

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет  
(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну  
(повне найменування факультету)

Кафедра будівництва та цивільної інженерії  
(повне найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»

**БАГАТОКВАРТИРНИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК У  
М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬКУ**

спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»  
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти  
групи БЦІм-21  
**ЖУРАВСЬКИЙ Владислав  
Сергійович**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник:  
к.т.н., доцент  
**ЗАДОРОЖНІКОВА Ірина Вікторівна**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Кваліфікаційну роботу  
допущено до захисту  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.  
к.т.н., доцент  
Гарант освітньої програми:  
**КИСЛЮК Дмитро Ярославович**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Ступінь вищої освіти: магістр

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: «Будівництво та цивільна інженерія»

Індивідуальна освітня траєкторія здобувача: «Промислове та цивільне будівництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ О. УЖЕГОВА

" 23 " жовтня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ЖУРАВСЬКОМУ Владиславу Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

Багатоквартирний житловий будинок у м. Івано-Франківську

Керівник роботи Ірина ЗАДОРЖНІКОВА, к.т.н., доцент

(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від " 05 " лютого 2025 року №68/01-02  
та змінами до цього наказу №439/01-02 від 23 жовтня 2025 року.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 01 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи район будівництва, ситуаційна схема ділянки, інженерно-геологічні умови будівельного майданчика, схеми планів, фасадів та розрізів будівлі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
об'ємно-планувальне рішення; архітектурно-конструктивне рішення; інженерне обладнання (принципове вирішення водопостачання і водовідведення, теплогазопостачання); будівельна фізика (теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни, покриття або розрахунок освітлення); техніко-економічні показники проєкту. Обґрунтування вибору конструкцій. Проєктування таких несучих конструкцій будівлі: монолітної залізобетонної плити перекриття, монолітної фундаментної плити, колон

Визначення номенклатури та об'ємів робіт; вибір методів виконання робіт; вибір кранів; складання календарного плану або сіткового графіка будівництва; проєктування бюджетного плану об'єкта, розробка технологічної карти на влаштування покрівлі

Складання локального кошторису на загальнобудівельні роботи. Заходи з охорони праці. Наукова частина.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): архітектурно-будівельна частина виконується на стадії робочого проєкту, включає: плани, фасади, розрізи, схеми елементів покриття, перекриття, покрівлі та фундаментів будівлі.

Розрахунково-конструктивна частина виконується на стадії робочого проєкту, викреслюють

основні несучі конструкції запроєктованої будівлі, розраховані у розділі 2.

Розділ "Технологія та організація будівництва" виконується на стадії робочого проєкту, включає проєкт виконання робіт, будівельний генеральний план, календарний або сітковий графік зведення об'єкту, технологічна карта.

Наукова частина (подача графічного матеріалу необмежена)

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина	ЗАДОРОЖНИКОВА І.В., доцент кафедри БЦІ	05.02.2025	14.10.2025
2. Розрахунково-конструктивна частина	РОТКО С.В., доцент кафедри БЦІ	05.02.2025	25.10.2025
3. Технологія та організація будівництва	ЧАПЮК О.С., доцент кафедри БЦІ	05.02.2025	25.10.2025
4. Економічна частина	ЗАДОРОЖНИКОВА І.В., доцент кафедри БЦІ	05.02.2025	29.10.2025
5. Охорона праці	ЗАДОРОЖНИКОВА І.В., доцент кафедри БЦІ	05.02.2025	29.10.2025
6. Наукова частина	ЗАДОРОЖНИКОВА І.В., доцент кафедри БЦІ	05.02.2025	29.10.2025

7. Дата видачі завдання " 05 " лютого 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір вихідних даних за темою роботи. Виконання архітектурно-будівельної частини	14.10.2025	
2	Виконання розрахунково-конструктивного розділу. Виконання розділу з технології та організації будівництва	25.10.2025	
3	Складання кошторису. Розробка розділу з охорони праці. Виконання наукової частини	29.11.2025	
4	Подання виконаної кваліфікаційної роботи на інструментальну перевірку щодо академічного плагіату	04.12.2025	
5	Подання виконаної роботи з відгуком керівника на підпис завідувачу кафедри, направлення на рецензію	12.12.2025	
6	Подання виконаної роботи на підпис декану та відповідальному секретарю екзаменаційної комісії	12.12.2025	
7	Захист кваліфікаційної роботи	18.12.2025, 20.12.2025	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(підпис)

Владислав ЖУРАВСЬКИЙ  
(ім'я та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Ірина ЗАДОРОЖНИКОВА  
(ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Журавський В.С. «Багатоповерховий житловий будинок у м. Івано-Франківську». Рукопис. Магістерська кваліфікаційна робота за освітньою програмою «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, 2025 рік. Робота містить вступ, п'ять основних розділів, науковий розділ, висновки, список використаних джерел і додатки. Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент Задорожнікова І.В. Обсяг пояснювальної записки складає 98 сторінок формату А4, а графічної частини – 8 аркушів.

В архітектурно-будівельному розділі представлено об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівлі, описані інженерні мережі, виконано теплотехнічні розрахунки огорожувальних конструкцій, а також техніко-економічні показники проекту.

У розрахунково-конструктивному розділі розраховано та законструйовано фундаментну плиту, плиту перекриття, колони монолітні. Графічна частина проекту включає три аркуші.

У розділі «Технологія та організація будівництва» визначено обсяги робіт, наведено методи виконання основних будівельних процесів, а також обґрунтовано вибір монтажного обладнання. Розроблено технологічну карту на влаштування покрівлі, календарний план, генеральний план будівництва. Графічна частина складається з трьох аркушів.

В економічній частині роботи складено локальний кошторис на загальнобудівельні роботи, загальна орієнтовна вартість яких становить 164 млн 424 тис. грн. В розділі «Охорона праці» здійснено аналіз будівельного процесу з метою визначення небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

В науковому розділі роботи досліджено вплив геометрії колон на несучу здатність монолітних плит перекриття при продавлюванні

Ключові слова: колона, переріз, напружено-деформований стан

## SUMMARY

Zuravskiy V.S. «Multi-story residential building in Ivano-Frankivsk». Manuscript. Master's qualification work in the educational program “Construction and Civil Engineering”, specialty 192 “Construction and Civil Engineering”. Lutsk National Technical University, Lutsk, 2025. The work contains an introduction, five main chapters, conclusions, a list of references and appendices. The scientific adviser is Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Iryna Zadorozhnikova. The volume of the explanatory note is 98 A4 pages, and the graphic part is 8 sheets.

The architectural and construction section presents the space-planning and structural solutions of the building, describes the engineering networks, performs thermal engineering calculations of the building envelope, as well as technical and economic indicators of the project.

In the structural analysis and design section, the foundation slab, floor slab, monolithic reinforced concrete columns were analyzed and designed. The graphical part of the project consists of three drawings.

In the section “Construction Technology and Organization”, the scope of works was determined, the methods of execution of the main construction processes were described, and the selection of erection and lifting equipment was justified. A technological method statement for roof construction was developed a construction schedule, and a construction master plan were developed. The graphical part of this section also includes three drawings.

In the economic part of the work, a local estimate was made for general construction works, the total estimated cost of which is UAH 164 million 424 thousand. In the section “Occupational Health and Safety”, the construction process was analyzed in order to identify hazardous and harmful occupational factors.

The research section of the study investigates the influence of column geometry on the punching shear capacity of monolithic reinforced concrete floor slabs.”

Keywords: column, cross-section, stress–strain state.

## Зміст

<b>Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина</b>	7
1.1. Об'ємно-планувальне рішення	7
1.2. Архітектурно-конструктивне рішення	8
1.3. Інженерні мережі	9
1.4. Будівельна фізика	12
1.5. Техніко-економічні показники	14
<b>Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина</b>	15
2.1. Розрахунок будівлі	15
2.2. Розрахунок та конструювання монолітної плити перекриття ПМ-1	22
2.3. Розрахунок та конструювання Фм-1 монолітної фундаментної плити	27
2.4. Розрахунок монолітних колон Км-36, Км-56, Км-39	30
<b>Розділ 3. Технологія та організація будівництва</b>	37
3.1. Підрахунок об'ємів робіт	37
3.2. Підбір монтажного крану	40
3.3. Підбір транспортних засобів	42
3.4. Технологічна карта на влаштування покрівлі	43
3.5. Сітковий графік	43
3.6. Проектування будгенплану об'єкту	46
<b>Розділ 4. Економіка будівництва</b>	49
Локальний кошторис	49
<b>Розділ 5. Охорона праці</b>	50
<b>Розділ 6. Наукова частина</b>	52
<b>Література</b>	70
Додаток 1	72
Додаток 2	74
Додаток 3	77
Додаток 4	80
Додаток 5	89

## ВСТУП

Сучасне містобудування потребує комплексного підходу в організації житлового простору, який поєднує житлову, комерційну та громадську функції. Житлові багатоповерхові будівлі з вбудованими офісами і магазинами дозволяють ефективно використовувати міську територію, забезпечуючи мешканців необхідними послугами та також сприяють розвитку локального бізнесу. Такий функціональний тип споруд створює комфортне середовище для проживання і активну взаємодію між мешканцями й відвідувачами.

Монолітне будівництво це є один із найбільш поширених способів зведення багатоповерхових споруд завдячуючи високій несучій здатності конструкцій, планувальній гнучкості й можливості реалізації складних архітектурних рішень. Воно, безумовно, дозволяє ефективно організувати внутрішній простір, створювати значні прольоти внутрішнього простору без колон і забезпечити інтеграцію сучасних інженерних систем, включаючи і опалення, і водопостачання, і водовідведення, вентиляцію, електропостачання та протипожежний захист.

Поєднання житлових і комерційних приміщень вимагає ретельно планування та узгодження інженерних мереж. А використання сучасних матеріалів і технологій дає можливості щодо підвищення енергоефективності, і надійності та безпеки будівлі, забезпечивши комфортні умови для мешканців і відвідувачів.

