Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

бакалавра
(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **«Проект торгового центру в м. Тернополі з дослідженням залізобетонного перекриття виконаного в формі синусоїди»**

Виконала: студентка VI курсу, групи МБ-41
спеціальності (напряму підготовки) 192
«Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

	(підпис)	Замора К.Є. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Колісник М.Б. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Мещерякова О. М. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2025

Форма № Н-9.01

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Будівельної механіки

Освітньо-кваліфікаційний рівень Бакалавр

Напрям підготовки _____
(шифр і назва)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
_____
«_____» _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Замора Катерина Євгенівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект торгового центру в м. Тернополі з дослідженням залізобетонного перекриття виконаного в формі синусоїди

Керівник проекту (роботи) Колісник Микола Богданович, асистент кафедри БМ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від «_____» _____ року №

2. Термін подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Торговий центр в м. Тернополі, чотирьохповерхова будівля, конструктивна схема – монолітний каркас з без балочним перекриттям, стіни в межах кожного поверху із газоблоків, фундаменти – залізобатонний під стінами і колонами та стрічковий під сходовою, покрівля – дерев'яна конструкція по якій вклали металопрофіль, колони – залізобетонні 250х750 мм, утеплення – пінополістерол та мінеральна вата.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Інженерно-геологічні і гідрологічні умови будівництва, генплан будівництва, об'ємно-планувальні рішення, конструктивні рішення, опис технологій монолітного бетону та залізобетону, розрахунок монолітного ребристого перекриття, визначення теми та мети дослідження, розрохунок конструювання головної балки, розрахунок колони і фундаменту , розробка будгенплану зведення будівлі, економічне порівняння перекриття синусоїдної та стандартної форми, обробка попередньо отиманих результатів досліджень, аналіз отриманих результатів, заходи з охорони праці, безпека в надзвичайних ситуаціях, висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) Фасади торгового центру, плани поверхів та покрівлі, розрізи по сходовій клітці, схема армування плит перекриття та покриття, розрахункові схеми конструкцій, схеми армування несучого залізобетонного каркасу будівлі та фундаментної плити, специфікація елементів колони, будгенплан, план розміщення технологічного обладнання.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Колісник. М.Б. асистент		
Рецензент			
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Барановський В. М.		
Нормоконтроль	Мещерякова О. М.		
Затвердив			

7. Дата видачі завдання 21.02.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Обґрунтування прийнятого рішення ТЕП. Архітектурно планувальне рішення ділянки.	25.02.2025	
2	Об'ємно-планувальне рішення.	05.03.2025	
3	Конструктивні рішення.	10.03.2025	
4	Теплотехнічний розрахунок стін та стелі.	20.03.2025	
5	Збір навантаження на конструкції будівлі.	02.04.2025	
6	Розрахунок монолітного ребристого перекриття будівлі.	08.04.2025	
7	Розрахунок балки і колони будівлі.	12.04.2025	
8	Розрахунок фундаменту будівлі.	15.04.2025	
9	Розробка календарного графіку.	20.04.2025	
10	Огляд літературних джерел, що стосуються вивчення питання залізобетонного перекриття виконаного в формі синусоїди.	30.04.2025	
11	Опрацювання методики досліджень.	06.05.2025	
12	Обробка експериментальних даних.	09.05.2025	
13	Аналіз експериментальних даних.	15.05.2025	
14	Техніко-економічне порівняння варіантів різних типів перекриттів.	17.05.2025	
15	Кошторисні розрахунки.	20.05.2025	
16	Розробка заходів охорони праці.	28.05.2025	
17	Розробка заходів безпеки в надзвичайних ситуаціях.	01.06.2025	
18	Охорона навколишнього середовища.	05.06.2025	
19	Оформлення та формування висновків	07.06.2025	

Студент _____ Замора К.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ Колісник М.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Вступ……..……	6
1	**Архітектурно-будівельна частина…….....**	7
1.1	Опис основних особливостей території..……	7
1.1.1	Проєктне планувальне рішення території …….....	7
1.1.2	Кліматичні умови ……	8
1.1.3	Транспортні зв’язки ……	8
1.1.4	Геологічна структура і стан ґрунтових вод ……..	8
1.2	Проєктне планувальне рішення території ……..……	9
1.2.1	Обґрунтування прийнятого рішення …….	9
1.2.2	Схема розбивки осей та висотне планування території (план організації рельєфу) …….....	9
1.2.3	Основні техніко-економічні характеристики планування ……..	10
1.3	Компоновка об’єму та планувальних елементів ……..	10
1.4	Конструктивна схема будівлі …….	11
1.4.1	Система опорних елементів. Пояснення їх вибору ……..	11
1.4.2	Конструкції огородження: характеристика та мотивація вибору…...	12
1.4.3	Розрахунки термічного опору стінової конструкції та міжповерхового перекриття ……...	12
1.5	Технічні засоби санітарного призначення…….	14
1.5.1	Інженерні системи обігріву та теплового забезпечення……...	14
1.5.2	Вентиляційне обладнання ……..	15
1.5.3	Обладнання внутрішнього газопостачання ……..	16
1.5.4	Обладнання холодного і гарячого водопостачання …….	17
2	**Розрахунок та конструювання……...**	19
2.1	Дослідження залізобетонного перекриття виконаного у формі синусоїди……..……..……...	19
2.1.1	Мета дослідження	19
2.1.2	Вихідні дані ……	19
2.1.3	Матеріали для проектування ……..	20
2.1.4	Результати розрахунку перекриття	21

2.2	Розрахунок конструкцій монолітної плити …….....	22
2.2.1	Статичний розрахунок плити …….	22
2.2.2	Розрахунок міцності перерізів, нормальних до поздовжньої осі елементу …….....	24
2.3	Розрахунок колони ……..……..……..……..……..	27
2.4	Розрахунок фундаменту …….……	27
2.4.1	Резрахунок колони ……	27
2.4.2	Навантаження на колону …….……	27
2.4.3	Розрахунок міцності перерізів колони ……	27
2.4.4	Визначення висоти фундаменту ……	28
2.4.5	Розрахунок арматури підошви фундамента ……	28
3	**Основи і фундаменти……**	30
3.1	Інженерно-геологічні умови будівельної ділянки ……...	30
3.2	Розрахунок фундаментів ……	30
3.3	Розрахунок осідання фундаментів …….	33
4	**Технологія і організація будівельного виробництва……...**	34
4.1	Організаційно-технологічні схеми виробництва …….	34
4.2	Визначення термінів будівництва …….	35
4.3	Будівельний генеральний план …….....	35
4.3.1	Обґрунтування прийнятих рішень по будгенплану …….	35
4.3.2	План організації транспортного руху та прокладання тимчасових під’їздів …….....	37
4.3.3	Обчислення загального енергоспоживання на період виконання будівельних робіт…….	38
4.3.4	Розрахунок водопостачання для будівельного майданчика ……...	39
4.3.5	Вибір методів виконання робіт …….…….……....	39
4.3.6	Підбір крана та визначення зон впливу ……	40
4.4	Технології монолітного бетону та залізобетону……	42
5	**Порівняння економічної ефективності перекриттів ……**	46
5.1	Розрахунок кошторисної вартості ……	46
5.2	Порівняльні дані ……	46
5.3	Графічний опис та висновки ……	47

6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях…… 49
6.1 Охорона праці ……..... 49
6.1.1 Основні положення ……. 49
6.1.2 Вимоги з техніки безпеки ……..... 49
6.1.3 Організація будівельного майданчика і робочих місць …….. 50
6.1.4 Вказівки з безпечного провадження робіт для мулярів ……... 52
6.1.5 Встановлення риштувань ……..... 52
6.1.6 Розрахунок вібраційного впливу при ущільненні ґрунту на етапі зворотної засипки …… 53
6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях …… 54
Висновки …… 59
Список використаних джерел …….... 60

ВСТУП

Останнім часом в Україні спостерігається активний розвиток будівництва громадських споруд, зокрема торгових центрів, що задовольняють потреби населення у товарах та послугах, а також відіграють значну роль у формуванні сучасного міського середовища. Важливим аспектом при проектуванні таких будівель є поєднання архітектурної виразності з інженерною ефективністю, а також впровадження прогресивних конструктивних рішень.

У проєктуванні сучасних торгових центрів все частіше застосовуються нестандартні просторові форми перекриттів, які не лише підвищують естетичну привабливість споруди, але й сприяють покращенню її функціонально-експлуатаційних характеристик. Одним із перспективних напрямів є використання монолітних залізобетонних перекриттів з хвилястою геометрією – зокрема у формі синусоїди. Такі конструкції дозволяють забезпечити необхідну несучу здатність при економному використанні матеріалів, а також дають змогу досягти вираженого архітектурного ефекту.

Проєкт торгового центру «Анемона» у місті Тернопіль передбачає реалізацію саме такого конструктивного рішення. Отож метою даної роботи є дослідження та обґрунтування доцільності застосування залізобетонного перекриття у формі синусоїди. Розглядаються особливості конструкції, умови її роботи під дією навантажень, а також економічний порівняльний аналіз з традиційними типами перекриттів.

Актуальність теми полягає у необхідності пошуку нових рішень для підвищення ефективності та естетичної якості громадських будівель, а також у потребі адаптації сучасних конструктивних форм до умов українського будівництва. Робота є спробою поєднати інноваційний підхід у проєктуванні із практичними вимогами до надійності та довговічності будівельних конструкцій.

РОЗДІЛ 1
АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Опис основних особливостей території

1.1.1 Просторове розташування території

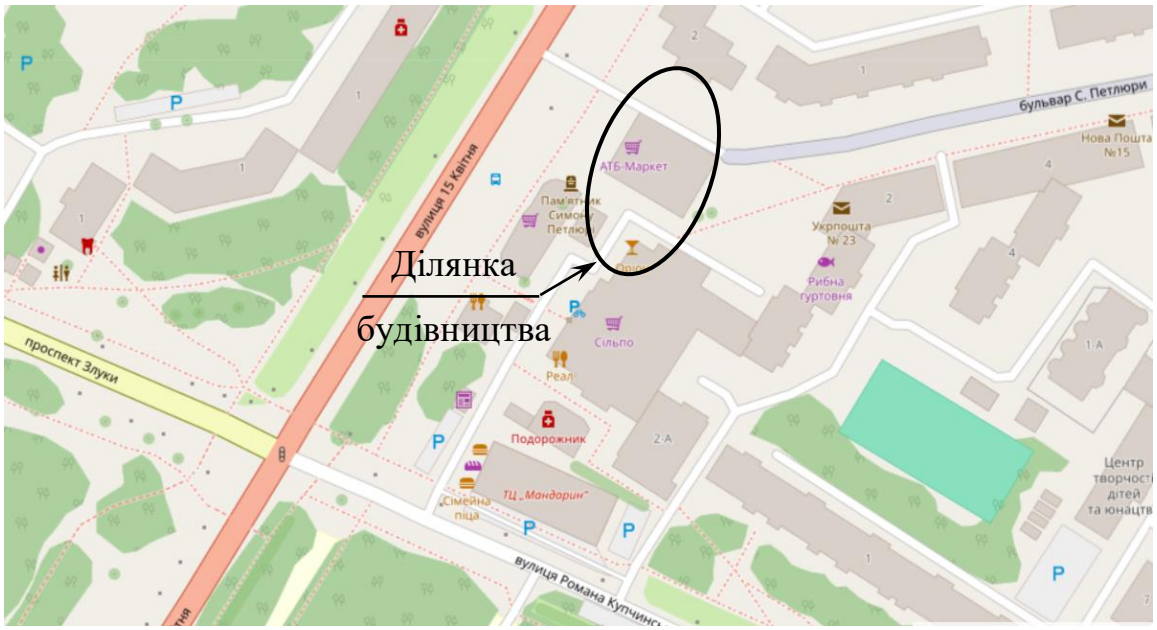


Рисунок 1.1 – Планова прив’язка об’єкта

Ділянка розташована в східній частині міста Тернопіль у зоні змішаної житлової та громадської забудови за адресою вулиця 15-го Квітня, бульвар Симона Петлюри, 26.

Рельєф ділянки рівнинний з незначним ухилом у південному напрямку. Зелені насадження на території відсутні. До початку будівництва на ділянці розміщувалися тимчасові металеві споруди господарського призначення, що підлягають демонтажу.

1.1.2 Кліматичні умови

Об'єкт розташований у межах міста Тернопіль, яке, згідно з чинними нормативами, належить до таких інженерно-кліматичних районів:

– четвертий вітровий район (нормальний тиск вітру – W_0 = 520 Па);

– четвертий сніговий район (нормальне навантаження від снігу – S_0 = 1390 Па).
– Перший архітектурно-будівельний

Річний температурний режим:

– Середнє значення температури найспекотнішого місяця +17,8º С;
– Середнє значення температури найхолоднішого місяця -5º С;
– максимальний мінус -40º С;
– максимальний плюс +40 º С;
– показник найхолоднішої доби становить -26º С;
– умови середньомісячної відносної вологісті:
  - найхолоднішого місяця 85%;
  - найспекотнішого 74%.

1.1.3 Транспортні зв'язки

В'їзд і виїзд з ділянки торгового центру «Анемона» виконується з вулиці 15-го квітня. У зв'язку з особливостями забудови та обмеженою площею прилеглої території, під'їзна частина безпосередньо прилягає до тротуару, який покрито тротуарною бруківкою. Відділення тротуару від проїжджої частини здійснено за допомогою бетонного бортового каменю. Організація транспортного руху забезпечує зручний доступ як для приватного, так і для громадського транспорту, що зупиняється поблизу торгового центру.

1.1.4 Геологічна структура і стан ґрунтових вод

Вирівнювання рельєфу території виконується з урахуванням необхідності відведення дощових та талих вод. З метою організованого збору та транспортування стоків передбачено монтаж залізобетонного водовідвідного лотка, накритого металевою ґратчастою кришкою. Через наявність слабких та нерівномірно складених ґрунтів (насипний шар із включеннями будівельного

сміття) проєктом передбачено поділ будівлі на три температурно-деформаційні блоки шляхом улаштування двох швів.

1.2 Проєктне планувальне рішення території

1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення

Схема генерального планування розроблена на основі вихідного завдання на проєктування, матеріалів топозйомки та містобудівної документації з визначеними обмеженнями. Площа території становить 799,35 м², із них під забудову передбачено 564,35 м².

Конфігурація торговельного комплексу відповідає формі земельної ділянки та навколишньому архітектурному середовищу. Основою для формування планувального рішення стало ефективне використання простору з урахуванням збереження існуючого ландшафту і забезпечення нормативних відступів від сусідніх будівель. Детальні параметри щодо планувального рішення наведені на кресленні.

Як умовна позначка 0,000 прийнята позначка чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 358,8.

1.2.2 Схема розбивки осей та висотне планування території (план організації рельєфу)

Основним принципом при формуванні вертикального планування території стало збереження наявного природного рельєфу з мінімальними втручаннями. Проєктом передбачено влаштування покриття пішохідних і транспортних шляхів, яке при заданих ухилах дозволяє ефективно відводити дощові та талі води.

Проведення додаткових робіт із озеленення не заплановано. Також передбачено спеціально відведену зону для розміщення контейнерів для збору побутових відходів.

1.2.3 Основні техніко-економічні характеристики планування

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники

№	Назва	Площа, м²	%
1	Ділянка забудови	564,35	71
2	Ділянка сервітуту	235,0	29
3	Загальна площа ділянки	799,35	100

1.3 Компоновка об’єму та планувальних елементів

Рішення по архітектурі та плануванню торгового центру «Анемона» сформоване з урахуванням геометрії ділянки забудови, а також містобудівних умов, зокрема орієнтації за сторонами світу та забезпечення зручного пішохідного і транспортного доступу. Особливу увагу приділено організації евакуаційних виходів і раціональному розміщенню торгових приміщень відповідно до вимог протипожежної безпеки.

