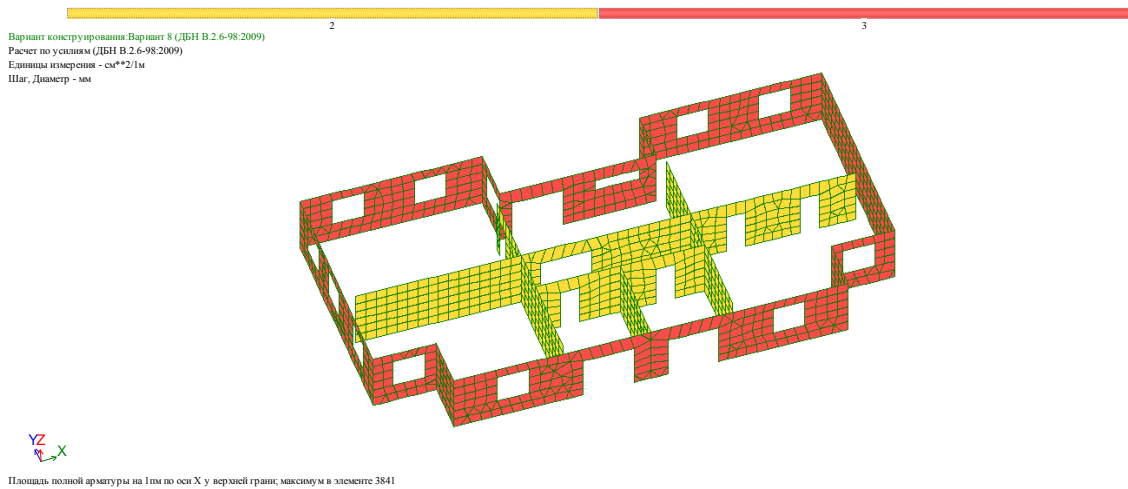
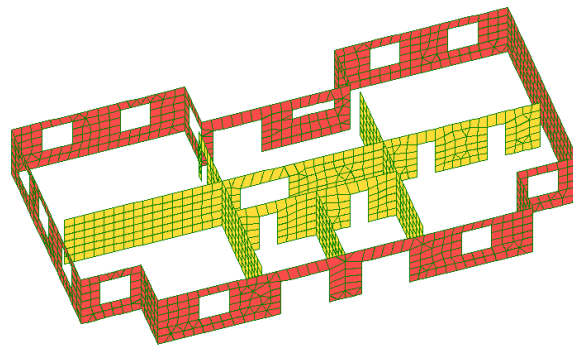


Рисунок 2.26 – Нижнє армування вздовж осі X

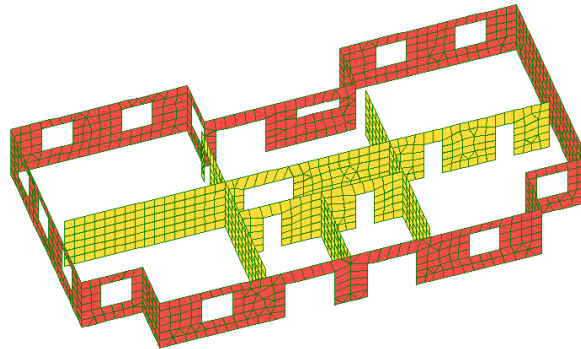
Вариант конструирования: Вариант 8 (ДБН В.2.6-98:2009)  
 Расчет по усилкам (ДБН В.2.6-98:2009)  
 Единица измерения - см\*\*2/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м<sup>2</sup> по оси X у нижней грани (балки-стены - посередине); максимум в элементе 3841

Рисунок 2.27 – Верхнє армування вздовж осі X

Вариант конструирования: Вариант 8 (ДБН В.2.6-98:2009)  
 Расчет по усилкам (ДБН В.2.6-98:2009)  
 Единица измерения - см\*\*2/м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м<sup>2</sup> по оси Y у нижней грани (балки-стены - посередине); максимум в элементе 3841

Рисунок 2.28 – Верхнє армування вздовж осі Y

Прийняте армування стін:

Основне армування виконується класу  $\varnothing 12$  A400С з кроком 200 мм у двох напрямках.

Розрахунок монолітної стіни См.т1-1

Нижче наведено приклад розрахунку окремої ділянки – монолітної стіни См.т1-1.

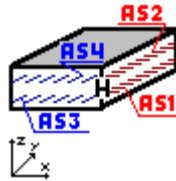
Розрахунок виконано в програмному комплексі «ЛІРА-САПР», результати автоматизовано імпортовано до середовища «САПФІР» для формування креслень армування. Інші стіни, представлені в графічній частині проекту, спроектовано за аналогічною методикою.

## См.т - 1.1

ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування  
 Проект - Диплом\_3747  
 Проект ЛІРА-САПР: Диплом  
 ДБН В.2.6.-98:2009

**Елемент 1**

Елемент N = 1  
 Елемент в ЛІРА-САПР N = 3747  
 Модуль армування: Оболонка



Товщина пластини - 30.0 ( см )  
 Відстань до центру ваги арматури: знизу = 3.5 зверху = 3.5 ( см )  
 Відстань до центру ваги арматури: знизу = 2 зверху = 2 ( Y ) ( см )  
 Індеси матеріалів: загальні 2, бетон 2, арматура 2  
 Розрахунок по теорії Вуда  
 Клас бетону - C25/30  
 Клас поздовжньої арматури X - A400C  
 Клас поздовжньої арматури X - A400C  
 Клас поперечної арматури - A240C  
 Максимальний діаметр 32.00 мм

**ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))**

No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx, Ny, Txy - т/м <sup>2</sup> ; Mx, My, Mxy - (т*м)/м; Qx, Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A1		-9.768	-60.535	-12.869	0.008	-0.067	-0.063	0.074	-0.210
2	A1		-10.992	-67.703	-14.538	0.009	-0.079	-0.086	0.097	-0.285
3	A1		-10.876	-67.329	-13.929	0.009	-0.076	-0.079	0.091	-0.263
4	A1		-9.768	-60.535	-12.869	0.008	-0.067	-0.063	0.074	-0.210
5	A1		-9.889	-61.334	-12.881	0.010	-0.070	-0.065	0.082	-0.219
6	A1		-12.036	-74.178	-15.420	0.012	-0.090	-0.102	0.119	-0.336
7	B1		-9.964	-62.182	-12.869	0.008	-0.068	-0.063	0.074	-0.211
8	B1		-9.993	-61.833	-13.175	0.008	-0.068	-0.062	0.075	-0.209

**Нормативні значення**

No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx, Ny, Txy - т/м <sup>2</sup> ; Mx, My, Mxy - (т*м)/м; Qx, Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A2		-8.880	-55.032	-11.699	0.007	-0.060	-0.057	0.067	-0.191
2	A2		-9.900	-61.005	-13.090	0.008	-0.071	-0.077	0.087	-0.253
3	B2		-9.803	-60.693	-12.582	0.008	-0.069	-0.071	0.082	-0.235
4	A2		-8.880	-55.032	-11.699	0.007	-0.060	-0.057	0.067	-0.191
5	B2		-8.980	-55.698	-11.709	0.009	-0.063	-0.059	0.074	-0.199
6	B2		-10.770	-66.401	-13.825	0.010	-0.080	-0.090	0.105	-0.296
7	C2		-9.062	-56.543	-11.755	0.007	-0.061	-0.058	0.068	-0.193
8	C2		-9.067	-56.479	-11.811	0.007	-0.061	-0.058	0.068	-0.192

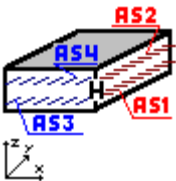
АРМАТУРА Підбір арматури										
AS1	AS2	AS3	AS4	% X	% Y	% X+Y	Asw1	Asw2	Т.нетрив.	Т.трив.
1.50	1.50	1.50	1.50	0.10	0.10	0.20		-		0.22
1.50	1.50	1.50	1.50							

#### У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування:

- AS1 - площа нижньої арматури в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];  
AS2 - площа верхньої арматури в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];  
AS3 - площа нижньої арматури в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];  
AS4 - площа верхньої арматури в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];  
% X - відсоток поздовжньої арматури (AS1, AS2) в напрямку X;  
% Y - відсоток поздовжньої арматури (AS3, AS4) в напрямку Y;  
% X+Y - сумарний відсоток поздовжньої арматури в напрямках X та Y;  
ASW1 - арматура поперечна в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];  
ASW2 - арматура поперечна в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];  
Т.нетрив. - ширина нетривалого розкриття тріщин [мм];  
Т.трив. - ширина тривалого розкриття тріщин [мм];  
+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості  
^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування  
Рядок 1 - повна арматура, підібрана по I і II групам граничних станів, від крутіння...  
Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів  
Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості  
Рядок ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

### ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування Проект - Диплом\_3707 Проект ЛІРА-САПР: Диплом ДБН В.2.6.-98:2009

Елемент 1	
<p>Елемент N = 1  Елемент в ЛІРА-САПР N = 3707  Модуль армування: Оболонка</p>  <p>Товщина пластини - 30.0 ( см )  Відстань до центру ваги арматури: знизу = 3.5 зверху = 3.5 ( см )  Відстань до центру ваги арматури: знизу = 2 зверху = 2 ( Y ) ( см )  Індекси матеріалів: загальні 2, бетон 2, арматура 2  Розрахунок по теорії Вуда  Клас бетону - C25/30  Клас поздовжньої арматури X - A400C  Клас поздовжньої арматури Y - A400C  Клас поперечної арматури - A240C  Максимальний діаметр 32.00 мм</p>	

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx, Ny, Txy - т/м <sup>2</sup> ; Mx, My, Mxy - (т*м)/м; Qx, Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A1		0.292	-73.191	-11.291	0.007	0.056	0.026	0.126	-0.027
2	A1		0.228	-82.241	-12.729	0.007	0.087	0.033	0.170	-0.033
3	A1		0.059	-81.588	-12.275	0.007	0.076	0.031	0.158	-0.033

4	A1	0.292	-73.191	-11.291	0.007	0.056	0.026	0.126	-0.027
5	A1	0.278	-74.141	-11.351	0.008	0.056	0.028	0.126	-0.030
6	A1	0.008	-90.201	-13.597	0.007	0.103	0.039	0.196	-0.041
7	B1	0.184	-74.844	-11.375	0.007	0.054	0.026	0.129	-0.028
8	B1	0.353	-74.275	-11.652	0.006	0.052	0.026	0.128	-0.028

Нормативні значення										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx, Ny, Txy - т/м <sup>2</sup> ; Mx, My, Mxy - (т*м)/м; Qx, Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A2	0.265	-66.537	-10.264	0.007	0.051	0.024	0.115	-0.025	
2	A2	0.212	-74.079	-11.463	0.006	0.077	0.029	0.151	-0.030	
3	B2	0.071	-73.535	-11.085	0.006	0.067	0.028	0.141	-0.030	
4	A2	0.265	-66.537	-10.264	0.007	0.051	0.024	0.115	-0.025	
5	B2	0.253	-67.329	-10.314	0.008	0.051	0.025	0.115	-0.027	
6	B2	0.029	-80.713	-12.186	0.007	0.090	0.035	0.173	-0.036	
7	C2	0.171	-68.102	-10.334	0.007	0.050	0.023	0.117	-0.026	
8	C2	0.202	-67.997	-10.385	0.006	0.050	0.023	0.117	-0.026	

АРМАТУРА Підбір арматури											
AS1	AS2	AS3	AS4	% X	% Y	% X+Y	Asw1	Asw2	Т.нетрив.	Т.трив.	
1.50	1.50	1.50	1.50	0.10	0.10	0.20		-		0.29	
1.50	1.50	1.50	1.50								

#### У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування:

AS1 - площа нижньої арматури в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];

AS2 - площа верхньої арматури в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];

AS3 - площа нижньої арматури в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];

AS4 - площа верхньої арматури в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];

% X - відсоток поздовжньої арматури (AS1, AS2) в напрямку X;

% Y - відсоток поздовжньої арматури (AS3, AS4) в напрямку Y;

% X+Y - сумарний відсоток поздовжньої арматури в напрямках X та Y;

ASW1 - арматура поперечна в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];

ASW2 - арматура поперечна в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];

Т.нетрив. - ширина нетривалого розкриття тріщин [мм];

Т.трив. - ширина тривалого розкриття тріщин [мм];

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

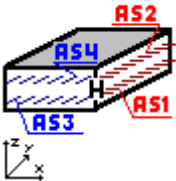
Рядок 1 - повна арматура, підібрана по I і II групам граничних станів, від крутіння...

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

Рядок ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування  
 Проект - Диплом\_3799  
 Проект ЛІРА-САПР: Диплом  
 ДБН В.2.6.-98:2009

<b>Елемент 1</b>	
Елемент N = 1 Елемент в ЛІРА-САПР N = 3799 Модуль армування: Оболонка	
	
Товщина пластини - 30.0 ( см ) Відстань до центру ваги арматури: знизу = 3.5 зверху = 3.5 ( см ) Відстань до центру ваги арматури: знизу = 2 зверху = 2 ( Y ) ( см ) Індеси матеріалів: загальні 2, бетон 2, арматура 2 Розрахунок по теорії Вуда Клас бетону - C25/30 Клас поздовжньої арматури X - A400C Клас поздовжньої арматури Y - A400C Клас поперечної арматури - A240C Максимальний діаметр 32.00 мм	

<b>ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))</b>										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A1		-3.301	-70.387	-2.946	-0.010	0.043	0.033	0.032	-0.097
2	A1		-3.433	-78.377	-3.612	-0.028	0.056	0.048	0.071	-0.187
3	A1		-3.501	-78.097	-3.541	-0.022	0.053	0.043	0.056	-0.153
4	A1		-3.301	-70.387	-2.946	-0.010	0.043	0.033	0.032	-0.097
5	A1		-3.319	-70.901	-3.072	-0.010	0.044	0.034	0.031	-0.096
6	A1		-3.623	-85.378	-4.227	-0.037	0.064	0.057	0.090	-0.232
7	B1		-3.396	-72.437	-3.122	-0.011	0.044	0.033	0.029	-0.093
8	B1		-3.401	-71.561	-3.643	-0.010	0.044	0.034	0.027	-0.094

<b>Нормативні значення</b>										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A2		-3.001	-63.989	-2.678	-0.009	0.039	0.030	0.029	-0.088
2	A2		-3.111	-70.646	-3.233	-0.024	0.050	0.043	0.061	-0.163
3	B2		-3.167	-70.413	-3.174	-0.019	0.047	0.039	0.049	-0.135
4	A2		-3.001	-63.989	-2.678	-0.009	0.039	0.030	0.029	-0.088
5	B2		-3.016	-64.416	-2.783	-0.009	0.040	0.031	0.028	-0.088
6	B2		-3.269	-76.480	-3.745	-0.032	0.057	0.050	0.077	-0.201
7	C2		-3.088	-65.899	-2.803	-0.010	0.040	0.030	0.028	-0.085
8	C2		-3.089	-65.737	-2.899	-0.009	0.040	0.031	0.027	-0.086

АРМАТУРА Підбір арматури									
AS1	AS2	AS3	AS4	% X	% Y	% X+Y	Asw1	Asw2	Т.нетрив. Т.трив.
1.50	1.50	1.50	1.50	0.10	0.10	0.20	-	-	0.18
1.50	1.50	1.50	1.50						

#### У таблиці результатів армування

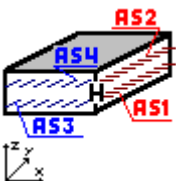
У таблиці результатів армування:

- AS1 - площа нижньої арматури в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];  
AS2 - площа верхньої арматури в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];  
AS3 - площа нижньої арматури в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];  
AS4 - площа верхньої арматури в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];  
% X - відсоток поздовжньої арматури (AS1, AS2) в напрямку X;  
% Y - відсоток поздовжньої арматури (AS3, AS4) в напрямку Y;  
% X+Y - сумарний відсоток поздовжньої арматури в напрямках X та Y;  
ASW1 - арматура поперечна в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];  
ASW2 - арматура поперечна в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];  
Т.нетрив. - ширина нетривалого розкриття тріщин [мм];  
Т.трив. - ширина тривалого розкриття тріщин [мм];  
+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості  
^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування  
Рядок 1 - повна арматура, підібрана по I і II групам граничних станів, від крутіння...  
Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів  
Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості  
Рядок ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

### См.т - 1.3

## ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування

Проект - Диплом\_3554  
Проект ЛІРА-САПР: Диплом  
ДБН В.2.6.-98:2009

Елемент 1	
<p>Елемент N = 1  Елемент в ЛІРА-САПР N = 3554  Модуль армування: Оболонка</p>	
	
<p>Товщина пластини - 30.0 ( см )  Відстань до центру ваги арматури: знизу = 3.5 зверху = 3.5 ( см )  Відстань до центру ваги арматури: знизу = 2 зверху = 2 ( Y ) ( см )  Індекси матеріалів: загальні 2, бетон 2, арматура 2  Розрахунок по теорії Вуда  Клас бетону - C25/30  Клас поздовжньої арматури X - A400C  Клас поздовжньої арматури Y - A400C  Клас поперечної арматури - A240C  Максимальний діаметр 32.00 мм</p>	

