МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
Кафедра Міського будівництва і архітектури
(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Бакалавр
(рівень вищої освіти)

на тему: **"Проєкт будівництва триповерхової монолітної житлової будівлі в м. Запоріжжя" / "Construction project for a three-story monolithic residential building in Zaporizhzhia"**

Виконав: студент 4 курсу, групи 6.1921-мбг
Павлов Є.О.
(прізвище та ініціали)
спеціальність
192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)
освітньо-професійна програма
Міське будівництво та господарство
(шифр і назва)
Керівник доц., к.т.н. Банах А.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент проф. д.т.н. Банах В.А.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2025 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра Міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти бакалаврський
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код таі назва)
Освітня програма «Міське будівництво та господарство»
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«15» 12 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Павлов Євгеній Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Проєкт будівництва триповерхової монолітної житлової будівлі в м. Запоріжжя / Construction project for a three-story monolithic residential building in Zaporizhzhia
керівник роботи Банах А.В. доц., к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «26» грудня 2024 року № 2028-с
2 Строк подання студентом роботи 10 червня 2025 р.
3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічна документація, вихідні дані стосовно конструктивних рішень та архітектурно-будівельних рішень

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Архітектурний розділ. 2. Конструктивний розділ. 3. Інженерний благоустрій та озеленення. 4. Організаційний розділ
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) вісім листів

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Банах А.В.		
Розділ 2	Банах А.В.		
Розділ 3	Банах А.В.		
Розділ 4	Банах А.В.		

4 Дата видачі завдання 25.12.2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Архітектурний розділ	з 01.10 по 24.03.2025	виконано
2	Конструктивний розділ	з 25.03 по 25.04.2025	виконано
3	Інженерний благоустрій та озеленення	з 26.04 по 01.05.2025	виконано
4	Організаційний розділ	з 16.05 по 25.05.2025	виконано

Студент _____ Є.О. Павлов
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ А.В. Банах
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ І.В. Гребенюк
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Павлов Є.О. Проєкт будівництва триповерхової монолітної житлової будівлі в м. Запоріжжя.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник А.В. Банах, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, 2025.

Робота зосереджена на розробці архітектурно-будівельних рішень, розрахунку елементів будівельних конструкцій, організації будівельних робіт із зведення монолітної будівлі.

У 2025 році будівництво монолітних будівель у Запоріжжі набуло особливої актуальності, зумовленої як безпековими викликами, так і потребами у розвитку сучасної інфраструктури.

Одним із ключових напрямів є зведення підземних шкіл, що відповідає вимогам воєнного часу. У Запорізькій області планується побудувати щонайменше 23 таких заклади, з яких 12 вже перебувають на стадії будівництва або завершення. Ці школи розташовуються на глибині близько 7 метрів, мають монолітні залізобетонні конструкції, здатні витримати ракетні удари, та оснащені системами життєзабезпечення, включаючи автономне електро- та водопостачання, вентиляцію з фільтрацією повітря, аварійні виходи та протипожежні системи.

Монолітне будівництво забезпечує високу міцність і довговічність споруд, що є критично важливим в умовах постійної загрози обстрілів. Крім того, ця технологія дозволяє реалізовувати складні архітектурні форми та нестандартні планування, що відповідає сучасним вимогам до комфорту та естетики житла.

У житловому секторі Запоріжжя також спостерігається зростання популярності монолітного будівництва. Це пов'язано з його перевагами,

такими як швидкість зведення, енергоефективність та можливість реалізації індивідуальних проектів. Зокрема, монолітні будинки мають високі теплоізоляційні характеристики, що сприяє зниженню витрат на опалення та кондиціонування.

Загалом, монолітне будівництво в Запоріжжі є не лише актуальним, але й стратегічно важливим напрямком розвитку міської інфраструктури. Його переваги відповідають сучасним вимогам до якості, безпеки та енергоефективності будівель, що робить цю технологію оптимальним вибором для реалізації як житлових, так і громадських проектів у регіоні.

Ключові слова: монолітне будівництво, монолітно-каркасна технологія, залізобетонні конструкції.

ANNOTATION

Pavlov E.O. Construction project of a three-story monolithic residential building in Zaporizhia.

Qualification final work for obtaining a bachelor's degree in specialty 192 - Construction and Civil Engineering, scientific supervisor A.V. Banakh, Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebnia Zaporizhzhia National University, 2025.

The work focuses on the development of architectural and construction solutions, calculation of building structure elements, organization of construction work on the construction of a monolithic building.

In 2025, the construction of monolithic buildings in Zaporizhzhia has become particularly relevant, due to both security challenges and the needs for the development of modern infrastructure.

One of the key areas is the construction of underground schools that meet the requirements of wartime. In Zaporizhia region, it is planned to build at least 23 such institutions, of which 12 are already under construction or completion. These schools are located at a depth of about 7 meters, have monolithic reinforced concrete structures capable of withstanding missile strikes, and are equipped with life support systems, including autonomous power and water supply, ventilation with air filtration, emergency exits and fire protection systems.

Monolithic construction provides high strength and durability of structures, which is critically important in conditions of constant threat of shelling. In addition, this technology allows for the implementation of complex architectural forms and non-standard layouts, which meets modern requirements for comfort and aesthetics of housing.

In the residential sector of Zaporizhzhia, there is also an increase in the popularity of monolithic construction. This is due to its advantages, such as speed of construction, energy efficiency and the possibility of implementing individual

projects. In particular, monolithic houses have high thermal insulation characteristics, which helps reduce heating and air conditioning costs.

In general, monolithic construction in Zaporizhzhia is not only relevant, but also a strategically important direction in the development of urban infrastructure. Its advantages meet modern requirements for quality, safety and energy efficiency of buildings, which makes this technology the optimal choice for the implementation of both residential and public projects in the region.

Keywords: monolithic construction, monolithic frame technology, reinforced concrete structures.

ЗМІСТ С.

ВСТУП 11

1. АРХІТЕКТУРНИЙ РОЗДІЛ 12

1.1 Загальна характеристика ділянки 12

1.2 Загальна характеристика будівлі 12

1.2 Об'ємно -планувальне рішення 13

1.3 Конструктивне рішення 15

1.4 Теплотехнічний розрахунок стінового огородження 17

1.5 Визначення класу наслідків відповідальності 19

2. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ 21

2.1 Розрахунок та конструювання 21

2.2 Навантаження та впливи 22

2.3 Вітрове навантаження 25

2.4 Снігове навантаження 29

2.5 Статичний розрахунок 30

2.6 Аналіз статичних розрахунків 32

2.7 Розрахунки монолітної плити перекриття на рівні +3.300 38

2.8 Розрахунки монолітних стін на рівні +3.300 41

2.9 Розрахунок основ та фундаментів 45

2.9.1 Початкові розрахункові дані для розрахунку монолітної фундаментної плити 45

2.9.2 Розрахунки фундаментної плити 48

2.9.3 Створення розрахункової схеми фундаментної плити 49

2.9.4 Аналіз результатів розрахунків фундаментної плити по деформаціям 49

2.9 Результати розрахунків у ЛІРА-САПР 50
3. ІНЖЕНЕРНИЙ БЛАГОУСТРІЙ ТА ОЗЕЛЕНЕННЯ 77
3.1 Благоустрій та озеленення 77
3.1.1 Зонування території. 77
3.1.2 Формування озеленюваних територій і підбір асортименту зелених насаджень 78
3.1.3 Покриття доріжок і майданчиків. 80
3.1.4 Малі архітектурні форми 80
3.1.5 Освітлення 82
3.2 Інженерний благоустрій території. 83
3.2.1 Інженерний благоустрій території 84
3.2.2 Побудова проектних горизонталей по вулиці 86
3.2.3 Вертикальне планування перехрестя 89
3.2.4 Трасування і вертикальне планування проїздів 92
3.2.5 Вертикальне планування парковки для автомобілів 97
3.2.6 Вертикальне планування доріжок та висотна прив'язка будівлі. 101
3.2.7 Інженерні комунікації 107
4. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ 109
4.1 Технологічна карта на зведення типового поверху 109
4.2 Підрахунок обсягів робіт 109
4.3 Технологія будівельних робіт 111
4.4 Опалубні роботи 112
4.5 Арматурні роботи 114
4.6 Бетонування колон та перекриттів 116
4.7 Розпалубка конструкцій 118

4.8 Вибір вантажозахоплювальних пристроїв 122

4.9 Визначення основних необхідних параметрів баштового крана ... 123

4.10 Будівельний генеральний план об'єкту 126

4.10.1 Розрахунок площі тимчасових будівель..... 127

4.10.2 Розрахунок площ складів 128

4.10.3 Розрахунок потреби будівництва у воді..... 131

4.10.4 Забезпечення будівництва електроенергією 134

ВИСНОВКИ 137

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 138

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку будівельної галузі України особливої актуальності набуває впровадження інноваційних технологій, спрямованих на підвищення якості, енергоефективності та безпеки житлових об'єктів. Монолітне будівництво, як одна з таких технологій, дозволяє реалізовувати проєкти з високими експлуатаційними характеристиками та довговічністю.

Запоріжжя, як великий промисловий центр, потребує модернізації житлового фонду та впровадження нових архітектурних рішень, що відповідають сучасним вимогам до комфорту та безпеки. Будівництво триповерхової монолітної житлової будівлі в цьому місті сприятиме оновленню інфраструктури та задоволенню потреб населення у якісному житлі.

Метою даного бакалаврського проєкту є розробка архітектурно-будівельного рішення триповерхової монолітної житлової будівлі в місті Запоріжжя, з урахуванням місцевих кліматичних та геологічних умов, а також сучасних нормативних вимог. У проєкті передбачено обґрунтування вибору конструктивних рішень, матеріалів та технологій будівництва, що забезпечать енергоефективність, сейсмостійкість та комфортність експлуатації будівлі.

Реалізація такого проєкту сприятиме підвищенню рівня життя мешканців Запоріжжя та стане внеском у сталий розвиток міської інфраструктури.

1. АРХІТЕКТУРНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика ділянки

Місце будівництва триповерхової монолітної житлової будівлі знаходиться у місті Запоріжжя, що розташоване у південно-східній частині України.

Будівельний кліматичний район – II (відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010);

Зона вологості – помірно-суха;

Характеристика ґрунту – супіски та піски середньої щільності, інколи з прошарками суглинків;

Характеристика ґрунтових вод – неагресивні, рівень залягання ґрунтових вод – 8–10 м від поверхні землі;

Глибина промерзання ґрунту – 0,8–1,0 м;

Температура найбільш холодної доби – –22 °С;

Температура найхолоднішої п’ятиденки – –20 °С;

Снігове навантаження – 1110 Па (тобто 111 кг/м²), згідно з ДБН В.1.2-2:2006, Додаток Е;

Вітрове навантаження – 460 Па (тобто 46 кг/м²), згідно з ДБН В.1.2-2:2006, Додаток Е;

Товщина стінки ожеледі (b) – 19 мм;

Вітровий тиск при ожеледі (Wb) – 260 Па..

1.2 Загальна характеристика будівлі

Проєктована житлова будівля має просту прямокутну конфігурацію у плані.

Довжина будівлі в осях 1–11 становить 52,0 м, ширина в осях А–Е — 16,6 м.

Загальна висота будівлі від рівня землі — 15,25 м, включає:

- підвальне приміщення висотою — 2,8 м;
- три надземні поверхи з висотою кожного — 3,3 м;
- вихід на покрівлю — 3,0 м.

Будівля належить до житлової забудови.

Клас довговічності — I;

Клас вогнестійкості — II;

Кількість поверхів — 3 та підвал.

Майданчик будівництва розміщено на вільній території без забудови у межах міста Запоріжжя.

Будівля проєктується з використанням монолітного залізобетонного каркаса, що складається з:

- вертикальних несучих елементів — колон;
- горизонтальних конструкцій — безбалочних плит перекриття та покриття.

Сітка колон варіюється залежно від функціонального зонування і становить 6,0 × 6,0 м, 3,0 × 6,0 м, 4,8 × 6,0 м, 2,8 × 4,2 м.

Просторова жорсткість забезпечується:

- жорстким з’єднанням плит перекриття з колонами;
- діафрагмами жорсткості, розташованими в межах сходової клітини, які працюють як вертикальні диски жорсткості та між секціями будівлі.

1.2 Об'ємно -планувальне рішення

Об’ємно-планувальні рішення в даному проєкті прийняті відповідно до вимог ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення», ДБН В.1.1-7:2016 «Захист від шуму», ДБН В.1.1-31:2013 «Інклюзивність будівель», а також

з урахуванням норм пожежної безпеки, інсоляції, санітарно-гігієнічних та енергозберігаючих вимог.

Проєктом передбачено будівництво триповерхової житлової будівлі з підвалом. Планування поверхів передбачає розміщення квартир, допоміжних приміщень загального користування та інженерних вузлів. Підвал використовується під технічні та допоміжні приміщення (господарські комори, технічні приміщення, електрощитова тощо).

Планування забезпечує раціональне використання внутрішнього простору, функціональне зонування, логіку переміщення мешканців, відповідно до умов евакуації та безбар'єрного доступу.

Будівля включає такі функціональні зони

1. Загальнобудинкова зона - передбачає входи, вестибюлі, сходові клітини, коридори.

2. Житлова зона - квартири різної площі з кухнями, санвузлами, житловими кімнатами.

3. Технічна зона - у підвалі передбачено місця для інженерного обладнання (ІТП, електрощитова), зони для зберігання речей мешканців.

Архітектурна виразність будівлі формується за рахунок ритміки віконних прорізів, кольорових рішень фасаду та використання сучасних оздоблювальних матеріалів.

Для забезпечення безбар'єрного доступу маломобільних груп населення на вході у будівлю передбачено пандус із відповідним ухилом, що відповідає ДБН В.2.2-40:2018. Вхідна група, ширина дверних прорізів та сходово-маршові клітини проєктуються з урахуванням інклюзивності.

Звукоізоляція приміщень забезпечується застосуванням міжквартирних перегородок із керамічних блоків з показниками звукоізоляції не нижче 52 дБ, а також шляхом герметизації примикань згідно з ДБН В.1.1-7:2016.

Коридори загального користування мають ширину не менше 1,5 м, що забезпечує вільне пересування мешканців і відповідає вимогам безпечної

евакуації.

1.3 Конструктивне рішення

Проєктована триповерхова житлова будівля з підвалом у м. Запоріжжя запроектована за конструктивною схемою монолітного залізобетонного каркаса. Рішення прийняті відповідно до вимог діючих нормативних документів України:

- ДБН В.2.6-98:2009 — бетонні та залізобетонні конструкції;
- ДБН В.2.1-10:2018 — основи і фундаменти;
- ДБН В.1.2-2:2006 — навантаження і впливи;
- ДСТУ Б В.2.6-168:2011 — арматурна сталь;
- ДСТУ Б В.2.7-214:2009 — бетон;
- ДБН В.2.2-15:2019 — житлові будинки.

Фундамент будівлі — монолітна залізобетонна плита товщиною 450 мм, укладена на бетонну підготовку з бетону С8/10 товщиною 150 мм. Матеріал фундаменту — бетон С25/30, арматура — А400С.

Зовнішні стіни підвалу — монолітні залізобетонні товщиною 400 мм.

Гідроізоляція:

- горизонтальна — два шари руберoїду на позначці –0.280 м;
- вертикальна — обмазка гарячим бітумом у два шари.

Колони — монолітні, із бетону С25/30, перерізом 400×400 мм, з арматурою

А400С. Сітка колон варіюється: 6×6 м, 3×6 м, 4,8×6 м, 2,8×4,2 м. Перекриття та покриття — безбалочні плити товщиною 200 мм, з бетону С25/30, армовані сталлю А400С. У плитах передбачено отвори для стояків водопостачання, опалення, каналізації та інших інженерних мереж.

Діафрагми жорсткості — товщиною 200 мм, з бетону С25/30, розташовані

у зоні сходової клітини.

Просторова жорсткість забезпечується спільною роботою плит перекриттів, колон та діафрагм жорсткості.

Сходи та майданчики монолітні.

Зовнішні стіни — тришарова конструкція:

- внутрішній шар — газобетонні блоки товщиною 400 мм (щільність 500 кг/м³);
- утеплювач — базальтова вата товщиною 200 мм (щільність 125 кг/м³);
- облицювання — облицювальна цегла товщиною 120 мм.

Перегородки — з керамічної цегли (120мм), на цементно-піщаному розчині М50, з армуванням.

Вікна — металопластикові з двокамерними енергоефективними склопакетами.

Внутрішні двері — пластикові.

Зовнішні двері — з подвійним склінням.

Протипожежні двері — встановлюються у приміщеннях з інженерним

обладнанням згідно.

Перемички – монолітні ДБН В.1.1-7:2016.

Покрівля (експлуатована, плоска).

Склад конструктивного покрівельного пирога (зверху донизу):

1. Захисний верхній шар — технічне або декоративне покриття (10 мм).
2. Цементно-піщана стяжка — 20 мм.
3. Гідроізоляційна мембрана ПВХ — Sika Sikaplan.
4. Цементно-піщана стяжка — 20 мм.
5. Шар розухилки з керамзиту — 150 мм.
6. Додаткова гідроізоляція EUROVENT BITUMI.
7. Утеплювач — мінеральна вата ROCKWOOL Rockmin товщиною 250 мм.

8. Пароізоляція ПВХ — Sika Sikaplan.

9. Цементно-піщана стяжка — 20 мм (по плиті перекриття).

Покрівельна конструкція забезпечує необхідний теплотехнічний опір, водонепроникність і паробар'єр, відповідає вимогам експлуатації, пожежної безпеки та довговічності.

1.4 Теплотехнічний розрахунок стінового огородження

Так як ділянки огороджуючих конструкцій не однорідні (400 мм газобетон, 200 мм, залізобетон та 400 мм з.б. колон, розраховуємо максимально негативний варіант.

Шарова структура стіни:

Залізобетон – товщина 200 мм, λ = 1,69 Вт/(м·К)

Утеплювач ROCKWOOL, товщина 200 мм, λ = 0.037 Вт/(м·К)

Повітряний прошарок, товщина 20 мм, R = 0.18 м²·К/Вт

Облицювальна цегла, товщина 120 мм, λ = 0.70 Вт/(м·К)

Внутрішній тепловий опір Rsi = 0.13 м²·К/Вт

Зовнішній тепловий опір Rse = 0.04 м²·К/Вт

$R\Sigma=R_{si} + R_{бетон} + R_{утепл} + R_{повітр} + R_{цегла} + R_{se} =$
$=0,13+0,12+5,41+0,18+0,17+0,04=6,05$ м^2 ·К/Вт

Згідно ДБН В.2.6-31:2021 мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі огороджувальної конструкції буде складати $=3,5\ \ м^2 * К\backslash Вт$

Згідно з вимогами ДСТУ 9191:2022, приведений опір теплопередачі зовнішньої огороджувальної конструкції визначається з урахуванням термічно неоднорідних ділянок, зокрема лінійних та точкових теплопровідних включень. Розрахунок проводиться за формулою:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \sum_m (l_m \cdot \Psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)}, \quad (1.1)$$

A_Σ — загальна площа зовнішньої огороджувальної конструкції, визначена по внутрішньому контуру з урахуванням укосів та виключенням площі прорізів. У нашому випадку складає 1824,2 м²;

A_i — площа термічно однорідної частини непрозорої конструкції, без урахування площ ділянок з теплопровідними включеннями, становить 1390,13 м²;

R_Σ — опір теплопередачі термічно однорідної частини, визначений згідно з шаровим складом конструкції. Для розрахованої стіни він становить 6,7 м²·К/Вт залежно від варіанта;

l_m — сумарна довжина m-х лінійних теплопровідних включень. Визначена виходячи з периметра будівлі та її поверховості:

$$l_m = 16{,}6 \cdot 5 + 52 \cdot 5 = 342 \text{м}$$

Ψ_m — лінійний коефіцієнт теплопередачі включення, приймається згідно ДСТУ 9191:2022, Додаток Г, як для примикання металевого елемента каркаса:

$$\Psi_m = 0{,}045 \text{ Вт/(м·К)};$$

χ_j — точковий коефіцієнт теплопередачі j-го включення, згідно з Додатком Д ДСТУ 9191:2022, для пластикового дюбеля:

$$\chi_j = 0{,}045 \text{ Вт/К};$$

N_j — кількість точкових включень. Визначається за схемою кріплення утеплювача:

- площа однієї мінераловатної плити: 1,2 × 0,6 = 0,72 м²;
- кількість плит: 1390,13 / 0,72 ≈ 1931 шт;
- прийнято по 2 дюбелі на плиту, отже загальна кількість дюбелів:

$$N_j = 1931 \cdot 4 = 7724 \text{ шт.}$$

Розрахоувуємо приведений опір теплопередачі згідно формули 1.1.

$R_{\Sigma} = 3,82$ м^2 ·К/Вт

Зовнішня стіна відповідає вимогам теплозахисту будівель. У конструкції навіть із залізобетонним несучим шаром забезпечено належну енергоефективність за рахунок використання якісного утеплювача та додаткового повітряного прошарку.

1.5 Визначення класу наслідків відповідальності

Загальна площа квартир на 1-му поверсі:

$$A_{\text{поверх 1}} = 580,44 \text{ м}^2$$

Розрахунок кількості мешканців квартири за нормою (21 м²/ос + 10.5 м²/сім'ю ≈ 31.5 м² на 1 особу):

$$N_1 = 580,44/31,5 \approx 18,43 \text{ (осіб)}$$

Загальна розрахункова кількість мешканців усіх квартир.

Загальна площа квартир - 2206,62 м²

Сумарне постійне населення складає 95 осіб + 1 консьєрж = 96 осіб

Згідно з нормами: тимчасове перебування не повинно перевищувати 50% постійного.

$$N_2=0,5\cdot96=48 \text{ осіб}$$

Кількість осіб, які перебувають зовні будівлі (N3).

$$N_3 = N_1 + N_2 = 96 + 48 =144 \text{ особи}$$

Площа будівлі: 2206,62 м²

Вартість 1 м² (за Наказом №351 від 23.04.2024): 20868 грн

Повна вартість будинку:

$$\Phi_{\text{розрах}} = 20868 \cdot 2206,62 =46047,746 \text{ тис. грн}$$

Прогнозований збиток (за формулою Ф = 0,225 × вартість):

$$\Phi = 0,225 \cdot 46047,746 = 10360,742 \text{ тис. грн}$$

У мінімальних заробітних платах (МЗП = 8000 грн з 01.04.2024).

Таблиця 1.1 - Визначення класу наслідків згідно з таблицею 1 ДСТУ 8855:2019

Параметр	**Значення**	**Клас наслідків**
Постійно перебувають (N1)	96 осіб	CC2
Тимчасово перебувають (N2)	48 осіб	CC1
Зовні перебувають (N3)	144 осіб	CC2
Прогнозовані збитки у МЗП	1295 ЗП	CC1

Відповідно до ДСТУ 8855:2019, клас наслідків (відповідальності) будівлі встановлюється за найвищим з критеріїв.

Таким чином, будівля підпадає під клас наслідків (відповідальності) CC2.

2. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок та конструювання

Проєктована триповерхова монолітна житлова будівля, розташована в місті Запоріжжя, виконана з просторового залізобетонного каркаса, що включає такі основні конструктивні елементи:

- монолітну фундаментну плиту товщиною 450 мм;
- монолітні залізобетонні колони з поперечним перерізом 400×400 мм, розташовані за сіткою 6×6 м, 3×6 м, 4,8×6 м і 2,8×4,2 м;
- монолітні плити перекриття та покриття товщиною 200 мм;
- діафрагми жорсткості вздовж сходової клітини, товщиною 200 мм.

Усі конструктивні елементи запроєктовані з бетону класу С25/30 з робочою арматурою класу А400С, відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи" та ДБН В.2.6-98:2009.

Нормативне снігове навантаження для м. Запоріжжя (III сніговий район): 800 Па;

Нормативний швидкісний напір вітру (III вітровий район): 380 Па.

Розрахункова модель будівлі побудована у програмному комплексі «САПФІР» на основі архітектурного проєкту. Геометрична схема була експортована у формат IFC та адаптована до розрахункового середовища. Основні статичні розрахунки виконано у ПК «ЛІРА-САПР», з урахуванням повного набору нормативних навантажень. Схема конструкції з розбиттям на кінцеві елементи представлена на рисунку 2.1.

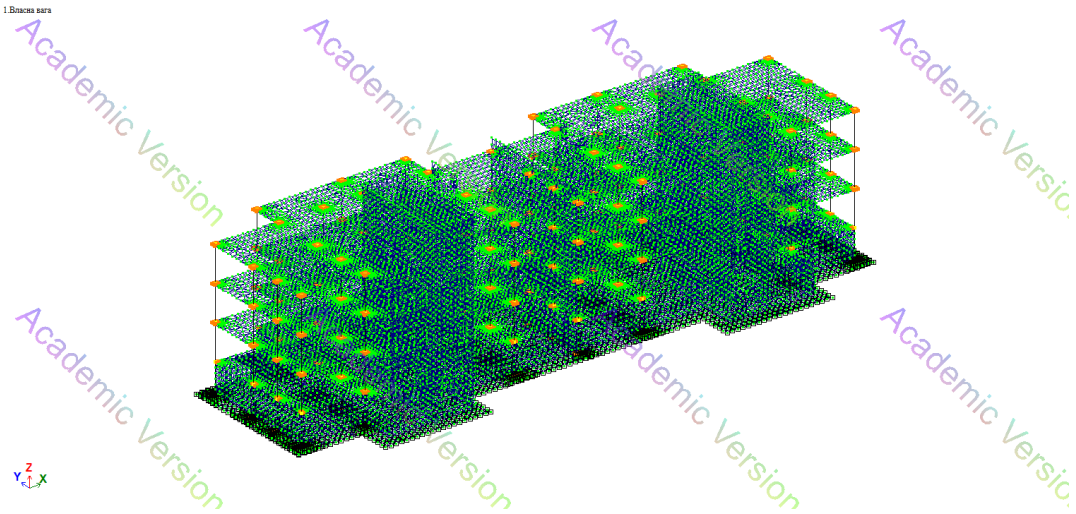


Рисунок – 2.1 Розрахункова схема будинку.

2.2 Навантаження та впливи

Навантаження і впливи на конструктивні елементи будівлі визначались відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проєктування». Усі нормативні та розрахункові навантаження були автоматично згенеровані в програмному комплексі «САПФІР», де також сформована розрахункова схема будівлі, та передані до ПК «ЛІРА-САПР» для виконання інженерного аналізу.

Параметри навантаження від огороджувальних конструкцій (зовнішніх стін, утеплювача, облицювання) та внутрішніх перегородок були імпортовані з Revit 2022 у форматі IFC, автоматично оброблені у «САПФІР» та за необхідності доповнені відповідними навантаженнями. Постійні, тимчасові (експлуатаційні) та кліматичні навантаження були призначені згідно з нормативами безпосередньо у «САПФІР».

Власна вага залізобетонних елементів (колон, плит перекриття, фундаментної плити, діафрагм жорсткості) була автоматично врахована в «ЛІРА-САПР» на основі фізичних параметрів матеріалів.

Зведена інформація щодо навантажень на будівлю представлена в таблицях 2.1–2.2.

Таблиця 2.1 - Збір постійних та корисних навантажень

Найменування навантаження	Об'ємна вага кг/м^3	Товщина м	Нормативне навантаження кг/м^2	Коеф. надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження кг/м^2
1	2	3	4	5	6
Підлога підвалу					
Стяжка із цементно-піщаного розчину	1800	0.1	180	1.3	234
Теплоізоляція/ звукоізоляція – мінеральна вата	100	0.05	5	1.3	6.5
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження	-		150	1.3	195
Разом	Сума:		335		435,5
Підлоги першого поверху, коридори					
Вестибюль					
Мармурне покриття	2400	0.01	24	1.3	31,2
Стяжка із цементно-піщаного розчину	1800	0.1	180	1.3	234
Теплоізоляція/ звукоізоляція – мінеральна вата	100	0.05	5	1.3	6.5
Разом	Сума:		209	1.3	271,7
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження	-		200	1.2	240
Разом	Сума:		409		511,7
Житлові приміщення типових поверхів					
Стяжка із цементно-піщаного розчину	1800	0.1	180	1.3	234

Теплоізоляція/ звукоізоляція – мінеральна вата	100	0.1	10	1.3	13
Мармурне покриття	2400	0.02	48	1.3	62,4
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження	-		150	1.3	195
Разом	Сума:		388		504,4

Таблиця 2.2 - Збір постійних та корисних навантажень на покрівлю

Найменування навантаження	Об'ємна вага кг/м^3	Товщина м	Нормативне навантаження кг/м^2	Коеф. надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження кг/м^2
1	2	3	4	5	6
Покриття					
Ц.п. стяжка	1800	0.04	72	1.3	93,6
Ухилоутворююча шар	600	0.15	90	1.3	117
Теплоізоляція – мінеральна вата	100	2.5	250	1.3	325
Ц.п. стяжка	1800	0.02	36	1.3	46,8
Шари пароізоляції, гідроізоляції та ін.	1400	0.01	14	1.3	22,1
Разом	Сума:		462		604,5
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження	-		50	1.3	65
Разом	Сума:		512		669,5

Таблиця 2.3 - Збір навантажень від огороджень

Збір навантажень від огороджень					
Найменування навантаження	Об'ємна вага кг/м^3	Площа перетину стіни b·h м^2	Нормативне навантаження кг/м^2	Коеф. надійності. по навантаженню	Розрахункове навантаження кг/м^2
1	2	3	4	5	6
Стіна зовнішня					
Газобетон	500	0.3	150	1.3	195
Утеплювач	100	0.2	20	1.3	26
Облицювальна цегла	1760	0.03	52,8	1.3	68,64
Разом		Сума	222,8		289,64
Міжкімнатна перегородка					
Цегла	1800	0.12	216	1.2	259,2
Разом			438,8		548,84

2.3 Вітрове навантаження

Розрахунок вітрового навантаження на конструкції триповерхової житлової будівлі виконується згідно з вимогами ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи».

Вітровий тиск враховується у вигляді активного та пасивного навантаження, які прикладаються до площин фасадів будівлі та елементів її каркаса. Розрахунок цих навантажень здійснюється за формулами:

$$w_1 = w_m \cdot B \cdot \gamma_n, \tag{2.1}$$

$$w_2 = w'_m \cdot B \cdot \gamma_n, \tag{2.2}$$

де w_m і w'_m -- активне вітрове навантаження на 1 м^2 поверхні стін, яке визначається формулою:

$$w_m = w_0 \cdot c \cdot \gamma_{fm}. \tag{2.3}$$

w_0 = 460 Па

w_0 — характеристичне (нормативне) значення вітрового навантаження, яке визначається згідно з вітровим районом за картою рис. 9.1 ДБН. Для м. Запоріжжя — w_0 = 460 Па (II вітровий район);

γ_{fm} — коефіцієнт надійності за навантаженням, залежить від середнього періоду повторюваності навантаження (приймається рівним строку експлуатації будівлі T = $T_{еф}$), значення визначається за таблицею 9.1 ДБН;

С — аеродинамічний коефіцієнт, який враховує форму будівлі, напрямок вітру та висоту; визначається згідно з п. 9.7 ДБН В.1.2-2:2006.

Вітрове навантаження збільшується з висотою через коефіцієнт C_h, тому для спрощення його впливу воно часто зводиться до зосереджених сил, прикладених до вузлів несучого каркаса на рівнях міжповерхових перекриттів.З навітряного боку/

C1=	0,8	*	0,60	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,97	=	0,4656
C2=	0,8	*	0,70	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,97	=	0,5432
C3=	0,8	*	1,00	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,97	=	0,776
C4=	0,8	*	1,20	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,97	=	0,9312

З підвітряного боку

C1=	-0,6	*	0,60	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,97	=	-0,3492
C2=	-0,6	*	0,70	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,97	=	-0,4074
C3=	-0,6	*	1,00	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,97	=	-0,582
C4=	-0,6	*	1,20	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,97	=	-0,6984

Визначаємо розподілене вітрове навантаження згідно висоти поверхів.