Будівля має чотири поверхи та підвальне приміщення. У підвальному приміщенні розміщена закрита стоянка для автомобілів і тех приміщення. На першому поверсі розміщено центральну торгову залу, касову зону, приміщення охорони та кабінет адмімтратора. На другому поверсі передбачено бюро прийому і реєстраці і також готельні номери. Третій поверх включає в себе приміщення з використання снарядів, тренажерний зал, роздягальну, кімнату інструкторів, а також технічне приміщення. На четвертому поверсі передбачено розміщення обідньої зали на 50 місць, кімната відпочинку, комірчини, кімнати персоналу і терасса.

Будівля обладнана двома сучасними ліфтами типу EUROFORMAT, що відповідають вимогам безпечного евакуаційного транспортування. Ліфти з’єднують усі чотири поверхи та забезпечують безперешкодний доступ маломобільних груп населення.

Торгові приміщення призначені переважно для реалізації малогабаритної продукції та товарів легкої групи. Відпуск великогабаритної продукції організовується окремо зі складів, які розміщені за межами основної будівлі.

Система опалення виконана в індивідуальному типі. Кожен поверх опалюється індивідуально. Технічні комунікації увигляді теплої підлоги розміщенні з першого по четвертий поверхи будівлі.

Загальна площа торгового центру становить 564,35 м².

Проєктом передбачено використання газобетонних блоків для зведення внутрішніх і зовнішніх стін із подальшим декоративним оздобленням. Фасади оформлюються перхлорвініловими фарбами по високоякісній штукатурці. Вітражне засклення виконується за індивідуальним замовленням спеціалізованою компанією з урахуванням енергоефективності та сучасних естетичних вимог.

1.4 Конструктивна схема будівлі

1.4.1 Система опорних елементів. Пояснення їх вибору

Конструктивна схема будинку – монолітний залізобетонний каркас з без балочними перекриттями.

Фундаменти будинку –.залізобетонні фундаменти виконані під стінами з розширеннями під колонами. Також стрічковий фундамент під сходовою.

Колони поперечним перерізом 250×750 мм.

Перекриття – монолітне залізобетонне.

Сходи – монолітні залізобетонні марші та площадки.

Покрівля – виконана дерев’яна конструкція по якій вклали металопрофіль

Утеплювачами покрівлі служать:

- мінеральна вата для даху;
- пінопласт 35 щільності для фасаду.

1.4.2 Конструкції огородження: характеристика та мотивація вибору

Зовнішні стіни торговельного комплексу не виконують несучу функцію. Для їх зведення застосовано кладку з газобетонних блоків завтовшки 300 мм, а також світлопрозору фасадну систему типу Alutech ALT F50.

Внутрішні перегородки виконані з газоблоків товщиною 100 мм та стаціонарного скління. Для забезпечення шумоізоляції між рівнями використано звукоізоляційну мембрану Tecsound SY-50, яку укладено під покриттям підлоги на другому й третьому поверхах. Підлогові покриття включають лінолеум у основних приміщеннях та керамічну плитку у санітарних вузлах.

Вікна виготовлені з металопластику відповідно до чинних технічних умов, дверні блоки також металопластикові, а вхідні двері — з алюмінієвого профілю.

1.4.3 Розрахунки термічного опору стінової конструкції та міжповерхового перекриття

Підбір товщини теплоізоляційних матеріалів для зовнішніх стін і покрівлі здійснено за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення Cadee. Інтерфейс програми для характеристик конструктивних шарів показано на рис. 1.2 (покриття).

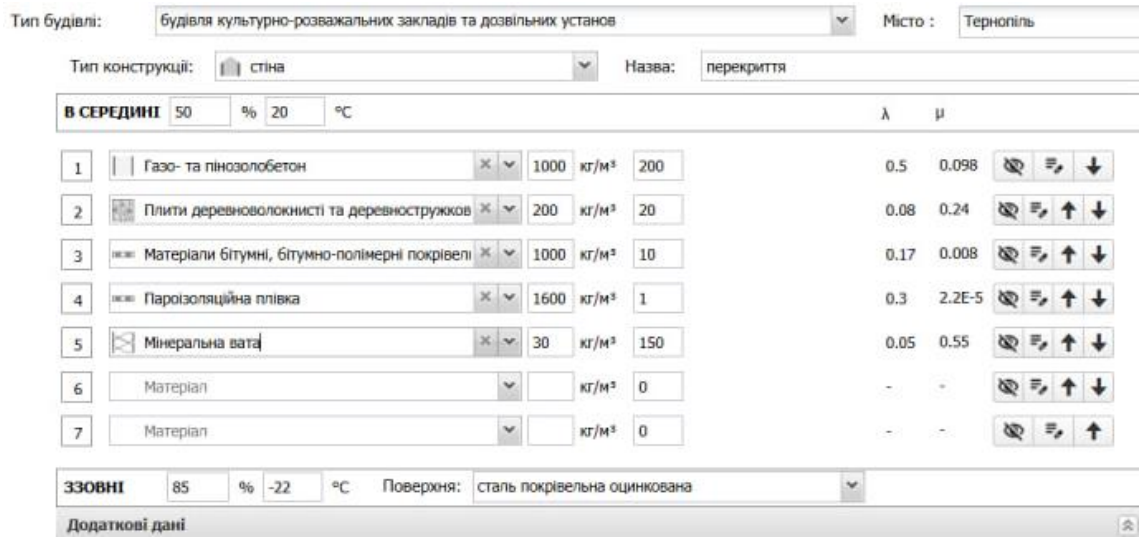


Рисунок 1.2 – Інтерфейс програми для характеристик конструкції

Стіна складається з таких шарів:

– Внутрішнє оздоблення — шар клейцементу 2 мм;

– Теплоізоляція — пінопласт товщиною 100мм;

– Несуча частина — газоблок марки D500, товщина 300 мм;

– Ґрунтовка;

– Зовнішнє оздоблення — баранчик (в кольорі, визначеного фасадним планом, використовувалось 3 кольори білий, чорний та теракотовий);

Покрівельна конструкція включає:

– Цинкований профіль (з вмістом цинку 250 грам на 1кг);

– Конструкція – дерев'яна

– Гідроізоляційний шар —прикріплений обришіткою;

– Пароізоляція у вигляді плівки;

– Шар теплоізоляції — мінеральна вата Domrock товщиною 200 мм;

У ході теплотехнічного аналізу зовнішньої стіни було визначено, що для забезпечення нормативного опору теплопередачі конструкції необхідно передбачити шар утеплювача з пінополістиролу, товщиною 100 мм. Таким чином, опір теплопередачі на рівні 2,25 $м^2$×град/Вт. Температурна точка роси 18,7 °С.

Для покриття аналогічні розрахунки показали, що для досягнення нормативних показників теплоізоляції слід застосувати мінераловатні плити Domrock загальною товщиною 200 мм. Розрахунковий опір становить 5,37 $м^2$×град/Вт, а температурна точка роси 19,1 °С.

Підсумки обчислень стіни і покриття наведено на рис 1.3 і 1.4 відповідно.

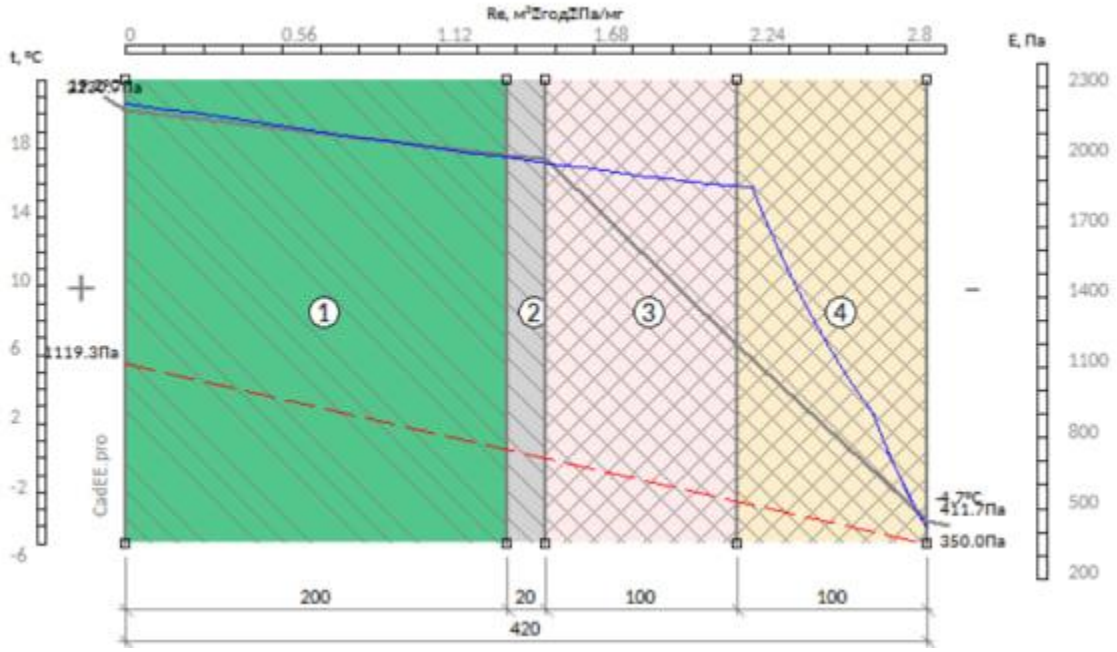


Рисунок 1.3 – Підсумкові дані аналізу конструкції стіни

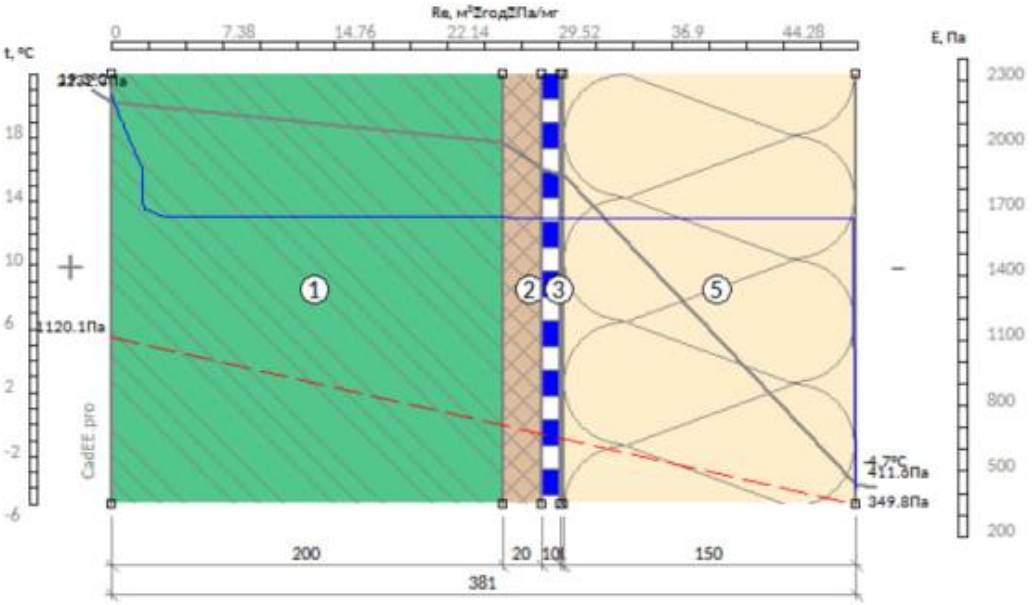


Рисунок 1.4 – Підсумкові дані аналізу конструкції покрівлі

1.5 Технічні засоби санітарного призначення

1.5.1 Інженерні системи обігріву та теплового забезпечення

Обігрів приміщень торговельного комплексу здійснюється за рахунок теплогенерувального обладнання, розміщеного в технічному приміщенні на третьому поверсі. У системі використовується теплоносій у вигляді гарячої води з

робочими параметрами 95–70 °С. Прийнято двотрубну горизонтальну схему розведення. Як нагрівальні елементи застосовано секційні батареї марки «Прес», конвектори типу КСЕ, а також комбіновані опалювально-вентиляційні установки Volcano VR-1.

Для індивідуального контролю теплового потоку біля кожного з приладів опалення, за винятком Volcano VR-1, передбачено монтаж терморегулюючих вентилів із термоголовками. Видалення повітря з внутрішньої системи виконується за допомогою автоматичних повітрозбірників та кранів Маєвського, встановлених у верхніх точках

Мережі трубопостачання систем опалення та теплопостачання виконуються зі сталевих електрозварних труб згідно з ДСТУ Б В.2.5-31:2007. Також застосовуються металополімерні труби типу RAUTITAN flex, які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.5-36:2007 (EN ISO 15875-7:2003, MOD).

Після завершення монтажу та випробувань, магістральні трубопроводи фарбуються олійною фарбою у два шари по ґрунтовці типу ГФ-021, згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.5-36:2007. Для забезпечення теплоізоляції використовується базальтова вата у вигляді напівциліндрів, що відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.5-36:2007.

Монтаж систем опалення та вентиляції здійснюється відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013. Цей стандарт визначає вимоги до облаштування внутрішніх систем водопостачання та водовідведення, включаючи опалення, вентиляцію та кондиціонування повітря.

Згідно з ДБН В.2.5-67:2013, системи опалення, вентиляції та кондиціонування повинні бути спроектовані та змонтовані з урахуванням енергозбереження та забезпечення комфортних умов для користувачів будівлі.

1.5.2 Вентиляційне обладнання

У торговельних та технічних приміщеннях запроектовано припливно-витяжну вентиляційну систему з функцією підігріву повітря. Припливне

обладнання TA-2000HW оснащене автоматичною системою керування, яка регулює параметри припливного повітря, забезпечує автоматичне переключення між зимовим, перехідним та літнім режимами, а також має світлову та звукову індикацію нормальної та аварійної роботи. Витяжка повітря здійснюється через канальний вентилятор моделі TD-2000/315.

Для видалення повітря з санітарних кімнат передбачено вентиляційні канали з жалюзійними решітками типу ОРГ виробництва компанії VENT. Монтаж вентиляційної системи виконується відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 «Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем». Повітроводи виконані з тонколистового оцинкованого металу.

1.5.3 Обладнання внутрішнього газопостачання

Газопостачання торговельного центру здійснюється через підключення до зовнішньої мережі низького тиску. Газопровід низького тиску монтується із сталевих електрозварних труб відповідно до вимог ДСТУ 8943:2019. Для захисту від атмосферної корозії на труби наносять покриття, яке складається з двошарового ґрунтування та двошарового емалевого шару, розрахованого на експлуатацію при температурі до -22 °С. При проходженні газопроводу через зовнішню стіну застосовується футляр, а простір між трубою та футляром герметизується згідно з діючими нормативними документами.

Для опалення будівлі заплановано встановлення двох настінних газових котлів типу KT DUO100. Комплектація котла включає автоматичні пристрої, що забезпечують захист та керування тепловим процесом. Автоматика відповідає за правильний порядок запуску і повне припинення подачі газу у разі виходу параметрів котла за встановлені межі.

Для контролю концентрації метану передбачено монтаж газового сигналізатора Варта 2-ОЗА. Запуск газопостачання здійснюється після проведення відповідних випробувань газопроводу згідно з вимогами ДБН В.2.5-20.

1.5.4 Обладнання холодного і гарячого водопостачання

Подача холодної води здійснюється до сантехнічних приладів та пожежних гідрантів. На вводі системи передбачено встановлення вузла обліку води, який складається з відсічної арматури та лічильника холодної води класу точності "С" типу Meitwin (комбінованої конструкції), оснащеного імпульсним передавачем HRI і радіомодулем Scout P2. Це забезпечує дистанційне зчитування показників через систему Sensus Scout.