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx, Ny, Txy - т/м <sup>2</sup> ; Mx, My, Mxy - (т*м)/м; Qx, Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A1		5.634	-37.815	-14.732	0.062	0.233	0.025	-0.257	-0.392
2	A1		5.130	-42.878	-17.329	0.101	0.352	0.037	-0.352	-0.557
3	A1		5.483	-42.385	-16.966	0.087	0.313	0.034	-0.325	-0.506

4	A1	5.634	-37.815	-14.732	0.062	0.233	0.025	-0.257	-0.392
5	A1	5.228	-38.922	-15.522	0.072	0.264	0.028	-0.278	-0.435
6	A1	4.654	-47.734	-19.920	0.132	0.446	0.046	-0.428	-0.690
7	B1	5.688	-39.196	-15.429	0.062	0.234	0.026	-0.259	-0.395
8	B1	5.261	-40.306	-16.380	0.061	0.233	0.025	-0.258	-0.393

Нормативні значення										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A2		5.122	-34.377	-13.393	0.056	0.212	0.023	-0.233	-0.356
2	A2		4.701	-38.596	-15.557	0.089	0.311	0.033	-0.313	-0.494
3	B2		4.996	-38.186	-15.254	0.078	0.279	0.030	-0.290	-0.451
4	A2		5.122	-34.377	-13.393	0.056	0.212	0.023	-0.233	-0.356
5	B2		4.784	-35.300	-14.051	0.065	0.238	0.025	-0.251	-0.392
6	B2		4.305	-42.643	-17.716	0.114	0.389	0.040	-0.376	-0.605
7	C2		5.235	-35.302	-13.793	0.056	0.213	0.023	-0.235	-0.359
8	C2		5.156	-35.507	-13.968	0.056	0.213	0.023	-0.235	-0.359

АРМАТУРА Підбір арматури											
AS1	AS2	AS3	AS4	% X	% Y	% X+Y	Asw1	Asw2	Т.нетрив.	Т.трив.	
3.90	2.10	1.50	1.50	0.20	0.10	0.30		-		0.25	
1.50	1.50	1.50	1.50								

#### У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування:

AS1 - площа нижньої арматури в напрямку X [см2/м];

AS2 - площа верхньої арматури в напрямку X [см2/м];

AS3 - площа нижньої арматури в напрямку Y [см2/м];

AS4 - площа верхньої арматури в напрямку Y [см2/м];

% X - відсоток поздовжньої арматури (AS1, AS2) в напрямку X;

% Y - відсоток поздовжньої арматури (AS3, AS4) в напрямку Y;

% X+Y - сумарний відсоток поздовжньої арматури в напрямках X та Y;

ASW1 - арматура поперечна в напрямку X [см2/м];

ASW2 - арматура поперечна в напрямку Y [см2/м];

Т.нетрив. - ширина нетривалого розкриття тріщин [мм];

Т.трив. - ширина тривалого розкриття тріщин [мм];

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

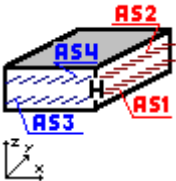
Рядок 1 - повна арматура, підібрана по I і II групам граничних станів, від крутіння...

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

Рядок ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування  
 Проект - Диплом\_3577  
 Проект ЛІРА-САПР: Диплом  
 ДБН В.2.6.-98:2009

<b>Елемент 1</b>	
Елемент N = 1 Елемент в ЛІРА-САПР N = 3577 Модуль армування: Оболонка	
	
Товщина пластини - 30.0 ( см ) Відстань до центру ваги арматури: знизу = 3.5 зверху = 3.5 ( см ) Відстань до центру ваги арматури: знизу = 2 зверху = 2 ( Y ) ( см ) Індеси матеріалів: загальні 2, бетон 2, арматура 2 Розрахунок по теорії Вуда Клас бетону - C25/30 Клас поздовжньої арматури X - A400C Клас поздовжньої арматури X - A400C Клас поперечної арматури - A240C Максимальний діаметр 32.00 мм	

<b>ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))</b>										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx, Ny, Txy - т/м <sup>2</sup> ; Mx, My, Mxy - (т*м)/м; Qx, Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A1		-7.711	-100.341	-7.595	-0.091	-0.552	-0.019	-0.052	-0.511
2	A1		-9.008	-114.036	-9.288	-0.113	-0.718	-0.018	-0.076	-0.734
3	A1		-8.766	-112.679	-8.977	-0.108	-0.676	-0.019	-0.068	-0.667
4	A1		-7.711	-100.341	-7.595	-0.091	-0.552	-0.019	-0.052	-0.511
5	A1		-7.830	-102.828	-7.984	-0.098	-0.596	-0.019	-0.056	-0.569
6	A1		-10.000	-126.693	-10.797	-0.134	-0.861	-0.019	-0.094	-0.915
7	B1		-8.036	-103.607	-8.106	-0.093	-0.561	-0.019	-0.052	-0.516
8	B1		-8.748	-105.016	-9.393	-0.092	-0.560	-0.019	-0.051	-0.514

<b>Нормативні значення</b>										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx, Ny, Txy - т/м <sup>2</sup> ; Mx, My, Mxy - (т*м)/м; Qx, Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A2		-7.010	-91.219	-6.905	-0.083	-0.501	-0.017	-0.047	-0.465
2	A2		-8.090	-102.632	-8.315	-0.101	-0.640	-0.016	-0.067	-0.651
3	B2		-7.889	-101.500	-8.056	-0.097	-0.605	-0.017	-0.061	-0.594
4	A2		-7.010	-91.219	-6.905	-0.083	-0.501	-0.017	-0.047	-0.465
5	B2		-7.109	-93.291	-7.229	-0.089	-0.538	-0.017	-0.051	-0.513
6	B2		-8.918	-113.179	-9.573	-0.119	-0.760	-0.017	-0.082	-0.801
7	C2		-7.120	-93.647	-7.084	-0.084	-0.509	-0.017	-0.047	-0.469
8	C2		-7.251	-93.906	-7.321	-0.084	-0.509	-0.017	-0.047	-0.469

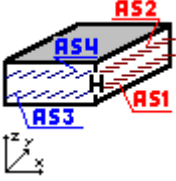
АРМАТУРА Підбір арматури										
AS1	AS2	AS3	AS4	% X	% Y	% X+Y	Asw1	Asw2	Т.нетрив.	Т.трив.
1.50	1.50	1.50	1.80	0.10	0.11	0.21	-	-		0.27
1.50	1.50	1.50	1.50							

#### У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування:

- AS1 - площа нижньої арматури в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];  
AS2 - площа верхньої арматури в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];  
AS3 - площа нижньої арматури в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];  
AS4 - площа верхньої арматури в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];  
% X - відсоток поздовжньої арматури (AS1, AS2) в напрямку X;  
% Y - відсоток поздовжньої арматури (AS3, AS4) в напрямку Y;  
% X+Y - сумарний відсоток поздовжньої арматури в напрямках X та Y;  
ASW1 - арматура поперечна в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];  
ASW2 - арматура поперечна в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];  
Т.нетрив. - ширина нетривалого розкриття тріщин [мм];  
Т.трив. - ширина тривалого розкриття тріщин [мм];  
+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості  
^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування  
Рядок 1 - повна арматура, підібрана по I і II групам граничних станів, від крутіння...  
Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів  
Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості  
Рядок ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

### ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування Проект - Диплом\_3544 Проект ЛІРА-САПР: Диплом ДБН В.2.6.-98:2009

Елемент 1	
<p>Елемент N = 1  Елемент в ЛІРА-САПР N = 3544  Модуль армування: Оболонка</p> 	
<p>Товщина пластини - 30.0 ( см )  Відстань до центру ваги арматури: знизу = 3.5 зверху = 3.5 ( см )  Відстань до центру ваги арматури: знизу = 2 зверху = 2 ( Y ) ( см )  Індекси матеріалів: загальні 2, бетон 2, арматура 2  Розрахунок по теорії Вуда  Клас бетону - C25/30  Клас поздовжньої арматури X - A400C  Клас поздовжньої арматури Y - A400C  Клас поперечної арматури - A240C  Максимальний діаметр 32.00 мм</p>	

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx, Ny, Txy - т/м <sup>2</sup> ; Mx, My, Mxy - (т*м)/м; Qx, Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A1		-2.642	-37.065	1.818	-0.008	-0.031	0.014	0.333	-0.082
2	A1		-2.764	-41.305	1.990	-0.022	-0.023	0.014	0.442	-0.100
3	A1		-2.739	-41.016	1.979	-0.016	-0.027	0.015	0.408	-0.095
4	A1		-2.642	-37.065	1.818	-0.008	-0.031	0.014	0.333	-0.082

5	A1	-2.485	-37.632	1.773	-0.011	-0.031	0.014	0.346	-0.082
6	A1	-2.705	-45.160	2.085	-0.031	-0.019	0.016	0.515	-0.112
7	B1	-2.543	-38.192	1.812	-0.008	-0.034	0.014	0.339	-0.083
8	B1	-2.011	-38.163	1.614	-0.007	-0.036	0.013	0.338	-0.081

Нормативні значення										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx, Ny, Txy - т/м <sup>2</sup> ; Mx, My, Mxy - (т*м)/м; Qx, Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A2		-2.401	-33.695	1.653	-0.007	-0.028	0.012	0.303	-0.074
2	A2		-2.504	-37.229	1.796	-0.019	-0.021	0.013	0.393	-0.090
3	B2		-2.482	-36.988	1.787	-0.014	-0.025	0.013	0.366	-0.086
4	A2		-2.401	-33.695	1.653	-0.007	-0.028	0.012	0.303	-0.074
5	B2		-2.271	-34.168	1.615	-0.009	-0.028	0.012	0.314	-0.074
6	B2		-2.454	-40.441	1.875	-0.027	-0.018	0.014	0.455	-0.099
7	C2		-2.409	-34.571	1.671	-0.007	-0.030	0.013	0.308	-0.075
8	C2		-2.311	-34.566	1.635	-0.007	-0.031	0.013	0.308	-0.075

АРМАТУРА Підбір арматури											
AS1	AS2	AS3	AS4	% X	% Y	% X+Y	Asw1	Asw2	Т.нетрив.	Т.трив.	
1.50	1.50	1.50	1.50	0.10	0.10	0.20		-		0.18	
1.50	1.50	1.50	1.50								

#### У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування:

AS1 - площа нижньої арматури в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];

AS2 - площа верхньої арматури в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];

AS3 - площа нижньої арматури в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];

AS4 - площа верхньої арматури в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];

% X - відсоток поздовжньої арматури (AS1, AS2) в напрямку X;

% Y - відсоток поздовжньої арматури (AS3, AS4) в напрямку Y;

% X+Y - сумарний відсоток поздовжньої арматури в напрямках X та Y;

ASW1 - арматура поперечна в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];

ASW2 - арматура поперечна в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];

Т.нетрив. - ширина нетривалого розкриття тріщин [мм];

Т.трив. - ширина тривалого розкриття тріщин [мм];

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

Рядок 1 - повна арматура, підібрана по I і II групам граничних станів, від крутіння...

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

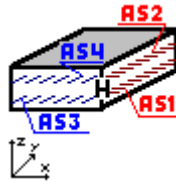
Рядок ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

## С.М.Т - 1.4

ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування  
 Проект - Диплом\_3641  
 Проект ЛІРА-САПР: Диплом  
 ДБН В.2.6.-98:2009

**Елемент 1**

Елемент N = 1  
 Елемент в ЛІРА-САПР N = 3641  
 Модуль армування: Оболонка



Товщина пластини - 30.0 ( см )  
 Відстань до центру ваги арматури: знизу = 3.5 зверху = 3.5 ( см )  
 Відстань до центру ваги арматури: знизу = 2 зверху = 2 ( Y ) ( см )  
 Індеси матеріалів: загальні 2, бетон 2, арматура 2  
 Розрахунок по теорії Вуда  
 Клас бетону - C25/30  
 Клас поздовжньої арматури X - A400C  
 Клас поздовжньої арматури X - A400C  
 Клас поперечної арматури - A240C  
 Максимальний діаметр 32.00 мм

**ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))**

No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx, Ny, Txy - т/м <sup>2</sup> ; Mx, My, Mxy - (т*м)/м; Qx, Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A1		16.535	-48.711	16.893	0.090	0.096	-0.064	0.131	-0.111
2	A1		19.101	-54.625	19.132	0.105	0.121	-0.081	0.154	-0.127
3	A1		18.873	-53.709	18.614	0.102	0.114	-0.076	0.149	-0.124
4	A1		16.535	-48.711	16.893	0.090	0.096	-0.064	0.131	-0.111
5	A1		16.684	-49.568	17.289	0.092	0.098	-0.064	0.131	-0.112
6	A1		21.212	-59.599	20.925	0.117	0.137	-0.091	0.170	-0.139
7	B1		17.175	-49.050	16.789	0.091	0.096	-0.065	0.133	-0.111
8	B1		17.495	-47.997	16.064	0.090	0.090	-0.064	0.127	-0.106

**Нормативні значення**

No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx, Ny, Txy - т/м <sup>2</sup> ; Mx, My, Mxy - (т*м)/м; Qx, Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A2		15.032	-44.283	15.358	0.082	0.087	-0.058	0.119	-0.101
2	A2		17.170	-49.211	17.223	0.095	0.108	-0.072	0.138	-0.114
3	B2		16.980	-48.448	16.792	0.092	0.102	-0.068	0.134	-0.112
4	A2		15.032	-44.283	15.358	0.082	0.087	-0.058	0.119	-0.101
5	B2		15.156	-44.997	15.687	0.083	0.089	-0.058	0.119	-0.102
6	B2		18.929	-53.356	18.718	0.104	0.122	-0.080	0.152	-0.125
7	C2		15.522	-44.786	15.402	0.083	0.089	-0.059	0.122	-0.102
8	C2		15.581	-44.592	15.268	0.083	0.087	-0.059	0.121	-0.101

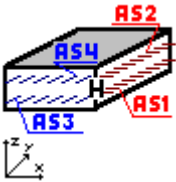
АРМАТУРА Підбір арматури										
AS1	AS2	AS3	AS4	% X	% Y	% X+Y	Asw1	Asw2	Т.нетрив.	Т.трив.
5.10	3.00	1.50	1.50	0.27	0.10	0.37		-		0.29
1.50	1.50	1.50	1.50							

#### У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування:

- AS1 - площа нижньої арматури в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];  
AS2 - площа верхньої арматури в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];  
AS3 - площа нижньої арматури в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];  
AS4 - площа верхньої арматури в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];  
% X - відсоток поздовжньої арматури (AS1, AS2) в напрямку X;  
% Y - відсоток поздовжньої арматури (AS3, AS4) в напрямку Y;  
% X+Y - сумарний відсоток поздовжньої арматури в напрямках X та Y;  
ASW1 - арматура поперечна в напрямку X [см<sup>2</sup>/м];  
ASW2 - арматура поперечна в напрямку Y [см<sup>2</sup>/м];  
Т.нетрив. - ширина нетривалого розкриття тріщин [мм];  
Т.трив. - ширина тривалого розкриття тріщин [мм];  
+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості  
^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування  
Рядок 1 - повна арматура, підібрана по I і II групам граничних станів, від крутіння...  
Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів  
Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості  
Рядок ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

### ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування Проект - Диплом\_3645 Проект ЛІРА-САПР: Диплом ДБН В.2.6.-98:2009

Елемент 1	
Елемент N = 1	
Елемент в ЛІРА-САПР N = 3645	
Модуль армування: Оболонка	
	
Товщина пластини - 30.0 ( см )	
Відстань до центру ваги арматури: знизу = 3.5 зверху = 3.5 ( см )	
Відстань до центру ваги арматури: знизу = 2 зверху = 2 ( Y ) ( см )	
Індекси матеріалів: загальні 2, бетон 2, арматура 2	
Розрахунок по теорії Вуда	
Клас бетону - C25/30	
Клас поздовжньої арматури X - A400C	
Клас поздовжньої арматури Y - A400C	
Клас поперечної арматури - A240C	
Максимальний діаметр 32.00 мм	

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx, Ny, Txy - т/м <sup>2</sup> ; Mx, My, Mxy - (т*м)/м; Qx, Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A1		19.247	-12.819	1.234	0.140	0.116	-0.049	-0.181	-0.121
2	A1		22.406	-14.185	1.652	0.172	0.151	-0.059	-0.238	-0.149
3	A1		21.884	-14.040	1.362	0.164	0.141	-0.057	-0.221	-0.141

4	A1	19.247	-12.819	1.234	0.140	0.116	-0.049	-0.181	-0.121
5	A1	19.478	-13.082	1.307	0.141	0.117	-0.049	-0.184	-0.123
6	A1	24.830	-15.453	1.813	0.193	0.174	-0.065	-0.274	-0.169
7	B1	19.660	-12.993	0.963	0.141	0.116	-0.050	-0.181	-0.121
8	B1	19.564	-12.825	0.534	0.139	0.112	-0.050	-0.177	-0.114

Нормативні значення										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
1	A2		17.498	-11.653	1.122	0.127	0.105	-0.044	-0.164	-0.110
2	A2		20.130	-12.792	1.470	0.154	0.135	-0.053	-0.212	-0.134
3	B2		19.695	-12.671	1.229	0.147	0.126	-0.051	-0.198	-0.127
4	A2		17.498	-11.653	1.122	0.127	0.105	-0.044	-0.164	-0.110
5	B2		17.690	-11.873	1.183	0.128	0.106	-0.044	-0.167	-0.112
6	B2		22.149	-13.849	1.604	0.172	0.153	-0.058	-0.242	-0.150
7	C2		17.867	-11.835	0.963	0.129	0.106	-0.045	-0.166	-0.111
8	C2		17.849	-11.805	0.884	0.128	0.106	-0.045	-0.165	-0.110

### У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування:

AS1 - площа нижньої арматури в напрямку X [см2/м];

AS2 - площа верхньої арматури в напрямку X [см2/м];

AS3 - площа нижньої арматури в напрямку Y [см2/м];

AS4 - площа верхньої арматури в напрямку Y [см2/м];

% X - відсоток поздовжньої арматури (AS1, AS2) в напрямку X;

% Y - відсоток поздовжньої арматури (AS3, AS4) в напрямку Y;

% X+Y - сумарний відсоток поздовжньої арматури в напрямках X та Y;

ASW1 - арматура поперечна в напрямку X [см2/м];

ASW2 - арматура поперечна в напрямку Y [см2/м];

T.нетрив. - ширина нетривалого розкриття тріщин [мм];

T.трив. - ширина тривалого розкриття тріщин [мм];

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

Рядок 1 - повна арматура, підібрана по I і II групам граничних станів, від крутіння...