Проектування багатофункціональних будівель враховує вимоги нормативних документів щодо інженерних систем, пожежної безпеки та санітарних норм. Особливу увагу приділяють організації інженерних мереж та зон комерційного використання першого поверху. Важливим є забезпечити доступність будівлі для маломобільних груп населення та у надзвичайних ситуаціях надійну систему евакуації. Правильне планування сприяє ефективному використанню площ та створенню для мешканців комфортного середовища. Сучасні підходи проектування дозволять поєднувати функціональність, естетику та екологічність будівлі.

Під час виконання кваліфікаційної роботи магістра було використано інструменти штучного інтелекту виключно як допоміжний засіб для пошуку ідей, уточнення формулювань та опрацювання літератури. Усі твердження, висновки та результати дослідження належать автору та ґрунтуються на власному аналізі, а отримані результати від генеративного ШІ були перевірені на достовірність та відповідність академічній доброчесності.

## Розділ 1

### Архітектурно-будівельна частина

#### 1.1. Об'ємно-планувальне рішення

При розробленні об'ємно-планувальної структури будівлі пріоритетним є збалансований розподіл площ між основними та допоміжними приміщеннями. Досвід експлуатації показує, що невідповідність площі їх функціональному призначенню створює певні незручності. Планування приміщень залежить від їх функцій, набору меблів та обладнання, вимог до організації вільних зон переміщення, а також від модульної системи координації розмірів і взаємозв'язків між сусідніми кімнатами. Форма та пропорції приміщень істотно впливають на ефективність їх використання.

Одним з основних принципів формування об'ємно-планувальної структури є організація зв'язків між приміщеннями за допомогою вертикальних і горизонтальних комунікацій.

Раціональне використання міських територій стало підставою для проектування 12-поверхового житлового будинку з підвальним та технічним поверхами. На першому поверсі передбачені офісні приміщення та магазин. В плані будівля має прямокутну форму з габаритами між осями  $41,4 \times 16,7$  м. Головний вхід і допоміжний обладнано відповідно до вимог безпеки та комфорту. Вхідна група включає вестибюль і тамбур шириною 1,4 м. Напрямок руху людей організовано прямолінійним, двері відчиняються назовні з врахуванням напрямку евакуаційного виходу. Також передбачили евакуацію обслуговуючого персоналу через допоміжні входи, які є окремо передбаченими для входу персоналу в приміщення. Перед головним входом облаштовано площадку висотою 0,15 м та пандус з ухилом 1:12 який забезпечує доступність для всіх категорій користувачів. У зоні центрального входу розміщено колони, що організовують напрямки руху людей.

На першому поверсі передбачено приміщення для обслуговування населення, а під будівлею влаштований підвал з відміткою підлоги - 3,3 м.

Запроектовано на поверсі одна однокімнатна та дві двокімнатні квартири, за бажанням клієнта однокімнатна та двокімнатна квартири трансформуються в трикімнатну зі зручним плануванням. В квартирах заплановано набір необхідних приміщень: житлові кімнати, кухню, передпокій, ванну, туалет і лоджію. Усі кімнати забезпечені природним освітленням відповідно до норм. Висота приміщень - 2,8 м. Кухонна зона з природною витяжною вентиляцією. Санітарні вузли змонтовані у вигляді збірних залізобетонних кабін.

Коридори забезпечують горизонтальні комунікації на кожному поверсі, дозволяючи здійснювати доступ до приміщень і вертикальних зв'язків.

Основними елементами вертикальної комунікації є сходові клітки. Вони виконані двомаршевими, зі сходовими майданчиками шириною 2,55 м, при ширині маршів сходових 1,35 м. Зі сходової клітки організован вихід на покрівлю по металевих сходах з вогнестійкими дверима. Природне і штучне освітлення сходових кліток забезпечується віконними прорізами. Двері по маршрутах евакуації відчиняються в напрямку виходу з будівлі. Огородження виготовлені з металевих елементів, а поручні облицьовані пластмасою.

Для забезпечення вертикального зв'язку додатково запроєктовано ліфтову шахту зі збірною залізобетону та встановлено ліфт вантажопідйомністю 630 кг. Розташування машинного відділення на покрівлі дозволить зменшити довжину канатів і спростити конструкцію ліфта, що позитивно вплине на його вартість та експлуатаційні витрати. Покрівля будівлі запроєктована плоскою.

## **1.2. Архітектурно-конструктивне рішення**

### **1. Загальна характеристика конструктивної системи**

Проектowana будівля запроєктована у монолітно-каркасній конструктивній системі, що забезпечить просторову жорсткість, надійність і довговічність даної споруди. Просторова робота в каркасі забезпечується монолітними залізобетонними плитами перекриття, колон і стінових елементів, що працюють разом.

### **2. Фундаменти**

Фундамент будівлі виконуються монолітною залізобетонною плитою з важкого бетону С16/20 та об'ємною масою близько 2300 кг/м<sup>3</sup>. Робоче армування плити передбачили стержнями А400С. Конструктивні рішення фундаменту забезпечать рівномірне сприйняття навантажень від надземної частини будівлі.

### **3. Стіни**

Підвальні стіни виконуються із монолітного залізобетону С20/25, армованого арматурою класу А400С. Зовнішні стіни самонесучі у надземній частині мають багат шарову огорожувальну структуру, до складу якої входять: газобетонні блоки товщиною 400 мм; шар з мінераловатних плит -200 мм, декоративна штукатурка.

Внутрішні стіни житлової частини виконують з газобетонних блоків - 200 мм. Стіни шахт ліфту і сходових кліток з монолітного залізобетону (бетон класу С20/25) з армуванням стержнями А400С та з просторовими каркасами у вузлових зонах. Міжкімнатні перегородки 120 мм товщина з керамічної цегли.

### **4. Колони**

Колони монолітні різного перерізу ( 500x500, 400x400, 300x300) з бетону виготовлені С20/25 та армовані А400С арматурою.

#### 5. Переkritтя та покриття

Переkritтя та покриття запроектовані у вигляді монолітних залізобетонних плит товщиною 200 мм, виготовляються з бетону С20/25. Робоче армування це стержні А400С, конструктивне армування з А240С. Прийняті дані рішення забезпечать необхідну несучу здатність, стійкість та жорсткість всіх конструкцій.

#### 6. Віконні, дверні та балконні конструкції

Віконні та балконні блоки передбачено з металопластикових профілів зподвійним склопакетом. Балкони засклюють безрамною системою на направляючих профілях, це покращує інсоляцію та візуальне сприйняття фасаду.

Дверні блоки підбираються згідно з вимогами чинних норм. Евакуаційні двері запроектовано такими, що відчиняються у напрямку евакуації.

#### 7. Сходові клітки

Сходові клітки виконуються з монолітного залізобетону. Природне освітлення кліток через зовнішні віконні прорізи.

#### 8. Ліфти

Шахти ліфтів - монолітні. Будівля обладнується двома пасажирськими ліфтами вантажопідйомністю з розрахунку 8 осіб, що відповідає експлуатаційним потребам жителів.

#### 9. Покрівля

Покрівля плоска. Теплоізоляція товщиною 200 мм. Гідроізоляційний шар виконується з мембранних матеріалів, стійких до атмосферних впливів. Водовідведення з покрівлі реалізоване через систему внутрішніх водостоків, що забезпечує організований відвід атмосферних опадів.

### **1.3. Інженерні мережі**

#### **Опалення**

В 12-поверховому житловому будинку передбачили автономне теплопостачання кожної квартири встановленням індивідуальних газових котлів. Дана система опалення працює по замкнутій схемі з примусовою циркуляцією теплоносія, це забезпечує стабільні гідравлічні параметри та можливість точного регулювання температурного режиму. Розподіл теплоносія у приміщеннях здійснено по двотрубній мережі з нижнім розведенням. Як опалювальні прилади використовують радіатори обладнані терморегуляторами що дають змогу індивідуально налаштувати тепловіддачу.

Відведення димових газів реалізовано через димоходи, які об'єднано у вертикальні вентиляційно-димові блоки. Забір повітря для процесу горіння буде здійснюватися зовні. Це не впливає на повітрообмін в житлових приміщеннях і підвищує загальну безпеку експлуатації.

Газ постачається від внутрішньобудинкової мережі через систему регулювання тиску, арматури запірної та елементів контролю герметичності. В кожній квартирі передбачено окремий лічильник газу, який забезпечить індивідуальний облік споживання енергоресурсів.

Опалення приміщень першого поверху, які мають громадське та комерційне призначення, запроєктоване як централізована водяна система з використанням теплової енергії від індивідуального теплового пункту будівлі. На відміну від житлових поверхів, що обладнані автономними газовими котлами, нежитлові приміщення функціонують у складі єдиної централізованої системи. Це дозволяє забезпечити стабільні теплові навантаження та врахувати підвищені вимоги до вентиляції та режиму роботи офісів і магазинів.

Теплопостачання буде здійснюватись за двотрубною схемою з подачею та зворотом теплоносія через магістральні трубопроводи. Для кожної групи приміщень передбачено окремий вузол регулювання, що дозволяє облік теплоспоживання, індивідуальне налаштування гідравлічного режиму і підтримання оптимальної температури. Як нагрівальні прилади використано конвектори, розташовані в зонах входів та біля зашкленних фасадів. Гідравлічну стабільність забезпечує балансувальні клапани на стояках та лініях підключення. Всі трубопроводи виконано із сучасних металополімерних чи сталевих труб в теплоізоляції, це мінімізує теплові втрати і виключає утворення конденсату. Система опалення першого поверху є повністю автономною від квартирної, це виключає взаємний вплив різних груп споживачів.

### **Водопостачання**

Система холодного водопостачання передбачена від внутрішньоквартального колектора, до якого запроєктовано два незалежні вводи. Подача води в кожен секцію будівлі здійснюється через магістральний трубопровід. Він прокладений у підвальному рівні та утеплений з зовнішнім покриттям алюмінієвою фольгою. Для житлового будинку та для вбудованих приміщень встановлюються окремі ввідні вузли.

Навколо будівлі облаштована кільцева мережа господарсько-питного та пожежного водопроводу з колодязями, в яких розташовано пожежні гідранти. В проєкті передбачено об'єднану систему водопостачання, що одночасно забезпечує господарські, виробничі та протипожежні потреби. Підключення до мережі виконано до приміщення насосної станції, діаметр ввідного трубопроводу становить 100 мм. Основні трубопроводи розташовано у підвальних приміщеннях безпосередньо під перекриттям першого поверху. Для пожежогасіння всередині будівлі встановлені 5 пожежних кранів, що забезпечують подачу двох струменів води по 2,5 л/с кожен.