Трубопровідні мережі для водопостачання виконуються з поліпропіленових труб PN20, що повинні відповідати вимогам національного стандарту ДСТУ 32415:2013 (тип PN20, номінальний тиск — 2 МПа, робоча температура — до +75 °С, згідно ДСТУ Б В.2.7-144:2007).

Основні розподільчі магістралі та стояки виконуються з металевих водогазопровідних труб відповідно до стандарту «Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови». Для зменшення теплових втрат розподільні лінії утеплюються базальтовою мінераловатною ізоляцією, а вертикальні стояки — матеріалом Thermaflex.

РОЗДІЛ 2
РОЗРАХУНОК ТА КОНСТРУЮВАННЯ

2.1 Дослідження залізобетонного перекриття виконаного у формі синусоїди

2.1.1 Мета дослідження

Сучасне будівництво вимагає не лише надійних і міцних, а й архітектурно виразних рішень. Одним із таких інноваційних підходів є використання залізобетонних перекриттів зі складною геометрією, зокрема у формі синусоїди. Застосування хвилястих перекриттів дозволяє зменшити матеріалоємність конструкцій, покращити розподіл навантажень, а також надати будівлі індивідуальності.

Метою даного дослідження є вивчення напружено-деформованого стану залізобетонного перекриття, виконаного у формі синусоїди, а також оцінка його міцнісних та експлуатаційних характеристик за умов дії статичних навантажень.

Об'єктом дослідження є залізобетонне просторове перекриття зі змінною висотою, виконане у формі синусоїди.

Предметом дослідження виступає вплив хвилястої геометрії на несучу здатність, жорсткість і деформативність конструкції при експлуатаційних навантаженнях.

2.1.2 Вихідні дані

1. Призначення будівлі – Громадська (готель з закладом громадського харчування.
2. Район будівництва – Тернопіль.
3. Вміст вологи в повітрі приміщення – 60…70%.
4. Клас бетону С20/25.
5. Клас арматурної сталі - А400С.

6. Конструкція підлоги - лінолеум.

7. Кількість поверхів – 4.

8. Висота поверху – 3,3 м.

9. Розміри в плані А х В = 19,75 х 29,2 м.

10. Характеристичне навантаження на перекриття 1,5 $кН/м^2$.

11. Розрахунковий опір ґрунту R_0 = *290к*Па

12. Глибина закладання фундаменту 1,2 м.

13. Глибина підвалу- 3,1м.

14. Стіни - монолітні, товщ. - 250мм.

2.1.3 Матеріали для проектування

Згідно рекомендацій передбачено використання важкого бетону марки С20/25, робочу арматуру з сталі класу А400С, поперечну арматуру зі сталі класу А240С. Характеристичний опір бетону осьовому стиску становить $f_{ck} =$ 18,5 мПа, опір осьовому розтягу $f_{ctm} = 1{,}5$ мПа, з урахуванням коефіцієнта умов роботи $\gamma_c = 0{,}9$ значення опору становить

$f_{cd} = f_{cd}/\gamma_c =$ 18,5 /1,3 = 14,23 МПа = 1,42 кН/см2,

$f_{ctk} = \gamma_c f_{ctk} = 0{,}7 \cdot 2{,}2 =$ 1,54 МПа = 0,154 кН/см2.

Початкова величина опору бетону до пружних деформацій $E_b = 30 \cdot 10^3$ МПа.

Розрахунковий опір поздовжньої робочої арматури становить:$f_{yk} =$ 400 МПа = 40 $кН/см^2$.

Поперечна арматура: $f_{yk} =$ 240 МПа = 24 $кН/см^2$,

модуль пружності $E_s = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа.

2.1.4 Результати розрахунку перекриття

Розраховується перекриття другого поверху. Модель плити перекриття після імпорту в програму Плита (ПК Мономах) особливих коригувань не потребує. Отримані ізополя армування по яких підібрано армування (див. рис. 2.21-2.23).

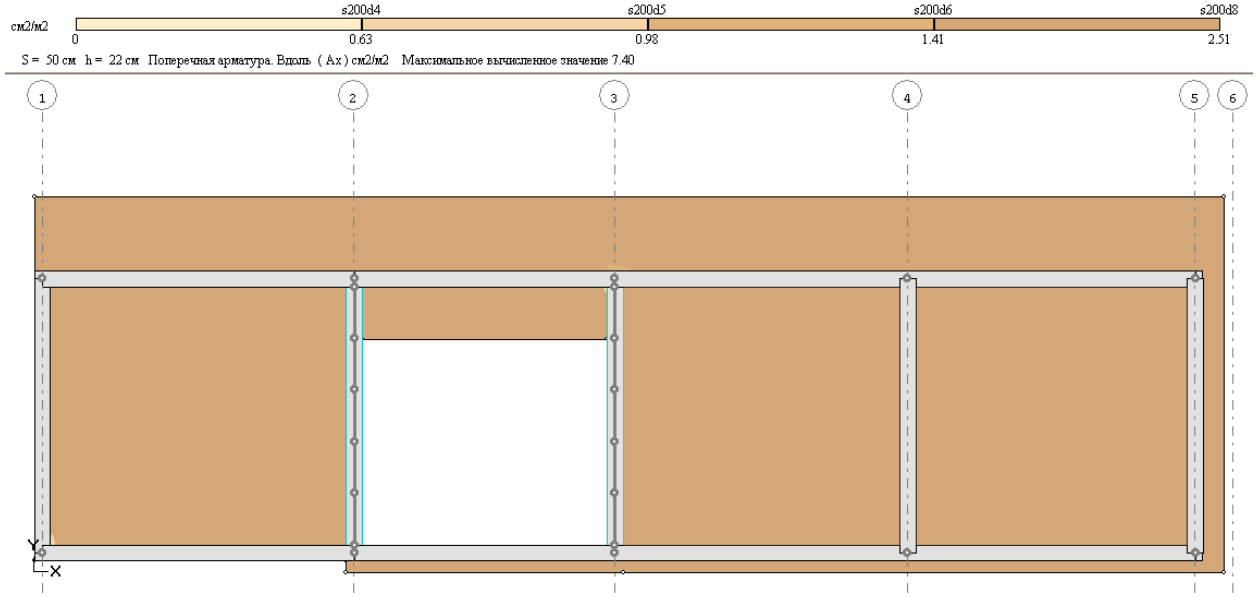


Рисунок 2.21 – Поперечної арматури, см^2/м^2

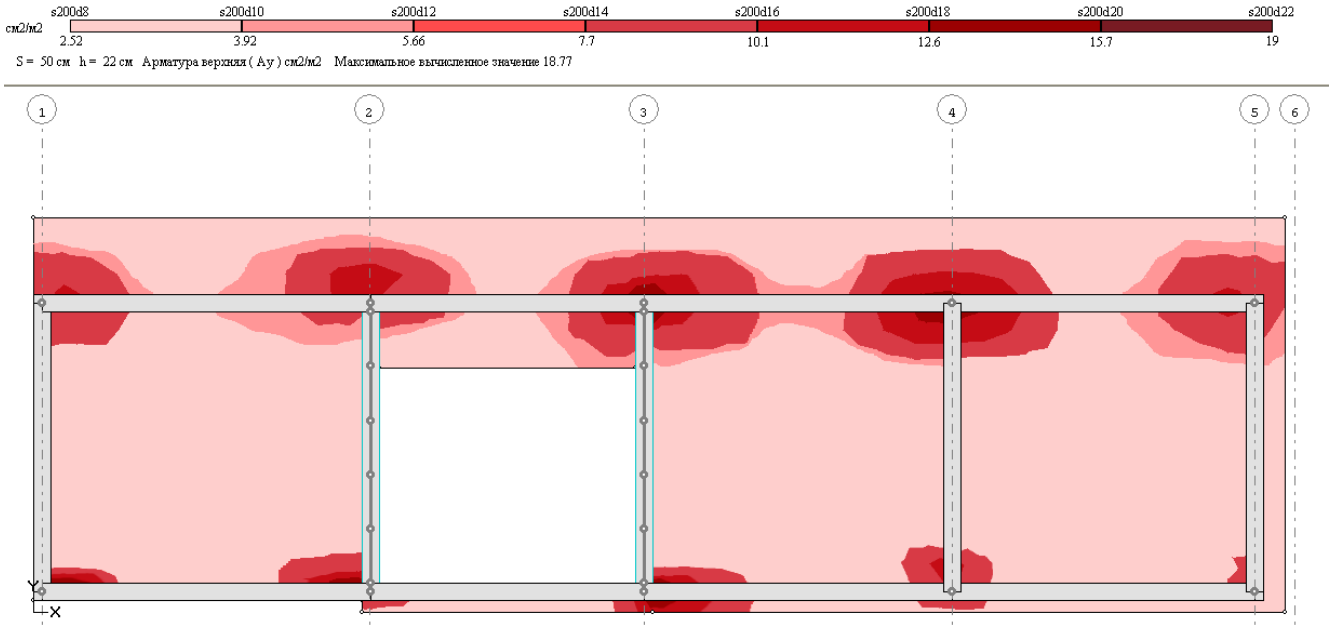


Рисунок 2.23 – Ізополя верхньої сітки арматури, см^2/м^2

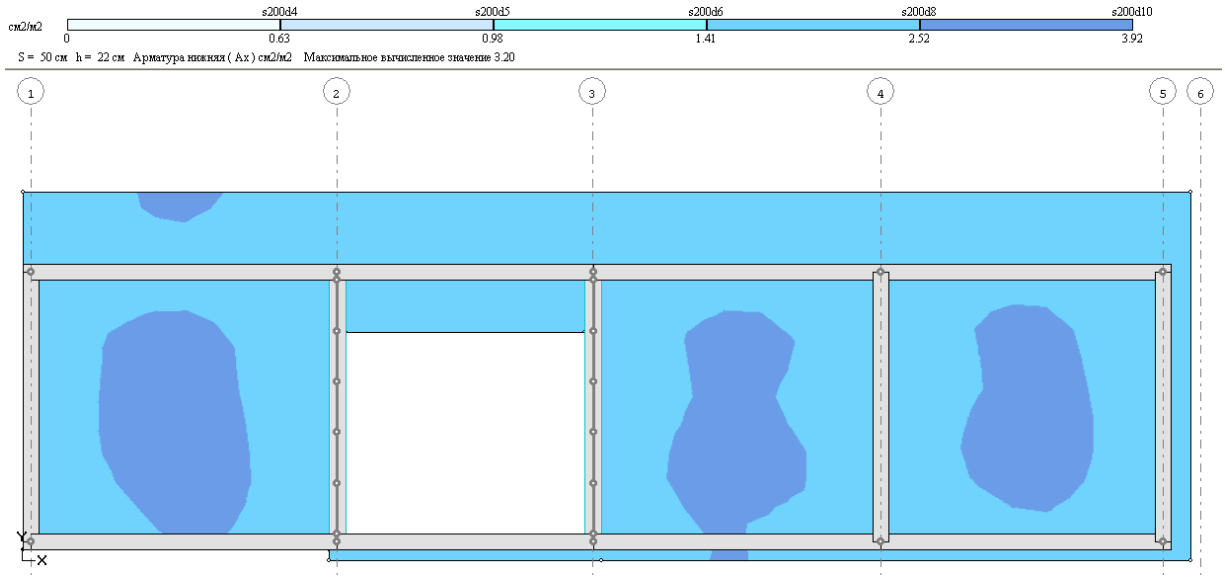


Рисунок 2.24 – Ізополя нижньої сітки арматури, см^2/м^2

Прийнято наступне армування:

– Мінімальний захисний шар 20 мм.
– Для підсилення консольної частини в рівні верхньої сітки запроєктовано арматурні стержні діаметром 12 мм, клас А400С, з розташуванням через кожні 200 мм.
– Проектне положення сіток і захисний шар бетону забезпечити встановлення фіксаторів з кроком 1,5м, в шаховому порядку (див. креслення, арк. 3).

Розподільча арматура - діаметром 8 мм, А400С з кроком 250 мм.

2.2 Розрахунок та конструювання монолітної плити

2.2.1 Статичний розрахунок плити

Плиту розраховуємо як п’ятипролітну нерозрізну балку, завантажену рівномірно розподіленим навантаженням. Призначаємо конструкцію підлоги і обчислюємо навантаження на $1\,м^2$ перекриття, при цьому враховуємо коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_n = 0{,}95$.

Таблиця 2.1. – Розрахунок навантаження

№	Види силових дій на елемент	Базова величина зусилля кг/м², (кН/м²)	Множинник безпеки для зусиль γ_{fm}	Проектне значення зусилля кг/м², (кН/м²)
	А. Стабільне			
1.	Керамічна плитка: $t = 10$ мм $\rho = 2000$ кг/м³	20 (0,20)	1,1	22 (0,264)
2.	Клеюча суміш: $t = 10$ мм $\rho = 1800$ кг/м³	18 (0,18)	1,3	23,4 (0,234)
3.	Гідроізоляція: $t = 3$ мм $\rho = 1000$ кг/м³	3 (0,03)	1,2	3,6 (0,036)
4.	Цементно-піщана стяжка: $t = 50$ мм $\rho = 1800$ кг/м³	90 (0,9)	1,3	117 (1,17)
5.	Залізобетонна плита перекриття: $t = 120$ мм $\rho = 2500$ кг/м³	300 (3,00)	1,1	330 (3,30)
6.	Пароізоляція: $t = 3$ мм $\rho = 1000$ кг/м³	3 (0,03)	1,2	3,6 (0,036)
7.	Вапняно-піщаний тиньк: $t = 10$ мм $\rho = 1500$ кг/м³	15 (0,15)	1,3	19,5 (0,195)
	Всього постійне:	$g_0 = 449$ (4,49)	–	$g = 519{,}1$ (5,191)
	Б. Тимчасове			
8.	Корисне навантаження на перекриття:	$v_0 = 150$ (1,5)	1,2	$v = 180$ (1,8)
9.	У тому числі і тривале: $v_{01} = 0{,}7 \cdot v_0$	$v_{01} = 105$ (1,05)	1,2	$v_1 = 126$ (1,26)
	В. Повне			
10.	Повне:	$q_0 = 599$ (5,99)	–	$q = 699{,}1$ (6,991)
11.	Зокрема тривале:	$q_{01} = 554$ (5,54)	–	$q_1 = 645{,}1$ (6,451)

Для розрахунку приймаємо плиту шириною $b = 1$ м, погонне навантаження на яку становить $q = 6{,}991$ кН/м

Обчислюємо значення розрахункових прольотів згідно рис.2.1.
$l_0 = 2{,}1 - 0{,}2 = 1{,}9$ м, $l_{01} = 2{,}1$ м.

Величини згинаючих моментів обчислюємо:

перший проліт $M_1 = \frac{ql_0{}^2}{11} = \frac{6{,}991 \cdot 1{,}9^2}{11} = 2{,}29$ кНм;

перша проміжна опора $M_2 = \frac{ql_{01}{}^2}{11} = \frac{6{,}991 \cdot 2{,}1^2}{11} = 2{,}8$ кНм;

середні прольоти та опори $M_3 = \frac{ql_{01}{}^2}{16} = \frac{6{,}991 \cdot 2{,}1^2}{16} = 1{,}93$ кНм;

середні прольоти та опори, які з чотирьох сторін оточені балками
$M_4 = 0{,}8M_3 = 0{,}8 \cdot 1{,}93 = 1{,}54$ кНм.