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

Рядок ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

## ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування

Проект - Диплом\_3663

Проект ЛІРА-САПР: Диплом

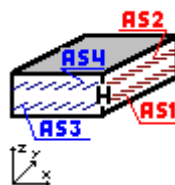
ДБН В.2.6.-98:2009

### Елемент 1

Елемент N = 1

Елемент в ЛІРА-САПР N = 3663

Модуль армування: Оболонка



Товщина пластини - 30.0 ( см )

Відстань до центру ваги арматури: знизу = 3.5 зверху = 3.5 ( см )

Відстань до центру ваги арматури: низу = 2    зверху = 2 (Y) ( см )  
 Індекси матеріалів: загальні 2, бетон 2, арматура 2  
 Розрахунок по теорії Вуда  
 Клас бетону - C25/30  
 Клас поздовжньої арматури X - A400C  
 Клас поздовжньої арматури X - A400C  
 Клас поперечної арматури - A240C  
 Максимальний діаметр 32.00 мм

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.										
Елемент: 1    Зусилля або РСН										
1	A1		-3.409	-80.792	0.788	-0.064	-0.300	0.020	-0.216	-1.116
2	A1		-4.897	-91.308	0.689	-0.085	-0.387	0.028	-0.278	-1.460
3	A1		-4.204	-91.135	1.000	-0.079	-0.361	0.025	-0.264	-1.351
4	A1		-3.409	-80.792	0.788	-0.064	-0.300	0.020	-0.216	-1.116
5	A1		-4.203	-83.326	0.687	-0.074	-0.341	0.029	-0.248	-1.257
6	A1		-6.253	-102.371	0.794	-0.105	-0.475	0.040	-0.346	-1.782
7	B1		-3.058	-83.542	1.087	-0.064	-0.299	0.020	-0.221	-1.106
8	B1		-2.871	-83.238	0.997	-0.064	-0.295	0.019	-0.225	-1.088

Нормативні значення										
No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.										
Елемент: 1    Зусилля або РСН										
1	A2		-3.099	-73.447	0.716	-0.058	-0.273	0.019	-0.197	-1.015
2	A2		-4.339	-82.211	0.634	-0.075	-0.345	0.025	-0.248	-1.302
3	B2		-3.762	-82.066	0.893	-0.071	-0.324	0.023	-0.236	-1.210
4	A2		-3.099	-73.447	0.716	-0.058	-0.273	0.019	-0.197	-1.015
5	B2		-3.761	-75.559	0.632	-0.066	-0.307	0.026	-0.223	-1.132
6	B2		-5.469	-91.430	0.721	-0.093	-0.418	0.035	-0.305	-1.569
7	C2		-2.840	-75.803	0.974	-0.059	-0.272	0.018	-0.201	-1.008
8	C2		-2.806	-75.747	0.958	-0.059	-0.272	0.018	-0.201	-1.005

АРМАТУРА    Підбір арматури										
AS1	AS2	AS3	AS4	% X	% Y	% X+Y	Asw1	Asw2	T.нетрив.	T.трив.
1.50	1.50	1.50	1.50	0.10	0.10	0.20	-	-		0.26
1.50	1.50	1.50	1.50							

#### У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування:

- AS1 - площа нижньої арматури в напрямку X [см2/м];
- AS2 - площа верхньої арматури в напрямку X [см2/м];
- AS3 - площа нижньої арматури в напрямку Y [см2/м];
- AS4 - площа верхньої арматури в напрямку Y [см2/м];
- % X - відсоток поздовжньої арматури (AS1, AS2) в напрямку X;
- % Y - відсоток поздовжньої арматури (AS3, AS4) в напрямку Y;
- % X+Y - сумарний відсоток поздовжньої арматури в напрямках X та Y;
- ASW1 - арматура поперечна в напрямку X [см2/м];
- ASW2 - арматура поперечна в напрямку Y [см2/м];
- T.нетрив. - ширина нетривалого розкриття тріщин [мм];
- T.трив. - ширина тривалого розкриття тріщин [мм];
- + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості
- ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування
- Рядок 1 - повна арматура, підібрана по I і II групам граничних станів, від крутіння...
- Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів
- Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості
- Рядок ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

## РОЗДІЛ 3 – ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

### 3.1. Технологічна карта н зведення каркасу монолітної будівлі

У процесі зведення монолітної будівлі важливим етапом є розробка технологічних карт, які охоплюють усі основні будівлі операції загального циклу. Зокрема йдеться про опалубні, арматурні та бетонні роботи, витримування бетону до досягнення необхідної міцності, а також подальшу розпалубку конструкцій. Такі карти повинні містити детальний опис кожного етапу з урахуванням їх послідовності та просторової узгодженості.

У дипломному проекту доцільно створити єдину технологічну карту, яка охоплює весь комплекс бетонних робіт, пов'язаних із будівництвом типового поверху будівлі.

Створення технологічної карти базується на підборі оптимальної опалубної системи, виборі технічних засобів для транспортування, укладання та ущільнення бетонної суміші, а також на застосуванні будівельних кранів і вантажозахоплювального інвентарю.

Документ повинен забезпечити виконання таких основних вимог:

Безперервне та ритмічне виконання робіт з опалубки, армування і бетонування.

Раціональне й збалансоване застосування трудових, матеріальних та технічних ресурсів разом із виробничими потужностями.

Максимальне застосування механізованих засобів і організація роботи в дві або більше зміни.

Застосування такого підходу дозволяє підвищити ефективність організації будівельного процесу, скоротити часові витрати й досягти високого рівня якості виконання робіт.

### **3.2. Визначення кількості виконаних робіт**

Обсяги робіт по об'єкту визначаються на основі проектного завдання, плану типової поверхової частини та специфікацій монолітних конструктивних елементів. Відомість обсягів формується відповідно до черговості технологічних процесів будівництва.

У рамках даного дипломного проекту акцент зроблено на надземній частині будівлі, зокрема типовому поверсі. З урахуванням архітектурно-планувальних рішень формується специфікація основних конструктивних елементів — як монолітних, так і збірних. Для кожного з них визначаються обсяг, маса та кількість, що необхідна для виконання робіт. На підставі цих даних розраховуються загальні показники для кожної окремої ділянки, типового поверху та будівлі в цілому.

Для підвищення ефективності розрахунків елементи додатково групуються за технологічними захватками.

Процес підготовки специфікацій та підрахунку обсягів робіт значно спрощується завдяки використанню програмного комплексу «САПФІР». Цей інструмент автоматично формує специфікації на основі архітектурної моделі, що інтегрується в технологічний процес. Такий підхід дозволяє не лише покращити точність розрахунків, а й зробити документацію більш зручною для подальшого використання.

Нижче подано специфікацію, сформовану за допомогою програмного комплексу «САПФІР».

### **3.3. Технологія виконання будівельних робіт**

До початку зведення надземної частини монолітного залізобетонного каркасу необхідно провести організаційно-підготовчі роботи відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

Перед установленням опалубки потрібно виконати ряд підготовчих заходів, зокрема:

- винесення осей стін у натуру;
- нівелювання поверхонь стін і перекриттів;
- розмітка приміщень згідно з проектною документацією;
- нанесення контрольних міток (ризиків) на перекриття для точного розміщення опалубки;
- підготовка необхідного монтажного обладнання та інструментів;
- очищення робочої поверхні від сміття та забруднень.

Будівництво виконується у визначеній послідовності. Спочатку виконують бетонування колон та діафрагм жорсткості, після чого заливають плити перекриття. Потім встановлюються зовнішні стіни, внутрішні перегородки та сходові марші першого поверху. Аналогічні роботи проводяться послідовно для кожного наступного поверху.

Після заливки плит перекриття обов'язково витримується технологічна пауза тривалістю 13 діб перед демонтажем опалубки, що забезпечує необхідну міцність конструкцій.

### **3.3.1. Опалубні роботи**

Опалубка є тимчасовою конструкцією, що слугує для надання необхідної форми й розмірів бетонним елементам. Вона повинна відповідати низці основних вимог:

- мати достатню міцність для сприймання усіх робочих навантажень;
- зберігати геометричну стабільність без деформацій під час бетонування;
- здатні витримувати тиск бетонної суміші без деформації і збереження початкової форми;
- бути зручною у монтажі, демонтажі та транспортуванні.

Процес проектування та застосування опалубної системи передбачає використання комбінованої уніфікованої розбірно-переставної опалубки для

будівництва монолітного каркаса. Розробка починається з розташування опалубних панелей на плані типової поверхової частини, з урахуванням позицій стін, колон і балок.

Щоб максимально ефективно використати опалубні матеріали:

- розглядаються різні схеми розкладки панелей
- надається перевага використанню цілих панелей
- по краях перекриття, де відсутні стіни, панелі виносяться за контур на 0,5 – 1 м.

У крайових зонах, які не межують із зовнішніми стінами, рекомендується розкладка коротким боком паралельно до краю перекриття – це підвищує стійкість елементів. Некратні ділянки (панелі не підходять за розміром) заповнюються вирізаними фрагментами. Консольні виступи перекриттів монтуються з опорою на тимчасові ліси, які також використовуються для встановлення опалубки зовнішніх стін наступного поверху.

Після розміщення панелей викладаються балки верхнього ряду. Їх розміщують з кроком 0,5-0,75 м (залежно від товщини плити), з обов'язковим підсиленням під місцями стику панелей. Далі встановлюють балки нижнього ряду і телескопічні стійки, що підтримують конструкцію. Орієнтований крок балок – 1,2 - 1,5 м, стійок – 1,5 – 2 м. Остаточні значення визначаються згідно з документацією виробника опалубної системи.

Опалубка для стін та колон. Для вертикальних конструкцій застосовується щитова опалубка, що монтується з окремих елементів за допомогою замків, тяжів, шайб і гайок, здатних витримати тиск бетону. Щити часто збираються в укрупнені блоки ще на землі – це прискорює монтаж. З'єднання забезпечують точне вирівнювання і фіксацію.

Торцева частина опалубки перекриттів виконується з ламінованої фанери шириною 250 мм та фіксується підкосами, виготовленими безпосередньо на будівельному майданчику. Основні несучі балки встановлюються на телескопічні стійки, які додатково фіксуються триногами для забезпечення стабільності під час бетонування.

Використання сучасних опалубних систем із швидкозмінними кріпленими значно підвищує ефективність монтажу, точність формування бетонних елементів і знижує ризик деформацій. Програмні комплекси, зокрема «САПФІР», дають змогу автоматизувати розрахунки та розкладку елементів опалубки, що суттєво полегшує управління будівельними процесами та ресурсами.

### **3.3.2. Арматурні роботи**

Перед початком монтажу арматурних елементів необхідно провести низку підготовчих дій:

- Перевірка опалубки. Оцінюється точність встановлення та відповідність проектним розмірам

- Документальне оформлення. Складається акт приймання опалубки

- Підготовка інструментів. Готуються такелажні пристрої, ручний інструмент та зварювальне обладнання

- Очищення арматури. Арматурні стрижні очищуються від бруду

Вимоги до зберігання арматурних матеріалів на будівельному майданчику.

Арматурні стержні зберігаються у захищених приміщеннях на спеціальних стелажах, розсортовані за маркою, діаметром і довжиною.

Арматурні сітки зберігають у згорнутому вигляді — вертикально в рулонах. Плоскі сітки та просторові каркаси укладають штабелями на підкладках, розташованих у зоні доступу крана. Максимальна висота таких штабелів не повинна перевищувати 1,5 метра.

Каркаси вагою до 50 кг транспортуються краном у пачках до місця монтажу, де далі збираються вручну. Стержні подають у пучках, а сітки транспортуються за допомогою траверси по три штуки одночасно.

Розмітка та монтаж арматури здійснюються відповідно до проектної документації.

Перед монтажем каркасів на поверхні опалубки крейдою наносяться розмітки їх точного розташування. Для фіксації каркасів використовуються

струбцини, які також допомагають виправити викривлення осьової зміщення арматурних випусків.

Горизонтальні стрижні кріпляться до встановлених каркасів дротяними зв'язками.

Забезпечення захисного шару бетону

Щоб забезпечити потрібний захисний шар між арматурою і бетонною сумішшю, використовують спеціальні елементи — фіксатори:

Для стін – з інтервалом 1-1,2м

Для плит перекриття – з інтервалом 0,8-1м

Стикування арматурних елементів

З'єднання каркасів виконується шляхом зв'язування дротом або зварюванням – вертикально для каркасів та горизонтально для об'ємних конструкцій.

Приймання змонтованої арматури

Перед заливкою бетонної суміші проводиться приймання арматурних робіт із заповненням акту на приховані роботи. Оцінюється:

Зовнішній стан арматури та правильність монтажу

Інструментальний контроль – перевірка розмірів розташування стрижнів та каркасів згідно з кресленнями

Відповідність технічним вимогам – перевіряються діаметри, кількість та відстань між стержнями

Контроль якості зварних з'єднань – огляд і вибіркові випробування.

Суворе дотримання технології гарантує надійність арматурного каркасу і довговічність конструкції в цілому.

### **3.3.3. Бетонування**

Перед початком бетонування слід провести комплекс підготовчих робіт:

1. Перевірити коректність монтажу арматурних деталей і опалубки.
2. Виправити всі виявлені пошкодження або недоліки в опалубній системі.

3. Переконалися в наявності фіксаторів, що гарантують задану товщину захисного шару бетону.

4. Оформити приймання всіх конструктивних елементів, доступ до яких після заливки бетону буде ускладнений або неможливий.

5. Очистити арматуру та опалубку від бруду, сміття ті іржі.

6. Перевірити справність обладнання, інструментів та механізмів, які будуть використовуватись у процесі бетонування.

Постачання та подача бетонної суміші

Бетон доставляється на будівельний майданчик автобетонозмішувачами марок JAC, SINOTRUK, HOWO, ASTRA.

До місця укладання бетон подається за допомогою бадді.

Основні етапи бетонування включають:

- приймання та транспортування суміші до місця укладання
- укладання бетонної суміші шарами товщиною 30-40 см
- ущільнення кожного шару глибинними вібраторами з частковим зануренням у попередній шар (на 5-10 см)
- візуальний контроль якості ущільнення (осідання суміші, припинення виходу повітря та поява цементного молока)
- ручне ущільнення в кутах і біля елементів опалубки за допомогою штиків
- недопущення контакту вібратора з арматурою та опалубкою від час роботи
- повільне витягування вібратора без вмикання двигуна, щоб уникнути порожнин у бетоні.

Крок переміщення вібратора має не перевищувати 1,5 радіуса його дії.

Інтервал між укладанням окремих шарів не повинен бути меншим за 40 хвилин і більше за 2 години.

Бетонування перекриттів

Для ущільнення бетонної суміші в плитах перекриття використовують глибинні та поверхневі вібратори. На етапі початкового твердіння необхідно забезпечити сприятливі умови – підтримувати необхідний температурно-вологистий режим і захищати бетон від механічного впливу.

Переміщення людей або монтаж наступної опалубки на бетоновані конструкції дозволяється тільки після досягнення розрахункової міцності бетону.

Будівельна лабораторія здійснює контроль якості бетонної суміші. Усі результати фіксуються в журналі виконання робіт.

Ознаками правильного ущільнення є:

- осідання суміші
- припинення виділення повітряних бульбашок
- поява цементного молока на поверхні.

Суворе дотримання технології бетонування є запорукою високої якості конструкції та її довговічності.