## **Водовідведення**

У 12-поверховій житловій будівлі, де перший поверх зайнятий офісами та магазином, система водовідведення призначена для збору та відведення побутових стоків від усіх сантехнічних приладів. Для цього в споруді влаштована внутрішня самоплинна каналізаційна мережа, яка складається зі стояків, горизонтальних трубопроводів і випусків, які з'єднуються з міською каналізаційною системою через оглядовий колодезь.

Стічні води з квартир верхніх поверхів, а також від мийок, санвузлів та обладнання першого поверху, подаються по розгалужених відвідних трубопроводах до загальних стояків. Горизонтальні ділянки, розміщені у підвальному приміщенні, прокладаються з необхідним ухилом, що забезпечує самоплинний рух стоків та простоту експлуатації. В зонах поворотів і змін напрямку передбачено монтаж ревізійних елементів для обслуговування системи.

Трубопроводи внутрішньої каналізації виконувати з полімерних матеріалів (ПП, ПЕ або ПВХ), стійких до корозії і гідравлічних навантажень. Розрахунок системи здійснювався з урахуванням прогнозованих витрат стоків та інтенсивності роботи житлової частини і комерційних приміщень на першому поверсі.

## **Електропостачання**

Електропостачання будівлі здійснено від міської електричної мережі та через трансформаторний пункт, далі живлення подається на головний розподільчий щит. Від нього окремі лінії спрямовано на житлові поверхи, офіси та магазин першого поверху та інженерне обладнання.

Для квартир передбачені поверхові щитові з приладами обліку та автоматами захисту, для можливості окремого відключення кожної квартири. Комерційні приміщення мають свої облікові прилади та виділені лінії для зального освітлення, розеткових груп та обладнання.

Захист забезпечено автоматичними вимикачами, ПЗВ та системою заземлення типу TN-S або TN-C-S. В місцях загального користування передбачили аварійне освітлення. Освітлювальні прилади запроєктовано зі світлодіодними світильниками, що підвищить енергоефективність і знижує експлуатаційні витрати.

## **Вентиляція**

Передбачено комбіновану систему вентиляції для житлових квартир та комерційних приміщень, що є на першому поверсі.

Житлові поверхи оснащено природною витяжною вентиляцією. Повітря видаляється з кухонь, санвузлів та ванних кімнат через вертикальні канали, а приплив свіжого повітря забезпечується через регульовані клапани або вентрешітки у вікнах.

Перший поверх обладнано механічною припливно-витяжною вентиляцією з вентиляторами та фільтрацією повітря, це забезпечує подачу

свіжого повітря у робчі та торговельні приміщення і видалення забрудненого з коридорів та санвузлів. Пристрої рекуперації тепла дозволяють знизити енергоспоживання.

Системи вентиляції відповідають протипожежним вимогам: передбачено протидимний захист сходових кліток, протипожежні клапани та негорючі матеріали повітроводів. Управління може здійснюватися автоматично з інтеграцією датчиків CO<sub>2</sub> та температури з метою підтримати комфортного мікроклімату.

### Система пожежогасіння та пожежної безпеки

Будівлю оснащено комплексною системою пожежної безпеки, що включає пожежну сигналізацію, систему автоматичне оповіщення, внутрішній протипожежний водопровід з кранами на поверхах і систему протидимного захисту сходових кліток. Для офісів та магазину передбачили автоматичне пожежогасіння. Всі системи відповідають нормам ДБН та забезпечують вчасне виявлення загоряння, безпечний сценарі евакуації і контроль над розвитком пожежі.

В разі спрацювання пожежної сигналізації ліфти автоматично перейдуть у пожежний режим. Ліфти блокуються для користувачів і повертаються на спеціальний пожежний поверх.

## 1.4. Будівельна фізика

### Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

$$R_{q,min} = 4 \text{ К/Вт} .$$

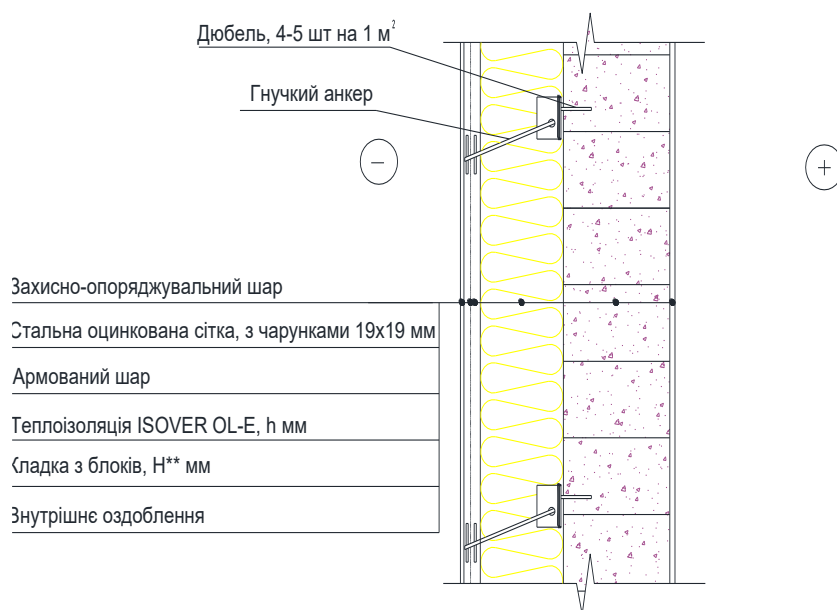


Рис.1.1. Розрахунковий переріз зовнішньої стіни

### Таблиця 1.1. Визначення опору теплопередач

№	Назви шарів матеріалу стінової конст-ції	$\delta$ , м	$\lambda$ , $\frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$	$R = \frac{\delta}{\lambda}$ , $\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$
1.	Цем.-піщана штукатурка- $\gamma=1850$ $\frac{кг}{м^3}$	0,02	0,693	0,044
2.	Блоки ніздрюватого бетону газоблок $\gamma=450$ $\frac{кг}{м^3}$	0,35	0,119	2,56
3.	Утеплювач мінераловатний $\gamma=90$ $\frac{кг}{м^3}$	x	0,037	x/0,037
4.	Опоряджувальний шар фасадної штукатурки- $\gamma=1790$ $\frac{кг}{м^3}$	0,015	0,93	0,262

Загальний термічний опір огорджувальної конструкції:

$$R_q = \frac{1}{8,7} + 0,000058 + 0,016 + \frac{x}{0,044} + 0,0037 + \frac{1}{23} =$$

$$= 0,184 + \frac{x}{0,045} \quad (м^2 \cdot K/Вт) = 3,851 + \frac{x}{0,037} \left( \frac{м^2 K}{Вт} \right)$$

Має виконуватись умова:

$$R_q \geq R_{q,min} = 4 \text{ К/Вт} .$$

Мінімальну товщину утеплювача знаходимо із залежності:

$$3,851 + \frac{x}{0,37} \geq 4$$

Звідки  $x = 0,186м$ . Приймаємо товщину утеплювача **150 мм**.

Порівнюємо одержані значення

$$R_q = 4,35м^2 \cdot K/Вт \geq 4 \text{ К/Вт}$$

Отже для нормальної теплоізоляції стін достатньо утеплювача товщиною 150 мм.

## **1.5. Техніко-економічні показники**

1. Площа ділянки під забудову – 1204 м<sup>2</sup>
2. Площа забудови- 515,73 м<sup>2</sup>
3. Загальна корисна площа – 5304 м<sup>2</sup>
4. Загальна площа поверхів – 7140 м<sup>2</sup>
5. Будівельний об'єм- 20349 м<sup>3</sup>

## Розрахунково-конструктивна частина

### 2.1. Розрахунок будівлі

Розрахунок запроєктованої монолітної будівлі почато зі збору навантажень на 1 м<sup>2</sup> відповідних конструкцій. Після цього розраховані навантаження були застосовані до структурних схем. В **МОНОМАХ Компонівка** виконано остаточний аналіз усієї будівлі. Отримані результати використано для подальшого проектування монолітних стін, плит перекриття та монолітних колон різного типорозміру.

