

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 проєкту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему ПРОЄКТ ЗВЕДЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ З
ОФІСНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ НА ПЕРШОМУ ПОВЕРСІ В ЖИТОМИРСЬКІЙ
ОБЛАСТІ.

THE PROJECT OF THE CONSTRUCTION OF A MULTI-STOREY RESIDENTIAL
BUILDING WITH OFFICE PREMISES ON THE FIRST FLOOR IN THE ZHYTOMYR
REGION

Виконав: студент ІІ курсу, групи БАД-113м

Спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

ГРИБОВ О.Є.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник БОБРАКОВ А.А.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент СТОРЧАЙ Н.С.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Будівництва, архітектури та дизайну
Кафедра Будівельного виробництва та управління проектами
Ступінь вищої освіти другий (магістерський)
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

ГРИБОВА Олександра Євгеновича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проект зведення багатоповерхової житлової будівлі з офісними приміщеннями на першому поверсі в Житомирській області. The project of the construction of a multi-storey residential building with office premises on the first floor in the Zhytomyr region

керівник проєкту (роботи) к.т.н., доцент БОБРАКОВ Анатолій Анатолійович,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «_____» квітня 2024 року №_____

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 11 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) рекомендована література, технічне завдання, інженерно-геологічні умови

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Архітектурно-будівельний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Організаційно-технологічний розділ. 4. Економіка будівництва. 5. Охорона праці та цивільна безпека. 6. Науково-дослідний розділ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів) Слайди презентації, графічний матеріал 9 аркушів А1 роздруковані на А3 з титульним аркушем та зброшуровані

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Архітектурно-будівельний розділ	БОБРАКОВ А.А., доцент		
Розрахунково-конструктивний розділ	БОБРАКОВ А.А., доцент		
Організаційно-технологічний розділ	БОБРАКОВ А.А., доцент		
Економіка будівництва	БОБРАКОВ А.А., доцент		
Охорона праці та цивільна безпека	ЯКІМЦОВ Ю.В., доцент		
Науково-дослідний розділ	БОБРАКОВ А.А., доцент		
Нормоконтролер	БОБРАКОВ А.А., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» жовтня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Олександр ГРИБОВ

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Анатолій БОБРАКОВ

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи магістра: 100 с., 14 табл., 40 рис., 1 дод., 53 джерел.

Структура та обсяг роботи. Ця робота є науковим дослідженням на тему оптимізації розробки робочої документації для креслень залізобетонних конструкцій на прикладі фундаментної плити з використанням Autodesk Revit. Основним акцентом дослідження є вдосконалення методів проектування для підвищення точності креслень і скорочення термінів підготовки проектної документації. Застосування сучасних цифрових інструментів і підходів дозволяє значно підвищити ефективність проектної діяльності, знизити ризики помилок.

Методи дослідження. Дослідження ґрунтується на методах аналізу та узагальнення наукових робіт вітчизняних і зарубіжних фахівців у сфері інформаційного моделювання будівель і автоматизованого проектування, а також на вивченні нормативних документів, що регулюють стандарти розробки креслень залізобетонних конструкцій. У роботі досліджено впровадження інноваційних підходів, таких як параметризація елементів у середовищі BIM, налаштування фільтрів видимості, створення шаблонів для стандартизації креслень, а також застосування методів математичного моделювання для оптимізації розміщення арматурних елементів і загального дизайну креслень фундаментних конструкцій.

Об'єкт дослідження – проект багатоповерхової житлової будівлі з офісними приміщеннями на першому поверсі в Житомирській області.

Предмет дослідження – оптимізація процесу створення робочої документації для ЗБК за допомогою автоматизованих інструментів проектування.

Актуальність теми полягає в необхідності адаптації процесу розробки проектної документації до умов сучасного будівництва. Сучасні будівельні проекти характеризуються високою складністю, що потребує інтеграції більш ефективних і точних методів проектування, особливо у великомасштабних житлових будівлях із функціональною багатозонністю.

ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, AUTODESK REVIT, ОРГАНІЗАЦІЯ
БУДІВНИЦТВА, КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА, ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ

ABSTRACT

Explanatory note to the master's thesis: 110 pages, 13 tables, 13 figures, 1 app, 57 sources.

Structure and Scope of Work. This work is a scientific study on the optimization of working documentation development for reinforced concrete drawings, using the example of a foundation slab with Autodesk Revit. The primary focus of the study is on enhancing design methods to improve drawing accuracy and reduce documentation preparation time. The use of modern digital tools and approaches significantly increases the efficiency of design activities, reducing the risk of errors.

Research Methods

The research is based on methods of analysis and synthesis of scientific works by domestic and foreign experts in the field of building information modeling (BIM) and automated design, as well as on the study of regulatory documents governing the standards for developing reinforced concrete drawings. This work investigates the implementation of innovative approaches, such as parameterization of elements within the BIM environment, visibility filter settings, creation of templates for drawing standardization, and the application of mathematical modeling methods to optimize the placement of reinforcement elements and the overall design of foundation drawings.

Object of Study – the project of a multi-story residential building with office spaces on the ground floor in the Zhytomyr region.

Subject of Study – optimization of the working documentation creation process for reinforced concrete structures using automated design tools.

Relevance of the Topic. The relevance of this study lies in the need to adapt the process of developing project documentation to the conditions of modern construction. Contemporary construction projects are highly complex and require the integration of more efficient and precise design methods, particularly in large-scale residential buildings with functional multi-zoning.

BUILDING INFORMATION MODELING, AUTODESK REVIT,
CONSTRUCTION ORGANIZATION, STRUCTURAL COMPONENT, REINFORCED
CONCRETE STRUCTURES

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	9
1.1 Загальна характеристика будівництва	9
1.2 Прийняті об'ємно-планувальні рішення.....	9
1.3 Конструктивні рішення	10
1.3 Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції	13
1.3.1 Теплотехнічний розрахунок стіни.....	13
1.3.2 Теплотехнічний розрахунок покрівлі	15
1.4 Інженерне оснащення будівлі	17
1.5 Визначення класу наслідків (відповідальності).....	20
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ	24
2.1 Розрахунок плити перекриття.....	24
2.1.1 Інформація до розрахунку	24
2.1.2 Збір навантажень	24
2.1.3 Визначення вітрового навантаження	26
2.1.4 Створення розрахункової моделі.....	27
2.1.5 Статичний розрахунок плити.....	30
2.1.5 Конструктивний розрахунок плити перекриття	33
2.1.6 Перевірка на розкриття тріщин	39
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	41
3.1 Розробка технологічної карти на монолітні фундаменти	41
3.1.1 Технологія влаштування буронабивних паль	42
3.2 Календарне планування будівельного виробництва	46
3.2.1 Визначення обсягів БМР	47
3.2.2 Визначення основних ТЕП.....	50
3.3 Проектування будівельного генплану.....	51
3.3.1 Визначення площ складських приміщень	51
3.3.2 Визначення площ тимчасових будівель та споруд.....	53

3.3.3 Потреба у водопостачанні	54
3.3.4 Потреба у електропостачанні.....	55
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	57
4.1 Розробка локального кошторису	57
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ	59
5.1 Визначення небезпечних та шкідливих факторів на майданчику	59
5.2 Прийняті заходи щодо виключення небезпечних факторів	61
5.3 Запобігання падіння матеріалів з висоту	63
5.3.1 Захист від ураження електричним струмом.....	64
5.4 Вплив шкідливих речовин.....	65
5.5 Пожежна безпека.....	66
РОЗДІЛ 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ	68
6.1 Оптимізація розробки робочої документації для креслень ЗБК на прикладі фундаментної плити.....	68
6.2 Додаткове армування фундаментної плити	74
6.3 Налаштування верхнього армування фундаментної плити.....	78
6.4 Розміщення випусків під вертикальні конструкції.....	81
6.5 Висновки до наукового розділу	87
ВИСНОВКИ.....	90
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	91
Додаток А.....	96

ВСТУП

У сучасному будівництві вирішення завдань, що стосуються оптимізації розробки проектної документації, потребує впровадження інноваційних технологій та сучасних підходів як у проектуванні, так і в організації конструкторської частини проектів. Вдосконалення методів розробки креслень залізобетонних конструкцій сприяє підвищенню ефективності будівельного процесу, що має значний вплив на будівельну галузь та економіку в цілому.

З огляду на зростаючу складність житлових і комерційних будівельних проектів, використання передових технологій, таких як інформаційне моделювання будівель (BIM), стає необхідністю для забезпечення ефективного управління ресурсами та досягнення високої якості кінцевого продукту. У нашому випадку, оптимізація процесу розробки робочої документації для залізобетонних конструкцій за допомогою Autodesk Revit дає можливість досягти максимальної точності проектування, підвищити швидкість підготовки документації та знизити ризик помилок. Сучасні методи автоматизації проектних робіт також сприяють раціональному використанню матеріалів, трудових ресурсів і значно скорочують терміни реалізації проекту.

Застосування інформаційного моделювання дозволяє покращити узгодженість між проектною документацією та реальним будівельним процесом. Завдяки Autodesk Revit стає можливим налаштування параметричних шаблонів, використання фільтрів видимості та стандартизація елементів, що підвищує точність документації і полегшує процес будівництва.

Раціональне управління ресурсами, точність і стандартизація креслень, а також оптимізація процесів проектування та логістики сприяють підвищенню якості кінцевих об'єктів будівництва, економії витрат та зменшенню часу на реалізацію проектів.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Загальна характеристика будівництва

Житловий 17-поверховий будинок розташований у Житомирській області. Район будівництва належить до першого снігового та третього вітрового районів відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи». Снігове навантаження для цієї зони становить 1550 Па, а вітрове – 460 Па. Будівля класифікована як клас СС2, згідно з попередніми дослідженнями.

Проект передбачає будівництво 17-поверхового житлового будинку з 16 житловими поверхами та першим поверхом, де заплановано розміщення офісних приміщень. З огляду на розрахунки сейсмічного навантаження, передбачається облаштування ядер жорсткості уздовж стін і сходової клітки для підвищення стійкості конструкції.

1.2 Прийняті об'ємно-планувальні рішення

Будівля розмірами в плані 42 x 12,9 м, висотою 52 м, складається з 17 поверхів, підвального та технічного поверхів, має два під'їзди і ліфтові шахти. З другого по шістнадцятий поверхах розташовано 16 квартир на кожному поверсі (дві однокімнатні та дві двокімнатні). На першому поверсі передбачено десять офісних приміщень.

Житлова та офісна площа:

- Однокімнатні квартири – 72 шт. (загальна площа: 30,5 м², житлова площа: 15,7 м²)
- Двокімнатні квартири – 72 шт. (загальна площа: 63,5 м², житлова площа: 34,88 м²)

Офісні приміщення:

- 38,14 м²
- 35,99 м²
- 31,45 м²

- 21,00 м²
- 37,98 м²

Відносну позначку 0,000 прийнято на рівні плити перекриття першого поверху.

Техніко-економічні показники наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – ТЕП будівлі, що розглядається

Показник	Значення
Загальна площа будівлі	546 м ²
Загальна площа поверхів	6 140 м ²
Загальна площа забудови	765 м ²
Загальна житлова площа	1 809,28 м ²
Будівельний об'єм	14 622 м ³
Периметр будівлі	134,2 м
Висота поверхів	2,8 м
Висота технічного поверху	2 м
Відносна позначка 0,000	Плита перекриття першого поверху

1.3 Конструктивні рішення

Проектом передбачено використання монолітних буріон'єкційних паль діаметром 600 мм для забезпечення стійкості несучої конструкції будівлі, причому глибина закладання паль становить 12 м від поверхні землі. Усі фундаментні конструкції та підвальні стіни додатково захищені двошаровим гідроізоляційним покриттям на основі мастики. Для утеплення застосовані плити з мінеральної вати щільністю 200 кг/м³ і товщиною 150 мм, що сприяє підвищенню енергоефективності споруди.

По всьому периметру будівлі передбачено вимощення шириною 1000 мм із фігурним оздобленням, що виконує функцію захисту від атмосферних впливів. Застосована арматура відповідає чинним стандартам якості та безпеки за ДСТУ 3760:2019, що є обов'язковою вимогою для таких проєктів.

Для технічних поверхів передбачено покриття з цементно-піщаною стяжки, що підвищує стійкість і зносостійкість поверхні. Покрівля будівлі виконується з монолітного залізобетону товщиною 200 мм, утепленого плитами з мінераловатного матеріалу для покращення теплоізоляційних властивостей і забезпечення довговічності конструкції.

Склад покрівлі наведено на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Склад системи покрівлі

Конструкція покриття будівлі (рис. 1.1) включає кілька шарів для забезпечення тепло- та гідроізоляції. На основу укладається асфальтова стяжка та цементно-піщана стяжка, а також утеплювач у вигляді жорстких мінераловатних плит товщиною 150 мм з питомою вагою 16 кг/м². Далі розміщується шар гідроізоляції та монолітна залізобетонна плита завтовшки 200 мм, що забезпечує міцність і стійкість покрівлі.

Внутрішні перегородки виконані з цегли товщиною 160 мм, а внутрішні несучі стіни споруджені з газобетонних блоків завтовшки 170 мм. Зовнішні стіни також збудовані з газобетонних блоків, але їхня товщина складає 320 мм для забезпечення додаткової теплоізоляції. Ядра жорсткості з монолітного залізобетону завтовшки 300 мм забезпечують стійкість і протидію навантаженням.

Сходові конструкції виконані зі збірних залізобетонних маршів і площадок, які спираються на металеві столики, закріплені зварюванням до закладних деталей. Кожен проступ сходів укладається окремо, що підвищує надійність конструкції.

Двері в будівлі мають різне функціональне призначення. Вхідні двері на сходи – металеві, засклені армованим склом. Квартирні двері – підсилені, металеві та вогнестійкі, тоді як внутрішньоквартирні виготовлені з дуба. Вхідні двері до службових приміщень – фанерні. Зовнішні двері, що ведуть на покрівлю, є протипожежними.

Віконні конструкції виконані з металопластикових блоків із двокамерними склопакетами для забезпечення енергоефективності. Розміри віконних блоків становлять 1500x1500 мм і 900x1500 мм. Герметизація швів між вікнами і стінами проводиться з використанням теплоізоляційних та герметизуючих матеріалів.

Оздоблення фасаду передбачає декоративну штукатурку «Ceresit» з покриттям фасадними фарбами, а зовнішнє утеплення здійснене мінераловатними плитами товщиною 150 мм. Балкони мають огороження зі скла.

Інженерні комунікації включають систему холодного та гарячого водопостачання, каналізацію, водяне опалення, електропостачання від мережі 380/220 В, а також пожежну та охоронну сигналізацію. Вентиляція будівлі – природна припливно-витяжна, що забезпечує належний рівень повітрообміну для комфорту мешканців.

1.4 Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції

1.4.1 Теплотехнічний розрахунок стіни

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій проводиться відповідно до актуальних нормативів: ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія

Зовнішні стіни

Вихідні дані:

- Місце будівництва: Житомирська область
- Температурна зона: I

Кліматичні особливості Житомирської області наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Кліматичні показники

Температура зовнішнього повітря, °C				Зона вологості	Температурна зона
Найбільш холодної доби, із забезпеченням		Найбільш холодних п'яти днів, із забезпеченням			
0,98	0,92	0,98	0,92		
$t_1^{0,98} = -22$	$t_1^{0,92} = -19$	$t_5^{0,98} = -17$	$t_5^{0,92} = -15$	Нормальної вологості	1

Розрахунок теплотехнічних характеристик стіни передбачає визначення її опору теплопередачі для забезпечення нормативного теплозахисту. Основні параметри, які враховуються, включають теплопровідність матеріалів, товщину шарів конструкції та кліматичні умови зони будівництва. Важливим є досягнення розрахункового опору теплопередачі, що відповідає нормам ДБН В.2.6-31:2021, для мінімізації тепловтрат.

Характеристики конструкції, що розглядається, наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Визначення конструкції стіни

№ шару	Найменування матеріалу	Щільність, ρ_0 кг/м ³	Товщина, δ_i , м	Коефіцієнт теплопровідності, λ_i , Вт/(м К)
1	Мінераловатні плити	100	0.1	0.034
2	Газобетон	800	0,300	0,45
3	Піщано-цементна штукатурка	1600	0,02	0,81

Визначаємо термічний опір огорожувальної конструкції за формулою (1.1):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}} \quad (1.1)$$

, де: h_{si} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні;

h_{se} – аналогічно, зовнішньої поверхні;

R_i – термічний опір i -ого шару конструкції, який визначається за формулою (1.2):

$$R_i = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.2)$$

Для забезпечення оптимального рівня теплопередачі та умов енергозбереження будівлі має виконуватись умова (1.3):

$$R_{qmin}, \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \leq R_{пр}, \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.3)$$

Тобто фактичний опір теплопередачі має бути більше мінімального.

Використовуючи вихідні дані з табл. 1.2, виконуємо розрахунок за формулою (1.1):

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,034} + \frac{0,3}{0,45} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,01 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

Перевіряємо виконання умови (1.3):

$$R_{qmin} = 4,00 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \leq R_{np} = 4,01 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

Умови виконується. В якості утеплювача приймаємо мінераловатні плити товщиною 100 мм з метою стандартизації.

1.4.2 Теплотехнічний розрахунок покрівлі

Аналогічним чином проводиться розрахунок конструкції покрівлі, конструкція якої наведена в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Визначення складу покрівлі

№ шару	Найменування матеріалу	Щільність, ρ_0 кг/м ³	Товщина, δ_i , м	Коефіцієнт теплопровідності, λ_i , Вт/(м К)
1	Бітумні вяжучі	500	0,01	0,22
2	Цементно-піщанна стяжка	1600	0,05	0,81
3	Кермазитобетон	800	0,05	0,31

Продовження таблиці 1.4.

4	Мінераловатні плити	350	0,20	0,033
5	Плита перекриття	2600	0,2	2,04

Визначаємо термічний опір огорожувальної конструкції за формулою (1.1):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}} \quad (1.1)$$

, де: h_{si} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні;

h_{se} – аналогічно, зовнішньої поверхні;

R_i – термічний опір i -ого шару конструкції, який визначається за формулою (1.2):

Опір теплопередачі має задовольняти умові (1.3). $R_{qmin} = 7,00 \frac{m^2 \times K}{Вт}$ для покриття, що межує із зовнішнім повітрям.

Таким чином, використовуючи дані з табл. 1.4 проводимо розрахунок:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,22} + \frac{0,05}{0,81} + \frac{0,05}{0,31} + \frac{0,2}{0,033} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{1}{23} = 7,02 \frac{m^2 \times K}{Вт}$$

Що відповідає виконання умови:

$$R_{qmin} = 7,00 \frac{m^2 \times K}{Вт} \leq R_{np} = 7,02 \frac{m^2 \times K}{Вт}$$

Обираємо утеплювач плити мінераловатні товщиною 200 мм.

1.5 Інженерне оснащення будівлі

Інженерне оснащення багатоповерхової будівлі включає комплекс систем, які забезпечують комфорт, енергоефективність та безпеку експлуатації. У цьому розділі розглядаються основні інженерні системи: водопостачання, каналізація, опалення, вентиляція, електропостачання, пожежна сигналізація та охоронна сигналізація. Кожна з цих систем спроектована відповідно до нормативних вимог і сучасних технологій.

Система водопостачання забезпечує подачу холодної та гарячої води. Основними елементами системи є:

- Холодне водопостачання здійснюється від міської водопровідної мережі з основним підключенням діаметром 50 мм, яке розташоване на рівні технічного поверху. Далі вода розподіляється по стояках, діаметр яких поступово зменшується до 25 мм у квартирах.
- Гаряче водопостачання реалізовано через тепловий пункт, що використовує тепло від центральної системи. подача води відбувається через стояки з труб діаметром 32 мм, а до санітарних вузлів - 16 мм. Температура гарячої води підтримується в межах 55-60°C, що відповідає нормативним вимогам.
- Циркуляційний контур гарячої води підтримує постійну температуру, що скорочує витрати на підігрів і знижує ризик застою води.

Система каналізації призначена для відведення побутових та господарсько-побутових стоків. Основні елементи системи:

- Стояки каналізації розташовані у санітарних вузлах кожного поверху та мають діаметр 110 мм для побутових стоків. Каналізаційні стояки виконані із полімерних матеріалів, стійких до агресивних середовищ.
- Водовідведення організоване з ухилом 1-2%, що забезпечує природне стікання води до основного колектора діаметром 160 мм, розташованого у підвалі будівлі. Каналізація підключена до міської мережі з підземним введенням.

Оглядові люки встановлені на кожному поверсі для зручності обслуговування та усунення можливих засмічень.

Опалення у будівлі організоване на основі централізованої двотрубною системою:

- Розподільчий трубопровід виготовлений з полімерних матеріалів діаметром 32 мм, розташований у технічних приміщеннях.
- Система обігріву приміщень – двотрубна з нижнім розведенням, що забезпечує рівномірний розподіл тепла. На входах у квартири встановлені кульові крани для регулювання теплоподачі.
- Радіатори у приміщеннях – алюмінієві секційні, що мають високий рівень тепловіддачі. Для збереження температурного режиму приміщень передбачено терморегулювальні клапани, що дозволяють регулювати температуру відповідно до потреб мешканців.

Система опалення також включає автоматизовану теплову станцію для управління параметрами теплоносія, що оптимізує витрати на опалення.

Вентиляційна система – припливно-витяжна природна вентиляція, яка забезпечує приплив свіжого повітря та видалення відпрацьованого:

- Витяжка організована через кухні, санітарні вузли та інші вологі приміщення за допомогою каналів діаметром 150 мм. На кухнях встановлено додаткові витяжні вентилятори з потужністю 150 м³/год.
- Приплив повітря забезпечується через природний потік через вентиляційні решітки на вікнах, що дозволяє підтримувати повітрообмін на рівні 1-2 рази на годину для житлових приміщень.

Вентиляція технічного поверху виконується за допомогою спеціальних витяжних шахт, що збільшують ефективність повітрообміну у місцях концентрації інженерних систем.

Електропостачання будівлі здійснюється через трифазну мережу з напругою 380/220 В:

- Введення електроенергії забезпечується через центральний щиток, розташований на технічному поверсі, звідки електрика розподіляється по поверхах.

- Розподільні щитки на кожному поверсі забезпечують постачання електроенергії до квартир та офісних приміщень. У квартирах передбачено трифазні лічильники для обліку споживання.

- Освітлення коридорів та громадських зон передбачено з використанням LED-ламп, що знижує споживання електроенергії.

Для забезпечення надійності система оснащена автоматичним вимикачем для захисту від перевантаження та коротких замикань.

Система пожежної сигналізації побудована на основі автоматичних димових та теплових датчиків:

- Датчики диму розташовані у житлових і службових приміщеннях та підключені до центрального блоку управління сигналізацією. Вони автоматично активуються при виявленні диму та передають сигнал до диспетчерського пункту.

- Теплові датчики встановлені у кухнях та технічних приміщеннях, що дозволяє своєчасно виявляти підвищення температури.

Система пожежної сигналізації має також ручні сповіщувачі на кожному поверсі, що дозволяє ініціювати сигнал тривоги в разі виникнення небезпечної ситуації.

Охоронна сигналізація забезпечує захист будівлі від несанкціонованого проникнення:

- Датчики руху розташовані на входах, сходах і в коридорах. Вони активуються у неробочий час, контролюючи будь-які переміщення.

- Камери відеоспостереження встановлені на входах і в коридорах для моніторингу. Вони з'єднані з диспетчерським пунктом і мають можливість запису даних.

Системи водопостачання, каналізації, опалення та вентиляції виготовлені з полімерних та металополімерних матеріалів, стійких до корозії

та температурних коливань. Кожна система спроектована з урахуванням вимог економії енергоресурсів та дотримання нормативів, що забезпечує комфортне проживання і мінімізує експлуатаційні витрати.

1.6 Визначення класу наслідків (відповідальності)

Клас наслідків (відповідальності) визначається за допомогою програмного комплексу «Будівельні технології – Кошторис ПВР» відповідно до вимог ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності) будівель і споруд».

Розрахунок № 036 БПС

класу наслідків (відповідальності) для об'єкта будівництва:

**«ПРОЄКТ ЗВЕДЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ
БУДІВЛІ З ОФІСНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ НА ПЕРШОМУ ПОВЕРСІ
В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ»**

При визначенні класу наслідків (відповідальності) об'єкта використовувались наступні документи:

1. Закон України від 17.02.2011 №3038-VI «Про регулювання містобудівної діяльності» (з урахуванням змін та доповнень).
2. ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)».
3. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд».
4. «Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру», що затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 15 лютого 2002 р. №175.

Відповідно до п.4.4 ДСТУ 8855:2019 клас наслідків (відповідальності) визначається за кожною характеристикою таблиці 1, додатково враховується стаття 32 Закону України від 17.02.2011 №3038-VI «Про регулювання містобудівної діяльності» (з урахуванням змін та доповнень), а також розділ 5 ДБН В.1.2-14:2018 та додаткові умови за п.4.15 ДСТУ 8855:2019.

Визначення класу наслідків (відповідальності) об'єкта

1. Можлива небезпека для здоров'я та життя людей, які постійно знаходяться на об'єкті (кількість людей) - 200.