З навітряного боку

Wm1=	1,14	*	500	*	0,466	=	265	Па
Wm2=	1,14	*	500	*	0,543	=	310	Па
Wm3=	1,14	*	500	*	0,776	=	442	Па
Wm4=	1,14	*	500	*	0,931	=	531	Па

З підвітряного боку

Wm1=	1,14	*	500	*	-0,349	=	-199	Па
Wm2=	1,14	*	500	*	-0,407	=	-232	Па

Wm3= 1,14 * 500 * -0,582 = -332 Па

Wm4= 1,14 * 500 * -0,698 = -398 Па

Зводимо інші розрахунки та відповідні коефіцієнти у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця вітрових коефіцієнтів та навантажень

Пов	B, м	h, м	Z, м	C aer	C' aer	C alt	C rel	C dir	Cd	Ch	C навітр	C підвітр	Wo, Па	ɣfm	Wm1, Па	Wm2, Па	W1, т/м	W2, т/м	W1i, т	W2i, т
1	5,2	3,3	2,2	3,30	0,8	-0,6	1	1	1	0,97	0,60	0,47	-0,35	500	1,14	265,39	-199,04	0,138	-0,104	0,455
2	5,2	3,3	3,4	6,60	0,8	-0,6	1	1	1	0,97	0,70	0,54	-0,41	500	1,14	309,62	-232,22	0,161	-0,121	0,531
3	5,2	3,3	3,4	9,90	0,8	-0,6	1	1	1	0,97	1,00	0,78	-0,58	500	1,14	442,32	-331,74	0,230	-0,173	0,759
4	5,2	3	3,4	12,90	0,8	-0,6	1	1	1	0,97	1,20	0,93	-0,70	500	1,14	530,78	-398,09	0,276	-0,207	0,828

2.4 Снігове навантаження

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на 1м^2 покриття будівлі визначається за формулою:

$$S_m = S_0 \cdot C \cdot \gamma_{fm}, = 1{,}2*1*1{,}14 = 1{,}368 \text{ кН/м}^2 \quad (2{,}4)$$

Величина S_0 є характеристичним (нормативним) значенням снігового навантаження, яке визначається відповідно до снігового району за картою, наведеною в ДБН В.1.2-2:2006. Для м. Запоріжжя, що належить до III снігового району, значення S_0 приймається рівним 1100 Па.

Строк експлуатації конструкцій:

- для громадських будівель: $T_{еф}$ = 100 років;
- для промислових об'єктів: $T_{еф}$ = 60 років.

Коефіцієнт С у формулі розрахунку снігового навантаження визначається як добуток кількох коригувальних коефіцієнтів, які враховують:

- форму даху,
- геометричні характеристики будівлі,
- вітрові та температурні умови району будівництва.

Коефіцієнт С у формулі визначається добутком декількох коефіцієнтів:

$$C = \mu \cdot C_в \cdot C_{alt}, =1*1*1 = 1 \quad (2{,}5)$$

де μ — це коефіцієнт переходу від маси снігового покриву на ґрунті до ефективного снігового навантаження на покрівлю. Значення μ залежить від форми даху та кута нахилу поверхні:

- якщо кут нахилу $\alpha \leq 25°$, приймається $\mu = 1$ (повне навантаження);
- якщо $\alpha > 60°$, сніг не затримується — приймається $\mu = 0$.

У випадку складної форми покриття або наявності парапетів, значення μ визначається згідно зі Схемою 10 ДБН, із використанням відповідної формули для даного типу даху.

$$\mu = (2h)/S_0 \quad (2,6)$$

де h — висота парапету від рівня плоскої покрівлі. У нашому проєкті ця величина становить 760 мм, що відповідає 0,76 м.

У такому випадку коефіцієнт μ для зони скупчення снігу біля парапету визначається за формулою:

$$\mu=(2\cdot h)/l=1,6$$

де l = 1,2 м — довжина зони накопичення снігу згідно з нормативною схемою.

C — загальний коефіцієнт, який враховує режим експлуатації та географічне розташування будівлі. Він визначається як добуток:

C_e — коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі. У разі відсутності конкретних даних приймається $C_e = 1$;

C_{alt} — коефіцієнт географічної висоти. Приймається $C_{alt} = 1$ для рівнинної місцевості (не гірська зона).

Тоді:

$$C=\mu\cdot C_e\cdot C_{alt}=1,6\cdot 1\cdot 1=1,6$$

Снігове навантаження біля парапету буде максимальним безпосередньо біля нього і поступово знижуватиметься на відстані 2h = 1,52 м. У цій зоні значення навантаження зменшиться до 1,368 кН/м².

2.5 Статичний розрахунок

Розрахунок несучих конструкцій будівлі виконано методом кінцевих елементів (МКЕ). Як основні невідомі у моделі прийнято вузлові переміщення, які включають:

X – поступальне переміщення вздовж осі X;

Y – поступальне переміщення вздовж осі Y;

Z – поступальне переміщення вздовж осі Z;

UX – обертання навколо осі X;

UY – обертання навколо осі Y;

UZ – обертання навколо осі Z.

Розрахунок плит перекриття виконувався у складі всієї просторової моделі будівлі, з урахуванням жорсткого з'єднання колон з плитами.

Розрахунки проведено для наступних статичних завантажень, сформованих у програмному середовищі «САПФІР», з подальшим експортом у ПК «ЛІРА-САПР».

Завантаження 1–3 — постійні навантаження:

- власна вага плит,
- маса підлоги,
- навантаження від зовнішніх стін;

Завантаження 4 — тривале експлуатаційне навантаження (корисне навантаження на перекриття);

Завантаження 5 — тривале статичне навантаження (від внутрішніх перегородок);

Завантаження 6 — снігове навантаження, прикладене до елементів каркаса;

Завантаження 7 — вітрове навантаження, спрямоване вздовж осі X під кутом 90°;

Завантаження 8 — вітрове навантаження, спрямоване вздовж осі Y під кутом 90°.

Навантаження від власної ваги залізобетонних конструкцій у ПК «ЛІРА-САПР» визначається автоматично на основі геометричних та матеріальних характеристик елементів.

Використання інформаційної моделі будівлі, створеної в Revit 2024 та обробленої у «САПФІР», дозволило істотно скоротити час на підготовку розрахункової схеми у ПК «ЛІРА-САПР».

Після завершення розрахунків у «ЛІРА-САПР», дані з підбору арматури для всіх залізобетонних елементів було експортовано назад до «САПФІР», де на їх основі були автоматично згенеровані креслення армування, що увійшли до графічної частини проєкту.

2.6 Аналіз статичних розрахунків

Результати розрахунків представлені на рисунках нижче.



Рисунок 2.2 – Ізополя переміщень по осі Z

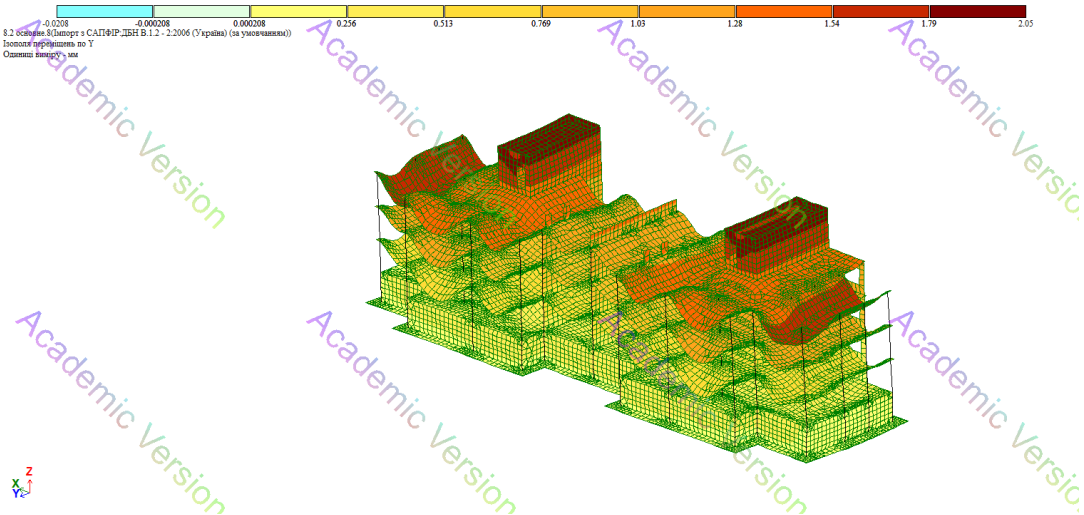


Рисунок 2.3 – Ізополя переміщень по осі Y

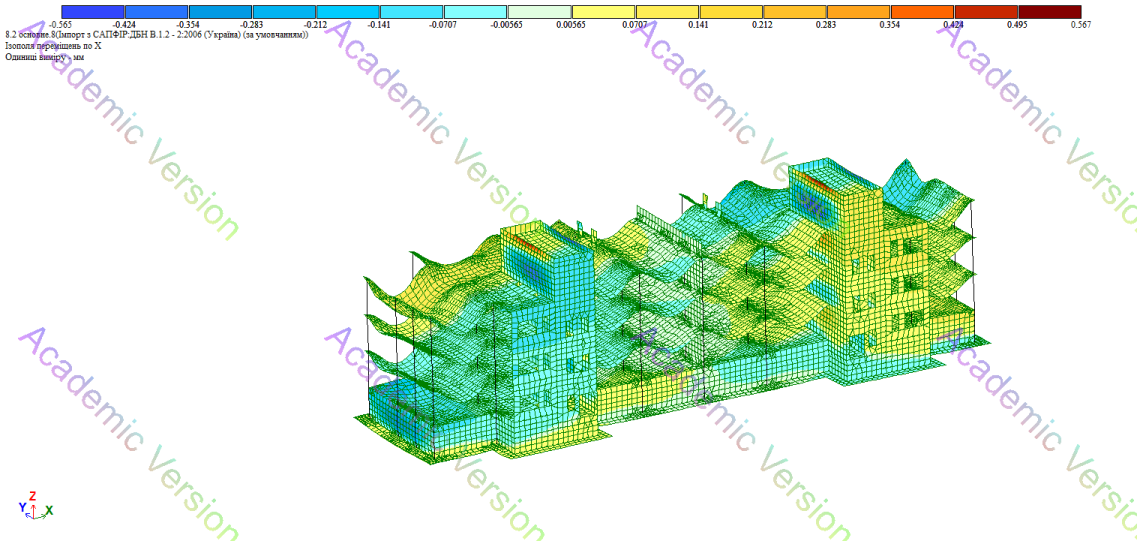


Рисунок 2.4 – Ізополя переміщень по осі X

Результати розрахунків по прогинах згідно ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини і переміщення. Вимоги проектування», згідно п. 7 Горизонтальні граничні переміщення і прогини каркасних будівель.

$$f_u < [f_u] \qquad (2.7)$$

$$f_u = 0{,}00205 < [f_u] = 13{,}9/500 = 0{,}0278$$

де f_u – граничне переміщення;

h – висота багатоповерхових будівель, що дорівнює відстані від верху фундаменту до осі ригеля покриття.

Для розглядаємої будівлі дорівнює h = 13,9 м.

Горизонтальні граничні переміщення задовольняють вимогам.

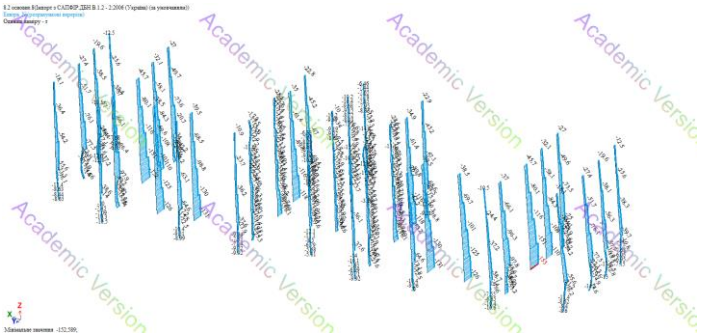


Рисунок 2.5 – Епюра N

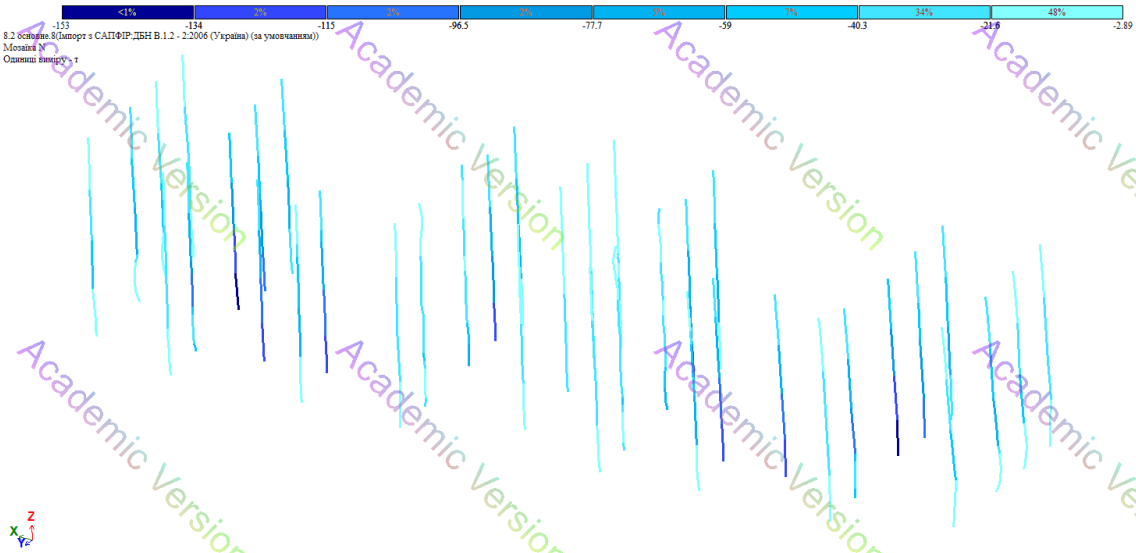


Рисунок 2.6 – Мозаіка N

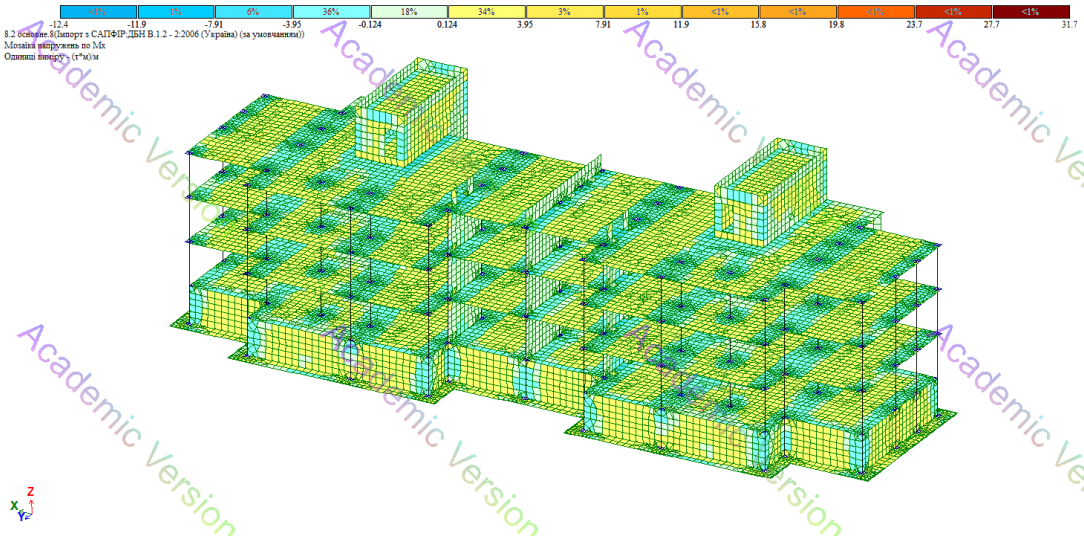


Рисунок 2.7 – Мозаіка напруг по Mx

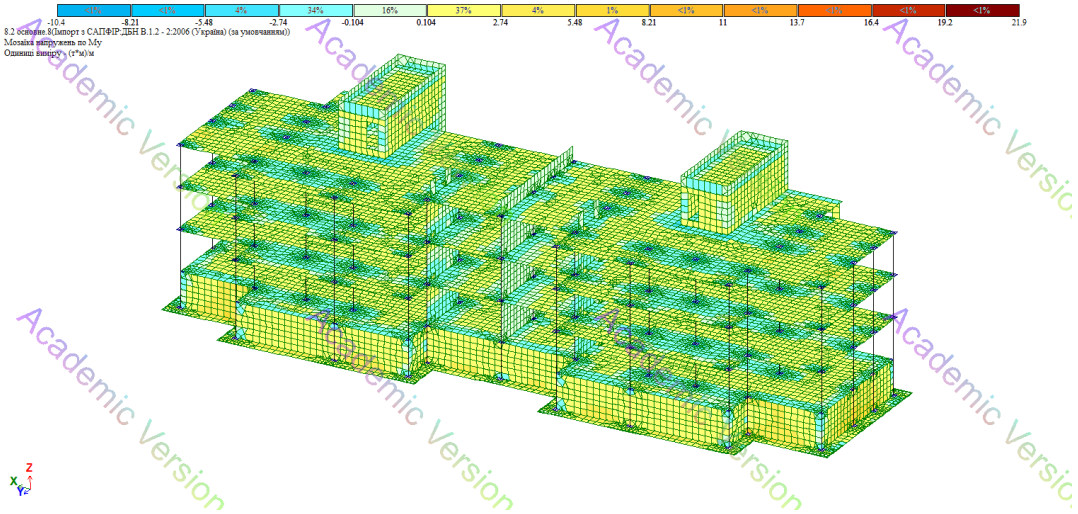


Рисунок 2.8 – Мозаіка напруг по My

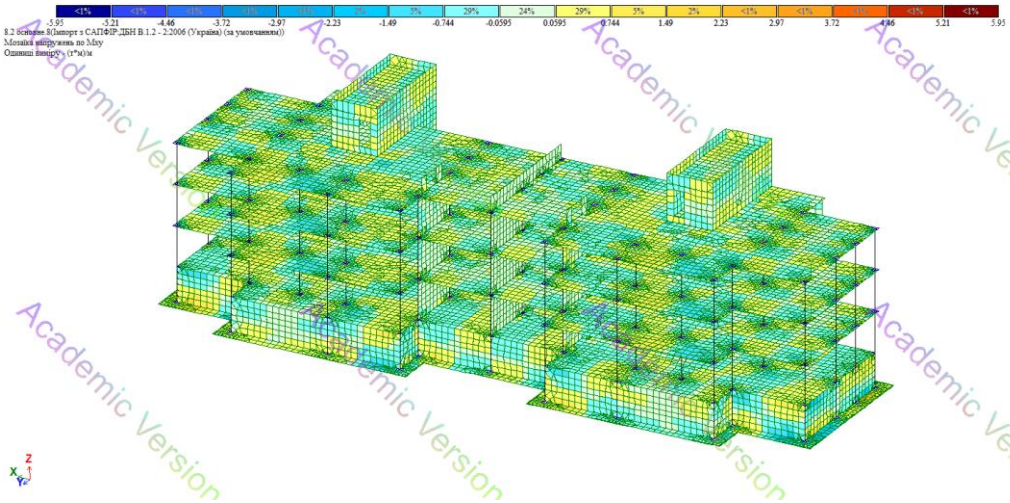


Рисунок 2.9 – Мозаіка напруг по Mxy

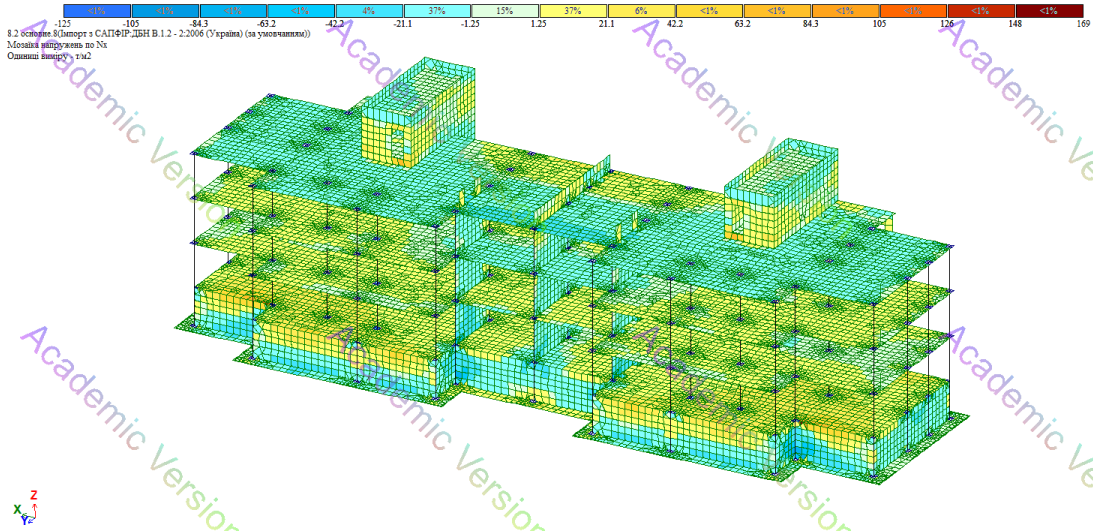


Рисунок 2.10 – Мозаіка напруг по Nx

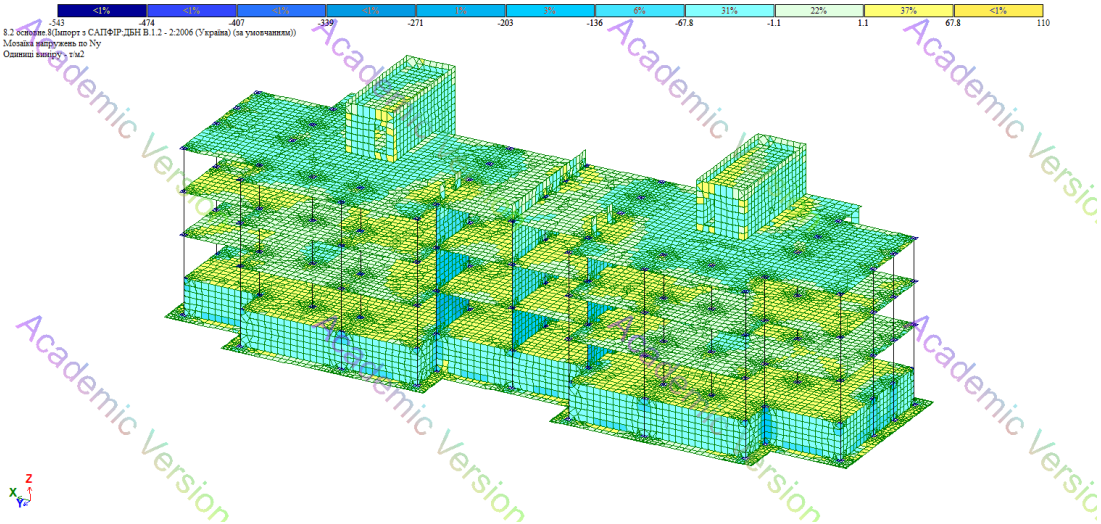


Рисунок 2.11 – Мозаіка напруг по Ny

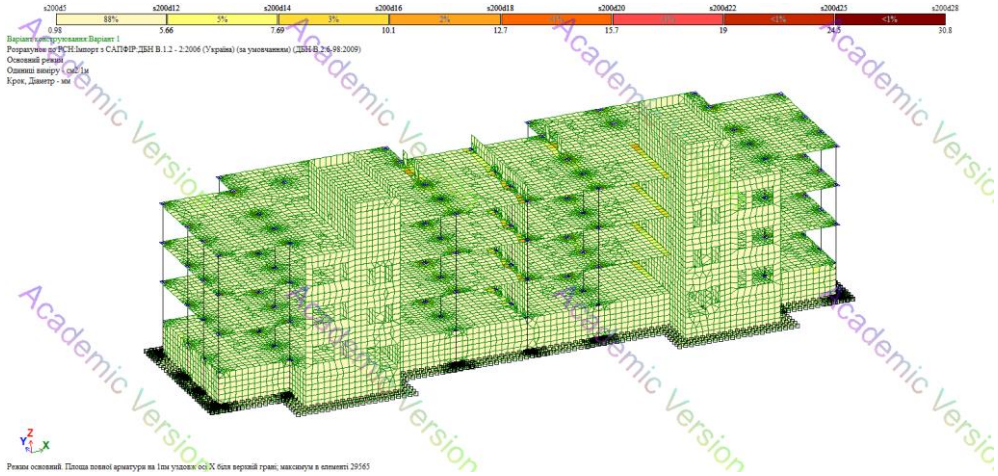


Рисунок 2.12 – Площа повної арматури на 1пм оп осі X у верхній грані

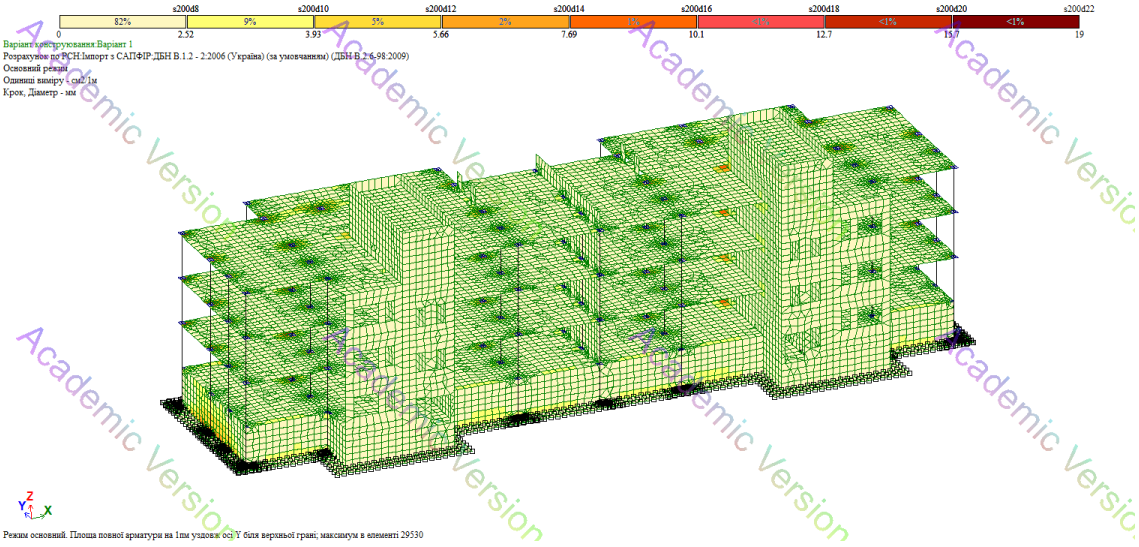


Рисунок 2.13 – Площа повної арматури на 1пм оп осі Y у верхній грані

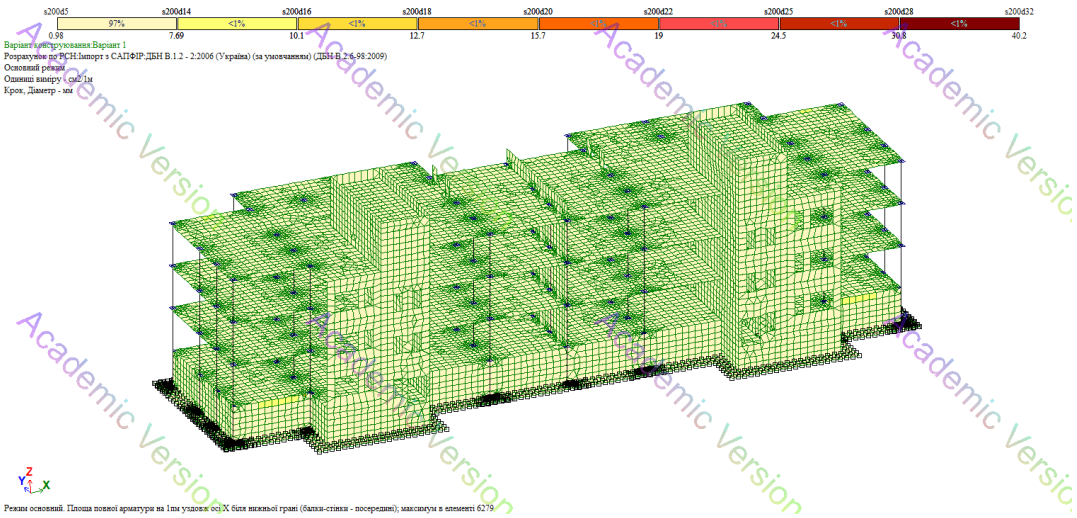


Рисунок 2.14 – Площа повної арматури на 1пм оп осі X у нижній грані

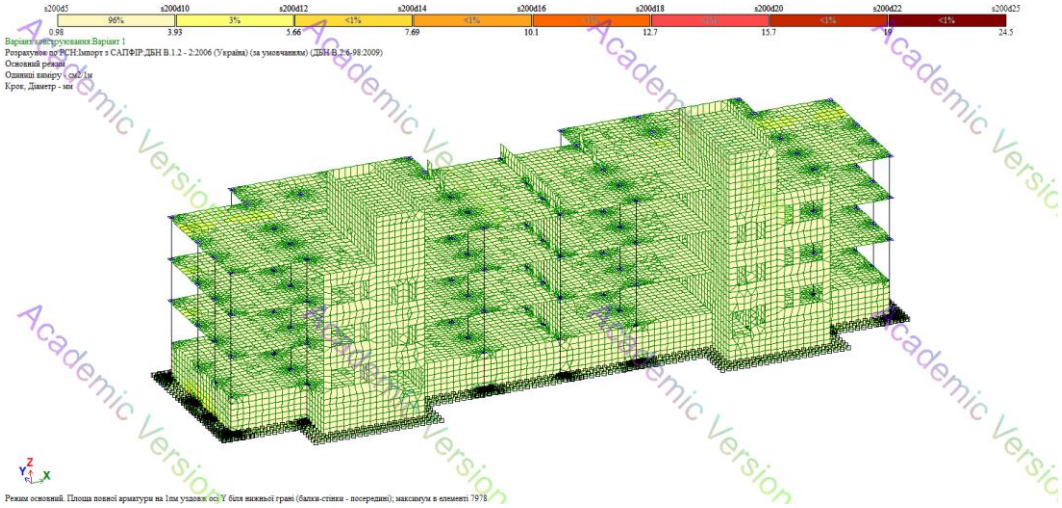


Рисунок 2.15 – Площа повної арматури на 1пм оп осі Y у нижній грані

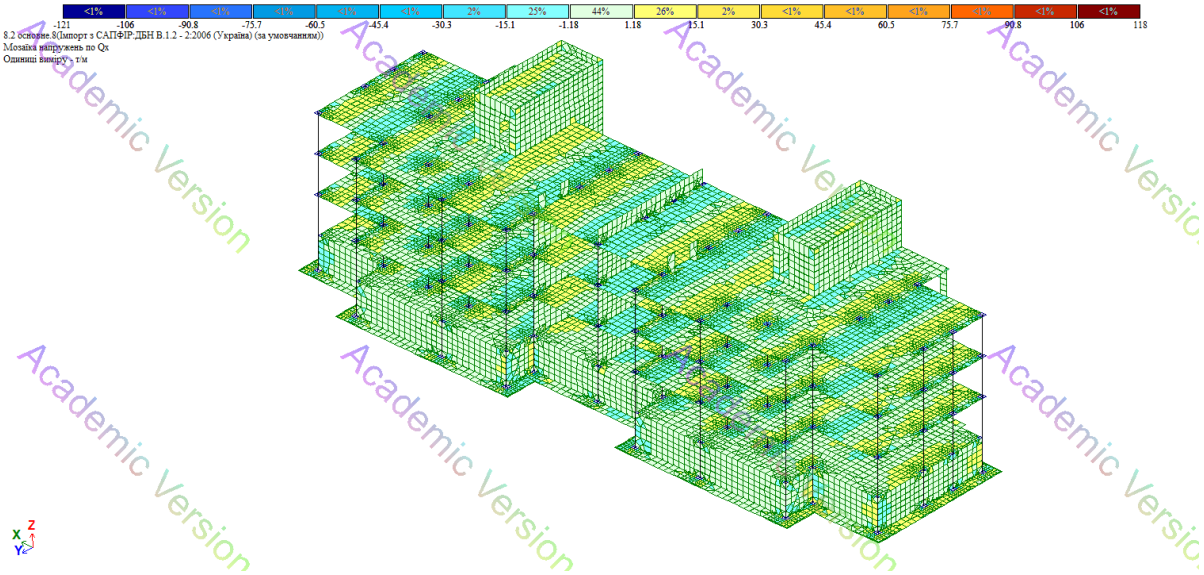


Рисунок 2.16 – Мозаїка напружень по Q_x

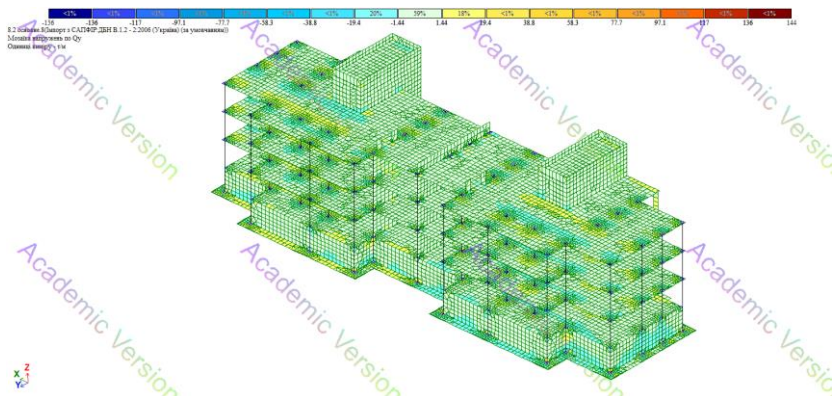


Рисунок 2.17 – Мозаїка напружень по Q_y

2.7 Розрахунки монолітної плити перекриття на рівні +3.300

Розрахункову модель монолітної залізобетонної плити в осях 1-6, А-Е перекриття подано на рисунку 2.18. Результати статичного аналізу конструкції наведені на малюнках 2.18–2.25. Перекриття виконано з монолітного бетону класу С25/30. Для армування використовується поздовжня та поперечна арматура класу А-400 відповідно до вимог ДСТУ 3760.