2.2.2 Розрахунок міцності перерізів, нормальних до поздовжньої осі елементу

Мінімальна товщина захисного шару $a_s = 20$ мм, гранична ширина розкриття тріщин $a_{crc1} = 0{,}4$ мм, $a_{crc2} = 0{,}3$ мм.

Обчислюємо граничну відносну висоту стиснутої зони

$$\xi_R = \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{s0}} = \frac{3{,}1 \cdot 10^{-3}}{3{,}1 \cdot 10^{-3} + 0{,}994 \cdot 10^{-3}} = 0{,}76$$

де $\varepsilon_{s0} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s E_s} = \frac{240}{1{,}15 \cdot 2{,}1 \cdot 10^5} = 0{,}994 \cdot 10^{-3}$

Розрахунки площі поздовжньої робочої арматури

Перший проліт. $M_1 = 0{,}64$ кНм

Обчислюємо коефіцієнт α_m:

$$\alpha_m = \frac{M_1}{bd^2 f_{cd}} = \frac{2{,}29 \cdot (100)}{100 \cdot (8)^2 \cdot 14{,}5 \cdot (0{,}1)} = 0{,}025$$

Розрахунковий показник висоти зони стиску в бетоні:

$$\xi = 1{,}25 - \sqrt{1{,}5625 - 3{,}125\alpha_m} = 1{,}25 - \sqrt{1{,}5625 - 3{,}125 \cdot 0{,}025} = 0{,}031$$

Перевіряємо умову:

$\xi_R = 0{,}76 > \xi = 0{,}031$

Обчислюємо коефіцієнт :

$\zeta = 1 - 0{,}4\xi = 1 - 0{,}4 \cdot 0{,}031 = 0{,}987$

Обчислюється площа арматурних елементів перерізу:

$$A_{s,nec} = \frac{M_1}{f_{yd}\zeta d} = \frac{2{,}29 \cdot (100)}{210 \cdot (0{,}1) \cdot 0{,}987 \cdot 8} = 1{,}383 \text{ см}^2$$

Приймаємо 5 стержні Ø12А400С, $A_{s,fact} = 5{,}655$ см^2.

Перша проміжна опора. $M_2 = 2{,}8$ кНм

$$\alpha_m = \frac{M_2}{bd^2 f_{cd}} = \frac{2{,}8 \cdot (100)}{100 \cdot (8)^2 \cdot 14{,}5 \cdot (0{,}1)} = 0{,}03$$

$$\xi = 1{,}25 - \sqrt{1{,}5625 - 3{,}125\alpha_m} = 1{,}25 - \sqrt{1{,}5625 - 3{,}125 \cdot 0{,}03} = 0{,}038$$

$$\zeta = 1 - 0{,}4\xi = 1 - 0{,}4 \cdot 0{,}038 = 0{,}985$$

$$A_{s,nec} = \frac{M_2}{f_{yd}\zeta d} = \frac{2{,}8 \cdot (100)}{210 \cdot (0{,}1) \cdot 0{,}985 \cdot 8} = 1{,}69 \text{ см}^2$$

Приймаємо 5 стержні Ø12А400С, $A_{s,fact} = 5{,}655$ см^2.

Середні прольоти. $M_3 = 0{,}63$ кНм

$$\alpha_m = \frac{M_3}{bd^2 f_{cd}} = \frac{1{,}93 \cdot (100)}{100 \cdot (8)^2 \cdot 14{,}5 \cdot (0{,}1)} = 0{,}021$$

$$\xi = 1{,}25 - \sqrt{1{,}5625 - 3{,}125\alpha_m} = 1{,}25 - \sqrt{1{,}5625 - 3{,}125 \cdot 0{,}021} = 0{,}026$$

$$\zeta = 1 - 0{,}4\xi = 1 - 0{,}4 \cdot 0{,}306 = 0{,}99$$

$$A_{s,nec} = \frac{M_3}{f_{yd}\zeta d} = \frac{1{,}93 \cdot (100)}{210 \cdot (0{,}1) \cdot 0{,}99 \cdot 8} = 1{,}159 \text{ см}^2$$

Приймаємо 5 стержні Ø12А400С, $A_{s,fact} = 5{,}655$ см^2.

Середні прольоти, які з чотирьох сторін оточені балками $M_4 = 0{,}5$ кНм

$$\alpha_m = \frac{M_4}{bd^2 f_{cd}} = \frac{1{,}54 \cdot (100)}{100 \cdot (8)^2 \cdot 14{,}5 \cdot (0{,}1)} = 0{,}017$$

$$\xi = 1{,}25 - \sqrt{1{,}5625 - 3{,}125\alpha_m} = 1{,}25 - \sqrt{1{,}5625 - 3{,}125 \cdot 0{,}017} = 0{,}021$$

$$\zeta = 1 - 0{,}4\xi = 1 - 0{,}4 \cdot 0{,}021 = 0{,}992$$

$$A_{s,nec} = \frac{M_4}{f_{yd}\zeta d} = \frac{1{,}54 \cdot (100)}{210 \cdot (0{,}1) \cdot 0{,}992 \cdot 8} = 0{,}925 \text{ см}^2$$

Приймаємо 5 стержні Ø12А400С, $A_{s,fact} = 5{,}655$ см^2.

Мінімальна площа робочої арматури за формулою

$A_{s,min} = 0{,}0005 \cdot 100 \cdot 6{,}5 = 0{,}325$ см^2 .

За таблицею 2.2 призначаємо діаметр та крок робочої арматури.

Розподільчу арматуру призначаємо конструктивно в залежності від прийнятої робочої арматури. Результати зведені у табл.2.2.

Таблиці 2.2 - Армування плити

Переріз плити що розглядається	Розрахункова площа перерізу арматури A_s (см^2)	Прийняте армування		
		Робоча арматура класу А400С		Розподільча арматура діаметр/крок
		діаметр мм крок мм	Площа перерізу A_s (см^2)	
Крайні прольоти	2,29	$\frac{12}{200}$	5,655	$\frac{12}{200}$
Перша проміжна опора	2,80	$\frac{12}{200}$	5,655	$\frac{12}{200}$
Середні прольоти: не оточені по 4-х сторонах балками оточені по 4-х сторонах балками	1,93 1,54	$\frac{12}{200}$ $\frac{12}{200}$	5,655 5,655	$\frac{12}{200}$ $\frac{12}{200}$
В неробочому напрямку над головними балками та біля цегляних стін	—	$\frac{12}{200}$	5,655	$\frac{12}{200}$

2.3 Розрахунок колони

Розраховується перекриття другого поверху. Модель плити перекриття після імпорту в програму Плита (ПК Мономах) особливих коригувань не потребує.

Розраховуємо колону першого поверху як найбільш навантажену. Переріз призначаємо прямокутним з розмірами b_c х h_c = 0,75х0,25м.

Геометрична довжина колони становить $l = 3{,}48 + 0{,}05 = 3{,}53$ м.

Навантаження на колону:

Визначаємо величину поздовжньої сили, що діє на елемент від повних розрахункових навантажень та постійних і тривалих.

Вага снігового покриву для м. Тернопіль становить $S_0 = 1390$ Па, тоді

$$S = S_0 \cdot 1{,}05 = 1{,}46 \text{ кПа}$$

$$N = 2(n-1)Q_{max} + A(q+S) = 2 \cdot 3 \cdot 204{,}16 + 40{,}3 \cdot (6{,}991 + 1{,}46) = 1565{,}49 \text{ кН}$$

Розрахунок міцності перерізів колони:

Розрахункова довжина колони $l_0 = 0{,}7 \cdot l = 0{,}7 \cdot 3{,}53 = 2{,}47$м. Відношення

$\frac{l_0}{h_c} = \frac{2{,}47}{0{,}25} = 9{,}88 < 20$, отже розрахунок ведемо як центрально стиснуту колону.

Призначаємо попередньо коефіцієнт $\varphi = 0{,}9$, тоді необхідна площа перерізу робочої арматури становить

$$As, tot = \frac{\frac{N}{\varphi} - f_{cd}A}{f_{yd}} = \frac{\frac{1565{,}49}{0{,}9} - 1{,}45 \cdot 4030}{21} = -195 \text{ см}^2$$

Приймаємо робочу арматуру в колоні 10∅22А400С з $A_s = 38{,}01$ см2.

Перевіряємо несучу здатність колони

$$N_u = \varphi_r(f_{cd}A_c + \rho_{lu}A_c f_{yd}) =$$

$$= 0{,}9 \cdot \big(14{,}5 \cdot (0{,}1) \cdot 4030 + 0{,}04 \cdot 4030 \cdot 210 \cdot (0{,}1)\big) = 8305 \text{ кН}.$$

Перевіряємо міцнісну характеристику за критерієм:

$$\frac{N\gamma_n}{N_u} = \frac{1565{,}49 \cdot 1{,}1}{8305} = 0{,}207 < 1$$

Розрахунковий критерій дотримано, несуча спроможність конструкції підтверджена.

Поперечну арматуру приймаємо із сталі А240, діаметром 6 мм і з кроком s=150/300мм.

2.4 Розрахунок фундаменту

2.4.1 Розрахунок колони

Розраховуємо колону першого поверху як найбільш навантажену. Переріз призначаємо прямокутним з розмірами b_c х h_c = 0,75х0,25м.

Геометрична довжина колони становить $l = 3{,}48 + 0{,}05 = 3{,}53$ м.

2.4.2. Навантаження на колону

Визначаємо величину поздовжньої сили, що діє на елемент від повних розрахункових навантажень та постійних і тривалих.

Вага снігового покриву для м. Тернопіль становить $S_0 = 1390$ Па, тоді $S = S_0 \cdot 1{,}05 = 1{,}46$ кПа

$$N = 2(n-1)Q_{max} + A(q+S) = 2 \cdot 3 \cdot 204{,}16 + 40{,}3 \cdot (6{,}991 + 1{,}46) = 1565{,}49 \text{ кН}$$

2.4.3. Розрахунок міцності перерізів колони

Розрахункова довжина колони $l_0 = 0{,}7 \cdot l = 0{,}7 \cdot 3{,}53 = 2{,}47$м.

Відношення

$\frac{l_0}{h_c} = \frac{2{,}47}{0{,}25} = 9{,}88 < 20$, отже розрахунок ведемо як центрально стиснуту колону.

Призначаємо попередньо коефіцієнт $\varphi = 0{,}9$, тоді необхідна площа перерізу робочої арматури становить

$$As, tot = \frac{\frac{N}{\varphi} - f_{cd}A}{f_{yd}} = \frac{\frac{1565{,}49}{0{,}9} - 1{,}45 \cdot 4030}{21} = -195 \text{ см}^2$$

Приймаємо робочу арматуру в колоні 10∅22А400С з A_s = 38,01 см^2.

Здійснюємо оцінку навантажувальної спроможності стійки:

$N_u = \varphi_r(f_{cd}A_c + \rho_{lu}A_c f_{yd}) =$

$$= 0{,}9 \cdot \left(14{,}5 \cdot (0{,}1) \cdot 4030 + 0{,}04 \cdot 4030 \cdot 210 \cdot (0{,}1)\right) = 8305 \text{ кН}.$$

Перевіряємо тримальну здатність із умови:

$$\frac{N\gamma_n}{N_u} = \frac{1565{,}49 \cdot 1{,}1}{8305} = 0{,}207 < 1$$

Умова виконується, тримальна здатність забезпечується.

Поперечну арматуру приймаємо із сталі А240, діаметром 6 мм і з кроком s=150/300мм.

2.4.4. Визначення висоти фундаменту

Приймаємо необхідну мінімальну висоту фундаменту згідно з глибини залягання

$$h_f = h_d - 0{,}15 = 1{,}2 - 0{,}15 = 1{,}05 \text{ м}$$

Необхідна мінімальна робоча висота фундаменту становить

$$h_0 = h_f - 7 = 105 - 7 = 98 \text{ см}$$

Фундамент проектуємо ступінчастий з двома уступами, висоту нижнього уступа призначаємо 500 мм, верхнього – 550 мм.

Межа контрольного периметра:

$$2 \cdot d = 2 \cdot 43 = 86 \text{ см}$$

Перевіряємо умову виникненя протискування: $b_{\text{пр}} < b$.

$$b_{\text{пр}} = 4 \cdot d + b_n = 4 \cdot 43 + 50 = 213 \text{ см} < 220 \text{ см}$$

Фундамент можна вважати жорстким

2.4.5. Розрахунок арматури підошви фундамента

Для підбору арматури визначаємо зусилля в основних зонах подібних до моменів у консолних елементах.

Також для перерізу 1-1 уздовж межі колони, при $b_1 = h_c = 0{,}25$ м:

$$M_1 = 0{,}125 p_f (a_f - b_1)^2 b_f = 0{,}125 \cdot 355{,}8 \cdot (2{,}2 - 0{,}25)^2 \cdot 2{,}2 = 372{,}05 \text{ кНм}$$

Моментні зусиля у плиті основи:

$$M_2 = 0{,}125 p_f (a_f - b_2)^2 b_f = 0{,}125 \cdot 355{,}79 \cdot (2{,}2 - 0{,}9)^2 \cdot 2{,}2 = 165{,}35 \text{ кНм}$$

Потрібна розрахункова площа основного армування:

у зоні 1-1, за умови, що ефективний розмір по вертикалі $d_1 = H_f - a_s = 1{,}05 - 0{,}07 = 0{,}98$ м

$$A_{s1} = \frac{M_1}{0{,}9 f_{yd} d_1} = \frac{241{,}51}{0{,}9 \cdot 210 \cdot (0{,}1) \cdot 0{,}98} = 20{,}09 \text{ см}^2$$

у зоні 2-2, за умови, що ефективний розмір по вертикалі $d_2 = h_2 - a_s = 0{,}5 - 0{,}07 = 0{,}43$ м

$$A_{s2} = \frac{M_2}{0{,}9 f_{yd} d_2} = \frac{107{,}34}{0{,}9 \cdot 210 \cdot (0{,}1) \cdot 0{,}43} = 20{,}35 \text{ см}^2$$

Перевіряємо міцність консолі на перерізуючи зусилля:

Максимальна поперечна сила що виникає на консолі фундамента :

$$V_{Ed} = p \cdot b \cdot (c_K - d) \cdot \gamma_n = 355{,}79 \cdot 2{,}2 \cdot (0{,}6 - 0{,}43) \cdot 1{,}1 = 146{,}37 \text{ кН}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{430}} = 1{,}68 \leq 2$$

Відсоток армування становить:

$$\rho = \frac{A_{s,fac}}{s \cdot d} = \frac{22{,}12}{20 \cdot 43} = 0{,}0257$$

Напруження на контрольному перерізі:

$$v_{Ed,\sigma} = \frac{V_{Rd.red}}{u \cdot d} = \frac{355{,}79 \cdot (2{,}2 - 2{,}13)^2}{4 \cdot 213 \cdot 43} = 4{,}76 \cdot 10^{-5} \text{ кН/см}^2$$
$$= 4{,}76 \cdot 10^{-4} \text{ МПа}$$

$$v_{Rd,c,\sigma} = C_{Rd,c} \cdot K \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho \cdot f_{ck}} \cdot \frac{2 \cdot d_2}{a} = 0{,}26 \cdot 1{,}68 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0{,}0257 \cdot 21} \cdot$$
$$\cdot \frac{2 \cdot 43}{86} = 1{,}65 \text{МПа}$$

$v_{Ed,\sigma} = 0{,}00048$ МПа $< v_{Rd,c,\sigma} = 1{,}65$ МПа $-$ умова виконується, опір фундаменту на продавлювання від поперечної сили забезпечено.