За цією характеристикою об'єкт відноситься до класу наслідків - СС2.

2. Можлива небезпека для здоров'я та життя людей, які періодично знаходяться на об'єкті (кількість людей) - 90.

За цією характеристикою об'єкт відноситься до класу наслідків - СС1.

3. Можлива небезпека для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта (кількість людей) - 300.

За цією характеристикою об'єкт відноситься до класу наслідків - СС2.

4. *Можливі матеріальні збитки оцінюються витратами, пов'язаними як з необхідністю відновлення об'єкта, що відмовив, так і з побічними збитками (збитки від зупинки виробництва, втрачена вигода).*

Прогнозований обсяг збитку від можливого руйнування чи пошкодження об'єкту згідно з ДСТУ 8855:2019 п.4.12 розраховується за формулою:

$$\Phi = c \times P \left(1 - \frac{1}{2} T_{ef} \times K_{a,i} \right)$$

де:

Φ – прогнозовані збитки, грн.;

c – коефіцієнт, що враховує відносну долю вартості об'єкта, повністю втраченої під час аварії. Значення **c** можна оцінювати при аналізі

сценарію розвитку аварії: (0,45);

P – вартість об'єкта, визначена на підставі КНУ «Настанова з визначення вартості будівництва» або за об'єктом-аналогом, грн.: 126 145 600 ;

T_{ef} – середнє значення розрахункового строку експлуатації об'єкта, років: (100);

K_{a,i} – коефіцієнт амортизаційних відрахувань: (0,01).

Прогнозований обсяг збитку від можливого руйнування об'єкта дорівнює:

$$\Phi = 0,45 * 126\,145\,600 * (1 - 1/2 * 100 * 0,01) \\ = 28\,382\,625 \text{ грн.}$$

Можливі матеріальні збитки та/чи соціальні втрати від відмови об'єкта оцінюють, керуючись *«Методикою оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру»* та розраховують за формулою (1) цієї Методики. Ці збитки складають:

$$\Phi = 0 \text{ грн.}$$

Загальний обсяг збитків дорівнює:

$$\Phi = 28\,382\,625 + 0 = 28\,382\,625 \text{ грн.}$$

обсяг можливого економічного збитку у м.р.з.п. складає:

$$28\,382\,625 / 8\,000 = 3547,83 \text{ м.р.з.п.}$$

За цією характеристикою об'єкт відноситься до класу наслідків - СС2.

5. Спорудження об'єкта не загрожує призупиненням

функціонування лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, об'єктів комунікації, зв'язку, енергетики та інженерних мереж .

За цією характеристикою об'єкт відноситься до класу наслідків - СС1.

6. Додаткові умови згідно з пунктом 4.15 ДСТУ 8855:2019:

не встановлено.

Висновок. Відповідно до п.6 статті 32 Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» (з урахуванням змін та доповнень), а також п.4.4 ДСТУ 8855:2019 клас наслідків (відповідальності) для даного об'єкту встановлюється за найвищою характеристикою можливих наслідків, отриманих за результатами розрахунків, тобто «ПРОЄКТ ЗВЕДЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ З ОФІСНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ НА ПЕРШОМУ ПОВЕРСІ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ» відноситься до класу наслідків (відповідальності) - СС2.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

2.1 Розрахунок плити перекриття

2.1.1 Інформація до розрахунку

У дипломному проєкті розглядається будівництво багатоповерхового житлового будинку в Житомирській області. Проєкт передбачає 16 поверхів із квартирами, перший поверх із комерційними та офісними приміщеннями, а також технічний поверх. Розрахунок конструкції передбачає дії сейсмічних навантажень, для протидії яким у проєкті передбачено облаштування ядер жорсткості по сходовій клітці та зовнішніх стінах.

Конструктивна система будівлі — монолітний каркас, що включає діафрагми жорсткості завтовшки 250 мм, зовнішні стіни товщиною 200 мм, а також колони перерізом 400х400 мм. Внутрішні перегородки виконані з цегли товщиною 160 мм, а внутрішні стіни — з газобетонних блоків товщиною 150 мм. Зовнішні стіни також виготовлені з газобетонних блоків завтовшки 300 мм.

Перекриття проєктом виконані із монолітних залізобетонних плит товщиною 200 мм із жорстким обпиранням на несучі конструкції. З'єднання плит здійснюється через зварювання арматурних випусків і подальше бетонування швів, що забезпечує жорсткість та надійність конструкції.

Покриття складається з цементно-піщаної стяжки, утеплювача з жорстких мінераловатних плит товщиною 150 мм і питомою вагою 16 кг/м², гідроізоляційного шару та монолітних залізобетонних плит товщиною 200 мм.

Фундамент будівлі спроектовано на залізобетонних палях діаметром 600 мм і довжиною 9 м, що забезпечує надійну основу для навантажень багатоповерхової конструкції.

2.1.2 Збір навантажень

Вітрове навантаження для Житомирської області (3-й район) прийняте в розмірі 360-380 кПа.

Снігове навантаження для Житомирської області (2-й район) прийняте в розмірі 1500-1600 кПа.

Збір навантажень на перекриття наведене в табл. 2.1.

Таблиця 2.2 – Збір навантажень на 1 м²

Тип навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахунков.навантаження, кН/м ²
1	2	3	4
Постійне навантаження:			
Перегородки з керамічної пористої цегли, $q=1400 \text{ кг/м}^3$ (2.7м,0,12м)	0,5	1,3	0,65
Паркет, $t=15\text{мм}$, $q=900 \text{ кг/м}^3$	0,0135	1,2	0,0162
Вирівнююча стяжка армована $t=25\text{мм}$, $q=2000 \text{ кг/м}^3$	0,05	1,3	0,065
Монолітна залізобетонна плита перекриття, $t=150\text{мм}$, $q=2500 \text{ кг/м}^3$ $t*q*9,81$	3,67	1,1	4,037
Усього від постійного навантаження:	4,23	—	4,703
Разом з урахуванням коефіцієнту $\gamma_p=1,1$ (для будівлі класу СС2 (А)):	4,65	—	5,173
Тимчасове навантаження:			
Корисне навантаження: 150 кг/м^2	1,5	1,3	1,95
Разом з урахуванням коефіцієнту $\gamma_n=1,1$ (для будівлі класу СС2 (А)):	1,65	—	2,145
Усього:	6,3	—	7,318

2.1.3 Визначення снігового навантаження

Для визначення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття для будівлі в Житомирській області (5-й сніговий район) використовуємо ДБН В.1.2-2-2006.

Коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_{f_m} = 1,14$ для будівель із розрахунковим терміном експлуатації $T = 100$ років (додаток Е зазначеного ДБН).

Основне снігове навантаження для даного району, згідно з додатком Е, становить $S_0 = 1550$ Па.

Коефіцієнт C визначається як добуток (2.1)

$$C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} = 1 \quad (2.1)$$

де: $\mu = 1$ (згідно з додатком Ж, оскільки кут нахилу покрівлі $\alpha < 25^\circ$),

$$C_e = 1,$$

$$C_{alt} = 1 \text{ (висота над рівнем моря менше за 500 м).}$$

Розрахункове рівномірно розподілене снігове навантаження на покрівлю визначається за формулою:

$$S_m = \gamma_{f_m} \cdot S_0 \cdot C = 1,14 \cdot 1,55 \cdot 1 = 1,767 \text{ кН/м}^2 \quad (2.2)$$

Розрахункове снігове навантаження для покрівлі становить $1,77 \text{ кН/м}^2$.

2.1.3 Визначення вітрового навантаження

Для визначення граничного розрахункового значення вітрового навантаження використовуємо ДБН В.1.2-2-2006. Розрахунок виконується за формулою (2.3):

$$W_m = \gamma_{f_m} W_0 C, \text{ кПа} \quad (2.3)$$

де: W_0 — характеристичне значення вітрового тиску для III вітрової зони, яке дорівнює $0,368 \text{ кН/м}^2$,

γ_{fm} — коефіцієнт надійності для вітрового навантаження, приймається рівним 1,1.

Коефіцієнт C розраховується за формулою (2.4):

$$C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} \cdot C_d \quad (2.4)$$

де: C_{aer} — аеродинамічний коефіцієнт;

C_h — коефіцієнт висоти споруди;

C_{alt} — коефіцієнт географічної висоти;

C_{rel} — коефіцієнт рельєфу, що враховує ухил місцевості. Для ухилу 0,05 приймається значення $C_{rel} = 1$.

C_{dir} — коефіцієнт напрямку вітру, що приймається рівним 1,

C_d — коефіцієнт динамічності, який враховує пульсації вітрового навантаження. Для будівель із періодом власних коливань, що не перевищує 0,25 с, C_d приймається рівним 0,95.

Таким чином, граничне розрахункове значення вітрового навантаження обчислюється за формулою (2.5):

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C = 1,1 \cdot 0,37 \cdot 0,95 \cdot C_{aer} \cdot C_h, \text{ кПа} \quad (2.5)$$

2.1.4 Створення розрахункової моделі

У дипломному проєкті передбачається створення моделі залізобетонної монолітної плити перекриття типового поверху та визначення її основних технічних характеристик, зокрема, деформацій під впливом навантажень.

Для виготовлення даної конструкції використовується важкий бетон класу С20/25. Армування плити виконується робочою арматурою класу А400С для поздовжнього армування та поперечною арматурою того ж класу (А400С). Товщина плити прийнята 200 мм. У розрахунковій моделі передбачається шарнірне обпирання плити перекриття на опорні елементи.

Розрахунок плити перекриття виконується за першим та другим граничним станом для забезпечення її міцності, стійкості та експлуатаційної придатності.

Просторова модель будинку була побудована в розрахунковому комплексі «ЛІРА САПР», версія 2022 року, та наведена на рис. 2.1.

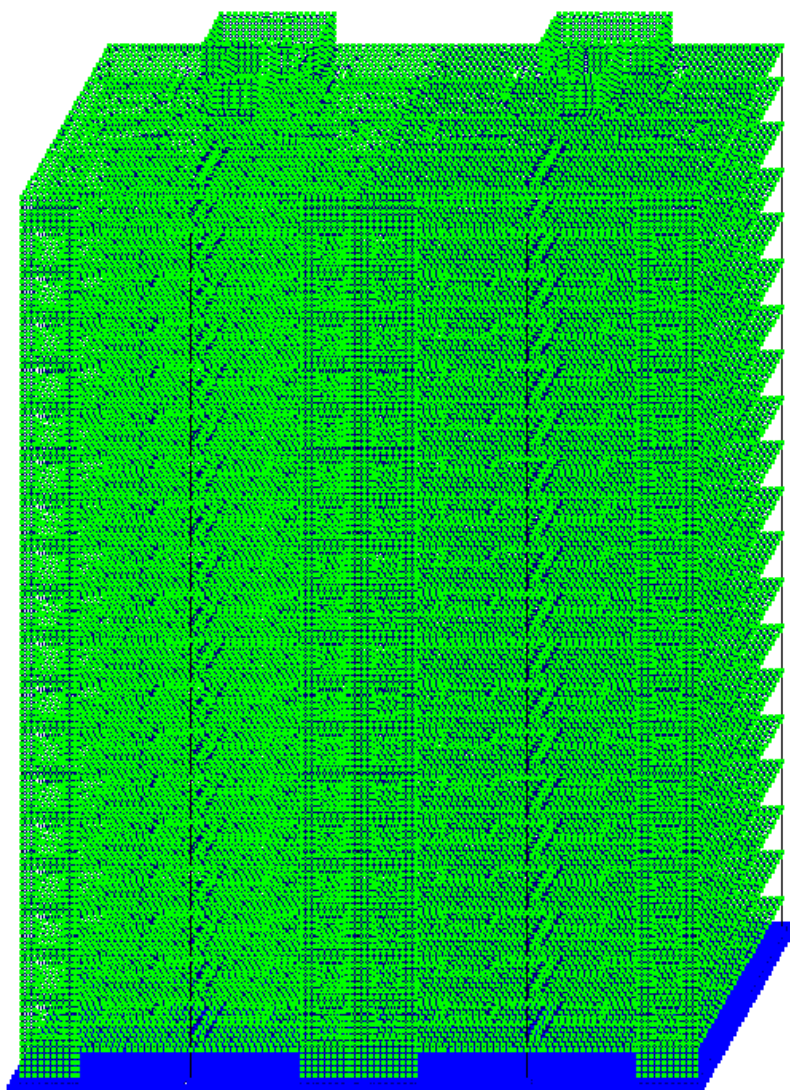


Рисунок 2.1 – Модель будівлі до розрахунку

Налаштування до розрахунку наведені на рис. 2.2-2.6.

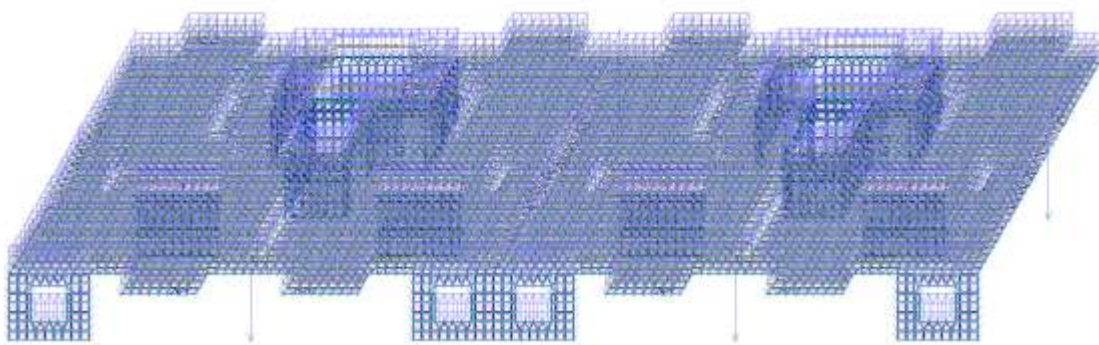


Рисунок 2.2 – Задання навантаження від власної ваги

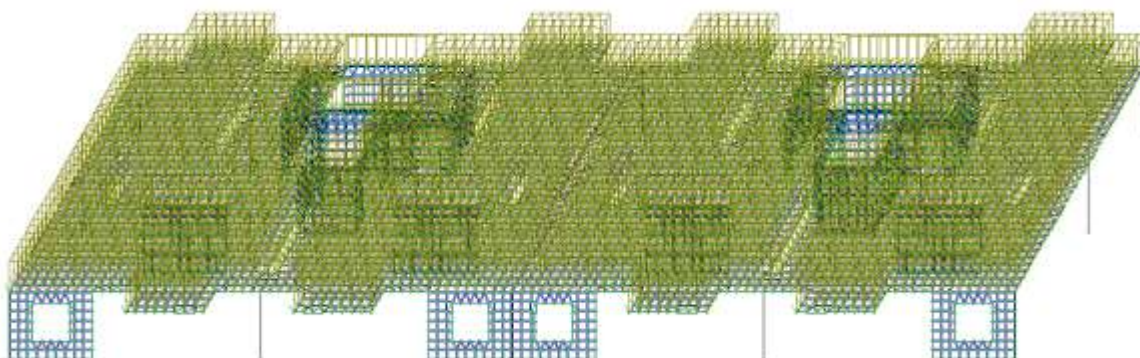


Рисунок 2.3 – Прикладене корисне навантаження

Розрахунок сполучення навантажень

Номер таблиці РСН: 1

Інша таблиця РСН: ДБН В 1.2-2:2006_1

☐ Визначити РСН

ДБН В 1.2-2:2006

№	№ запису	Найменування	Вид	Знак коеф.	Возможн. коэф.	Значення коэф.	Р.д./Р.ф.	РСН1	РСН2
1	1	Собственный вес	Полнотелый (П)	+		1.1	1.0	1	0.975
2	2	Нагрузка на плиты	Трещиловый (Т)	+		1.2	1.0	1	0.975
3	3	Временная нагрузка (горизонтальная)		+		1.2	0.75	1	0.975

1. Основание
2. Основание
Аварийное (С)
Аварийное (В/С)

Σ Р.д. + К.в. (Р.д. + К.в.)

Коэффициенты

Рисунок 2.4 – Таблиця розрахункових сполучень зусиль згідно ДБН

2.1.5 Статичний розрахунок плити

Проводимо подальші обчислення в розрахунковому комплексі ЛПРА САПР.

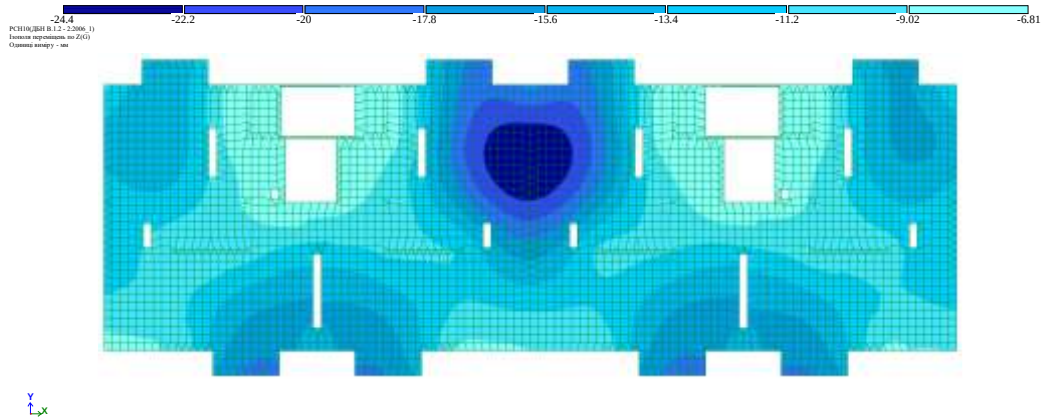


Рисунок 2.5 – Переміщення по осі Z (у вигляді мозаїки)

Гранично допустиме значення прогину згідно з ДСТУ Б В.1.2-3:

$$f_u = \frac{l}{200} = \frac{5700}{200} = 28,5 \text{ мм};$$

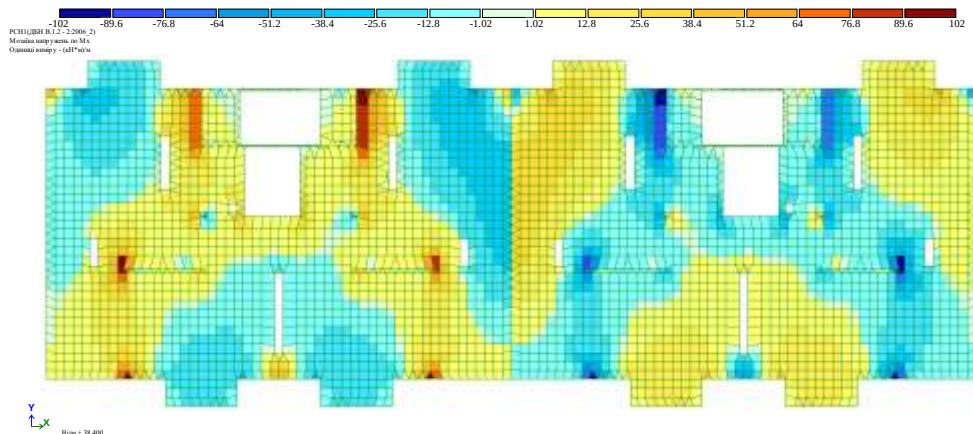
Розрахункове значення прогину:

$$f = 24,4 \text{ мм};$$

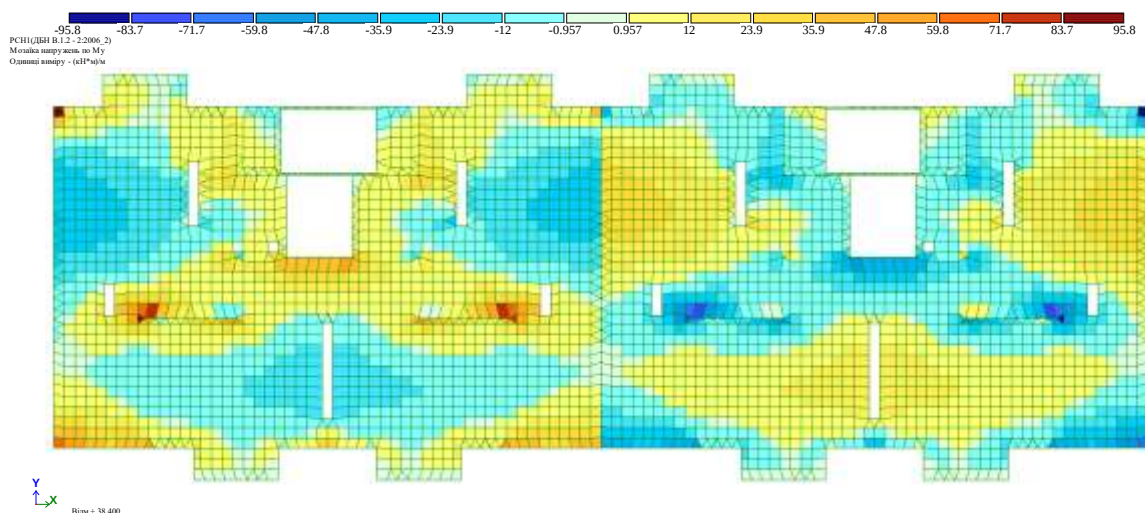
Перевірка умови допустимих прогинів:

$$f \leq f_u = 24,4 \leq 28,5 \text{ мм};$$

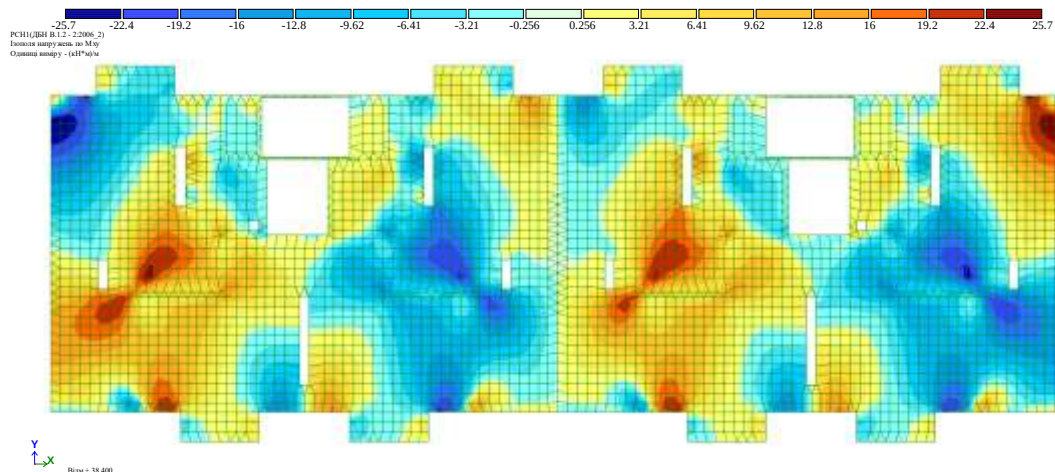
Результати розрахунків:

Рисунок 2.6 – Напруження M_x

Перше зображення показує розподіл нормальних напружень, ймовірно вздовж однієї з осей. Сині зони вказують на ділянки з мінімальними значеннями напружень, тоді як жовті та червоні — на ділянки з підвищеними значеннями. Максимальні напруження спостерігаються біля отворів та у місцях контакту з опорами, що є типовим для конструкцій з нерівномірним навантаженням та складною геометрією.