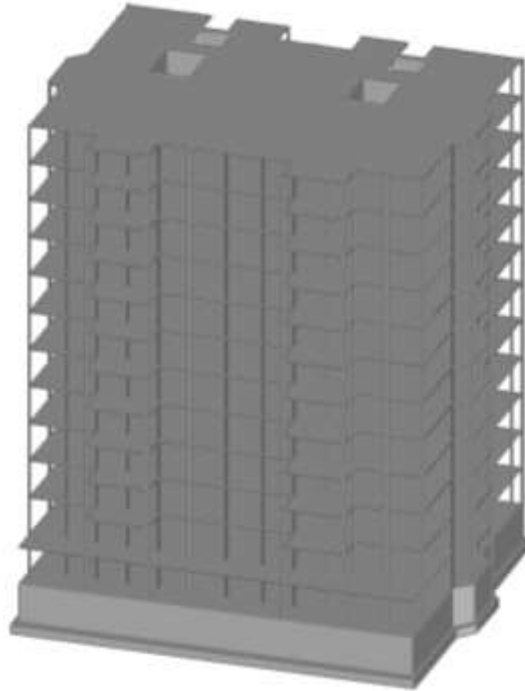


Рис. 2.1. Розрахункова модель багатоповерхової будівлі

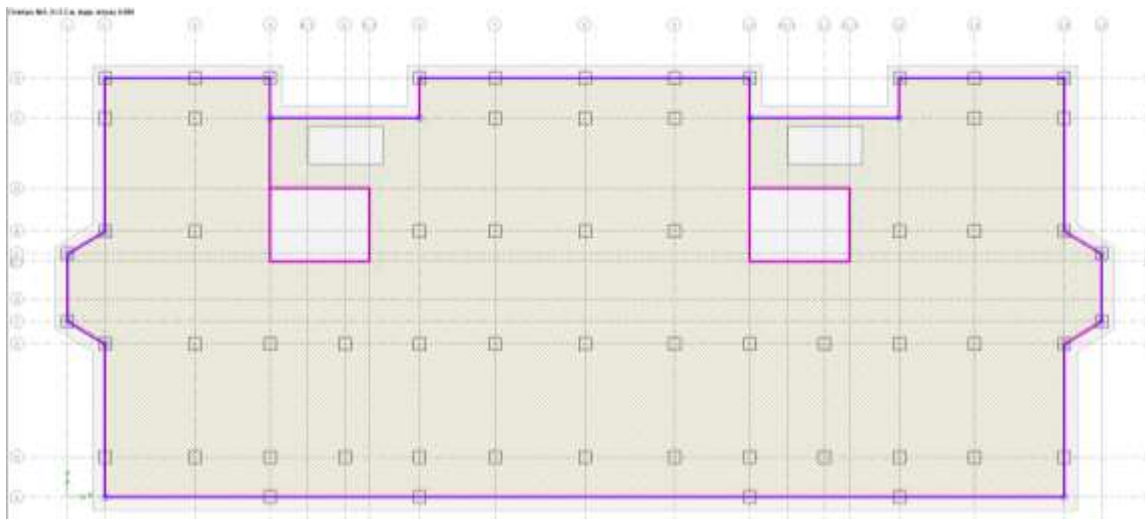


Рис. 2.2. Підвальне приміщення, розрахункова схема

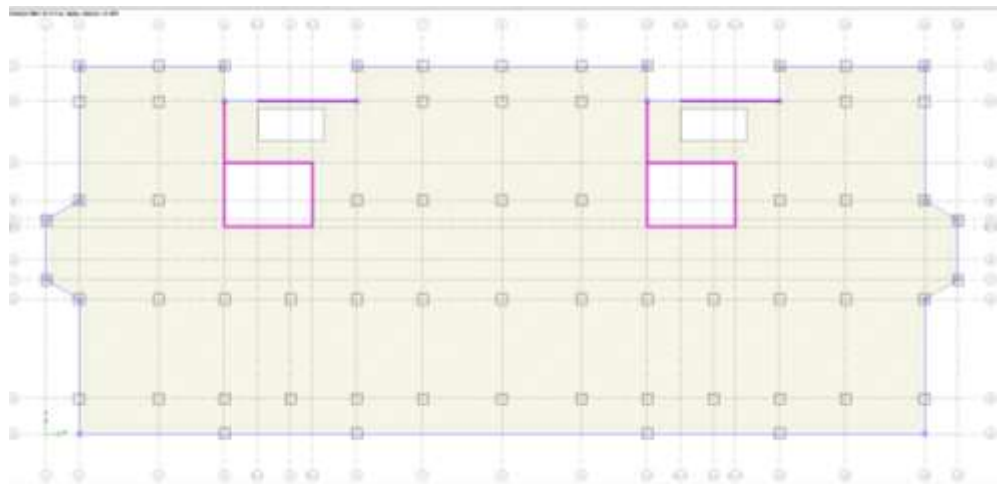


Рис. 2.3. Перший поверх на від. 0.000, розрахункова схема

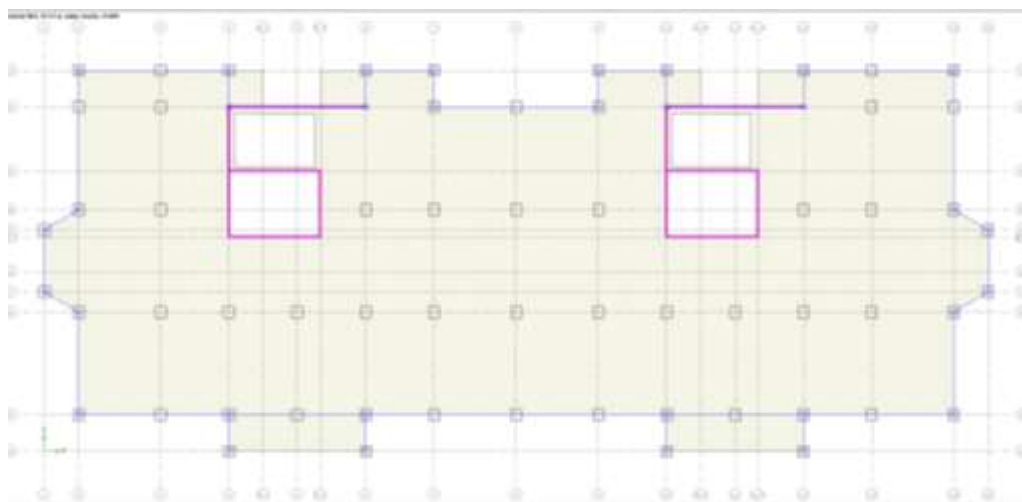


Рис. 2.4. Типовий поверх, розрахункова схема

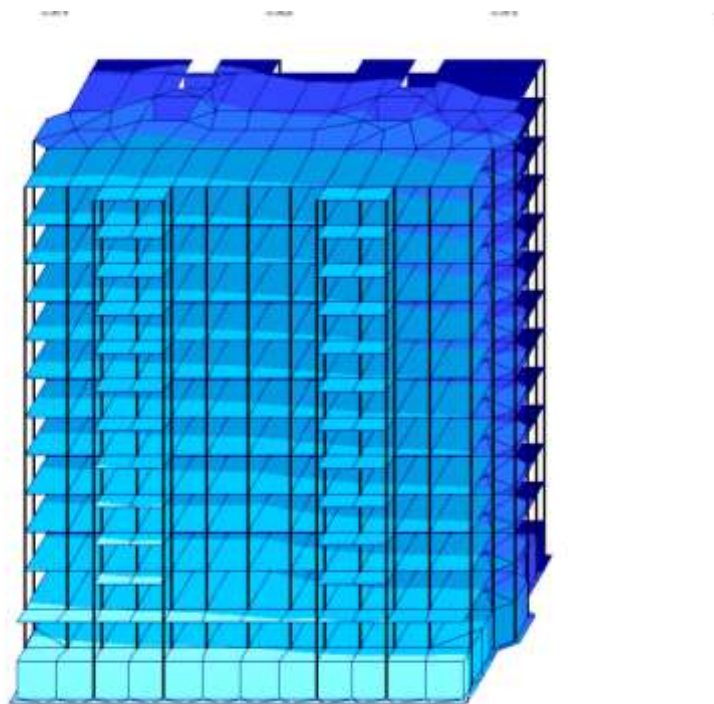


Рис.2.5. MSE проєктованої будівлі

Сумарне вертикальне навантаження

Пост-не, кН	Довг-ле, кН	Корот-не, кН
Нав-ня на відмітці низу стін і колон 1-го поверху		
73103.25	2535.304	8359.595
Власна вага фунд. плит та додаткові навантаження		
10207.1	-	-

Вітрове навантаження на будівлю

Поверх	Вітер , Період коливань = 1.44 с
	Навантаження, кН
13	28.45
12	55.404
11	53.908
10	52.411
9	50.914
8	49.418
7	47.898
6	44.905
5	41.912
4	38.919
3	33.82
2	32.029
1	17.47

№	Вид	Постійне	Довготривале	Короткочасне	Сейсміка 1	Сейсміка 2	Вітер 1	Вітер 2
Поверх №1 Колона №1 Прямокутник b=0.3 h=0.3м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_1	N	564.749	16.149	53.28	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.189	0.189
	Qz	0	0	0	0	0	-0.168	-0.057
Поверх №1 Колона №2 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_2	N	934.251	32.68	107.672	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.598	0.598
	Qz	0	0	0	0	0	-0.499	-0.218
Поверх №1 Колона №3 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_3	N	1012.501	36.768	121.261	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.598	0.598
	Qz	0	0	0	0	0	-0.473	-0.249
Поверх №1 Колона №4 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								

№	Вид	Постійне	Довготривале	Короткочасне	Сейсміка 1	Сейсміка 2	Вітер 1	Вітер 2
1_4	N	1164.141	47.09	155.408	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.598	0.598
	Qz	0	0	0	0	0	-0.448	-0.28
Поверх №1 Колона №5 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_5	N	983.606	36.077	118.967	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.598	0.598
	Qz	0	0	0	0	0	-0.422	-0.311
Поверх №1 Колона №6 Прямокутник b=0.3 h=0.3м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_6	N	318.044	8.563	28.241	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.185	0.184
	Qz	0	0	0	0	0	-0.15	-0.079
Поверх №1 Колона №7 Прямокутник b=0.3 h=0.3м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_7	N	320.482	8.8	29.026	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.185	0.184
	Qz	0	0	0	0	0	-0.134	-0.099
Поверх №1 Колона №8 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_8	N	893.88	33.054	108.878	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.598	0.598
	Qz	0	0	0	0	0	-0.397	-0.343
Поверх №1 Колона №9 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.56\%$								
1_9	N	969.808	36.395	119.888	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.598	0.598
	Qz	0	0	0	0	0	-0.366	-0.38
Поверх №1 Колона №10 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_10	N	890.889	32.879	108.302	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.598	0.598
	Qz	0	0	0	0	0	-0.336	-0.417
Поверх №1 Колона №11 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_11	N	979.472	35.835	118.168	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.598	0.598
	Qz	0	0	0	0	0	-0.31	-0.448
Поверх №1 Колона №12 Прямокутник b=0.3 h=0.3м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_12	N	320.866	8.823	29.101	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.185	0.184
	Qz	0	0	0	0	0	-0.098	-0.142
Поверх №1 Колона №13 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_13	N	1165.479	47.168	155.664	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.598	0.598
	Qz	0	0	0	0	0	-0.284	-0.479
Поверх №1 Колона №14 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_14	N	1016.33	36.989	121.991	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.598	0.598
	Qz	0	0	0	0	0	-0.259	-0.51
Поверх №1 Колона №15 Прямокутник b=0.3 h=0.3м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_15	N	318.76	8.605	28.38	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.185	0.184
	Qz	0	0	0	0	0	-0.082	-0.161
Поверх №1 Колона №16 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								