### **3.3.4. Демонтаж опалубки конструкцій**

Розпалубка, тобто зняття опалубки з монолітних конструкцій, є складним та відповідальним етапом, що вимагає акуратності. Основна мета – зберегти опалубні елементи для подальшого використання та не пошкодити бетонні поверхні.

Демонтаж допускається лише після досягнення бетоном визначеної проектом міцності.

Порядок виконання робіт:

– Бічні опалубні щити, які не зазначають навантаження, дозволяється знімати після того, як бетон достатньо затвердіє для збереження форми елементів – крайок, кутів та площин. Конкретний час демонтажу визначається з урахуванням типу цементу та умов твердіння (температура, вологість).

– Несучі частини опалубки демонтують тільки після того, як бетонна конструкція зможе самостійно витримувати власну вагу. Якщо навантаження не перевищує 70% від розрахункового, допустима міцність бетону для демонтажу складає: 50% - для плит із прольотом до 3м, 50% - для несучих конструкцій із прольотом до 6м.

– При знятті опалубки з перекриттів частину тимчасових опор залишають для додаткової підтримки.

– Повне видалення опор нижніх перекриттів допускається лише після досягнення бетоном повної проектної міцності.

– Демонтаж несучої опалубки виконується поетапно (у 2-3 або більше етапів), що залежить від габаритів і маси конструкцій.

Специфіка розпалубки:

– При знятті опалубки стін спершу прибирають розпірки, замки та з'єднувальні елементи, після чого від'єднують щити від бетонної суміші.

– Демонтаж плит перекриттів починається зі зниження рівня опалубних панелей і балок за допомогою регульованих опор, після чого знімаються стійки (частково залишаються для підстраховки).

Перед повторним застосуванням елементи опалубної системи ретельно очищають від залишків бетонної суміші та, за необхідності, проводять їх ремонт.

### **3.4. Калькуляція трудових витрат і заробітної плати**

Розрахунок трудомісткості та заробітної плати виконується з урахуванням нормативного машинного часу, який встановлюється для монтажу будівельних конструкцій.

У випадках, коли операції проводяться із залученням авто крана, тривалість роботи крана (в машино-змінах) розраховується на основі часу, витраченого основними виконавцями. При цьому враховуються особливості розцінок, що залежать від площі конструкцій і маси окремих елементів.

Основні матеріальні ресурси:

– Для монолітного будівництва (бетонна суміш, арматура, щити опалубки).

– Для збірних конструкцій (Бетонна суміш, кладочний розчин, електроди для зварювання).

### 3.4.1. Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу бригади для виконання робіт

Таблиця 3.1 Вихідні дані для розрахунку

№ п/п	Вид робіт	Об'єм ґрунту, м <sup>3</sup>
1	Розробка ґрунту при влаштуванні виїмок та насипів одноковшовими екскаваторами обладнаними прямою лопатою	1077,95

Об'єм робіт – 2477,1 м<sup>3</sup>

Підбираємо марку екскаватора – JCB 4CX

Таблиця 3.2 – Відомість витрат праці на об'єм робіт, що виконує бригада

№ п/п	Процес	Од.	Кіл-сть	Норма	Норма часу люд.-год.	Склад ланки		Трудомісткість люд.-год.
						VIр.	1	
1	Розробка ґрунту при влаштуванні виїмок та насипів одноковшовими екскаваторами обладнаними прямою лопатою	100 м <sup>3</sup>	10,7795	E2-1-8	2.3			24,79285

Таблиця 3.3 -Відомість витрати праці за розрядами робітників

№ п/п	Загальна трудомісткість маш.-год	У тому числі з розбивкою за розрядами	
		VI р.	V р.
1	Машиніст: 24,79285	12,396425	12,396425
	Разом:	1,511759	1,511759

Тривалість виконання робіт беремо за ведучим процесом – розробка ґрунту та визначаємо так:

$$\Pi = \frac{Q}{8,2} \cdot \text{План} = 1,511759 \text{ зміни}$$

Приймаємо роботу в 2 зміни

Загальна потреба у чисельності робітників у складі механізованої бригади визначається за формулою:

$$N = \frac{T}{8,2 \cdot \Pi} = 2 \text{ людини}$$

де  $T$  – обсяг трудових витрат, виражений у людино-годинах;

8,2 – тривалість однієї робочої зміни, годин;

$P$  – кількість змін, необхідних для завершення робіт.

Для виконання завдань формується бригада у складі 2 людини.

Розподіл працівників за професіями:

Машиніст екскаватора VI розряду

$$\frac{12,396425}{8,2 \cdot P} = 1,5 - \text{приймаємо 1 особу}$$

Машиніст екскаватора V розряду

$$\frac{12,396425}{8,2 \cdot P} = 1,5 - \text{приймаємо 1 особу}$$

Загальна чисельність робочої групи -  $P_c = 2$  особи, з яких:

Машиніст VI розряду – 1 особа

Машиніст V розряду – 1 особа

Розрахунок кількості машин (екскаваторів):

$$K_e = \frac{P_c}{\text{Склад ланки}} = 1 \text{ шт.}$$

### 3.4.2. Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексного складу комплексної бригади для зведення цокольного поверху.

Таблиця 3.4 - Розрахункові об'єми робіт

№ п/п	Вид опалубки / роботи	Вид конструкції	Об'єм опалубочних робіт, м <sup>3</sup> / арматурних робіт, т	Об'єм бетонних / цегляних робіт, м <sup>3</sup>
1	Дерев'яна щитова, площа щитів:	Монолітна плита (масив)	80	182
	м <sup>2</sup>   2			
2	Дерев'яна щитова, площа щитів:	Монолітна стіна висотою до 6 м	248,603	118,897
	м <sup>2</sup>   2			
3	Дерев'яна щитова, площа щитів:	Перекриття	Площа перекриття між осями, 10 м <sup>2</sup>	

	м <sup>2</sup>	2		277,8	55,56
4	Арматура		Монолітна плита (масив)	634,33	-
	діаметр	10			
5	Арматура		Монолітна плита (масив)	6892,4	-
	діаметр	12			
6	Арматура		Монолітна плита (масив)	429,56	-
	діаметр	16			
7	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	776,39	-
	діаметр	8			
8	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	4924,38	-
	діаметр	12			
9	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	1007,51	-
	діаметр	16			

Таблиця 3.5 - Відомість витрат праці на об'єм робіт, що виконує бригада

№ п/п	Процес	Од.	Кіл-сть	Норма	Норма часу люд.-год.	Склад ланки		Трудо- місткість люд.-год.
1	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	80	Е4-1-34	0,45	Тесляр		36
						IVр.	1	
						Пр.	1	
2	Встановлення і в'язка арматури Ø10мм А 400	т	0,634	Е4-1-46	12	Арматурники		7,60
						Вр.	1	
						Пр.	1	
3	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	6,892	Е4-1-46	12	Арматурники		82,70
						Вр.	1	
						Пр.	1	
4	Встановлення і в'язка арматури Ø16мм А 400	т	0,429	Е4-1-46	8	Арматурники		3,41
						Вр.	1	
						Пр.	1	
5	Укладання бетонної суміші в конструкцію монолітної фундаментної плити	м <sup>3</sup>	182	Е4-1-49	0,22	Бетонярі		40,04
						IVр.	1	
						Пр.	1	
6	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	80	Е4-1-34	0,26	Тесляр		20,8
						IIIр.	1	
						Пр.	1	

7	Обшивка каркаса щитами одночасно з двох боків 2 м <sup>2</sup> (Монолітна стіна висотою до 6 м)	м <sup>2</sup>	248,60	Е4-1-34	0,45	Тесляр		111,87
						IVр.	1	
						Пр.	1	
8	Встановлення і в'язка арматури Ø8мм А 400	т	0,776	Е4-1-46	17,5	Арматурники		13,58
						Вр.	1	
						Пр.	1	
9	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	4,924	Е4-1-46	12	Арматурники		59,09
						Вр.	1	
						Пр.	1	
10	Встановлення і в'язка арматури Ø16мм А 400	т	1,007	Е4-1-46	8	Арматурники		8,06
						Вр.	1	
						Пр.	1	
11	Укладання бетонної суміші в конструкції стін	м <sup>3</sup>	118,89	Е4-1-49	1,2	Бетонярі		142,67
						IVр.	1	
						Пр.	1	
12	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	248,60	Е4-1-34	0,26	Тесляр		64,64
						IIIр.	1	
						Пр.	1	
13	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	254.4	Е4-1-34	0,45	Тесляр		114,48
						IVр.	1	
						Пр.	1	
14	Встановлення і в'язка арматури Ø10мм А 400	т	0,296	Е4-1-46	12	Арматурники		3,55
						Вр.	1	
						Пр.	1	
15	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	4,704	Е4-1-46	12	Арматурники		56,45
						Вр.	1	
						Пр.	1	
16	Укладання бетонної суміші в конструкцію монолітної плити перекриття	м <sup>3</sup>	50.88	Е4-1-49	1,3	Бетонярі		66,14
						Вр.	1	
						Пр.	1	
17	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	254.4	Е4-1-34	0,26	Тесляр		66,14
						IIIр.	1	
						Пр.	1	

Таблиця 3.6 – Відомість витрати праці за розрядами робітників

№ п/п	Загальна трудомісткість чол.- год.	У тому числі з розбивкою за розрядами				
		V	IV	III	II	
1	Тесляри					
	202,39		101,19		101,19	
	151,58			75,79	75,79	
2	Арматурники					
	234,44	117,22				
					117,22	
3	Бетонярі					
	248,85		124,43		124,43	
	Разом:	837,26	117,22	225,62	75,79	418,63

Тривалість виконання робіт беремо за ведучим процесом – укладання бетонної суміші та визначаємо так:

$$\Pi = \frac{Q}{8,2} \cdot \text{План} = 12,7631097 \text{ зміни}$$

Приймаємо 13 змін.

Загальна потреба у робітниках для виконання запланованого обсягу робіт визначається за формулою:

$$N = \frac{T}{8,2 \cdot \Pi} = 7,85 \text{ люд.}$$

де T – обсяг трудових витрат, виражений у людино-годинах;

8,2 – тривалість однієї робочої зміни, годин;

Π – кількість змін, необхідних для завершення робіт.

Для виконання завдань формується бригада у складі 8 осіб.

Розподіл працівників за професіями та розрядами:

Ланка теслярів:

Тесляр IV розряду:

$$\frac{101,19}{8,2 \cdot \Pi} = 0,95 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Тесляр II розряду:

$$\frac{176,98}{8,2 \cdot \Pi} = 1,66 - \text{приймаємо 2 люд.}$$

Тесляр III розряду:

$$\frac{75,79}{8,2 \cdot \Pi} = 0,71 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Ланка арматурників:

Арматурник V розряду:

$$\frac{117,22}{8,2 \cdot \Pi} = 1,10 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Арматурник II розряду:

$$\frac{117,22}{8,2 \cdot \Pi} = 1,10 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Ланка бетонярів:

Бетоняр IV розряду:

$$\frac{124,43}{8,2 \cdot \Pi} = 1,17 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Бетоняр II розряду:

$$\frac{124,43}{8,2 \cdot \Pi} = 1,17 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Підсумковий склад комплексної бригади – 8 осіб, зокрема:

Теслярі:

IV розряд – 1 люд.

III розряд – 1 люд.

II розряд – 2 люд.

Арматурники:

V розряд – 1 люд.

II розряд – 1 люд.

Бетонярі:

IV розряд – 1 люд.

II розряд – 1 люд.

### 3.4.3. Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексного складу комплексної бригади для зведення першого поверху

Таблиця 3.7 - Розрахункові об'єми робіт

№ п/п	Вид опалубки / роботи		Вид конструкції		Об'єм опалубочних робіт, м <sup>2</sup> / арматурних робіт, т	Об'єм бетонних / цегляних робіт, м <sup>3</sup>
1	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Монолітна плита перекриття			
	м <sup>2</sup>	2			256,09	51,21
2	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Монолітна стіна висотою до 6 м			
	м <sup>2</sup>	2			701,94	323,63
3	Арматура		Монолітна плита перекриття			
	діаметер	Ø 10			0,296	-
4	Арматура		Монолітна плита перекриття			
	діаметер	Ø 12			4,705	-
5	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м			
	діаметер	Ø 8			0,885	-
6	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м			
	діаметер	Ø 10		A400C	0,911	-
7	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м			
	діаметер	Ø 12			6,874	-
8	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м			
	діаметер	Ø 16			2,007	
9	Газобетонна кладка перегородок		Стіна			
					133,61	19,14

Таблиця 3.8 - Відомість витрат на праці на об'єм робіт, що виконує бригада

№ п/п	Процес	Од.	Кіл-сть	Норма	Норма часу люд.-год.	Склад ланки		Трудо-місткість люд.-год.
1	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	277,8	Е4-1-34	0,4	Тесляр		111,12
						ІVр.	1	
						Пр.	1	
2	Встановлення і в'язка арматури Ø10мм А 400	т	0,296	Е4-1-46	12	Арматурники		3,55
						Вр.	1	
						Пр.	1	
3	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	4,705	Е4-1-46	12	Арматурники		56,46
						Вр.	1	
						Пр.	1	
4	Укладання бетонної суміші в конструкцію монолітної фундаментної плити	м <sup>3</sup>	55,56	Е4-1-49	0,22	Бетонярі		12,22
						ІVр.	1	
						Пр.	1	
5	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	256,09	Е4-1-34	0,26	Тесляр		66,58
						ІІр.	1	
						Пр.	1	
6	Обшивка каркаса щитами одночасно з двох боків 2 м <sup>2</sup> (Монолітна стіна висотою до 6 м)	м <sup>2</sup>	649,44	Е4-1-34	0,25	Тесляр		162,36
						ІVр.	1	
						Пр.	1	
7	Встановлення і в'язка арматури Ø8мм А 400	т	0,885	Е4-1-46	17,5	Арматурники		15,48
						Вр.	1	
						Пр.	1	
8	Встановлення і в'язка арматури Ø10мм А 400	т	0,911	Е4-1-46	12	Арматурники		10,93
						Вр.	1	
						Пр.	1	
9	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	6,874	Е4-1-46	12	Арматурники		82,49
						Вр.	1	
						Пр.	1	
10	Встановлення і в'язка арматури Ø16мм А 400	т	2,007	Е4-1-46	8	Арматурники		16,06
						Вр.	1	
						Пр.	1	
11	Укладання бетонної суміші в конструкції стін	м <sup>3</sup>	98,496	Е4-1-49	1,2	Бетонярі		118,20
						ІVр.	1	
						Пр.	1	

12	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	649,44	Е4-1-34	0,16	Тесляр		103,91
						Шр.	1	
						Пр.	1	
13	Газобетонна кладка перегородок	м <sup>3</sup>	19,14	Е4-1-34	3,2	Муляр		61,25
						Шр.	1	
						Пр.	1	
14	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів сходових маршів та площадок	м <sup>2</sup>	7,92	Е4-1-34	0,91	Тесляр		7,21
						IVр.	1	
						Пр.	1	
15	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	1,188	Е4-1-46	38,5	Арматурники		45,74
						Вр.	1	
						Пр.	1	
16	Укладання бетонної суміші в конструкції сходових маршів та влощадок	м <sup>3</sup>	3,75	Е4-1-49	4,5	Бетонярі		16,88
						IVр.	1	
						Пр.	1	
16	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів сходових маршів та площадок	м <sup>2</sup>	7,92	Е4-1-34	0,24	Тесляр		1,91
						Шр.	1	
						Пр.	1	

Таблиця 3.9 – Відомість витрати праці за розрядами робітників

№ п/п	Загальна трудомісткість чол.-год.	У тому числі з розбивкою за розрядами				
		V	IV	III	II	
1	Тесляри					
	280,69		140,35		140,35	
	172,4			86,2	86,2	
2	Арматурники					
	230,71	115,36			115,36	
3	Бетонярі					
	208,55		104,28		104,28	
4	Муляри					
	30,625			30,625		
	30,625			30,625		
	Разом:	952,89		244,63	147,45	446,19

Тривалість виконання робіт визначається за ведучим процесом – укладання бетонної суміші:

$$П = \frac{Q}{8,2 \cdot \text{План}} = 11,62 \text{ зміни}$$

Приймаємо 12 змін.

Загальна потреба у робітниках для виконання робіт:

$$N = \frac{T}{8,2 \cdot П} = 9,68 \text{ люд.}$$

де T – обсяг трудових витрат, виражений у людино-годинах;

8,2 – тривалість однієї робочої зміни, годин;

П – кількість змін, необхідних для завершення робіт.

Для виконання завдань формується бригада у складі 10 осіб.