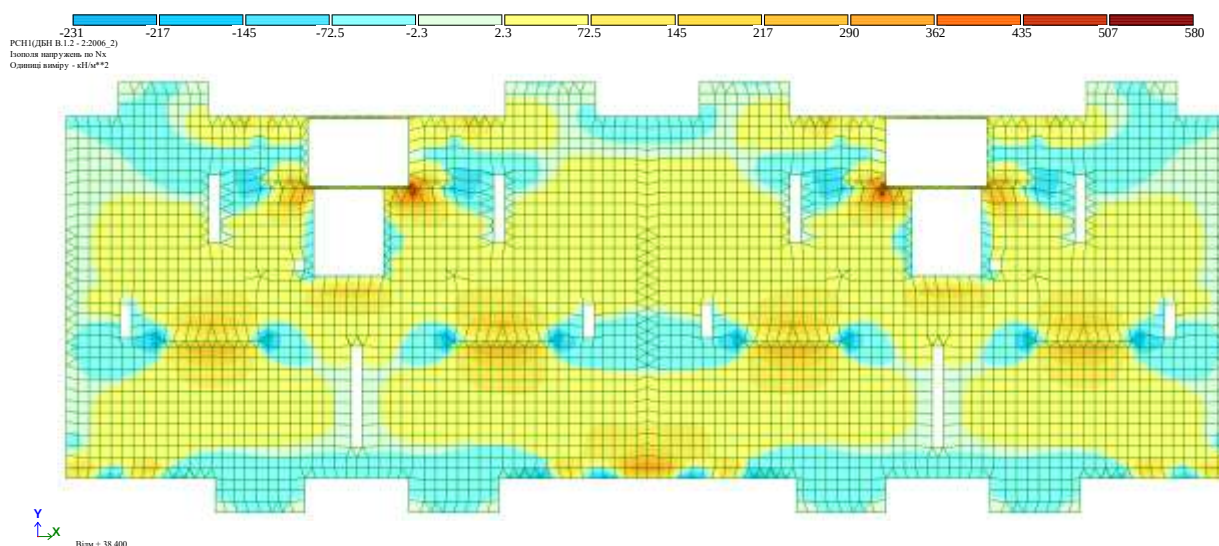
Рисунок 2.7 – Напруження M_y

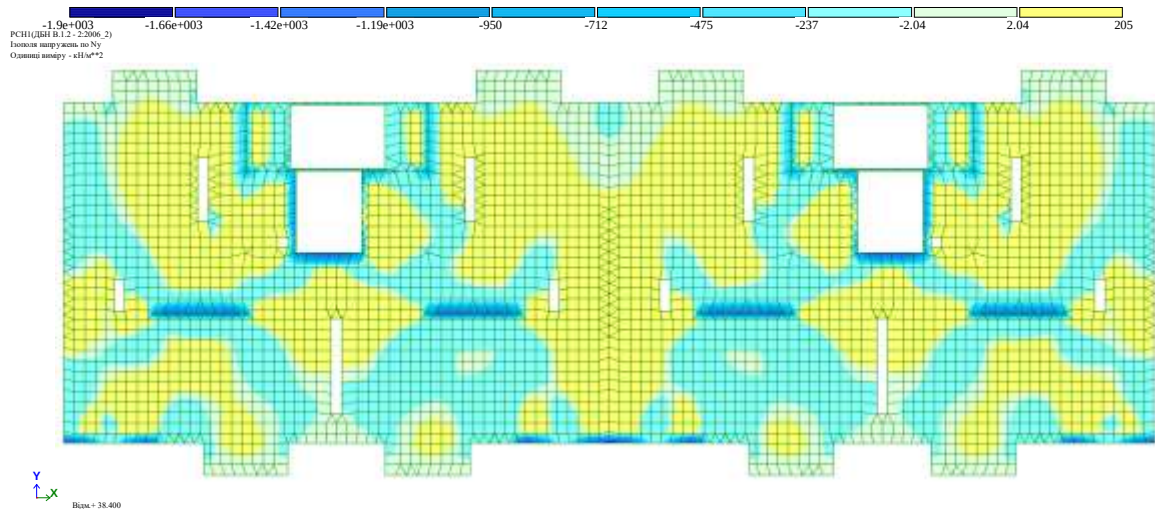
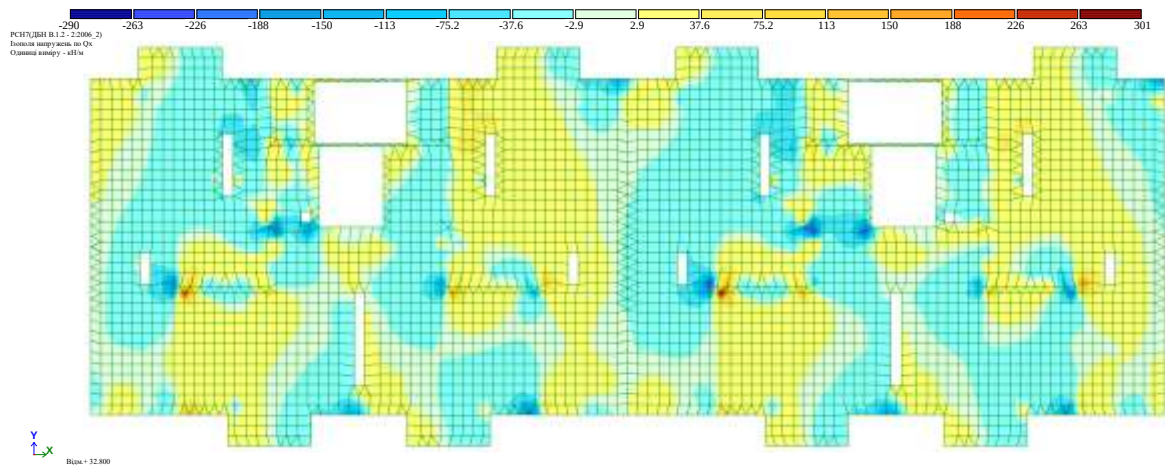
На другому зображенні відображено розподіл поперечних напружень або зсувних моментів. Сині та зелені області вказують на низькі значення, тоді як червоні зони позначають місця з високим рівнем зсуву.

Рисунок 2.8 – Напруження M_{xy}

Особливо помітні ці напруження у вузлах і зонах контакту, де може знадобитися додаткове підсилення для забезпечення безпеки.

Третє зображення показує розподіл напружень, можливо, за іншою проєкцією або пов'язаний з вигинальними моментами. Найвищі напруження знову концентруються біля отворів та по краях плити. Ці ділянки можуть потребувати додаткового аналізу для оптимізації армування або інших конструктивних рішень.

Рисунок 2.9 – Мозаїка напружень N_x

Рисунок 2.10 – Аналогічно N_y Рисунок 2.11 – Напруження по Q_x

2.1.5 Конструктивний розрахунок плити перекриття

На зображенні (рис. 2.12) представлена мозаїка напружень, що виникають у залізобетонній монолітній плиті перекриття, для верхньої грані по осі X . Це візуалізація розподілу напружень у плиті при обраних навантаженнях, виконана за розрахунком згідно з ДБН В.2.6-98:2009.

У мозаїці відображено зони, де рівень напружень змінюється залежно від конструктивної форми та наявності вирізів і опор. Червоні та жовті області демонструють зони з підвищеними значеннями напружень, де концентруються основні силові потоки. Найвищі значення напружень

спостерігаються в зонах, близьких до опорних елементів, зокрема біля колон і отворів. Ці зони потребують додаткового армування для забезпечення надійності та стійкості конструкції.

У місцях, де напруження мінімальні (зелені зони), плита може мати меншу інтенсивність армування, що оптимізує використання матеріалів і знижує загальну вагу конструкції. Такий підхід до розподілу арматури дозволяє уникати зайвого перенавантаження в непотрібних зонах, забезпечуючи економічну ефективність конструкції.

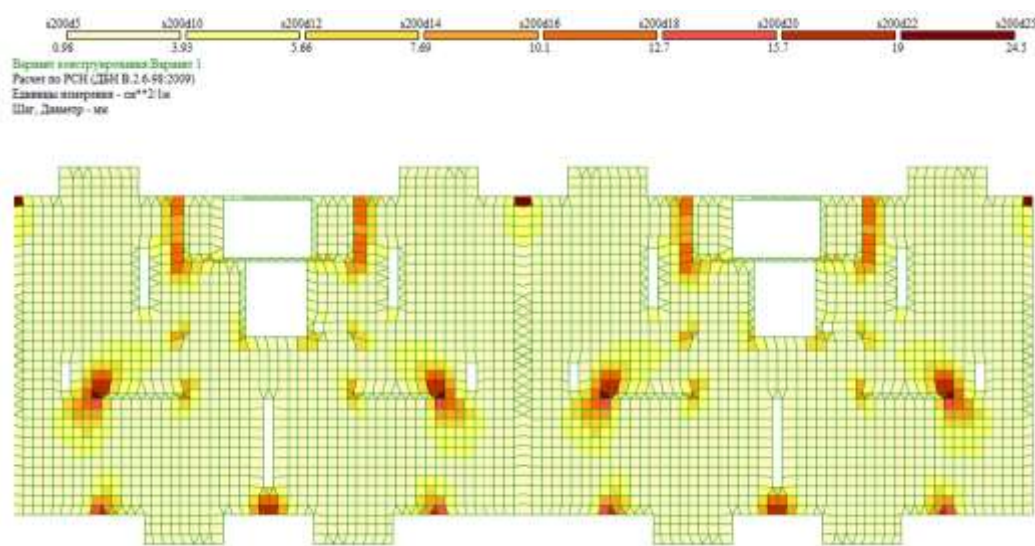


Рисунок 2.12 – Виконання армування плити по осі X (верхня грань)

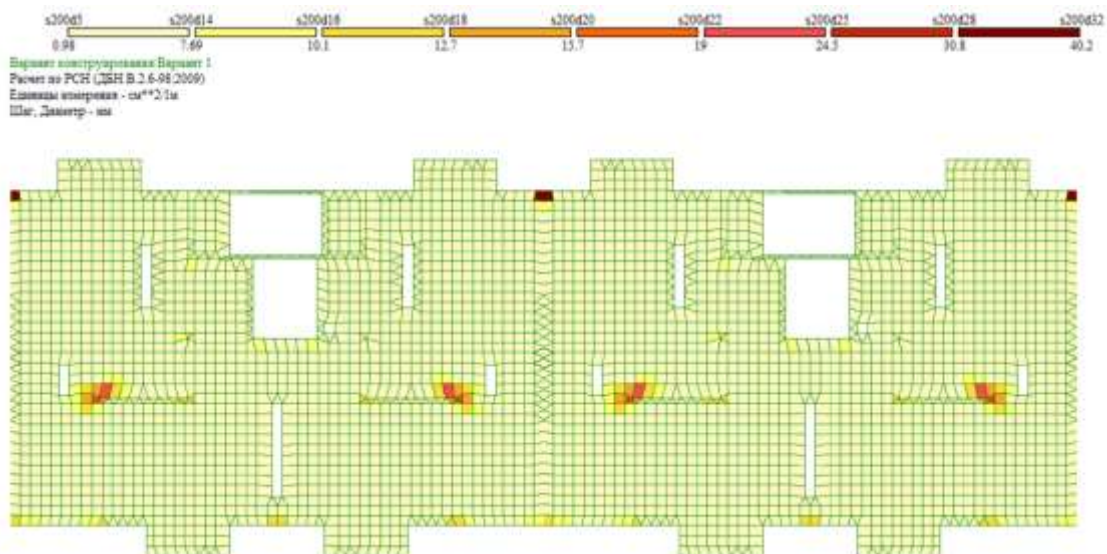


Рисунок 2.13 – Виконання армування плити по осі Y (верхня грань)

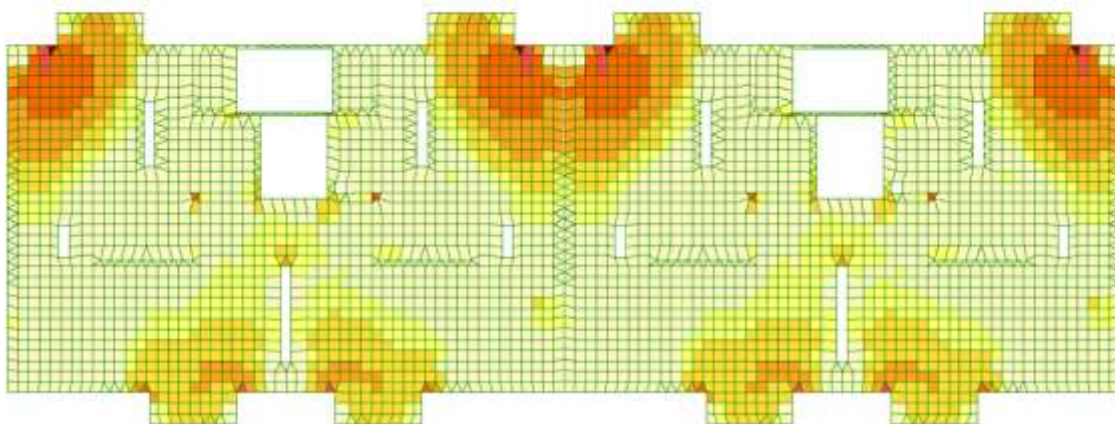
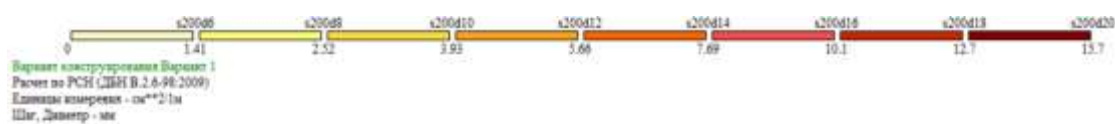


Рисунок 2.14 – Нижня грань – аналогічно по Х

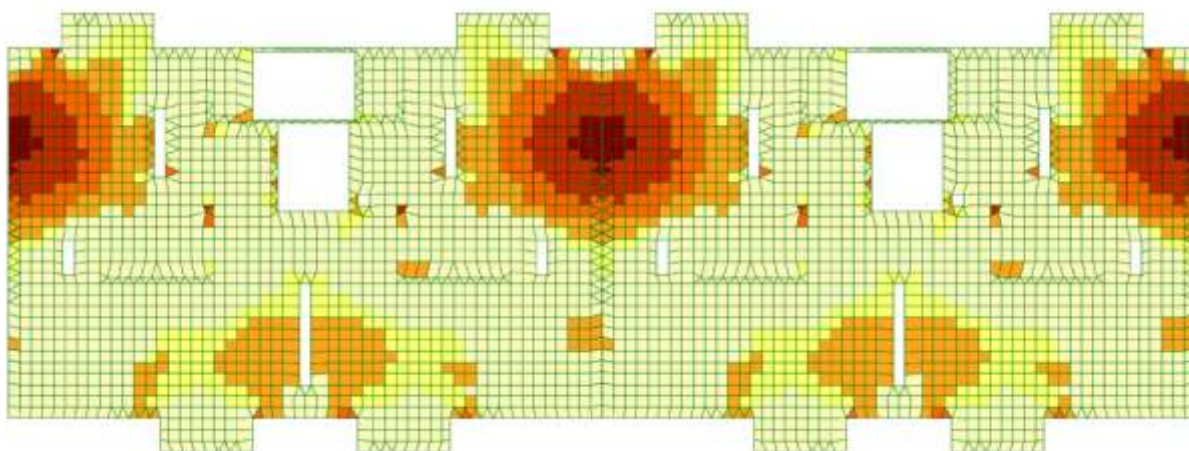
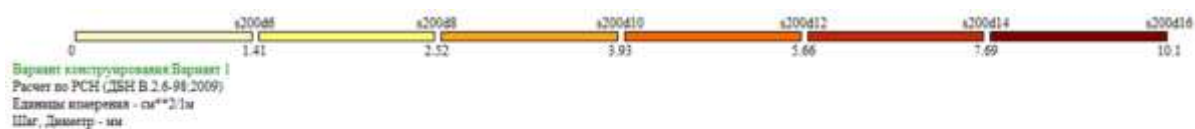


Рисунок 2.15 – Нижня грань – аналогічно по У

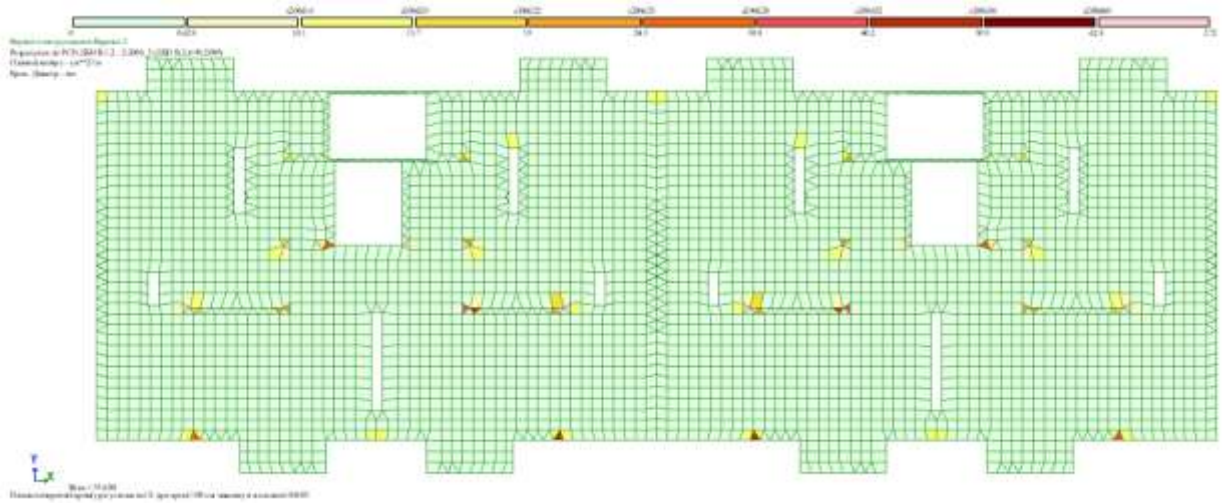


Рисунок 2.16 – Проектування поперечної арматури (ось X)

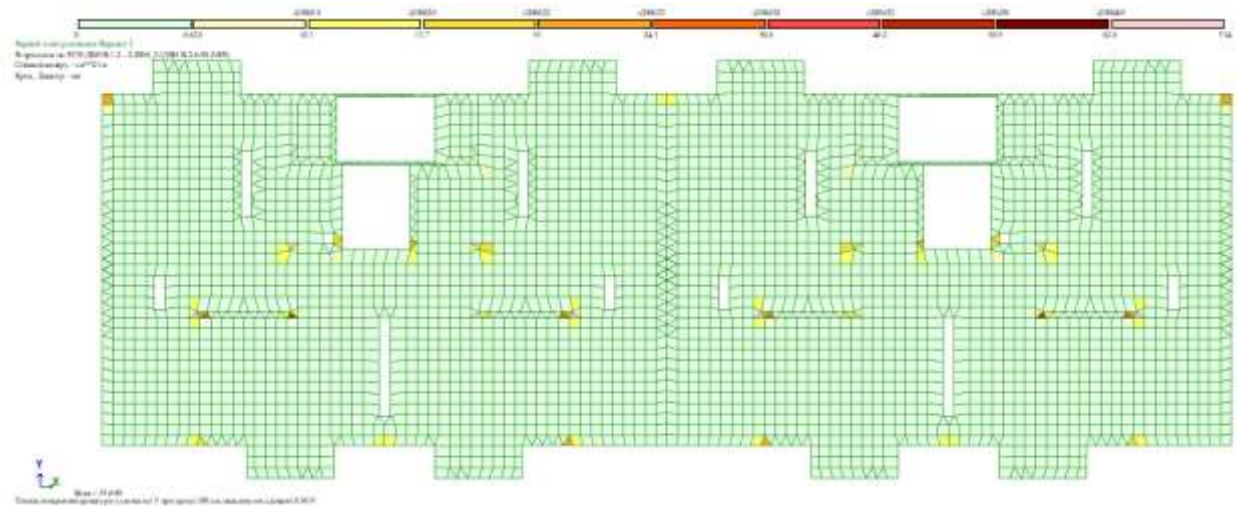


Рисунок 2.17 – Проектування поперечної арматури (ось Y)

Для забезпечення міцності плити перекриття в зонах, де спостерігаються підвищені напруження та можливе продавлювання, прийнято рішення про використання додаткового поперечного армування. На таких ділянках застосовується арматура діаметром 16 мм класу А400С для більш рівномірного розподілу напружень, а також арматура діаметром 40 мм класу А400С у найбільш навантажених зонах.

Використання арматури з великим діаметром допомагає ефективно протистояти локальним концентраціям навантажень, підвищуючи стійкість

конструкції до продавлювання та забезпечуючи довговічність експлуатації перекриття.

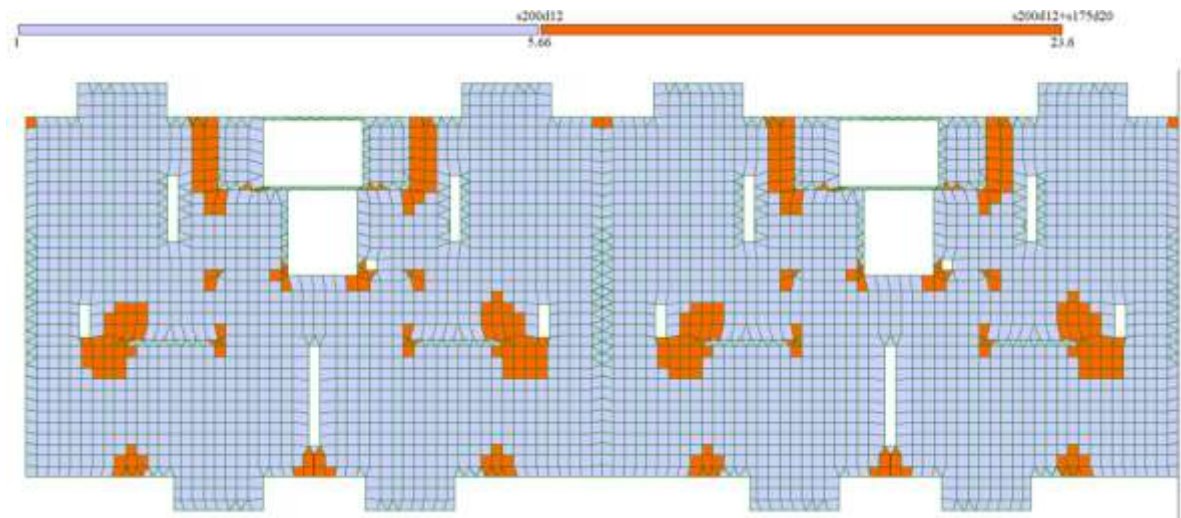


Рисунок 2.18 – Розрахунок армування плити (ось X)

Для забезпечення надійної роботи плити перекриття в типових умовах використовується основна арматура діаметром 12 мм класу А400С з кроком 200 мм, що забезпечує площу перерізу арматури $A_s = 565 \text{ мм}^2$.

У зонах підсилення, де потрібно забезпечити додаткову стійкість, використовується арматура діаметром 20 мм класу А400С з кроком 200 мм, що дає площу перерізу $A_s = 3281 \text{ мм}^2$.

Загальна площа перерізу арматури в зонах підсилення становить (2.6):

$$565 + 3281 = 3846 \text{ мм}^2 > 3720 \text{ мм}^2 \quad (2.6)$$

Значення перевищує мінімально необхідну площу. Це свідчить про достатній запас міцності прийнятого армування для забезпечення вимог до несучої здатності конструкції.

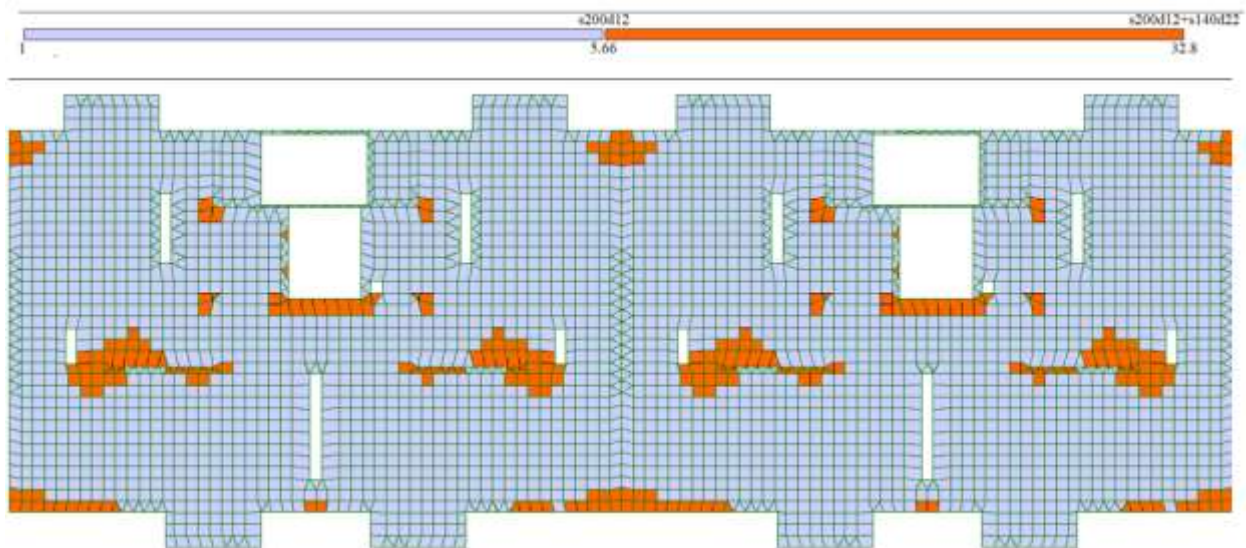


Рисунок 2.19 – Розрахунок армування плити (осі Y)

Для задоволення конструктивних вимог обираємо d12A400C, крок арматури встановлюємо 200 мм. В зонах підсилення обираємо арматуру d20A400C, крок встановлення хомутів 150 мм.