№	Вид	Постійне	Довготривале	Короткочасне	Сейсміка 1	Сейсміка 2	Вітер 1	Вітер 2
1_16	N	938.884	32.953	108.572	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.598	0.598
	Qz	0	0	0	0	0	-0.233	-0.541
Поверх №1 Колона №17 Прямокутник b=0.3 h=0.3м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_17	N	566.583	16.258	53.643	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.189	0.189
	Qz	0	0	0	0	0	-0.064	-0.183
Поверх №1 Колона №18 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_18	N	850.134	34.107	112.687	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.636	0.645
	Qz	0	0	0	0	0	-0.203	-0.578
Поверх №1 Колона №19 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.91\%$								
1_19	N	1310.463	61.813	203.943	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.636	0.645
	Qz	0	0	0	0	0	-0.233	-0.541
Поверх №1 Колона №20 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_20	N	1127.084	54.552	179.951	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.636	0.645
	Qz	0	0	0	0	0	-0.259	-0.51
Поверх №1 Колона №21 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_21	N	1006.969	48.496	159.966	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.637	0.645
	Qz	0	0	0	0	0	-0.284	-0.479
Поверх №1 Колона №22 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_22	N	1059.595	51.369	169.448	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.637	0.645
	Qz	0	0	0	0	0	-0.31	-0.448
Поверх №1 Колона №23 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.67\%$								
1_23	N	1253.963	62.068	204.745	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.637	0.645
	Qz	0	0	0	0	0	-0.336	-0.417
Поверх №1 Колона №24 Прямокутник b=0.5 h=0.5м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.54\%$								
1_24	N	1417.561	69.512	229.299	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-1.554	1.574
	Qz	0	0	0	0	0	-0.894	-0.927
Поверх №1 Колона №25 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.99\%$								
1_25	N	1294.106	64.407	212.463	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.637	0.645
	Qz	0	0	0	0	0	-0.397	-0.343
Поверх №1 Колона №26 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_26	N	1128.824	55.412	182.785	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.637	0.645
	Qz	0	0	0	0	0	-0.422	-0.311
Поверх №1 Колона №27 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_27	N	1007.102	48.521	160.048	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.637	0.645
	Qz	0	0	0	0	0	-0.448	-0.28
Поверх №1 Колона №28 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								

№	Вид	Постійне	Довготривале	Короткочасне	Сейсміка 1	Сейсміка 2	Вітер 1	Вітер 2
1_28	N	1058.226	50.574	166.828	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.637	0.645
	Qz	0	0	0	0	0	-0.473	-0.249
Поверх №1 Колона №29 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.67\%$								
1_29	N	1268.476	59.367	195.872	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.637	0.645
	Qz	0	0	0	0	0	-0.499	-0.218
Поверх №1 Колона №30 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_30	N	843.601	33.422	110.423	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.637	0.645
	Qz	0	0	0	0	0	-0.529	-0.181
Поверх №1 Колона №31 Прямокутник b=0.3 h=0.3м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_31	N	441.604	12.459	41.162	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.204	0.207
	Qz	0	0	0	0	0	-0.172	-0.052
Поверх №1 Колона №32 Прямокутник b=0.3 h=0.3м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_32	N	440.36	12.443	41.109	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.211	0.216
	Qz	0	0	0	0	0	-0.172	-0.052
Поверх №1 Колона №33 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_33	N	782.109	31.376	103.66	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.675	0.691
	Qz	0	0	0	0	0	-0.529	-0.181
Поверх №1 Колона №34 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_34	N	1066.121	49.882	164.565	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.675	0.691
	Qz	0	0	0	0	0	-0.499	-0.218
Поверх №1 Колона №35 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.78\%$								
1_35	N	1214.292	60.691	200.195	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.675	0.691
	Qz	0	0	0	0	0	-0.397	-0.343
Поверх №1 Колона №36 Прямокутник b=0.5 h=0.5м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_36	N	1366.853	67.143	221.481	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-1.648	1.687
	Qz	0	0	0	0	0	-0.894	-0.927
Поверх №1 Колона №37 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.79\%$								
1_37	N	1088.808	53.445	176.294	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.675	0.691
	Qz	0	0	0	0	0	-0.336	-0.417
Поверх №1 Колона №38 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.86\%$								
1_38	N	1196.106	57.346	189.185	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.675	0.691
	Qz	0	0	0	0	0	-0.233	-0.541
Поверх №1 Колона №39 Прямокутник b=0.3 h=0.3м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_39	N	442.175	12.778	42.216	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.204	0.207
	Qz	0	0	0	0	0	-0.06	-0.188
Поверх №1 Колона №40 Прямокутник b=0.3 h=0.3м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								

№	Вид	Постійне	Довготривале	Короткочасне	Сейсміка 1	Сейсміка 2	Вігер 1	Вігер 2
1_40	N	438.534	12.619	41.688	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.211	0.216
	Qz	0	0	0	0	0	-0.06	-0.188
Поверх №1 Колона №41 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_41	N	801.55	32.558	107.564	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.675	0.691
	Qz	0	0	0	0	0	-0.203	-0.578
Поверх №1 Колона №42 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_42	N	701.245	20.227	66.825	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.713	0.738
	Qz	0	0	0	0	0	-0.203	-0.578
Поверх №1 Колона №43 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_43	N	972.712	40.488	133.609	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.713	0.738
	Qz	0	0	0	0	0	-0.233	-0.541
Поверх №1 Колона №44 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_44	N	566.136	14.455	47.756	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.727	0.754
	Qz	0	0	0	0	0	-0.233	-0.541
Поверх №1 Колона №45 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_45	N	390.943	7.886	26.068	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.727	0.754
	Qz	0	0	0	0	0	-0.31	-0.448
Поверх №1 Колона №46 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_46	N	855.976	31.006	102.24	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.713	0.738
	Qz	0	0	0	0	0	-0.336	-0.417
Поверх №1 Колона №47 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_47	N	391.638	6.299	20.764	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.727	0.754
	Qz	0	0	0	0	0	-0.336	-0.417
Поверх №1 Колона №48 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_48	N	889.846	33.037	108.87	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.713	0.738
	Qz	0	0	0	0	0	-0.366	-0.38
Поверх №1 Колона №49 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_49	N	47.765	1.322	4.274	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.727	0.754
	Qz	0	0	0	0	0	-0.366	-0.38
Поверх №1 Колона №50 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_50	N	929.771	35.209	116.105	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.713	0.738
	Qz	0	0	0	0	0	-0.397	-0.343
Поверх №1 Колона №51 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_51	N	404.504	7.028	23.169	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.727	0.754
	Qz	0	0	0	0	0	-0.397	-0.343
Поверх №1 Колона №52 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								

№	Вид	Постійне	Довготривале	Короткочасне	Сейсміка 1	Сейсміка 2	Вітер 1	Вітер 2
1_52	N	423.968	8.874	29.331	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.727	0.754
	Qz	0	0	0	0	0	-0.422	-0.311
Поверх №1 Колона №53 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_53	N	404.301	7.869	26.013	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.727	0.754
	Qz	0	0	0	0	0	-0.473	-0.249
Поверх №1 Колона №54 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_54	N	547.562	13.409	44.298	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.727	0.754
	Qz	0	0	0	0	0	-0.499	-0.218
Поверх №1 Колона №55 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_55	N	895.068	36.096	119.116	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.713	0.738
	Qz	0	0	0	0	0	-0.499	-0.218
Поверх №1 Колона №56 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_56	N	689.772	19.579	64.684	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.713	0.738
	Qz	0	0	0	0	0	-0.529	-0.181
Поверх №1 Колона №57 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_57	N	434.052	8.087	26.716	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.727	0.754
	Qz	0	0	0	0	0	-0.529	-0.181
Поверх №1 Колона №58 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_58	N	436.553	8.224	27.17	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.727	0.754
	Qz	0	0	0	0	0	-0.203	-0.578
Поверх №1 Колона №59 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_59	N	422.387	8.981	29.686	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.727	0.754
	Qz	0	0	0	0	0	-0.259	-0.51
Поверх №1 Колона №60 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_60	N	843.463	40.026	132.023	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.675	0.691
	Qz	0	0	0	0	0	-0.422	-0.311
Поверх №1 Колона №61 Прямокутник b=0.4 h=0.4м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_61	N	834.133	39.081	128.908	0	0	0	0
	Qy	0	0	0	0	0	-0.675	0.691
	Qz	0	0	0	0	0	-0.259	-0.51
Поверх №2 Колона №1 Прямокутник b=0.3 h=0.3м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.51\%$								

## 2.2. Розрахунок і конструювання монолітної плити перекриття Пм-1

Розрахунок виконували в ПЛИТА ПК МОНОМАХ на міцність, тріщиностійкість і прогини за двома групами граничних станів