Розрахунок поздовжнього армування в прольоті здійснюється відповідно до умов міцності нормальних перерізів під дією найбільшого позитивного згинального моменту.

Підбір арматури для монолітної плити проводився з використанням програмного комплексу «ЛІРА-АРМ». Нижче подано результати армування, отримані на основі розрахунку за міцністю нормальних перерізів. Армування плити виконується окремими стрижнями, розташованими згідно з лініями однакових моментів (ізополями) та розподілом згинальних моментів.

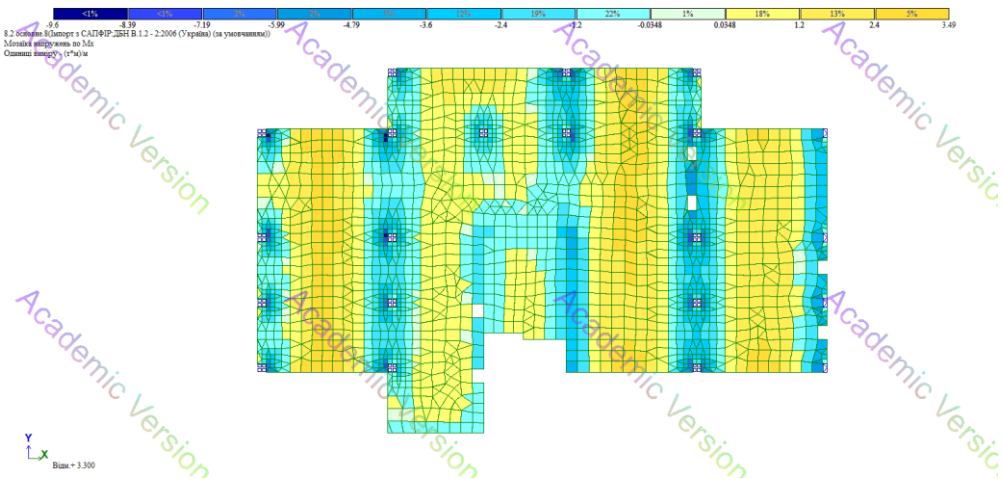


Рисунок 2.18 – Мозаїка напруг по Мх

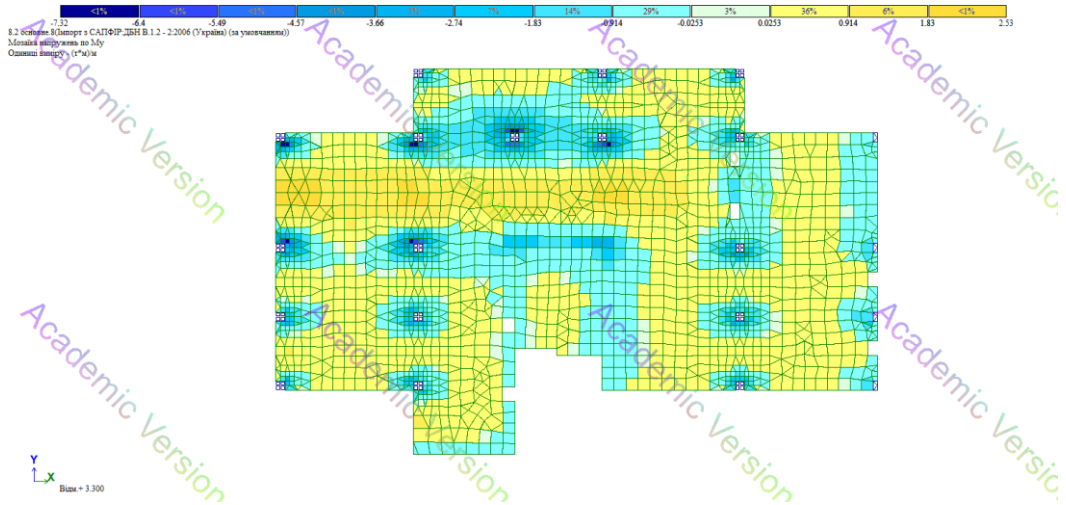


Рисунок 2.19 – Мозаїка напруг по My

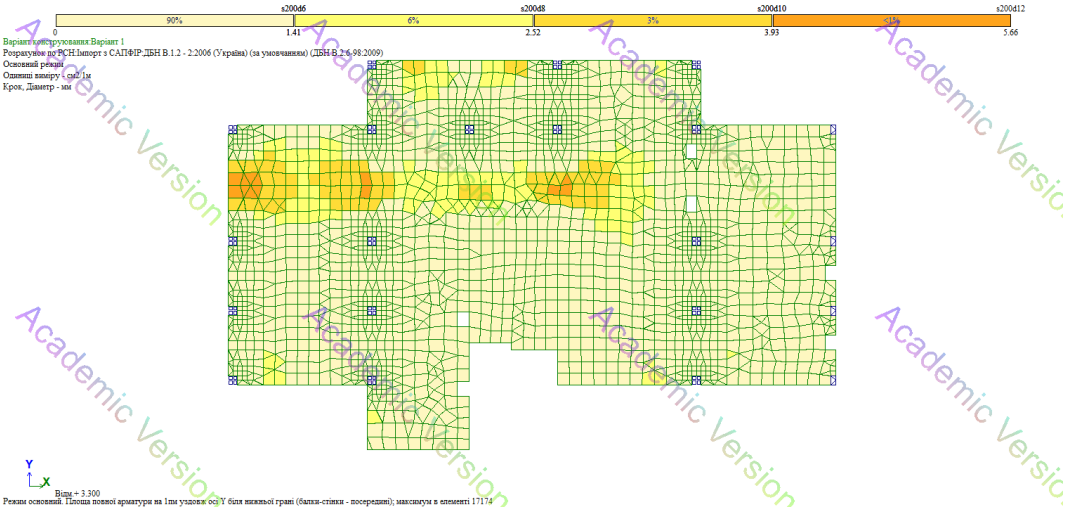


Рисунок 2.20 – Нижня арматура по осі Y

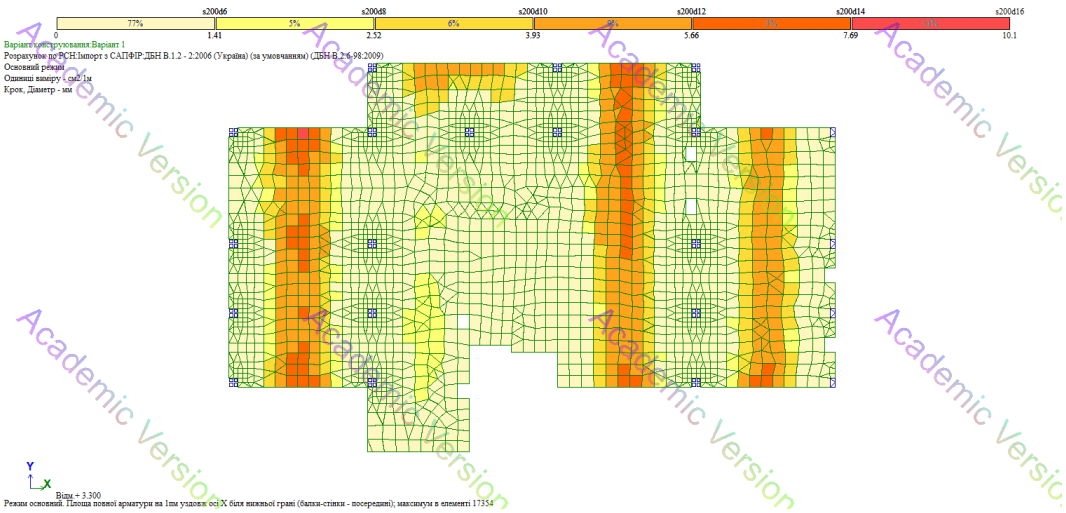


Рисунок 2.21 – Нижня арматура по осі X

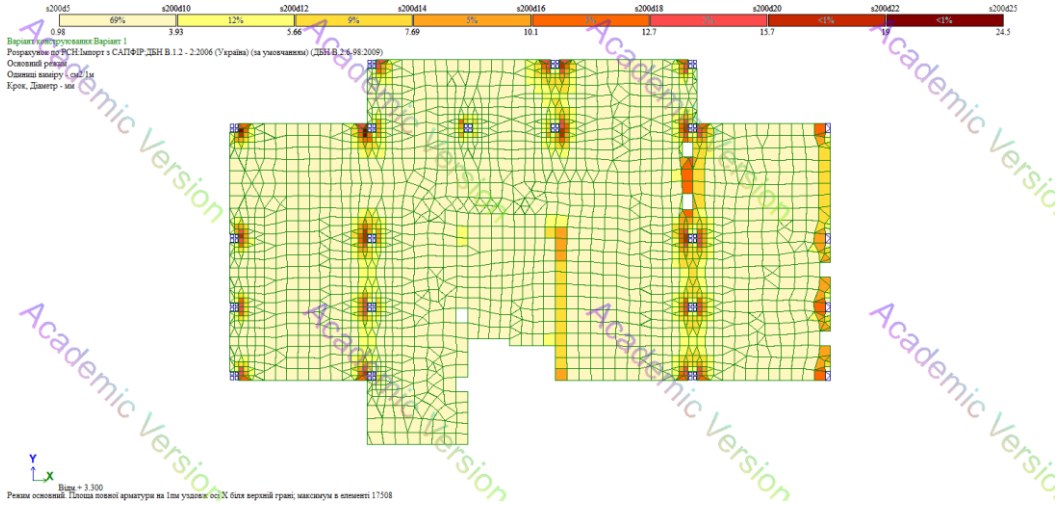


Рисунок 2.22 – Верхня арматура по осі X

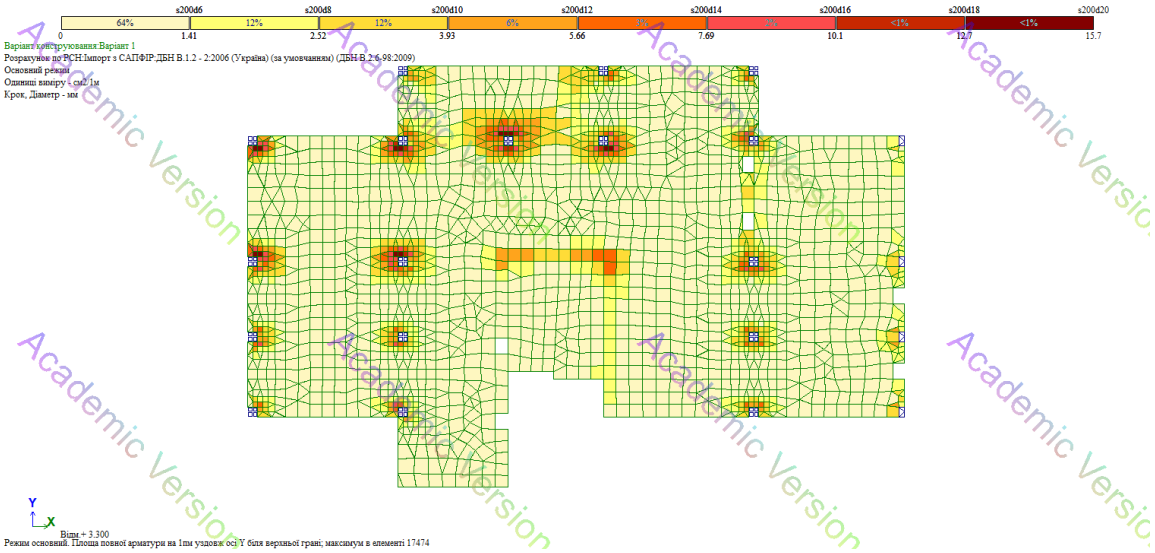


Рисунок 2.23 – Верхня арматура по осі Y

Розміщення арматури в плиті здійснюється відповідно до епюри згинальних моментів у прольотних зонах, за аналогією з армуванням нерозрізних плит.

Оцінювання прогинів плити перекриття виконано на основі просторової моделі конструкції. Результати розрахунку представлені на зображенні нижче.

З аналізу видно, що максимальні переміщення плити не перевищують допустимих меж.

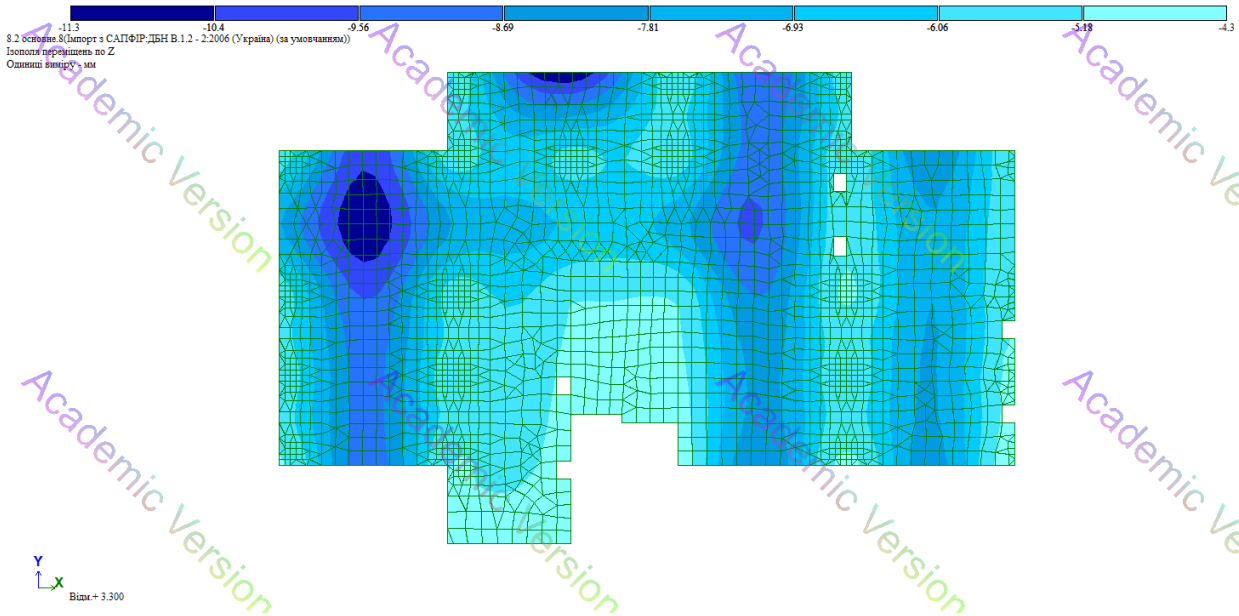


Рисунок 2.24 – Ізополя переміщень плити перекриття по осі Z

Результати розрахунків по прогинах згідно ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини і переміщення. Вимоги проектування».

$$f < [f] = \frac{1}{200} \cdot L \ , \tag{2.8}$$

$$f_u = 11{,}3 < [f_u] = (1/200)*6000 = 30 \text{ мм}$$

Жорсткість перекриття задовольняє вимогам норм.

За результатами підбору арматурам остаточно ухвалюємо:

При конструюванні плити перекриття ухвалюємо основне армування у верхній і нижній зоні ø12 А400С із кроком 200 мм у двох напрямках.

2.8 Розрахунки монолітних стін на рівні +3.300

Результати статичного аналізу монолітних стін наведено на рисунках 2.25–2.27. Стіни виконані з бетону класу С25/30. Для армування застосовується поздовжня арматура класу А-400 та поперечна арматура класу А-240С згідно з вимогами ДСТУ 3760.

Підбір арматури для монолітних стін здійснено за допомогою програмного комплексу «ЛІРА-АРМ». Нижче подано результати підбору арматурних елементів, виконаного на основі розрахунку міцності нормальних перерізів.

Армування стін виконується окремими стрижнями відповідно до ізополей згинальних моментів і результатів, отриманих у програмному забезпеченні.

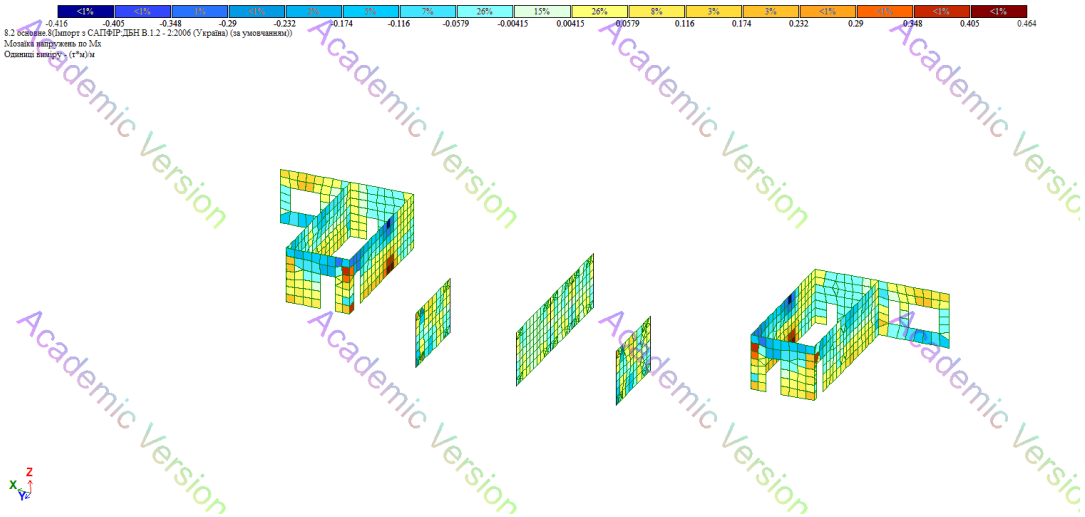


Рисунок 2.18 – Мозаїка напруг по Мх

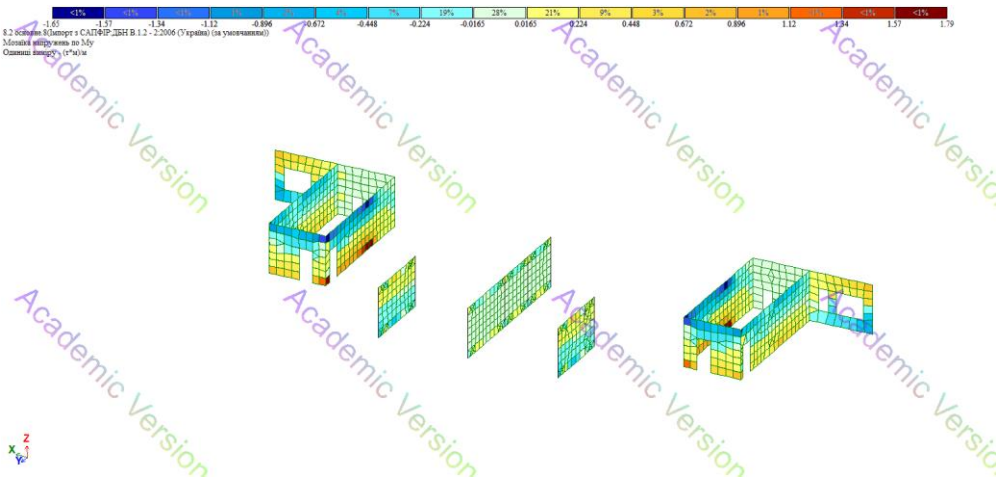


Рисунок 2.19 – Мозаїка напруг по Му



Рисунок 2.20 – Нижня арматура по осі Y

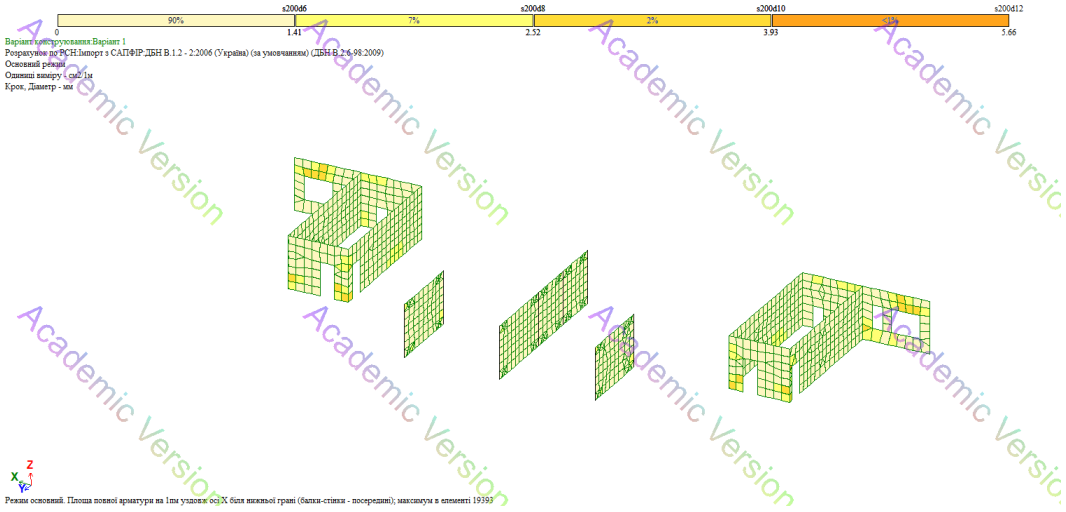


Рисунок 2.21 – Нижня арматура по осі X

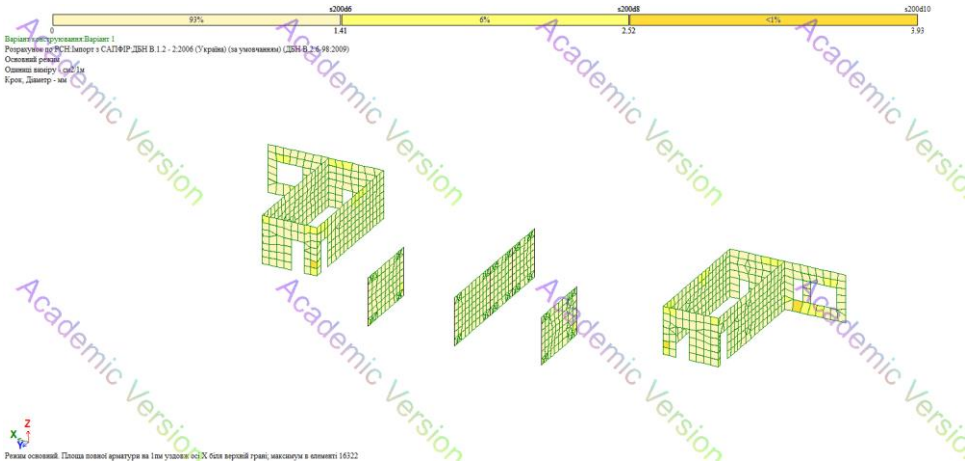


Рисунок 2.22 – Верхня арматура по осі X

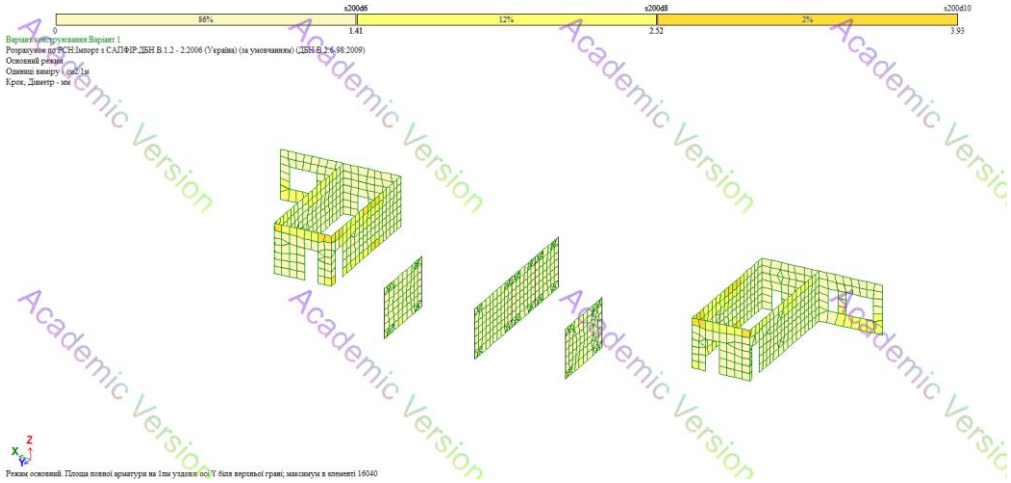


Рисунок 2.23 – Верхня арматура по осі Y

Армування плити здійснюється відповідно до розподілу згинальних моментів у прольотних зонах, за принципом, аналогічним армуванню нерозрізних плит.

Оцінювання прогинів плити перекриття проведено на основі просторової моделі, результати якої наведено на зображенні нижче.

З аналізу видно, що максимальні прогини плити перебувають у межах допустимих нормативами значень.

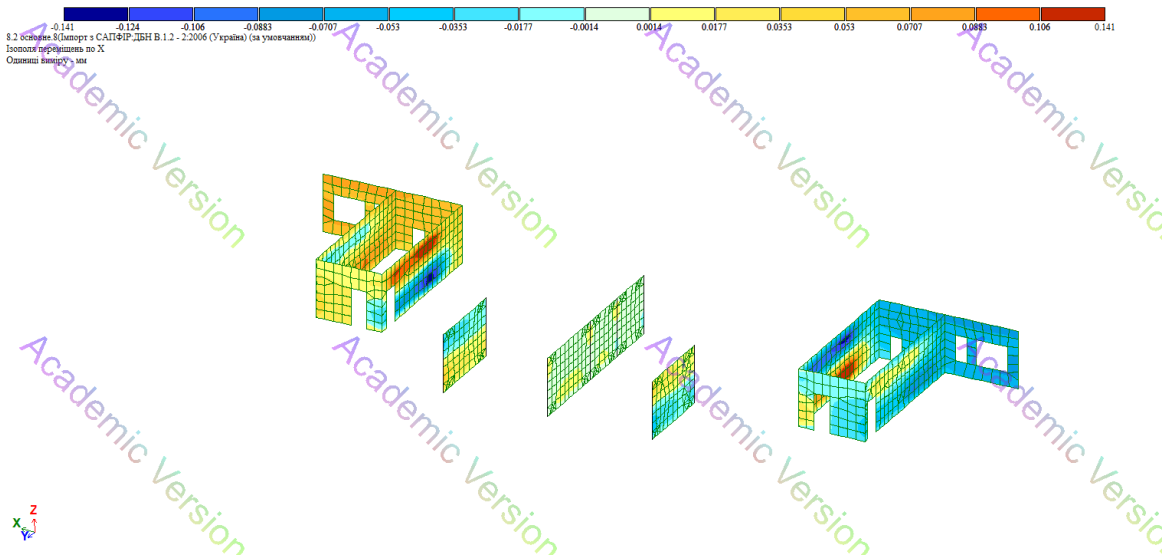


Рисунок 2.24 – Ізополя переміщень по осі X

За результатами підбору арматури остаточно ухвалюємо:

При конструюванні стін перекриття ухвалюємо основне армування у ø12 А400С із кроком 200 мм у двох напрямках.

2.9 Розрахунок основ та фундаментів

Сучасні монолітні будівлі характеризуються різноманітними архітектурно-планувальними рішеннями, що часто передбачають нерегулярне розміщення вертикальних несучих конструкцій і змінну площу забудови на різних поверхах. Це створює нерівномірний розподіл навантажень на ґрунт, у зв’язку з чим доцільним рішенням є застосування суцільних плитних фундаментів із монолітного залізобетону.

Такі фундаменти можуть мати плоску, ребристу або коробчасту конструкцію. Найбільш ефективними вважаються плоскі плитні фундаменти, оскільки вони:

– забезпечують рівномірний розподіл навантажень на слабкі ґрунти з низькою несучою здатністю;

– утворюють надійну основу на нестабільних або рухливих ґрунтах;

– можуть одночасно виконувати функцію основи підлоги в будівлях;

– мають високу міцність і довговічність завдяки армуванню;

– дозволяють здійснювати будівництво в складних інженерно-геологічних умовах — при високому рівні ґрунтових вод, пучинистості або заболоченості — запобігаючи деформаціям основи.

2.9.1 Початкові розрахункові дані для розрахунку монолітної фундаментної плити

Для зменьшення часу розрахунку до розрахункової моделі фундаментної плити, та згідно завдання, були задані наступні фізичні характеристики:

- коефіцієнт пружної основи С1 = 2500 тс/м^3

- задані одновузлові КЕ 55 пружної в'язі для осей x та y 0,25 т/м

С1 — це показник, який характеризує, наскільки жорстко ґрунт або основа реагує на прикладене до нього навантаження. Він відображає пружність ґрунту: чим більше значення С1, тим менше ґрунт деформується (просідає) під дією сили. І навпаки, якщо значення С1 невелике, ґрунт є м'якшим і більше прогинається під навантаженням.

У ЛІРА-САПР модель ґрунту включає інформацію про геологічні умови на кожній точці будівельного майданчика. Кожен інженерно-геологічний елемент (ІГЕ) описується в плаваючому вікні "Характеристики ґрунтів" системи ҐРУНТ за такими параметрами:

Модуль деформації E;

Коефіцієнт Пуассона ν;

Питома вага ґрунту γ (для двох граничних станів — ГС1 і ГС2);

Для врахування вологості або текучості ґрунту задаються такі характеристики:

Природна вологість (для піщаних ґрунтів) W;

Показник текучості IL (для глинистих ґрунтів);

Коефіцієнт пористості e;

Також враховуються:

Питоме зчеплення c (для двох граничних станів — ГС1 і ГС2);

Кут внутрішнього тертя φ (для двох граничних станів — ГС1 і ГС2), а також інші параметри.

Розглядаються навантаження, що задаються в системі ҐРУНТ або імпортуються з програми ВІЗОР-САПР. Для розрахунків використовується модель лінійно деформованого півпростору (задача Буссінеска). Осідання і глибина стисливої товщі визначаються відповідно до нормативних документів, обраних у параметрах розрахунку.

У точці з координатами (x, y) на глибині zj для кожного k-го зовнішнього навантаження на ґрунт обчислюється додаткове вертикальне напруження $\sigma_{zp,jk}$.

Підсумовується загальне додаткове вертикальне напруження від усіх навантажень: $\sigma_{zp,j} = \sum \sigma_{zp,jk.}$

Крім того, у цій точці на глибині zj розраховується вертикальне напруження від власної ваги ґрунту $\sigma_{zg,j}$.

Якщо на глибині z_j і нижче виконується умова $\sigma_{zp,j} < \lambda \cdot \sigma zg,j$, фіксується глибина стисливої товщі $Hc = z_j$.

У спрощеному варіанті, одному із трьох, значення коефіцієнта пружності основи C1 у розрахунковій точці з координатами (x,y) можна описати за формулою:

$$C_1=\sigma_{zp,j}/s$$

де

$\sigma_{zp,j}$ - додаткове вертикальне напруження в точці (x,y) на глибині z_j,

s – осідання основи в тій самій точці

Ця формула відображає залежність між напруженням та деформацією ґрунту, що використовується для визначення коефіцієнта пружності основи.

У програмному комплексі ЛІРА-САПР, КЕ 55 — це кінцевий елемент (КЕ), який моделює одновузлову пружну в'язь, тобто лінійно-пружний опір основи у вигляді жорсткості на один вузол.

1. Застосовується для задання реакції ґрунту або опорних умов на конкретну точку (вузол) конструкції.
2. Дає змогу моделювати опір у напрямках осей X, Y, Z окремо, через відповідні коефіцієнти жорсткості.
3. Це спрощений спосіб урахування ґрунтової основи (замість більш складного моделювання об'ємного ґрунту).
4. Найчастіше використовується при моделюванні фундаментних плит або конструкцій, що взаємодіють із пружною основою.

2.9.2 Розрахунки фундаментної плити

Розрахунок фундаментної плити на стисливій основі, що застосовується в сучасному монолітному будівництві з нерегулярним розміщенням вертикальних несучих елементів, здійснюється поетапно. Через складність та нерівномірність навантажень, особливо у випадку використання суцільних плитних фундаментів, необхідний точний і послідовний підхід. Основні етапи розрахунку включають:

1. Визначення навантажень: На основі аналізу каркаса будівлі встановлюються розрахункові навантаження, які діють на фундаментну плиту.

2. Статичний розрахунок: Виконується аналіз плити на стисливій основі з урахуванням впливу ґрунту. Визначаються внутрішні зусилля, переміщення та реакції ґрунту, враховуючи можливі осідання й зсуви.