Виконуємо перевірку умови (2.7):

$$565 + 3281 = 3846 \text{ мм}^2 > 3720 \text{ мм}^2 \quad (2.7)$$

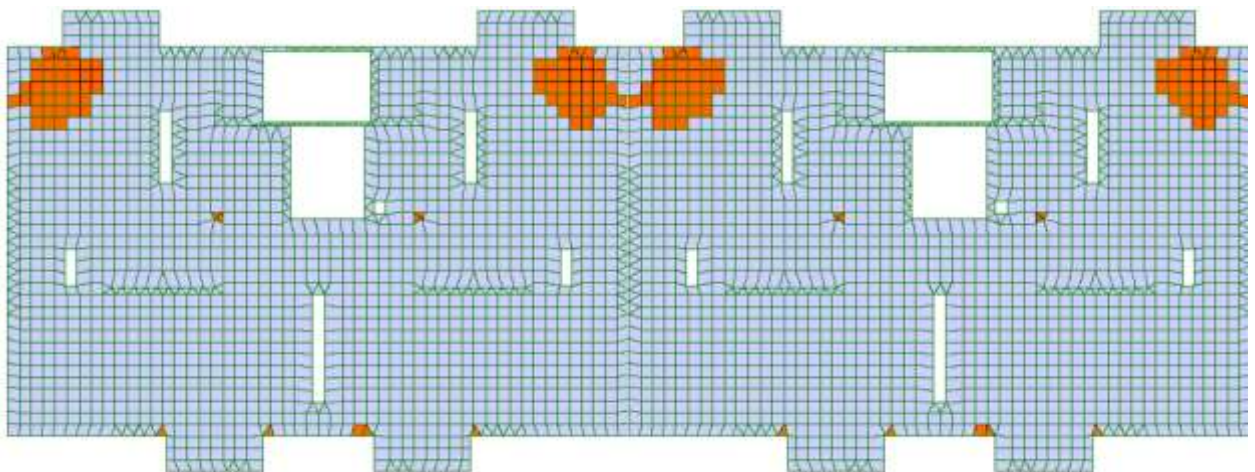


Рисунок 2.20 – Розрахунок нижньої арматури (ось X)

В якості основної арматури обираємо d12A400C, крок 200 мм.

Для підсилення в зазначених зонах обираємо d14A400C, крок 200 мм.

$$565 + 1375 = 1940 \text{ мм}^2 > 1810 \text{ мм}^2 \quad (2.8)$$

Умова виконується.

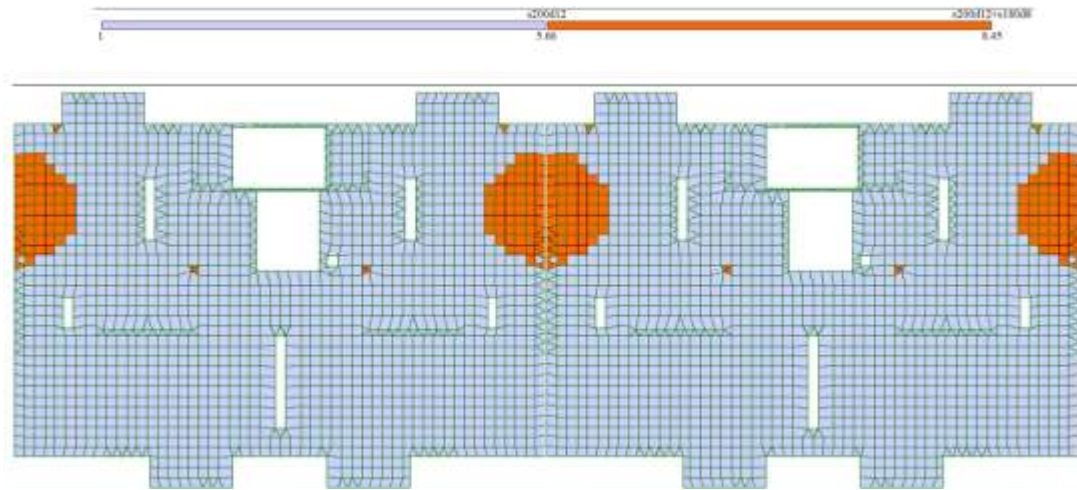


Рисунок 2.21 – Розрахунок арматури по осі Y

В якості основної арматури d12A400C, крок 200 мм.

В якості арматури в зонах підсилення обираємо d8A500C, крок 200 мм.

$$565 + 845 = 1410 \text{ мм}^2 > 1010 \text{ мм}^2 \quad (2.9)$$

Умова виконується. Остаточного обираємо зазначене армування плити перекриття.

2.1.6 Перевірка на розкриття тріщин

Згідно з результатами розрахунку в програмному комплексі «Lira-SAPR», максимальне значення ширини розкриття тріщин при даному способі армування становить $\Delta = 0,3$ мм.

Перевіряємо виконання умови (2.10):

$$w_k \leq w_{k,lim} = 0,3 \leq 0,3 \text{ мм} \quad (2.10)$$

Якщо максимальна ширина розкриття тріщин Δ не перевищує допустиме значення $\Delta_{\text{макс}}$, то прийняте армування відповідає вимогам щодо експлуатаційної придатності конструкції.

В ході розробки конструктивної частини проекту було виконано детальний розрахунок основних несучих елементів багатоповерхового житлового будинку, включаючи плити перекриття, колони, ядра жорсткості та фундаментну систему. Розрахунки проводились з урахуванням усіх діючих навантажень, включаючи постійні, тимчасові, вітрові та снігові впливи, згідно з вимогами ДБН та чинних стандартів.

Армування конструкцій виконано відповідно до розрахованих параметрів навантажень і деформацій, що дозволяє забезпечити необхідні міцність, жорсткість і довговічність будівлі. Використання сучасних методів моделювання в програмному комплексі «Lira-SAPR» дозволило оптимізувати армування та зменшити матеріаломісткість, при цьому дотримуючись нормативних вимог щодо міцності й експлуатаційної надійності.

Окрему увагу було приділено контролю ширини розкриття тріщин, з метою забезпечення довговічності та експлуатаційної надійності будівлі. За результатами розрахунків максимальна ширина тріщин не перевищує допустимих значень, що підтверджує правильність вибору армування і відповідність конструкції нормативним вимогам.

Проведений аналіз та обґрунтовані рішення підтверджують, що обрана конструктивна система, прийняті матеріали та методи армування забезпечують надійну і стійку роботу всіх елементів будівлі протягом усього терміну її експлуатації.

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розробка технологічної карти на монолітні фундаменти

Будівельний майданчик має спокійний рельєф і розташований у зоні наявних споруд, що забезпечує зручний доступ до необхідних інженерних комунікацій, таких як електромережа та водопровід. Це дозволяє використовувати існуючу інфраструктуру як у процесі будівництва, так і після його завершення. Поблизу майданчика проходить автодорога, яка слугуватиме під'їзною дорогою для будівельної техніки та матеріалів.

Благоустрій території передбачає асфальтобетонне вимощення навколо будівлі, а також озеленення шляхом висадки дерев і газонної трави.

Нульовий цикл робіт включає проведення земляних робіт із використанням механізованих засобів, зокрема комплексного набору машин, який забезпечить ефективність і відповідність запланованим термінам. Для облаштування паль використовується установка GD-50, а для розробки котловану — екскаватор CAT 313GT із ковшем зворотної лопати об'ємом 0,65 м³.

Ширина котлованів і траншей по дну визначається з урахуванням розмірів конструкції, додаткових елементів, таких як гідроізоляція і опалубка, а також припуску на кріплення в розмірі 0,2 м. Для вивезення ґрунту обрано автосамоскиди MAN-1244 вантажопідйомністю 9 тонн, розрахунок кількості яких проведено з урахуванням відстані транспортування ґрунту (7 км) та оптимальної місткості кузова.

Транспортування бетонної суміші здійснюється автобетонозмішувачем у режимі періодичного включення. Далі бетон подається до місця укладання за допомогою бетононасоса марки CIFA, що забезпечує точність і зручність роботи.

Для армування використовуються готові арматурні сітки та зварні конструкції. Підготовка основи під підлогу здійснюється методом ущільнення за допомогою віброплит. Монтажне зварювання металевих конструкцій

виконується відповідно до ДСТУ 2456-94 (діючий), використовуючи електроди для ручного дугового зварювання. Обрані зварювальні матеріали та технологія зварювання гарантують міцність і довговічність швів, забезпечуючи необхідний рівень тимчасового опору, твердості та ударної в'язкості металу з'єднань.

Калькуляція трудових витрат на земляні роботи наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Калькуляція трудових витрат на земляні роботи

Обґрунтування ДСТУ	Найменування робіт і процесів	Од. вим. об'єму робіт	Об'єм робіт, м3	Норма часу маш.-змiна	Витрати праці на весь об'єм, маш.-змiна	Розцінка за од. вим.	Зарплата на весь об'єм робіт	Склад ланки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-I-34	Зрізання рослинного шару бульдозером	1000 м2	3,3	0,67	2,22	0,74	2,36	машиніст бр-1
2-I-II	Розробка ґрунту екскаватором САТ 313GT	100 м3	35,4	2,31	80,73	2,41	85,62	машиніст бр-1
2-I-22	Розробка недобору бульдозером	100 м3	3,4	0,51	1,7	0,54	2,01	машиніст бр-1
2-I-34	Зворотня засипка	100 м3	7,5	0,32	2,36	0,32	2,56	машиніст бр-1
	Разом:				87,22		92,55	

3.1.1 Технологія влаштування буронабивних паль

Палі використовуються для передачі навантаження від будівлі на глибокі шари ґрунту, забезпечуючи стабільність і стійкість конструкції. Залежно від взаємодії з ґрунтом, палі поділяються на висячі, які передають навантаження за рахунок тертя по боковій поверхні, і палі-стояки, які спираються на міцніші шари ґрунту.

Розташування паль на плані визначається характеристиками навантаження, розташуванням осей будівлі та типом споруди, що дозволяє досягти рівномірного розподілу навантаження. Монтаж фундаментів із паль

виконується комплексно-механізованим способом, з використанням сучасного устаткування і технологій, що забезпечують високу точність і ефективність виконання робіт.

Для буронабивних паль діаметром 620 мм розроблено калькуляцію трудових витрат, графік виконання робіт, матеріально-технічні ресурси та техніко-економічні показники. Процес облаштування фундаменту включає кілька етапів, зокрема буріння свердловини, встановлення армокаркасу, бетонування, а також витягування обсадного кондуктора після завершення заливання бетону. Роботи виконуються за технологічною картою, яка регламентує послідовність та вимоги до кожного етапу.

Перед початком монтажу паль виконуються підготовчі роботи, серед яких розробка котловану, планування поверхні, облаштування систем водовідведення та під'їзних шляхів, підведення електроенергії, а також геодезичне розбиття осей. Монтаж копрового устаткування забезпечує точність у розташуванні паль, відповідно до проектної документації, що сприяє ефективній і надійній установці пальових фундаментів для майбутньої будівлі.

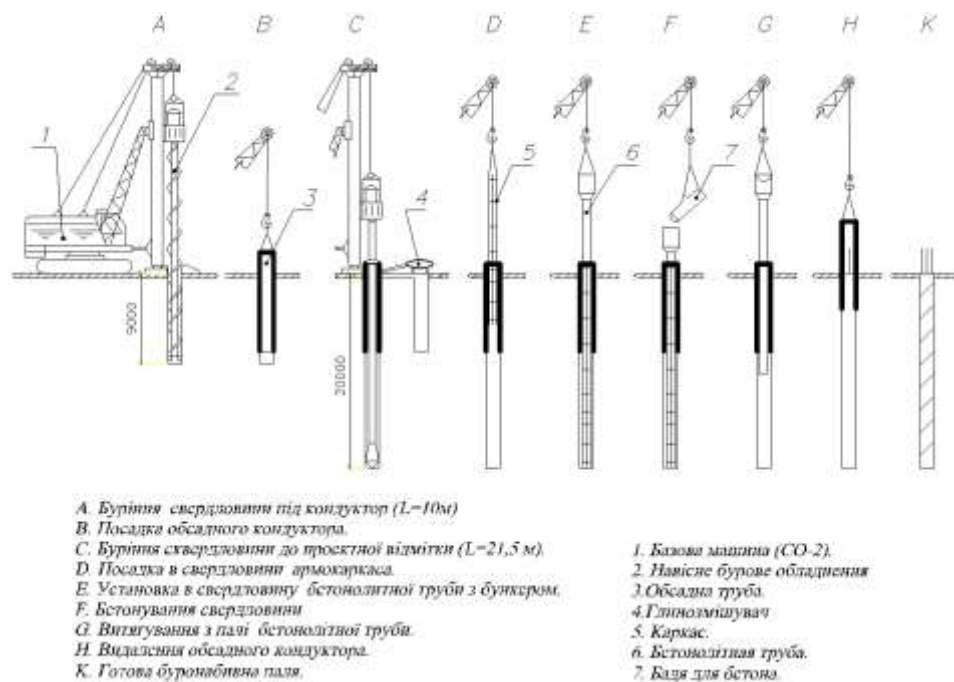


Рисунок 3.1 – Технологія влаштування буронабивних паль

Принцип спорудження пальових фундаментів із бурін'єкційних паль полягає у створенні свердловини за допомогою бурильної установки DG-50, яка бурить ґрунт заданого діаметра (600 мм) і глибини (9,0 м). Після завершення буріння в свердловину встановлюється арматурний каркас палі, а потім заливається бетонний розчин.

У випадках, коли ґрунт насичений водою, а відстань між свердловинами менша за 1,5 м, буріння виконується через одну свердловину, щоб уникнути небажаних зміщень ґрунту. Бетонний розчин укладається за допомогою труби безперервно, що забезпечує рівномірне заповнення свердловини.

Таблиця 3.2 – Калькуляція трудових витрат для технологічної карти

Обґрунтовуван, шифр	Найменування робіт і процесів	Од. вим.	Об'єм робіт	Норма часу, люд.год, маш.- змін	Витрати праці на весь об'єм, люд.- год	Розцінка за од. вим.	Зарплата на весь об'єм робіт, грн	Склад ланки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12-68 Т.3, п.46	Буріння свердл під кондуктор буровою установкою	м	144	0,54	3034,8	0,432	2427,8	машиніст 5р-1 машиніст 4р-1 машиніст 3р-1
12-66 п.2	Посадка обсадного кондуктору	1 паля	156	4,7	1641,4	2,58	1136	машиніст 5р-1 машиніст 4р-1 машиніст 3р-1 бетонувальник 4р-1
12-68 Т.3, п.46	Буріння свердловини до проектної відмітки буровою установкою	1 паля	156	0,54	3676,6	0,232	2341,2	машиніст 5р-1 машиніст 4р-1 машиніст 3р-1
12-66 п.6	Посадка в свердловину армокаркаса	1 паля	156	3,9	1191,8	2,11	847,8	машиніст 5р-1 машиніст 4р-1 машиніст 3р-1 бетонувальник 4р-1
12-66 п.7	Установка в свердловину бетонолітної труби з бункера	1 паля	156	13	3306	5,37	3828	машиніст 5р-1 машиніст 4р-1 машиніст 3р-1 бетонувальник 4р-1

Продовження таблиці 3.2

12-66 п.8з	Бетонування свердловини	1 паля	156	20,5	5521	8,35	4188,7	машиніст 5р-1 машиніст 4р-1 машиніст 3р-1 бетонувальник 4р-1
12-66 п.7	Витягування бетонолітної труби	1 паля	156	13	3306	3,11	1747,8	машиніст 5р-1 машиніст 4р-1 машиніст 3р-1 бетонувальник 4р-1
12-66 п.9	Витягування обсадного кондуктора	1 паля	156	1	310	0,80	449,6	машиніст 5р-1 машиніст 4р-1 машиніст 3р-1 бетонувальник 4р-1
4-1-34 Т.2, п.2а	Влаштування опалубки	м ²	740	0,51	785,4	0,36	554,4	тесляр 4р – 1 тесляр 3р – 1
4-1-44 Т.1, п.1д	Влаштування каркасів в ростве-рку	шт.	1680	2,4	6432	1,63	4368	Армувальник 4р – 1 2р – 1
4-1-49 Т.1, п.1	Вкладання бетонної суміші в ростверк	м ³	1310	0,42	970,2	0,30	693	Бетонувальник 4р – 1 2р – 1
4-1-34 Т.2, п.2а	Зняття опалубки	м ²	740	0,13	100	0,087	74	тесляр 3р – 1 тесляр 2р – 1
	Разом:				179683		123950	

Зведення монолітного залізобетонного ростверку — це багатоступеневий процес, який включає кілька основних етапів: встановлення опалубки, монтаж арматурних каркасів, подачу та укладання бетонної суміші в опалубку, витримку та догляд за бетоном для забезпечення необхідної міцності, а також зняття опалубки після затвердіння бетону.

Опалубка забезпечує необхідні геометричні параметри та форму конструкції. До опалубки висуваються вимоги щодо міцності, стійкості та точності форми, оскільки вона повинна витримувати вагу бетонної суміші і зберігати точність контурів фундаменту до моменту затвердіння бетону.

3.2 Календарне планування будівельного виробництва

Календарне планування будівельного виробництва є невід'ємною частиною управління будівельним проєктом, яка дозволяє ефективно організувати процеси будівництва, оптимізувати використання ресурсів і забезпечити своєчасне виконання робіт.

Основне завдання календарного планування полягає у визначенні послідовності та тривалості виконання будівельних робіт із урахуванням технологічних вимог, ресурсних обмежень, а також інших умов, що можуть впливати на перебіг будівельного процесу.

Процес календарного планування охоплює кілька ключових етапів, включаючи визначення основних фаз проєкту, розробку графіку виконання робіт, облік часу на мобілізацію та демонтаж техніки, організацію поставок матеріалів та розподіл трудових і технічних ресурсів. Розроблений календарний графік дозволяє контролювати реалізацію проєкту, визначати критичний шлях та коригувати план у випадку непередбачених ситуацій.

Важливою складовою календарного планування є визначення обсягів будівельних робіт, що полягає у розрахунку необхідних ресурсів для виконання кожного етапу будівництва.

Обсяг робіт визначається на основі проєктної документації, яка містить специфікації, креслення та технологічні вимоги до окремих елементів об'єкта. Зокрема, враховуються обсяги земельних, бетонних, монтажних, оздоблювальних та інших видів робіт, а також кількість необхідних матеріалів та кількість робітників для кожного етапу.

Розрахунок обсягів будівельних робіт дозволяє точно спланувати потребу в ресурсах, оцінити тривалість кожного процесу та сформувати оптимальний графік виконання робіт. Важливо для проєктів, які мають обмежений термін реалізації, а також для проєктів, які виконуються в умовах обмеженого фінансування чи ресурсів. Використання точних даних про обсяги робіт та календарного графіка дає можливість не лише уникнути простоїв і

перевитрат, а й підвищити загальну ефективність будівництва та забезпечити високий рівень контролю на всіх етапах реалізації проєкту.

3.2.1 Визначення обсягів БМР

Визначення обсягів БМР наведено в табл. 3.3. представленої у вигляді калькуляції трудових витрат.

Таблиця 3.3 – Калькуляція трудових витрат

№ процесу	Найменування процесу	Шифр	Одиниці виміру	Об'єми робіт	На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки	
					Норма часу, люд.год	Норма часу, маш.год	Норма часу, люд.год	Норма часу, маш.год	Професія, розряд	Кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Планування території	3-23-2	1000м ²	0,82	-	-	0,25	1,6	Машиніст 5р	1
2	Розробка ґрунту екскаватором з навантаження в самоскиди	1-162-4	1000м ³	0,17	31,77	42,6	24,26	32,8	Машиніст 5р Робітник	3 5
3	Розробка ґрунту у відвал	1-162-4	1000м ³	2,47	17,23	37,41	309	670,4	Машиніст 5р Робітник	3 5
2	Розробка ґрунту вручну	1-162-4	100м ³	0,5	233	-	118,8	-	Робітник	5
5	Улаштування щебневої підстилки	6-15-1	м ³	256	2,4	614,4	124,48	1662,61	Робітник	4
6	Улаштування фундаментних паль	4-1-46	шт	156	2,34	25,78	1503,84	1500	Бетоннувальник 4р-1 2р-3	8
7	Улаштування монолітних стін підвалу	46-27-3	100м ³	9,24	7,55	130,36	88,4	1204,52	Бетоннувальник 4р-1 2р-3	8

8	Улаштування монолітних стін	4-1-46	100м ³	13,5	18,13	274	244,8	3699	Бетоннувальник 4р-1 2р-3	8
9	Улаштування монолітного перекриття підвалу	4-1-34	100м ³	707	0,61	39,45	429,84	27891,12	Бетоннувальник 4р-1 2р-3	8
10	Гідроізоляція фундаменту	6-15-1	м ²	90,67	16,94	240,61	1536	21816,10	Бетонник 4р-1 2р-3	4
11	Засипка пазах котловану	1-166-4	100м ³	31,5	2,34	25,78	73,84	812,07	Машиніст 5р Робітник	25
12	Ущільнення ґрунту пневмотрамбівками	46-40-1	100м ³	324	0,237	2,71	76,88	878,04	Робітник	5
13	Улаштування монолітних колон	46-27-3	100м ³	9,24	7,55	130,36	88,4	1204,52	Бетоннувальник 4р-1 2р-3	8
14	Улаштування монолітних стін (ядер жорсткості)	4-1-46	100м ³	13,5	18,13	274	244,8	3699	Бетоннувальник 4р-1 2р-3	8
15	Улаштування монолітного перекриття	4-1-34	100м ³	707	0,61	39,45	429,84	27891,12	Бетоннувальник 4р-1 2р-3	8
16	Улаштування сходових маршів	5-28-17	шт	48	4,32	58,38	8,64	116,76	Монтажник 4р.-1 3р.-3	8
17	Улаштування зовнішніх стін з пінобетону	8-6-45	100м ²	20,4	680,2	1471,95	8,64	116,76	Муляр 4р.-2 3р.-4	8
18	Улаштування теплоізоляції стін із мін.вати	8-6-45	100м ²	27,5	35,38	1471,95	8,64	116,76	Ізолювальник 4р.-2 3р.-4	8
19	Улаштування перегородок з газобетону	8-6-45	100м ²	22,96	197,43	1471,95	677,2	5048,78	Муляр 4р.-2 3р.-4	8
20	Улаштування перегородок з гіпсокартону	8-6-45	100м ²	127,3	197,43	1471,95	677,2	5048,78	Монтажник 4р.-1 3р.-3	30

21	Улаштування теплоізоляції плити перекриття	4-1-33	100м ²	352,4	4,63	59,56	1632	22988,95	Ізолювальник к 4р.-2 3р.-4	8
22	Улаштування пароізоляції	5-13-1	100м ²	5,15	42,4	559,23	218,48	2880,03	Монтажник 4р.-1 3р.-3	6
23	Розухилення поверхні плити перекриття	28-3-45	100м ²	356	0,51	191,12	182,56	68038,72	Монтажник 4р.-1 3р.-3	9
24	Влаштування плоскої покрівлі	5-28-16	100м ²	2	5,04	62,32	10,08	124,64	Монтажник 4р.-1 3р.-3	8
25	Установка віконних систем	10-18-1	100м ²	0,396	107,88	1509	42,72	597,56	Монтажник 4р.-1 3р.-4	8
26	Установка дверних блоків	10-18-3	100м ²	0,353	208,72	2754	73,68	972,16	Монтажник 4р.-1 3р.-4	8
27	Штукатурення поверхності внутрішніх стін	15-65-5	100м ²	2,24	123,32	1686,06	276,24	3776,64	Штукатур 4р.-2 2р.-3	16
28	Влаштування підвісних стель	23-13-1	100м ²	324	2,69	2510	-	-	Облицювальник	16
29	Фарбування стін	15-163-1	100м ²	18,76	20,55	421,86	-	-	Маляр	16
30	Влаштування підпідлоги із лінолнума	10-18-1	100м ²	0,396	107,88	1509	-	-	Монтажник 4р.-1 3р.-4	16
31	Влаштування підпідлоги із керамічної плитки	10-18-3	100м ²	241,24	119,78	27540	-	-	Монтажник 4р.-1 3р.-4	24
32	Влаштування вимощення	15-163-1	100м ²	1,2	67,8	67,8	64	64	Маляр	12
Разом люд год							2106,71	2117,5		

Нормативна тривалість зведення об'єкта визначається відповідно до вимог ДСТУ Б.А.3.1-22:2013. Згідно з цим стандартом, для багатоповерхової

каркасно-монолітної житлової будівлі, залежно від її загальної площі, нормативна тривалість будівництва становить близько 27 місяців (3.1):

$$T = 27,1 \text{ місяць} \times 24 \text{ дні} = 805 \text{ днів} \quad (3.1)$$

Приймаємо тривалість будівництва 805 днів. Середня кількість працівників визначається за формулою (3.2):

$$N = \frac{Q_{\text{заг}}}{T} = \frac{8205,16}{650,4} = 13 \text{ (прийнято 16) чол} \quad (3.2)$$

3.2.2 Визначення основних ТЕП

Основні техніко-економічні показники наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – ТЕП проекту

№ п/п	Найменування	Одиниця виміру	Нормативні	Прийняті
1	Тривалість робіт	дні	855	804
2	Загальна площа	м ²	9545	9545
3	Будівельний об'єм	м ³	28852	28852
4	Трудовісткість	люд-зм.	7805,16	7088
5	Машиновісткість	маш./зм.	3727,34	3672
6	Питома трудовісткість	л·зм /м ²	0,81	0,76
7	Питома машиновісткість	маш./зм./м ²	0,057	0,057
8	Питома тривалість	дн/м ²	0,14	0,115
9	Питома вартість	грн./м ²	18883	18883

3.3 Проектування будівельного генплану

Процес проектування генплану починається з аналізу рельєфу, геодезичних даних та інфраструктури навколо будівельного майданчика. Далі розробляється план розташування основних об'єктів, враховуючи специфіку робіт, обсяги матеріалів, які потребують зберігання, та вимоги до транспортування. Особливу увагу приділяють організації під'їзних шляхів і безпечних маршрутів для будівельної техніки, забезпечуючи зручний доступ до всіх зон будівництва.