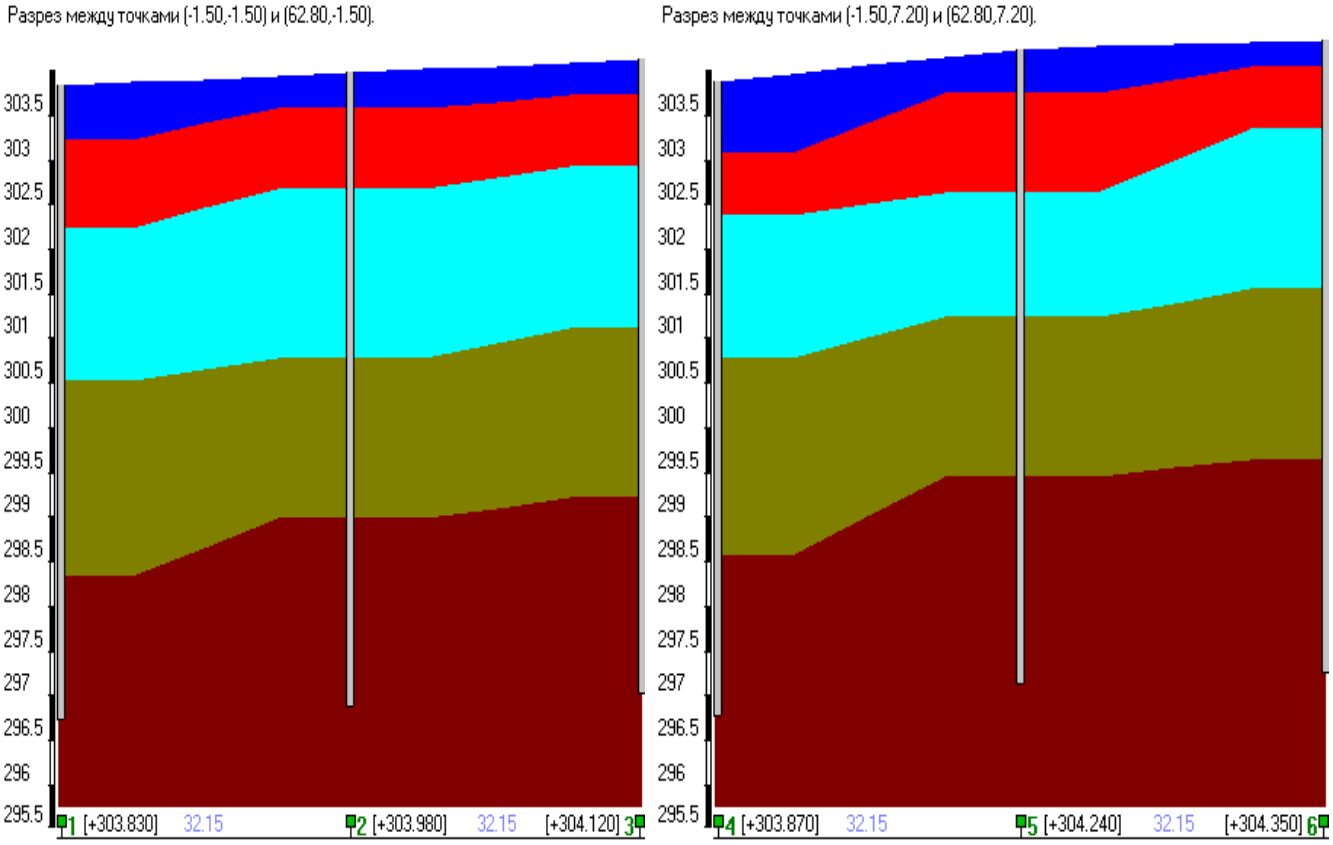
Приймаємо крок робочої арматури підошви 200 мм, тоді необхідна кількість стержнів арматури в одному напрямку становить 10 шт.

Приймаємо арматуру 10∅16 А400С з $A_{s,fac} = 22{,}12$ см^2.

РОЗДІЛ 3
ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

3.1 Інженерно-геологічні умови будівельної ділянки

У результаті експорту показників у підпрограму ПК Мономах – Ґрунт, отримано геологічні розрізи 1-1, 2-2 (див. рис. 3.2). Лінії розрізів див. рис. 3.1.



а б

а – переріз 1-1; б – переріз 2-2.

Рисунок 3.1 – Перерізи геологічної структури

3.2 Розрахунок фундаментів

Конструктивна модель ґрунтового підґрунтя, розроблена в спеціалізованій підсистемі Ґрунт програмного комплексу Мономах, об’єднується з моделлю будівельної споруди у модулі Компоновка того ж ПЗ. Розрахунковий процес здійснюється з використанням скінченно-елементного методу. За підсумками моделювання сформовано файл, що описує модель фундаментної плити, призначений для подальшого імпорту у програму Плита. Крім того, в ході

розрахунку визначено коефіцієнти пружності основи (постелі) та розподіл навантажень під базою фундаменту. (див. рис. 3.3-3.4).

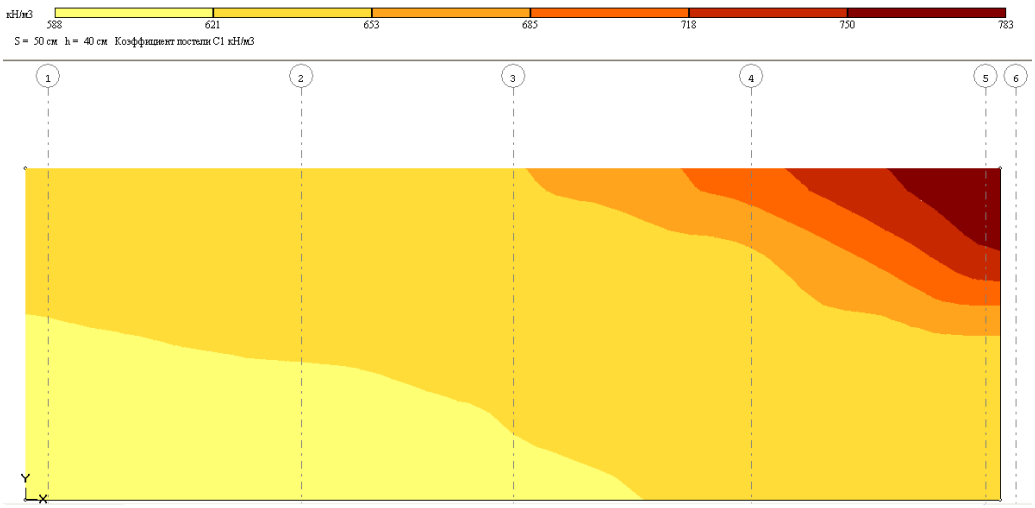


Рисунок 3.2 – Коефіцієнт постелі пружної основи С1, кН/м^3

Модель фундаментної плити після імпорту в підпрограму Плита (ПК Мономах) особливих коригувань не потребує.

Визначено наступні ключові характеристики:

– бетон класу С20/25;

– арматура класу А400С.

У результаті розрахунку отримані ізополя армування згідно яких проектується армування плити (див. рис. 3.5 – 3.7).

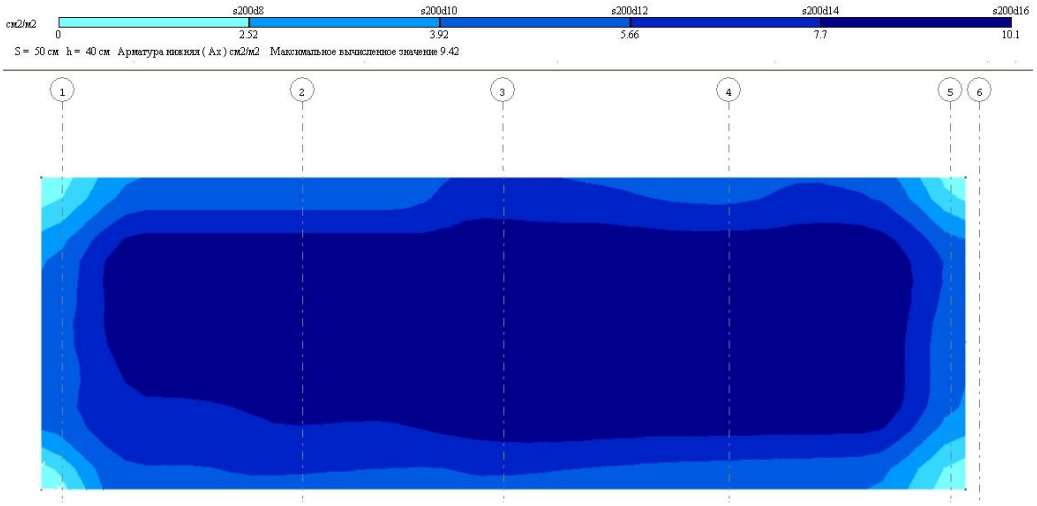


Рисунок 3.3 – Ізополя нижньої сітки арматури, см^2/м^2

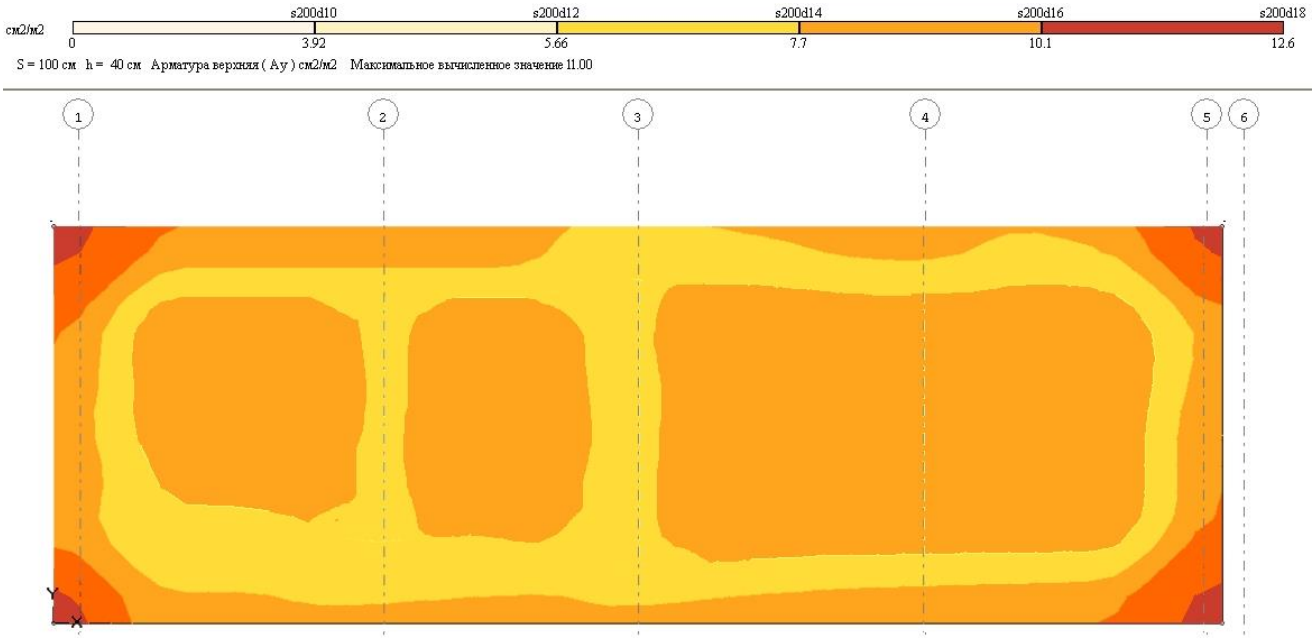


Рисунок 3.4 – Ізополя верхньої сітки арматури, см^2/м^2

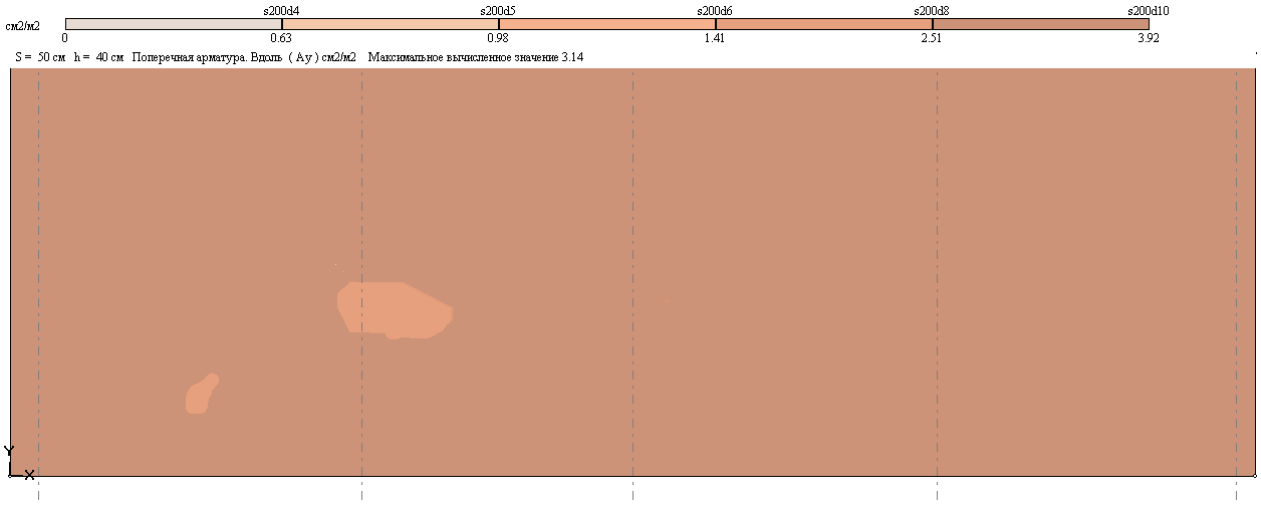


Рисунок 3.5 – Ізополя поперечного армування, см^2/м^2

Прийнято наступне армування:

– Верхня та нижня сітка плити – ∅16 А400С з кроком 200 мм.
– Поперечне армування – ∅ 10 А400С з кроком 200 мм

3.3 Розрахунок осідання фундаментів

Для визначення величини осідання фундаментної плити застосовано підсистему Фундамент у програмному комплексі Мономах. Показники обчислень наведені на рисунку 3.6. Величина осідання фундаменту становить 0,01 м, що є значно меншою за допустиме значення 0,08 м для будівель громадського призначення з повністю залізобетонним каркасом, тому вона відповідає нормативним вимогам.