3. Оцінка деформацій: Перевіряється різниця вертикальних переміщень у зонах розміщення колон відносно міжколонної відстані для запобігання нерівномірним осіданням і деформаціям конструкції.

Розрахунки виконувалися з використанням програмного комплексу «ЛІРА-САПР» у зв’язці з модулем ҐРУНТ, що дозволяє точно моделювати взаємодію фундаменту з основою. Алгоритм роботи у ПК «ЛІРА-САПР» охоплює такі кроки:

– побудова розрахункової моделі з розбиттям на кінцеві елементи;

– задання фізико-механічних властивостей елементів і зв’язків;

– введення зовнішніх навантажень;

– налаштування параметрів для аналізу деформованого стану;

– проведення розрахунків та інтерпретація результатів.

Такий підхід дозволяє ефективно врахувати нерівномірний характер навантаження на плитні фундаменти в умовах складної геології, що забезпечує надійність і довговічність фундаментних конструкцій.

2.9.3 Створення розрахункової схеми фундаментної плити

На рисунку 2.25 показано розбиття плитного фундаменту в осях 1-6, А-Е на кінцеві елементи, виконане за допомогою автоматичної триангуляції в програмному комплексі «САПФІР» з подальшою передачею моделі в ПК «ЛІРА-САПР».

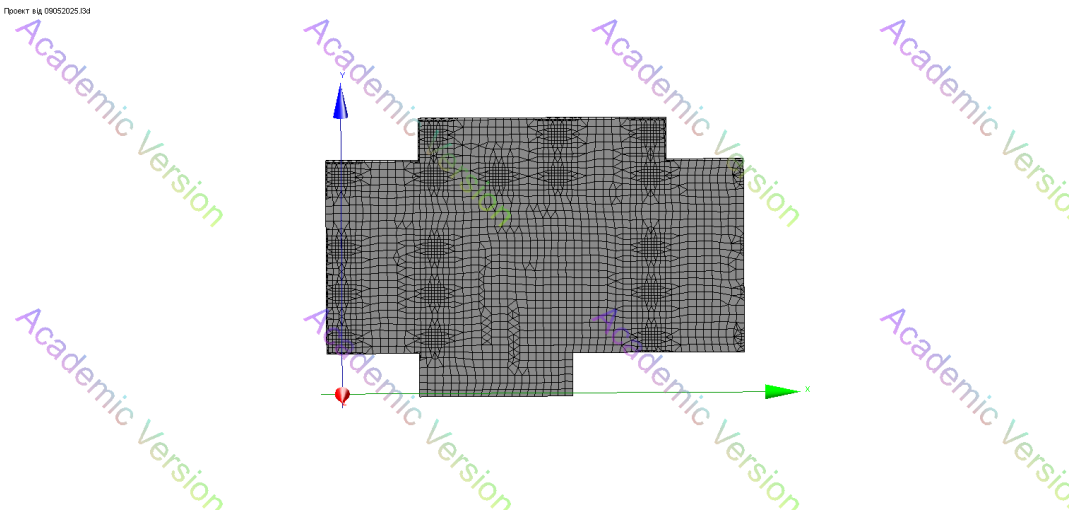


Рисунок 2.25 – Розбивка плитного фундаменту на кінцеві елементи

Для розрахунків фундаментної плити використана розрахункова схема у вигляді лінійно деформованого півпростору з умовним обмеженням глибини стисливої товщі.

2.9.4 Аналіз результатів розрахунків фундаментної плити по деформаціям

Результати розрахунків плити по деформаціям:

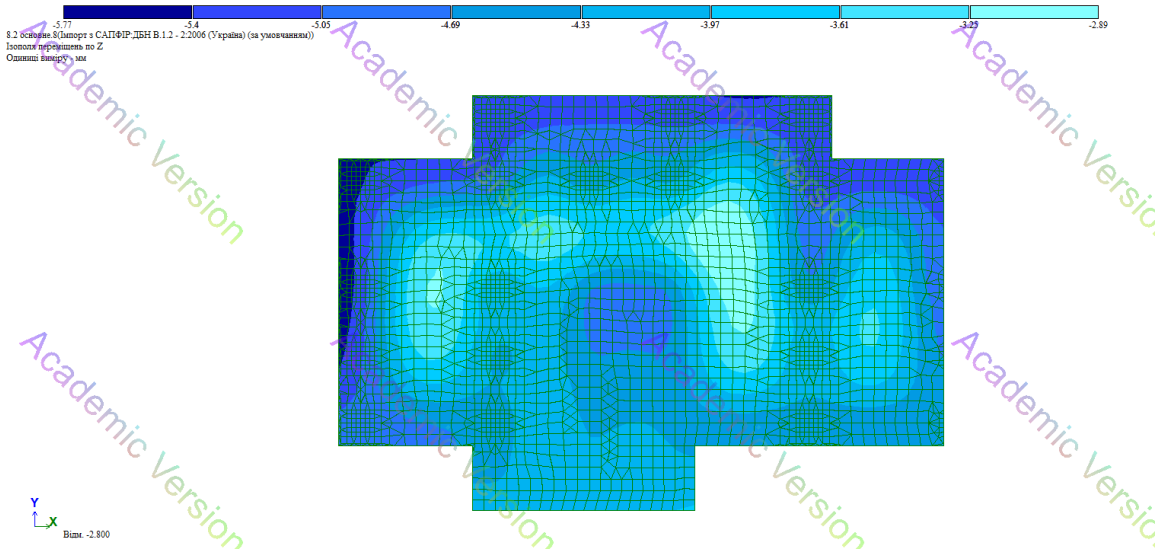


Рисунок 2.26 – Ізополя переміщень по осі Z

З розрахунку видно, що максимальні осадки фундаментної плити не перевищують 5 мм, що відповідає вимогам $S_{max,u}$ = 15 см > 0,5 см за ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення», Додатку А, Таблиця А1.

2.9 Результати розрахунків у ЛІРА-САПР

Колона на рівні першого поверху в осях Б-2

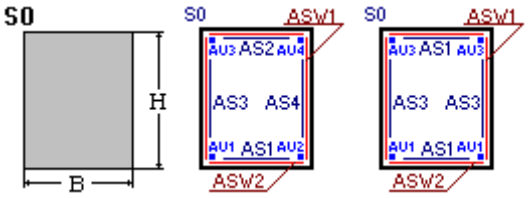
ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування

Проект - Проект від 09052025_183

Проект ЛІРА-САПР: Проект від 09052025

ДБН В.2.6.-98:2009

Елемент 1
Елемент N = 1 Елемент в ЛІРА-САПР N = 183



Довжина 3.3 (м)

Ly = 3.3 , Lz = 3.3 (м)

Переріз - Прямокутник

B(D)= 40.0 , H(D1)= 40.0 , B1= 0.0 , H1= 0.0 ,B2= 0.0 , H2= 0.0 (см)

Відстань до центру ваги арматури: знизу = 4 зверху = 4 збоку = 4. (см)

Вид елемента: Колона

Індекси матеріалів: загальні 1, бетон 1, арматура 1

Конструктивні вимоги НЕ враховувалися

Клас бетону - C25/30

Клас поздовжньої арматури X - A400C

Клас поперечної арматури - A240C

Максимальний діаметр 32.00 мм

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))

Comb	Seis	N	Mx	My	Qz	Mz	Qy
N,Qy,Qz - т; Mx,My,Mz - т*м							
Елемент: 1 Переріз: 1 Зусилля або РСН							
		-45.222	0.017	-0.796	0.508	0.133	-0.095
A1							
		-45.222	0.017	-0.796	0.508	0.133	-0.095
A1							
		-57.485	0.018	-0.983	0.642	0.310	-0.036
A1							
		-45.222	0.017	-0.796	0.508	0.133	-0.095
A1							
		-63.454	0.026	-1.086	0.641	-0.180	-0.446
A1							
		-47.880	0.017	-0.827	0.530	0.153	-0.090
A1							
		-45.123	0.019	-0.736	0.475	0.158	-0.082
B1							
		-74.971	0.029	-1.201	0.738	0.052	-0.341
B1							
Елемент: 1 Переріз: 2 Зусилля або РСН							
		-44.496	0.017	0.042	0.508	0.290	-0.095
A1							
		-44.496	0.017	0.042	0.508	0.290	-0.095
A1							

	-56.759	0.018	0.076	0.642	0.370	-0.036
A1						
	-44.496	0.017	0.042	0.508	0.290	-0.095
A1						
	-62.728	0.026	-0.029	0.641	0.556	-0.446
A1						
	-47.154	0.017	0.046	0.530	0.302	-0.090
A1						
	-44.397	0.019	0.046	0.475	0.293	-0.082
B1						
	-74.245	0.029	0.017	0.738	0.616	-0.341
B1						
			Елемент: 1 Переріз: 3 Зусилля або РСН			
	-43.770	0.017	0.880	0.508	0.446	-0.095
A1						
	-43.770	0.017	0.880	0.508	0.446	-0.095
A1						
	-56.033	0.018	1.136	0.642	0.429	-0.036
A1						
	-43.770	0.017	0.880	0.508	0.446	-0.095
A1						
	-62.002	0.026	1.029	0.641	1.293	-0.446
A1						
	-46.428	0.017	0.920	0.530	0.450	-0.090
A1						
	-43.671	0.019	0.829	0.475	0.427	-0.082
B1						
	-73.519	0.029	1.235	0.738	1.179	-0.341
B1						

Нормативні значення							
Comb	**Seis**	**N**	**Mx**	**My**	**Qz**	**Mz**	**Qy**
			N,Qy,Qz - т; Mx,My,Mz - т*м				
				Елемент: 1 Переріз: 1 Зусилля або РСН			
		-41.111	0.015	-0.723	0.461	0.121	-0.086
A2							
		-41.111	0.015	-0.723	0.461	0.121	-0.086
A2							
		-51.330	0.016	-0.880	0.573	0.269	-0.037
B2							
		-41.111	0.015	-0.723	0.461	0.121	-0.086
A2							
		-56.304	0.023	-0.965	0.572	-0.140	-0.379
B2							
		-43.009	0.015	-0.746	0.477	0.135	-0.083
B2							
		-41.093	0.015	-0.712	0.455	0.125	-0.084
C2							
		-65.675	0.024	-1.092	0.671	0.036	-0.300
C2							

		Елемент: 1 Переріз: 2 Зусилля або РСН				
	-40.451	0.015	0.038	0.461	0.263	-0.086
A2						
	-40.451	0.015	0.038	0.461	0.263	-0.086
A2						
	-50.670	0.016	0.067	0.573	0.330	-0.037
B2						
	-40.451	0.015	0.038	0.461	0.263	-0.086
A2						
	-55.644	0.023	-0.021	0.572	0.486	-0.379
B2						
	-42.349	0.015	0.041	0.477	0.272	-0.083
B2						
	-40.433	0.015	0.039	0.455	0.264	-0.084
C2						
	-65.015	0.024	0.015	0.671	0.532	-0.300
C2						
		Елемент: 1 Переріз: 3 Зусилля або РСН				
	-39.791	0.015	0.800	0.461	0.406	-0.086
A2						
	-39.791	0.015	0.800	0.461	0.406	-0.086
A2						
	-50.010	0.016	1.013	0.573	0.392	-0.037
B2						
	-39.791	0.015	0.800	0.461	0.406	-0.086
A2						
	-54.984	0.023	0.924	0.572	1.111	-0.379
B2						
	-41.689	0.015	0.828	0.477	0.409	-0.083
B2						
	-39.773	0.015	0.790	0.455	0.402	-0.084
C2						
	-64.355	0.024	1.121	0.671	1.027	-0.300
C2						

АРМАТУРА Підбір арматури

U1	U2	U3	U4	S1	S2	S3	S4		sw1	sw2	.нетрив.	.трив.
					Переріз: 1 Симетричне армування							
				(.01	(.01	(.01	(.01		(.14	(.14		
				(.01	(.01	(.01	(.01					
	*			(.01	(.01	(.01	(.01		(.12	(.12		
					Переріз: 2 Симетричне армування							
				(.01	(.01	(.01	(.01		(.14	(.14		
				(.01	(.01	(.01	(.01					

*	(.01	(.01	(.01	(.01		(.12	(.12
Переріз: 3 Симетричне армування							
	(.01	(.01	(.01	(.01		(.14	(.14
	(.01	(.01	(.01	(.01			
*	(.01	(.01	(.01	(.01		(.12	(.12

У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування

AU1 - арматура кутова нижня (ліворуч) [см2];

AU2 - арматура кутова нижня (праворуч) [см2];

AU3 - арматура кутова верхня (ліворуч) [см2];

AU4 - арматура кутова верхня (праворуч) [см2];

AS1 - арматура нижня [см2];

AS2 - арматура верхня [см2];

AS3 - арматура бічна (ліворуч) [см2];

AS4 - арматура бічна (праворуч) [см2];

% - відсоток армування;

Asw1 - арматура поперечна вертикальна [см2/м];

Asw2 - арматура поперечна горизонтальна [см2/м];

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

Т.дл - ширина тривалого розкриття тріщин [мм].

* (1*, 2*, 3*) - арматури від кручення.

* (1*, 2*, 3*) Поперечна арматура від кручення - площа перерізу замкненого зовнішнього контуру.

Для норм СП 63.13330.2012/2018 арматура від кручення видається для кожної грані перерізу.

(Підібрана арматура від кручення не входить у результати повної арматури.)

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

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

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів

Рядок * - арматура від кручення

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

** - Стержень змінного перерізу

CY, CZ - Координати центру перерізу, щодо якого розставлені арматурні стрижні.

Колона на рівні першого поверху в осях В-2

ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування

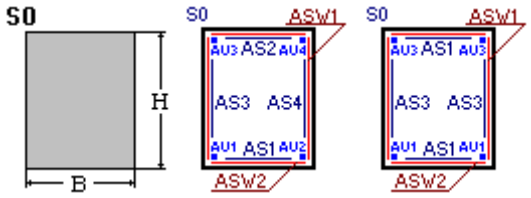
Проект - Проект від 09052025_184

Проект ЛІРА-САПР: Проект від 09052025

Елемент 1

Елемент N = 1

Елемент в ЛІРА-САПР N = 184



Довжина 3.3 (м)

Ly = 3.3 , Lz = 3.3 (м)

Переріз - Прямокутник

B(D)= 40.0 , H(D1)= 40.0 , B1= 0.0 , H1= 0.0 ,B2= 0.0 , H2= 0.0 (см)

Відстань до центру ваги арматури: знизу = 4 зверху = 4 збоку = 4. (см)

Вид елемента: Колона

Індекси матеріалів: загальні 1, бетон 1, арматура 1

Конструктивні вимоги НЕ враховувалися

Клас бетону - C25/30

Клас поздовжньої арматури X - A400C

Клас поперечної арматури - A240C

Максимальний діаметр 32.00 мм

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))

Comb	Seis	N	Mx	My	Qz	Mz	Qy
			N,Qy,Qz - т; Mx,My,Mz - т*м				
			Елемент: 1 Переріз: 1 Зусилля або РСН				
		-60.208	0.003	0.292	-0.193	-1.605	-1.103
A1							
		-60.208	0.003	0.292	-0.193	-1.605	-1.103
A1							
		-74.446	0.006	0.209	-0.141	-1.786	-1.252
A1							
		-60.208	0.003	0.292	-0.193	-1.605	-1.103
A1							
		-71.217	0.007	0.457	-0.307	-1.964	-1.375
A1							

	-63.383	0.004	0.267	-0.177	-1.616	-1.116
A1						
	-60.187	0.006	0.369	-0.239	-1.586	-1.092
B1						
	-85.768	0.013	0.414	-0.275	-2.083	-1.483
B1						
Елемент: 1 Переріз: 2 Зусилля або РСН						
	-59.482	0.003	-0.027	-0.193	0.215	-1.103
A1						
	-59.482	0.003	-0.027	-0.193	0.215	-1.103
A1						
	-73.720	0.006	-0.023	-0.141	0.281	-1.252
A1						
	-59.482	0.003	-0.027	-0.193	0.215	-1.103
A1						
	-70.491	0.007	-0.049	-0.307	0.305	-1.375
A1						
	-62.657	0.004	-0.025	-0.177	0.224	-1.116
A1						
	-59.461	0.006	-0.026	-0.239	0.215	-1.092
B1						
	-85.042	0.013	-0.039	-0.275	0.364	-1.483
B1						
Елемент: 1 Переріз: 3 Зусилля або РСН						
	-58.756	0.003	-0.347	-0.193	2.036	-1.103
A1						
	-58.756	0.003	-0.347	-0.193	2.036	-1.103
A1						
	-72.994	0.006	-0.256	-0.141	2.347	-1.252
A1						
	-58.756	0.003	-0.347	-0.193	2.036	-1.103
A1						
	-69.765	0.007	-0.555	-0.307	2.575	-1.375
A1						
	-61.931	0.004	-0.318	-0.177	2.065	-1.116
A1						
	-58.735	0.006	-0.421	-0.239	2.016	-1.092
B1						
	-84.316	0.013	-0.493	-0.275	2.810	-1.483
B1						

Нормативні значення							
Comb	**Seis**	**N**	**Mx**	**My**	**Qz**	**Mz**	**Qy**
N,Qy,Qz - т; Mx,My,Mz - т*м							
Елемент: 1 Переріз: 1 Зусилля або РСН							
		-54.735	0.003	0.265	-0.176	-1.459	-1.003
A2							
		-54.735	0.003	0.265	-0.176	-1.459	-1.003
A2							

	-66.600	0.005	0.197	-0.132	-1.610	-1.127
B2						
	-54.735	0.003	0.265	-0.176	-1.459	-1.003
A2						
	-63.908	0.006	0.403	-0.270	-1.758	-1.230
B2						
	-57.003	0.003	0.248	-0.164	-1.467	-1.012
B2						
	-54.731	0.004	0.279	-0.184	-1.456	-1.001
C2						
	-75.707	0.009	0.325	-0.219	-1.867	-1.325
C2						
Елемент: 1 Переріз: 2 Зусилля або РСН						
	-54.075	0.003	-0.025	-0.176	0.196	-1.003
A2						
	-54.075	0.003	-0.025	-0.176	0.196	-1.003
A2						
	-65.940	0.005	-0.021	-0.132	0.250	-1.127
B2						
	-54.075	0.003	-0.025	-0.176	0.196	-1.003
A2						
	-63.248	0.006	-0.043	-0.270	0.271	-1.230
B2						
	-56.343	0.003	-0.023	-0.164	0.202	-1.012
B2						
	-54.071	0.004	-0.025	-0.184	0.196	-1.001
C2						
	-75.047	0.009	-0.036	-0.219	0.318	-1.325
C2						
Елемент: 1 Переріз: 3 Зусилля або РСН						
	-53.415	0.003	-0.315	-0.176	1.851	-1.003
A2						
	-53.415	0.003	-0.315	-0.176	1.851	-1.003
A2						
	-65.280	0.005	-0.239	-0.132	2.110	-1.127
B2						
	-53.415	0.003	-0.315	-0.176	1.851	-1.003
A2						
	-62.588	0.006	-0.489	-0.270	2.300	-1.230
B2						
	-55.683	0.003	-0.294	-0.164	1.872	-1.012
B2						
	-53.411	0.004	-0.329	-0.184	1.847	-1.001
C2						
	-74.387	0.009	-0.397	-0.219	2.504	-1.325
C2						

АРМАТУРА Підбір арматури

U1	U2	U3	U4	S1	S2	S3	S4		sw1	sw2	.нетрив.	.трив.
Переріз: 1 Симетричне армування												

				(	(
			.08	.08	
*				(	(
			.05	.05	
	Переріз: 2	Симетричне армування			
				(	(
			.08	.08	
*				(	(
			.05	.05	
	Переріз: 3	Симетричне армування			
				(	(
			.08	.08	
*				(	(
			.05	.05	

У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування

AU1 - арматура кутова нижня (ліворуч) [см2];

AU2 - арматура кутова нижня (праворуч) [см2];

AU3 - арматура кутова верхня (ліворуч) [см2];

AU4 - арматура кутова верхня (праворуч) [см2];

AS1 - арматура нижня [см2];

AS2 - арматура верхня [см2];

AS3 - арматура бічна (ліворуч) [см2];

AS4 - арматура бічна (праворуч) [см2];

% - відсоток армування;

Asw1 - арматура поперечна вертикальна [см2/м];

Asw2 - арматура поперечна горизонтальна [см2/м];

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

Т.дл - ширина тривалого розкриття тріщин [мм].

* (1*, 2*, 3*) - арматури від кручення.

* (1*, 2*, 3*) Поперечна арматура від кручення - площа перерізу замкненого зовнішнього контуру.

Для норм СП 63.13330.2012/2018 арматура від кручення видається для кожної грані перерізу.

(Підібрана арматура від кручення не входить у результати повної арматури.)

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

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

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів

Рядок * - арматура від кручення

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

** - Стержень змінного перерізу

CY, CZ - Координати центру перерізу, щодо якого розставлені арматурні стрижні.

Колона на рівні першого поверху в осях Д-1

ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування

Проект - Проект від 09052025_182

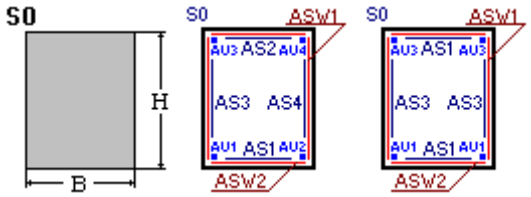
Проект ЛІРА-САПР: Проект від 09052025

ДБН В.2.6.-98:2009

Елемент 1

Елемент N = 1

Елемент в ЛІРА-САПР N = 182



Довжина 3.3 (м)

Ly = 3.3 , Lz = 3.3 (м)

Переріз - Прямокутник

B(D)= 40.0 , H(D1)= 40.0 , B1= 0.0 , H1= 0.0 ,B2= 0.0 , H2= 0.0 (см)

Відстань до центру ваги арматури: знизу = 4 зверху = 4 збоку = 4. (см)

Вид елемента: Колона

Індекси матеріалів: загальні 1, бетон 1, арматура 1

Конструктивні вимоги НЕ враховувалися

Клас бетону - C25/30

Клас поздовжньої арматури X - A400C

Клас поперечної арматури - A240C

Максимальний діаметр 32.00 мм

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))

Comb	Seis	N	Mx	My	Qz	Mz	Qy
N,Qy,Qz - т; Mx,My,Mz - т*м							

			Елемент: 1 Переріз: 1 Зусилля або РСН			
	-32.064	0.014	1.150	-1.026	0.509	0.924
A1						
	-32.064	0.014	1.150	-1.026	0.509	0.924
A1						
	-39.565	0.017	1.460	-1.269	0.690	1.145
A1						
	-32.064	0.014	1.150	-1.026	0.509	0.924
A1						
	-49.325	0.024	1.673	-1.522	0.718	1.343
A1						
	-33.480	0.015	1.187	-1.054	0.506	0.934
A1						
	-32.087	0.017	1.278	-1.088	0.454	0.899
B1						
	-55.643	0.029	2.049	-1.771	0.809	1.487
B1						
			Елемент: 1 Переріз: 2 Зусилля або РСН			
	-31.338	0.014	-0.543	-1.026	-1.016	0.924
A1						
	-31.338	0.014	-0.543	-1.026	-1.016	0.924
A1						
	-38.839	0.017	-0.634	-1.269	-1.199	1.145
A1						
	-31.338	0.014	-0.543	-1.026	-1.016	0.924
A1						
	-48.599	0.024	-0.837	-1.522	-1.498	1.343
A1						
	-32.754	0.015	-0.552	-1.054	-1.035	0.934
A1						
	-31.361	0.017	-0.517	-1.088	-1.029	0.899
B1						
	-54.917	0.029	-0.873	-1.771	-1.644	1.487
B1						
			Елемент: 1 Переріз: 3 Зусилля або РСН			
	-30.612	0.014	-2.236	-1.026	-2.540	0.924
A1						
	-30.612	0.014	-2.236	-1.026	-2.540	0.924
A1						
	-38.113	0.017	-2.729	-1.269	-3.088	1.145
A1						
	-30.612	0.014	-2.236	-1.026	-2.540	0.924
A1						
	-47.873	0.024	-3.348	-1.522	-3.714	1.343
A1						
	-32.028	0.015	-2.290	-1.054	-2.576	0.934
A1						
	-30.635	0.017	-2.311	-1.088	-2.513	0.899
B1						
	-54.191	0.029	-3.796	-1.771	-4.097	1.487
B1						

Нормативні значення							
Comb	Seis	N	Mx	My	Qz	Mz	Qy
N,Qy,Qz - т; Mx,My,Mz - т*м							
			Елемент: 1 Переріз: 1 Зусилля або РСН				
		-29.149	0.013	1.045	-0.933	0.462	0.840
A2							
		-29.149	0.013	1.045	-0.933	0.462	0.840
A2							
		-35.400	0.015	1.304	-1.136	0.613	1.024
B2							
		-29.149	0.013	1.045	-0.933	0.462	0.840
A2							
		-43.533	0.021	1.481	-1.346	0.637	1.189
B2							
		-30.160	0.013	1.072	-0.952	0.461	0.847
B2							
		-29.153	0.013	1.069	-0.944	0.452	0.835
C2							
		-48.634	0.023	1.716	-1.515	0.745	1.322
C2							
			Елемент: 1 Переріз: 2 Зусилля або РСН				
		-28.489	0.013	-0.494	-0.933	-0.923	0.840
A2							
		-28.489	0.013	-0.494	-0.933	-0.923	0.840
A2							
		-34.740	0.015	-0.570	-1.136	-1.077	1.024
B2							
		-28.489	0.013	-0.494	-0.933	-0.923	0.840
A2							
		-42.873	0.021	-0.739	-1.346	-1.325	1.189
B2							
		-29.500	0.013	-0.500	-0.952	-0.937	0.847
B2							
		-28.493	0.013	-0.489	-0.944	-0.926	0.835
C2							
		-47.974	0.023	-0.784	-1.515	-1.437	1.322
C2							
			Елемент: 1 Переріз: 3 Зусилля або РСН				
		-27.829	0.013	-2.033	-0.933	-2.309	0.840
A2							
		-27.829	0.013	-2.033	-0.933	-2.309	0.840
A2							
		-34.080	0.015	-2.443	-1.136	-2.766	1.024
B2							
		-27.829	0.013	-2.033	-0.933	-2.309	0.840
A2							
		-42.213	0.021	-2.959	-1.346	-3.287	1.189
B2							
		-28.840	0.013	-2.071	-0.952	-2.335	0.847
B2							

	-27.833	0.013	-2.047	-0.944	-2.304	0.835
C2						
	-47.314	0.023	-3.283	-1.515	-3.619	1.322
C2						

АРМАТУРА Підбір арматури

U1	U2	U3	U4	S1	S2	S3	S4		sw1	sw2	.нетрив.	.трив.
Переріз: 1 Симетричне армування												
				(.01	(.01	(.01	(.01		(.14	(.14		
				(.01	(.01	(.01	(.01					
	*			(.01	(.01	(.01	(.01		(.12	(.12		
Переріз: 2 Симетричне армування												
				(.01	(.01	(.01	(.01		(.14	(.14		
				(.01	(.01	(.01	(.01					
	*			(.01	(.01	(.01	(.01		(.12	(.12		
Переріз: 3 Симетричне армування												
				(.01	(.01	(.01	(.01		(.14	(.14		
				(.01	(.01	(.01	(.01					
	*			(.01	(.01	(.01	(.01		(.12	(.12		

У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування

AU1 - арматура кутова нижня (ліворуч) [см2];

AU2 - арматура кутова нижня (праворуч) [см2];

AU3 - арматура кутова верхня (ліворуч) [см2];

AU4 - арматура кутова верхня (праворуч) [см2];

AS1 - арматура нижня [см2];

AS2 - арматура верхня [см2];

AS3 - арматура бічна (ліворуч) [см2];

AS4 - арматура бічна (праворуч) [см2];

% - відсоток армування;

Asw1 - арматура поперечна вертикальна [см2/м];

Asw2 - арматура поперечна горизонтальна [см2/м];

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

Т.дл - ширина тривалого розкриття тріщин [мм].

* (1*, 2*, 3*) - арматури від кручення.

* (1*, 2*, 3*) Поперечна арматура від кручення - площа перерізу замкненого зовнішнього контуру.

Для норм СП 63.13330.2012/2018 арматура від кручення видається для кожної грані перерізу.

(Підібрана арматура від кручення не входить у результати повної арматури.)

\+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

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

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів

Рядок * - арматура від кручення

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

** - Стержень змінного перерізу

CY, CZ - Координати центру перерізу, щодо якого розставлені арматурні стрижні.

Колона на рівні першого поверху в осях А-1

ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування

Проект - Проект від 09052025_179

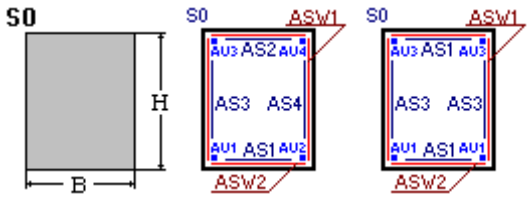
Проект ЛІРА-САПР: Проект від 09052025

ДБН В.2.6.-98:2009

Елемент 1

Елемент N = 1

Елемент в ЛІРА-САПР N = 179



Довжина 3.3 (м)

Ly = 3.3 , Lz = 3.3 (м)

Переріз - Прямокутник

B(D)= 40.0 , H(D1)= 40.0 , B1= 0.0 , H1= 0.0 ,B2= 0.0 , H2= 0.0 (см)

Відстань до центру ваги арматури: знизу = 4 зверху = 4 збоку = 4. (см)

Вид елемента: Колона

Індекси матеріалів: загальні 1, бетон 1, арматура 1

Конструктивні вимоги НЕ враховувалися

Клас бетону - C25/30

Клас поздовжньої арматури X - A400C

Клас поперечної арматури - A240C

Максимальний діаметр 32.00 мм

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))							
Comb	**Seis**	**N**	**Mx**	**My**	**Qz**	**Mz**	**Qy**
N,Qy,Qz - т; Mx,My,Mz - т*м							
		Елемент: 1 Переріз: 1 Зусилля або РСН					
		-22.453	-0.008	-0.202	0.294	0.406	0.713
A1							
		-22.453	-0.008	-0.202	0.294	0.406	0.713
A1							
		-27.242	-0.008	-0.130	0.301	0.635	0.924
A1							
		-22.453	-0.008	-0.202	0.294	0.406	0.713
A1							
		-35.799	-0.007	-0.259	0.416	0.714	1.148
A1							
		-23.621	-0.008	-0.185	0.290	0.416	0.729
A1							
		-22.368	-0.005	-0.073	0.229	0.449	0.732
B1							
		-39.749	-0.005	-0.056	0.350	0.938	1.325
B1							
		Елемент: 1 Переріз: 2 Зусилля або РСН					
		-21.727	-0.008	0.282	0.294	-0.771	0.713
A1							
		-21.727	-0.008	0.282	0.294	-0.771	0.713
A1							
		-26.516	-0.008	0.367	0.301	-0.889	0.924
A1							
		-21.727	-0.008	0.282	0.294	-0.771	0.713
A1							
		-35.073	-0.007	0.428	0.416	-1.180	1.148
A1							
		-22.895	-0.008	0.294	0.290	-0.787	0.729
A1							
		-21.642	-0.005	0.306	0.229	-0.759	0.732
B1							
		-39.023	-0.005	0.521	0.350	-1.249	1.325
B1							
		Елемент: 1 Переріз: 3 Зусилля або РСН					
		-21.001	-0.008	0.767	0.294	-1.948	0.713
A1							
		-21.001	-0.008	0.767	0.294	-1.948	0.713
A1							
		-25.790	-0.008	0.864	0.301	-2.414	0.924
A1							
		-21.001	-0.008	0.767	0.294	-1.948	0.713
A1							

	-34.347	-0.007	1.115	0.416	-3.074	1.148
A1						
	-22.169	-0.008	0.773	0.290	-1.990	0.729
A1						
	-20.916	-0.005	0.684	0.229	-1.968	0.732
B1						
	-38.297	-0.005	1.098	0.350	-3.436	1.325
B1						

Нормативні значення							
Comb	**Seis**	**N**	**Mx**	**My**	**Qz**	**Mz**	**Qy**
N,Qy,Qz - т; Mx,My,Mz - т*м							
Елемент: 1 Переріз: 1 Зусилля або РСН							
		-20.412	-0.007	-0.184	0.267	0.369	0.648
A2							
		-20.412	-0.007	-0.184	0.267	0.369	0.648
A2							
		-24.403	-0.007	-0.124	0.273	0.560	0.824
B2							
		-20.412	-0.007	-0.184	0.267	0.369	0.648
A2							
		-31.534	-0.007	-0.231	0.369	0.626	1.011
B2							
		-21.246	-0.008	-0.172	0.265	0.376	0.660
B2							
		-20.396	-0.007	-0.160	0.255	0.377	0.652
C2							
		-34.750	-0.007	-0.139	0.352	0.786	1.146
C2							
Елемент: 1 Переріз: 2 Зусилля або РСН							
		-19.752	-0.007	0.257	0.267	-0.701	0.648
A2							
		-19.752	-0.007	0.257	0.267	-0.701	0.648
A2							
		-23.743	-0.007	0.327	0.273	-0.800	0.824
B2							
		-19.752	-0.007	0.257	0.267	-0.701	0.648
A2							
		-30.874	-0.007	0.378	0.369	-1.042	1.011
B2							
		-20.586	-0.008	0.265	0.265	-0.712	0.660
B2							
		-19.736	-0.007	0.261	0.255	-0.699	0.652
C2							
		-34.090	-0.007	0.441	0.352	-1.104	1.146
C2							
Елемент: 1 Переріз: 3 Зусилля або РСН							
		-19.092	-0.007	0.697	0.267	-1.771	0.648
A2							

	-19.092	-0.007	0.697	0.267	-1.771	0.648
A2						
	-23.083	-0.007	0.778	0.273	-2.159	0.824
B2						
	-19.092	-0.007	0.697	0.267	-1.771	0.648
A2						
	-30.214	-0.007	0.987	0.369	-2.709	1.011
B2						
	-19.926	-0.008	0.701	0.265	-1.801	0.660
B2						
	-19.076	-0.007	0.682	0.255	-1.775	0.652
C2						
	-33.430	-0.007	1.021	0.352	-2.995	1.146
C2						

АРМАТУРА Підбір арматури

U1	U2	U3	U4	S1	S2	S3	S4		sw1	sw2	.нетрив.	.трив.
					Переріз: 1 Симетричне армування							
									(.06	(.06		
	*								(.03	(.03		
					Переріз: 2 Симетричне армування							
									(.06	(.06		
	*								(.03	(.03		
					Переріз: 3 Симетричне армування							
(.08	(.08	(.08	(.08					(.02	(.06	(.06		(.02
	*								(.03	(.03		

У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування

AU1 - арматура кутова нижня (ліворуч) [см2];

AU2 - арматура кутова нижня (праворуч) [см2];

AU3 - арматура кутова верхня (ліворуч) [см2];

AU4 - арматура кутова верхня (праворуч) [см2];

AS1 - арматура нижня [см2];

AS2 - арматура верхня [см2];

AS3 - арматура бічна (ліворуч) [см2];

AS4 - арматура бічна (праворуч) [см2];

% - відсоток армування;

Asw1 - арматура поперечна вертикальна [см2/м];

Asw2 - арматура поперечна горизонтальна [см2/м];

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

T.дл - ширина тривалого розкриття тріщин [мм].