На будівельному генеральному плані відображаються складські площі, тимчасові будівлі, майданчики для обслуговування техніки, зони відпочинку для працівників, місця для зберігання інструментів і спеціальних матеріалів, таких як арматура та бетон. Передбачені зони зберігання матеріалів забезпечуються відповідними умовами для захисту від погодних впливів, а також організовується система відведення води для запобігання затопленням.

Проектування будівельного генплану дозволяє врахувати всі аспекти роботи на майданчику, забезпечити безпеку, ефективно використовувати ресурси та дотримуватись планових строків будівництва. Відповідне розташування елементів дозволяє оптимізувати процеси, мінімізувати витрати на транспортування матеріалів та забезпечити безперервний процес будівництва, що є важливим для досягнення кінцевих цілей проекту.

3.3.1 Визначення площ складських приміщень

Для організації складів на будівельному майданчику розроблено оптимізоване розташування конструкцій, що дозволяє зменшити необхідну площу для зберігання матеріалів. Більшість будівельних елементів розміщені неподалік зон монтажу або доставляються безпосередньо в зону роботи крана, що мінімізує потребу в великих приоб'єктних складах.

Площі складів на майданчику розраховуються з урахуванням розташування будівельних конструкцій та елементів на території об'єкта. Дані для розрахунку площі отримуються на основі інженерно-геодезичних досліджень, будівельних креслень та генерального плану. Важливим аспектом є доступність місць монтажу та оптимізація логістичних маршрутів для переміщення конструкцій на об'єкті. Розрахунок складських площ проведено в табличному вигляді та наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок площі складів

Найменування матеріалів та од. вимірювань	Потреба у матеріалах		Запас матеріалу		Норма зберігання на 1м²-складу	Корисна площа складу 1м²	Коеф. площі Склад	Повна розрахункова площа складу
	Загальна	Середньо-доб.	Норма Д.Н	Розрахунковий запас				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Руберойд, толь, м2	2476	176,85	10	2476	150	16,5	1,2	19,8
Мінпліта, м3	56,7	14,17	10	56,7	2,0	28,26	1,1	31,08
Щебінь, м3	25,43	2,54	5	18,18	1,5	12,12	1,1	13,33
Цегла т.шт.	616,6	12	5	85,8	1,0	85,8	1,1	94,4
Газобетон т.шт.	416,6	12	5	65,8	1,0	65,8	1,1	54,4

Згідно з генеральним планом, складські зони розташовуються з урахуванням зручності доступу до матеріалів, дотримання логістичних потоків на майданчику та просторових обмежень. Така організація забезпечує ефективне використання простору, зменшує витрати на логістику і сприяє безперервному виконанню будівельних робіт.

Мінеральні плити, руберойд та толь зберігаються на відкритих майданчиках площею 4 на 4 або 4 на 5 метрів відповідно. Додатково на майданчику передбачено спеціальні комори для зберігання матеріалів, розміром 6х7 метра.

Обладнані відповідно до будівельного генплану, ці складські зони сприяють ефективній організації робіт, забезпечуючи легкий та швидкий доступ до матеріалів, необхідних для реалізації проєкту. Такий підхід оптимізує логістичні процеси та підвищує загальну продуктивність на об'єкті.

3.3.2 Визначення площ тимчасових будівель та споруд

Під час проєктування та розрахунку тимчасових будівель і споруд для будівельного майданчика враховується потреба в оптимальній організації робочого процесу та раціональному використанні робочої сили. Кількість робітників, що задіяні у найбільш завантаженій зміні, визначається на основі графіка робіт і становить 56 осіб.

Для ефективного функціонування об'єкта робочу силу розподілено на декілька основних категорій: інженерно-технічний персонал (ІТП), службовці та молодший обслуговуючий персонал (МОП). Частка ІТП складає 10% від загальної кількості робітників, службовці становлять 2,5%, а МОП – 1,5%. На основі цього розподілу загальна чисельність працівників на об'єкті становить 45 осіб.

Для забезпечення ефективної роботи на об'єкті та задоволення потреб персоналу передбачено тимчасові будівлі та споруди службового, санітарно-побутового та виробничого призначення. Вони розміщені згідно з таблицею 3.5, що надає детальний розрахунок і дозволяє визначити оптимальні розміри та розташування цих об'єктів на будівельному майданчику.

Такий підхід забезпечує не тільки ефективне функціонування тимчасових об'єктів, але й покращує умови роботи персоналу протягом будівельного процесу.

Розрахунок площ тимчасових будівель та споруд виконано в табличному вигляді та наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Визначення площ тимчасових будівель та споруд

Найменування тимчасових будівель	Розрахункова чисельність робітників, ІТРМОП	Норма 1 робітника		Розрахункова площа, м ²	Розміри в плані, м	Кількість будівель	Прийнята площа, м ²	Конструктивна характеристика будівлі
		Од. вим	Кількість					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Службові будівлі								
Прорабська	3	м ²	4,0	12	2,7х9	1	24,3	Передвижн
Сторожка	1	м ²	3,0	3	2,7х3	1	8,1	Кон-р
Санітарно-побутові приміщення								
Кім. відпоч.	56	м ²	0,75	42	2,7х9	2	48,6	Передвижн
Вбиральня	56	м ²	0,6	94,08	2,7х18	2	97,2	Пересування
Душова	56	м ²	0,82					
Умивальник	56	м ²	0,06					
Прим. сушіння	56	м ²	0,2	11,2	2,7х6,0	1	16,2	-/-
Туалет	60	м ²	0,1	6	2,7х6,0	1	16,2	Кон-р
Їдальня на 50 місць			11,4х24		Контейнерне 273,6 м ² - 1шт.			

3.3.3 Потреба у водопостачанні

Розрахунок потреби у воді на об'єкті включає всі аспекти використання цього ресурсу, зокрема протипожежні вимоги, які часто переважають загальну потребу у воді для виробничих і господарських потреб, особливо на невеликих

об'єктах. Через це витрата води для протипожежного захисту є головним чинником у розрахунках.

Нормативна витрата води для потреб протипожежного захисту становить 10 літрів на секунду. Відповідно до цього показника розрахований діаметр тимчасового трубопроводу складає 113 мм. Однак, з урахуванням стандартів ДСТУ, остаточний діаметр обрано на рівні 124 мм.

Такий вибір діаметра трубопровідної труби забезпечує надійне водопостачання для протипожежного захисту, відповідаючи вимогам безпеки та нормативам, і забезпечує необхідний обсяг води у разі виникнення пожежі.

3.3.4 Потреба у електропостачанні

Для визначення потрібної потужності трансформаторної підстанції враховуються основні параметри: потужність, потрібна для виробничих (P_p), технологічних (P_t) потреб, а також для внутрішнього ($P_{в.о.}$) та зовнішнього ($P_{н.о.}$) освітлення.

$$\begin{aligned}
 P_y &= 1,1 \left(P_p \cdot \frac{K_{1c}}{C_{осф}} + P_t \cdot \frac{K_{2c}}{C_{осф}} + P_{в.о.} \cdot K_{3c} + P_{н.о.} \right) \text{ кВт} \\
 P_y &= 1,1 \left(140,01 \cdot \frac{K_{1c}}{C_{осф}} + P_t \cdot \frac{K_{2c}}{C_{осф}} + P_{в.о.} \cdot K_{3c} + P_{н.о.} \right) \quad (3.3) \\
 P_y &= 1,1 \cdot 140,01 = 154,01 \text{ кВт}
 \end{aligned}$$

Для кожного типу навантаження застосовуються коефіцієнти попиту (k_{ic}), що враховують кількість і тип споживачів. Крім того, у розрахунок входить коефіцієнт потужності ($C_{осф}$), який впливає на ефективність споживання енергії.

Розрахунок електропостачання здійснено в табличному вигляді та наведено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Визначення необхідності в електропостачанні

№	Найменування споживачів	Од. змін.	Кількість	Питома потужність	Коеф-т потужності	Коеф. попит у Кс	Трансформаторна потужність
1	2	3	4	5	6	7	8
Виробничі.							
1	Штукатурний апарат СО-75	шт.	1	1,5	0,55	0,15	0,4
2	Компресор	шт.	1	4,5	0,8	0,7	3,9
	Разом:	-	-	-	-	-	4,3
Технологічні потреби.							
1	Зварювальний трансформатор.	шт.	2	19,4	0,4	0,35	34
2	Баштовий кран	шт.	1	40	0,4	0,35	34
	Разом:	-	-	-	-	-	68
Внутрішнє висвітлення.							
1	Раб. місця при оздоблювальних роботах	100м ²	2,96	1,5	1,0	0,8	23,3
2	Санітарно-побутові приміщення	100м ²	1,38	1,5	1,0	0,8	2,59
3	Їдальні	100 ²	1,24	1,5	1,0	0,8	1,49
	Разом:	-	-	-	-	-	27,38
Зовнішнє освітлення.							
1	Буд майданчики	1000м ₂	20	1,5	1,0	1,2	36
2	Відкритих складів	1000м ₂	1,4	0,35	1,0	1,0	0,41
3	Головних проїздів	1000м ₂	1,7	0,6	1,0	1,0	1,02
4	Аварійне освітлення	1000м	1,7	2,0	1,0	1,0	3,4
	Разом:	-	-	-	-	-	40,33
	Всього:	-	-	-	-	-	140,01

Також застосовується коефіцієнт 1,1, що враховує втрати потужності в мережі, дозволяючи розрахувати необхідну потужність трансформатора з урахуванням реальних умов експлуатації на будівельному майданчику.

Тому обираємо трансформатор потужністю 160 кВт для забезпечення всіх потреб на будівельному майданчику.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

4.1 Розробка локального кошторису

Локальний кошторис для будівельного проєкту – це фінансовий інструмент, що відображає детальний перелік витрат і бюджет на кожен етап реалізації об'єкта. Такий кошторис не лише відображає основні витрати на будівельні роботи, матеріали та обладнання, але й дозволяє керувати бюджетом на основі ринкових цін і специфічних вимог конкретного проєкту. Його структура зазвичай охоплює інформацію про витрати на будівельні та монтажні роботи, а також на транспорт, технічне обслуговування, логістичні потреби та організацію праці.

Під час складання локального кошторису враховуються місцеві умови, що можуть впливати на ціну матеріалів і ресурси, а також ринкові коливання цін. Це дозволяє уникнути неочікуваних витрат, забезпечуючи реалістичний прогноз загальних видатків. Локальний кошторис також служить документом для контролю витрат на різних стадіях проєкту, дозволяючи замовнику відслідковувати фінансовий стан об'єкта та вчасно коригувати ресурси при необхідності.

Програмний комплекс «Будівельні технології КОШТОРИС 8» використовується для автоматизації процесу підготовки та контролю кошторисної документації. Він дозволяє оперативно розраховувати договірні суми та відображати акти приймання виконаних робіт на будь-якому етапі будівництва. Використовуючи цей комплекс, можна отримати доступ до інформації про договірні зобов'язання, а також швидко перевіряти прогрес виконання за вартістю і трудовитратами. Інструменти автоматизації, які надає програма, полегшують аналіз виконаних робіт, залишків фінансування, а також дозволяють створювати зручні реєстри та звіти 3.

Загалом, локальний кошторис є інструментом для управління фінансами, що сприяє прозорості, чіткості планування і контролю ресурсів. Завдяки використанню програмних засобів, таких як «Будівельні технології

СМЕТА 8», компанія отримує змогу ефективно розподіляти ресурси, планувати витрати та підвищувати економічну ефективність будівельного процесу, що в свою чергу мінімізує ризики та дозволяє дотримуватись запланованих бюджетних меж.

Локальний кошторис розраховано згідно ринкових цін станом на 01 листопада 2024 року та наведено в Додаток А.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ

5.1 Визначення небезпечних та шкідливих факторів на майданчику

Охорона праці охоплює комплекс заходів і засобів, які спрямовані на захист здоров'я та життя працівників під час трудових процесів. Ефективне управління охороною праці потребує науково обґрунтованих підходів до ідентифікації ризиків та оцінки рівня безпеки на конкретних робочих об'єктах. Це дозволяє визначити потенційні небезпечні та шкідливі фактори та розробити відповідні стратегії для їхнього контролю.

Основною метою системи охорони праці є зниження ризиків нещасних випадків та професійних захворювань, одночасно забезпечуючи працівникам комфортні умови для продуктивної роботи. Для цього проводиться оцінка рівня ризику, яка допомагає визначити пріоритетні заходи для покращення умов праці. Небезпечні та шкідливі фактори ідентифікуються згідно з нормативними положеннями щодо розслідування інцидентів на підприємствах та аналізуються у табличному форматі для кращої структури й наочності.

Аналіз небезпечних факторів на будівельному майданчику наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Аналіз шкідливих факторів на будмайданчику

№ п/п	Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерело (види робіт)	Кількісна оцінка	Норматив
1	2	3	4	5
1	Обвалення ґрунту	Земляні	Ґрунт – супісок $h_0 = -2,9$ м	ДБН А.3.2-2-2009(р.10) НПАОП 45.2-7.0212
2	Падіння людини з висоти	Земляні Цегляні Бетонні Монтажні Покрівельні	$h = 2,9$ м $h = 29,4$ м $h = 29,4$ м $h = 29,86$ м $h = 29,86$ м	ДБН А 3.2-2-2009 п.10 п.13 п.14 п.17 п.17

Продовження таблиці 5.1

3	Падіння конструкцій і матеріалів з висоти	Земляні Цегляні Бетонні Монтажні Покрівельні Ізоляційні: • зовнішні; • внутрішні. Опоряджувальні: • зовнішні; • внутрішні.	h= 2,9 м h= 29,86 м h= 29,86 м h= 29,86 м h= 2,5 м h= 29,86 м h= 29,4 м h= 29,86 м h= 2,5 м	ДБН А 3.2-2-2009 п.10 п.11 п.13 п.14 п.17 п.16 п.15
4	Експлуатація машин і механізмів	КБ – 401 К – 255 А Підйомник	$R_{\text{св}} = 43\text{м}$ $R_{\text{св}} = 55\text{м}$ $R_{\text{св}} = 14\text{м}$	ДБН А 3.2-2-2009 НПАОП 0.00-1.01-07 НПАОП 0.00-1.36-03
5	Ураження електричним струмом	Машини і механізми Зварювальні апарати Освітлювальні прилади	U = 220-380В U = 6000/380В U = 220В	НПАОП 40.1-1.21-98 ДСТУ Б А.3.2-13:2011
6	Виробничий шум	Шум автотранспорту Шум ущільнення ґрунту Шум ущільнення бетонної суміші Шум компресора	P = 70дБ P = 80дБ P = 60дБ P = 80дБ	ГОСТ 12.1.003-83 ДСН 3.3.6. 037 – 99
7	Вібрація	Ущільнення бетону Експлуатація машин і механізмів	V = 0,02м/с V = 0,04м/с	ДСТУ ГОСТ 12.1.012-2008 ДСН 3.3.6. 039 – 99
8	Вплив шкідливих речовин	Зварювальні (пил) Газоплуменеві роботи (ацетилен) (пари бензину) Опоряджувальні (ацетон)	0,15 мг/м ³ 0,1 мг/м ³ 100 мг/м ³ 200 мг/м ³	НПАОП 0.00-5.23-01 ДБН А 3.2-2-2009 ГОСТ 12.1.005-88
9	Вплив кліматичних факторів	<u>Роботи на відкритому повітрі</u> Земляні Цегляні Бетонні Монтажні Покрівельні Ізоляційні	V<12м/с V<10м/с V<10м/с V<10м/с V<10м/с t=180°C/t=2000°C	ДБН А 3.2-2-2009 ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6. 042 – 99

Продовження таблиці 5.1

10	Недостатня освітленість робочих місць	Земляні Цегляні Бетонні Монтажні Покрівельні Ізоляційні Опоряджувальні: • зовнішні; • внутрішні.	10 лк 10 лк 30 лк 30 лк 30 лк 30 лк 100 лк 150 – 300 лк	ДБН В 2.5-28-2018 ДСТУ Б А.3.2-15:2011
11	Атмосферна електрика	Захист від блискавок	К = III ступінь	ДСТУ Б В.2.5-38:2008
12	Пожежна безпека	Захист від пожежі	$K_{\text{вог}} = \text{II ступінь}$ $K_{\text{п/в}} = \text{Б}$	ДБН В 1.1-7-2016 ДБН В 1.2-7-2008 ДСТУ Б.В. 2.5-38:2008 ДСТУ Б.В.1.1.-36:2016

5.2 Прийняті заходи щодо виключення небезпечних факторів

При виконанні монтажу в умовах ущільненого котловану, де є ризик впливу на існуючі будівлі або споруди, а також на об'єкти будівельного майданчика, проект має передбачати конструктивні рішення для підтримки стін котловану у стійкому стані. Це допомагає уникнути небезпечного зсуву стінок котловану, зокрема завдяки спеціальним заходам для забезпечення горизонтальної стійкості.

Таблиця 5.2 – Правила влаштування укосів при земляних роботах

Ч/ч	Вид ґрунту	Крутість укосу (відношення його висоти до закладення) при глибині виїмки, м, не більше / найбільша крутість укосу (град.)		
		1,5	3,0	5,0
1	Насипний незлежаний	1:0,67/56	1:1/45	1:1,25/38
2	Піщаний	1:0,5/63	1:1/45	1:1/45
3	Супісок	1: 0,25/76	1:0,67/56	1:0,85/48
4	Суглинок	1:0/90	1:0,5/63	1:0,75/53
5	Глина	1:0/90	1:0,25/76	1:0,5/63
6	Лесовий	1:0/90	1:0,5/63	1:0,5/63
Примітка 1. При нашаруванні різних видів ґрунту крутість укосів призначають за найменш стійким видом стосовно обвалення укосу.				
Примітка 2. До незлежаних насипних відносяться ґрунти з давниною відсіпання до двох років для піщаних; до п'яти років — для пилувато-глинистих ґрунтів				

Роботи, що потребують перебування працівників у відкритих виїмках із вертикальними стінками, дозволяється виконувати без додаткових укріплень лише на певній глибині залежно від типу ґрунту: до 1 м у піщаних та неосідлих ґрунтах, до 1,25 м у суглинках, до 1,5 м у глинистих ґрунтах. При облаштуванні траншей глибиною понад 3 м необхідно розробляти конструкцію кріплень з урахуванням навантаження на призму насипу, враховуючи перетин дощок, відстань між стояками, анкерні системи тощо.

В умовах складної гідрогеології або наявності водонасичених ґрунтів доцільно застосовувати шпунтові огорожі для забезпечення стійкості. Шпунт використовується для захисту котлованів на глибині понад 6 м або в щільних, твердих ґрунтах. При глибших виїмках, ущільнених умовах або насичених водою ґрунтах необхідно встановлювати додаткові кріпильні елементи для стабілізації конструкції.

Для безпечного пересування людей через розкопки необхідно встановлювати спеціальні містки, освітлені вночі. До робочих місць повинні бути облаштовані підйомні пристрої (сходи, драбини) шириною не менше 0,6 м із захисними огорожами. Вони мають розташовуватись не далі ніж 10 м від робочого місця і виступати на 1 м над краєм виїмки.

При бетонних роботах перекриття опалубки повинно бути обгороджене по всьому периметру, а всі отвори в перекритті закриті міцними щитами. У випадках, коли отвори необхідно залишити відкритими, їх потрібно захищати металевими решітками для забезпечення безпеки. На зовнішньому периметрі розсувної опалубки, для захисту працівників від падіння предметів, встановлюються козирки шириною, не меншою за ширину риштування.

При виконанні монтажних робіт монтажники повинні знаходитись лише на надійно закріплених конструкціях, встановлених заздалегідь, або на засобах моцнення. Під час підйому чи переміщення елементів конструкцій або обладнання перебування працівників на них заборонено. Перед підйомом на монтуємі конструкції встановлюються монтажні майданчики, драбини та інші засоби, необхідні для безпечної роботи на висоті. Пересування між

конструкціями має здійснюватися по сходах або драбинах із поручнями, які забезпечують необхідну безпеку, або зі спеціальними страховочними засобами.

При організації покрівельних робіт важливо забезпечити наявність не менше двох евакуаційних виходів та засобів пожежогасіння, особливо при роботах, які виконуються газополум'яним методом. На плоских дахах, де відсутні огорожі, робочі місця необхідно огородити відповідно до встановлених стандартів.

Ізоляційні роботи, зокрема спускання або підйом гарячого бітуму, виконуються із застосуванням ємностей із закритими кришками. Ці ємності переміщуються в закритих контейнерах для запобігання витоку матеріалу. Підніматися чи спускатися з такими ємностями по сходах заборонено.

Для виконання опоряджувальних робіт на висоті робочі місця мають бути облаштовані сходами або обладнанням для вимощення. Підлога в місцях інших робіт повинна бути суцільною, без зазорів. Внутрішнє оштукатурювання, монтаж карнизів та декоративних елементів інтер'єру здійснюються з риштувань або пересувних столів, встановлених на надійну основу. Зовнішні штукатурні роботи виконуються з вертикальних або підвісних риштувань. У випадках, коли роботи ведуться на внутрішніх сходових клітках, застосовуються спеціальні риштування зі змінною довжиною опор, які забезпечують горизонтальний робочий настил із парапетними огородженнями.

5.3 Запобігання падіння матеріалів з висоту

Проектування та виконання будівельних робіт потребує ретельного дотримання правил безпеки та запобіжних заходів для збереження життя і здоров'я працівників. Під час проведення монтажу конструкцій у межах котлованів або поблизу інших споруд проєктні рішення передбачають спеціальні заходи для забезпечення стійкості стінок котлованів, щоб уникнути

небезпечного зміщення. Для бетонних робіт передбачені спеціальні методи захисту працівників від падіння предметів, що можуть опинитися в робочій зоні. Захист робітників на висоті забезпечується огорожувальними козирками, які розміщують по зовнішньому периметру опалубки для запобігання падінню об'єктів.

У процесі переміщення бетонної суміші за допомогою бункера важливо дотримуватися заходів безпеки, включаючи контроль за положенням затвора для запобігання випадковому виливанню. При монтажі конструкцій забороняється одночасне перебування працівників на декількох ярусах під час переміщення та закріплення конструкцій, якщо не передбачені надійні перекриття, які витримують ударні навантаження. Крім того, тимчасові розтяжки для фіксації конструкцій повинні бути надійно закріплені на відповідних опорах, щоб уникнути контактів з гострими кутами та забезпечити стабільність усієї конструкції.

Особлива увага приділяється безпеці під час виконання скляних чи облицювальних робіт — місця повинні бути огорожені, щоб запобігти падінню матеріалів. Робота на декількох ярусах по одній вертикалі забороняється. При розвантаженні транспорту водії мають залишатись поза небезпечною зоною, щоб уникнути травматизму.

5.3.1 Захист від ураження електричним струмом

Мобільне обладнання повинно бути стабільним і надійним у всіх умовах його використання, особливо з урахуванням особливостей конструкції та роботи. Для підйому робітників слід застосовувати спеціально призначене для цього обладнання, оснащене надійними засобами зв'язку, що дозволяє миттєво повідомити про загрозу та організувати евакуацію за необхідності. Працівники мають бути захищені від можливості перебування під піднятим вантажем, оскільки переміщення вантажів над робочими місцями, де перебувають люди, суворо заборонене. Якщо інші методи виконання роботи

неможливі, необхідно передбачити спеціальні заходи безпеки, щоб мінімізувати ризики.

Роз'ємні вантажозахоплювальні пристрої слід зберігати у відповідно організованих зонах на складах або під навісами, забезпечуючи їх захист від пошкоджень. Їх розміщують на полицях або дерев'яних опорах, щоб уникнути контакту з землею, що може призвести до псування обладнання. Якщо на будівельному майданчику одночасно функціонують кілька кранів або підйомників із зонами роботи, що перетинаються, необхідно вжити заходів для запобігання можливим зіткненням між вантажами чи елементами обладнання.

5.4 Вплив шкідливих речовин

Під час зварювальних робіт для захисту працівників від потенційно шкідливого впливу необхідно дотримуватись ряду заходів безпеки. Зварювальні маски, захисні окуляри та спеціальні щитки використовуються для захисту очей і обличчя від випромінювання та бризок розплавленого металу. Для забезпечення дихання респіратор надівають під маску, захищаючи органи дихання від шкідливих парів та газів. Руки захищають за допомогою краг, а тіло — спеціальним захисним одягом, таким як куртки, комбінезони, штани, та черевики зварника, що забезпечують захист від опіків.

Захист від промислових газів, парів та пилу забезпечується як організаційними, так і технологічними заходами. Автоматизація процесів та вдосконалення технологічного обладнання, зокрема його герметизація, знижують рівень шкідливих викидів. Місцева вентиляція забезпечує відсмоктування токсичних речовин безпосередньо з місця їх утворення, що значно зменшує концентрацію шкідливих речовин у повітрі. Використання індивідуальних засобів захисту, таких як протигази, респіратори, фільтруючі та ізолюючі пристрої, забезпечує додатковий рівень захисту для працівників.

5.5 Пожежна безпека

Пожежна безпека об'єкта є комплексом заходів, які запобігають виникненню пожежі, знижують ризики ураження людей та майна у разі загоряння та забезпечують своєчасну евакуацію і локалізацію джерела пожежі. Забезпечення пожежної безпеки на об'єктах включає технічні, організаційні та протипожежні заходи, що спрямовані на мінімізацію загроз від пожеж.