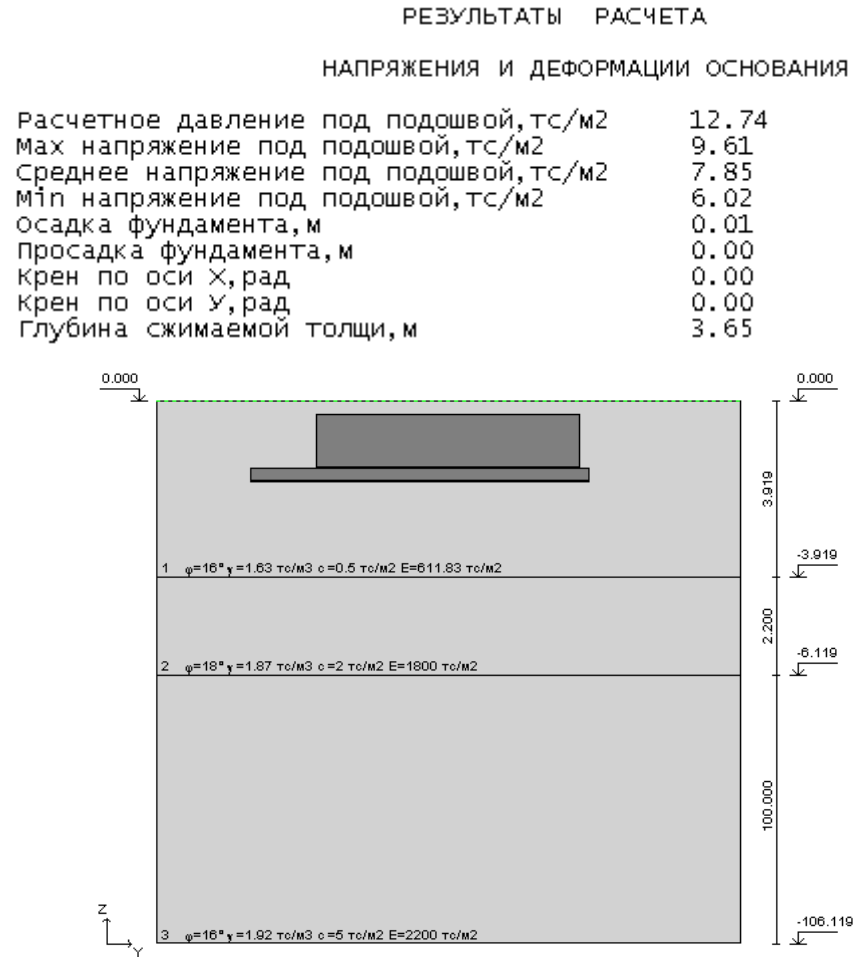


Рисунок 3.6 – Показники обчислень на осідання фундаменту

РОЗДІЛ 4
ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1 Організаційно-технологічні схеми виробництва

Організація будівельного процесу має гарантувати спрямованість усіх організаційних, технічних та технологічних заходів на досягнення головної мети — введення об’єкта в експлуатацію з відповідною якістю та у встановлені строки.

Перед початком будівництва необхідно провести підготовчі роботи й організаційні заходи у такому обсязі, щоб забезпечити реалізацію проекту із заданими темпами. Це включає загальну організаційно-технічну підготовку, підготовку будівельної площадки, а також створення умов для ефективного виконання будівельно-монтажних робіт.

При плануванні та організації будівництва слід забезпечити:

- скоординовану роботу всіх учасників будівельного процесу під контролем генерального підрядника;
- комплексне постачання необхідних матеріалів;
- виконання будівельно-монтажних робіт із дотриманням технологічної послідовності та узгодженням термінів їх виконання з загальним графіком будівництва;
- неухильне дотримання правил техніки безпеки.

Будівництво має проводитися за чітким технологічним планом, що відповідає календарному графіку, із врахуванням взаємної сумісності різних видів робіт. Розпочинати монтаж конструкцій будівлі заборонено до повного завершення облаштування підземної частини та ущільнення ґрунту після зворотної засипки траншей до природної щільності.

Підготовчий етап будівництва передбачає детальний аналіз проектно-кошторисної документації, вивчення умов будівництва, розробку плану виконання робіт та проведення всіх необхідних заходів підготовчого періоду.

4.2. Визначення термінів будівництва

Згідно ДСТУ Б А.3.1-22:2013 для розрахунку обрано метод екстраполяції. Документ встановлює термін будівництва для каркасно-монолітних торговельних будівель з загальною площею 1000 м^2 – 8 місяців. Загальна площа проектованого об’єкта становить 799,35 м^2.

Зменшення загальної площі становить: 100% – (799,35×100% / 1000) = 20,065%.

Зменшення тривалості будівництва становить: 20,065% × 0,3 = 6,02%.

Тривалість будівництва становить: 8-0,016×8=7,56=7,6 місяця. Прийнято тривалість будівництва 8 місяців.

Таблиця 4.1 - Розподіл капіталовкладень і обсягів будівельно-монтажних робіт по місяцях будівництва

Наймену-вання	Повна кошторисна вартість, %	Розподіл капіталовкладень і обсягів БМР по місяцях будівництва, %							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Капвкладення	100	6	26	37	48	55	73	95	100
БМР	100	9	24	40	55	72	83	94	100

4.3 Будівельний генеральний план

4.3.1 Обґрунтування прийнятих рішень по будгенплану

Виконання робіт на будівельному майданчику має здійснюватися відповідно до вимог проєкту організації будівництва (ПОБ) і проєкту виконання робіт (ПВР), які розробляються до початку зведення об’єкта згідно з положеннями ДБН А.3.1-5:2009 та з урахуванням технологічних карт.

Поверхня території будівництва повинна мати відповідний ухил для забезпечення ефективного стоку дощових та талих вод. Загальні характеристики

ділянки, а також конструктивні особливості споруди, наведено в пояснювальній записці до проєкту.

Будівельний генеральний план розроблений на період виконання СМР згідно з нормами ДБН А.3.2-2:2009 щодо охорони праці та промислової безпеки, а також відповідно до НПАОП 0.00-1.01-07 (експлуатація вантажопідіймальних механізмів) і ДБН А.3.1-5:2009.

Контур майданчика та небезпечні зони роботи вантажопідіймальних механізмів мають бути чітко позначені попереджувальними знаками та написами відповідно до вимог ГОСТ 12.4.026-76* і ДСТУ ISO 6309:2007.

Монтажні роботи мають виконуватись виключно під керівництвом відповідального виконавця (майстра чи виконроба). Під час виконання СМР обов’язковим є дотримання чинних нормативних документів з охорони праці та експлуатації підйомної техніки.

Доступ до майданчика має бути забезпечений з існуючої вуличної мережі. Територію необхідно обгородити відповідно до ДСТУ Б В.2.8-43:2011. На місці мають бути встановлені покажчики руху, проходів та зон навантаження.

Монолітні залізобетонні роботи виконуються потоковим методом із транспортуванням бетонної суміші без перевантажень. Висота падіння бетону не повинна перевищувати 3 м. Постачання бетонної суміші забезпечується за укладеними договорами з підприємствами Тернопільської області.

Риття котлованів виконують екскаватором із зворотною лопатою (ковш 0,75 м³). Для основних монтажних робіт передбачається використання баштового крана КБ-403, змонтованого на підкрановій колії довжиною 30 м (2 секції). Його встановлюють після завершення робіт нульового циклу.

Підкранові шляхи обгороджуються згідно з технічними умовами. Робота крана координується сигнальником, призначеним відповідним наказом. У якості побутових приміщень використовуються мобільні вагончики.

Інженерні мережі (електропостачання, водопостачання) під’єднуються згідно з постійною схемою та чинними технічними умовами. На території мають бути визначені місця для куріння.

Під час роботи працівники повинні бути екіпіровані касками та страхувальними поясами. Вхід сторонніх осіб на територію будівництва заборонено. За необхідності виконання робіт у темну пору доби передбачається використання переносного освітлення.

Для протипожежного захисту передбачено встановлення пожежних щитів, ємностей з водою, ящиків з піском.

4.3.2 План організації транспортного руху та прокладання тимчасових під'їздів

Схематичне планування транспорту має забезпечувати зручний під'їзд до зон роботи монтажного обладнання, пунктів навантаження та розвантаження, вертикальних транспортних механізмів, складських територій і побутових приміщень. Тимчасові будівельні шляхи передбачають кільцеве розміщення або облаштування розворотних майданчиків.

При прокладанні транспортних маршрутів необхідно дотримуватись мінімально допустимих відстаней:

– від краю дороги до складської зони — 0,5–1,0 м;

– від шляху до траєкторії руху крана — 6,5–12,5 м;

– від проїзду до огородження будівельного майданчика — щонайменше 1,5 м;

– від наявної будівлі до небезпечної зони роботи крана — 1,5–2 м (у випадку недотримання цієї умови, необхідно обмежити робочу зону крану встановленням відповідних попереджувальних знаків).

На генеральному будівельному плані обов'язково наносяться умовні позначення: напрямки руху техніки, місця в'їзду, стоянки для розвантаження, розміри прив'язок і місця встановлення знаків безпеки.

Для забезпечення ефективної логістики передбачені під'їзди до зон роботи підйомно-транспортних механізмів та складів. Будівельні шляхи спроектовано з поворотними майданчиками, а відстань від дороги до складу становить 1 метр. Ширина проїжджої частини для однієї смуги руху прийнята на

рівні 3,5 м. Радіуси поворотів визначені з урахуванням габаритів та маневреності будівельної техніки. Тимчасові дороги запроєктовані з покриттям із щебеню.

4.3.3 Обчислення загального енергоспоживання на період виконання будівельних робіт

Постачання електроенергії на будівельний майданчик здійснюється за допомогою підключення до наявної трансформаторної підстанції (ТП).

$$P = \frac{1,1}{\cos \Psi}\left(К_1 \cdot \sum P_1 + К_2 \cdot \sum P_2 + К_3 \cdot \sum P_3 + К_4 \cdot \sum P_4\right) =$$

$$= \frac{1,1}{0,75}(1 \cdot (9 \cdot 1 + 3,7 \cdot 1 + 2,8 \cdot 1 + 1 \cdot 1) + 1 \cdot 63 \cdot 1 + 1 \cdot 0,25 + 1$$

$$\cdot 0,3) == 117,41 \text{ кВт}$$

Для врахування втрат електричної потужності в мережі приймається коефіцієнт 1,1. Параметри навантаження визначаються з урахуванням коефіцієнтів одночасності K1, K2, K3, K4, які залежать від типу та кількості підключених споживачів і перебувають у межах 0,6–1,0.

Позначення P1 відноситься до загальної потужності, яку споживають будівельні механізми, інструменти та машини, зокрема:

- Зварювальний апарат потужністю 9 кВт (1 одиниця);
- Установка для стикового зварювання поліетиленових труб (до 315 мм) – 3,7 кВт (1 шт.);
- Водознижувальний насос – 2,8 кВт (1 шт.);
- Фарбувальний агрегат високого тиску – 1 кВт (1 шт.).

Позначення P2 вказує на енергоспоживання для технологічних процесів, таких як електропідігрів бетону. У проєкті передбачено трансформатор для обігріву бетонних конструкцій потужністю 63 кВт (1 шт.).

Для внутрішнього освітлення приміщень передбачена потужність P3 = 0,25 кВт.

На зовнішнє освітлення території (дороги, під'їзди, робочі зони) передбачено потужність Р4 = 0,3 кВт — для охоронного освітлення периметру. Середній $\cos\Psi$ коефіцієнт потужності систем приймається рівним 0,75.

4.3.4 Розрахунок водопостачання для будівельного майданчика

Кількість змін – 1 (8 год);

Кількість екскаваторів – 1;

Кількість автомашин – 2;

Кількість тракторів – 1;

Кількість працюючих – 21;

Поливання бетону та залізобетону – 200 л/м^3 на добу;

Приготування вапняного, цементного та інших розчинів – 300 л/ м^3, при цьому об'єм розчинів не перевищить 10 м^3.

а) Витрата води для виробничих потреб:

$$Q_1 = K_1 \frac{q_1 \cdot n_1 \cdot K_j'}{t_1 \cdot 3600} = 1{,}2 \frac{(15 \cdot 8 \cdot 1 + 400 \cdot 2 + 400 \cdot 1 + 10 \cdot 300) \cdot 1{,}5}{8 \cdot 3600} = 0{,}27 \text{ л/с}.$$

б) Витрата води на господарсько-побутові потреби:

$$Q_2 = K_2 \frac{q_2 \cdot n_2 \cdot K_2}{t_1 \cdot 3600} + \frac{q_2' \cdot n_2'}{t_2} = 1{,}5 \frac{15 \cdot 26 \cdot 1{,}5}{8 \cdot 3600} + \frac{30 \cdot 7}{45 \cdot 60} = 0{,}13 \text{ л/с}.$$

Водопостачання для господарсько-побутових потреб здійснюється від існуючого водопроводу.

Потреби в теплі та стиснутому повітрі немає.

4.3.5 Вибір методів виконання робіт

Для організації будівельних робіт лінійно-послідовним методом будівля поділяється на 4 ділянки для виконання робіт.

Монтаж конструкцій організовано потоковим методом у одну зміну. Бригада бетонщиків чисельністю N=7 осіб виконує весь комплекс робіт. Вона складається

з спеціалізованих ланок монолітчиків відповідної кваліфікації, монтажників, армувальників.

Після виконання монолітних робіт, тобто встановлення опалубки, монтажу опор, армування та безпосередньо бетонування, на першій ділянці, бригада приступає до виконання анлогічних дій на другій ділянці. Коли проходить 14 днів після бетонування першої ділянки бригада демонтує з неї опалобку і встановлює на третій ділянці, а після 29 днів коли бетон на першій ділянці набув максимальної щільності виконується демонтаж опор і встанавлення їх на третій ділянці. Аналогічні дії повторюютьться відповідно з другою та четвертою ділянками. По завершенню монолітних робіт, бригада периступає до мурування стін і перестінок будівлі, оснащена нормокомплектом інструменту, обладнанням і пристроями для виконання робіт.

4.3.6 Підбір крана та визначення зон впливу

Процес підбору монтажного крана виконується у два послідовні кроки. На початковому етапі встановлюються основні технічні вимоги до кранового обладнання — зокрема, необхідна вантажопідйомність (Qм), довжина вильоту стріли (Lм) та висота підйому вантажу (Нм). На підставі цих параметрів обирається не менше двох моделей кранів, які за технічними характеристиками відповідають розрахунковим значенням або дещо перевищують їх.

Технічні вимоги до монтажного механізму встановлюються з урахуванням монтажу основних конструктивних елементів, що є типовими представниками відповідних груп. Для розрахунку необхідних параметрів крана слід мати наступні вихідні дані:

– Геометричні параметри, об’ємно-планувальні та конструктивні особливості споруди;

– Розміри, маса, проектні позначки розміщення і планове положення монтажних елементів;

– Тип, вага та габарити монтажного оснащення, а також висота його застосування;

– Методи та схеми, що будуть застосовуватись при монтажі конструкцій.

Монтажна маса

$Q_м = Q + \Sigma q$

де Q – маса елемента, т

Σq – маса монтажних пристосувань, які встановлюються на елементи перед його підйомом, т

Монтажна висота

$Н_м = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$

де h_1 – висота від рівня стоянки крана до опори, на яку встановлюються елемент, м;

h_2=(0,5-1)м–перевищення нижньої частини елемента над опорною поверхнею, м;

h_3 – висота (товщина) елемента, який встановлюється, м;

h_4 –розрахункова висота, м.

Вибір крана

$Q_к = 1+0,13 = 1,18$ т

$Н_м = 6+1,2+1= 7,2$м

Необхідні параметри крана визначаємо графічним методом.

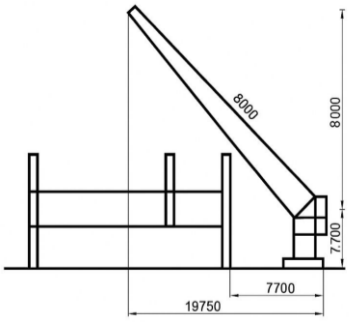


Рисунок 3.1 – Графічний метод вибору крана

За графічним методом вибираємо кран КБ-403 з урахуванням того, що виліт його стріли сягатиме відстані 29200 мм, що є шириною будівлі, висота підйому

сягатиме 16205 мм, що є висотою будівлі, а відстань від крану до осі монтажу становитиме 7700 мм

4.4 Технології монолітного бетону і залізобетону

Бетонування фундаменту є ключовим етапом зведення будівель і споруд, адже фундамент сприймає навантаження від усієї конструкції та передає їх на ґрунтову основу.

На будівництві ТЦ «Анемона» використовувались стрічкові фундаменти під сходовою та ліфтів і фундаментна подушка колон, підколонників та стін. В'їзд в підземний паркінг передбачений на відмітці -3,1.