* (1*, 2*, 3*) - арматури від кручення.

* (1*, 2*, 3*) Поперечна арматура від кручення - площа перерізу замкненого зовнішнього контуру.

Для норм СП 63.13330.2012/2018 арматура від кручення видається для кожної грані перерізу.

(Підібрана арматура від кручення не входить у результати повної арматури.)

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

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

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів

Рядок * - арматура від кручення

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

** - Стержень змінного перерізу

CY, CZ - Координати центру перерізу, щодо якого розставлені арматурні стрижні.

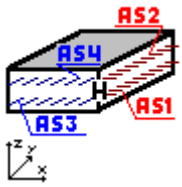
Монолітна стіна рівні першого поверху в осях Г-Д, 5 (показані результати розрахунку однієї пластини).

Елемент 9

Елемент N = 9

Елемент в ЛІРА-САПР N = 10388

Модуль армування: Оболонка



Товщина пластини - 20.0 (см)

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

Відстань до центру ваги арматури: знизу = 2 зверху = 2 (Y) (см)

Індекси матеріалів: загальні 2, бетон 1, арматура 1

Розрахунок по теорії Вуда

Клас бетону - C25/30

Клас поздовжньої арматури X - A400C

Клас поздовжньої арматури X - A400C

Клас поперечної арматури - A240C

Максимальний діаметр 32.00 мм

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))

No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.										
Елемент: 9 Зусилля або РСН										
			-	-	1.0	0.0	-	0.0	0.4	-
	1		31.514	129.398	83	79	0.128	62	99	1.753
			-	-	1.0	0.0	-	0.0	0.4	-
	1		31.514	129.398	83	79	0.128	62	99	1.753
			-	-	-	0.0	-	0.0	0.6	-
	1		50.635	164.890	9.353	88	0.164	72	00	2.013
			-	-	1.0	0.0	-	0.0	0.4	-
	1		31.514	129.398	83	79	0.128	62	99	1.753
			-	-	-	0.0	-	0.1	0.3	-
	1		39.632	161.608	0.740	58	0.260	25	87	2.310
			-	-	-	0.0	-	0.0	0.5	-
	1		35.436	136.429	1.222	79	0.133	62	07	1.751
			-	-	-	0.0	-	0.0	0.4	-
	1		34.298	130.807	0.190	83	0.125	62	99	1.769
			-	-	-	0.0	-	0.1	0.4	-
	1		62.066	197.926	13.169	72	0.281	26	96	2.502

Нормативні значення

No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.										
Елемент: 9 Зусилля або РСН										
			-	-	0.9	0.0	-	0.0	0.4	-
	2		28.649	117.634	84	72	0.116	57	53	1.593
			-	-	0.9	0.0	-	0.0	0.4	-
	2		28.649	117.634	84	72	0.116	57	53	1.593
			-	-	-	0.0	-	0.0	0.5	-
	2		44.583	147.211	7.712	80	0.146	65	38	1.810
			-	-	0.9	0.0	-	0.0	0.4	-
	2		28.649	117.634	84	72	0.116	57	53	1.593
			-	-	-	0.0	-	0.1	0.3	-
	2		35.414	144.476	0.534	54	0.226	09	60	2.058
			-	-	-	0.0	-	0.0	0.4	-
	2		31.451	122.657	0.662	72	0.120	56	59	1.592
			-	-	0.7	0.0	-	0.0	0.4	-
	2		29.162	117.894	50	73	0.116	57	53	1.596
			-	-	-	0.0	-	0.1	0.4	-
	2		52.061	173.164	9.902	64	0.245	10	51	2.208

АРМАТУРА Підбір арматури

A S1	A S2	A S3	A S4	% X	% Y	% X+Y	A sw1	A sw2	T. нетрив.	T. трив.
1.00	1.00	1.00	1.40	0.10	0.12	0.22		-		0.29
1.00	1.00	1.00	1.00							

Монолітна стіна рівні першого поверху в осях А-Г, 4 (показані результати розрахунку однієї пластини).

ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування

Проект - Проект від 09052025_10153

Проект ЛІРА-САПР: Проект від 09052025

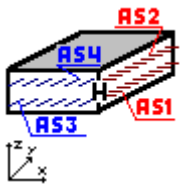
ДБН В.2.6.-98:2009

Елемент 1

Елемент N = 1

Елемент в ЛІРА-САПР N = 10153

Модуль армування: Оболонка



Товщина пластини - 20.0 (см)

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

Відстань до центру ваги арматури: знизу = 2 зверху = 2 (Y) (см)

Індекси матеріалів: загальні 2, бетон 1, арматура 1

Розрахунок по теорії Вуда

Клас бетону - С25/30

Клас поздовжньої арматури X - А400С

Клас поздовжньої арматури X - А400С

Клас поперечної арматури - А240С

Максимальний діаметр 32.00 мм

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))

No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
			Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.							
			Елемент: 1 Зусилля або РСН							
			12.	-	-	0.2	1.1	-	0.0	-
	1		381	189.116	17.413	46	62	0.236	21	5.163
			12.	-	-	0.2	1.1	-	0.0	-
	1		381	189.116	17.413	46	62	0.236	21	5.163
			11.	-	-	0.2	1.3	-	0.0	-
	1		959	228.474	18.069	88	45	0.273	03	5.952
			12.	-	-	0.2	1.1	-	0.0	-
	1		381	189.116	17.413	46	62	0.236	21	5.163
			17.	-	-	0.3	1.5	-	0.0	-
	1		055	212.053	19.427	29	77	0.317	23	7.094
			11.	-	-	0.2	1.1	-	0.0	-
	1		812	197.170	17.211	47	60	0.236	15	5.145
			12.	-	-	0.2	1.1	-	0.0	-
	1		068	191.307	17.851	45	51	0.235	18	5.113
			15.	-	-	0.3	1.6	-	-	-
	1		413	254.403	20.029	59	90	0.341	0.001	7.549

Нормативні значення

No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
			Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.							
			Елемент: 1 Зусилля або РСН							
			11.	-	-	0.2	1.0	-	0.0	-
	2		256	171.923	15.830	24	56	0.215	19	4.694
			11.	-	-	0.2	1.0	-	0.0	-
	2		256	171.923	15.830	24	56	0.215	19	4.694
			10.	-	-	0.2	1.2	-	0.0	-
	2		904	204.722	16.377	59	09	0.246	05	5.351
			11.	-	-	0.2	1.0	-	0.0	-
	2		256	171.923	15.830	24	56	0.215	19	4.694
			15.	-	-	0.2	1.4	-	0.0	-
	2		151	191.037	17.509	93	02	0.282	21	6.303
			10.	-	-	0.2	1.0	-	0.0	-
	2		849	177.677	15.686	25	55	0.215	15	4.681
			11.	-	-	0.2	1.0	-	0.0	-
	2		198	172.327	15.911	24	54	0.214	19	4.685
			14.	-	-	0.3	1.5	-	0.0	-
	2		026	224.186	17.775	18	02	0.303	03	6.713

АРМАТУРА Підбір арматури

A S1	A S2	A S3	A S4	% X	% Y	% X+Y	A sw1	A sw2	T. нетрив.	T. трив.
3. 00	1. 80	3. 40	3. 00	0. 24	0. 32	0. 56	33 .50	-		0. 30

1.	1.	3.	3.
60	60	00	00

У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

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

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

Рядок ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

Монолітна стіна рівні першого поверху в осях 3-4, Г (показані результати розрахунку однієї пластини).

ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування

Проект - Проект від 09052025_10107

Проект ЛІРА-САПР: Проект від 09052025

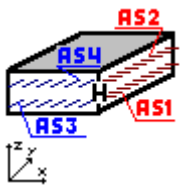
ДБН В.2.6.-98:2009

Елемент 1

Елемент N = 1

Елемент в ЛІРА-САПР N = 10107

Модуль армування: Оболонка



Товщина пластини - 20.0 (см)

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

Відстань до центру ваги арматури: знизу = 2 зверху = 2 (Y) (см)

Індекси матеріалів: загальні 2, бетон 1, арматура 1

Розрахунок по теорії Вуда

Клас бетону - C25/30

Клас поздовжньої арматури X - A400C

Клас поздовжньої арматури X - A400C

Клас поперечної арматури - A240C

Максимальний діаметр 32.00 мм

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))

No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
			6.0	-	9.5	0.1	0.5	-	-	-
	1		69	145.480	25	40	84	0.105	0.287	2.019
			6.0	-	9.5	0.1	0.5	-	-	-
	1		69	145.480	25	40	84	0.105	0.287	2.019
			5.0	-	9.0	0.1	0.6	-	-	-
	1		98	175.955	06	68	87	0.121	0.360	2.343
			6.0	-	9.5	0.1	0.5	-	-	-
	1		69	145.480	25	40	84	0.105	0.287	2.019
			11.	-	19.	0.1	0.7	-	-	-
	1		895	154.964	026	77	50	0.143	0.305	2.719
			5.6	-	9.1	0.1	0.5	-	-	-
	1		10	151.674	57	42	85	0.104	0.296	2.011
			5.7	-	10.	0.1	0.5	-	-	-
	1		97	149.676	110	35	54	0.101	0.285	1.943
			9.7	-	17.	0.1	0.8	-	-	-
	1		80	190.794	804	94	01	0.149	0.373	2.866

Нормативні значення

No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
			5.5	-	8.6	0.1	0.5	-	-	-
	2		17	132.254	59	28	31	0.095	0.261	1.835
			5.5	-	8.6	0.1	0.5	-	-	-
	2		17	132.254	59	28	31	0.095	0.261	1.835
			4.7	-	8.2	0.1	0.6	-	-	-
	2		08	157.651	27	51	17	0.109	0.321	2.105

	5.5	-	8.6	0.1	0.5	-	-	-		
2	17	132.254	59	28	31	0.095	0.261	1.835		
	10.	-	16.	0.1	0.6	-	-	-		
2	372	140.157	576	58	70	0.127	0.276	2.419		
	5.1	-	8.3	0.1	0.5	-	-	-		
2	89	136.678	96	28	32	0.095	0.267	1.829		
	5.4	-	8.7	0.1	0.5	-	-	-		
2	67	133.027	67	27	25	0.094	0.261	1.821		
	8.8	-	15.	0.1	0.7	-	-	-		
2	18	166.901	256	76	29	0.135	0.334	2.586		

АРМАТУРА Підбір арматури

A S1	A S2	A S3	A S4	% X	% Y	% X+Y	A sw1	A sw2	T. нетрив.	T. трив.
2.	1.	2.	1.	0.	0.	0.		-		0.
60	40	40	40	20	19	39				30
1.	1.	1.	1.							
00	00	40	40							

У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

\+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

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

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

Рядок ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

Монолітна стіна рівні першого поверху в осях А-Г, 3 (показані результати розрахунку однієї пластини).

ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування

Проект - Проект від 09052025_9984

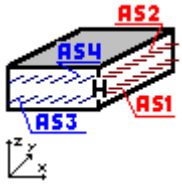
Проект ЛІРА-САПР: Проект від 09052025

Елемент 1

Елемент N = 1

Елемент в ЛІРА-САПР N = 9984

Модуль армування: Оболонка



Товщина пластини - 20.0 (см)

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

Відстань до центру ваги арматури: знизу = 2 зверху = 2 (Y) (см)

Індекси матеріалів: загальні 2, бетон 1, арматура 1

Розрахунок по теорії Вуда

Клас бетону - C25/30

Клас поздовжньої арматури X - A400C

Клас поздовжньої арматури X - A400C

Клас поперечної арматури - A240C

Максимальний діаметр 32.00 мм

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))

No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
			-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
	1		6.435	65.104	3.101	0.072	63	0.036	79	0.163
			-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
	1		6.435	65.104	3.101	0.072	63	0.036	79	0.163
			-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
	1		6.768	73.046	5.014	0.076	58	0.046	65	0.148
			-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
	1		6.435	65.104	3.101	0.072	63	0.036	79	0.163
			-	-	-	-	0.0	-	0.7	-
	1		7.721	73.954	2.847	0.078	89	0.038	04	0.203
			-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
	1		6.486	66.696	3.531	0.072	62	0.036	74	0.159

		-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
1	6.092	62.792	1.331	0.066	60	0.038	37	0.145	
		-	-	-	-	0.0	-	0.6	-
1	7.629	79.569	3.390	0.076	78	0.048	36	0.165	

Нормативні значення

No	Comb	Seis	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Nx,Ny,Txy - т/м2; Mx,My,Mxy - (т*м)/м; Qx,Qy - т/м.										
Елемент: 1 Зусилля або РСН										
			-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
	2		5.850	59.186	2.819	0.066	57	0.033	27	0.148
			-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
	2		5.850	59.186	2.819	0.066	57	0.033	27	0.148
			-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
	2		6.128	65.804	4.414	0.069	53	0.041	15	0.136
			-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
	2		5.850	59.186	2.819	0.066	57	0.033	27	0.148
			-	-	-	-	0.0	-	0.6	-
	2		6.921	66.560	2.608	0.071	79	0.034	30	0.181
			-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
	2		5.886	60.322	3.126	0.066	56	0.033	23	0.146
			-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
	2		5.787	58.760	2.493	0.064	57	0.033	19	0.145
			-	-	-	-	0.0	-	0.5	-
	2		7.040	72.419	4.048	0.072	72	0.042	99	0.161

АРМАТУРА Підбір арматури

A S1	A S2	A S3	A S4	% X	% Y	% X+Y	A sw1	A sw2	T. нетрив.	T. трив.
1.00	1.00	1.00	1.00	0.10	0.10	0.20		-		0.26
1.00	1.00	1.00	1.00							

У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

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

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

Рядок ^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

3. ІНЖЕНЕРНИЙ БЛАГОУСТРІЙ ТА ОЗЕЛЕНЕННЯ

3.1 Благоустрій та озеленення

3.1.1 Зонування території.

Архітектурно-планувальна організація території будівництва житлової будівлі в м. Запоріжжя передбачає єдину планувальну структуру з виразно виділеними функціональними зонами. Проєктом передбачено наступні основні етапи функціонального зонування: організація парадного входу до житлового будинку, влаштування гостьового паркування, облаштування озелененої зони для відпочинку мешканців, яка може також використовуватися для проведення святкових заходів.

Організація паркувального простору передбачає можливість збільшення кількості машиномісць залежно від щільності забудови та потреб мешканців. Для житлових будівель стандартне співвідношення становить приблизно 1 паркомісце на 1 квартиру, проте його можна коригувати в залежності від класу житла, типу забудови та наявності громадських функцій. Паркування може бути організоване як на відкритих майданчиках, так і у вигляді підземного або піддашкового паркінгу, а також як частина окремої багаторівневої конструкції, розташованої поруч з будівлею. Найзручнішим для мешканців вважається наземне паркування, розташоване поблизу входу в будівлю, з прямокутною конфігурацією.

При виборі місця та форми розміщення паркінгу враховуються:

- його видимість при під'їзді до будинку;
- зручність охорони і відеонагляду;
- відстань від найвіддаленіших паркомісць до входу в будівлю.

Найефективнішими є прямокутні паркінги перед фасадом будинку, трохи менш зручні – Г-подібні з в'їздом у кутку. П-образні конфігурації поступаються за зручністю, а розкидані по території фрагменти паркінгу є найменш бажаними.

Наземні паркінги мають бути належно освітлені у вечірній та нічний час, з мінімальним рівнем освітлення не нижче 50 лк, особливо у віддалених частинах і затишних «кишенях». Допустимий ухил для таких парковок — до 2%. При необхідності паркувальні майданчики можуть бути розташовані терасами з підпірними стінками, які доречно декорувати зеленими насадженнями.

Озеленена зона для мешканців (архітектурно-декоративний сквер) має враховувати природно-кліматичні особливості Запоріжжя, рельєф та функціональні зв’язки з основною спорудою. Сквер розміщується на вільних від забудови ділянках і служить зоною відпочинку, спілкування та дозвілля. У новобудовах подібні простори формуються згідно з генеральним планом розвитку мікрорайону.

Планування скверу зазвичай орієнтоване на домінантний архітектурний або декоративний елемент (мала архітектурна форма, фонтан тощо), який добре проглядається з усіх частин території. Рекомендується регулярне компонування зелених насаджень у симетричному порядку, що підкреслює значущість будівлі, зосереджує увагу на її архітектурному вирішенні та гармонійно інтегрує її в навколишній простір.

3.1.2 Формування озеленюваних територій і підбір асортименту зелених насаджень

Озеленення території триповерхового житлового будинку в м. Запоріжжя виконується з урахуванням функціонального призначення ділянки та архітектурного оточення. Зелені насадження є невід’ємною складовою благоустрою, сприяють створенню комфортного середовища для мешканців та гармонійно поєднуються з житловою забудовою.

До основних елементів озеленення належать газони, квітники, групові та поодинокі посадки дерев і чагарників. При проєктуванні озеленення враховано наступні ключові вимоги:

- добір рослин, стійких до умов міського середовища;
- простота реалізації та догляду за зеленими насадженнями;
- декоративна привабливість упродовж усього року;
- забезпечення зручності для мешканців у користуванні озелененою територією;
- врахування підземних інженерних мереж, розташування пандусів, підпірних стінок тощо.

Найбільш універсальним і ефективним елементом озеленення в умовах відкритого простору є газон, який підкреслює архітектурний вигляд будівлі. Для створення газонного покриття використовується «паркова» травосуміш, що є адаптованою до кліматичних умов Запоріжжя. Загальна площа газонів становить 1 870,8 м².

Газон виконує роль тла для інших елементів озеленення — композицій з дерев, кущів, квітників і декоративних елементів. У зоні центрального входу до будинку передбачено декоративну композицію, яка включає хвойні рослини, фрагменти газону та елементи гравійного відсипання.

У проєкті використано компактні групи чагарників, зокрема форзицію та скумпію, а також окремо розміщені дерева — наприклад, клен сріблястий. Для запобігання затінюванню вікон, дерева висаджуються на відстані не менше 5 м від будівлі, а чагарники — не ближче 1,5 м.

Для формування природного розмежування території застосовуються живоплоти з чагарників (форзиція, спірея, скумпія). З метою створення тіні на дитячих чи відпочинкових майданчиках з південної та південно-західної сторін передбачено висадку дерев із різними типами крони — щільною (клен, липа) та прозорішою (береза).

Зони відпочинку для мешканців проектуються з урахуванням часткового затінення. Додатковий комфорт забезпечується за рахунок встановлення пергол із виткими рослинами. Оптимальне покриття таких майданчиків — комбіноване газонно-плиткове, що поєднує зелену поверхню із декоративною функціональністю плит.

3.1.3 Покриття доріжок і майданчиків.

Покриття території житлового комплексу передбачає функціональний поділ зон за типом використання і відповідне застосування матеріалів. Проїзна частина та автостоянка передбачають влаштування асфальтового покриття, яке забезпечує надійність, довговічність та зручність у щоденній експлуатації.

Пішохідні доріжки, підхід до входу та вимощення навколо будівлі запроєктовані з бетонної тротуарної плитки (бруківки), яка є практичним, естетичним та зносостійким матеріалом. Таке рішення дозволяє забезпечити комфортне пересування мешканців, а також гармонійно поєднується з озелененням та архітектурним стилем будівлі.

Тип мощення та вибір матеріалів визначалися з урахуванням інтенсивності використання, розташування пішохідних шляхів та їх функціонального призначення. Детальна конструкція дорожнього покриття представлена у кресленнях на аркушах 5–6 проєктної документації.

3.1.4 Малі архітектурні форми

Малі архітектурні форми є важливим елементом благоустрою житлової території, що надають простору завершеного архітектурно-художнього вигляду та підвищують комфорт проживання. До таких елементів належать: садові лавки, ліхтарі, альтанки, перголи, урни, вазони, декоративні огорожі, вказівники тощо.

Перголи та трельяжі — це легкі конструкції з дерева або металу, які слугують основою для в’юнких рослин і формують озеленені вертикальні елементи — своєрідні "зелені стіни". Вони використовуються для зонування території, створення затінених ділянок або декоративного оформлення входів та стежок. Їхня простота конструкції сприяє гармонійному поєднанню з навколишніми насадженнями: газонами, деревами, квітниками й чагарниками.

Альтанки, що передбачаються в зоні відпочинку мешканців, слугують місцями захисту від сонця чи дощу, сприяють організації комфортного дозвілля. Вони мають функціональне й естетичне значення, будучи як місцями спокійного відпочинку, так і декоративними акцентами прибудинкової території.

Садові лавки розміщуються як у затінених, так і у сонячних ділянках зони тихого відпочинку. Вони виготовляються з натуральної деревини (сосна) та мають захисне лакове покриття. При проєктуванні лавок враховані вимоги ергономіки та міської естетики, що забезпечує їхню зручність і привабливість.

Освітлення території організовано за допомогою вуличних ліхтарів, які виконують як функцію безпеки, так і декоративну роль у вечірній час доби. Освітлювальні елементи витримані в єдиному стилі з іншими архітектурними деталями.

Огорожі застосовуються для зонування території, огородження клумб, дитячих майданчиків, а також для захисту зелених насаджень (окремих дерев чи кореневих систем). Крім того, огорожі використовуються навколо технічних зон — трансформаторних підстанцій, господарських майданчиків тощо.

Для розширення декоративного потенціалу благоустрою можливе доповнення композиції пішохідними містками, флагштоками, урнами, вазонами та інформаційними покажчиками.

Максимальний архітектурно-художній ефект від використання малих архітектурних форм досягається завдяки комплексному підходу до планування — із врахуванням форм, фактур, кольорової гами та обов’язковим включенням зелених насаджень у структуру композицій як для окремих елементів, так і для

цілісних ансамблів.

3.1.5 Освітлення

Освітлення прибудинкової території є важливою складовою благоустрою, що виконує як функціональну, так і декоративну роль. Якісно спроєктоване освітлення дозволяє трансформувати простір у темний час доби, створюючи атмосферу затишку та безпеки.

В проєкті передбачено використання вуличних світильників на опорах, які забезпечують загальне освітлення основних пішохідних маршрутів, підходів до будівлі, автостоянки та вхідної зони. Світловий дизайн базується на поєднанні розсіяного та напрямленого (прожекторного) освітлення. Такий підхід дозволяє акцентувати окремі елементи ландшафту — клумби, зелені насадження, архітектурні форми — залишаючи інші зони в легкому напівтемряві для створення глибини простору.

Освітлення виконує кілька функцій:

- практичну — освітлення доріжок, під'їздів, входів і периметра з метою безпечного пересування та охорони;
- декоративну — підсвічування озеленення, квітників, пергол, альтанок і водних елементів (якщо такі передбачені).

Передбачається застосування трьох типів світильників:

- настінні — для підсвічування фасадів будівлі;
- підвісні — у зонах відпочинку або під навісами;
- світильники на підставках — уздовж доріжок та на відкритих ділянках.

Для безпечної експлуатації використовується напруга 220 В, а в зонах підвищеної безпеки (поблизу квітників, водойм тощо) — 12 В.

Система управління освітленням може бути як ручною, так і

автоматизованою. Ручне управління передбачає окремі вимикачі для кожної зони. Автоматичне — базується на використанні таймерів, фотоелементів (які реагують на зміну рівня природного освітлення) та програмованих систем, що дозволяють створювати динамічні сценарії освітлення залежно від часу доби або сезону. Такий підхід не лише підвищує зручність користування, але й надає території особливої виразності в темний час доби.

3.2 Інженерний благоустрій території.

Вертикальне планування території є невід'ємною частиною інженерної підготовки ділянки та передбачає цілеспрямовану зміну природного рельєфу з метою його оптимального пристосування до умов забудови та благоустрою.

Основними завданнями вертикального планування є:

- формування необхідних ухилів для організованого відведення дощових, талих та інших поверхневих вод у систему водовідведення, а далів природні водойми або зливову каналізацію;
- створення безпечних умов для руху транспорту і пішоходів;
- підготовка ділянки до будівництва, прокладки підземних інженерних мереж і виконання озеленення та благоустрою;
- забезпечення естетичної та архітектурно-композиційної узгодженості рельєфу з загальним планувальним рішенням території.

У межах проєкту вертикальне планування виконується із дотриманням нормативних вимог щодо ухилів для різних типів покриттів та зон функціонального призначення. Вибір методів планування залежить від стадії проєктування і включає:

- метод проектних (червоних) відміток;
- метод подовжніх та поперечних профілів;
- метод проектних горизонталей.

Запроєктовані відмітки та ухили забезпечують ефективне водовідведення та дозволяють уникнути застою води на території, одночасно підтримуючи цілісність благоустроєного простору.

3.2.1 Інженерний благоустрій території

Для побудови проектних горизонталей на ділянках вулиць спочатку виконуємо градуювання прямих, тобто знаходження місць з відмітками проектних горизонталей, які наносяться через 20 см по висоті.

Допустимі подовжні ухили для вулиць місцевого значення приймаються 5-80‰. Проте на підході до перехресть ухил зменшуємо, поступово доводячи його на перехресті максимально до 30‰.

Відмітки дороги $H_1^{чор}=29,74$; $H_1^{чер}=29,64$; $H_2^{чор}=27,00$; $H_2^{чер}=26,90$; L=230м.

Подовжній ухил дороги:

$$i_{пр}=(H_1^{чер} – H_2^{чер})/ L =(29,74-26,90)/ 230=0,0119.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}=27,00$:

$$L_1=(H^{чер} -H_1^{чер})/ i_{пр} =(27,00-26,90)/0,0119=8,405 м.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}+\Delta h=27,00+0,20$м – прийняте значекння проектних горізонталей:

$$L_2=\Delta h / i_{пр} =0,20/0,0119=16,81 м.$$

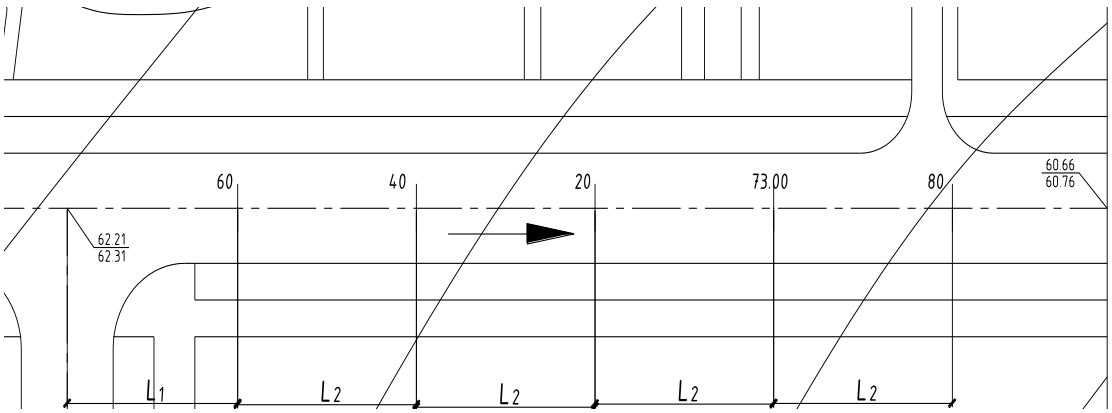


Рисунок 3.1 – Ситуаційна схема

Після виконання градуювання головної вулиці виконуємо побудову проектних горизонталей.

Головну вулицю виконують з двоскатним профілем, тому проектні горизонталі на їх поверхнях матимуть стрелообразний вигляд. Напрям стрілок буде направлений у бік ухилу. Кути ухилу горизонталей в плані по відношенню до осі проїжджої частини залежать від співвідношення значень подовжнього і поперечних ухилів.

На плані основні горизонталі показують жирними червоними лініями, а проміжні горизонталі – тонкими червоними лініями. У межах ділянки виконуємо спочатку побудову однієї горизонталі (27,00), останні горизонталі будують паралельно вже побудованою через крапки, знайдені при попередньому градуюванні ділянки дороги. В плані основні горизонталі показують жирними червоними лініями, а проміжні горизонталі – тонкими червоними лініями.

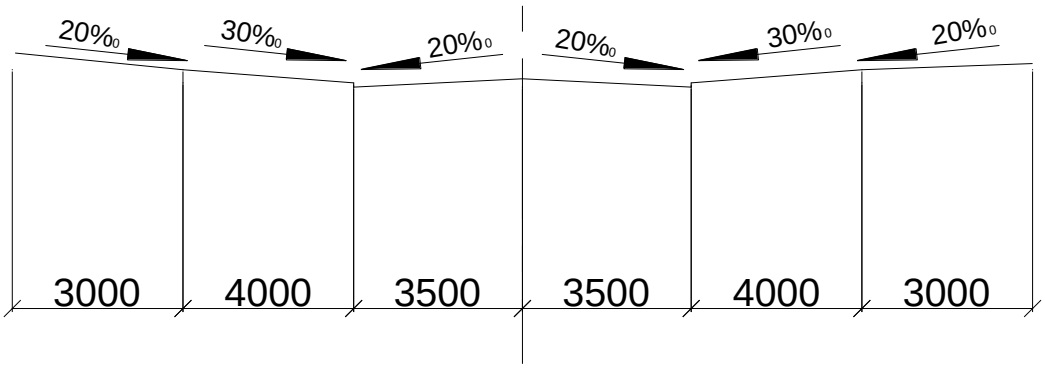


Рисунок 3.2 – Ухил горизонталей

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі проїжджої частини дороги по формулі:

$$L_З = (i_{поп} \cdot (B/2)\ ) / i_{пр} = (7/2) \cdot 0{,}02/0{,}0119 = 5{,}88 \text{ м},$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил вулиці, 20‰;

B – ширина вулиці, 7 м.

Місце виходу горизонталі від лотка на верх бортового каменя при його висоті $h_б$=0,15м:

$$L_4 = h_б / i_{пр}=0,15/0,0119=13,45 \text{ м.}$$

Далі виконуємо побудову проектної горизонталі на газоні і тротуарі:

$$L_5 = B_1 \cdot i_{поп1} / i_{пр}=4 \cdot 0,04/0,0119=13,45 \text{ м;}$$

$$L_6=B_2 \cdot i_{поп2} / i_{пр}=3 \cdot 0,020/0,0119=5,04 \text{ м,}$$

де B_1 – ширина газону, 4 м;

B_2 – ширина тротуару, 3 м;

$i_{поп1}$ – поперечний ухил газону, 40‰;

$i_{поп2}$ – поперечний ухил тротуару, 20‰.