Рисунок 5.1 – Плакат щодо протипожежних інструктажів

До організаційних заходів належать: розробка інструкцій і правил поведінки на об'єкті, навчання персоналу основним навичкам реагування у

разі пожежі, а також постійний моніторинг дотримання пожежних правил. Важливу роль відіграють регулярні інструктажі для працівників, створення добровільних пожежних дружин, які можуть швидко реагувати на надзвичайні ситуації. Щоденні огляди протипожежного стану приміщень, особливо після завершення робочого дня, є обов'язковими. Окрім того, для забезпечення швидкої евакуації у разі пожежі розробляється план евакуації з чіткими вказівками щодо безпечних маршрутів виходу.

Технічні заходи передбачають дотримання правил і вимог до будівництва та облаштування об'єктів з урахуванням протипожежних норм. Всі будівлі повинні мати вентиляційні системи, що відповідають пожежним стандартам, а в особливо небезпечних зонах встановлюються автоматичні системи пожежної сигналізації і пожежогасіння, зокрема спринклерні системи, які активуються при підвищенні температури до певного порогу. Пожежне водопостачання на об'єкті має бути постійним, а засоби пожежогасіння (вогнегасники, пожежні гідранти) — регулярно перевірятися на справність.

Щоб уникнути накопичення горючих матеріалів, створюються окремі склади для їхнього зберігання з жорстким контролем за кількістю та умовами зберігання. Використання пожежонебезпечного обладнання регулюється особливими правилами, а робота з ним дозволяється лише в спеціально облаштованих місцях, що мінімізує ризик займання.

Також велика увага приділяється евакуаційним виходам, які повинні бути вільними та зручними для доступу. Усі працівники повинні знати, як ними користуватися у разі надзвичайної ситуації, і чітко розуміти, де знаходяться зони збору для евакуації. Важливою частиною системи пожежної безпеки є наявність засобів оповіщення (сигнальні сирени, гучномовці), які повинні працювати належним чином, а також можливість оперативного зв'язку з пожежними службами для швидкого реагування.

РОЗДІЛ 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ

6.1 Оптимізація розробки робочої документації для креслень ЗБК на прикладі фундаментної плити

Основна увага в цьому розділі приділяється армуванню фундаментної плити. На попередньому етапі був створений робочий набір армування, для якого за замовчуванням вимкнено видимість на всіх видах шляхом зняття позначки «видимий» (рис. 6.1). На цьому етапі необхідно зробити цей набір редагованим, після чого підтвердити зміни натисканням кнопки «ОК» та активувати його.

Далі відкриваються робочі набори, знаходиться зазначений набір і перейменовується: спочатку записується «КЖ-1», а потім залишається позначення «армування».

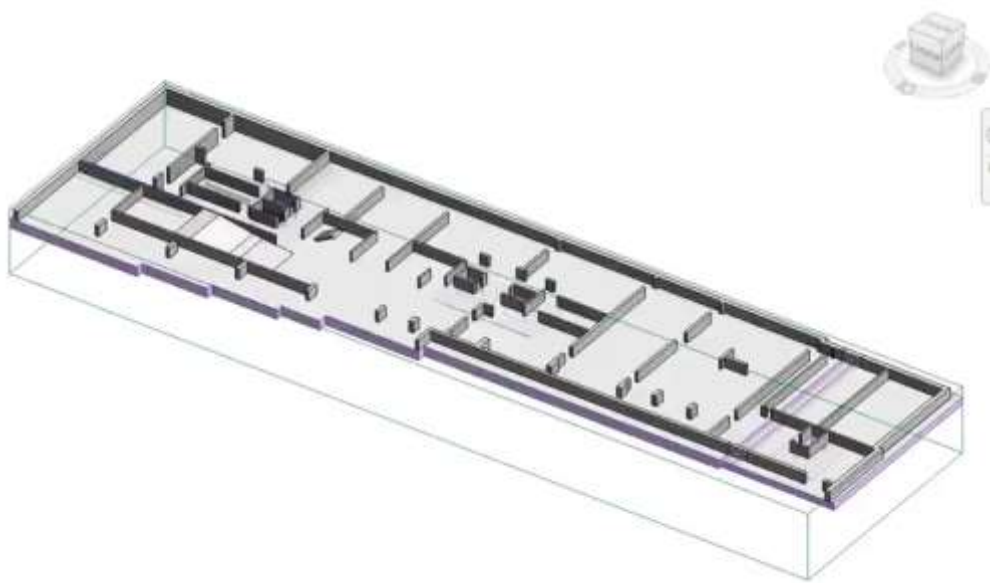


Рисунок 6.1 – Початкова модель будівлі для дослідження

Далі у диспетчері проекту необхідно знайти опалубочний план і створити його копію шляхом копіювання виду без деталізації. Вид слід перейменувати: замість «опалубка» вказується «армування». У

налаштуваннях видимості та графіки необхідно застосувати фільтри, видаливши фільтр «опалубка» та додавши фільтр «армування», після чого приховується видимість для цього фільтра та підтверджуються зміни. У результаті розрізи зникають з плану.

Наступним етапом є повернення на опалубочний план, де обираються всі екземпляри розрізів, копіюються та вставляються на новий план з відповідним вирівнюванням по місцю. Для фундаментної плити в розрізі встановлюється вагу лінії, що дорівнює одиниці, а штрихування вимикається. Після цього активується видимість робочого набору «КЖ01-армування», застосовуються зміни.

Далі у вкладці «вид» створюється новий шаблон виду на основі поточного, після чого вимикається позначка власника виду (рис. 6.2).

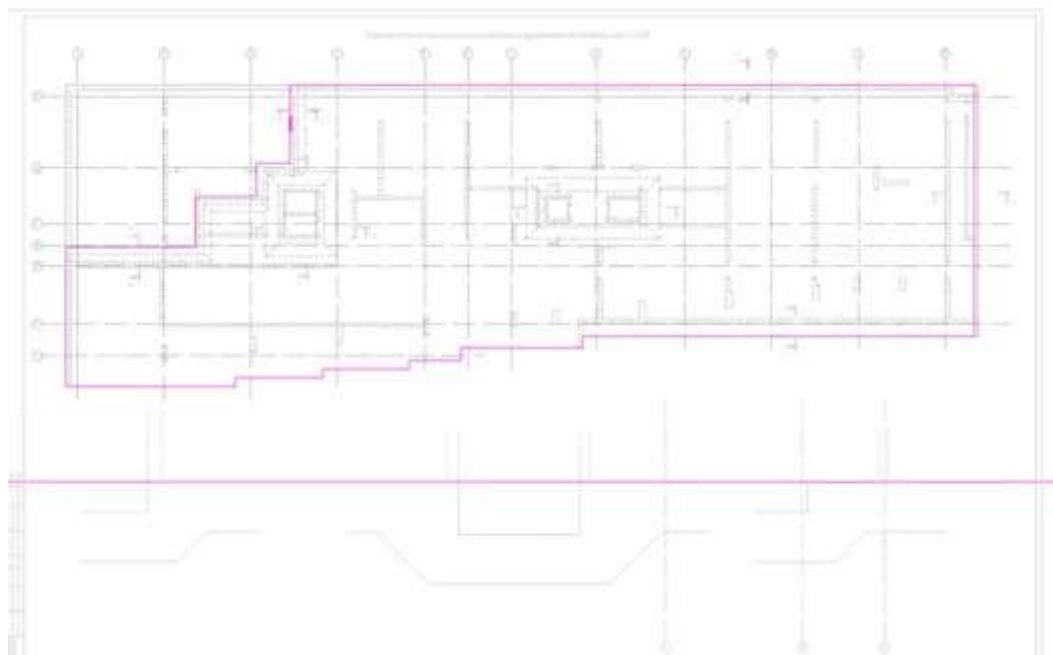


Рисунок 6.2 – Налаштування армування фундаментної плити

Обираються всі розрізи та застосовується новий шаблон. У зв'язку зі зміною масштабу розрізи потребують додаткового вирівнювання. Далі, для підготовки до армування, у налаштуваннях видимості та графіки активується робочий набір армування, який за замовчуванням прихований на всіх видах.

У вкладці «Конструкція» обирається опція розподіленого армування для фундаментної плити, використовуючи інструмент для вибору ліній, охоплюється весь контур плити. Основне напрямок встановлюється вздовж цифрових осей. У властивостях типу обирається нижня арматура за класом А500 з діаметром 25 мм і кроком 200 мм. Після налаштування армування копіюється та вставляється з вирівнюванням по тому ж місцю для додавання армування в напрямку Х з подібними параметрами.

Для досягнення точного розміщення задається додаткове зміщення на діаметр стрижня, 25 мм. Потім, для верхньої арматури по осі Х, налаштовуються аналогічні параметри: клас арматури А500, діаметр 25 мм, крок 200 мм. На кожному етапі відповідні зміни зберігаються.

Для спрощення візуалізації категорія «несуча арматура» приховується, залишаючи видимими лише арматурні сітки. У розрізі сітки перевіряються на правильне розташування та за необхідності коригуються через редагування меж та основного напрямку.

Проводиться налаштування захисного шару фундаментної плити. Поточний захисний шар на 37,5 мм збільшується до 55 мм, шляхом створення нового параметру захисного шару.

У результаті проведених дій отримано необхідні прив'язки арматурних елементів. Після цього доцільно перейти до 3D-виду для візуальної перевірки: основна частина фундаментної плити заармована. Тепер аналогічне армування потрібно виконати в пониженій частині плити. Після завершення варто повернутися на лист та перевірити розташування арматури у розрізах, наприклад, у розрізі 1.1. У цій зоні використовується модель в контексті, і, відповідно, арматурна сітка туди не заходить.

Для вирішення цієї проблеми можливе безпосереднє редагування сітки в розрізі, але це може призвести до неточностей. Тому краще перейти на план, обрати нижнє армування, увійти в режим редагування меж та скоригувати розташування ескізних ліній, змістивши їх на 600 мм під плиту на позначці мінус 3250. Цю операцію слід повторити по всьому периметру в місцях

з'єднання. Аналогічні дії виконуються зі стрижнями у протилежному напрямку.

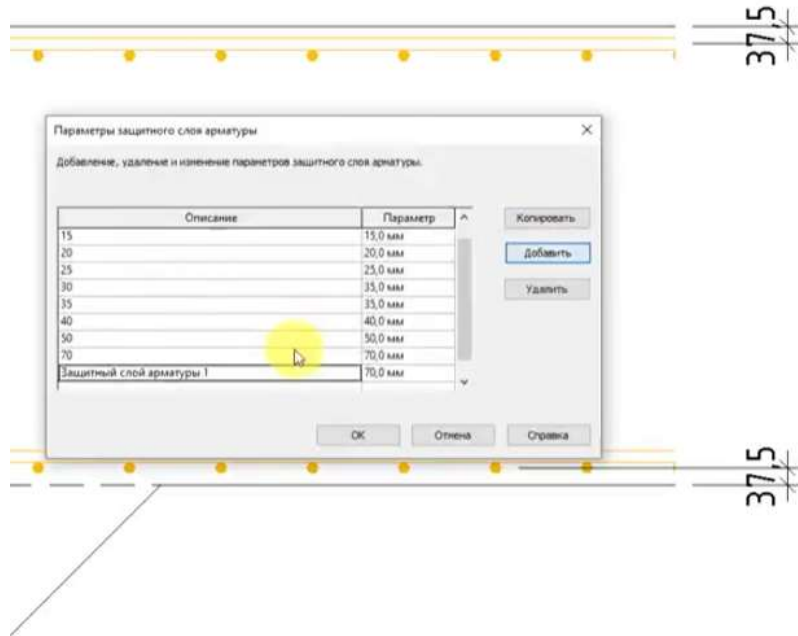


Рисунок 6.3 – Коректне розташування арматурної сітки

Подальшим кроком є налаштування анкерування стрижнів у плиті. Деякі стрижні необхідно подовжити, щоб вони заходили в зону плити, а інші — укоротити. Ці операції виконуються шляхом редагування контуру. Перейшовши на план, вибирається верхнє армування за віссю Y, редагується межа, зміщуючи її на 950 мм у зону основного фундаменту.

Далі створюється допоміжний план. Для цього копіюється поточний план армування, надається умовна назва «деталі» або інша, і зберігається у тимчасових видах. У ньому активується видимість несучої арматури. Через додавання та налаштування фільтрів вибирається існуючий фільтр, що стосується арматури, і створюється його копія з новим ім'ям «Арматура в метрах погонних». У критеріях фільтрації для назви типу зазначено «містить метри погонні».

На розрізі 1.1 додається допоміжний стрижень: вибирається арматурний елемент, у якому він буде розташований, і малюється необхідна

деталь за допомогою інструменту вибору ліній. Після цього для неї встановлюється компоновка з кроком 200 мм. Арматурний стрижень типу А500С із зазначеним типорозміром тепер доступний для перегляду на допоміжному плані.

Для зручності налаштувань деталей можливе збільшення числа елементів із заданим інтервалом або встановлення одного, а далі максимальна відстань. Ці елементи можуть бути віддзеркалені для точного розташування або відкориговані вручну, за потреби, за допомогою стрілок. У зоні тимчасових швів, де необхідні інші П-подібні деталі, елементи, розташовані в нижній частині плити, можна змістити на величину шва, якщо він присутній, і відкоригувати їх розміри у властивостях. Такі елементи будуть виступати з плити, забезпечуючи додаткове армування в критичних зонах.

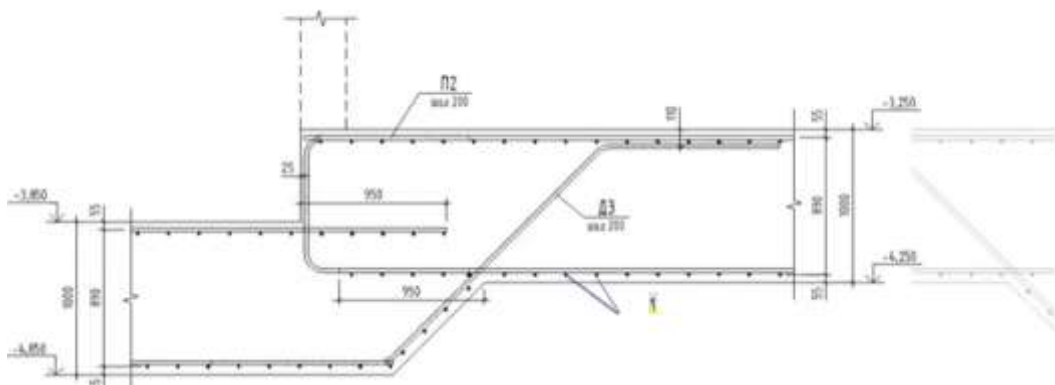


Рисунок 6.4 – Процес налаштування армування в плиті

Таким чином можна розміщувати будь-які конструктивні деталі. Після цього доцільно повернутися на лист та перейти до розрізу 1.1. Вибравши масив П-подібних деталей, їх можна віддзеркалити, наприклад, від середини стіни. Увійшовши в режим редагування ескізу, можна внести необхідні зміни, натиснути «Готово» і отримати нову деталь. За потреби для деталей можна налаштувати залежності та видозмінювати їхні параметри. Ця деталь буде розміщена по всьому периметру перепаду висот.

На допоміжному плані деталь можна віддзеркалити по всьому контуру перепаду. Для армування прямока неабхідно перейти до розрізу 2-2, вибрати арматурний стрижень з потрібним типорозміром і першою формою, встановивши компоновку «кількість з інтервалом» із кроком 200 мм. Після цього стрижень прив'язується до необхідних точок, і на плані з деталями кількість стрижнів коригується за потреби.

Розміщені стрижні можна віддзеркалювати від кута прямока, переходити на розрізи для коригування позиції та редагувати розміри. Наприклад, у цьому випадку задається зміщення «-950» з обох сторін. Елементи армування можуть редагуватися на будь-якому вигляді, будь то план, розріз або допоміжний план, за допомогою налаштування залежностей або редагування ескізу.

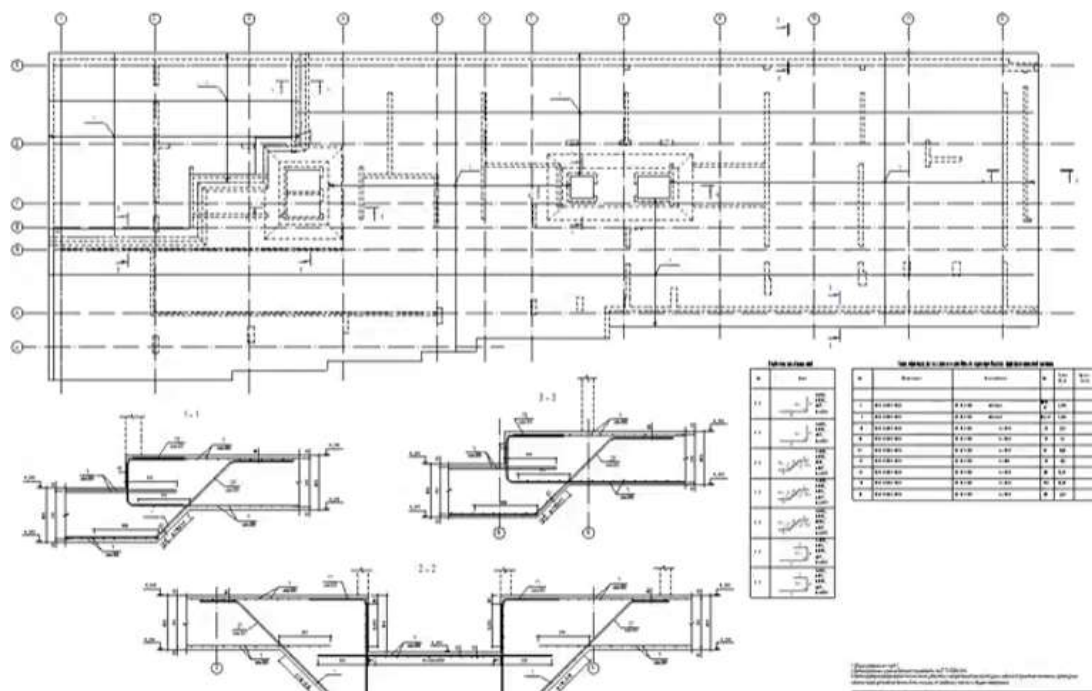


Рисунок 6.5 – Процес формування креслярського листа та специфікації

Для зручності іноді корисно тимчасово розгортати розріз, щоб скопіювати деталі від грані до грані, а потім повертати розріз до початкового вигляду. Наприклад, щоб створити Г-подібний елемент, достатньо видалити одну ескізну лінію, увійти в редагування залежностей, обрати точку, грань і

вказати величину захисного шару. Потім на плані можна коригувати кількість деталей, перетягуючи за стрілки, і віддзеркалювати їх від середини прямокутника.

Розгорнувши вигляд ще раз, можливо обрати бажану деталь та скопіювати її з одного кута в інший, після чого відредагувати її, наприклад, для створення перехльосту. Для цього один елемент формується заздалегідь, потім віддзеркалюється, налаштовується зміщення на діаметр, після чого всі елементи обираються і розміщуються відповідно до необхідного розташування.

6.2 Додаткове армування фундаментної плити

На цьому етапі розглядається процес додаткового армування фундаментної плити. Спершу копіюється назва у штампі, після чого на аркуші 5 оновлюється відповідно до нової схеми, позначаючи її як «Схема розташування додаткового армування». У диспетчері проекту обирається допоміжний вид, що використовується для розміщення деталей, і створюється його копія без деталізації, яка отримує назву «Д-низ». У властивостях цього виду обирається призначення як «оформлений» та застосовується фільтр видимості. Далі створюється ще одна копія з цього виду з назвою «Д-верх».

Після цього плани розміщуються на листі 5 під номерами 1 та 2, і для кожного з них встановлюються відповідні заголовки: для першого – «Схема розташування додаткового нижнього армування», для другого – «Схема розташування додаткового верхнього армування». Заголовки коригуються за розташуванням на аркуші, а якщо виникає потреба, уточнюються позиції осей, додавши до них розміри.

Далі переходять на лист 2, де розташовується опалубка. Тут активується план, обираються осьові розміри, які копіюються і вставляються на новий лист, зберігаючи вирівнювання. Подібні дії виконуються для інших листів, зокрема для основного армування на листі 3, де розміри вставляються із збереженням початкового розташування.

На новий аркуш також переносяться примітки з попереднього листа. Вони вставляються з вирівнюванням, а якщо потрібне інше розташування, його змінюють. У наступному етапі встановлюється, що на планах не потрібно відображати межі основного армування за площею. Для цього створюється новий фільтр у налаштуваннях видимості і графіки, який називається «Армування в метрах погонних, межа», з категорією «армування по площі». Для фільтра встановлюється критерій: ім'я типу має містити «фон». Після застосування фільтру межі зникають з виду.

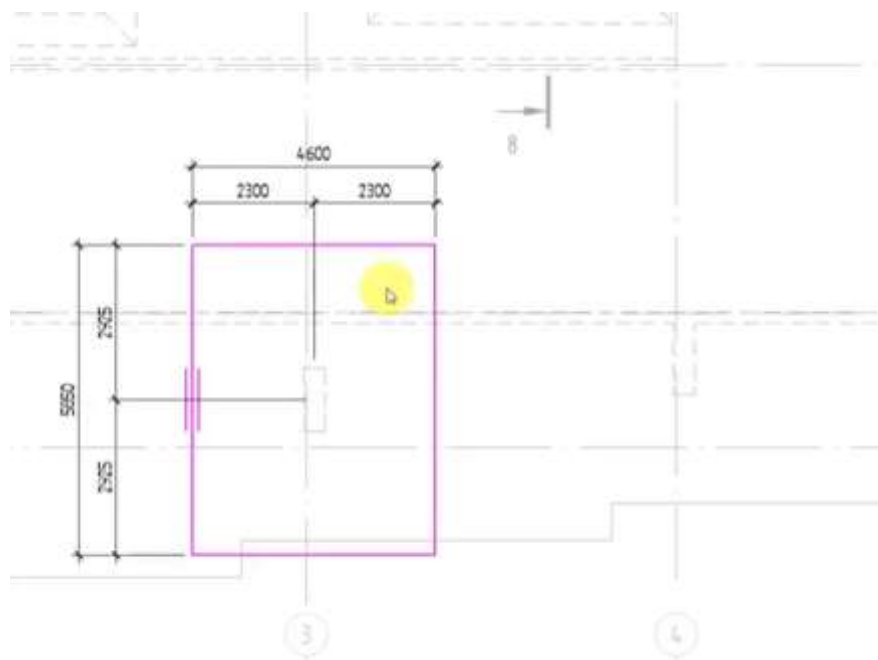


Рисунок 6.6 – Схема налаштування армування по площі

Наступним етапом розглядаються різні способи виконання додаткового армування: по площі, по траєкторії або за допомогою масивів окремих стрижнів. На одному плані застосовується армування по площі, а на іншому – масивами, щоб можна було порівняти варіанти.

Для схеми нижнього армування обирається армування по площі. Після активації обирається плита, переходять у параметри типу, копіюють існуючий тип і називають його «армування дод., низ, Y». Встановлюється основний напрямок уздовж нижньої грані з типорозміром стрижня діаметром 25 мм і

кроком 200 мм. Створюється прямокутний ескіз у зоні колони, де основний напрямок йде паралельно цифровим осям. Визначається довжина стрижня вздовж меж прямокутника, відстань від середини колони до краю складає 2925 мм з кожного боку, що дає загальну довжину 5850 мм.

В іншому напрямку габарити зони армування поширюються на третину прольоту з кожного боку з кроком, кратним розмірам стрижнів. Для обох сторін встановлюється відстань по 2300 мм, що в сумі становить 4600 мм. Якщо зона армування виходить за межі плити, вона коригується шляхом незначного зміщення у необхідному напрямку.