Розподіл працівників за професіями та розрядами:

Ланка теслярів:

Тесляр IV розряду:

$$\frac{140,35}{8,2 \cdot П} = 1,43 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Тесляр II розряду:

$$\frac{226,55}{8,2 \cdot П} = 2,30 - \text{приймаємо 2 люд.}$$

Тесляр III розряду:

$$\frac{86,2}{8,2 \cdot П} = 0,88 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Ланка арматурників:

Арматурник V розряду:

$$\frac{115,36}{8,2 \cdot П} = 1,17 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Арматурник II розряду:

$$\frac{115,36}{8,2 \cdot П} = 1,17 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Ланка бетонярів:

Бетоняр IV розряду:

$$\frac{104.28}{8.2 \cdot \Pi} = 1,06 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Бетоняр II розряду:

$$\frac{104.28}{8.2 \cdot \Pi} = 1,06 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Ланка мулярів:

Муляр III розряду:

$$\frac{30,625}{8,2 \cdot \Pi} = 0,31 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Муляр III розряду:

$$\frac{30,625}{8,2 \cdot \Pi} = 0,31 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Підсумковий склад комплексної бригади – 8 осіб, зокрема:

Теслярі:

IV розряд – 1 люд.

III розряд – 1 люд.

II розряд – 2 люд.

Арматурники:

V розряд – 1 люд.

II розряд – 1 люд.

Бетонярі:

IV розряд – 1 люд.

II розряд – 1 люд.

Мулярі:

III розряд – 2 люд.

### 3.4.4. Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексного складу комплексної бригади для зведення другого поверху.

Таблиця 3.10 - Розрахункові об'єми робіт

№ п/п	Вид опалубки / роботи		Вид конструкції	Об'єм опалубочних робіт, м <sup>3</sup> / арматурних робіт, т	Об'єм бетонних / цегляних робіт, м <sup>3</sup>
1	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Монолітна плита перекриття	261,47	52,29
	м <sup>2</sup>	2			
2	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Монолітна стіна висотою до 6 м	678,72	133,96
	м <sup>2</sup>	2			
3	Арматура		Монолітна плита перекриття	0.297	-
	діаметер	Ø 10			
4	Арматура		Монолітна плита перекриття	4.696	-
	діаметер	Ø 12			
5	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	0,63116	-
	діаметер	Ø 8			
6	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	1,06951	-
	діаметер	Ø 10			
7	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	7,73435	-
	діаметер	Ø 12			
8	Газобетонна кладка перегородок		Стіна	145,82	15,04
	Товщина у ц.	1			

Таблиця 3.11 - Відомість витрат на праці на об'єм робіт бригади

№ п/п	Процес	Од.	Кіл-сть	Норма	Норма часу люд.-год.	Склад ланки		Трудо-місткість люд.-год.
1	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	261,47	Е4-1-34	0,4	Тесляр		104,58
						IVр.	1	
						Пр.	1	
2	Встановлення і в'язка арматури Ø10мм А 400	т	0.297	Е4-1-46	32	Арматурники		9,50
						Вр.	1	
						Пр.	1	

3	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	4,696	Е4-1-46	16	Арматурники		75,14
						Вр.	1	
						Пр.	1	
4	Укладання бетонної суміші в конструкцію плити перекриття	м <sup>3</sup>	52,29	Е4-1-49	0,22	Бетонярі		11,50
						ІVр.	1	
						Пр.	1	
5	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	261,47	Е4-1-34	0,26	Тесляр		67,98
						Пр.	1	
						Пр.	1	
6	Обшивка каркаса щитами одночасно з двох боків 2 м <sup>2</sup> (Монолітна стіна висотою до 6 м)	м <sup>2</sup>	678,72	Е4-1-34	0,25	Тесляр		176,46
						ІVр.	1	
						Пр.	1	
7	Встановлення і в'язка арматури Ø8мм А 400	т	0,63	Е4-1-46	31,5	Арматурники		19,85
						Вр.	1	
						Пр.	1	
8	Встановлення і в'язка арматури Ø10мм А 400	т	1,07	Е4-1-46	20	Арматурники		21,4
						Вр.	1	
						Пр.	1	
9	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	7,74	Е4-1-46	20	Арматурники		154,8
						Вр.	1	
						Пр.	1	
10	Укладання бетонної суміші в конструкції стін	м <sup>3</sup>	133,96	Е4-1-49	1,2	Бетонярі		160,76
						ІVр.	1	
						Пр.	1	
11	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	678,72	Е4-1-34	0,16	Тесляр		108,59
						Пр.	1	
						Пр.	1	
12	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів сходових маршів та площадок	м <sup>2</sup>	7,92	Е4-1-34	0,91	Тесляр		7,20
						ІVр.	1	
						Пр.	1	
13	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	1,188	Е4-1-46	18,5	Арматурники		21,97
						Вр.	1	
						Пр.	1	
14	Укладання бетонної суміші в конструкції сходових маршів та площадок	м <sup>3</sup>	3,75	Е4-1-49	4,5	Бетонярі		16,87
						ІVр.	1	
						Пр.	1	
15	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів сходових маршів та площадок	м <sup>2</sup>	7,92	Е4-1-34	0,24	Тесляр		1,90
						Пр.	1	
						Пр.	1	

16	Газобетонна кладка перегородок	м <sup>3</sup>	15,07	Е4-1-34	3,2	Муляр		50,24
						Шр.	2	
						Пр.	-	

Таблиця 3.12 – Відомість витрати праці за розрядами робітників

№ п/п	Загальна трудомісткість чол.- год.	У тому числі з розбивкою за розрядами				
		V	IV	III	II	
1	Тесляри					
	288,24		144,12		144,12	
	178,47			89,23	89,23	
2	Арматурники					
	302,66					
		151,33			151,33	
3	Бетонярі					
	189,13		94,56		94,56	
4	Муляри					
	50,24				25,12	
					25,12	
	Разом:	1008,74	151,33	238,68	89,23	529,48

Тривалість виконання робіт приймається за провідним процесом – укладання бетонної суміші, розраховується за формулою:

$$П = \frac{Q}{8,2 \cdot \text{План}} = 12,30 \text{ зміни}$$

Приймаємо 12 змін.

Загальна потреба у робітниках для виконання робіт:

$$N = \frac{T}{8,2 \cdot П} = 10,25 \text{ люд.}$$

де T – трудомісткість робіт, люд-год

8,2 – тривалість зміни, год.

П – тривалість виконання робіт, зміни

Приймаємо 10 осіб у бригаду.

Розподіл працівників за професіями та розрядами:

Ланка теслярів:

Тесляр IV розряду:

$$\frac{144,12}{8,2 \cdot П} = 1,46 \text{ – приймаємо 1 люд.}$$

Тесляр II розряду:

$$\frac{233,35}{8,2 \cdot \Pi} = 2,37 - \text{приймаємо 3 люд.}$$

Тесляр III розряду:

$$\frac{89,23}{8,2 \cdot \Pi} = 0,91 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Ланка арматурників:

Арматурник V розряду:

$$\frac{151,33}{8,2 \cdot \Pi} = 1,54 - \text{приймаємо 2 люд.}$$

Арматурник II розряду:

$$\frac{151,33}{8,2 \cdot \Pi} = 1,54 - \text{приймаємо 2 люд.}$$

Ланка бетонярів:

Бетоняр IV розряду:

$$\frac{94,56}{8,2 \cdot \Pi} = 0,96 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Бетоняр II розряду:

$$\frac{94,56}{8,2 \cdot \Pi} = 0,96 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Ланка мулярів:

Муляр III розряду:

$$\frac{50,24}{8,2 \cdot \Pi} = 0,51 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Підсумковий склад комплексної бригади – 12 осіб, зокрема:

Теслярі:

IV розряд – 2 люд.

III розряд – 1 люд.

II розряд – 3 люд.

Арматурники:

V розряд – 2 люд.

II розряд – 2 люд.

Бетонярі:

IV розряд – 1 люд.

II розряд – 1 люд.

Мулярі:

III розряд – 1 люд.

### 3.4.5. Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексного складу комплексної бригади для зведення третього поверху.

Таблиця 3.13 - Розрахункові об'єми робіт

№ п/п	Вид опалубки / роботи		Вид конструкції	Об'єм опалубочних робіт, м <sup>3</sup> / арматурних робіт, т	Об'єм бетонних / цегляних робіт, м <sup>3</sup>
1	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Монолітна плита перекриття	261,47	52,29
	м <sup>2</sup>	2			
2	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Монолітна стіна висотою до 6 м	678,72	133,96
	м <sup>2</sup>	2			
3	Арматура		Монолітна плита перекриття	0.297	-
	діаметер	Ø 10			
4	Арматура		Монолітна плита перекриття	4.696	-
	діаметер	Ø 12			
5	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	0,63116	-
	діаметер	Ø 8			
6	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	1,06951	-
	діаметер	Ø 10			
7	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	7,73435	-
	діаметер	Ø 12			
8	Газобетонна кладка перегородок		Стіна	145,82	15,04
	Товщина у ц.	1			
9	Газобетонна кладка перегородок		Стіна	145,82	15,04
	Товщина у ц.	1			

Таблиця 3.14 - Відомість витрат на праці на об'єм робіт, що виконує бригада

№ п/п	Процес	Од.	Кіл-сть	Норма	Норма часу люд.-год.	Склад ланки		Трудо-місткість люд.-год.
1	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	261,47	Е4-1-34	0,4	Тесляр		104,58
						IVр.	1	
						Пр.	1	
2	Встановлення і в'язка арматури Ø10мм А 400	т	0.297	Е4-1-46	32	Арматурники		9,50
						Вр.	1	
						Пр.	1	
3	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	4.696	Е4-1-46	16	Арматурники		75,14
						Вр.	1	
						Пр.	1	
4	Укладання бетонної суміші в конструкцію плити перекриття	м <sup>3</sup>	52,29	Е4-1-49	0,22	Бетонярі		11,50
						IVр.	1	
						Пр.	1	
5	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	261,47	Е4-1-34	0,26	Тесляр		67,98
						Пр.	1	
						Пр.	1	
6	Обшивка каркаса щитами одночасно з двох боків 2 м <sup>2</sup> (Монолітна стіна висотою до 6 м)	м <sup>2</sup>	678,72	Е4-1-34	0,25	Тесляр		176,46
						Пр.	1	
						Пр.	1	
7	Встановлення і в'язка арматури Ø8мм А 400	т	0,63	Е4-1-46	31,5	Арматурники		176,46
						Вр.	1	
						Пр.	1	
8	Встановлення і в'язка арматури Ø10мм А 400	т	1,07	Е4-1-46	20	Арматурники		19,85
						Вр.	1	
						Пр.	1	
9	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	7,74	Е4-1-46	20	Арматурники		21,4
						Вр.	1	
						Пр.	1	
10	Укладання бетонної суміші в конструкції стін	м <sup>3</sup>	133,96	Е4-1-49	1,2	Бетонярі		160,76
						IVр.	1	
						Пр.	1	
11	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	678,72	Е4-1-34	0,16	Тесляр		108,59
						Пр.	1	
						Пр.	1	
12	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів сходових маршів та площадок	м <sup>2</sup>	7,92	Е4-1-34	0,91	Тесляр		7,20
						IVр.	1	
						Пр.	1	

13	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	1,188	Е4-1-46	18,5	Арматурники		21,97
						Вр.	1	
						Пр.	1	
14	Укладання бетонної суміші в конструкції сходових маршів та влощадок	м <sup>3</sup>	3,75	Е4-1-49	4,5	Бетонярі		16,87
						ІVр.	1	
						Пр.	1	
15	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів сходових маршів та площадок	м <sup>2</sup>	7,92	Е4-1-34	0,24	Тесляр		1,90
						Шр.	1	
						Пр.	1	
16	Газобетонна кладка перегородок	м <sup>3</sup>	15,07	Е4-1-34	3,2	Муляр		50,24
						Шр.	2	
						Пр.	-	

Таблиця 3.15 – Відомість витрати праці за розрядами робітників

№ п/п	Загальна трудомісткість чол.- год.		У тому числі з розбивкою за розрядами			
			V	IV	III	II
1	Тесляри					
	288,24			144,12		144,12
	178,47				89,23	89,23
2	Арматурники					
	302,66					
			151,33			151,33
3	Бетонярі					
	189,13			94,56		94,56
4	Муляри					
	50,24					25,12
						25,12
	Разом:	1008,74	151,33	238,68	89,23	529,48

Тривалість виконання робіт за основним технологічним процесом – укладання бетонної суміші. Розрахунок здійснюється за формулою:

$$П = \frac{Q}{8,2 \cdot \text{План}} = 12,30 \text{ зміни}$$

Приймаємо 12 змін.

Загальна потреба у робітниках для виконання робіт:

$$N = \frac{T}{8,2 \cdot П} = 10,25 \text{ люд.}$$

де  $T$  – обсяг трудових витрат, виражений у людино-годинах;

8,2 – тривалість однієї робочої зміни, годин;

$\Pi$  – кількість змін, необхідних для завершення робіт.

Для виконання завдань формується бригада у складі 10 людей.

Розподіл працівників за професіями та розрядами:

Ланка теслярів:

Тесляр IV розряду:

$$\frac{144,12}{8,2 \cdot \Pi} = 1,46 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Тесляр II розряду:

$$\frac{233,35}{8,2 \cdot \Pi} = 2,37 - \text{приймаємо 3 люд.}$$

Тесляр III розряду:

$$\frac{89,23}{8,2 \cdot \Pi} = 0,91 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Ланка арматурників:

Арматурник V розряду:

$$\frac{151,33}{8,2 \cdot \Pi} = 1,54 - \text{приймаємо 2 люд.}$$

Арматурник II розряду:

$$\frac{151,33}{8,2 \cdot \Pi} = 1,54 - \text{приймаємо 2 люд.}$$

Ланка бетонярів:

Бетоняр IV розряду:

$$\frac{94,56}{8,2 \cdot \Pi} = 0,96 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Бетоняр II розряду:

$$\frac{94,56}{8,2 \cdot \Pi} = 0,96 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Ланка мулярів:

Муляр III розряду:

$$\frac{50,24}{8,2 \cdot \Pi} = 0,51 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Підсумковий склад комплексної бригади – 12 осіб, зокрема:

Теслярі:

IV розряд – 2 люд.

III розряд – 1 люд.

II розряд – 3 люд.

Арматурники:

V розряд – 2 люд.

II розряд – 2 люд.

Бетонярі:

IV розряд – 1 люд.

II розряд – 1 люд.

Мулярі:

III розряд – 1 люд.

### 3.4.6. Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексного складу комплексної бригади для зведення четвертого поверху.

Таблиця 3.16 - Розрахункові об'єми робіт

№ п/п	Вид опалубки / роботи	Вид конструкції	Об'єм опалубочних робіт, м <sup>3</sup> / арматурних робіт, т	Об'єм бетонних / цегляних робіт, м <sup>3</sup>
1	Дерев'яна щитова, площа щитів:	Монолітна плита перекриття		
	м <sup>2</sup>		2	29,89
2	Дерев'яна щитова, площа щитів:	Монолітна стіна висотою до 6 м		
	м <sup>2</sup>		2	143,97
3	Арматура	Монолітна плита перекриття		
	діаметер		Ø 10	0,29863

4	Арматура		Монолітна плита перекриття		4,70664	-
	діаметер	Ø 12				
5	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м		0,08108	-
	діаметер	Ø 8				
6	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м		0,31376	-
	діаметер	Ø 10				
7	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м		3,48646	-
	діаметер	Ø 12				

Таблиця 3.17 – Відомість витрати праці за розрядами робітників

№ п/п	Процес	Од.	Кіл-сть	Норма	Норма часу люд.-год.	Склад ланки		Трудо-місткість люд.-год.
1	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	29,89	Е4-1-34	0,4	Тесляр		11,96
						IVр.	1	
						Пр.	1	
2	Встановлення і в'язка арматури Ø10мм А 400	т	0,035	Е4-1-46	32	Арматурники		1,12
						Vр.	1	
						Пр.	1	
3	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	0,55	Е4-1-46	16	Арматурники		8,8
						Vр.	1	
						Пр.	1	
4	Укладання бетонної суміші в конструкцію плити перекриття	м <sup>3</sup>	5,97	Е4-1-49	0,22	Бетонярі		1,31
						IVр.	1	
						Пр.	1	
5	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	29,89	Е4-1-34	0,26	Тесляр		7,77
						Пр.	1	
						Пр.	1	
6	Обшивка каркаса щитами одночасно з двох боків 2 м <sup>2</sup> (Монолітна стіна висотою до 6 м)	м <sup>2</sup>	143,97	Е4-1-34	0,25	Тесляр		35,99
						IVр.	1	
						Пр.	1	
7	Встановлення і в'язка арматури Ø8мм А 400	т	0,08	Е4-1-46	31,5	Арматурники		2,52
						Vр.	1	
						Пр.	1	
8	Встановлення і в'язка арматури Ø10мм А 400	т	0,31	Е4-1-46	20	Арматурники		6,2
						Vр.	1	
						Пр.	1	

9	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	3,49	Е4-1-46	20	Арматурники		69,8
						Вр.	1	
						Пр.	1	
10	Укладання бетонної суміші в конструкції стін	м <sup>3</sup>	44,46	Е4-1-49	1,2	Бетонярі		53,35
						IVр.	1	
						Пр.	1	
11	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	143,97	Е4-1-34	0,16	Тесляр		23,04
						Шр.	1	
						Пр.	1	

Таблиця 3.18 – Відомість витрати праці за розрядами робітників

№ п/п	Загальна трудомісткість чол.-год.	У тому числі з розбивкою за розрядами				
		V	IV	III	II	
1	Тесляри					
	47,95		23,97		23,97	
	30,81			15,41	15,41	
2	Арматурники					
	88,44					
		44,22			44,22	
3	Бетонярі					
	54,66		27,33		27,33	
	Разом:	221,86	44,22	51,3	15,41	110,93

Тривалість виконання робіт за основним технологічним процесом – укладання бетонної суміші. Розрахунок здійснюється за формулою:

$$П = \frac{Q}{8,2 \cdot \text{План}} = 3,38 \text{ зміни}$$

Приймаємо 3 зміни.