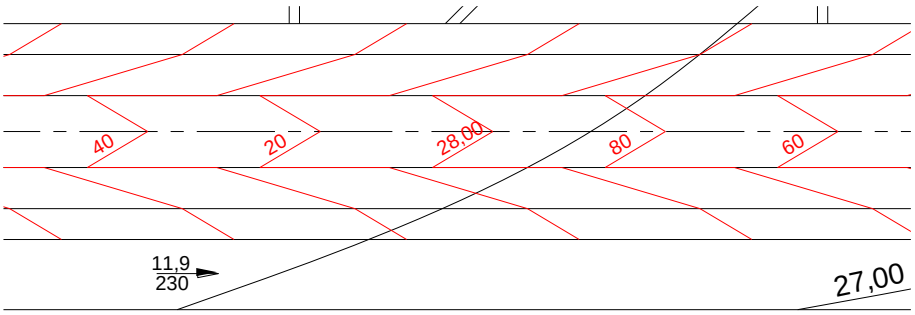


Рисунок 3.3 – Ситуаційна схема проектних горезонталей

3.2.2 Побудова проектних горизонталей по вулиці

Відмітки дороги $H_1^{чор}=29,74$; $H_1^{чер}=29,64$; $H_2^{чор}=31,20$; $H_2^{чер}=31,10$; L=162,20 м.

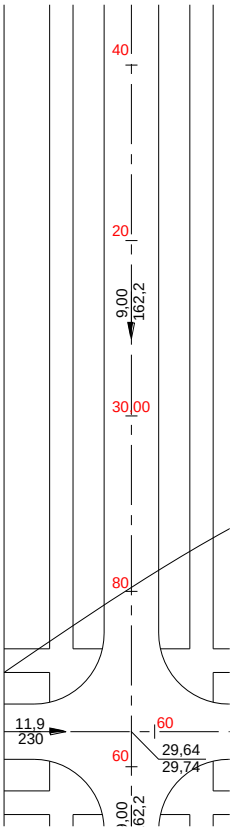


Рисунок 3.3 – Ситуаційна схема горизонталей

Подовжній ухил дороги:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_1^{чер})/ L =(31,10-29,64)/ 162,20=0,009.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}=29,80$:

$$L_1=(29,80-H_1^{чер})/ i_{пр} =(29,80-29,64)/0,009=17,78 \text{ м}.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}+\Delta h=29,80+0,20$м – прийняте значекння проектних горізонталей:

$$L_2=\Delta h / i_{пр} =0,20/0,009=22,22 \text{ м}.$$

Другорядну вулицю виконують з двоскатним профілем, тому проектні горизонталі на їх поверхнях матимуть стрелообразний вигляд. Напрям стрілок буде направлений у бік ухилу. Кути наклона горизонталей в плані по відношенню до осі проїжджої частини залежать від співвідношення значень подовжнього і поперечних ухилів.

На плані основні горизонталі показують жирними червоними лініями, а проміжні горизонталі – тонкими червоними лініями. У межах ділянки виконуємо спочатку побудову однієї горизонталі (29,80), останні горизонталі

будують паралельно вже побудованою через крапки, знайдені при попередньому градуюванні ділянки дороги.

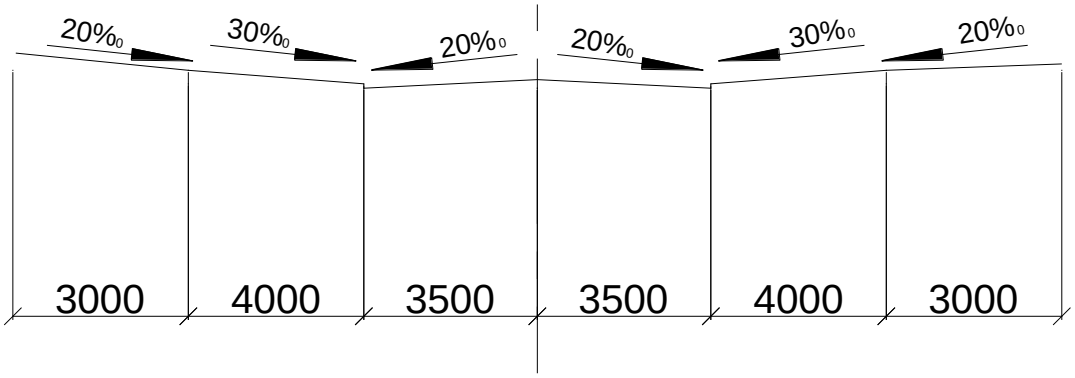


Рисунок 3.4 – Ситуаційна схема горизонталей дороги

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі проїжджої частини дороги по формулі:

$$L_3 = (i_{поп} \cdot (B/2)) / i_{пр} = 0{,}020 \cdot (7/2)/0{,}009 = 7{,}78 \text{ м},$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил вулиці, 20‰;

B – ширина вулиці, 7 м.

Місце виходу горизонталі від лотка на верх бортового каменя при його висоті $h_б$=0,15м:

$$L_4 = h_б / i_{пр} = 0{,}15/0{,}009 = 16{,}67 \text{ м}.$$

Далі виконуємо побудову проектної горизонталі на газоні і тротуарі:

$$L_5 = B_1 \cdot i_{поп1} / i_{пр} = 4 \cdot 0{,}04/0{,}009 = 17{,}78 \text{ м};$$

$$L_6 = B_2 \cdot i_{поп2} / i_{пр} = 3 \cdot 0{,}020/0{,}009 = 6{,}67 \text{ м},$$

де B_1 – ширина газону, 4 м;

B_2 – ширина тротуару, 3 м;

$i_{поп1}$ – поперечний ухил газону, 40‰;

$i_{поп2}$ – поперечний ухил тротуару, 20‰.

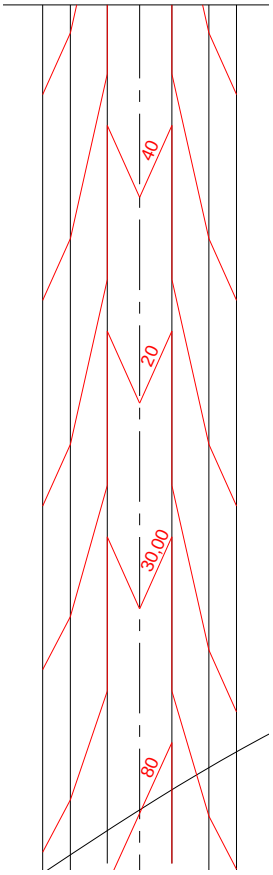


Рисунок 3.5 – Ситуаційна схема ухилів та горизонталей дороги

3.2.3 Вертикальне планування перехрестя

Відмітки дороги $H_1^{чор}$=29,74; $H_1^{чер}$=29,64; $H_2^{чор}$=31,20; $H_2^{чер}$=31,10; L=162,20 м.

В даному випадку виконується пересічення двох рівнозначних доріг. Головним є уникнути утворення поперечних лотків, що стає можливим при формуванні поверхні перехрестя як односхилою з ухилом у бік нахилу узгір'я. Тому двоскатні поверхні проїжджих частин всіх чотирьох відрізків вулиць повинні размощуватись в односкатні.

Вихідною точкою для виконання вертикального планування перехрестя є відмітка, яка лежить на перетині осей двох вулиць (29,60).

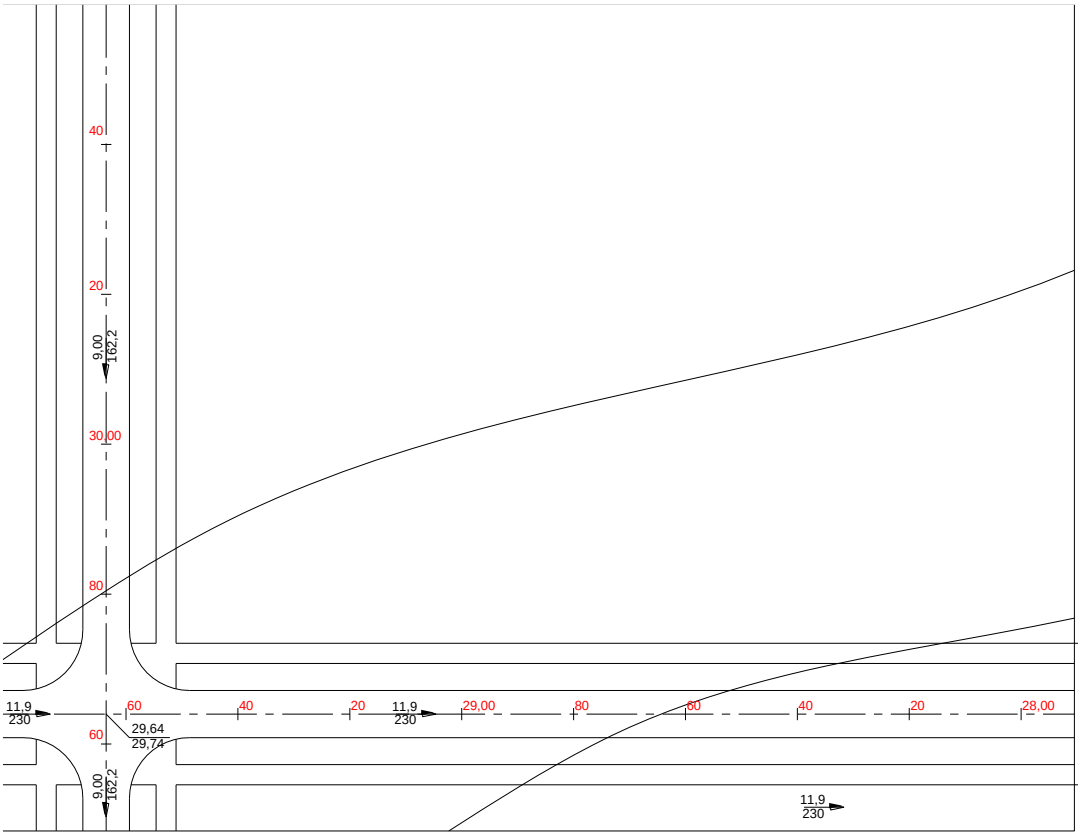


Рисунок 3.6 – Ситуаційна схема перехрестя

Приблизна довжина ділянки размостки при подовжніх ухилах меньш ніж 20‰ визначається по формулі:

$$L_р = B \cdot i_{поп} /0,004 = 7 \cdot 0,02/0,004 = 35 \text{ м.}$$

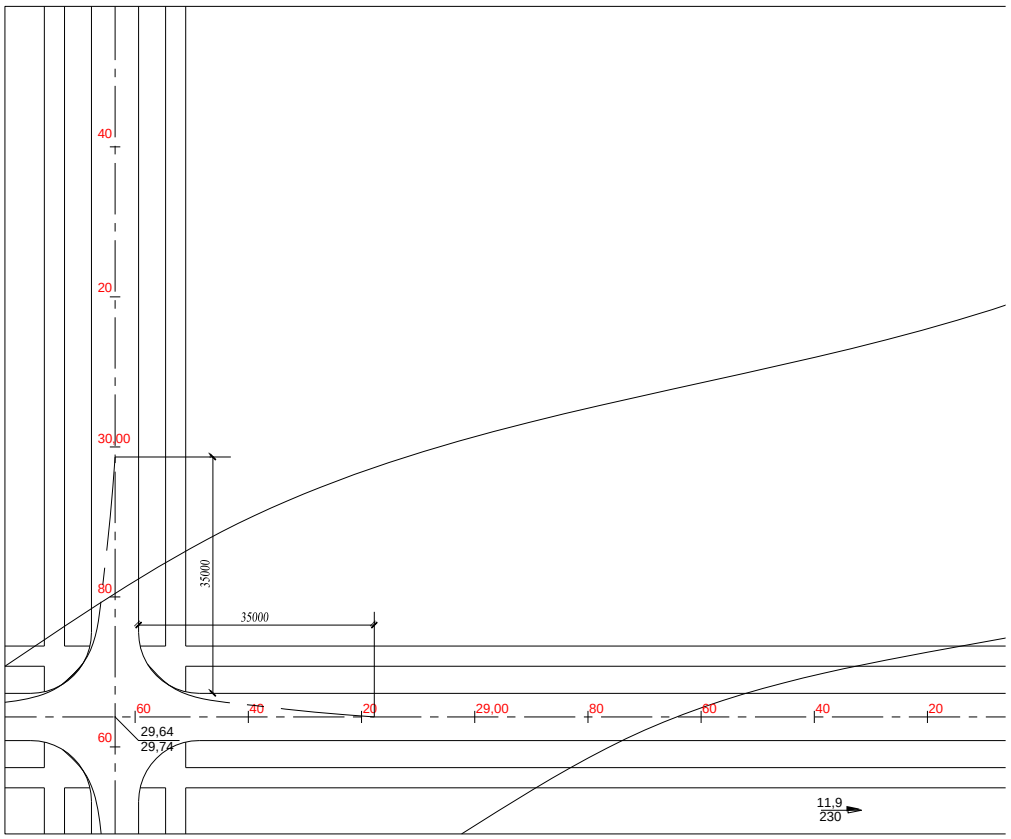


Рисунок 3.7 – Ситуаційна схема перехрестя, размостки

Після градуювання всіх напрямів вулиць, в центральній частині перехрестя, однойменні горизонталі сполучаємо між собою.

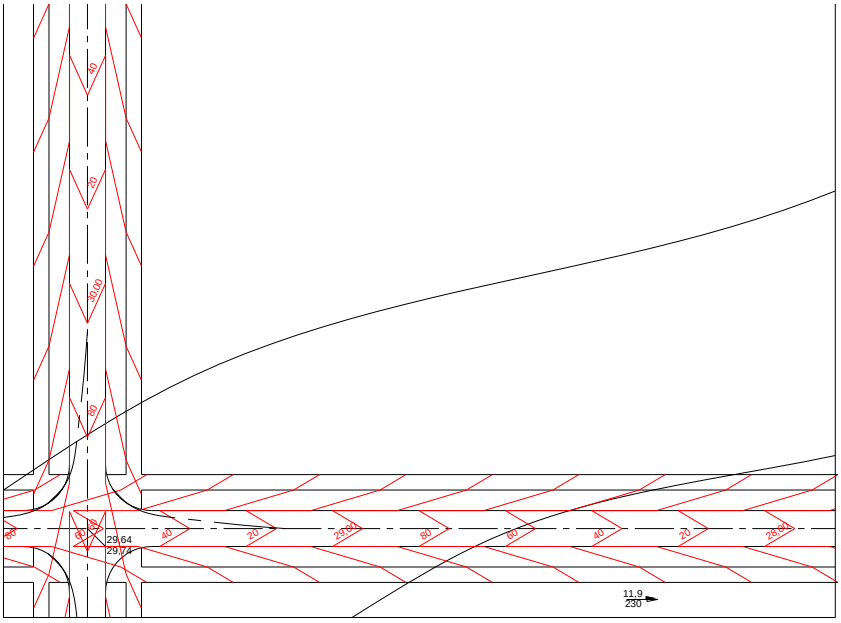


Рисунок 3.8 – Ситуаційна схема перехрестя, сполучення горизонталей

Цим визначається характер поверхні центральної частини перехрестя і односхилих поперечних профілів вулиць в місцях їх з'єднання.

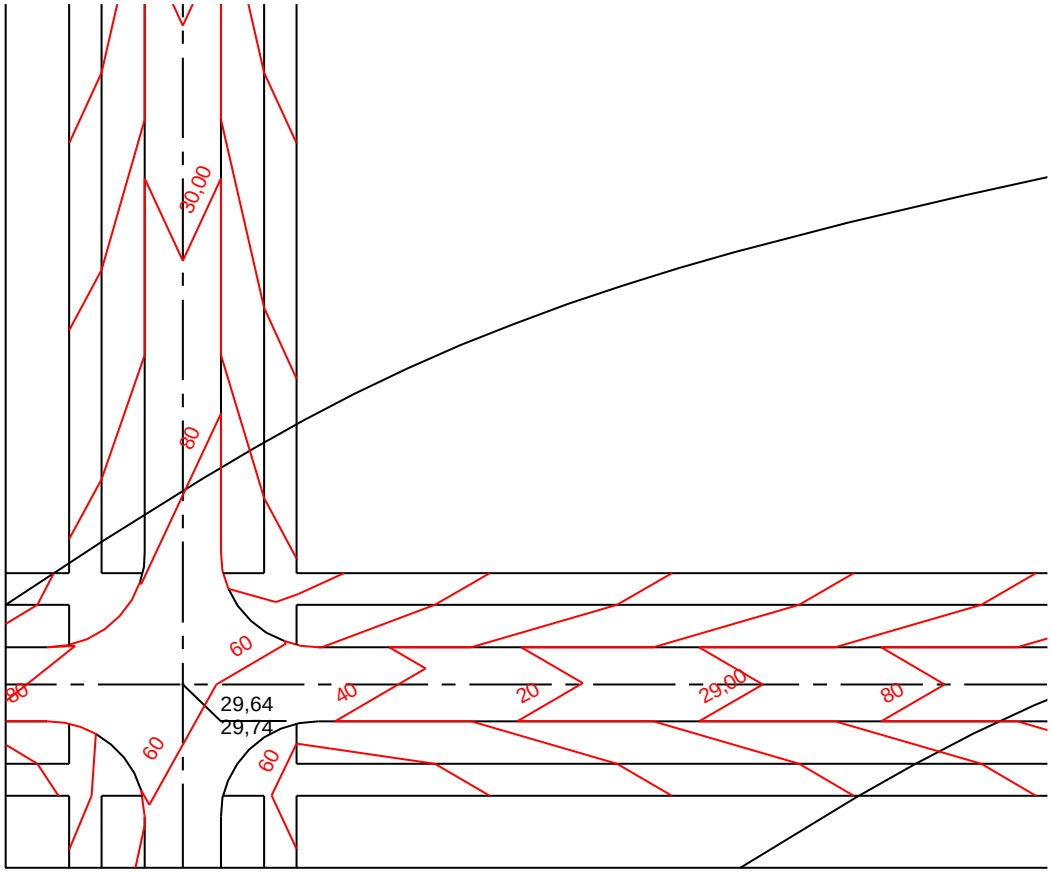


Рисунок 3.9 – Ситуаційна схема перехрестя, характер поверхні

Закінчивши побудову проектних горизонталей на проїжджій частині доріг, виконують побудову горизонталей на тротуарах.

3.2.4 Трасування і вертикальне планування проїздів

У даному проекті передбачений улаштування односмугових проїздів шириною 3,5 м. Для цих проїздів передбачаються тротуари шириною 1,5 м. При зміні напряму радіус закруглення по внутрішній бровке прийнятий рівним 5м.

Приєднання проїзду до проїжджої частини вулиці виконується під прямим кутом. Проїзд виконують з односкатним профілем, тому лоток розташовуємо

лише з одного боку дороги. Його розташування погоджуємо з напрям схилу, лоток проектуємо з боку пониження рельєфу.

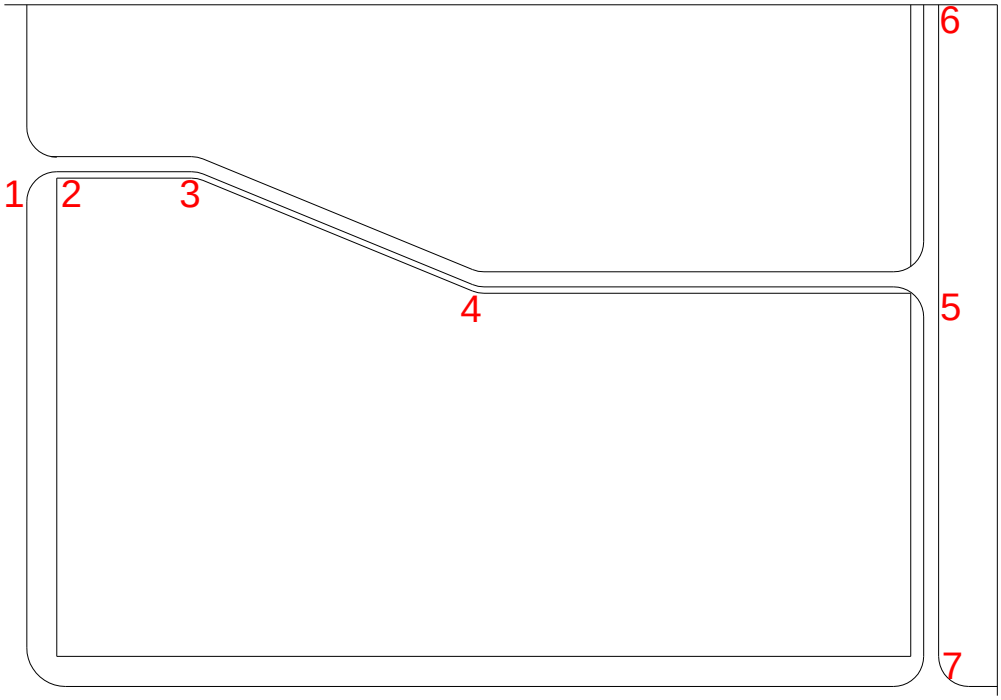


Рисунок 3.10 – Ситуаційна схема проїзду

Примикання прилеглих територій з боку лотка здійснюємо через бортовий камінь заввишки hб1=0,10 м, а з протилежного боку для проїзду шириною 3,5 м : hб2=0,10-(3,5·0,02)=0,03 м.

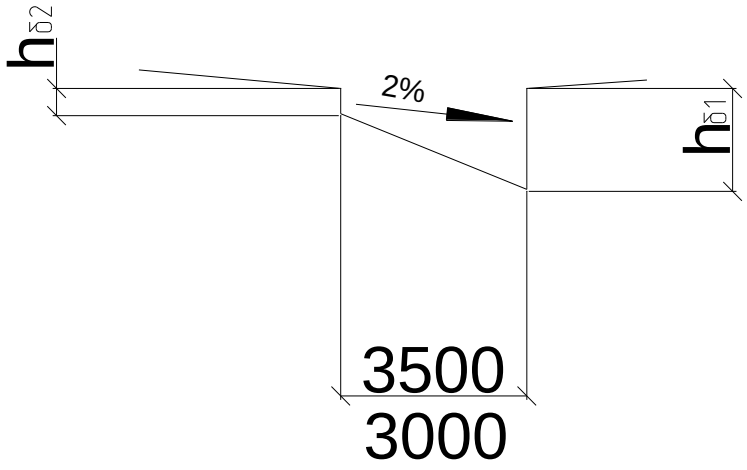


Рисунок 3.11 – Ситуаційна схема лотка

Ділянка 1-2: $H_1^{чор}$=31,01; $H_1^{чер}$=30,71; $H_2^{чор}$=30,98; $H_2^{чер}$=30,98; L=7,0 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_1^{чер})/ L =(30,98-30,71)/7=0,0386.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}$=30,80:

$$L_1=(30,80 -H_1^{чер})/ i_{под} =(30,80-30,71)/0,0386=2,33 \text{ м}.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}+\Delta h$=30,80+0,20м – прийняте значекння проектних горізонталей:

$$L_2=\Delta h / i_{под} =0,20/0,0386=5,18 \text{ м}.$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі проїзду по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=3,5\cdot 0,020/0,0386=1,81 \text{ м},$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил проїзду, 20‰;

B – ширина проїзду, 3,5 м.

Місце виходу горизонталі від лотка на верх бортового каменя при його висоті $h_{б1}$=0,10 м, $h_{б2}$=0,03 м :

$$L_4 = h_{б1}/ i_{под}=0,10/0,0386=2,59 \text{ м};$$

$$L_5 = h_{б2}/ i_{под}=0,03/0,0386=0,777 \text{ м}.$$

Далі виконуємо побудову проектної горизонталі на тротуарі:

$$L_6 = B_{тр}\cdot i^{тр}{}_{поп} / i_{пр}=1,5\cdot 0,02/0,0386=0,777 \text{ м}.$$

Ділянка 2-3: $H_2^{чор}$=30,98; $H_2^{чер}$=30,98; $H_3^{чор}$=30,76; $H_3^{чер}$=30,76; L=32,80м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_3^{чер})/ L =(30,98-30,76)/32,80=0,0067.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}$=30,80:

$$L_1=(H_2^{чер}-30,80)/ i_{под} =(30,98-30,80)/0,0067=26,87 \text{ м}.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}+\Delta h$=30,80+0,20м – прийняте значекння проектних горізонталей:

$$L_2=\Delta h / i_{под} =0,20/0,0067=29,85 \text{ м}.$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі проїзду по формулі:

$$L_3 = (i_{поп} \cdot B\ ) / i_{под}=3,5 \cdot 0,020/0,0067=10,45 \text{ м},$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил проїзду, 20‰;

B – ширина проїзду, 3,5 м.

Місце виходу горизонталі від лотка на верх бортового каменя при його висоті $h_{б1}=0,10$ м, $h_{б2}=0,03$ м :

$$L_4 = h_{б1}/ i_{под}=0,10/0,0067=14,93 \text{ м};$$

$$L_5 = h_{б2}/ i_{под}=0,03/0,0067=4,48 \text{ м}.$$

Далі виконуємо побудову проектної горизонталі на тротуарі:

$$L_6 = B_{тр} \cdot i^{тр}_{поп} / i_{пр}=1,5 \cdot 0,02/0,0067=4,48 \text{ м}.$$

Ділянка 3-4: $H_3^{чор}=30,76$; $H_3^{чер}=30,76$; $H_4^{чор}=29,99$; $H_4^{чер}=29,99$; L=70,72м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_3^{чер} – H_4^{чер})/ L =(30,76-29,99)/70,72=0,0109.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}=30,60$:

$$L_1=(H_3^{чер}-30,60)/ i_{под} =(30,76-30,60)/0,0109=14,68 \text{ м}.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}+\Delta h=30,60+0,20$м – прийняте значекння проектних горізонталей:

$$L_2=\Delta h / i_{под} =0,20/0,0109=18,35 \text{ м}.$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі проїзду по формулі:

$$L_3 = (i_{поп} \cdot B\ ) / i_{под}=3,5 \cdot 0,020/0,0109=6,42 \text{ м},$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил проїзду, 20‰;

B – ширина проїзду, 3,5 м.

Місце виходу горизонталі від лотка на верх бортового каменя при його висоті $h_{б1}=0,10$ м, $h_{б2}=0,03$ м :

$$L_4 = h_{б1}/ i_{под}=0,10/0,0109=9,17 \text{ м};$$

$$L_5 = h_{б2}/ i_{под}=0,03/0,0109=2,75 \text{ м}.$$

Далі виконуємо побудову проектної горизонталі на тротуарі:

$$L_6 = B_{тр} \cdot i^{тр}_{поп} / i_{пр}=1,5 \cdot 0,02/0,0109=2,75 \text{ м}.$$

Ділянка 4-5: $H_4^{чор}=29,99$; $H_4^{чер}=29,99$; $H_5^{чор}=29,00$; $H_5^{чер}=29,00$; L=107,7м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_4^{чер} – H_5^{чер})/ L =(29,99-29,00)/107,7=0,0092.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}=29,80$:

$$L_1=(H_4^{чер}-29,80)/ i_{под} =(29,99-29,80)/0,0092=20,65 \text{ м.}$$

Відстань до відмітки $H^{чер}+\Delta h=29,80+0,20$м – прийняте значекння проектних горізонталей:

$$L_2=\Delta h / i_{под} =0,20/0,0092=21,74 \text{ м.}$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі проїзду по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=3,5\cdot 0,020/0,0092=7,61 \text{ м,}$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил проїзду, 20‰;

B – ширина проїзду, 3,5 м.

Місце виходу горизонталі від лотка на верх бортового каменя при його висоті $h_{б1}=0,10$ м, $h_{б2}=0,03$ м :

$$L_4 = h_{б1}/ i_{под}=0,10/0,0092=10,87 \text{ м;}$$

$$L_5 = h_{б2}/ i_{под}=0,03/0,0092=3,26 \text{ м.}$$

Далі виконуємо побудову проектної горизонталі на тротуарі:

$$L_6 = B_{тр}\cdot i^{тр}{}_{поп} / i_{пр}=1,5\cdot 0,02/0,0092=3,26 \text{ м.}$$

Ділянка 5-6: $H_5^{чор}=29,00$; $H_5^{чер}=29,00$; $H_6^{чор}=30,10$; $H_6^{чер}=30,10$; L=65,68м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_6^{чер} – H_5^{чер})/ L =(30,10-29,00)/65,68=0,0167.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}=30,00$:

$$L_1=(H_6^{чер}-30,00)/ i_{под} =(30,10-30,00)/0,0167=5,99 \text{ м.}$$

Відстань до відмітки $H^{чер}+\Delta h=29,80+0,20$м – прийняте значекння проектних горізонталей:

$$L_2=\Delta h / i_{под} =0,20/0,0167=11,98 \text{ м.}$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі проїзду по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=3,5\cdot 0,020/0,0167=4,19 \text{ м,}$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил проїзду, 20‰;

В – ширина проїзду, 3,5 м.

Місце виходу горизонталі від лотка на верх бортового каменя при його висоті $h_{б1}$=0,10 м, $h_{б2}$=0,03 м :

$$L_4 = h_{б1}/ i_{под}=0,10/0,0167=5,99 \text{ м};$$

$$L_5 = h_{б2}/ i_{под}=0,03/0,0167=1,80 \text{ м}.$$

Далі виконуємо побудову проектної горизонталі на тротуарі:

$$L_6 = B_{тр}\cdot i^{тр}{}_{поп} / i_{пр}=1,5\cdot0,02/0,0167=1,80 \text{ м}.$$

Ділянка 5-7: $H_5^{чор}$=29,00; $H_5^{чер}$=29,00; $H_7^{чор}$=27,10; $H_7^{чер}$=26,99; L=93,00м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_5^{чер} – H_7^{чер})/ L =(29,00-26,99)/93=0,0216.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}+\Delta h$=28,80+0,20м – прийняте значекння проектних горізонталей:

$$L_2=\Delta h / i_{под} =0,20/0,0216=9,26 \text{ м}.$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі проїзду по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=3,5\cdot0,020/0,0216=3,21 \text{ м},$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил проїзду, 20‰;

В – ширина проїзду, 3,5 м.

Місце виходу горизонталі від лотка на верх бортового каменя при його висоті $h_{б1}$=0,10 м, $h_{б2}$=0,03 м :

$$L_4 = h_{б1}/ i_{под}=0,10/0,0216=4,63 \text{ м};$$

$$L_5 = h_{б2}/ i_{под}=0,03/0,0216=1,39 \text{ м}.$$

Далі виконуємо побудову проектної горизонталі на тротуарі:

$$L_6 = B_{тр}\cdot i^{тр}{}_{поп} / i_{пр}=1,5\cdot0,02/0,0216=1,39 \text{ м}.$$

3.2.5 Вертикальне планування парковки для автомобілів

В'їзд на парковку здійснюється з магістралі районного значення. Ширіна 7

м для зручного в'їзду і виїзду з території. Радіус закруглення по внутрішній бровке прийнятий рівним 5м. Приєднання проїзду до проїжджої частини вулиці виконується під прямим кутом. Проїзд виконують з односкатним профілем, тому лоток розташовуємо лише з одного боку дороги. Його розташування погоджуємо з напрям схилу, лоток проектуємо з боку пониження рельєфу.

Примикання прилеглих територій з боку лотка здійснюємо через бортовий камінь заввишки hб1=0,10 м.

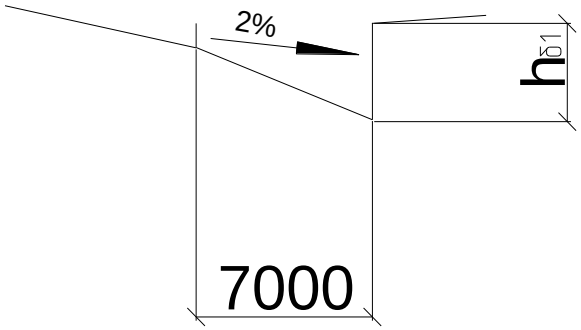


Рисунок 3.12 – Ситуаційна схема лотка

Подовжній ухил автостоянок прийнятий 20‰, а поперечний ухил залежить від типа дорожніх покриттів. Для асфальтобетонного або цементобетонного покриття поперечний ухил 10-25‰ .