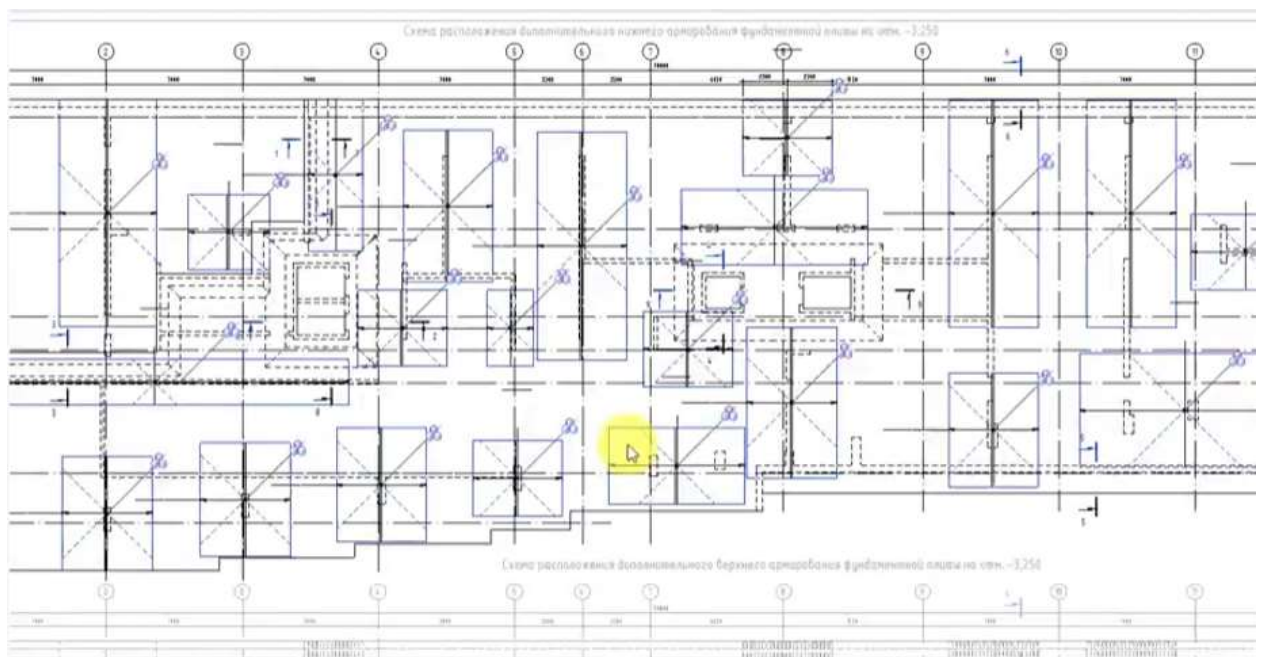


Рисунок 6.7 – Налаштування зон армування по площі

На цьому етапі виконується додаткове армування фундаментної плити з уточненим оформленням та налаштуванням видимості. Після налаштування армування по площі його можна копіювати скільки завгодно разів, коригуючи межі в разі необхідності. Далі, за наявності ізополів, вони підвантажуються до виду для кращої візуалізації армування.

Для копіювання зони додаткового підсилення між колонами використовується інструмент редагування меж: встановлюється загальний

розмір, наприклад 3900, та прив'язка до середини колони з еквівалентними розмірами, щоб центр зони збігався з центром колони. Зона після цього може бути скопійована в потрібних місцях.

Далі, для налаштування видимості зон, обирається одна з них, активується стан видимості, де для додаткової нижньої арматури вмикається опція «Показати не перекриті». За аналогією, для арматурних стрижнів встановлюється опція «Показати середній». У налаштуваннях видимості для несучої арматури вибирається чорний колір та товщина ліній «4» для чіткого відображення, рівень деталізації зменшується до однієї лінії. Це налаштування може бути змінено за бажанням: арматура може відображатися в дві або одну лінію з відповідною товщиною.

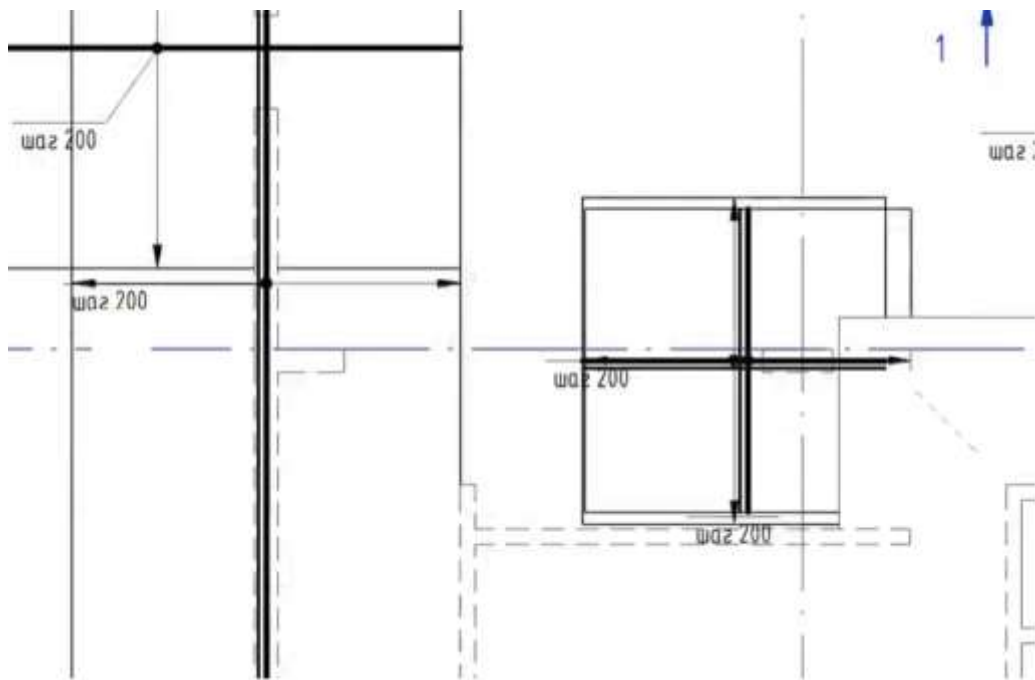


Рисунок 6.8 – Налаштування та маркування нижньої арматури

Для коригування зон можна налаштувати лінії кордонів, встановивши вагу, наприклад 2, із суцільним типом. Далі автоматично розміщені марки арматури видаляються, і знову додаються через анотацію, що забезпечує коректне позначення зон арматури.

Далі арматурні зони групуються для спрощення відбору та копіювання в буфер з наступним вставленням із вирівнюванням. У налаштуваннях типу змінюється назва на «дод-низ-ікс», а напрямок встановлюється вторинний. Це дозволяє отримати армування в іншому напрямку, де для обраних стрижнів також можна активувати показ середнього.

Для полегшення роботи налаштовується серія фільтрів у видимості й графіці. Наприклад, створюється фільтр «Арм-Знизу» з параметрами для армування по площі та несучої арматури.

Для маркування зон використовується анотація «маркувати всі» з додаванням виносок. При необхідності марка розташовується безпосередньо на стрижнях, забезпечуючи їх видимість, якщо вони включені у вигляді. Далі у видимості вмикається нижня арматура за напрямком Y, після чого позначення можуть бути відредаговані.

Для створення специфікації до схем додаткового армування на аркуші 6 копіюється наявна специфікація, перейменовується на «доп-низ» з оновленим фільтром коментарів для типорозміру, виключаючи основне армування. Після оновлення параметрів комплекту креслень, марок конструкцій і типорозмірів у специфікації відображається необхідна кількість стрижнів, яка коригується відповідно до налаштувань.

6.3 Налаштування верхнього армування фундаментної плити

Для арматури у верхньому напрямку активується новий вид з відповідними фільтрами, які тимчасово приховують арматуру. Після цього створюється додатковий розріз для розміщення масиву стрижнів, де підбирається типорозмір з необхідним діаметром і встановлюється крок для інтервалу.

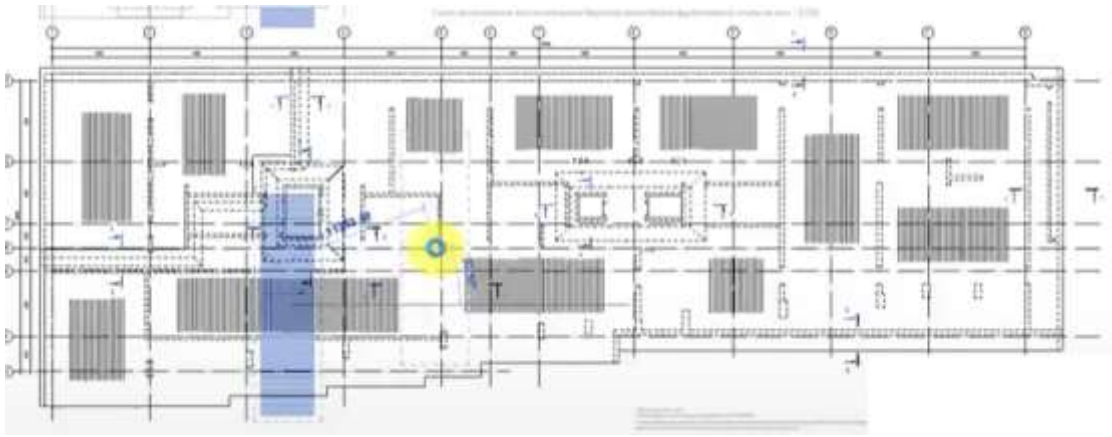


Рисунок 6.9 – Налаштування верхнього армування фундаментної плити

Далі виконується уточнення розташування та оформлення додаткового армування фундаментної плити. На плані стрижні спершу розташовані на всю довжину плити, але їх необхідно скоротити, встановивши в параметрах потрібну довжину, наприклад, 3900 мм, після чого їх переміщують до прольоту. Кількість стрижнів можна коригувати, копіюючи зони, регулюючи довжину та кількість елементів у масиві.

Після розміщення арматури для одного з масивів вибирається опція «вибрати всі екземпляри, видимі на виді» у видимості та графіці, щоб активувати відображення неперекритих елементів у верхньому армуванні ArmDrop. У налаштуваннях видимості для несучої арматури всім лініям присвоюється вага, наприклад, 6, та чорний колір. Рівень деталізації встановлюється низький, щоб арматура відображалась в одну лінію.

Обрану зону арматури копіюють, повертають на 90 градусів та розміщують на потрібній позиції. Потім, перемикаючись між планом і розрізом, зона арматури переміщується до необхідного рівня, а для масиву стрижнів оновлюється типорозмір. Щоб запобігти взаємному перекриттю арматури, додається фільтр видимості з критеріями, де ім'я типу містить інформацію для верхнього армування за напрямком X, а також аналогічний фільтр для верхнього армування за напрямком Y. Ці фільтри додаються до виду, вимикаючи непотрібні напрямки для кращого керування видимістю.

Завершивши розміщення зон, допоміжний розріз видаляється, і починається оформлення. Спершу вимикається верхнє армування на плані нижнього армування через налаштування видимості та графіки. Виключення зайвих елементів допомагає зосередитися на конкретних деталях армування. Після цього повертаються до верхнього армування та вмикають його у налаштуваннях видимості.

Усі доступні елементи верхнього армування вибираються та призначаються параметри комплекту креслень (наприклад, КЖ01) та марки конструкції. Далі специфікація дублюється, отримуючи назву «дод. верх», і коригується фільтр коментарів. Після цього, у специфікації з'являється кількість стрижнів, що підлягає проставленню у відповідних позиціях.

Кожна зона арматури може бути анотована за допомогою функції вирівняної анотації для кількох стрижнів, задаючи початкову та кінцеву точку виноски. Для цього вибирається потрібний стиль, наприклад, з позицією точки або кроком і точкою, залежно від стандарту оформлення. Вибрані анотації можуть бути продубльовані на інші стрижні з аналогічним графічним розташуванням.

Для визначення меж додаткового армування обираються стрижні, активується відображення меж, після чого додаються розміри, які знову коригуються до режиму середнього відображення. Це дозволяє створити акуратне й чітке представлення армування, де усі виноски повертаються на свої місця.

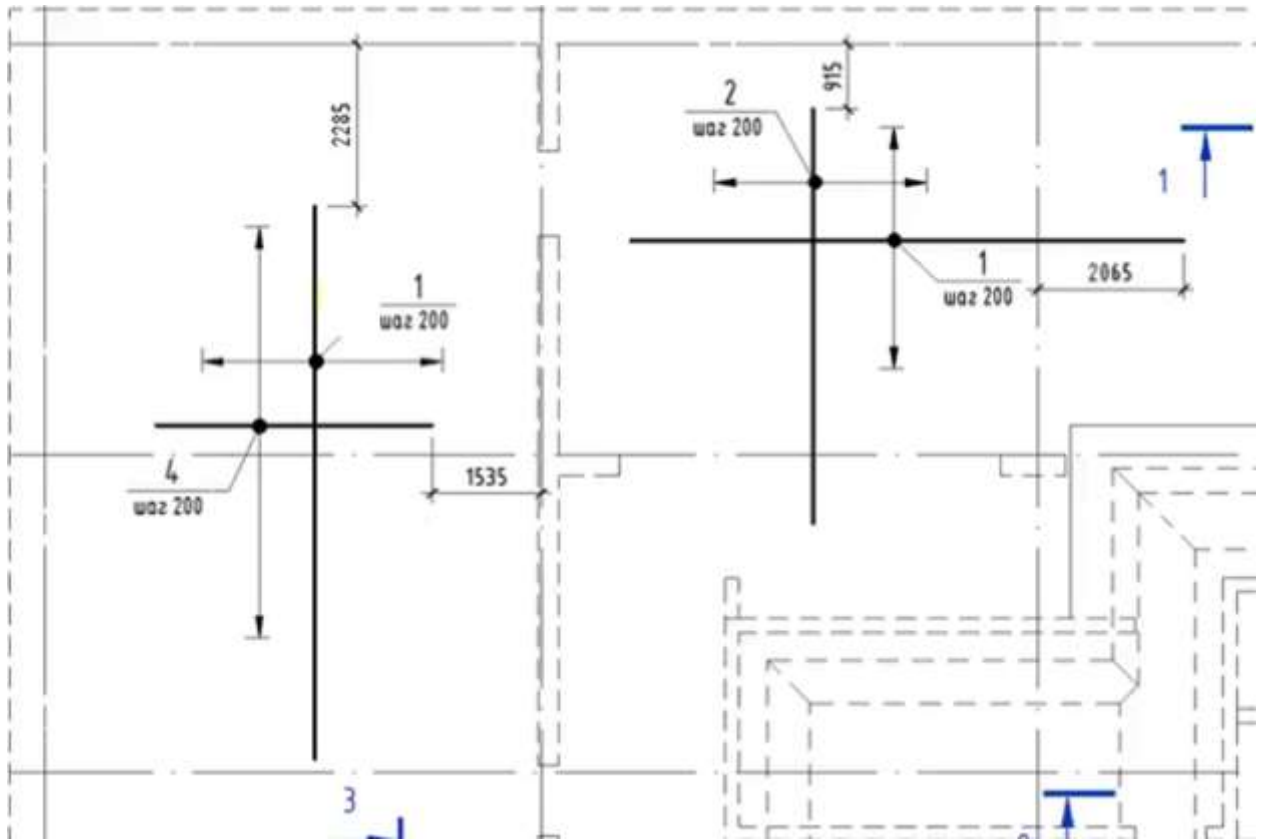


Рисунок 6.10 – Варіант оформлення верхнього армування

На завершення розглядаються два підходи до створення та оформлення додаткового армування у плитних конструкціях. Вибір методу залежить від стандартів оформлення, прийнятих у конкретній організації, і може бути індивідуальним для кожного проекту. Рекомендується експериментувати з обома методами, щоб визначити, який з них найбільш підходить для конкретних вимог проекту.

6.4 Розміщення випусків під вертикальні конструкції

Наступним етапом є розміщення випусків для вертикальних конструкцій. Для їх моделювання створюються допоміжні види. Спершу активується план основного армування фундаментної плити, обирається вкладка «Вид» → «Фрагмент», і створюється фрагмент у місці розташування колони. За аналогією, створюється фрагмент у зоні сходово-ліфтового вузла.

позначення Арм-1-1 і Арм 2-2 відповідно. Аналогічно перейменуємо і фрагмент, отримуючи назву «ВП, арм, фрагмент 1».

Для планового виду номер встановлюється як 0, а для розрізів — 1 і 2. Обом розрізам призначається шаблон виду, вже підготовлений для арматури, після чого у шаблоні налаштовуються лінії несучих колон, встановлюється вагу ліній 1 та штрих-пунктир, а штрихування вимикається.

Після застосування налаштувань у шаблоні, розріз виглядає коректно. Переходимо до розміщення арматури. Активується розріз, наприклад, 1.1, вибирається арматурний стрижень, для якого у властивостях обирається типорозмір. У шаблоні для випусків є типорозмір з буквою «В» на початку, обирається діаметр 20 мм. Для створення нового типорозміру виконується копіювання та зміна на діаметр 25 мм. У категорії параметрів коригується діаметр до 25 мм, встановлюється діаметр стержня та загин на 200 мм.

Далі обирається спосіб побудови за ескізом арматурного стержня, вибирається конструкція, де будуть розташовані випуски (у даному випадку фундамент), і малюється випуск за допомогою інструмента для вибору ліній. Задається зміщення, наприклад, 60 мм від грані колони, після чого натискається «Готово». Отриманий довгий стержень коригується шляхом редагування залежностей: вибирається нижній кінець, обирається площа та задається значення -50 мм, що дає анкерування довжиною 950 мм.

Довжина випуску залежить від способу армування вище — чи буде використовуватись муфтове з'єднання чи перехльост. Для колони розробляється муфтове з'єднання, а для стін сходово-ліфтового вузла — перехльост. Якщо використовується муфта, довжина випуску не повинна бути великою, встановлюється верхня точка на площині на відстані 800 мм.

На плані стержень розташовується поза тілом колони, тому він переміщується всередину. Після цього вибирається компоновка з кількістю стрижнів із заданим інтервалом. Якщо стержні розташовуються не в тому напрямку, вони повертаються на 90 градусів, обирається центр обертання. Довжина колони становить 1200 мм, тому, з урахуванням відстані до

крайнього стрижня (60 мм), залишається 1080 мм, що дозволяє розмістити 7 стрижнів із кроком 180 мм.

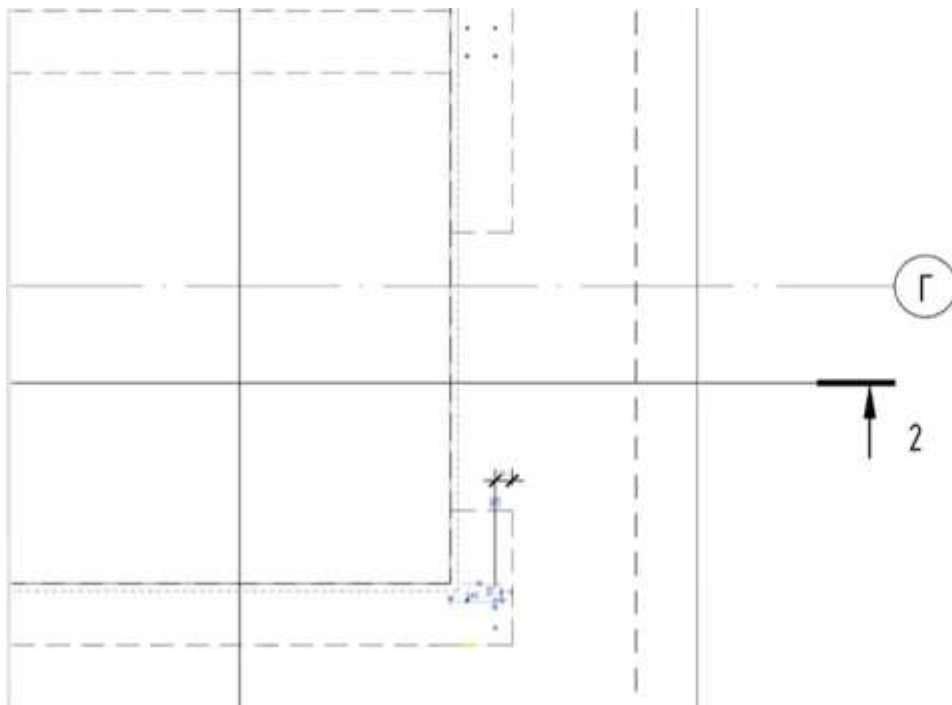


Рисунок 6.12 – Процес налаштування арматурних випусків в Autodesk Revit

Розміщені стрижні дублюються шляхом віддзеркалення від середини колони. У центрі можна додати один або два стрижні з кроком 1080 мм, залежно від потреби. Стрижні тепер видимі у розрізі. Наступним кроком створюються випуски для стін сходово-ліфтового вузла.

На лист 8 виводиться фрагмент 2, перейменовується (замість «фп» записується «ВП», для позначення випусків), фрагмент розміщується з масштабом 1:25. Назва листа оновлюється на «Фрагмент 1, Випуски».

Для розміщення випусків під вертикальні конструкції активується фрагмент, у налаштуваннях видимості та графіки включається несуча арматура, додаються всі фільтри для арматури, яку потрібно приховати, після чого для них вимикається видимість. Далі вигляд тимчасово розгортається для знаходження випусків під колону. Вибирається ряд стрижнів, які копіюються від одного кута конструкції до іншого, після чого вигляд згортається назад.

Стрижням змінюється діаметр на 12 мм, і коригується їх довжина. Для цього активується січення основного армування, де обирається стрижень і змінюється його довжина через редагування залежностей: для нижнього кінця встановлюється значення -450 мм, а для верхнього — 900 мм, що відповідає подвійній довжині анкерування.

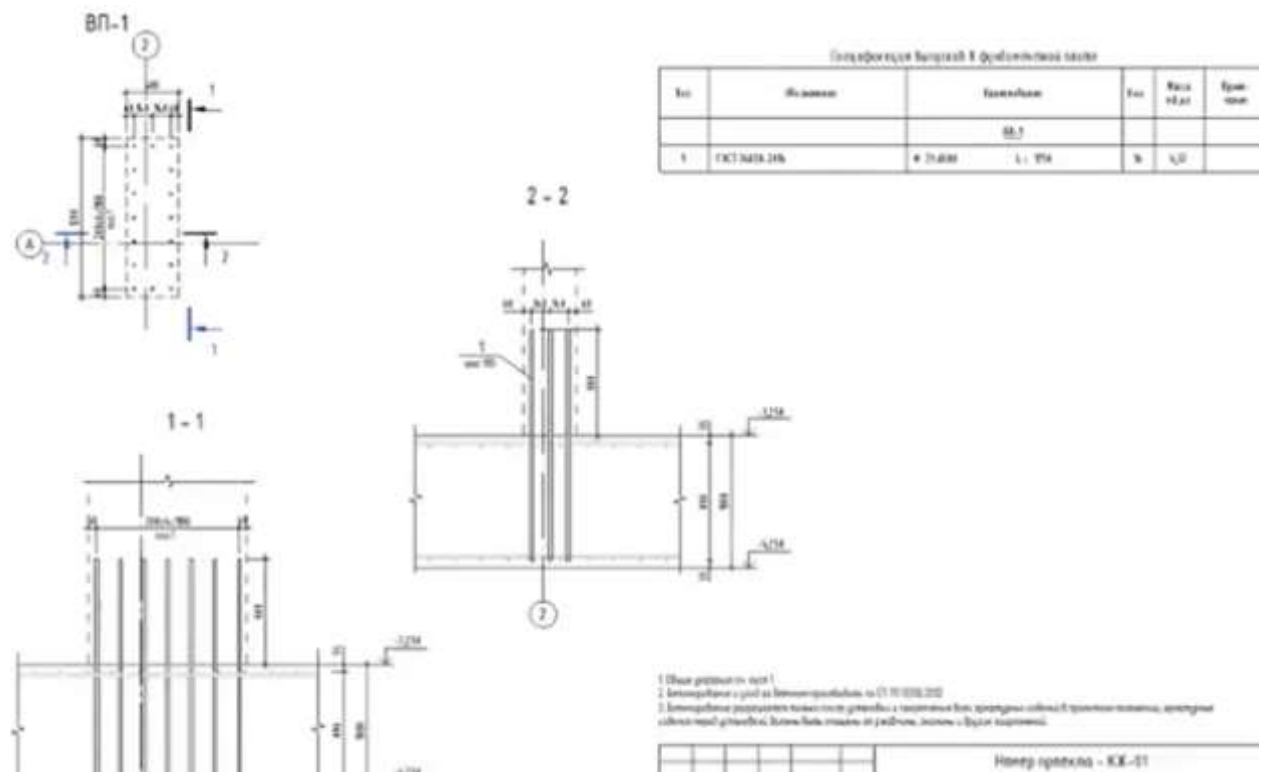


Рисунок 6.13 – Приклад відображення арматурних випусків

На фрагменті налаштовується розташування стрижнів, починаючи з кутів: для стрижнів задається кількість 2 і інтервал 90 мм, розміщуючи їх із прив'язкою до грані конструкції на 55 мм. Після цього стрижні копіюються на 90 мм вліво, а потім усі чотири копіюються по всіх кутах стін. Завдяки прив'язці Revit легко розпізнає кути, що полегшує розміщення арматури в місцях перетину стін.

Наступним кроком є оформлення торців. Вибираються арматурні стрижні, які копіюються угору; для них встановлюється крок 100 мм, і вони розташовуються в аналогічних місцях. Якщо аналогічних місць більше немає,

стрижні можна віддзеркалювати під необхідним кутом, слідкуючи за тим, щоб відстань до центра зберігалася.

Розміщення стрижнів продовжується по довгих ділянках стін. Обираються стрижні, які щойно були віддзеркалені, і копіюються від одного кута до іншого з інтервалом 200 мм. Кількість стрижнів коригується до 13, так щоб інтервали між ними були рівномірними. Стрижні потім копіюються від однієї стіни до іншої, а останній ряд стрижнів віддзеркалюється під кутом 45 градусів.