Процес бетонування фундаменту включав в себе такі етапи як: підготовку основи, тобто видалення рослинного шару, ущільнення ґрунту, облаштування подушки. Встановлення опалубки, тобіж формування жорсткої форми, яка витримує тиск бетонної суміші (вимоги до геометрії та точності конструкції регулюються ДСТУ Б В.2.6-156:2010). Укладання арматурного каркасу згідно з проєктними навантаженнями (вимоги до конструкції арматури та її з'єднань описані в ДБН В.2.6-98:2009). Укладання бетонної суміші – безперервно, шарами, з ущільненням за допомогою глибинних вібраторів (процес укладання регламентовано ДСТУ Б В.2.7-96-2000).

Рисунок 4.1 – Бетонування фундаменту

Бетонування монолітного каркасу виконується у кілька етапів, починаючи з нижчих елементів (колони, стіни), поступово переходячи до перекриттів. Важливо забезпечити безперервність бетонування одного конструктивного елементу, щоб уникнути утворення "холодних швів". Якщо перерв уникнути неможливо, стики обробляються відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-96-2000. Для вертикальних елементів рекомендується використовувати бетон з підвищеною текучістю (клас не нижче S3–S4 згідно з ДСТУ Б EN 206:2013). Як показано на рисунку 4.2, опалубкою для каркасу виступала земля.

Рисунок 4.2 – Армування монолітного каркасу

Бетонування підлоги цокольного поверху вимагає уваги до складу основи, типу бетонної суміші та заходів гідроізоляції. Основу ретельно вирівнюють, виконують ущільнення ґрунту за допомогою механічних трамбівок або віброплит. Далі формується 2-ти сантиметрова щебнева подушка, яку теж утрамбовують, після чого заливають бетоном. Для забезпечення гідроізоляції застосовується рідке скло ДСТУ Б В.2.6-137:2010, після чого заливається 10 сантиметрів бетону, армованого десятою арматурою. Щоб досягнути максимальної щільності й міцності, суміш ущільнюється за допомогою глибинного вібратора. В подальшому бетон зашліфують і використовуватимуть за відмітку нуля.

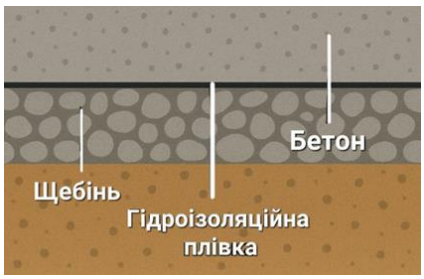


Рисунок 4.3 – Розріз бетонування підлоги цокольного поверху

Для перекриттів використовують горизонтальну опалубку, підтриману телескопічними стійками та двошарове армування сітками або сітками з додатковими стрижнями в зонах прогинів.

Суміш подається за допомогою бетононасоса і розподіляється по всій площі перекриття. Застосовується бетон класу С25/30, з рухливістю S3 або S4 згідно з ДСТУ Б EN 206:2013**.** Щоб уникнути розшарування, укладання ведуть рівномірно, з ущільненням внутрішніми вібраторами та контролем рівня.

У місцях проходу інженерних систем заздалегідь передбачені технологічні отвори. Вони розміщуються згідно з архітектурно-будівельним планом і затвердженим технічним завданням.

Рисунок 4.4 – Бетонування монолітного міжповерхового перекриття

Бетонування складних форм виконується шарами товщиною не більше 30 см, з обов’язковим вібруванням за допомогою легких глибинних вібраторів. Уникають надмірного ущільнення, щоб не пошкодити криволінійну опалубку.

В місцях з утрудненим доступом використовують самоущільнювані суміші (бетон класу SCC) відповідно до рекомендацій ДСТУ Б В.2.7-96-2000. Виступи у вигляді трикутника на прекритті другого і третього поверху, а також монолітне перкриття у форму синусоїди та хвилеподібні виступи перекриттів на чотирьох поверхах, які надають архітектурної форми торговому центру.

А Б В

А – монолітне перекриття у вигляді синусоїди ; Б – трикутні виступи перекриття; В – хвилеподібні виступи перекриття.

Рисунок 4.5 – Елементи з архітектурною виразністю

Усі монтажні роботи з опалублення супроводжувались перевіркою вертикальності, фіксації та відповідності проектній геометрії до заливки бетонної суміші.

Рисунок 4.6 – Опалубні системи

РОЗДІЛ 5
ПОРІВНЯННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕКРИТТІВ

5.1 Розрахунок кошторисної вартості

Будівництво розташоване на території Тернопільської області. Кошторисна документація складена із застосуванням: ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (ДСТУ Б.Д.2.2-2012); будівельні матеріали, вироби і конструкції; індивідуальні ресурсні елементні кошторисні норми;

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації та за усередненими даними Держбуду України.

При складанні розрахунків інших витрат прийняті такі нарахування:

1. Усереднений відсотковий показник літнього подорожчання, ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 27 – 0,27%;
2. Показник витрат на покриття ризиків усіх учасників будівництва, ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 5.8.16 – 8,5%;
3. Прогнозований рівень інфляції в будівництві першого року будівництва, коефіцієнт, ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 5.8.16 – 1,265;
4. Усереднений показник для визначення розміру адміністративних витрат, ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 5.8.16 – 3,82 грн/люд.-г.
5. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи, ДСТУ Б Д.2.2-3:2012
6. Фінансові розрахунки вартості перекриттів, ДСТУ-Н Б Д.1.1-3:2013

5.2 Порівняльні дані

У результаті кошторисного розрахунку отримано дані, що вказано в таблиці 5.1.

Таблиця 7.1 – Вихідні дані для порівняння

Номер	Показник	Одиниці виміру	Стандартне перекриття	Синусоїдне перекриття
1	Загальна вартість	грн	1 800 000	2 200 000
2	Вартість арматури	грн	140 000	186 667
3	Вартість бетону	грн	200 500	230 575
4	Обсяг бетону	м³	96	110,4
5	Вартість механізмів та робіт	грн	1 459 500	1 782 758
6	Вартість 1 м² перекриття	грн	2200	1800

Розрахунки були зроблені станом на 2018 рік. Для визначення вартості синусоїдного покриття були використані дані з коштошторисного документу ТЦ «Анемона». Щодо стандартного перекриття, було вирахувана теоретична вартість стандартного перекриття аналогічних розмірів.

5.3 Графічний опис та висновки

Для того щоб висвітлити економічну різницю було створено графік.

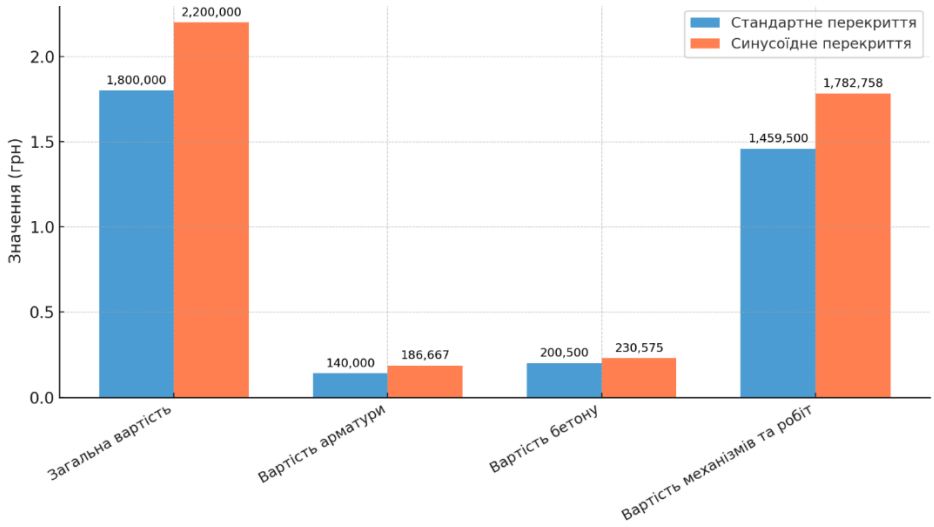


Рисунок 5.1 - Порівняння економічних показників перекриттів

На графіку можна легко помітити, що синусоїдне перекриття має не лише вищу загальну вартість, але також більший обсяг бетону та вищу вартість арматури, механізмів та робіт. Проте ці витрати можуть бути виправдані архітектурною цінністю та ефектом брендування об’єкта.

Таким чином можна зробити деякі висновки:

- Загальна вартість синусоїдного перекриття складає 915 500 грн, що на 215 000 грн більше, ніж стандартного — 700 500 грн.
- Вартість 1 м² синусоїдного перекриття становить 2400 грн/м², тоді як стандартного – 1800 грн/м², що дає різницю 400 грн/м².
- Методом даного аналізу було встановлено, що арматура в 1/3 рази дорожча, обсяг бетону на 15% більше та через монтажну складність підвищені витрати на механізми і роботу для синусоїдного перекриття.
- Попри вищу вартість, економічна ефективність синусоїдного перекриття може виправдати себе у громадських, торгових і культурних будівлях, а також у випадках, коли важлива архітектурна виразність і брендування будівлі.
- Вибір синусоїдного перекриття має стратегічний характер, орієнтований не лише на витрати, але й на архітектурну вартість та привабливість об'єкта в цілому.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Охорона праці

6.1.1 Основні положення

Охорона праці на будмайданчику забезпечує собою дотримання техніки безпеки, трудового законодавства та санітарії. Перелічені пункти забезпечують безпечні та здорові умови праці при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Для ведення безпечного будівництва будівельна площадка повинна задовільняти вимоги ДБН А.3.2-2:2018 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення». Роботи з використанням будівельних кранів повинні виконуватись згідно НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів».

Границю будівельної площадки і небезпечну зону роботи крана позначити добре видимими попереджувальними знаками безпеки і написами встановленої форми згідно ДСТУ ISO 7010:2019 «Графічні символи — кольори безпеки та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки» та ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки».

Небезпечні зони потрібно огородити, або поставити на їхніх межах попереджувальні написи і сигнали, які було б видно у день і вночі.

Для потреб пожежогасіння під час будівництва встановити щити з протипожежним інвентарем, бочки з водою, ящики з піском.

6.1.2 Вимоги з техніки безпеки

Адміністрація до початку будівництва повинна узгодити дозвіл на будівництво з технічною інспекцією, санстанцією, пожежним наглядом.

Усі особи, що знаходяться на будівельному майданчику зобов'язані носити захисні каски по ДСТУ EN 397:2017 "Каски захисні промислові". Перед допуском до роботи нових робочих їм повинно бути забезпечено навчання і проведення інструктажу по техніці безпеки у відповідності з положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці. Повторний інструктаж необхідно проводити не менше одного разу на три місяці. Керівництво не пізніше 1-го місяця з дня зачислення робочих в штат зобов'язані навчити їх безпечних методів виконання робіт.

6.1.3 Організація будівельного майданчика і робочих місць

Зони постійно діючих небезпечних виробничих факторів повинні бути огороджені у відповідності з ДСТУ Б В.2.8-43:2011 "Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови".

Зони потенційно діючих небезпечних виробничих факторів потрібно огороджувати сигнальною огорожею у відповідності з ДСТУ Б В.2.8-43:2011.

Межі небезпечних зон поблизу рухомих частин робочих органів машин визначають відстанню в межах 5 м.

Будівельний майданчик в населених місцях повинен бути огородженим у відповідності з ДСТУ Б В.2.8-43:2011. Огородження, що примикають до місць масового проходу людей необхідно обладнати суцільним захисним козирком.

Пожежна безпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватись у відповідності з вимогами ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги".

Електробезпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватись у відповідності з ДСТУ Б В.2.8-43:2011.

Будівельний майданчик, робочі місця, проїзди повинні бути освітленими у відповідності з інструкцією по проектуванню електричного освітлення.

Колодязі, шурфи та інші виїмки повинні бути закритими міцними щитами або огороджені. В темний час доби огородження повинно позначатись сигнальними лампами напругою не більше 42 В.

Біля в'їзду на площадку повинна бути встановлена схема руху засобів транспорту.

Ширина проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше 60 см, а висота проходів у світлі - не менше 180 см.

Входи в проектовану будівлю, повинні бути захищеними зверху суцільним навісом шириною не менше ширини входу з вильотом на відстані не менше 2 м від стіни будинку. Кут, утворений між навісом (над входом) і стіною, що вище нього повинен бути в межах 70-75°.

Прорізи в перекриттях повинні бути закриті суцільним настилом або мати огородження.

Не допускається користуватися відкритим вогнем в радіусі менше 50 м від місця застосування і складування матеріалів, що містять легкозаймисті або вибухонебезпечні речовини.

При суміщенні робіт по одній вертикалі нижче розміщені робочі місця повинні бути обладнані відповідними захисними улаштуваннями (настили, сітки, козирки), встановленими на відстані не більше 6 м по вертикалі від вищерозміщеного робочого місця.

Пиловидні матеріали належить зберігати в закритих ємкостях, приймаючи міри проти розпилювання в процесі навантаження та розвантаження.

Матеріали, які містять шкідливі або вибухонебезпечні розчини необхідно зберігати в герметично закритій тарі.

6.1.4 Вказівки з безпечного провадження робіт для мулярів

Кладка стін на рівні перекриття повинна виконуватись з риштування, яке знаходиться на нижньому поверху.

При кладці першого ярусу стін (починаючи з другого поверху) безпосередньо з перекриття муляри повинні працювати зі страхуючими поясами. Страхуючий пояс кріпити карабіном за трос, натягнутий уздовж зовнішніх стін. Відстань від стіни до троса - 800 мм.

Забороняється залишати матеріали та інструменти на стінах під час перерви.

Між стіною, складеними матеріалами і встановленим інвентарем, потрібно залишати прохід шириною не менше 60 см.

До встановлення фасадної системи віконні і дверні прорізи огородити.

В інших випадках виконувати вимоги ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві».

6.1.5 Встановлення риштувань

Встановлення риштувань виконують від кута будівлі. Послідовність монтажу елементів є поетапною згідно паспорта та інструкції з експлуатації. Стійки-портики встановлюють на опорні підкладки січенням не менше 5×20 см при довжині 1,5 м.

Риштування кріпляться до стіни, не менше одного кріплення на 20 м^2 проекції риштувань на стіну.

Для підйому і спуску людей риштування повинні бути обладнані драбини по ДСТУ Б В.2.8-44:2011 "Майданчики та драбини для будівельно-монтажних робіт. Загальні технічні умови", розміщеними на відстані не більше 40 м одна від одної. Риштування довжиною більше 40 м повинні бути обладнані не менше ніж двома

драбинами. Кут нахилу драбини до горизонтальної площини повинен бути не більше 60°.

6.1.6 Розрахунок вібраційного впливу при ущільненні ґрунту на етапі зворотньої засипки

Ущільнення виконують протягом усієї зміни. Ніякий інший вібронебезпечний інструмент для ущільнення не застосовують.

У якості машини для ущільнення прийнята віброплита Wiber UGMS-12:

- частотою вібрації – 100 Гц;
- вібраційне прискорення на ручки машини – U_1=210 м/с^2.

Для найближчого значення частоти - 125 Гц нормативне значення складає U=10,7 м / с^2.

Коректоване почастотне значення контрольованого параметра U:

$$\tilde{U} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (U_i \cdot K_i)^2} = 210 \cdot 0{,}125 = 26{,}3 \text{ м/с}^2,$$

де K_i=0,125 - ваговий коефіцієнти і-тої частотної смуги для середнього квадратичного значення контрольованого параметра (прийнято для найближчого значення частоти - 125 Гц).

Оскільки $\tilde{U} = 26{,}3$ м/с^2 > U=10,7 м/с^2, то необхідну тривалість роботи необхідно зменшити. Розрахункове значення більше нормативного в 2,5 рази.