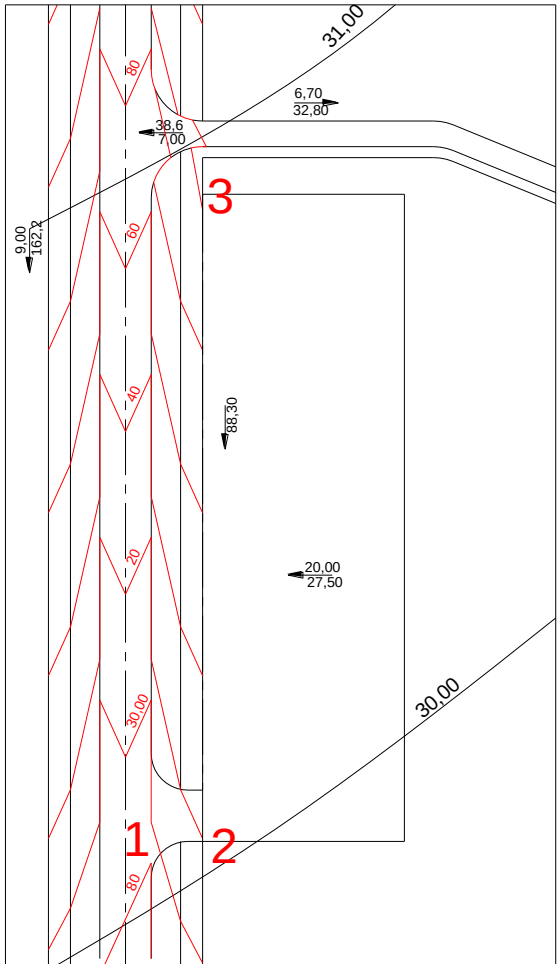


Рисунок 3.13 – Ситуаційна схема автостоянок

Ділянка 1-2: $H_1^{чор}$=29,83; $H_1^{чер}$=30,06; $H_2^{чор}$=30,05; $H_2^{чер}$=30,05; L=7,0 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_1^{чер})/ L =(30,05-29,83)/7=0,0314.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}$=30,00:

$$L_1=(30,00 -H_1^{чер})/ i_{под} =(30,00-29,83)/0,0314=5,41 \text{ м.}$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі проїзду по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=7\cdot 0,020/0,0314=4,46 \text{ м,}$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил проїзду, 20‰;

B – ширина проїзду, 7 м.

Місце виходу горизонталі від лотка на верх бортового каменя при його

висоті $h_{б1}$=0,10 м:

$$L_4 = h_{б1}/ i_{под}=0,10/0,0314=3,18 \text{ м.}$$

Ділянка 2-3: $H_2^{чор}$=30,05; $H_2^{чер}$=30,05; $H_3^{чор}$=30,90; $H_3^{чер}$=30,90; L=88,30м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_3^{чер} – H_2^{чер})/ L =(30,90-30,05)/88,30=0,01.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}$=30,20:

$$L_1=(30,20- H_2^{чер})/ i_{под} =(30,20-30,05)/0,01=15 \text{ м.}$$

Відстань до відмітки $H^{чер}+\Delta h$=30,20+0,20м – прийняте значекння проектних горізонталей:

$$L_2=\Delta h / i_{под} =0,20/0,01=20 \text{ м.}$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі проїзду по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=27,5\cdot0,020/0,01=55 \text{ м,}$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил автостоянки, 20‰;

B – ширина автостоянки, 27,5 м.

Місце виходу горизонталі від лотка на верх бортового каменя при його висоті $h_{б1}$=0,05 м:

$$L_4 = h_{б1}/ i_{под}=0,05/0,01=5 \text{ м.}$$

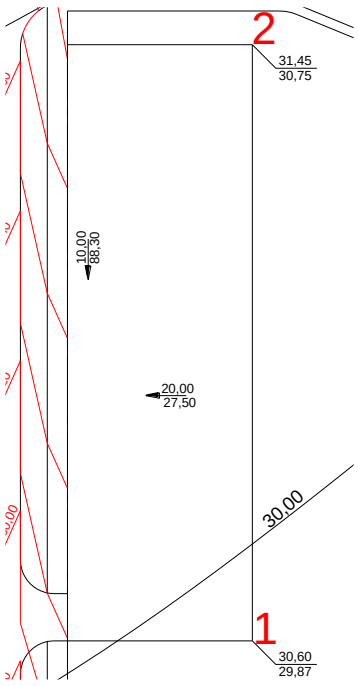


Рисунок 3.14 – Ситуаційна схема ухилів автостоянки

Побудова укосу по периметру автостоянки. Приймаємо закладення укосу рівним 1:1,5.

$$Н^{ук}_1 = (Н_1^{чер} - Н_1^{чор}) \cdot 1,5 = (30,60-29,87) \cdot 1,5 = 1,095 \text{ м};$$

$$Н^{ук}_2 = (Н_2^{чер} - Н_2^{чор}) \cdot 1,5 = (31,45-30,75) \cdot 1,5 = 1,05 \text{ м}.$$

Розрахунок сходинок на автостоянці.

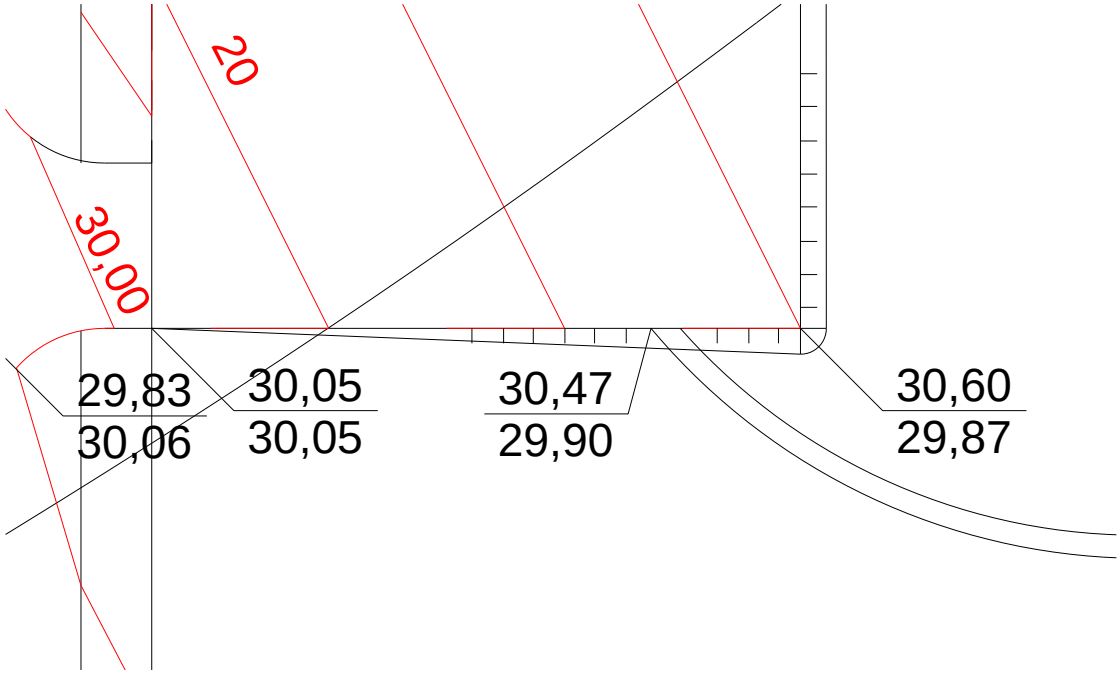


Рисунок 3.14 – Ситуаційна схема укосу автостоянки

Висота укосу $Н^{чер}-Н^{чор}=30,47-29,90=0,57$ м, довжина $(Н^{чер}- Н^{чор}) \cdot 1,5=0,57 \cdot 1,5=0,855$ м. Приймаємо висоту ступені 0,19х3, довжину 0,43х2 м.

3.2.6 Вертикальне планування доріжок та висотна прив'язка будівлі

Використовуючи підрахунок кількості горизонталей, які проходят між найбільш високим кутом будівлі і найбільш низьким, встановлюємо яким з двох способів, може бути виконана посадка будівель на рельєф. В даному випадку

різниця в кутах будівлі складає біля H_1-H_5=30,25-29,29=0,96, що не вимагає пристрою насипу. Ширіна отмостки 1м, ухил 0,050.

Ділянка 1-2: $H_1^{отм}$=30,27; $H_2^{отм}$=29,88; L=52 м.

Подовжній ухил будівлі:

$$i_{пр}=(H_2^{отм} – H_1^{отм})/ L =(30,27-29,88)/52=0,0085.$$

Ділянка 2-3: $H_2^{отм}$=29,88; $H_3^{отм}$=29,58; L=17,2 м.

Подовжній ухил будівлі:

$$i_{пр}=(H_2^{отм} – H_3^{отм})/ L =(29,88-29,58)/17,2=0,0175.$$

Ділянка 3-4: $H_3^{отм}$=29,58; $H_4^{отм}$=29,50; L=7,5 м.

Подовжній ухил будівлі:

$$i_{пр}=(H_3^{отм} – H_4^{отм})/ L =(29,58-29,50)/7,5=0,0107.$$

Ділянка 4-5: $H_4^{отм}$=29,50; $H_5^{отм}$=29,30; L=13,8 м.

Подовжній ухил будівлі:

$$i_{пр}=(H_4^{отм} – H_5^{отм})/ L =(29,50-29,30)/13,8=0,0145.$$

Ділянка 5-6: $H_5^{отм}$=29,30; $H_6^{отм}$=29,72; L=38,5 м.

Подовжній ухил будівлі:

$$i_{пр}=(H_6^{отм} – H_5^{отм})/ L =(29,72-29,30)/38,5=0,0109.$$

Ділянка 6-7: $H_6^{отм}$=29,72; $H_7^{отм}$=29,86; L=14 м.

Подовжній ухил будівлі:

$$i_{пр}=(H_7^{отм} – H_6^{отм})/ L =(29,86-29,72)/14=0,010.$$

Ділянка 7-8: $H_7^{отм}$=29,86; $H_8^{отм}$=30,10; L=21 м.

Подовжній ухил будівлі:

$$i_{пр}=(H_8^{отм} – H_7^{отм})/ L =(30,10-29,86)/21=0,0114.$$

Ділянка 1-8: $H_1^{отм}$=30,27; $H_8^{отм}$=30,10; L=17 м.

Подовжній ухил будівлі:

$$i_{пр}=(H_1^{отм} – H_8^{отм})/ L =(30,27-30,10)/17=0,010.$$

Відмітка кута будівлі:

$H^{зд}_1= H^{от}_1-(l_{отм}\cdot i_{пр})+(l_{отм} \cdot i_{от})=30,27-(1,5\cdot 0,0085)+(1,5\cdot 0,05)=30,33;$

$H^{зд}_2= H^{от}_2+(l_{отм}\cdot i_{пр})+(l_{отм} \cdot i_{от})=29,88+(1,5\cdot 0,0085)+(1,5\cdot 0,05)=29,97;$

$Н^{зд}_3$= $Н^{от}_3$-($l_{отм}$·$i_{пр}$)+($l_{отм}$ ·$i_{от}$)=29,58-(1,5·0,0175)+(1,5·0,05)=29,63;

$Н^{зд}_4$= $Н^{от}_4$+($l_{отм}$·$i_{пр}$)+($l_{отм}$ ·$i_{от}$)=29,58+(1,5·0,0175)+(8,5·0,05)=30,00;

$Н^{зд}_5$= $Н^{от}_5$-($l_{отм}$·$i_{пр}$)+($l_{отм}$ ·$i_{от}$)=29,58-(1,5·0,0175)+(8,5·0,05)=29,98;

$Н^{зд}_6$= $Н^{от}_6$-($l_{отм}$·$i_{пр}$)+($l_{отм}$ ·$i_{от}$)=29,72-(1,5·0,010)+(1,5·0,05)=29,78;

$Н^{зд}_7$= $Н^{от}_7$-($l_{отм}$·$i_{пр}$)+($l_{отм}$ ·$i_{от}$)=29,86-(1,5·0,010)+(1,5·0,05)=29,91;

$Н^{зд}_8$= $Н^{от}_8$-($l_{отм}$·$i_{пр}$)+($l_{отм}$ ·$i_{от}$)=30,10-(1,5·0,010)+(1,5·0,05)=30,15.

У зв'язку з тим, що існуючий рельєф має ухил у бік будівлі, вироблено коректування проектних горизонталей так, щоб відвести воду від будівлі. Для цього в проекті заданий ухил в протилежну сторону, т.ч. дощові стоки відводяться до влаштованного лотка на 3 м. Ухил від будівлі 20‰.

Відмітка рівня чистої підлоги: $Н^{зд}_1$+0,3=30,33+0,3=30,63.

Для входу в будівлю різниця відміток складає 1,13 м. Відмітка вхідного майданчика 30,62. Тоді загальна висота сходів 30,62-29,50=1,12 м, виходить 7 сходинок 0,16х0,3 м.

Ділянка 1-2: $Н_1^{чор}$=29,83; $Н_1^{чер}$=30,06; $Н_2^{чор}$=30,05; $Н_2^{чер}$=30,05; L=7,0 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(Н_2^{чер} – Н_1^{чер})/ L =(30,05-29,83)/7=0,0314.$$

Відстань до відмітки $Н^{чер}$=30,00:

$$L_1=(30,00 -Н_1^{чер})/ i_{под} =(30,00-29,83)/0,0314=5,41 \text{ м}.$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі доріжки по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}·В) / i_{под}=7·0,020/0,0314=4,46 \text{ м},$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил дорыжки, 30‰;

В – ширина доріжки, 3 м.

Ділянка 2-3: $Н_3^{чор}$=29,36; $Н_3^{чер}$=26,39; $Н_2^{чор}$=30,05; $Н_2^{чер}$=30,05; L=4,6 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(Н_2^{чер} – Н_1^{чер})/ L =(30,05-29,83)/7=0,0314.$$

Відстань до відмітки $Н^{чер}$=30,00:

$$L_1=(30,00 -Н_1^{чер})/ i_{под} =(30,00-29,83)/0,0314=5,41 \text{ м}.$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі дорыжки по формулі:

$$L_3 = (i_{поп} \cdot B) / i_{под} = 7 \cdot 0{,}020 / 0{,}0314 = 4{,}46 \text{ м},$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил дорыжки, 30‰;

B – ширина доріжки, 3 м.

Ділянка 3-4: $H_3^{чор}=29{,}36$; $H_3^{чер}=26{,}39$; $H_2^{чор}=30{,}05$; $H_2^{чер}=30{,}05$; L=4,6 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_1^{чер})/ L =(30{,}05-29{,}83)/7=0{,}0314.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}=30{,}00$:

$$L_1=(30{,}00 -H_1^{чер})/ i_{под} =(30{,}00-29{,}83)/0{,}0314=5{,}41 \text{ м}.$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі дорыжки по формулі:

$$L_3 = (i_{поп} \cdot B) / i_{под} = 7 \cdot 0{,}020 / 0{,}0314 = 4{,}46 \text{ м},$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил дорыжки, 30‰;

B – ширина доріжки, 3 м.

Ділянка 4-5: $H_3^{чор}=29{,}36$; $H_3^{чер}=26{,}39$; $H_2^{чор}=30{,}05$; $H_2^{чер}=30{,}05$; L=4,6 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_1^{чер})/ L =(30{,}05-29{,}83)/7=0{,}0314.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}=30{,}00$:

$$L_1=(30{,}00 -H_1^{чер})/ i_{под} =(30{,}00-29{,}83)/0{,}0314=5{,}41 \text{ м}.$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі дорыжки по формулі:

$$L_3 = (i_{поп} \cdot B) / i_{под} = 7 \cdot 0{,}020 / 0{,}0314 = 4{,}46 \text{ м},$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил дорыжки, 30‰;

B – ширина доріжки, 3 м.

Ділянка 5-6: $H_3^{чор}=29{,}36$; $H_3^{чер}=26{,}39$; $H_2^{чор}=30{,}05$; $H_2^{чер}=30{,}05$; L=4,6 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_1^{чер})/ L =(30{,}05-29{,}83)/7=0{,}0314.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}=30{,}00$:

$$L_1=(30,00 -H_1^{чер})/ i_{под} =(30,00-29,83)/0,0314=5,41 \text{ м.}$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі дорыжки по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=7\cdot 0,020/0,0314=4,46 \text{ м,}$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил дорыжки, 30‰;

B – ширина доріжки, 3 м.

Ділянка 6-7: $H_3^{чор}=29,36$; $H_3^{чер}=26,39$; $H_2^{чор}=30,05$; $H_2^{чер}=30,05$; L=4,6 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_1^{чер})/ L =(30,05-29,83)/7=0,0314.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}=30,00$:

$$L_1=(30,00 -H_1^{чер})/ i_{под} =(30,00-29,83)/0,0314=5,41 \text{ м.}$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі дорыжки по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=7\cdot 0,020/0,0314=4,46 \text{ м,}$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил дорыжки, 30‰;

B – ширина доріжки, 3 м.

Ділянка 7-8: $H_3^{чор}=29,36$; $H_3^{чер}=26,39$; $H_2^{чор}=30,05$; $H_2^{чер}=30,05$; L=4,6 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_1^{чер})/ L =(30,05-29,83)/7=0,0314.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}=30,00$:

$$L_1=(30,00 -H_1^{чер})/ i_{под} =(30,00-29,83)/0,0314=5,41 \text{ м.}$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі дорыжки по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=7\cdot 0,020/0,0314=4,46 \text{ м,}$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил дорыжки, 30‰;

B – ширина доріжки, 3 м.

Ділянка 8-9: $H_3^{чор}=29,36$; $H_3^{чер}=26,39$; $H_2^{чор}=30,05$; $H_2^{чер}=30,05$; L=4,6 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_1^{чер})/ L =(30,05-29,83)/7=0,0314.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}$=30,00:

$$L_1=(30,00 -H_1^{чер})/ i_{под} =(30,00-29,83)/0,0314=5,41 \text{ м.}$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі дорыжки по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=7\cdot 0,020/0,0314=4,46 \text{ м,}$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил дорыжки, 30‰;

B – ширина доріжки, 3 м.

Ділянка 9-10: $H_3^{чор}$=29,36; $H_3^{чер}$=26,39; $H_2^{чор}$=30,05; $H_2^{чер}$=30,05; L=4,6 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_1^{чер})/ L =(30,05-29,83)/7=0,0314.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}$=30,00:

$$L_1=(30,00 -H_1^{чер})/ i_{под} =(30,00-29,83)/0,0314=5,41 \text{ м.}$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі дорыжки по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=7\cdot 0,020/0,0314=4,46 \text{ м,}$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил дорыжки, 30‰;

B – ширина доріжки, 3 м.

Ділянка 11-12: $H_3^{чор}$=29,36; $H_3^{чер}$=26,39; $H_2^{чор}$=30,05; $H_2^{чер}$=30,05; L=4,6 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_1^{чер})/ L =(30,05-29,83)/7=0,0314.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}$=30,00:

$$L_1=(30,00 -H_1^{чер})/ i_{под} =(30,00-29,83)/0,0314=5,41 \text{ м.}$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі дорыжки по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=7\cdot 0,020/0,0314=4,46 \text{ м,}$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил дорыжки, 30‰;

B – ширина доріжки, 3 м.

Ділянка 12-13: $H_3^{чор}$=29,36; $H_3^{чер}$=26,39; $H_2^{чор}$=30,05; $H_2^{чер}$=30,05; L=4,6 м.

Подовжній ухил проїзду:

$$i_{пр}=(H_2^{чер} – H_1^{чер})/ L =(30,05-29,83)/7=0,0314.$$

Відстань до відмітки $H^{чер}=30,00$:

$$L_1=(30,00 -H_1^{чер})/ i_{под} =(30,00-29,83)/0,0314=5,41 \text{ м.}$$

Розрахунок проектної горизонталі починають з визначення кута нахилу горизонталі до осі дорыжки по формулі:

$$L_3 = (i_{поп}\cdot B) / i_{под}=7\cdot 0,020/0,0314=4,46 \text{ м,}$$

де $i_{поп}$ – поперечний ухил дорыжки, 30‰;

B – ширина доріжки, 3 м.

3.2.7 Інженерні комунікації

Підземні інженерні мережі є ключовим елементом інженерного забезпечення об’єкта та комфортного функціонування житлової забудови. В межах проєктної ділянки передбачено влаштування мереж водопостачання, каналізації, енергопостачання, теплопостачання, зв’язку, зливової каналізації та інших комунікацій відповідно до чинних будівельних і санітарних норм.

Комунікації поділяються за глибиною прокладання на мережі дрібного та глибокого закладання. До мереж дрібного закладання відносяться кабелі зв’язку, силові електромережі, мережі сигналізації, газопроводи та тепломережі. Вони розміщуються в межах зони промерзання ґрунту. До мереж глибокого закладання належать ті, що чутливі до температурних коливань — водопровід, побутова та дощова каналізація. Їх прокладають на глибині, що перевищує розрахунковий рівень промерзання мінімум на 0,5 м для забезпечення надійної експлуатації взимку.

Матеріали трубопроводів добираються залежно від функціонального призначення мереж та умов експлуатації — використовуються труби зі сталі, залізобетону, поліетилену, азбестоцементу, кераміки тощо.

Система водопостачання розрахована на забезпечення потреб мешканців у питній та господарсько-побутовій воді. Розрахункова витрата води базується на

чисельності мешканців та встановлених нормах споживання. Глибина прокладання водопровідних труб — не менше 0,5 м нижче розрахункової глибини промерзання. Для обслуговування мережі передбачено водопровідні колодязі, конструкція яких включає гідроізоляцію при високому рівні ґрунтових вод.

Проєктом передбачено роздільну систему каналізації, що включає окрему мережу господарсько-фекальних стоків і зливову каналізацію. Побутові стоки відводяться через внутрішньобудинкові випуски до зовнішніх мереж. Для зливових вод передбачено дощоприймальні решітки. Мінімальна глибина закладання труб становить 0,7 м від поверхні, залежно від діаметра і глибини промерзання.

Теплопостачання житлової будівлі реалізується через централізовану систему, що забезпечує опалення та гаряче водопостачання. Прокладка теплових мереж здійснюється з дотриманням необхідних ухилів (не менше 0,02%) для забезпечення ефективного дренажу та роботи системи незалежно від напрямку руху теплоносія.

Електропостачання об’єкта здійснюється від зовнішніх мереж, із підключенням до трансформаторної підстанції. Система забезпечує живлення всіх інженерних систем, освітлення, побутових та технологічних потреб мешканців. Розводка силових і слабкострумових мереж виконана з урахуванням пожежної та електробезпеки.

4. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Технологічна карта на зведення типового поверху

Розробка технологічних карт для основних будівельних процесів (зокрема, для виконання опалубних, арматурних, бетонних робіт, витримування бетону та подальшої розпалубки конструкцій) полягає в детальному описі послідовності технологічних операцій із чітким узгодженням їх у просторі та часі.

У межах даного проєкту передбачається складання єдиної комплексної технологічної карти, що охоплює всі етапи бетонування одного типового поверху монолітної житлової будівлі.

Технологічна карта формується з урахуванням вибраної системи опалубки, засобів механізації для транспортування та ущільнення бетонної суміші, будівельних кранів і допоміжного обладнання. Основна мета її впровадження — забезпечити:

- безперервність та ритмічність виконання опалубних, арматурних і бетонних робіт;
- раціональне використання трудових, матеріальних та технічних ресурсів;
- максимальну механізацію процесів із можливістю роботи обладнання в дві або більше зміни, що дозволяє скоротити загальні строки будівництва та підвищити якість виконання робіт.

4.2 Підрахунок обсягів робіт

Визначення обсягів робіт для даного об’єкта здійснюється на підставі завдання на проєктування, архітектурно-планувального рішення типового поверху та специфікацій залізобетонних конструкцій — як монолітних, так і збірних, відповідно до вимог діючих нормативних документів.

Відомість обсягів робіт формується в логічній послідовності, яка відповідає обраній технології зведення конструктивних елементів будівлі. У даному дипломному проєкті розглядається надземна частина типового поверху житлової будівлі.

На основі аналізу архітектурних і конструктивних рішень складається специфікація основних елементів конструкцій. Вона включає монолітні (перекриття, колони, стіни) та, за необхідності, збірні елементи. Для кожного елементу розраховується об’єм і маса, визначається кількість одиниць, після чого підраховується сумарний обсяг елементів по кожній захватці, по типовому поверху та по всій будівлі в цілому.

З метою оптимізації підрахунків і подальшої організації будівельно-монтажних робіт, територія будівництва умовно поділяється на захватки, відповідно до технічної послідовності виконання робіт та вимог технологічної карти.

Таблиця 4.1 - Відомість обсягів робіт

№ п/п	Найменування процесів	Од. Змін. обсягів	Кількість робіт на типовий поверх	Примітка (формули підрахунку, посилання на креслення)
1	2	3	4	5
Захоплення 1				
1	В'язання арматури колон	т	3.8	(довжина арм-и на 1м ^{2} колони) х (погонна вага арматури) х (площа колони) х 110% = (16х2.4х9) х1.1
2	В'язання арматури ДЖ	т	4.32	(довжина ар-ри на 1м ^{2} стіни) х (погонна вага арматури) х (площа колони) х 110% = (16х2.4х102.2) х1.1
3	Опалубка колон	м ^{2}	89.76	площа сторін колон
4	Опалубка ДЖ	м ^{2}	102.96	площа сторін стін
5	Бетонування колон	м ^{3}	9	обсяг колон
6	Бетонування ДЖ	м ^{3}	10.164	об'єм діафрагм жорсткості
7	Розпалубка колон	м ^{2}	89.76	площа колон

8	Розпалубка ДЖ	м ^{2}	102.96	площа стін
9	Монтаж опалубних щитів зі стійками, геодезична вивірка та закріплення опалубки	м ^{2}	305	площа перекриття
10	Опалубка плити перекриття	м ^{2}	305	площа перекриття
11	В'язання арматури плити	т	10.6	-
12	Бетонування плити	м ^{3}	61	(Обсяг монолітного перекриття)
13	Розпалубка плити	м ^{2}	305	(Площа перекриття)
Захоплення 2				
1	В'язання арматури колон	т	1.2	-
2	В'язання арматури СМ	т	10	-
3	Опалубка колон	м ^{2}	31.68	площа сторін колон
4	Опалубка СМ	м ^{2}	238	площа сторін стін
5	Бетонування колон	м ^{3}	3.168	обсяг колон
6	Бетонування СМ	м ^{3}	23.618	об'єм діафрагм жорсткості
7	Розпалубка колон	м ^{2}	31.68	площа сторін колон
8	Розпалубка СМ	м 2	238	площа сторін стін
9	Монтаж опалубних щитів зі стійками, геодезична вивірка та закріплення опалубки	м ^{2}	170	площа плити перекриття
10	Опалубка плити перекриття	м ^{2}	170	площа плити перекриття
11	В'язання арматури плити	т	7	-
12	Бетонування плити	м ^{3}	34	об'єм плити
13	Розпалубка плити	м ^{2}	170	площа плити перекриття

4.3 Технологія будівельних робіт

Перед початком зведення надземної частини будівлі з монолітного залізобетону необхідно виконати комплекс організаційно-підготовчих заходів, передбачених ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

До монтажу опалубки обов’язково виконуються наступні підготовчі роботи:

- виконання розбивочних осей несучих стін і конструкцій відповідно до генерального плану;
- нівелювання поверхонь перекриттів для забезпечення точності

встановлення опалубки;

- нанесення на поверхню конструкцій розмітки меж приміщень згідно з робочими кресленнями;
- фіксація положення опалубки за допомогою фарбованих ризиків;
- підготовка та перевірка монтажного інструменту і оснащення;
- очищення поверхонь від пилу, сміття та залишків будівельних матеріалів.

Зведення триповерхової монолітної житлової будівлі виконується поетапно, за поверхами. Будівельно-монтажні роботи організовуються в такій послідовності:

Перший поверх — бетонування колон і діафрагм жорсткості, влаштування плит перекриття, зовнішніх стін, перегородок, монтаж сходових маршів.

Другий та третій поверхи зводяться аналогічно з дотриманням технологічної черговості.

Після бетонування плит перекриття передбачено технологічну витримку протягом 72 годин (3 доби), необхідну для досягнення початкової міцності бетону. Лише після цього виконується розпалублення.

4.4 Опалубні роботи

Опалубка — це тимчасова інженерно-технологічна конструкція, що слугує формою для влаштування монолітних елементів та забезпечує точність їхніх геометричних параметрів відповідно до проєктної документації. Вона повинна відповідати ряду обов’язкових вимог:

1. Мати достатню несучу здатність для витримування навантажень.
2. Зберігати задану форму протягом усього циклу бетонування.
3. Сприймати тиск бетонної суміші та технологічні навантаження без деформацій.
4. Бути простою у монтажі, демонтажі та придатною для

багаторазового використання.

Для зведення монолітного каркасу нашої житлової будівлі застосовується уніфікована розбірно-переставна опалубна система комбінованого типу.

Проєктування опалубки перекриттів починається з розміщення щитів на плані типового поверху, з урахуванням геометрії стін, колон і балок. При розкладці щитів доцільно добирати таку орієнтацію, яка дозволяє мінімізувати кількість підрізаних елементів і максимально використати цільні панелі. У зоні контуру перекриття, де відсутні зовнішні стіни, панелі рекомендується орієнтувати короткою стороною до краю — це підвищує надійність фіксації при монтажі опалубки та арматури. У незаповнених ділянках плану застосовуються підрізані частини панелей.

Для утворення консольних ділянок перекриттів (за межами основного контуру) використовують монтажні риштування (ліси), які також слугуватимуть опорою для зовнішніх щитів опалубки при бетонуванні наступного поверху.

Після завершення розкладки щитів розміщують балки верхнього ряду. Визначається допустимий крок їх укладання, що гарантує відсутність прогинів під вагою бетонної суміші. Як правило, цей крок становить 0,5–0,75 м і залежить від товщини перекриття та марки фанери. Балки мають обов’язково підтримувати стики коротких сторін панелей; при необхідності крок зменшують або дублюють балки у зоні кромок.

Наступним етапом є розміщення балок нижнього пояса та встановлення вертикальних стояків. Стандартний крок для балок — 1,2–1,5 м, для стояків — 1,5–2 м. Усі розрахункові параметри уточнюються згідно з технічними характеристиками обраної опалубної системи, які містять допустимі навантаження на її елементи.

Для влаштування вертикальних конструкцій — монолітних стін і колон — використовуються щитові опалубні елементи, які дозволяють забезпечити точність геометрії та швидкість монтажу з мінімальними трудозатратами.

Під час формування опалубки між щитами виникають технологічні зазори шириною 50 мм і 75 мм, які усуваються шляхом встановлення вставних елементів розмірами 100×3300 мм та 50×3300 мм відповідно.

На будівельному майданчику монтаж щитів здійснюється з використанням центрувальних замків, що встановлюються у відповідні панелі. З'єднання між щитами виконується за допомогою стяжних елементів — тяжів, шайб і гайок, що забезпечують сприйняття тиску бетонної суміші згідно з розрахунковими навантаженнями.

Для оптимізації технологічного процесу та скорочення термінів монтажу, окремі щити попередньо збираються на землі в укрупнені модулі. Збирання здійснюється із застосуванням швидкозатискних пристроїв і затискних шин, що забезпечують просторову жорсткість елементів під час їх транспортування та монтажу краном.

Стикування та вирівнювання як окремих, так і укрупнених щитів виконується за допомогою швидкозатискних з'єднувальних механізмів, що відповідають вимогам надійності та повторного використання.

Торцева опалубка плит перекриття виготовляється з ламінованої фанери, попередньо нарізаної на смуги шириною 250 мм. Її закріплення здійснюється за допомогою підкосів, які виготовляються безпосередньо на будівельному майданчику відповідно до вимог проєктної документації та чинних норм.

4.5 Арматурні роботи

До початку монтажу арматурних елементів необхідно виконати наступні підготовчі заходи:

1. Провести ретельну перевірку геометричних параметрів опалубки на відповідність проєктним розмірам, а також оцінити її якість згідно з вимогами нормативної документації.

2. Оформити акт приймання опалубки як елементу, що підлягає

контролю прихованих робіт.

3. Підготувати до експлуатації вантажопідйомне оснащення, монтажні інструменти, а також електрозварювальне обладнання.

4. Очистити арматурні елементи від забруднень, іржі та інших сторонніх нашарувань, що можуть вплинути на якість з'єднань.

Арматурні стрижні, що надходять на будівельний майданчик, мають зберігатися у критих складських приміщеннях на стелажах, із сортуванням за марками сталі, діаметром і довжиною. Арматурні сітки повинні зберігатися у згорнутому вигляді (рулони) у вертикальному положенні. Плоскі сітки та просторові каркаси укладаються штабелями на дерев’яних підкладках у зоні дії вантажопідіймального обладнання, при цьому висота штабелів не повинна перевищувати 1,5 м.

Подавання арматурних елементів до місця монтажу виконується баштовим краном: каркаси й сітки масою до 50 кг транспортуються у зв’язаних пачках, встановлення виконується вручну. Окремі стрижні транспортуються у пучках, арматурні сітки – по 3 шт. з використанням траверси.

Перед встановленням арматури на поверхні опалубки виконують розмітку місць розташування каркасів з використанням крейди. Для фіксації арматурних каркасів до опалубки застосовуються монтажні струбцини. Тимчасове кріплення каркасів у вертикальному положенні, виправлення деформацій випусків арматури, а також контроль осьового положення зварюваних стрижнів здійснюється за допомогою тих же струбцин.