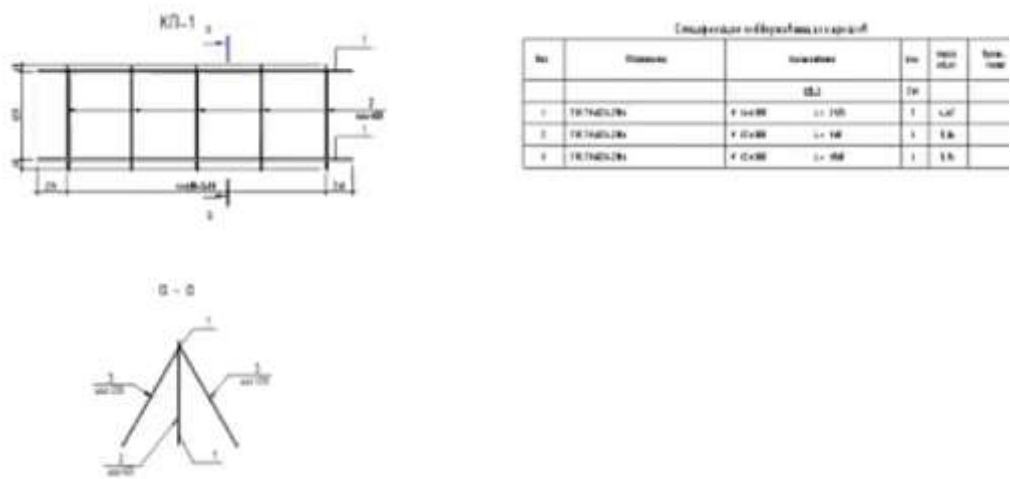


Рисунок 6.14 – Додаткове налаштування арматурних каркасів

Наступним етапом є завершення розміщення стрижнів: вибираються стрижні з лівої стіни і копіюються на праву з кількістю 3 і кроком 120 мм. Після цього результати перевіряються у 3D-виді, де для стін і колон встановлюється прозорість на рівні 30%.

Для завершення роботи вибираються всі випуски під колону, активується опція вибору всіх видимих екземплярів, і створюється група, названа КЖ01ВП01. Таким же чином створюється група для всіх випусків під стіни сходово-ліфтового вузла з назвою КЖ01ЛВ01 фрагмент 1.

6.5 Висновки до наукового розділу

У цьому розділі детально розглянуто процес створення проектної документації для армування фундаментної плити, орієнтований на оптимізацію не лише розробки креслень, але й виконання всіх супутніх завдань на будівельному майданчику. Комплексна організація документації і структурована робота з видами та шаблонами дозволяють мінімізувати ризики помилок і спрощують роботу проектувальників і монтажних бригад.

Завдяки розподілу документів на фрагменти та робочі листи вдалося досягти чіткості та послідовності, де кожен етап армування представлений окремо. Це підвищує наочність документації та дозволяє легко знаходити необхідну інформацію, що важливо для зручності перегляду і внесення змін. Кожен вигляд містить тільки релевантну інформацію, зокрема завдяки фільтрам для різних типів арматури. Використання фільтрів дозволяє приховувати непотрібні елементи, зменшуючи навантаження на проектну документацію та полегшуючи орієнтування в кресленнях.

Точне розташування арматурних стрижнів, обчислене для кожного конструктивного елемента, не лише підвищує надійність конструкції, а й дозволяє оптимізувати витрати матеріалів. Наприклад, визначення оптимального кроку і кількості стрижнів з урахуванням розмірів фундаментної плити та умов анкерування знижує витрати на арматуру, а також спрощує монтаж. Стратегічне розміщення випусків під колони і стіни дозволяє сформувати арматурний каркас з мінімальною кількістю відходів, що суттєво впливає на загальну вартість проекту.

Розробка шаблонів для різних елементів фундаментної плити та групування випусків дозволяє стандартизувати проектну документацію, що спрощує подальші редагування та уніфікацію. Наприклад, створення груп для випусків під колони та стіни сходово-ліфтового вузла полегшує внесення змін при необхідності, зберігаючи при цьому стандартизовані параметри для

кожного конструктивного елемента. Це знижує трудовитрати на перепроєктування і підвищує швидкість коригування проекту.

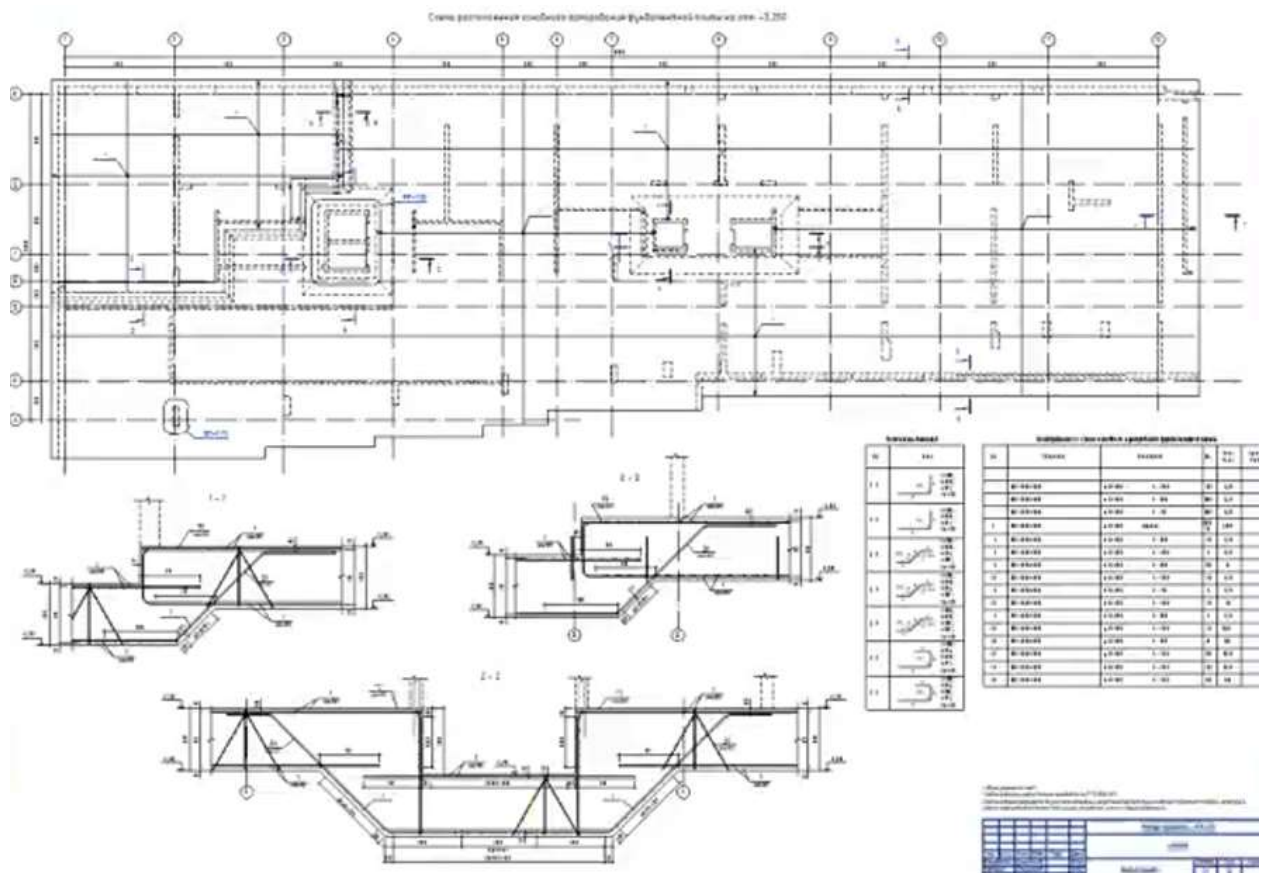


Рисунок 6.15 – Загальний вигляд основного армування

Такий підхід також сприяє оптимізації наглядової діяльності: контролюючі органи отримують доступ до структурованої документації, що полегшує контроль якості. Чітко визначені зони випусків і стандартизовані підходи до анкетування і перехльосту арматури сприяють кращій координації між проєктувальниками та монтажними бригадами, що знижує ймовірність помилок під час виконання робіт на будівельному майданчику. Водночас стандартизація і використання шаблонів сприяють зменшенню витрат часу на оформлення документації, підвищуючи продуктивність процесу проєктування.

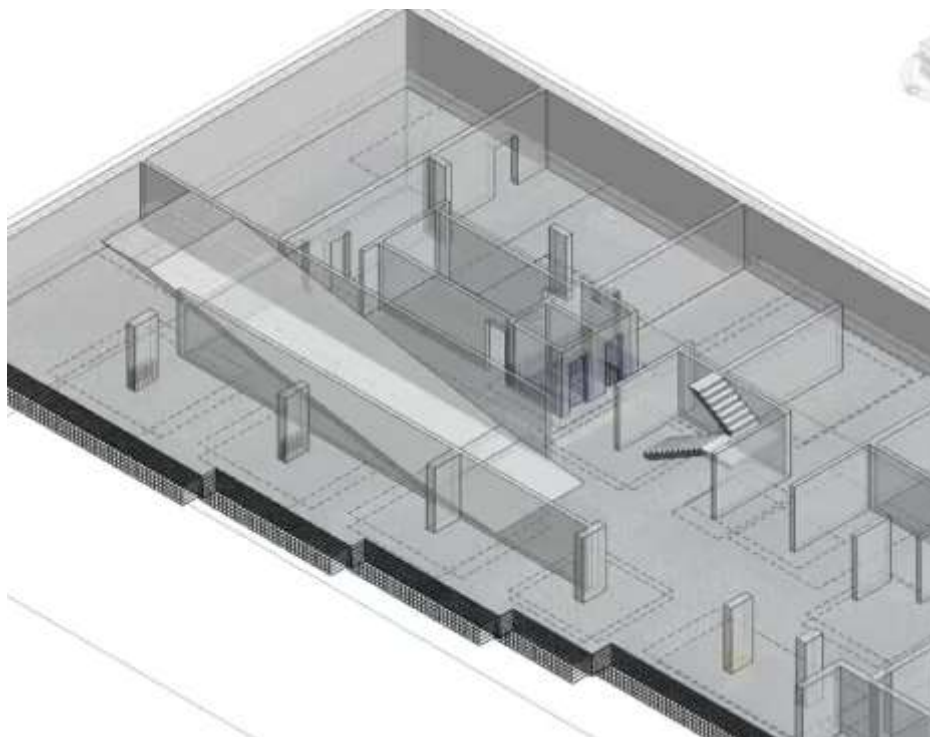


Рисунок 6.16 – Налаштування армування в 3D вигляді

Описаний підхід значно підвищує ефективність не тільки проектування, але й реалізації на будівельному майданчику. Це дозволяє оптимізувати витрати матеріалів, спростити процес монтажу та мінімізувати ризики через чітке й узгоджене виконання кожного етапу армування. Така методика є цінною в умовах сучасних будівельних стандартів, де економія ресурсів і точність проектування відіграють ключову роль у досягненні якісного та економічно обґрунтованого результату.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено проект будівництва багатоповерхової житлової будівлі з офісними приміщеннями на першому поверсі у Житомирській області. Проект охоплює архітектурне та конструктивне планування, оптимізацію процесів робочої документації, організацію та технологію будівельного виробництва, питання охорони праці та економічну складову. Проект включає детальний аналіз процесів, що забезпечує оптимізацію графіку виконання робіт та сприяє економії ресурсів за рахунок продуманої організації будівництва.

2. Визначено ключові параметри для оптимізації робочої документації залізобетонних конструкцій (ЗБК) у контексті проектного планування. До основних факторів належать точне налаштування шаблонів, використання фільтрів видимості, стандартизація елементів та автоматизоване генерування специфікацій у середовищі Autodesk Revit. Забезпечення цих параметрів підвищує якість документації, що дозволяє скоротити час на розробку проекту, зменшити помилки при читанні креслень та підвищити ефективність будівельного виробництва.

3. Проведено математичне дослідження та аналіз процесів розробки робочої документації, що дозволило виявити оптимальні способи організації креслень і підготовки документації для ЗБК. Завдяки цьому підходу вдалося створити ефективні шляхи підготовки робочої документації з мінімальним ризиком помилок, що сприяє скороченню термінів реалізації проекту.

4. Результати цього дослідження є підґрунтям для подальшого вдосконалення методів підготовки документації для залізобетонних конструкцій у будівництві, а також підвищення ефективності управління проектами завдяки оптимізованій організації креслень у середовищі Autodesk Revit. Використання оптимізованих підходів до розробки креслень ЗБК дозволить скоротити терміни виконання робіт, підвищити точність креслень і зменшити витрати на проектування й будівництво.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ Б А.2.4-6:2009 Правила виконання робочої документації генеральних планів, – 30с.
2. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», К.: Мінрегіон України, 2017, – 47с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія [Чинний від 01.11.2011], 80с. (Інформація та документація).
4. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 01.09.2022]. Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП «ДНДІБК»), 23с. (Інформація та документація).
5. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель [Чинний від 01.03.2023]. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 60с. (Інформація та документація).
6. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT)
7. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності) [Чинний від 01.12.2019]. Технічний комітет стандартизації «Експертиза містобудівної та проектної документації на будівництво» (ТК 319), 19с. (Інформація та документація).
8. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції» (для слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.06010101 – «Промислове та цивільне будівництво») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова; уклад.: Є. С. Сєдишев. – Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2013. – 50 с.
9. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011, 71с.

10. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення Архітектура громадських і промислових будівель / Укл.: Т.Г. Маклакова. – М.: Стройиздат, 1981. – 386с.

11. Методичні вказівки до виконання з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції». Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Є. Г. Стоянов, Н. О. Псурцева. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 35 с.

12. Проектування залізобетонних конструкцій: Довідник / О.Б. Голишев, В.Я. Бачинський, В.П. Поліщук; Ред. А.Б. Голишева. – К.: Будівельник, 1985. – 496с.

13. Конспект лекцій з курсу «Проектування залізобетонних конструкцій» (для студентів 4 і 5 курсів всіх форм навчання напряму підготовки 6.060101 / Є. Г. Стоянов, Н. О. Псурцева; Харків. НУ міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 105с.

14. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови, 28с.

15. Технологія будівельного виробництва, Курсове й дипломне проектування / Хамзин С. К., | Карасев А. К. Для будів, спец. внз. — М.: ООО «БАСТЕТ», 2006, 216с., 62с.

16. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. 0-64 Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.

17. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник / А. М. Дорош. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 255 с.

18. Система проектної документації для будівництва. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів: ДСТУ Б В.1.2-3:2006. – [Чинний від 1 січня 2007]. – К. : Держстандарт України, 2007. – 14 с. – (Національні стандарти України).

19. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва, 62с.

20. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.

21. Організація і планування будівництва / В.М. Майданов, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін. – К.: Урожай, 1993. – 384с.
22. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
23. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарних будівельних площ і ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови (ГОСТ 23407-78, MOD), К.: Мінрегіон України, 2012. – 12с.
24. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва, 57с.
25. Головацька С.І. Облік і контроль витрат на виконання робіт в підрядних будівельних організаціях (на матеріалах підрядних будівельних організацій споживчої кооперації): дис. ... кандидата екон. наук: 08.06.04 / Головацька Світлана Іванівна. – Львів, 1998. – 199 с.
26. Конспект лекцій дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі», змістовний модуль «Цивільний захист», для студентів усіх спеціальностей та всіх форм навчання / Укл.: М. О. Журавель – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». Каф. ОП і НС, 2020 р. – 49 с.
27. Залізобетонні конструкції. Методичні рекомендації до практичних занять для студентів напряму підготовки 6.060101 Будівництво/ В.Є. Волкова. – Д.: ДВНЗ Національний гірничий університет, 2013. – 25 с
28. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту, 131 с.
29. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», К.: Мінрегіон України, 2016 – 39с.
30. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
31. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги, К.: Держбуд України, 2012. – 14с.

32. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення», К.: Мінрегіон України, 2018. – 137с.
33. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD)», К.: Мінрегіон України, 2012. – 31с.
34. О.Ф. Осипов, Є.В. Літнарів / Технологія влаштування буронабивних паль на складному рельєфі // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, Вип. 39, Технічний, 2019, С. 116-123.
35. Осипов О. Ф. Технологічні аспекти зведення конструкцій підземної частини з поруч розташованими будинками [Текст] / О. Ф. Осипов, Ф. Н. Акимов, І. Т. Гладун // Строительство и техногенная безопасность: сб. науч. трудов. – Симферополь: КАПКС, 2008. – Вип. 22. – С. 70-75 (концепція та методика дослідження, узагальнення результатів)
36. Шерешевський І. А. Конструювання промислових будівель та споруд. – М.: «Архітектура-С», 2005.– 186 с
37. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
38. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», К.: Держбуд України, 2012. – 202с.
39. Конспект лекцій з курсу «Безпека праці в будівництві» / Заїченко В. І // 2014 – 97с.
40. ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терmini и визначення основних понять», Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці, 2014, 13с.
41. Охорона праці в будівництві: підручник / Сухачов О.А. // 2013 – с. 229 – 232.
42. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи: ДБН В.1.2-2:2006.
43. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98-2009. – [Чинні з 01.06.2011 р.]. СПДБ.

Основні вимоги до проектної та робочої документації: ДСТУ А.2.4-4-2009. – [Чинний з 24.01.2009 р.]

44. Геодезичні роботи в будівництві: ДБН В.1.3-2:2010. - К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 36с.

45. ДСТУ EN ISO 12100:2016 «Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків», ДП «УкрНДНЦ», 2016. 110с.

46. Система нормування та стандартизації у будівництві. Основні положення: ДБН А.1.1-1:2009. – [Чинні з 01.01.2011р.].

47. Hartmann, Veronika. (2022). Methoden zur Quantifizierung und Optimierung der Robustheit von Bauablaufplänen. 10.25643/bauhaus-universitaet.4579.

48. Calis, Gokhan & Yıldız, Sadık & Arslan, Yusuf. (2019). Construction project management with multiple calendars.

49. Чечель М.В., Герасименко І.О., Познанський Д.В., Кушнір Д.Р. / Оптимізація розробки проектної документації за допомогою технології BIM // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди, вип. №45 (2024), С. 448-458.

50. Huang, Chen. (2017). Application of BIM Technology Based on Autodesk Revit in Construction and Installation Engineering. 10.2991/essaeme-17.2017.262.

51. Christenson, Mike. (2008). Capabilities and Limitations of Autodesk Revit in a Construction Technology Course. Building Technology Educators' Symposium Proceedings (ISBN 9780615249117), pp. 55-62.

52. Wing, Eric. (2019). Working with the Autodesk Revit Tools. 10.1002/9781119560067.ch4.

53. Andrukhov, Valeriy & Potiekha, Andriy & Tarapkin, Petro. (2024). Analysis of methods of search, extraction and data processing in the autodesk revit system. modern technology, materials and design in construction. 36. 166-172. 10.31649/2311-1429-2024-1-166-172.

Додаток А

Розробка локальних кошторисів

ПРОЄКТ ЗВЕДЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ З ОФІСНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ НА ПЕРШОМУ ПОВЕРСІ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-01
на загальнобудівельні роботи зі зведення житлової будівлі
(найменування робіт та витрат, найменування будинку, будівлі, споруди)

об'єм будинку, куб.м	14622	Кошторисна вартість	51935	тис.грн.
Площа забудови об'єкта, кв.м	546	Кошторисна		тис
		трудомісткість	207	люд.год
Загальна площа об'єкта, кв.м	6140	Кошторисна заробітна		
Площа фасаду, кв.м	2184	плата	15871	тис.грн.
Загальна площа квартир, кв.м	4912	Середній розряд робіт	4,5	розряд

Складений в поточних цінах станом на "16" вересня 2024 р.

№ ч.ч	Шифр	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Підземна частина		5,46							
1	УПБ 1-2	Земляні роботи	100 кв.м площі забудови		<u>189650,7</u>	<u>143686</u>	1035493	87169	<u>784524</u>	<u>225</u>	<u>1228</u>

					15965	47895			261508	630	3441
							-	-			
2	УПБ 2-2	Влаштування фундаментів	100 кв.м площі забудови	5,46	<u>704682</u> 176171	<u>422809</u> 70468	3847564	961891	<u>2308538</u> 384756	<u>2481</u> 927	<u>13548</u> 5063
		Надземна частина									
3	УПБ 3-2	Влаштування каркасу будівлі (капстїни, колонни, діафрагми, сходи)	100м2 загальної площі об'єкта	61,4	<u>192707</u> 27118	<u>32541</u> 10847	11832179	1665030	<u>1998036</u> 666012	<u>382</u> 143	<u>23451</u> 8763
4	УПБ 4-2	Влаштування перекриття	100м2 загальної площі перекриття	66,86	<u>163418</u> 42473	<u>11542</u> 3847	10926094	2839711	<u>771681</u> 257227	<u>598</u> 51	<u>39996</u> 3385
5	УПБ 5-2	Зовнішні стїни і оздоблення фасаду	100м2 загальної площі фасаду	21,84	<u>90752</u> 35376	<u>3538</u> 1179	1982024	772612	<u>77261</u> 25754	<u>498</u> 16	<u>10882</u> 339
5	УПБ 5-2	Зовнішні стїни підземної частини	100м2 загальної площі фасаду	1,21	<u>77256</u> 25752	<u>7726</u> 2575	93738	31246	<u>9374</u> 3125	<u>363</u> 34	<u>440</u> 41
6	УПБ 6-1	Заповнення віконних прорїзів	100м2 загальної площі фасаду	21,84	<u>165880</u> 26094	<u>5794</u> 3219	3622808	569901	<u>126540</u> 70300	<u>368</u> 42	<u>8027</u> 925
7	УПБ 7-1	Влаштування перегородок	100м2 загальної площі об'єкта	61,4	<u>11748</u> 7874	<u>587</u> 196	721327	483464	<u>36066</u> 12022	<u>111</u> 3	<u>6809</u> 158
8	УПБ 8-1	Влаштування покрївлї	100м2 площї останнього поверху	5,46	<u>199706</u> 74878	<u>8985</u> 2995	1090397	408832	<u>49060</u> 16353	<u>1055</u> 39	<u>5758</u> 215

9	УПБ 9-2-1	Оздоблювальні роботи (за типом оздоблення)	100м2 загальної площі приміщень	61,4	<u>152035</u> 56018	<u>16805</u> 5602	9334949	3439475	<u>1031842</u> 343947	<u>789</u> 74	<u>48443</u> 4526
		<i>Разом прями витрати , грн.</i>					44486573	11259330	<u>7183549</u> 2037880		<u>158142</u> 26814
		в тому числі									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.					26043693				
		всього заробітна плата					13297210				
		<i>Загальновиробничі витрати разом, грн.</i>			Коеф.		7448506				
		<i>у тому числі:</i>									
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд-год			0,12		22195				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.			116		2573481				
		відрахування на соціальні заходи			0,22		3491552				
		решта статей у загальновиробничих витратах			7,48		1383473				
		Всього кошторисна вартість робіт, грн.					51935079				
		кошторисна трудомісткість, люд-год					207151				
		кошторисна заробітна плата, грн.					15870691				

ПРОЕКТ ЗВЕДЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ З ОФІСНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ НА ПЕРШОМУ ПОВЕРСІ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ

(найменування об'єкта будівництва)

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-02
на внутрішні санітарно-технічні роботи зі зведення житлової будівлі**

(найменування робіт та об'єкта будівництва)

Кошторисна вартість	5470	тис.грн.
Кошторисна		тис.
трудомісткість	13	люд.год
Кошторисна заробітна		тис.грн.
плата	959	
Середній розряд робіт	4,4	розряд

Складений в поточних цінах станом на "16" вересня 2024 р.

№ ч.ч	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати				на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УПС 1-2	Влаштування внутрішніх мереж опалення	100м2 загальної площі об'єкта	61,4	<u>3466</u> 8 6167	<u>1233</u> 411	2128585	378646	<u>75729</u> 25243	<u>87</u> 5	<u>5333</u> 332
2	УПС 2-2	Влаштування внутрішніх мереж вентиляції і кондиціонування	100м2 загальної площі об'єкта	61,4	<u>1554</u> 4 924	<u>277</u> 92	- 954402	- 56734	<u>17020</u> 5673	<u>13</u> 1	<u>799</u> 75
3	УПС 3-2			61,4	<u>2417</u> 4	<u>709</u>	1484253	217563	<u>43513</u>	<u>50</u>	<u>3064</u>

		Влаштування внутрішніх мереж холодного і гарячого водопостачання	100м2 загальної площі об'єкта		3543	236			14504	3	191
4	УПС 4-2	Влаштування внутрішніх мереж каналізації	100м2 загальної площі об'єкта	61,4	<u>7359</u> 1840	<u>368</u> 123	- 451843	- 112961	<u>22592</u> 7531	<u>26</u> 2	<u>1591</u> 99
5	УПС 5-2	Влаштування внутрішніх мереж газопостачання	100м2 загальної площі об'єкта	0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	0	0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
		<i>Разом прями витрати , грн.</i>					5019082	765904	<u>158854</u> 52951		<u>10787</u> 697
		в тому числі									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.					4094324				
		всього заробітна плата					818855				
		<i>Загальновиробничі витрати разом, грн.</i>			Коеф.		450635				
		<i>у тому числі:</i>									
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд-год			0,105		1206				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.			115,95		139816				
		відрахування на соціальні заходи			0,22		210908				
		<u>решта статей у загальновиробничих витратах</u>			8,7		99912				
		Всього кошторисна вартість робіт, грн.					5469717				
		кошторисна трудомісткість, люд-год					12690				
		кошторисна заробітна плата, грн.					958671				