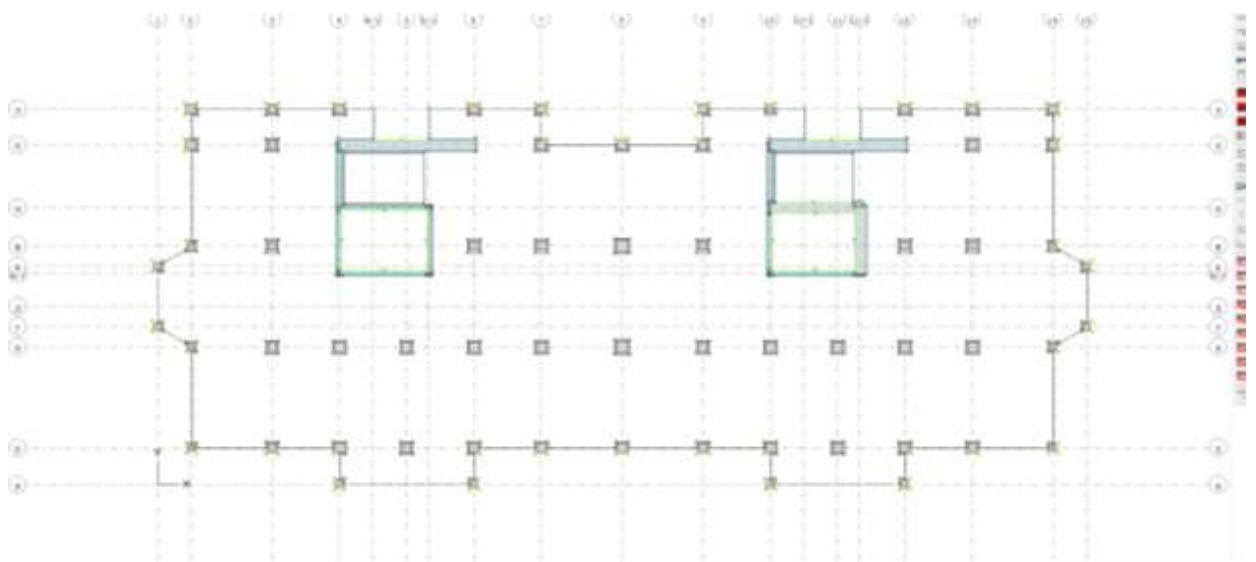


Рис. 2.6 Плита перекриття Пм -1. Опалубкове креслення

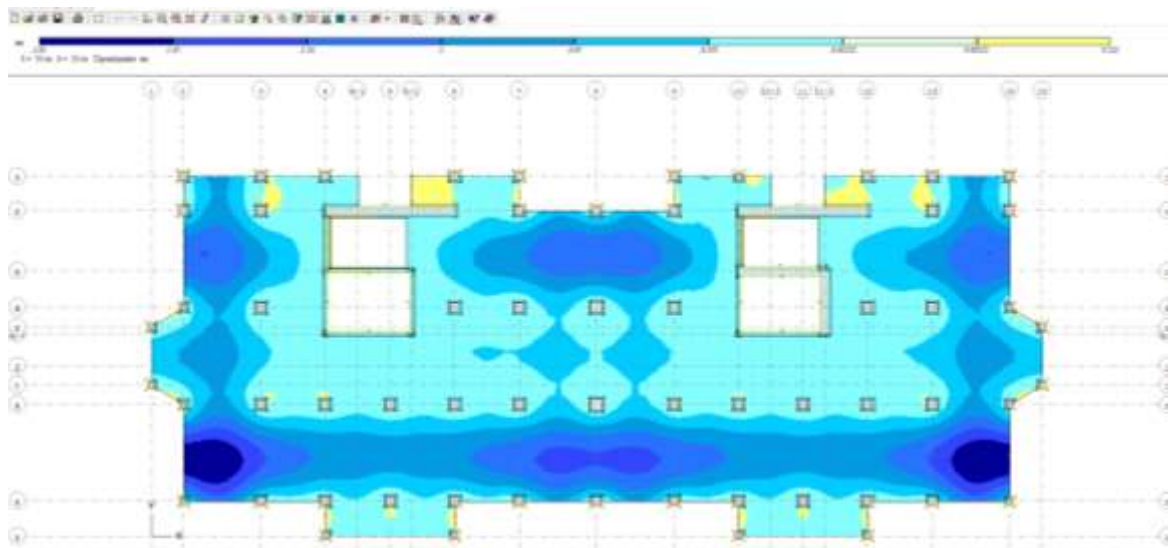


Рис. 2.7. Переміщення в плиті Пм-1

**Результат підбору арматури плити монолітної Пм-1**



Рис.2.8. Верхнє армування Пм-1 ( по X)

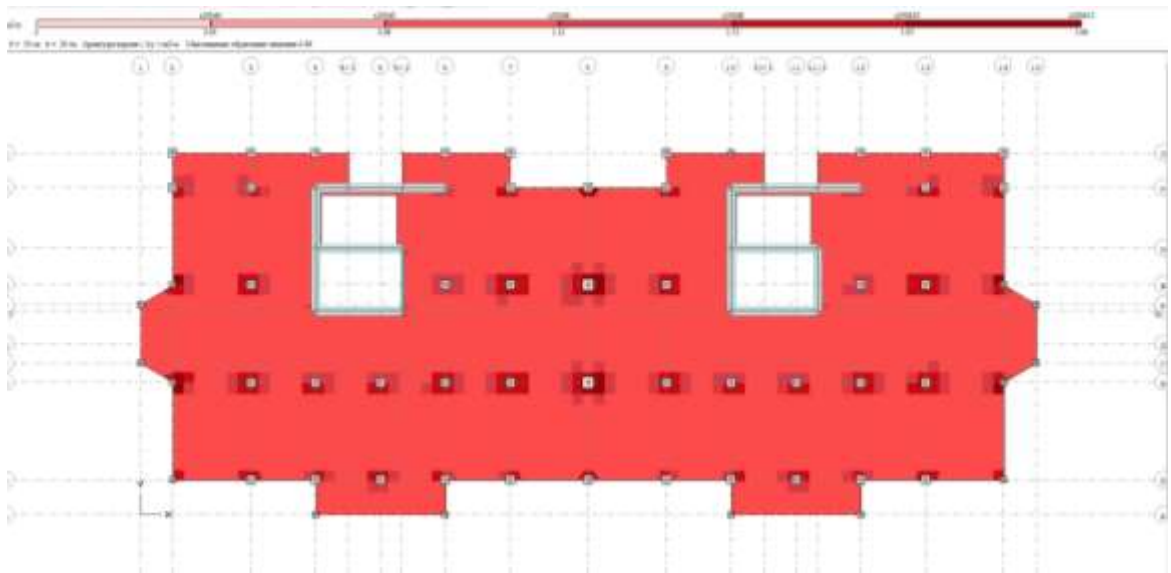


Рис.2.9. Верхнє армування Пм-1 ( по Y)

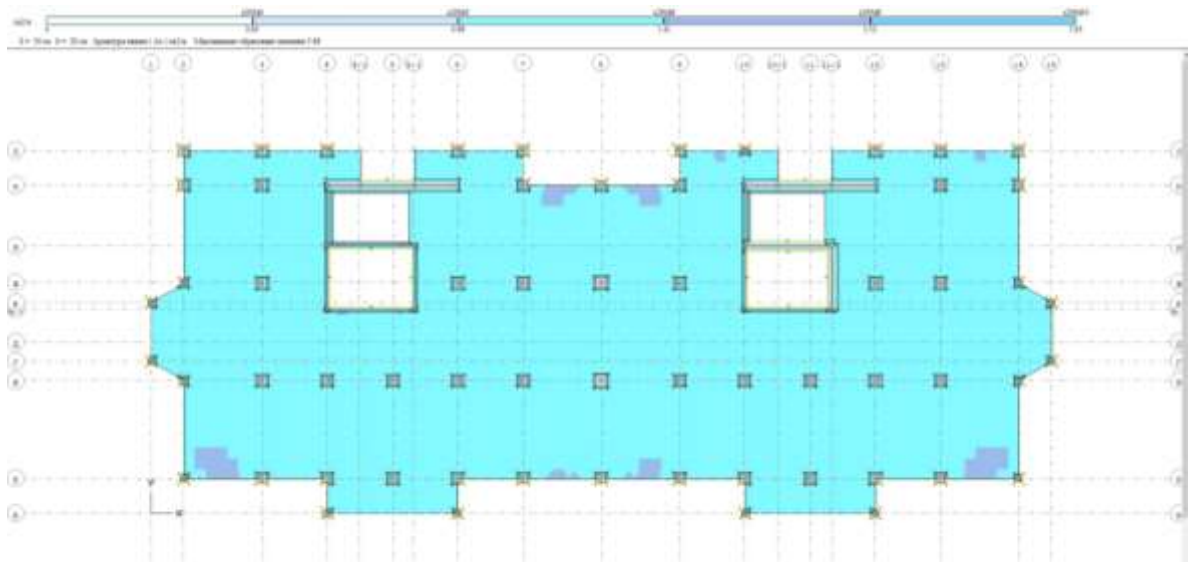


Рис. 2.10. Нижнє армування Пм-1 ( по X)



Рис. 2.11. Нижнє армування Пм-1 ( по Y)