Загальна потреба у робітниках для виконання робіт:

$$N = \frac{T}{8,2 \cdot П} = 9,02 \text{ люд.}$$

де Т – обсяг трудових витрат, виражений у людино-годинах;

8,2 – тривалість однієї робочої зміни, годин;

П – кількість змін, необхідних для завершення робіт.

Для виконання завдань формується бригада у складі 9 осіб.

Розподіл працівників за професіями та розрядами:

Ланка теслярів:

Тесляр IV розряду:

$$\frac{23,97}{8,2 \cdot \Pi} = 0,97 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Тесляр II розряду:

$$\frac{39,98}{8,2 \cdot \Pi} = 1,60 - \text{приймаємо 2 люд.}$$

Тесляр III розряду:

$$\frac{15,41}{8,2 \cdot \Pi} = 0,63 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Ланка арматурників:

Арматурник V розряду:

$$\frac{44,22}{8,2 \cdot \Pi} = 1,80 - \text{приймаємо 2 люд.}$$

Арматурник II розряду:

$$\frac{44,22}{8,2 \cdot \Pi} = 1,80 - \text{приймаємо 2 люд.}$$

Ланка бетонярів:

Бетоняр IV розряду:

$$\frac{27,33}{8,2 \cdot \Pi} = 1,11 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Бетоняр II розряду:

$$\frac{27,33}{8,2 \cdot \Pi} = 1,11 - \text{приймаємо 1 люд.}$$

Підсумковий склад комплексної бригади – 10 осіб, зокрема:

Теслярі:

IV розряд – 1 люд.

III розряд – 1 люд.

II розряд – 2 люд.

Арматурники:

V розряд – 2 люд.

II розряд – 2 люд.

Бетонярі:

IV розряд – 1 люд.

II розряд – 1 люд.

### 3.5. Вибір вантажозахватних пристроїв


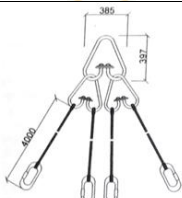
Для виконання вантажопідйомних операцій на будівельному майданчику використовується різні типи стропів, залежно від характеру вантажу та умов його переміщення.

Поворотну баддю з бетонною сумішшю піднімають за допомогою чотиривікового стропа з розрахунковою вантажопідйомністю 5 тонн та довжиною 4,2 м.

Для транспортування ящиків з розчином і газобетонних блоків у піддонах до місця укладання застосовують чотиривіткою строп аналогічної вантажопідйомності – 5 тонн, але коротший – 2 м.

Монтаж арматурних стрижнів і просторових каркасів виконується за допомогою двовіткового стропа, що забезпечує зручність і безпечність підйому подовжених елементів.

Таблиця 3.19 – Відомість вантажозахватних пристроїв, інструмента й пристосувань

№ п/п	Найменування встановленого елемента	Найменування пристосування пристрою	Ескіз	Характеристика		Кількість
				Вантажо-підйомність, т	Маса, кг	
1	2	3	4	5	6	7
1	Стропування перемичок 2ск-1,0	Строп двохвітковий канатний			0,056	1
2	Стропування плит перекриття та сходових майданчиків	Строп чотирьохвітковий канатний			0,083	1

### 3.6. Визначення основних необхідних параметрів крана

Підбір монтажного крана для виконання основних робіт здійснюється з урахуванням характеристик конструкцій та умов на будівельному майданчику, що дозволяє визначити потрібні технічні параметри обладнання.

Монтажна маса визначається за формулою:

$$Q_M = Q_{\text{ел}} + q = 3,75 + 0,2 = 3,95 \text{ т}$$

де  $Q_{\text{ел}}$  – вага елемента в тоннах;

$q$  – сумарна маса монтажного обладнання, закріпленого на елементі до початку підйому, в тоннах.

Висоту крюка розраховують за допомогою формули:

$$H_k = h_o + h_3 + h_e + h_c = 19 + 1 + 2,5 + 9 = 31,5 \text{ м}$$

де  $h_o$  – відстань від позиції монтажного крана до опори, на яку монтується елемент;

$h_3$  – висота, на яку елемент піднімається над опорою;

$h_e$  – товщина або висота самого монтуемого елемента;

$h_c$  – висота вантажозахоплювального пристрою, що розташований над елементом під час монтажу.

Визначаємо мінімальну потрібну відстань від рівня монтажного крана до верхньої частини стріли:

$$H_{\text{ст}} = H_k + h_{\text{п}} = 31,5 + 1,5 = 33 \text{ м}$$

де  $h_{\text{п}}$  – параметр позначає висоту поліспасти у максимально стиснутому вигляді, яка приймається рівною 1,5 метра.

Для розрахунку виліту стріли крана використовується наступна формула:

$$L = a/2 + b + c = 7,5 + 12,9 + 2,6 = 19,25 \text{ м}$$

де  $a$  – ширина підкранової колії встановлюється відповідно до довідкових даних та нормативних вимог

$b$  – відстань від осі підкранової рейки до найближчої виступаючої частини будівлі по довідкових матеріалів

$c$  – відстань від центру ваги елемента до виступаючої частини будівлі з боку крана, м.

Відповідно до технічних параметрів, для монтажу конструкцій надземної частини будівлі оптимальним вибором є самохідний автомобільний кран LIEBHERR LTM 1040-2.1.

Для зведення підземної частини використовується стріловий кран.

Проводимо розрахунок монтажної ваги:

$$Q_m = Q_{\text{ел}} + q = 3,75 + 0,2 = 3,95 \text{ т}$$

Визначаємо необхідну висоту підйому крюка:

$$H_k = h_o + h_z + h_e + h_c = 19 + 1 + 2,5 + 9 = 31,5 \text{ м}$$

Виліт стріли самохідних стрілових кранів, що застосовуються для монтажу елементів, доступ до яких обмежений раніше встановленими конструкціями, а також для тих, до яких кран не може наблизитися через відсутність вільного простору, визначається аналітичним способом за допомогою відповідної формули:

$$L_k = l_z + e \quad (3.1)$$

$$L_z = x = \frac{\left(d + \frac{b}{2}\right) \cdot (H_{\text{стр}} - h_{\text{ш}})}{h_{\text{п}} + h_c} = \frac{\left(1 + \frac{18}{2}\right) \cdot (31,5 - 2,9)}{1,5 + 9} = 27,23 \text{ м}$$

Отже, для виконання робіт нульового циклу та монтажу надземної частини будівлі обираємо кран з такими технічними параметрами.

### Робочі процеси

Доставка бетонної суміші здійснюється за допомогою автобетонозмішувачів, які транспортують її безпосередньо в зону виконання робіт.

Подача суміші до місця укладання виконується за допомогою бадді об'ємом  $2,7 \text{ м}^3$  або через бетононасос, залежно від конструктивних особливостей і умов об'єкта.

Обмеження по висоті скидання суміші:

- для перекриттів – не більше 1 метра
- для стін – до 4,5 метра
- для колон – до 5 метрів.

У випадках перевищення зазначених значень використовуються спеціальні пристрої – бетонні лотки або гнучкі хоботи, що забезпечують безпечну подачу сіміші без розшарування.

Ущільнення бетонної суміші здійснюється з використанням глибинних або поверхневих вібраторів, що підбираються залежно від типу елемента конструкції та товщини шару укладання.

### **3.7. Визначення основних параметрів для вибору автобетононасоса**

Для забезпечення безперебійного та ефективного бетонування на об'єкті необхідно правильно підібрати бетононасос, орієнтуючись на геометричні параметри будівлі та обсяги робіт.

Ключові вимоги до обладнання:

- Висота подачі бетону – з урахуванням висоти будівлі 12-14 м, рекомендується насос із запасом – щонайменше 20 м.
- Горизонтальна дальність подачі – довжина будівлі 54 м, тому мінімальна дальність має становити 60-70 м
- Продуктивність – враховуючи обсяги бетонування від 54 до  $618 \text{ м}^3$ , потрібна продуктивність у межах  $40\text{-}100 \text{ м}^3/\text{год}$ .

– Тип установки – залежно від умов, можливе застосування автобетононасоса на шасі або стаціонарної установки з бетонопроводами.

Доцільні варіанти техніки для подачі бетону на об'єкті:

#### 1. Putzmeister BSF 36-4.16 H

Цей автобетононасос забезпечує вертикальну подачу суміші на висоту до 36 метрів та горизонтальну — приблизно до 30 метрів. Продуктивність установки коливається в межах 80–100 м<sup>3</sup>/год, що робить її придатною для виконання робіт із великим обсягом бетонування. Серед ключових переваг — оперативне розгортання та ефективність під час інтенсивного навантаження.

#### 2. Schwig S 36 X

Це обладнання здатне працювати на аналогічній висоті (до 36 м) та забезпечує горизонтальну подачу на відстань до 30 метрів. Його продуктивність становить близько 70–90 м<sup>3</sup>/год. Модель вирізняється підвищеною зносостійкістю та добре адаптована до різноманітних умов на будівельному майданчику.

#### 3. Zoomlion HBT60.13.90SU

Цей автобетононасос орієнтований на довгі дистанції подачі — горизонтальна подача сягає 100 м, а по висоті — до 30 м. Продуктивність складає від 60 до 90 м<sup>3</sup>/год. Основною перевагою є економічність у тривалих проєктах із великим обсягом робіт.

#### 4. Liebherr THP 140H

Установка подає бетон на висоту до 32 метрів, а по горизонталі — до 70 м. Її продуктивність становить близько 50–80 м<sup>3</sup>/год. Цей агрегат зарекомендував себе як надійне та енергоощадне рішення для тривалих циклів роботи.

Оптимальним варіантом для реалізації бетонних робіт на даному об'єкті є модель Putzmeister BSF 36-4.16 H, яка забезпечує високу продуктивність і швидкість монтажу, що особливо важливо в умовах обмежених термінів будівництва.

Завдяки його високій продуктивності та гнучкості використання. Якщо ж планується тривале бетонування значних обсягів, доцільно застосовувати

стаціонарний насос - Zoomlion HBT60.13.90SU, який є економічно вигідним варіантом для багаторазових циклів подачі суміші.

### **3.8. Будівельний генеральний план об'єкта**

У межах цього дипломного проекту розроблено генеральний план, що охоплює стадію зведення надземної частини будівлі.

На схемі будгенплану представлено:

- розташування проектованої споруди з нанесенням осей і прив'язкою до координатної сітки
- планування постійних і тимчасових доріг на території майданчика
- мережі електропостачання, водозабезпечення, теплопостачання та каналізації
- розміщення баштових кранів і механізованого обладнання з позначенням зон дії, маршрутів руху та небезпечних для монтажу ділянок
- відведені зони для складування матеріалів, укрупнювального збирання елементів і розміщення технологічного устаткування
- побутові та складські приміщення, а також інші тимчасові споруди, необхідні для організації будівництва.

План виконано з урахуванням вимог техніки безпеки та протипожежного захисту, згідно з чинними будівельними нормами. Всі елементи будгенплану позначені відповідно до стандартів та умовних графічних символів.

У процесі проектування були виконанні розрахунки:

- кількості тимчасових будівель і споруд;
- площ складів та зон відкритого зберігання;
- потреб у зовнішньому освітленні будівельного майданчика;
- водоспоживання на період будівництва;
- необхідної потужності електропостачання.

Усі розрахунки та обґрунтування рішень подано в пояснювальній записці до проекту.

### 3.8.1. Розрахунки площ тимчасових будинків

Для визначення потреби в тимчасових приміщеннях на будівельному майданчику спочатку розраховується загальна чисельність персоналу.

Загальна кількість працівників ( $N$ ) визначається за формулою:

$$N = N_{\text{роб}} + N_{\text{ІТР}} + N_{\text{МОП}} \cdot \text{ДО} \quad (3.2)$$

де  $N_{\text{роб}}$  - кількість робітників згідно з графіком

$\text{ДО} = 1,05$  - коефіцієнт на відпустки та інші відхилення

Розподіл персоналу за категоріями:

- Робітники -85,0 %;
- Інженерно-технічні працівники (ІТР) -8,0 %;
- Обслуговуючий персонал (МОП) -5,0 %;
- Охорона -2,0 %.

Розрахунок проводимо у такий спосіб:

- 1% від робітників:  $1\% = 35/85 \approx 0,411$  осіб
- чисельність ІТР:  $N_{\text{ІТР}} = 8\% \cdot 0,411 = 3,288$  осіб (округлюємо до 3)
- чисельність МОП:  $N_{\text{МОП}} = 5\% \cdot 0,411 = 2,055$  осіб (округлюємо до 2)
- чисельність охорони:  $N_{\text{охор}} = 2\% \cdot 0,411 = 0,822$  осіб (округлюємо до 1)

Після урахування коефіцієнта ДО отримаємо кількість:

$$N = 35 + 3 + 2 + 1 \cdot 1,05 = 43,05 \text{ особи}$$

Таблиця 3.20 – Перелік тимчасових будівель та споруд

Категорія	Кількість осіб	Відсоток одночасного користування	Норма площі на 1 особу (м <sup>2</sup> )	Роб. площа м <sup>2</sup>	Прийнята площам <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
Прорабська	2	100	9	$2 \cdot 9 = 18$	27
Приміщення для обігріву робітників	15	100	0,1	$15 \cdot 0,1 = 1,5$	27
Пост охорони	1	100	1	$1 \cdot 1 = 1$	14,4
Гардероб	23	70	0,7	$23 \cdot 0,7 \cdot 0,7 = 11,27$	27
Умивальна	20	70	0,2	$23 \cdot 0,2 \cdot 0,7 = 3,22$	27
Душова	15	50	0,54	$15 \cdot 0,54 \cdot 0,5 = 4,05$	27

Туалет	5	100	0,1	$5*0,1=0,5$	3
--------	---	-----	-----	-------------	---

Прорабська представлена металевим блок-контейнером розміром 9×3 м у кількості 1 одиниці.

Для обігріву працівників використовується металевий блок-контейнер таких самих габаритів, також 1 шт.

Охоронні пости виконані із збірно-розбірних дерев'яних конструкцій розміром 2,4×3 м, кількість — 1 одиниця.

Гардеробні розташовані у двох металевих блок-контейнерах розміром 9×3 м кожен.

Умивальня — металевий блок-контейнер розміром 9 м на 3 м, встановлений в кількості 1 одиниці. Приміщення обладнане для забезпечення комфортних умов гігієни працівників.

Душова — два металеві блок-контейнери розмірами 9 м × 3 м кожен. Вони призначені для забезпечення можливості прийняття душу персоналом будівельного майданчика.

Туалет — представлений двома збірно-розбірними дерев'яними конструкціями. Забезпечує санітарні потреби працівників під час виконання робіт.

### 3.8.2. Розрахунок площ складів

Приоб'єктні склади використовуються для тимчасового зберігання будівельних матеріалів, конструктивних елементів, техніки та інших ресурсів, які потрібні безпосередньо в процесі будівництва. Щоб зменшити потребу в великих запасах, у проекті передбачено раціональну логістику, поетапне постачання, застосування сучасних методів монтажу та контейнеризацію вантажів.

Основні завдання при плануванні складів:

- Визначення необхідного обсягу матеріалів і виробів для зберігання.
- Розрахунок площі з урахуванням зон для приймання, видачі, проїзду та проходів.

– Вибір типу складу (відкритий або закритий) та його оптимальне розміщення на території будівництва.

Основним варіантом складів є відкриті майданчики, розташовані в межах дії баштового крана. Зони зберігання матеріалів, таких як збірні конструкції, стінові блоки тощо, передбачено вздовж тимчасових шляхів. У місцях розвантаження транспортних засобів передбачені розширення для зручності маневрування.

Усі обрахунки площ складів та розміщення наведено в таблиці 3.21.

Таблиця 3.21 – Розрахунки площ складів

Констр., виробу, матеріали	Арматури	Газобетон	Опалуб. щити для перекриттів
Од. вим	т	м <sup>3</sup>	м <sup>2</sup>
Загальна потріб. Q <sub>общ</sub>	68,224	39,68	1809,335
T дн.	23	23	23
Щонайвелика добова витрата	1,25	8,50	1
Коефіцієнти			
- поступ. мат.	1,1		
- потреб. мат.	1,3		
Норм. зберігання 1м <sup>2</sup>	1,25	50	0,8
F	10	110	19,3
S м <sup>2</sup>	17	185	32
Розміри складу	6 м * 3 м	19 м * 10 м	6 м * 6 м
Харак. складу	Закритий склад	Закритий склад	Закритий склад

Розрахунок потреби будівництва у водопостачанні

#### 1. Витрата води для виробничих потреб

Для забезпечення виробничого процесу необхідна така кількість води:

На зволоження бетону:  $5,45 \text{ м}^3 \times 400 = 2180 \text{ л}$

Для газобетоної кладки:  $8,5 \text{ м}^3 \times 150 = 1275 \text{ л}$

Для приготування бетону:  $2 \text{ м}^3 \times 325 = 650 \text{ л}$

На потреби тракторної техніки:  $15 \times 2 = 30 \text{ л}$

Мийка і заправка автомашин 1 машина на добу:  $300 \times 1 = 300 \text{ л}$

Загальна витрата води на виробництво  $4435 / 1000 = 4,435 \text{ м}^3$  становить  $4,5 \text{ м}^3 / \text{змін}$ .