Після вивіряння каркаси фіксуються шляхом зв’язування горизонтальних стрижнів за допомогою в’язального дроту вручну. Для забезпечення захисного шару бетону встановлюють пластикові або бетонні фіксатори: з кроком 1,0–1,2 м для стін та 0,8–1,0 м для плит перекриттів.

З'єднання арматурних каркасів по вертикалі та просторових конструкцій по горизонталі виконується зварюванням або в’язальним дротом згідно з проєктними рішеннями та вимогами нормативних документів.

Приймання арматурних конструкцій проводиться до початку бетонування шляхом зовнішнього огляду та інструментальної перевірки. За результатами контролю оформлюється акт на приховані роботи. Перевірці підлягають відповідність діаметра, кількості, кроку та розташування стрижнів згідно з проєктною документацією. Якість зварних з’єднань, вузлів та швів контролюється візуально та вибірковим неразрушаючим методом випробувань.

4.6 Бетонування колон та перекриттів

Перед початком укладання бетонної суміші необхідно виконати комплекс підготовчих робіт:

- перевірити відповідність установленої арматури та опалубки проєктним положенням і геометричним параметрам;
- усунути всі виявлені дефекти опалубки, які можуть вплинути на якість монолітної конструкції;
- проконтролювати наявність та правильне розташування фіксаторів захисного шару бетону;
- оформити акти на приймання конструкцій і елементів, що після бетонування стають недоступними для контролю;
- очистити опалубку й арматуру від сміття, пилу, бруду, слідів корозії тощо;
- перевірити справність обладнання, механізмів і монтажного інструменту, призначеного для бетонування.

Постачання бетонної суміші на об'єкт здійснюється автобетонозмішувачами типу СБ-095. Подавання бетонної суміші безпосередньо до зони бетонування здійснюється за допомогою баддії.

До складу технологічного процесу бетонування входять:

- приймання, транспортування та подача бетонної суміші;
- укладання та ущільнення суміші при бетонуванні колон і балок

перекриттів;

- заходи з догляду за бетоном у період тверднення.

Бетонна суміш укладається шарами товщиною 30–40 см. Кожен шар ущільнюється глибинними вібраторами. Робоча частина вібратора має заглиблюватися в попередній шар не менше ніж на 5–10 см для забезпечення монолітного зчеплення. Крок переміщення вібратора — не більше 1,5 радіуса його дії. У важкодоступних місцях, зокрема в кутах біля опалубки, ущільнення додатково виконується вручну за допомогою штикування.

Під час ущільнення вібратор не повинен торкатися арматури чи елементів опалубки. Вібрація припиняється після зникнення осідання бетонної суміші та появи цементного молока на її поверхні. Виймати вібратор слід плавно, з вимкненим двигуном, щоб уникнути утворення порожнин.

Допустима технологічна перерва між укладанням шарів бетонної суміші становить не менше 40 хвилин і не більше 2 годин.

При бетонуванні плит перекриття застосовують як глибинні, так і поверхневі вібратори.

У період початкового тверднення бетону необхідно забезпечити оптимальний температурно-вологісний режим та захист конструкцій від механічних навантажень. Переміщення по бетонованих поверхнях, а також монтаж опалубки на них допускається лише після досягнення бетоном міцності не менше 15 кгс/см².

Контроль якості бетонної суміші здійснюється будівельною лабораторією відповідно до нормативних вимог. Дані контролю фіксуються в журналі виконання будівельно-монтажних робіт. Якість ущільнення контролюється візуально — за осіданням суміші, припиненням виділення повітряних бульбашок та появою цементного молока на поверхні укладеного бетону.

4.7 Розпалубка конструкцій

У складі комплексного технологічного процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій операція зняття опалубки (розпалублення) є важливою, трудомісткою і вимагає підвищеної уваги до технічної послідовності та якості виконання.

Розпалублення виконується обережно з метою збереження опалубного обладнання для подальшого використання, а також для запобігання ушкодженню бетону. Початок зняття опалубки допускається лише після досягнення бетоном нормативної міцності, яка визначається проєктом та умовами тверднення.

Бічні елементи опалубки, які не беруть участі у несенні навантажень, можуть демонтуватися після досягнення бетоном міцності, достатньої для збереження кутів, крайок та фасадних поверхонь. Конкретний термін визначається на місці, залежно від типу цементу, температурно-вологісного режиму та умов тверднення.

Несучі елементи опалубки знімають лише після того, як бетон набуде міцності, що забезпечує стійкість конструкції без додаткової підтримки. При цьому, якщо фактичне навантаження не перевищує 70% від розрахункового, допустима міцність для зняття опалубки становить:

- не менше 50% від проєктної міцності для плит з прольотом до 3 м та інших конструкцій з прольотом до 6 м.

У випадку зняття опалубки перекриттів передбачається залишення частини підтримуючих стійок для тимчасової підтримки конструкції до повного набору проєктної міцності.

Опорні стійки під нижчими перекриттями видаляються повністю лише після досягнення бетоном повної проєктної міцності. Зняття несучої опалубки виконується поетапно — у 2–3 прийоми або більше, залежно від довжини прольоту та маси конструктивного елемента.

Розпалублення стінових конструкцій починається з демонтажу розпірок, фіксаторів, з'єднувальних замків і болтів, після чого щити поступово відділяються від бетонної поверхні.

При розпалубленні плит перекриттів спочатку опускаються опалубні панелі та несучі балки із застосуванням механізмів із регульованими опорами, після чого прибираються вертикальні стояки, частина з яких залишається для підтримки конструкції до остаточного тверднення.

Після зняття опалубки всі її елементи підлягають очищенню від залишків бетонної суміші та дефектів, з подальшим ремонтом при необхідності, перед повторним використанням.

.

Таблиця 4.2 - Калькуляція виконання робіт зі зведення каркасу типового поверху будівлі.

№ п/п	Найменування процесу	Од. змін.	Кількість робіт на типовий поверх	Норма	Норма часу за маш.-ч	Витрати часу машин		Склад ланки за (професія, розряд, кількість робітників)	Норма часу за чол.-ч	Витрати праці	
						маш.-ч	маш.-дн.			чол.-ч	чол.-дн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	В'язання арматури колон	т	5	Е4-1-46	-	-	-	Арматурник 3 розр. - 1 5 разр. - 1	12	60	7.5
2	В'язання арматури ДЖ	т	14.32	Е4-1-46	-	-	-	Арматурник 3 розр. - 1 5 разр. - 1	15	214.8	26.85
3	Опалубка колон	м ^{2}	121.5	Е4-1-37	0.46	55.89	6.98625	Слюсар будівельний 4 розр. - 1 3 разр. - 2	0.12	14.58	1.8225
4	Опалубка МС	м ^{2}	341	Е4-1-37	0.28	95.48	11.935	Слюсар будівельний 4 розр. - 1 3 разр. - 2	0.24	81.84	10.23
5	Подача бетону до місця укладання	100 м ^{3}	0. 46	Е4-1-48	13.5	6 . 21	0. 77	Машиніст 4р. Бетонщик 2р.	27	12.42	1.55
6	Бетонування колон	м ^{3}	12.168	Е4-1-49	-	-	-	Бетонник 4 розр. -1 4 разр. -1	1.5	18.252	2.2815
7	Бетонування ДЖ	м ^{3}	33.8	Е4-1-49	-	-	-	Бетонник 4 розр. -1 4 разр. -1	1.6	54.08	6.76

№ п/п	Найменування процесу	Од. змін.	Кількість робіт на	Норма	Норма часу	Витрати часу машин	Склад ланки	Норма часу чол.-ч	Витрати праці

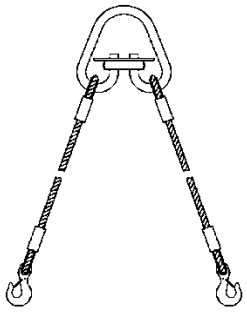
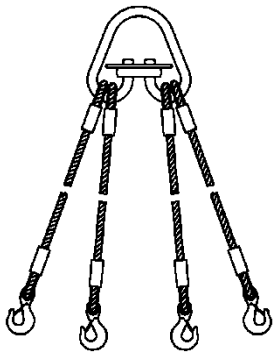
			типовий поверх		маш.-ч	маш.-ч	маш.-дн.			чол.-ч	чол.-дн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	Розпалубка колон	м 2	121.5	Е4-1-37	0.25	30.375	3.796875	Слюсар будівельний 4 розр. - 1 3 разр. - 2	0.09	10.935	1.3668 8
9	Розпалубка МС	м 2	341	Е4-1-37	0.28	95.48	11.935	Слюсар будівельний 4 розр. - 1 3 разр. - 2	0.14	47.74	5.9675
10	Монтаж опалубних щитів зі стійками, геодезична вивірка та закріплення опалубки	100 шт	4.2	Е4-1-33	-	-	-	Тесляр 6 розр. - 1 4 разр. - 1 4 разр. - 1	10.6	44.52	5.565
11	Опалубка плити перекриття	м 2	475	Е4-1-34	-	-	-	Тесляр 6 розр. - 1 4 разр. - 1 4 разр. - 1	0.57	270.75	33.843 8
12	В'язання арматури плити	т	16.5	Е4-1-46	-	-	-	Арматурник 4 розр. - 1 2 разр. - 1	21	346.5	43.312
13	Подача бетону до місця укладання	100 м 3	0. 95	Е4-1-48	13.5	12 . 825	1 . 60	Машиніст 4р. Бетонщик 2р.	27	25 . 6 5	3 . 2
14	Бетонування плити	м 3	95	Е4-1-49	-	-	-	Бетонник 4 розр. -1 4 разр. -1	0.57	54.15	6.7 7
15	Розпалубка плити	м 2	475	Е4-1-34	-	-	-	Тесляр 6 розр. - 1 4 разр. - 1 4 разр. - 1	0.09	42.75	5.3 5
	Підсумок:		2058								162.4

4.8 Вибір вантажозахоплювальних пристроїв

Для підйому поворотної бадді з бетонною сумішшю обираємо строп чотиригілля, вантажопідйомністю 5,0 тонни; розрахунковою довжиною-4,2м. Для підйому на робочі місця ящика з розчином та газобетонних блоків у піддонах, приймаємо строп, вантажопідйомністю 5,0 тонни та довжиною 2 м.

Для підйому арматурних стрижнів і каркасів приймаємо двогалузеву стропу.

Таблиця 4.3 - Відомість вантажозахоплювальних пристроїв, інструменту та пристроїв.

№ п/п	Найменування встановлюваного елемента	Найменування пристрою, пристрої	Ескіз	Характеристика		Кількість шт.
				Вантажопідйомність , т	Маса, кг	
1	2	3	4	5	6	8
1	Арматура, щити опалубки, піддони з цеглою, обладнання	Строп двогілковий		5	47	1
2	Газобетонні блоки на піддоні, сантехкабіни.	Строп чотиригалузевий		5	65	1

4.9 Визначення основних необхідних параметрів баштового крана

Таблиця 4.4 - Параметри пристроїв для розрахунку вантажопідйомності

№ п/п	Найменування та марка елемента	Габарити, мм			Маса, елемента, т.	Кількість, шт.	Загальна маса, т.
		шир., мм	дл., мм	вис., мм			
1	Бадя з бетонною сумішшю V = 1м ^{3}	1200	1500	1500	2,7	1	2,7

Для виконання основного будівельного процесу, що включає складні монолітні роботи, здійснюється підбір комплексу машин, механізмів та обладнання, починаючи з доставки будівельних матеріалів і конструкцій із підприємств-виробників до їх монтажу або укладання у проєктне положення.

Приготування бетонної суміші здійснюється на стаціонарному бетонному вузлі, що забезпечує стабільну якість суміші згідно з вимогами проєктної документації та нормативів. Транспортування бетонної суміші до зони бетонування виконується автобетонозмішувачами.

Подача бетонної суміші безпосередньо в опалубку здійснюється за допомогою баддії. Для забезпечення рівномірного розподілу бетонної суміші у важкодоступних ділянках монолітних конструкцій застосовується трисекційна розподільна стріла Z-подібної форми.

Відповідно, висота вільного падіння бетонної суміші обмежується наступними значеннями:

- для плит перекриттів — до 1 м;
- для стінових конструкцій — до 4,5 м;
- для колон — до 5 м;
- для безарматурних елементів — до 6 м.

У випадках перевищення допустимої висоти бетонна суміш повинна подаватися в опалубку через похилі жолоби, лотки або гнучкі рукави (хоботи), що забезпечують безпечне укладання без розшарування суміші.

Для досягнення необхідних характеристик бетону (щільності, міцності та однорідності) після укладання проводиться ущільнення суміші. При бетонуванні колон, плит перекриттів і внутрішніх стін ущільнення виконується в два етапи: спочатку глибинними вібраторами, потім — поверхневими для доопрацювання верхнього шару.

Максимальна висота підйому гака баштового крана визначається за встановленою формулою (вказується згідно з проєктом організації будівництва або технічного паспорта крану).

$$H_{кр} = h_0 + h_{зап} + h_{ел} + h_{буд} + h_{стр} \ , \qquad (4.1)$$

де Н кр - відстань від рівня стоянки крана (верх головки рейки кранової колії) до геометричного центру ланки гака, м;

h_0 – рівень верхнього монтажного горизонту. При визначенні максимальної висоти підйому гака крана для будівель, що зводяться в розбірно-переставній або блоковій опалубках, що витягуються вгору, необхідно за рівень верхнього монтажного горизонту приймати позначку верху монолітної конструкції стіни останнього поверху будівлі; $h_{буд}$ = 13.9 м;

$h_{зап}$ - запас висоти при підйомі вантажу над найвищою перешкодою; приймається рівним $h_{зап}$ = 0,5 м;

$h_{ел}$ – найбільша з висот вантажів, що піднімаються (опалубної панелі або блоку, збірного монтажного елемента); $h_{ел}$ = 1,5 м;

h стр - розрахункова висота стропа; приймаємо h стр = 3,0м.

$$H_{кр} = 13{,}9 + 0{,}5 + 1{,}5 + 3 = 18{,}9 \text{ м}$$

Виліт стріли крана визначається за такою формулою:

$$L_{кр} = \frac{a}{2} + b + c \ , \qquad (4.2)$$

де а – ширина підкранового шляху. Так як на даній стадії розрахунку невідома марка крана, який буде прийнятий для робіт, приймаємо а = 6,0 м;

b – відстань від ближньої до будівлі підкранової рейки до найближчої частини будівлі, що виступає; b = 5,6 м;

с – відстань від центру тяжкості вантажу до частини будинку, що найбільш виступає. При зведенні будівлі в щитовій і блоковій опалубках і при розташуванні кранів з одного боку будівлі значення приймається рівним ширині будівлі; с = 16,9 м

$$L = 6/2 + 5,6 + 16,9 = 28,5 \text{ м}$$

Необхідна вантажопідйомність крана розраховується за такою формулою:

$$Q_{кр} = q_{гр} + q, \qquad (4.3)$$

де $q_{гр}$ - маса найважчого з вантажів, що піднімаються. Т.к. при бетонуванні використовуються переставні розподільні стріли для подачі бетонної суміші, слід враховувати необхідність їхнього підйому та перестановки краном, тобто. вантажопідйомність крана повинна бути не меншою за масу бадді, отже, приймаємо q гр =2,7 т.

q – маса такелажного пристрою. Для підйому необхідний індивідуальний такелажний пристрій вантажопідйомністю не менше 5 т; q = 0,1 т;

$$Q_{кр} = 2,7 + 0,1 = 2,8\, m$$

Таблиця 4.5 - Параметри пристроїв для розрахунку вантажопідйомності

Найменування характеристики	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність максимальна	т	8
Вантажопідйомність при максимальному вильоті	т	3
Виліт максимальний	м	30
Виліт при максимальній вантажопідйомності	м	16,5
Виліт мінімальний	м	5,6
Висота підйому при максимальному вильоті	м	80,5
Глибина опускання максимальної	м	5
Маса конструктивна	т	80,5

Маса противаги на платформі	т	30
База х колію	м	6 х 6

4.10 Будівельний генеральний план об'єкту

У рамках дипломного проєкту розроблено проєкт будівельного генерального плану (стройгенплану) на період зведення надземної частини будівлі.

На об’єктному будгенплані відображено:

– розташування проектованої будівлі з нанесенням координатної розбивочної сітки та фіксацією осей;

– мережі тимчасового електро-, водо- та теплопостачання, а також побутової та зливової каналізації;

– схеми розміщення баштових кранів, монтажних зон та механізованих установок із зазначенням напрямків їх руху, зон дії та небезпечних зон монтажу відповідно до норм безпеки праці;

– прокладання постійних і тимчасових транспортних шляхів;

– майданчики для складування будівельних матеріалів, конструкцій, укрупнювального складання елементів і зберігання технологічного обладнання;

– розташування тимчасових побутових, адміністративних, складських приміщень і допоміжних споруд, необхідних для організації будівництва.

Проєкт стройгенплану виконано відповідно до вимог протипожежних норм (ДБН В.1.1-7:2016), правил охорони праці, будівельної техніки безпеки та з дотриманням чинних нормативів з організації будівельного виробництва. Графічна частина виконана з урахуванням уніфікованих умовних позначень, прийнятих у будівельному проектуванні.

Під час розроблення стройгенплану проведено розрахунки:

– потреби у тимчасових будівлях, спорудах і приміщеннях;

– площ для складів та відкритих майданчиків зберігання матеріалів і конструкцій;

– освітлення території будівельного майданчика;

– витрат води для господарсько-побутових та технологічних потреб;

– навантажень на тимчасову електромережу.

Усі техніко-економічні обґрунтування, розрахунки та прийняті проектні рішення детально викладені у пояснювальній записці.

4.10.1 Розрахунок площі тимчасових будівель

Визначення потреби у тимчасових будівлях Загальну чисельність працюючих визначають за такою формулою:

$$N_{общ.} = (N_{раб.} + N_{ИТР} + N_{служ} + N_{МОП}) \cdot K, \quad (4.4)$$

де $N_{роб}$ - чисельність робітників, яка приймається за графіком зміни чисельності робітників календарного або мережевого графіка;

$N_{ІТП}$ – чисельність інженерно-технічних працівників;

$N_{МОП}$ - чисельність молодшого обслуговуючого персоналу та охорони;

К - коефіцієнт, що враховує відпустки і т.д., що приймається 1,05-1,06.

Чисельність ІТП, службовців та МОП визначається відповідно до виду будівництва. Цей проект має вигляд – цивільної будівлі. Отже, співвідношення категорій працюючих (%): робітники (85); ІТП (8); службовці (5); МОП та охорона (2).

Таким чином, чисельність працюючих N складе:

$$N = \frac{12 \cdot 100}{85} = 15$$

Отже, 1% становить 0,15 чол., тоді:

$$N_{ИТР} = 8 \cdot 0.15 = 2\ чел$$
$$N_{служ} = 5 \cdot 0.15 = 1 чел$$
$$N_{МОП} = 5 \cdot 0.15 = 1 чел$$
$$N_{общ.} = (15+2+1+1) \cdot 1,06 = 20$$

Результати розрахунку площ тимчасових будівель та споруд зводяться до таблиці.

З нижченаведених будівель формуємо побутове містечко. Розташовуємо його на стройгенплані таким чином, щоб найбільш віддалена точка об'єкта, що зводиться, розташовувалася на відстані не більше, ніж 150 м.

До тимчасових будівель підводять тимчасові комунікації.

Таблиця 4.6 - Експлікація тимчасових будівель та споруд

Найменування тимчасових З і З	Кількість роб.	% Одночас. користь.	норм. показники на чол.м ^{2}	Ро. площа м ^{2}	Прийнята площа м ^{2}	Кількість будівель	Констр. хар. та тип будівлі
1	2	3	4	5	6	7	8
Прорабська	1	-	9	9	27	1	Метал. блок-контейнер 9 м х 3 м
Приміщення для обігріву робітників	15	100	0,1	7,5	27	1	Метал. блок-контейнер 9 м х 3 м
Пост охорони	1	100	1	1	14,4	2	Збірно-розбір. Дерев. 2,4 м х 3 м
Гардероб	20	70	0.7	12,8	27	1	Метал. блок-контейнер 9 м х 3 м
Умивальна	20	70	0.2				
Душева	15	50	0,54	23,8	27	1	Металевий блок-контейнер 9 м х 3 м
Туалет	15	100	0,1				

4.10.2 Розрахунок площ складів

Приоб'єктні склади призначені для тимчасового зберігання будівельних матеріалів, конструкцій, виробів, устаткування та інших ресурсів, необхідних для здійснення будівельних робіт. Обсяг матеріалів, що підлягають складуванню, оптимізується шляхом ефективної організації будівельного

процесу, застосування сучасних методів виконання робіт, контейнеризації вантажів та інших організаційно-технічних рішень.

Під час проектування приоб'єктних складів вирішуються наступні завдання:

- визначення необхідних запасів матеріалів, конструкцій та виробів, що підлягають зберіганню на майданчику;
- розрахунок площ для складування основних видів будівельних ресурсів;
- вибір типів складів та їх розташування на будівельному майданчику.

Процес розрахунку складів передбачає визначення необхідної площі з урахуванням приймальних і відпускних майданчиків, проїздів та проходів.

Основним типом складів на будівельному майданчику є відкриті майданчики, що розміщуються в межах зони дії вантажопідіймальних кранів, використовуваних для подачі матеріалів до будівлі. Майданчики для складування конструкцій, стінових матеріалів та інших ресурсів організовуються вздовж тимчасових транспортних шляхів. У місцях розвантаження транспорту на дорогах передбачаються місцеві розширення для зручності маневрування.

.

Таблиця 4.7 - Розрахунок площ складів

Констр., вироби, матеріали	Од. ізм	Загальна потреб. $Q^{заг}$	Т дн.	Найбільша добова витрата	Коеф.		Запас матеріалів		норм. зберігання 1 $м^2$	F	Коеф. складів	S $м^2$	Розміри складу	Харак. складу
					поступ . мат.	потреб. мат.	Норма	Розрахункова $Q_{зап}$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Арматура	т	327	262	1.25	1,1	1,3	10	17,87	1.8	10	0,6	17	6 м х 3 м	закритий склад
Газобетон. блоки	шт.	7 500	12	625			5	4500	650	7		12	4 м х 4 м	закритий склад
Облицювальна. цегла	шт.	130 000	12	10850			5	77500	700	110		185	19 м х 10 м	закритий склад
Опалуб. щити для перекриттів	$м^2$	283,3	262	1,08			10	15,44	0,8	19,3		32	6 м х 6 м	закритий склад
Щитова опалубка каркасу	$м^2$	238	262	0,91			10	13,1	0,8	16,4		41	9 м х 5 м	закритий склад
Фундаментні блоки	$м^3$	82,11	3	27,37			5	195,7	2,25	87		97	10 м х 10 м	відкритий

4.10.3 Розрахунок потреби будівництва у воді

Мережі тимчасового водопроводу призначені для задоволення виробничих, господарсько-побутових та протипожежних потреб будівництва.

При вирішенні питання про тимчасове водопостачання будівельного майданчика завдання полягає у визначенні схеми розташування мережі та діаметра трубопроводу, що подає воду на такі потреби: виробничі ($В_{ін}$); господарсько-побутові ($У_{госп-побут}$); душові установки ($В_{душ}$) та пожежогасіння ($У_{пож}$). Тоді загальна потреба у воді становитиме:

$$B_{общ} = 0{,}5 \cdot (B_{пр} + B_{хоз-бит} + B_{душ}) + B_{пож}, \quad (4.5)$$

Витрата води на виробничі потреби визначається на підставі календарного плану та норм витрати. Для максимального встановлення витрати води на виробничі потреби складається графік.

Таблиця 4.8 - Графік потреби води на виробничі потреби

№	Споживачі води	Од. змін.	Кількість за зміну	Питома витрата води на од. змін.	Загальна витрата за зміну
1	2	3	4	5	6
1	Поливка бетону та залізобетону в літній час у кліматичних умовах середньої смуги	1 м ^{3} бетону/добу	4,85	400	1940
2	Цегляна кладка з приготуванням розчину	1000 шт.	11,5	230	2645
3	Приготування бетону в бетонозмішувачах	1 м ^{3} розчин	2	325	650
4	Трактори в середньому	1 добу	10	600	6000
Разом:					11235

При максимальній потребі знаходять секундну витрату води на виробничі потреби, л/с:

$$B_{пр} = \frac{\sum B'_{\max} \cdot k_i}{(t_i \cdot 3600)}, \quad (4.6)$$

де $\sum B'_{мах}$ – максимальна витрата води;

k_i - Коефіцієнт нерівномірності споживання води, що дорівнює 1,5;

t_i - кількість годин роботи, до якої віднесено витрати води.

Кількість води на господарсько-побутові потреби визначається виходячи з запроектованого стройгенплана, кількості працюючих, користуються послугами, норм води.

$$B_{пр} = \frac{11235 \cdot 1,5}{(8 \cdot 3600)} = 0,6$$

Секундна витрата води на господарсько-побутові потреби

$$B_{хоз-быт} = \frac{\sum B^2_{\max} \cdot k_2}{(t_2 \cdot 3600)}, \quad (4.7)$$

де $\sum B^2_{\max}$ - максимальна витрата води за зміну на господарсько-побутові потреби;

$$\sum B^2_{\max} = N_{общ} \cdot n = 20 \cdot 15 = 300$$

n - норма витрати на чол

k_2 - Коефіцієнт не n рівномірності споживання, дорівнює 2;

t_2 - Число годин роботи в зміну.

$$B_{хоз-быт} = \frac{(300)\cdot 3}{(8\cdot 3600)} = 0,03$$

Секундна витрата води на душові установки:

$$B_{душ} = \frac{\sum B^3_{\max}\cdot k_3}{(t_3\cdot 3600)}, \qquad (4.8)$$

де $\sum B^3_{\max}$ - максимальна витрата води на душові установки;

$$\sum B^3_{\max} = \frac{N_{общ}}{2}\cdot n = 10\cdot 40 = 400$$

n - норма витрати на чол

t_3 - тривалість роботи душової установки, що приймається 0,75 год;

t_3 - Коефіцієнт нерівномірності споживання, дорівнює 1.

Розрахунок діаметра труб тимчасового водопроводу слід виконувати на період найбільшого водоспоживання з урахуванням витрати води для пожежогасіння.

$$B_{душ} = \frac{400\cdot 1}{(0.75\cdot 3600)} = 0,15$$

Кількість води на пожежогасіння приймається для невеликих об'єктів з площею забудови до 10 га - з розрахунку одночасної дії двох струменів із гідрантів по 5 л/с.

$$B_{общ} = 0,5 \cdot (0.6 + 0.03 + 0.15) + 5 = 5,4 \, л/с$$

Діаметр труб водопровідної напірної мережі розраховують за такою формулою:

$$Д = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 B_{общ}}{\pi \upsilon}}, \quad (4.9)$$

де v - швидкість руху води трубами, м/с (приймається рівною 1,5-2,0 м/с - для труб великих діаметрів; 0,7-1,2 м/с - для труб малих діаметрів).

$$Д = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot 5,4}{3,14 \cdot 1,2}} = 75,7 мм$$

За ДСТУ 8936:2019 підбирається труба діаметром 100 мм, що відповідає вимогам пожежної безпеки.

4.10.4 Забезпечення будівництва електроенергією

Електроенергія на будівельному майданчику споживається харчування машин, тобто. для виробничих потреб, для зовнішнього та внутрішнього освітлення.

Вимоги до електропостачання: необхідно забезпечити будівництво електричною енергією в необхідній кількості та потрібної якості (напруга, частота), гнучкість електричної схеми (можливість харчування споживачів на всіх ділянках будівництва, надійність, безперебійність, мінімізація витрат на тимчасовий пристрій, мінімізація втрат у мережі.

Розрахункова трансформаторна потужність кВА визначається за формулою:

$$P_p = \alpha(\sum \frac{K_{1C} P_C}{\cos\alpha}) + \sum \frac{K_{2C} P_T}{\cos\varphi} + \sum K_{3C} P_{OB} + \sum P_{OH}), \quad (4.10)$$

де $_a$ - коефіцієнт, що враховує втрати в мережі залежно від довжини, перерізу, приймають 1,05-1,1;

K_1, K_2 - коефіцієнти попиту, залежні від кількості споживачів;

P_c – потужність силових споживачів, кВт;

$P_т$ – потужність для технологічних потреб, кВт;

$P_{ов}$ – потужність пристроїв освітлення внутрішнього, кВт;

$P_{він}$ – потужність пристроїв освітлення зовнішнього, кВт;

cosφ - коефіцієнт потужності, що залежить від кількості та завантаження споживачів.

Таблиця 4.9- Графік потужності установки для виробничих та технологічних потреб.

Найменування робіт та механізмів	Од. Змін.	Кількість	Встановлювана потужність, кВт	Загальна потужність, кВт
1	2	3	4	5
Баштовий кран	-	1	120	120
Ел. Трамб. ІІЕ - 4302	-	5	1.6	8
Агрегат СО - 99	-	1	9.5	9.5
Агрегат зварювальний апарат	-	3	15	45

$$\sum \frac{K_{1C} \cdot P_C}{\cos\varphi} + \sum \frac{K_{2C} \cdot P_T}{\cos\varphi} = \frac{0,35 \cdot 120}{0,5} + \frac{0,25 \cdot 8}{0,3} + \frac{0,25 \cdot 9,5}{0,3} + \frac{0,35 \cdot 45}{0,4} = 140\,кВт$$

Таблиця 4.10 - Потужність мережі для зовнішнього чи внутрішнього освітлення

№	Споживачі електроенергії	Од. вим, м ^{2}	Норма освітленості, Вт	Потужність, кВт
1	2	3	4	5
1	Закриті склади	301	1.2	0,361
2	Відкриті склади	100	8	0,8
3	Територія будівництва	4460	0.4	1,8
4	Адміністративні та побутові приміщення	70	15	1,05
5	Душові та туалети	25	10	0,25

$$P_{OB} = 0,361 + 1,05 + 0,25 = 1,66\,кВт$$

$$P_{OH} = 0,8 + 1,8 = 2,6\,кВт$$

$$P_p = 1,1(140 + 0,8 \cdot 1,66 + 2,6) = 160\,кВт$$

Обираємо, ТМ-160/10: масляний трансформатор потужністю 160 кВА, виробництва «Трансформатор» (Україна).

ВИСНОВКИ

Проєктування триповерхової житлової будівлі в м. Запоріжжя виконано з урахуванням сучасних архітектурних тенденцій, функціональності та естетичних вимог. Забезпечено раціональне планування приміщень, оптимальне розташування вхідних груп та зон відпочинку, що відповідає вимогам ДБН та ДСТУ.

Конструктивна частина проєкту базується на монолітно-каркасній системі, що забезпечує високу несучу здатність та довговічність будівлі. Використано армування відповідно до нормативних вимог, зокрема ДБН В.2.6-98:2009, що гарантує міцність та стабільність конструкцій. Особлива увага приділена захисту арматури від корозії та забезпеченню необхідних захисних шарів бетону.

Благоустрій території передбачає озеленення, облаштування пішохідних доріжок, дитячих та спортивних майданчиків, що сприяє підвищенню якості життя мешканців.

Організація будівництва передбачає поетапне виконання робіт з дотриманням технологічної послідовності та оптимальним використанням ресурсів. Забезпечено необхідні умови для безпечного виконання робіт, відповідно до вимог охорони праці та техніки безпеки. Розроблено стройгенплан, що включає розташування тимчасових споруд, складів, механізмів та транспортних шляхів, що забезпечує ефективну організацію будівельного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. – К.: Мінрегіон України, 2019.

2. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Мінрегіон України, 2016.

3. ДБН В.2.2-5:2011. Благоустрій територій. – К.: Мінрегіон України, 2011.

4. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. – К.: Мінрегіон України, 2014.

5. ДБН В.2.6-160:2010. Проектування бетонних та залізобетонних конструкцій. Основні положення. – К.: Мінрегіон України, 2010.

6. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будівель і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Правила проектування. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2010.

7. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. – К.: Мінрегіон України, 2006.

8. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – К.: Мінрегіон України, 2016.

9. Петришин Г. П., Обідняк М. М. Архітектурне проектування: початковий курс: підручник. — Львів: Растр-7, 2010. — 275 с.

10. Король В. П. Архітектурне проектування житла: навч. посібник. — К.: Фенікс, 2006. — 208 с.

11. Ярмоленко М. Г. (ред.). Технологія будівельного виробництва: підручник. — К.: Вища школа, 2006.

12. Ушацький С. А., Шейко Ю. П., Тригер Г. М. Організація будівництва: підручник. — К.: Кондор, 2007. — 521 с.

13. Биваліна М. В. Інженерний благоустрій міських територій: навч. посібник. — К.: КНУБА, 2013. — 220 с.

14. Технологія та організація будівництва: навч. посібник для студентів

будівельних спеціальностей. — Тернопіль: ТНТУ, 2016.

15. Чепелик В. В. Архітектурне проектування: методичні вказівки до виконання курсових робіт. — К.: КНУБА, 2012.