## Статичний розрахунок Пм-1, результати

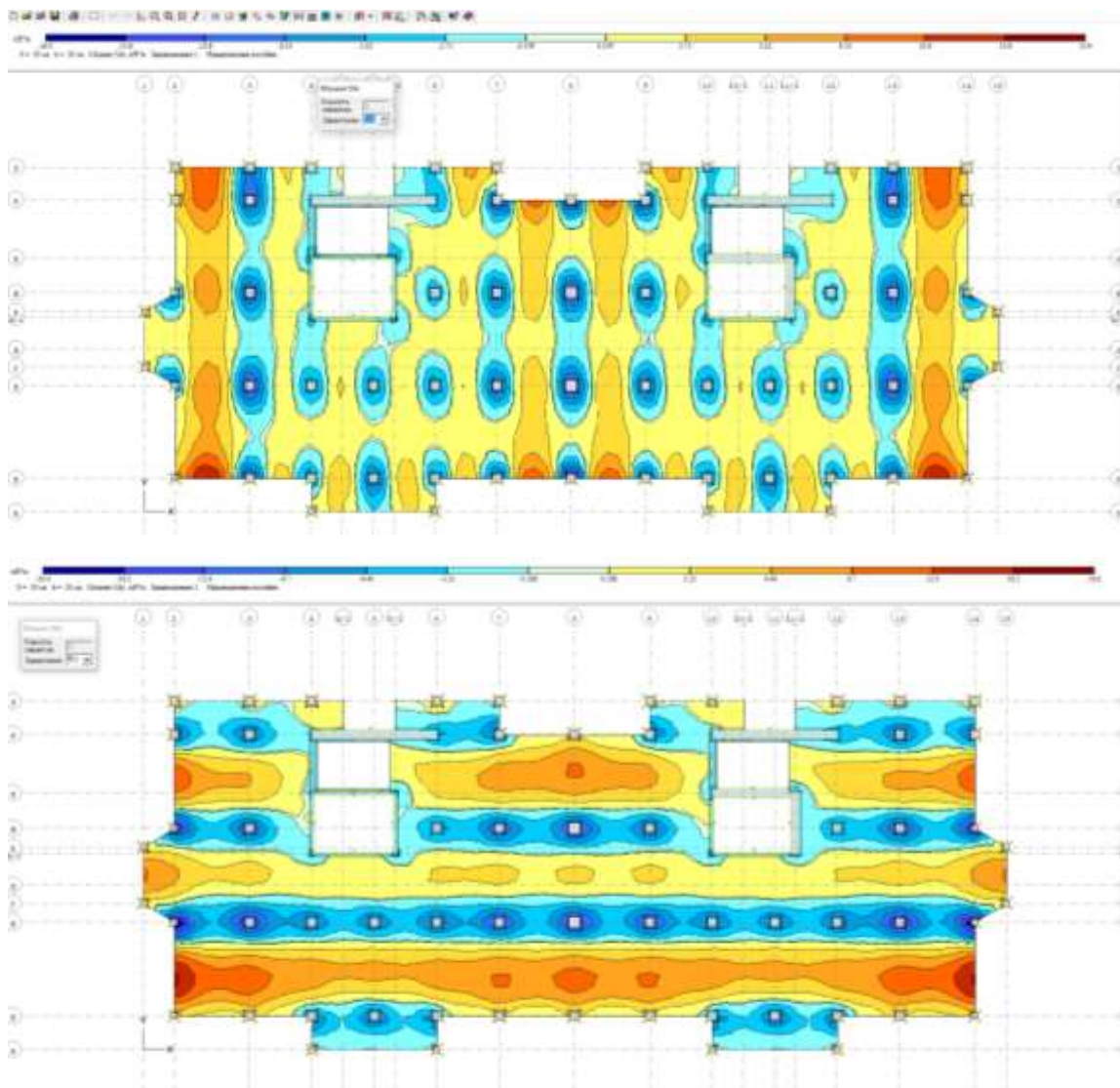


Рис. 2.12.  $M_x, M_y$  - ізополя внутрішніх зусиль в Пм-1

### Переміщення (екстремуми)

№ вуз.	X (см)	Y (см)	Перем Z (мм)	№ вузла	X (см)	Y (см)	Перем. Z (мм)
690	249.4	354.2	-2.009335	355	100.0	640.0	0.121707

### Сполучення зусиль (екстремуми)

№ тр.	$M_x$	$M_y$	$M_{xy}$	$Q_x$	$Q_y$	R
1140	-20.84	1.52	7.38	101.54	50.62	0.00
24	-2.45	-28.80	-6.83	31.44	-76.31	
2220	6.16	5.81	-15.24	-21.49	24.44	
1699	-8.25	2.22	6.87	159.85	71.94	
1717	-0.68	-3.42	-1.65	75.18	-192.45	
1	0.81	5.09	2.75	1.28	16.03	

<b>Армування (екстремуми)</b>										
№	Xc (см)	Yc (см)	Кут	AX низ (см)	AY низ (см)	AX верх (см)	AY верх (см)	AX поп. (см)	AY поп. (см)	
2199	3906.1	188.3	0	3.75	2.45	1.00	1.00	0.01	0.01	
129	183.0	238.5	-	2.58	4.05	1.00	1.00	0.01	0.01	
11	133.2	636.0	-	1.00	1.00	4.63	5.10	0.01	6.34	
24	183.0	591.3	-	1.00	1.00	1.88	5.85	0.01	0.01	
1699	2753.3	1236.0	-	1.00	1.00	1.00	1.00	6.18	0.01	
1717	2776.7	1242.0	-	1.00	1.00	1.00	1.00	0.01	7.45	
<b>Продавлювання</b>										
№ конт.	X (см)	Y (см)	Тип продавлюван ня	В габ. (см)	Н габ. (см)	Перимет р	Н пл. (см2)	N (тс)	F (см2)	Kz
1	150.00	160.00	прямокутник	30.00	30.00	46.00	17.00	-5.80	-	3.71
2	510.00	160.00	-//-	40.00	40.00	112.00	17.00	-7.95	-	6.59
3	810.00	160.00	-//-	40.00	40.00	168.00	17.00	-8.85	-	8.88
4	1110.00	160.00	-//-	40.00	40.00	224.00	17.00	-9.53	-	11.00
5	1410.00	160.00	-//-	40.00	40.00	168.00	17.00	-9.01	-	8.72
6	810.00	0.00	-//-	30.00	30.00	46.00	17.00	-1.96	-	10.95
7	1410.00	0.00	-//-	30.00	30.00	46.00	17.00	-1.44	-	14.88
8	1710.00	160.00	-//-	40.00	40.00	112.00	17.00	-7.38	-	7.10
9	2070.00	160.00	-//-	40.00	40.00	112.00	17.00	-7.70	-	6.81
10	2430.00	160.00	-//-	40.00	40.00	112.00	17.00	-7.68	-	6.82
11	2730.00	160.00	-//-	40.00	40.00	168.00	17.00	-9.01	-	8.72
12	2730.00	0.00	-//-	30.00	30.00	46.00	17.00	-1.91	-	11.21
13	3030.00	160.00	-//-	40.00	40.00	224.00	17.00	-9.76	-	10.73
14	3330.00	160.00	-//-	40.00	40.00	168.00	17.00	-8.91	-	8.82
15	3330.00	0.00	-//-	30.00	30.00	46.00	17.00	-2.35	-	9.15
16	3630.00	160.00	-//-	40.00	40.00	112.00	17.00	-8.23	-	6.37
17	3990.00	160.00	-//-	30.00	30.00	46.00	17.00	-5.83	-	3.69
18	3990.00	610.00	-//-	30.00	30.00	124.20	17.00	-10.03	-	5.80
19	3630.00	610.00	-//-	40.00	40.00	224.00	17.00	-13.61	-	7.71
20	3330.00	610.00	-//-	40.00	40.00	226.00	17.00	-11.21	-	9.35
21	3030.00	610.00	-//-	40.00	40.00	229.00	17.00	-9.90	-	10.59
22	2730.00	610.00	-//-	40.00	40.00	224.00	17.00	-10.72	-	9.78
23	2430.00	610.00	-//-	40.00	40.00	225.00	17.00	-12.29	-	8.53
24	2070.00	610.00	-//-	50.00	50.00	264.00	17.00	-17.42	-	7.09
25	1710.00	610.00	-//-	40.00	40.00	224.00	17.00	-12.96	-	8.09
26	1410.00	610.00	-//-	40.00	40.00	228.00	17.00	-11.18	-	9.38
27	1110.00	610.00	-//-	40.00	40.00	227.00	17.00	-10.22	-	10.25
28	810.00	610.00	-//-	40.00	40.00	224.00	17.00	-10.48	-	10.00
29	510.00	610.00	-//-	40.00	40.00	22.00	17.00	-12.68	-	8.27
30	150.00	610.00	-//-	30.00	30.00	124.20	17.00	-9.54	-	6.09
31	0.00	700.00	-//-	30.00	30.00	59.80	17.00	-3.01	-	9.29
32	0.00	970.00	-//-	30.00	30.00	59.80	17.00	-2.95	-	9.46
33	150.00	1060.00	-//-	30.00	30.00	124.20	17.00	-9.86	-	5.89