Згідно табл. 2.6 обираємо допустиму тривалість роботи. Для найбільш близького перевищення - 2,8 рази допустима тривалість роботи становить 120 хв.

6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Торговий центр (далі – ТЦ), як і будь-яка цивільна будівля з великою кількістю людей, що в ній перебувають, стикається з істотної суспільною відповідальністю за цілий ряд ризиків: від нещасних випадків до ризику виникнення пожежі. Пожежна безпека зокрема не є новою віхою в забезпеченні загальної безпеки масових скупчень людей.

Сходові клітки проектованої будівлі необхідно обладнати системами управління димом з метою підтримання вільного від диму шляху евакуації. Також будівля повинна обладнуватись сучасними системами мовного оповіщення та аварійного освітлення, що відіграє життєво важливу роль в загальній моделі протипожежного захисту.

З погляду пожежної безпеки, ТЦ, як правило, найбільш складна структура дрібних приміщень, що є непростим об’єктом для забезпечення зв'язку між активними системами, такими як, автоматичні системи пожежогасіння, управління димом, резервні джерела живлення, аварійного освітлення і системи автоматичного оповіщення центрів пожежогасіння міста.

ТЦ по вул. 15-го Квітня, бульвар Симона Петлюри, 26, як і будь-який інший центр роздрібної торгівлі ставить ряд проблем всі з яких мають бути враховані в процесі проектування і будівництва, а саме – системи виявлення та знешкодження осередків пожежі на її початкових стадіях для забезпечення максимальної безпеки пасажирів ліфта, клієнтів та персоналу торгових приміщень. При цьому бажано зберегти цілісність будівлі, де це можливо.

Проектована будівля є нетиповим рішенням сучасного ТЦ, і передбачає установку ряду систем, багато з яких працюють в поєднанні одна з одною у разі надзвичайної ситуації пов'язаної з пожежею.

Будівля обладнується системою виявлення і оповіщення пожежі LoopSense, що розроблена у відповідності із прийнятим у Великобританії стандартом пожежної безпеки BS 5839-1:2017 (або його новішою версією, якщо така є) та відповідає вимогам ДБН В.2.5-56:2014 "Системи протипожежного захисту" та ДБН

В.2.5-76:2014 "Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення". LoopSense використовує мережевий ряд інтелектуальних адресних панелей разом з комбінацією інтелектуальних адресних димових і теплових датчиків, сповіщувачів та інтерфейсів, які об'єднують широкий спектр пристроїв і механізмів, таких як кондиціонер, пожежні заслінки і спринклерні системи в єдину систему виявлення пожежі і протипожежного захисту.

У цілому площа ТЦ захищена інтелектуальною системою точкового типу оптичних датчиків диму. Система виявлення сполучена з системою оповіщення, так що, у випадку пожежі в будь одній зоні, система передає повідомлення до цієї зони, плюс у сусідні зони.

У ТЦ і роздрібних торгових точках, будівельні норми і правила підкреслили важливість обладнання будівель системами забезпечення безпеки життєдіяльності. ТЦ за адресою бульвар Симона Петлюри, 26 володіє загальною площею 799,35 м^2, що може представляти високий ризик при певній кількості людей, розподілених по всій будівлі в будь-який момент часу.

Час евакуації для торгових центрів може бути тривалим. Багато що залежить від ефективності персоналу, щоб керувати процесом евакуації та системами безпеки, яка включає в себе ряд елементів: системи виявлення пожежі, у тому числі ручні сповіщувачі, електронні датчики диму і температури, які активують звукові сигнали тривоги та можуть бути запрограмовані, щоб попередити місцеві центри пожежогасіння автоматично. Для гасіння пожежі, будівля повинна обладнуватись також ручними вогнегасниками, які є частиною загальної системи пожежогасіння.

Захисні заходи включають в себе автоматичне відключення систем вентиляції та ліфтів і поділ будинку на райони вільні від диму.

Будівля обладнується двома ліфтами моделі EUROFORMAT, які виділяються з поміж інших підвищеною безпекою транспортування. Дана модель ліфта оснащена запатентованою система евакуації, що працює від акумуляторної батареї, з електронним контролем швидкості руху кабіни, яка сприяє безпечній і швидкій евакуації застряглих в кабіні пасажирів у випадку відключення електроенергії. З

метою підвищення безпеки гальмівна система лебідки оснащена двома датчиками, аби не допустити рух ліфта до того, як гальмо буде повністю розблоковано. Якщо кабіна зупинилася між поверхами спеціальний пристрій, запобігає відкриванню дверей та запобігає їх відкриванню зсередини кабіни пасажирами.

Будівля ТЦ спроектована так, щоб люди які знаходяться на першому поверсі мали вихід з кожного торгового приміщення окремо – кожне таке приміщення має свій вхід-вихід з будівлі та відокремлене перегородками з негорючих матеріалів від інших приміщень. Така система забезпечує високу швидкість евакуації для першого поверху та дозволяє не навантажувати евакуаційні виходи, що призначені для другого і третього поверхів. План евакуації повинен узгоджуватись з місцевим центром будівельного контролю та територіальною інспекцією цивільного захисту, і забезпечувати надійність евакуації протягом усього терміну експлуатації ТЦ.

Висновки

У ході виконання дипломного проєкту було здійснено комплексне архітектурно-будівельне, конструктивне та інженерне проєктування торгового центру, розташованого у місті Тернопіль. Робота охоплює повний цикл проектного процесу – від аналізу умов ділянки забудови до розрахунку основних будівельних конструкцій та організації будівництва.

При виконанні теплотехнічного аналізу зовнішньої стіни було визначено, що для забезпечення нормативного опору теплопередачі конструкції необхідно передбачити шар утеплювача з пінополістиролу, товщиною 100 мм. Таким чином, опір теплопередачі на рівні 2,25 м2×град/Вт. Температурна точка роси 18,7 °С.

Для покриття аналогічні розрахунки показали, що для досягнення нормативних показників теплоізоляції слід застосувати мінераловатні плити загальною товщиною 200 мм. Розрахунковий опір становить 5,37 м2×град/Вт, а температурна точка роси 19,1 °С.

На підставі аналізу географічного положення, кліматичних особливостей та інженерно-геологічних умов було обґрунтовано вибір конструктивної схеми об’єкта. Розроблено генеральний план з урахуванням транспортної доступності, вертикального планування та техніко-економічних показників. Об’ємно-планувальні та конструктивні рішення забезпечують функціональність будівлі, її енергоефективність і безпечну експлуатацію.

Особлива увага приділялася дослідженню залізобетонного перекриття у формі синусоїди. Виконано порівняння економічної ефективності перекриття синусоїдної та стандартної форми, проведено розрахунки міцності, жорсткості та добору арматури. Отримані результати підтверджують ефективність запропонованої конструкції.

У розділі розрахунково-конструктивної частини здійснено розрахунок монолітної плити, колони та фундаменту. Для кожного елемента визначено внутрішні зусилля, перевірено міцність та деформації, підібрано армування відповідно до нормативних вимог. Було встановлено розрахункове навантаження

на перекриття включає власну вагу конструкції, стяжку, покриття підлоги, а також тимчасове корисне навантаження — 1,5 кН/м².

Після врахування всіх складових загальне розрахункове навантаження на плиту становило 6,99 кН/м².

Також, економічний розрахунок перекриттів показав, що:

- витрати на армування синусоїдного перекриття на 1/3 рази перевищують видатки на стандартне;
- обсяг бетону на 15% більше та через монтажну складність підвищені витрати на механізми і роботу для синусоїдного перекриття синусоїдне перекриття;
- хоч і дорожче у реалізації, має архітектурну привабливість, естетичну виразність і дозволяє формувати унікальний внутрішній простір будівлі;

Розділ організації будівельного виробництва включає в себе технологічні карти виконання робіт, розрахунок трудомісткості, будівельний генеральний план, а також обґрунтування вибору машин, механізмів і допоміжного обладнання. Опис елементів що надають будівлі архітектурної виразності та особливості їх монтажу.

Окремо були розглянуті питання охорони праці, безпеки під час виконання робіт, організації робочих місць та реагування в умовах надзвичайних ситуацій. Усі технічні рішення відповідають чинним нормам та забезпечують безпечне і ефективне виконання будівельного процесу.

Модель ліфта EUROFORMAT була обрана метою підвищення безпеки, оскільки гальмівна система лебідки оснащена двома датчиками, аби не допустити рух ліфта до того, як гальмо буде повністю розблоковано. Якщо кабіна зупинилася між поверхами спеціальний пристрій, запобігає відкриванню дверей та запобігає їх відкриванню зсередини кабіни пасажирами.

Обумовлений той факт, що будівля торгового центру спроектована так, що кожне торгове приміщення має свій вхід-вихід з будівлі, відокремлене перегородками з негорючих матеріалів від інших приміщень. Така система

забезпечує високу швидкість евакуації для першого поверху та дозволяє не навантажувати евакуаційні виходи, що призначені для другого і третього поверхів.

Таким чином, поставлені у дипломній роботі завдання були повністю реалізовані, а розроблений проект торгового центру з нестандартним перекриттям демонструє сучасний підхід до архітектурного та конструктивного проектування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Навантаження і впливи: ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинний з 2007-01-01]. – Мінрегіонбуд України, 2006. – 49 с. – Державні будівельні норми України.
2. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010 «Настанова. Будівельна кліматологія». – [Чинний з 2011-11-01]. – Мінрегіон України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – Національний стандарт України.
3. Основи та фундаменти будівель і споруд: ДБН В.2.1-10:2009. – [Чинний з 2009-07-01]. – Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с. – Державні будівельні норми України.
4. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2009. – [Чинний з 2009-12-25]. – Мінрегіонбуд України, 2009. – 67 с. – Державні будівельні норми України.
5. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування: ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинний з 2009-09-01]. – Мінрегіонбуд України. – Київ, 2009. – 97 с. – Державні будівельні норми України.
6. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ Б В.2.6-156:2010. – [Чинний з 2011-01-01]. – Мінрегіон України, 2010. – 166 с. – Національний стандарт України.
7. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи: ДСТУ Б Д.2.2-3:2012. – [Чинний з 2012-07-01]. – Мінрегіон України, 2012. – 322 с. – Національний стандарт України.
8. Настанова з визначення вартості будівництва: ДСТУ-Н Б Д.1.1-3:2013. – [Чинний з 2014-01-01]. – Мінрегіон України, 2013. – 108 с. – Національний стандарт України.
9. Графічні символи. Кольори безпеки та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки: ДСТУ ISO 7010:2019 (ISO 7010:2011, IDT). – [Чинний з 2020-01-01]. – Національний стандарт України. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 68 с.
10. Системи опалення. Металополімерні труби. Проєктування та монтаж: ДСТУ Б В.2.5-36:2007 (EN ISO 15875-7:2003, MOD). – [Чинний з 2007-11-01]. –

Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2007. – 44 с. – Національний стандарт України.

11. ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва". — Київ: Мінрегіон України, 2017. — 92 с.
12. ДБН В.2.6-22:2001 "Посібник з охорони праці для працівників будівництва". — Київ: Держбуд України, 2001. — 118 с.
13. ДСТУ Б А.3.1-13:2012 "Охорона праці і промислова безпека. Загальні вимоги до будівельних організацій". — Київ: Мінекономрозвитку України, 2013. — 34 с.
14. Жученко В.І., Сахацький М.П. "Технологія будівельного виробництва". — Київ: Вища школа, 2010. — 420 с.
15. Ільченко М.Ю., Чирва О.Є. "Організація і технологія будівельного виробництва". — Київ: КНУБА, 2016. — 387 с.
16. Наказ Державного комітету України з питань регуляторної політики та підприємництва № 155 від 13.10.2004 "Про затвердження Порядку видачі дозволів на виконання будівельних робіт".
17. ТОВ «Будбаланс». Внутрішня документація підприємства щодо організації будівельного процесу та безпеки праці, 2024 р.
18. Ясній, в. П.; Будз, в. І. Пристрої та системи захисту будівель та споруд від дії циклічних навантажень: сучасний стан та перспективи. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій, 2023, 1.36: 105-114
19. Програмне забезпечення AutoCAD, Revit та MS Project для планування та ведення будівельних проєктів: офіційна документація.
20. Методичний посібник для виконання курсового проєкту студентами спеціальності 192 “Будівництво та цивільна інженерія”//Ковальчук Я.О., Тернопіль, 2024. – 51 с.
21. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”/ Тернопіль, 2025. – 62 с.
22. Панасюк А.В. Напружено-деформований стан синусоїдального перекриття при локальному навантаженні // Вісник НУ «Львівська політехніка», 2018, №883.

23. Шевчук В.М., Дрозд І.І. Розрахунок просторових криволінійних перекриттів // НТУУ «КПІ», 2021, Вип. 62.
24. Стадник С.Ю. Дослідження несучої здатності синусоїдального перекриття // Вісник КНУБА, 2020, Вип. 14.
25. CORE.ac.uk – *Analysis of sinusoidal shell roofs under uniform load* https://core.ac.uk/reader/235031659
26. https://cadee.pro/
27. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. МІНБУД України – К.:2006 – 63с.
28. Голышев А.Б. и др. Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие. К.: 1985 – 496с.
29. Бабич В.І., Огороднік В.І., Романюк В.В. Таблиці для проектування будівельних конструкцій. Довідник. – Рівне, 1999.
30. ДБН В.2.6-98:2009. БЕТОННІ ТИ ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ Основні положення. Мінрегіонбуд України – К.:2011 – 71с
31. НПАОП 0.00-6.23–92 Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці
32. НПАОП 0.00-4.12–05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.
33. Каспрук В.Б. Методичні вказівки для написання розділу з Охорони праці в будівництві спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» - Тернопіль: ТНТУ, 2024. -15 с.
34. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Навчальний посібник / В.С. Стручок, – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2022. – 150 с.
35. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.
36. Сливка, І. М., & Гудь, М. І. (2023). Особливості роботи каркасних конструкцій громадських будівель. Матеріали XII Міжнародної науково практичної

конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “, 72-72

37. 2Конончук, Олександр Петрович, І. Б. Хома, and А. С. Чайковський. "Дослідження деформацій і зусиль в елементах каркасу будівлі від різного роду зовнішніх навантажень." Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “ (2022): 9-10.
38. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення" [Чинний від 30.12.2011]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 112 с.
39. Про охорону праці: Закон України від 14.10.92 р. № 2695-XII. Вид. офіц. Голос України 1992. 24 лист. № 49, ст.669.
40. ДСТУ-П OHSAS 18002: 2006 Системи управління безпекою та гігієною праці. Основні принципи виконання вимог (OHSAS 18002:2000, IDT).
41. ДСТУ 2293–99 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. 26.
42. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 Норми освітлення будівельних майданчиків
43. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови
44. Externally bonded FRP reinforcement for RC structures. Technical report fib, bulletin 14, 2001, 130p.
45. Gorski M. Doswiadczalno-teoretyczne podstawy wzmacniania elementow zelbetowych poddanych zginaniu, scinaniu i skrecaniu, z zastosowaniem nakladek zbrojonych wloknami weglowymi / M. Gorski // Praca doktorska. Wydzial Budownictwa Pol. Sl., Gliwice 2005.
46. Gorski M. Opracowanie zasad obliczania wzmocnien konstrukcji betonowych za pomoca mat z wlokien weglowych / M. Gorski, R. Krzywon, J. Hulimka, A. Ajdukiewicz, S. Majewski // Raport koncowy z realizacji projektu badawczego nr T07E 011 18. Gliwice, 2002.

47. Lagoda M. Wzmacnianie mostow przes doklejanie elemevtow / M. Lagoda // – Krakow: PK,2005. 322 p.