Секундна витрата ( $q_{\text{вир}}$ ):

$$q_{\text{вир}} = \frac{4435 \cdot 1,5}{8 \cdot 3600} = 0,231 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

## 2. Витрата на господарсько-побутові потреби

Максимальна кількість робітників – 35 осіб

Норма витрати – 25 л/особу/зміну

Загальна витрата:  $35 \cdot 25 = 875$  л/зміну л/зміну

Секундна витрата ( $q_{\text{хоз}}$ );

$$q_{\text{хоз}} = \frac{875 \cdot 1,5}{8 \cdot 3600} = 0,045 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

## 3. Витрата води на душові

Кількість осіб – 35

Норма – 50 л/особу/зміну

Загальна витрата  $35 \cdot 50 = 1750$  л/зміну = 1,75 м<sup>3</sup>/зміну

Секундна витрата ( $q_{\text{душ}}$ ):

$$q_{\text{душ}} = \frac{1750 \cdot 1,5}{8 \cdot 3600} = 0,091 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

## 4. Витрата води на протипожежні потреби

Для забезпечення пожежної безпеки враховано дві ступені по 5 л/с:

$$q_{\text{пож}} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ л/с}$$

## 5. Загальне водоспоживання

$$q_{\text{заг}} = q_{\text{вир}} + q_{\text{хоз}} + q_{\text{душ}} + q_{\text{пож}} = 0,231 + 0,045 + 0,091 + 10 = 10,367 \text{ л/с}$$

Підсумовуючи всі види витрат:

$$q_{\text{заг}} = \text{л/с}$$

## 6. Вибір діаметра трубопроводу

Для тимчасового водопроводу використовується формула:

$$D = \sqrt{\frac{4q}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,367}{3,14 \cdot 1,15 \cdot 1000}} = 0,107 \text{ м}$$

Вибирається найбільш близький стандартний діаметр - мм, відповідно до норм, визначених у ДСТУ Б В.2.7-151:2008 та ДСТУ Б В.2.7-141:2007.

### 3.8.3. Забезпечення будівельного майданчика електроенергією

Для організації надійного електропостачання будівництва необхідно визначити сумарну розрахункову потужність та підібрати відповідний трансформатор.

#### 1. Обчислення загальної встановленої потужності

Виробниче споживання електроенергії включає:

Вібратор глибинний Ener EVMU 3шт по 2,3 кВт – 6,9 кВт

Зварювальний трансформатор Shyuan VX1 C3 250A 2шт по 9,6кВт – 19,2кВт

Трансформатор для обігріву бетону КТПТО-100А 1шт – 100 кВт

Загальна енергетична потужність, необхідна для забезпечення виробничих процесів:  $100 + 6,9 + 19,2 = 126,1$ кВт.

Освітлення території забезпечується:

Закриті склади:  $301 \text{ м}^2 \times 1,2 \text{ Вт/м}^2 = 0,361$  кВт.

Відкриті склади:  $57,5 \text{ м}^2 \times 8 \text{ Вт/м}^2 = 0,46$ кВт.

Майданчик будівництва:  $3350 \text{ м}^2 \times 0,4 \text{ Вт/м}^2 = 1,34$ кВт.

Адмінпобутові приміщення:  $132 \text{ м}^2 \times 15 \text{ Вт/м}^2 = 1,98$ кВт.

Душові та санвузли:  $25 \text{ м}^2 \times 10 \text{ Вт/м}^2 = 0,25$  кВт.

Усього для освітлення:  $0,361 + 0,46 + 1,34 + 1,98 + 0,25 = 4,391$ кВт.

2. Загальна встановлена потужність:  $126,1$ кВт (виробничі потреби) +  $4,391$  кВт (освітлення) =  $130,491$  кВт.

Визначення необхідної потужності трансформатора

З урахуванням:

коефіцієнта попиту  $K_1 = 0,7$

коефіцієнта потужності  $\cos\varphi = 0.8$

ККД трансформатора  $\eta = 0,95$

Розрахунок трансформаторної потужності:

$$S = \frac{P \cdot K_1}{\cos \varphi \cdot \eta} = \frac{130,491 \cdot 0,7}{0,8 \cdot 0,95} = 120,189 \text{кВА}$$

### 3. Вибір трансформаторної установки

Оптимальним варіантом є трансформатор потужністю 160 кВА, який гарантує резерв потужності для пікових навантажень і компенсує втрати в мережі.

Рекомендації:

Провести попередній аналіз навантажень перед монтажем обладнання;

Передбачити резерв на можливе розширення об'єкта;

Витрати трансформатори відповідно до чинних стандартів енергоефективності;

Розглянути застосування моделей з низькими втратами холостого ходу для зниження експлуатаційних витрат.

Приклади відповідних моделей:

Масляний трансформатор 160 кВА від «Італ-Техно»

Трансформатор ТМГ-160КВА «СЛАВГОР ЕНЕРГО УКРАЇНА»

### 3.9. Календарний графік

Календарне планування є важливою частиною організації будівельного процесу, оскільки дозволяє раціонально розподілити трудові ресурси, техніку та матеріали протягом усього періоду зведення об'єкта. За його допомогою визначаються оптимальні строки виконання окремих етапів робіт, а також послідовність операцій з урахуванням технологічних і логістичних вимог.

Під час розробки календарного графіка враховуються як обсяги робіт, так і їх складність, трудомісткість та погодні умови, характерні для регіону. Особливу увагу приділено черговості виконання процесів, щоб уникнути простоїв і забезпечити рівномірне завантаження виконавців на всіх стадіях будівництва.

У графіку передбачено поділ будівництва на основні етапи: підготовчі роботи, земляні операції, улаштування фундаментів, зведення несучих

конструкцій, монтаж інженерних мереж, оздоблення та благоустрій прилеглої території. Для кожного етапу зазначено початок і завершення, кількість робітників, необхідних для виконання, а також тривалість у робочих змінах.

Такий підхід дозволяє ефективно координувати діяльність усіх учасників будівництва та забезпечити своєчасне завершення об'єкта відповідно до встановлених строків. Крім того, графік є основою для оперативного контролю ходу виконання робіт і виявлення можливих відхилень від плану.

Структурований опис послідовності виконання робіт, їхньої тривалості та залучених фахівців представлено в рисунку 3.1.

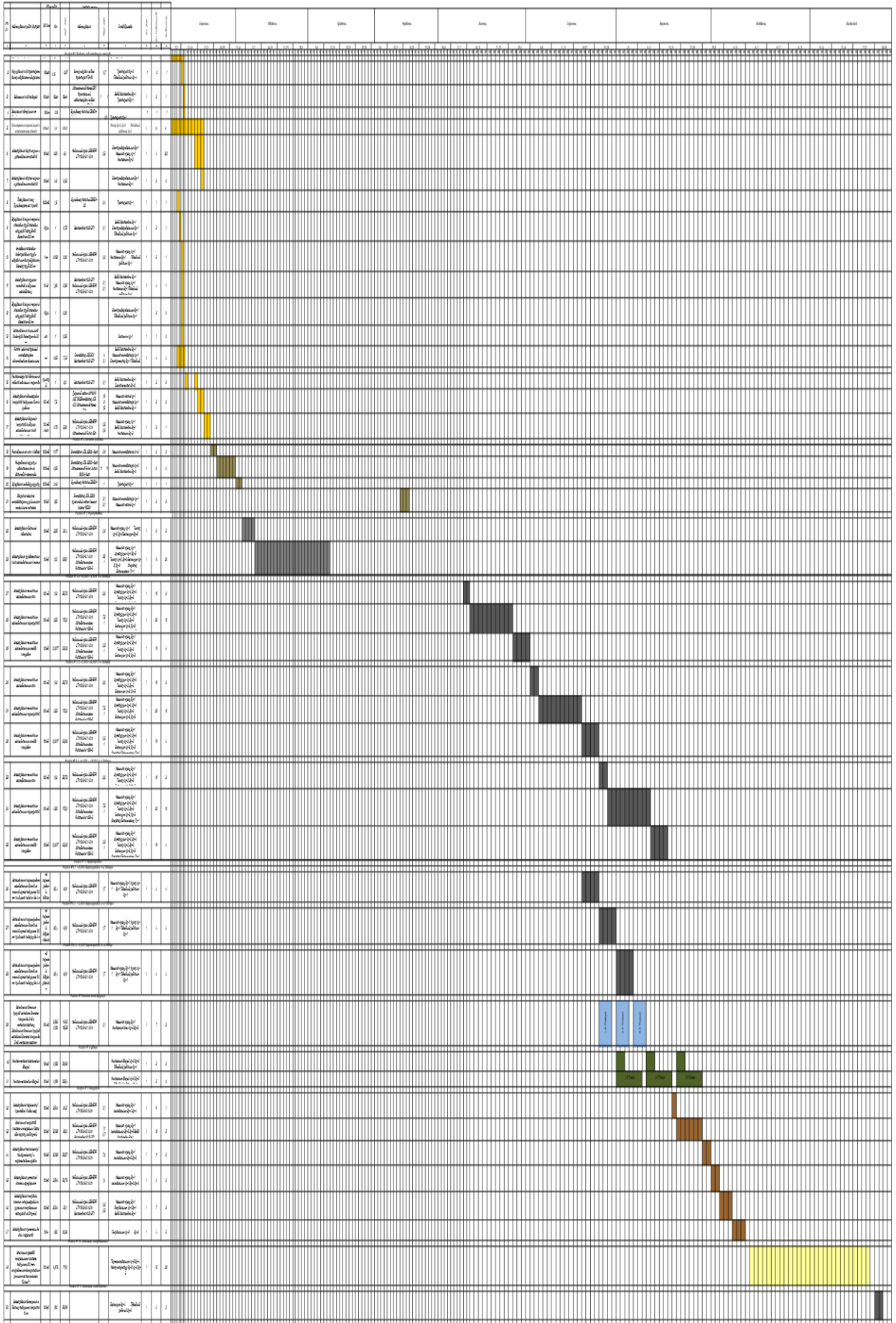


Рисунок 3.1 - «Графік організації будівельно-монтажного процесу»

## РОЗДІЛ 4 - ОХОРОНА ПРАЦІ

Безпечні умови праці є ключовим компонентом при зведенні монолітних залізобетонних споруд, де виконуються роботи підвищеної небезпеки – на висоті із використанням важкої техніки та хімічних речовин. Ефективна система охорони праці дозволяє зберігати життя та здоров'я працівників, зменшити кількість травм і підвищити загальну продуктивність. Дотримання вимог національного та європейського законодавства сприяє впровадження міжнародних стандартів безпеки на будівельному майданчику.

### **4.1. Особливості охорони праці при будівництві монолітних конструкцій**

Монолітне будівництво вирізняється високою трудомісткістю в умовах обмежаного простору та зосередженістю на важких матеріалах. Основні технологічні процеси – встановлення опалубки, монтаж арматури, бетонування та контроль за твердінням – супроводжуються ризиками падіння, обвалів і травмування персоналу.

Основні фактори ризику:

Падіння з висоти – потребує наявності ІЗЗ (каска, пояси, лінії страхування) та встановлення колективних захисних конструкцій.

Обвал опалубки та конструкцій – виникає через перевантаження, порушення технології чи використання несертифікованих матеріалів.

Хімічні небезпеки – бетонна суміш викликає опіки шкіри, а цементний пил – респіраторні захворювання.

Механічні травми – пов'язані з роботою кранів, міксерів та насосів, що потребують фахового обслуговування й техконтролю.

## **4.2. Нормативне регулювання безпеки у будівництві**

### **4.2.1. Вимоги національного законодавства (Україна)**

При проектуванні та будівництві житлових монолітних триповерхових будівель в Україні необхідно керуватися чинними нормативними документами, які регламентують безпеку, надійність конструкцій та організацію будівельного процесу. До основних нормативів належать:

ДБН В.1.2-9:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека та доступність під час експлуатації» — визначає вимоги до експлуатаційної безпеки та доступності об'єктів будівництва для всіх категорій користувачів, зокрема осіб з інвалідністю;

ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва. Організація безпечного ведення робіт» — встановлює правила з охорони праці та безпеки під час виконання будівельно-монтажних робіт;

ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд» — регламентує підходи до проектування з урахуванням довговічності, стійкості та безпеки конструктивних елементів;

ДСТУ Б В.2.6-205:2015 «Конструкції будинків і споруд. Проектування монолітних залізобетонних конструкцій» — встановлює технічні вимоги до проектування монолітних залізобетонних елементів, що забезпечують міцність, жорсткість і тріщиностійкість конструкцій.

### **4.2.2. Європейські норми**

Під час проектування монолітних залізобетонних будівель також доцільно враховувати положення європейських нормативних документів — Eurocode, які широко застосовуються у країнах Європейського Союзу та є основою гармонізації технічних стандартів у будівельній галузі. Основними з них є:

EN 1990 «Eurocode – Основи структурного проектування» — встановлює загальні принципи, вимоги до надійності, експлуатаційної придатності та довговічності конструкцій, а також правила поєднання навантажень;

EN 1991 «Eurocode 1 – Дії на конструкції» — визначає типи навантажень, які повинні враховуватися під час проектування (вітрові, снігові, експлуатаційні тощо), а також їхні характеристики та вплив на будівельні конструкції;

EN 1992 «Eurocode 2 – Проектування залізобетонних і попередньо напружених бетонних конструкцій» — містить вимоги до проектування залізобетонних елементів з урахуванням механічних властивостей матеріалів, умов експлуатації та довговічності.

### **4.3. Комплекс заходів для забезпечення безпеки праці**

Створення безпечного робочого середовища на будівельному майданчику є пріоритетом на всіх етапах реалізації проєкту. Комплекс заходів з охорони праці включає організаційні, технічні, індивідуальні та навчальні складові.

Організаційні заходи включають проведення повного циклу інструктажів з охорони праці, серед яких вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі. Забезпечується постійний технічний контроль з боку відповідальних осіб за дотриманням вимог безпеки на об'єкті. Обов'язковим є також складання та наочне розміщення планів евакуації на випадок надзвичайних ситуацій.

Засоби індивідуального захисту включають обов'язкове використання будівельними працівниками захисних касок, спеціального взуття, рукавиць, захисних окулярів та респіраторів залежно від характеру робіт. При виконанні робіт на висоті використовуються страхувальні системи та спеціальні запобіжні пристрої.

Технічні заходи охоплюють застосування опалубних систем підвищеної надійності, автоматизацію бетонозалівних процесів для мінімізації ручної праці,

а також встановлення захисних бар'єрів і огорожень при виконанні висотних робіт.

Навчальні заходи передбачають кваліфікаційну підготовку та періодичну перевірку знань операторів будівельної техніки, проведення інструктивних занять і тренінгів з відпрацювання дій у надзвичайних ситуаціях, зокрема у випадку обвалів, пожеж або падіння з висоти.

Комплексне впровадження зазначених заходів дозволяє зменшити виробничі ризики, запобігти нещасним випадкам і створити безпечне робоче середовище для всіх учасників будівельного процесу.

#### **4.4. Інтеграція європейських норм в українську практику**

Українське законодавство поступово узгоджується з європейськими стандартами, зокрема через гармонізацію ДБН з Єврокодами. Це дозволяє підвищити рівень безпеки на майданчику та впроваджувати сучасні інструменти ризик-менеджменту.

Превентивні заходи безпеки:

Для забезпечення безпечного виконання будівельно-монтажних робіт на об'єктах передбачено комплекс превентивних заходів, спрямованих на зниження ризиків травматизму та запобігання надзвичайним ситуаціям.

Організація робіт передбачає обов'язкову розробку проекту організації будівництва (ПОБ) із чітким позначенням небезпечних зон та зон підвищеного ризику. Допуск працівників до виконання робіт здійснюється виключно після проходження медичного огляду, вступного та цільового інструктажів з охорони праці.

Навчальні заходи включають обов'язкове індивідуальне навчання правилам безпечного користування обладнанням, а також проведення тренувальних симуляцій дій у надзвичайних ситуаціях (обвал, пожежа, евакуація тощо).

Коллективні засоби захисту застосовуються для попередження загроз на рівні всього об'єкта. До них належать огороження риштувань, використання

систем запобігання падінню з висоти, а також забезпечення ефективної вентиляції у замкнених просторах.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) включають каски, захисні окуляри, респіратори, антиковзне спеціальне взуття та повний комплект страхувального спорядження при виконанні висотних робіт.

Контроль обладнання передбачає регулярну технічну перевірку будівельних кранів, бетонних насосів, риштувань та іншого устаткування. Використовуються виключно сертифіковані будівельні матеріали та обладнання, які відповідають національним та європейським стандартам.

Логістика матеріалів організовується з урахуванням безпечного складування та транспортування будівельних матеріалів, зокрема бетонних сумішей, для уникнення падінь, розливів та перевантаження.

Роботи на висоті виконуються із застосуванням стійких риштувань, безпечних переходів і сертифікованих сходових конструкцій, що відповідають вимогам техніки безпеки.

Медичне забезпечення на об'єкті включає наявність обладнаного медичного пункту з аптечками та призначення відповідальних осіб, які мають підготовку з надання першої домедичної допомоги.

Комплексна реалізація зазначених заходів дозволяє мінімізувати виробничі ризики, зберегти здоров'я працівників і забезпечити дотримання вимог законодавства у сфері охорони праці.

#### **4.4.1. Вимоги до медпунктів на будівництві**

Українські нормативи:

КЗпП, ст. 153 – зобов'язує роботодавця організовувати медичне обслуговування.

Закон «Про охорону праці» - ст. 13, 14.

ДБН А3.2-2-2009 – регламентує охорону праці в будівництві.

Наказ МОЗ №283 – перелік медикаментів у аптечках.

Європейські норми:

Директивна 89/391/ЕЕС – безпечні умови та медична допомога.

Директивна 92/58/ЕЕС – маркування медичних пунктів.

EN ISO 7010. EN 1789, рекомендації OSHA – обладнання та організація медичної підтримки.

Рекомендації щодо відповідності нормам:

Дотримання ДБН А.3.2-2-2009 та європейських директив.

Облаштування медичного пункту здійснюється відповідно до вимог Наказу МОЗ №283 та міжнародних норм безпеки праці, зокрема стандартів OSHA, що забезпечує належний рівень надання першої медичної допомоги на об'єкті.

Чітке формування місць надання допомоги відповідно до EN ISO 7010.

#### **4.5. Розрахунок кількості засобів пожежогасіння**

Будівництво трьохповерхової будівлі (м<sup>2</sup>):

Вогнегасники: 1 шт. на кожні 200 м<sup>2</sup>

Пожежні щити: 1 щит на кожні 500 м<sup>2</sup>

Водопостачання: резервуар не менше 10 м<sup>3</sup> або підключення до гідрантів.

#### **4.6. Визначення відповідності класу вогнестійкості залізобетонної плити**

Перевірити на відповідність класу вогнестійкості R60 залізобетонну плиту за таких умов:

– плита розглядається як вільно оперта, довжиною  $l = 24$  м, плита прямокутного перерізу шириною  $b = 12$  м, товщина  $h = 200$  мм;

– плиту виконано з бетону на силікатному заповнювачі C25/30, нормативний опір бетону  $f_{ck} = 22$  МПа, коефіцієнт надійності бетону  $\gamma_c = 1,5$ ;

- армування залізобетонної плити складається з гарячекатаної арматури 180Ø12 класу N ( $A_s = 5,65\text{см}^2$ ), нормативний опір сталеві арматури  $f_{yk} = 500\text{ МПа}$ , коефіцієнт надійності сталі  $\gamma_s = 1,15$ ;
- відстань від нижньої поверхні до осі арматури  $a_1 = 25\text{ мм}$ ;
- розрахункове постійне навантаження на плиту складає  $g_k = 6\text{ кН/м}^2$ , розрахункове змінне навантаження –  $q_k = 4\text{ кН/м}^2$ ;
- плита зазнає вогневого впливу знизу;
- будівля категорії С (з можливим скупченням людей), клас наслідків (відповідальності) СС1.

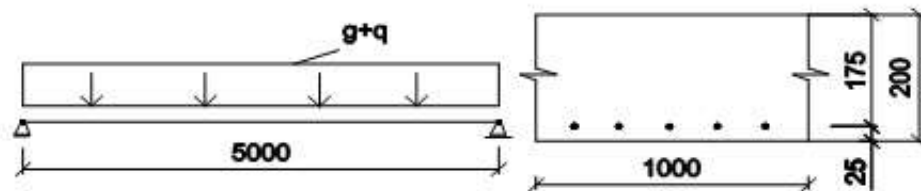


Рисунок 4.1 - Розрахункова схема плити

Мета розв'язання задачі: ознайомитися з методом перевірки суцільної залізобетонної плити на відповідність визначеному класу вогнестійкості за методикою Єврокоду.

Розрахунок суцільної залізобетонної плити на вогнестійкість виконується за методами, що запропоновані у ДСТУ-Н EN 1992-1-2:

- табличний метод;
- зональний метод.

#### I. Перевірка вогнестійкості за табличним методом

За допомогою перевірки визначають мінімально допустимі параметри залізобетонних плит, що забезпечують для них необхідний клас вогнестійкості.

Після цього порівнюючи задані параметри обраної залізобетонної плити з табличними можна зробити висновок про її відповідність заданому класу вогнестійкості.

Порівняння мінімально необхідних параметрів суцільної залізобетонної плити для забезпечення класу вогнестійкості R60 з фактичними параметрами проводять за табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Порівняння параметрів вільно опертої суцільної залізобетонної плити

	Ширина балки $b_s$ , мм	Осьова відстань між нижнім рядом робочої арматури до поверхні плити $a$ , мм
Мінімально необхідні параметри балки для забезпечення класу вогнестійкості R60	80	20
Фактичні параметри балки	200	25

Фактична товщина плити  $h_{s,prev} = 200 \text{ мм} > h_{s,req} = 80 \text{ мм}$  (більше необхідної). Вимоги до вогнестійкості забезпечено. Фактична відстань до осі арматури  $a_{prev} = 25 \text{ мм} > a_{req} = 20 \text{ мм}$  (більше необхідної). Вимоги до вогнестійкості забезпечено.

Згідно із даними табл. 4.1 можна побачити, що реальні розміри плити є більшими за мінімально необхідні для забезпечення класу R60, а значить вони забезпечують клас вогнестійкості R60.

Клас вогнестійкості R60 підтверджено табличними даними.

## II. Перевірка вогнестійкості за зональним методом

Перевірку вогнестійкості суцільної залізобетонної плити зональним методом проводять за ДСТУ-Н EN 1992-1-2.

1. Визначення розрахункового навантаження в залізобетонній балці при вогневому впливі.

При проектуванні конструктивних елементів без урахування геотехнічних впливів, часткові коефіцієнти надійності для першої групи граничних станів приймають згідно з національним додатком [1].

Розрахункове сполучення навантажень  $F_d$  розраховується двома способами:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot g_{k,j} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{0,1} \cdot q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot q_{k,i}$$

$$= 1,35 \cdot 6 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 3 = 11,25 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot g_{k,j} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{0,1} \cdot q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot q_{k,i}$$

$$= 0.85 \cdot 6 + 1.5 \cdot 0.7 \cdot 3 = 11.385 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

де  $g_{k,j}$  – характеристичне значення питомого постійного навантаження;

$q_{k,1}$  – характеристичне значення провідного питомого перемінного навантаження;

$q_{k,i}$  – характеристичне значення супутнього питомого перемінного навантаження;

$\gamma_{G,j}$  – частковий коефіцієнт надійності постійного навантаження,  $\gamma_{G,j} = 1,35$ ;

$\gamma_{Q,1}$ ,  $\gamma_{Q,i}$  – часткові коефіцієнти надійності 1 (провідного) та супутніх перемінних навантажень,  $\gamma_{Q,1} = 1,5$ ;

$\gamma_p$  – частковий коефіцієнт дії попереднього напруження;

$P$  – відповідна репрезентативна величина дії попереднього напруження;

$\Psi_{0,i}$  – коефіцієнт сполучення навантажень для характеристичних значень змінного впливу,  $\Psi_{0,1} = 0,7$ ;

$\xi$  – коефіцієнт зниження для несприятливого постійного навантаження,  $\xi = 0,85$ .

При визначенні розрахункового сполучення навантажень обирають менш сприятливий варіант, тобто у розглянутому випадку використовується формула з більшим значенням:

$$F_d = 11,385 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} > 11,25 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

2. Розрахункова довжина залізобетонної плити перекриття дорівнює:

$$L_0 = L - 2 \cdot c = 24 - 2 \cdot 0,12 = 23,76 \text{ м}$$

3. Визначення максимального згинального моменту  $M_{Ed}$  при рівномірному розподіленому навантаженні в нормальних умовах проводять за формулою:

$$M_{Ed} = \frac{F_d \cdot b \cdot L_0^2}{8} = \frac{11,385 \cdot 12 \cdot 23,76}{8} = \frac{3246,0912}{8} = 405,76 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

#### 4. Визначення коефіцієнта зниження під час пожежі.

Коефіцієнт зниження  $\eta_{fi}$ , що визначає рівень навантаження під час пожежі, для сполучень навантажень розраховують двома способами [2 (2.5a,2.5b)]:

$$\eta_{fi} = \frac{K_{N,3} \cdot (g_k + \psi_{fi} \cdot q_{k,1})}{K_{N,1} \cdot (\gamma_G \cdot g_k + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot q_{k,1})} = \frac{0,950 \cdot (6 + 0,5 \cdot 3)}{1 \cdot (1,35 \cdot 6 + 1,5 \cdot 0,35 \cdot 3)} = 0,736$$

$$\eta_{fi} = \frac{K_{N,3} \cdot (g_k + \psi_{fi} \cdot q_{k,1})}{K_{N,1} \cdot (\zeta \cdot \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_{k,1})} = \frac{0,950 \cdot (6 + 0,5 \cdot 3)}{1 \cdot (0,85 \cdot 1,35 \cdot 6 + 1,5 \cdot 0,35 \cdot 3)} = 0,626$$

де  $K_{N,3}$ ,  $K_{N,1}$  – коефіцієнти надійності за відповідальністю (за додатком 1.5 для конструкції категорії А будівлі класу наслідків СС1  $K_{N,1} = 1,000$ ;  $K_{N,3} = 0,950$ );

$\psi_{fi} \equiv \psi_2$  – коефіцієнт сполучення для квазіпостійного значення змінного впливу (для будівель категорії «С-1»  $\psi_{fi} = 0,35$ ).

Для подальших розрахунків приймається найменше значення з наведених формул, тобто  $\eta_{fi} = 0,626$ .

#### 5. Визначення розрахункового згинального моменту в умовах пожежі з урахуванням сполучень навантажень.

Розрахунковий згинальний момент  $M_{Ed,fi}$  в умовах пожежі з урахуванням сполучень навантажень визначають як:

$$M_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot M_{Ed} = 0,626 \cdot 405,76 = 254 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

#### 6. Визначення температури арматурних стрижнів.

Температуру в арматурних стрижнях суцільної залізобетонної плити, заглиблених на 25 мм, для класу вогнестійкості R60 визначають за допомогою діаграми.

Температура арматури при  $a = 25$  мм:  $\theta \approx 460$  °С.

#### 7. Визначення коефіцієнта зниження міцності сталі, який дорівнює:

$k_s = f_{s,\theta} / f_{ck}$ , проводять за методом лінійної інтерполяції для значення температури арматури  $\theta = 465$  °С.:

$$k_s = 0,75 + \frac{465 - 400}{500 - 400} \cdot \frac{0,6 - 0,75}{1} = 0,85$$

8. Визначення розподілу напружень досліджують за рис. 4.2.

Відповідно до ДСТУ-Н EN 1992-1-1 для класів бетону до C50/60 приймають такі значення:  $\lambda = 0,8$ ;  $\eta = 1,0$ .

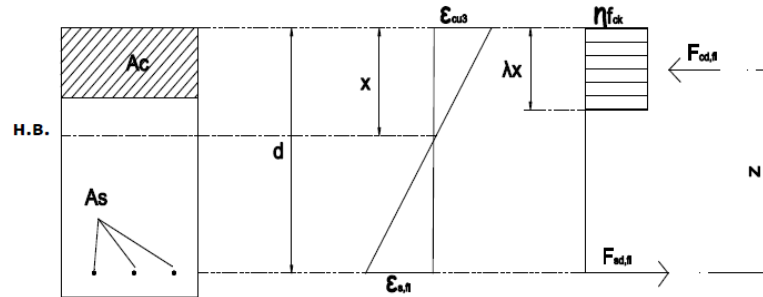


Рисунок 4.2 - Розрахункова схема зусиль у перерізі плити

9. Визначення зусиль в арматурі розтягнутої зони залізобетонної плити для забезпечення класу вогнестійкості R60 при стандартному режимі пожежі:

$$F_{sd,fi} = A_s \cdot k_s \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 5.56 \cdot 10^{-4} \cdot 0.85 \cdot \frac{500 \cdot 10^6}{1.35} = 175037 \text{ Н} = 175,037 \text{ кН}$$

Відповідно до умов рівноваги (рис. 4.2) та з урахуванням епюри напружень: звідки  $F_{cd,fi} = b \cdot \lambda \cdot x \cdot \eta \cdot f_{ck} = F_{sd,fi}$ ;

$$\lambda \cdot x = \frac{F_{sd,fi}}{b \cdot \eta \cdot f_{ck}} = \frac{175,037}{12000 \cdot 1 \cdot 22} = 6,630 \text{ см}$$

$$x = \frac{6,630}{\lambda} = \frac{6,630}{0.8} = 8,29 \text{ см}$$

$$z = h_s - c - \frac{x}{2} = 20 - 2.5 - \frac{0.1}{2} = 17,45 \text{ см}$$

де  $\lambda \cdot x$  – розмір зони бетону в перерізі, що працює на стиск, мм;

$f_{cd,fi}$  – розрахунковий опір бетону, МПа;

$z$  – плече дії стискальних навантажень в перерізі, мм

Граничний згинальний момент в умовах пожежі  $M_{Rd,fi}$  з урахуванням зменшеної міцності арматури та бетону (який відповідає несучій здатності плити) визначають за формулою:

$$M_{Rd,fi} = F_{cd,fi} \cdot z = 175,037 \cdot 0.1745 = 30,543$$

Порівняння граничного згинального моменту  $M_{Rd,fi}$  в умовах пожежі з урахуванням зменшеної міцності арматури та бетону з розрахунковим (фактичним) згинальним моментом  $M_{Ed,fi}$  в умовах пожежі з урахуванням сполучень навантажень:

$$M_{Rd,fi} = 30,543 \text{кН} \cdot \text{м} < M_{Ed,fi} = 254 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Вимоги до вогнестійкості не забезпечено.

Висновок. Розрахунок зонним методом показав, що для суцільної залізобетонної плити клас вогнестійкості R60 не забезпечено.

Примітки:

1) оскільки стиснута зона зазнає вогневого впливу, треба визначати ширину пошкодженої зони  $a_z$ ;

2) для звичайних згинальних конструкцій з мінімальними розмірами потрібна перевірка на дію поперечної сили.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ-Н Б EN 1990:2008. Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT). – К.: Мінрегіон України, 2008. – 95 с.
2. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1992-1-2:2004, IDT). – К.: Мінрегіон України, 2012. – 128 с.
3. Поклонський В. Г., Фесенко О. А. Розрахунок залізобетонних конструкцій на вогнестійкість відповідно до Єврокоду 2: практичний посібник. – К.: [б.в.], [б.р.]. – 112 с.
4. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 47 с.
5. ДБН В.2.2-20:2008. Житлові будинки. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 62 с.
6. ДСТУ 8855:2019. Визначення класу наслідків (відповідальності) будівель і споруд. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 27 с.
7. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021. – 118 с.
8. ДСТУ 9191:2022. Проектування будівель і споруд. Основні терміни та визначення. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 38 с.
9. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування (із змінами №1 і №2). – К.: Мінрегіон України, 2006. – 82 с.
10. ДСТУ 3760:2006. Цементи. Загальні технічні умови. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 21 с.
11. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 96 с.
12. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 105 с.

13. ДСТУ Б В.2.7-151:2008. Матеріали будівельні. Цементи. Методи випробувань. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2008. – 34 с.
14. ДСТУ Б В.2.7-141:2007. Матеріали будівельні. Бетони. Методи визначення міцності. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 22 с.
15. ДБН В.1.2-9:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека та доступність під час експлуатації. – К.: Мінрегіон України, 2021. – 53 с.
16. ДСТУ Б В.2.6-205:2015. Конструкції будинків і споруд. Проектування монолітних залізобетонних конструкцій. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 86 с.
17. EN 1990. Eurocode – Basis of structural design. – Brussels: CEN, 2002. – 87p.
18. EN 1991. Eurocode 1 – Actions on structures. – Brussels: CEN, 2002. – 121p.
19. EN 1992. Eurocode 2 – Design of concrete structures. – Brussels: CEN, 2004. – 225 p.
20. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: Зміна №1. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 36 с.
21. ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013. Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосвоєння огорожувальних конструкцій. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 55 с.
22. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013. Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 63 с.
23. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 94 с.
24. ДБН В.2.2-23:2009. Будинки і споруди. Підприємства торгівлі (із Зміною №1). – К.: Мінрегіон України, 2009 (зміна 2016). – 104 с.
25. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування: Зміна №1. – К.: Мінрегіон України, 2020. – 120 с.