### 2.3. Розрахунок і конструювання ФМ-1 монолітної фундаментної плити

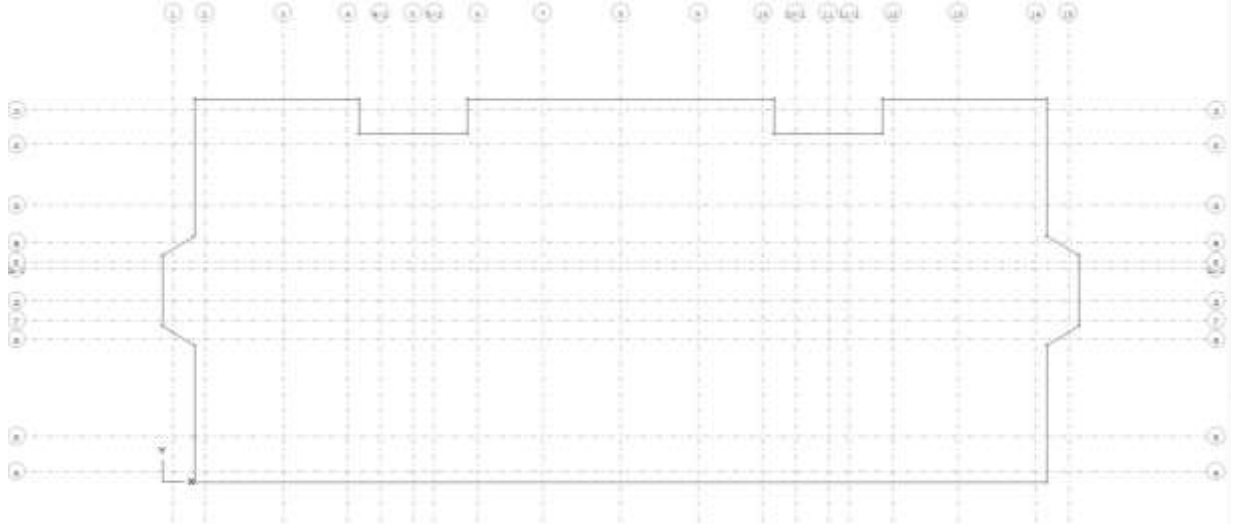


Рис. 2.13 Плита фундаментна ФМ -1. Опалубкове креслення

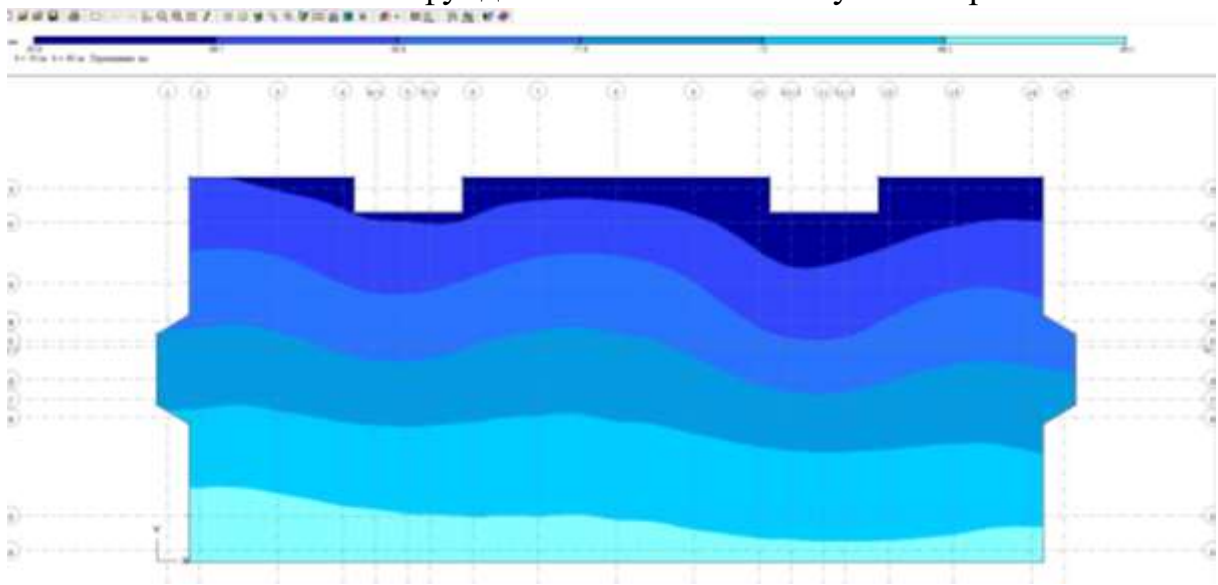
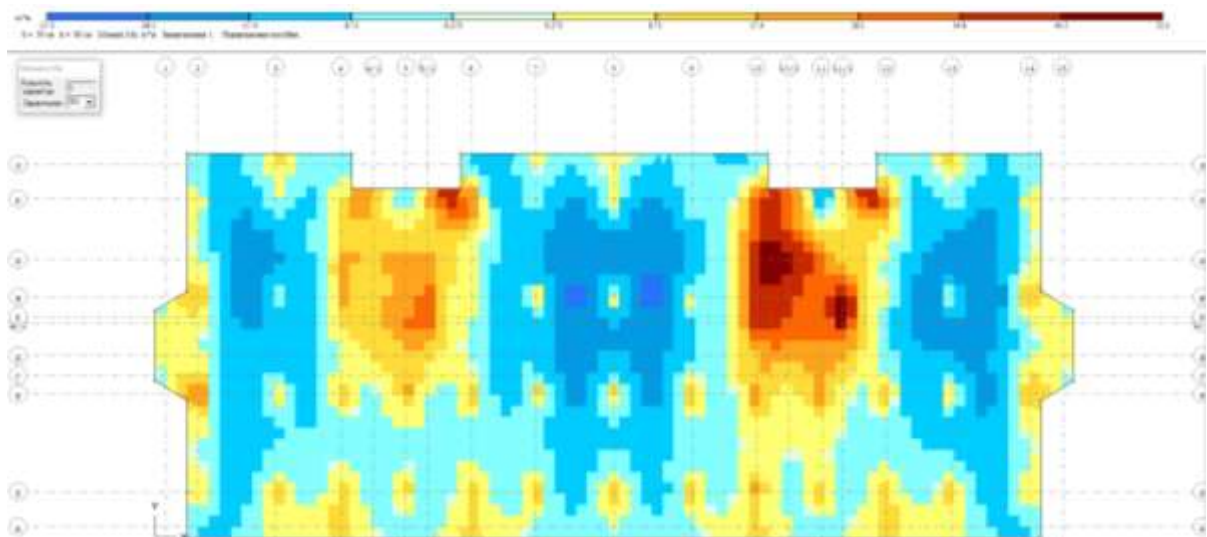


Рис. 2.14. Переміщення в плиті ФМ-1

### Результати. Статичний розрахунок ФМ-1



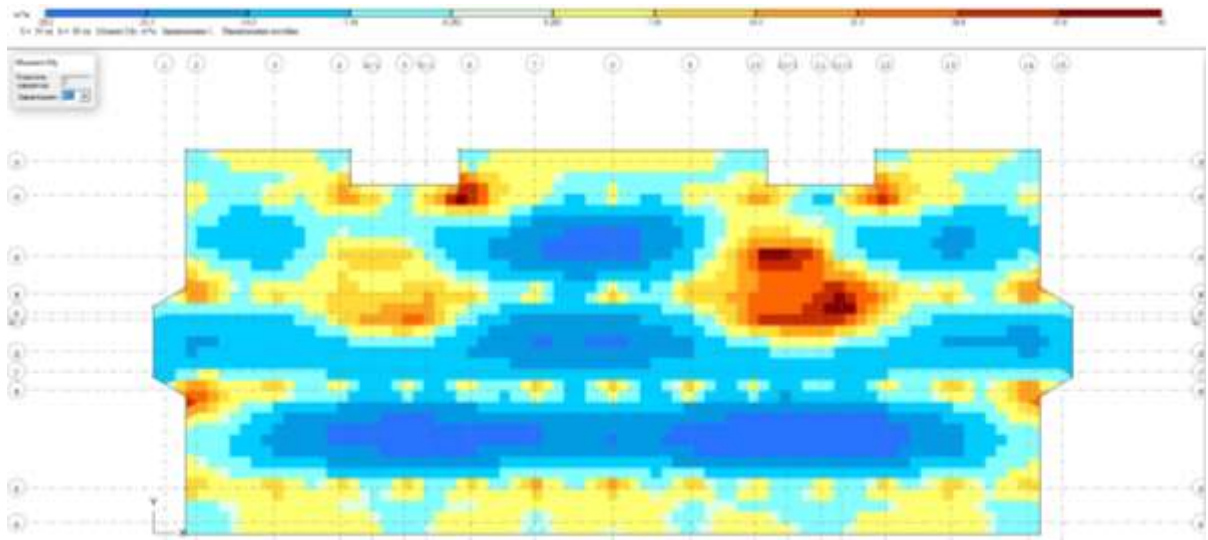


Рис. 2.15.  $M_x, M_y$  (ізополя внутрішніх зусиль в ФМ-1)

**Результат підбору арматури плити фундаментної монолітної ФМ-1**

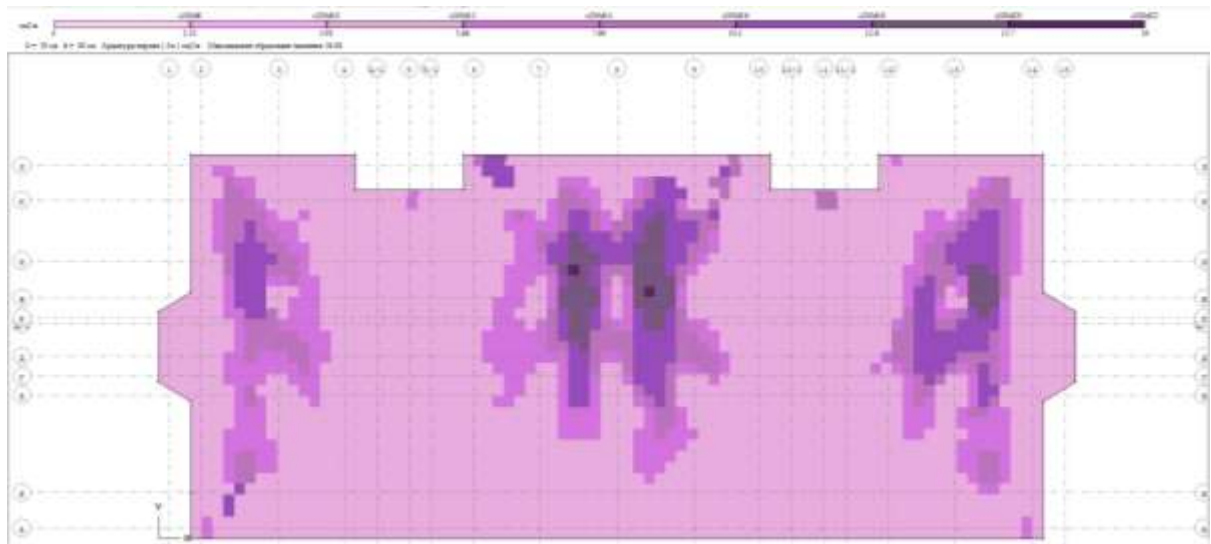


Рис.2.16. Верхнє армування ФМ-1 ( по X)

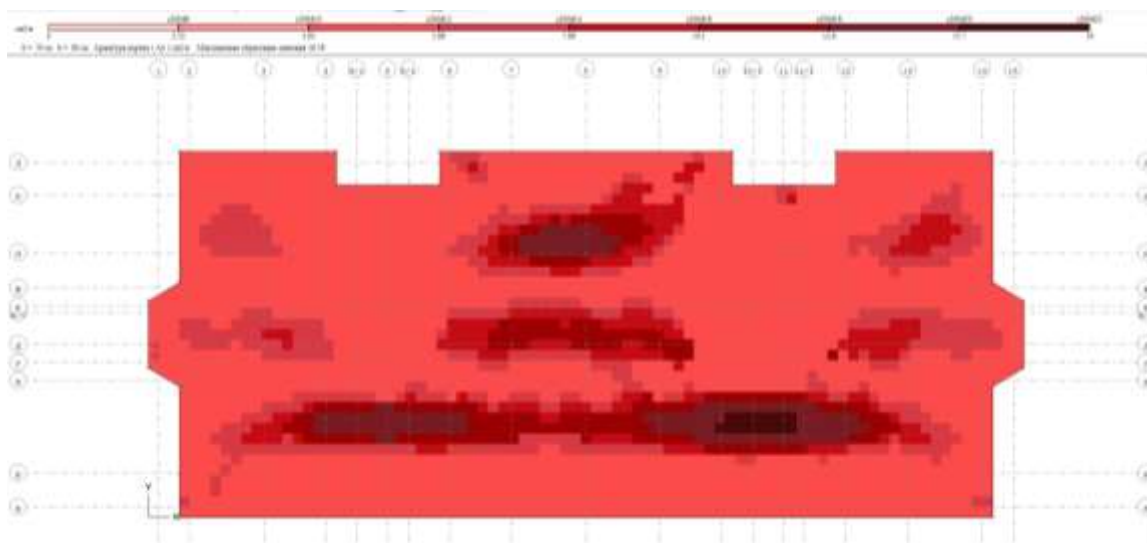


Рис.2.17. Верхнє армування ФМ-1 ( по Y)

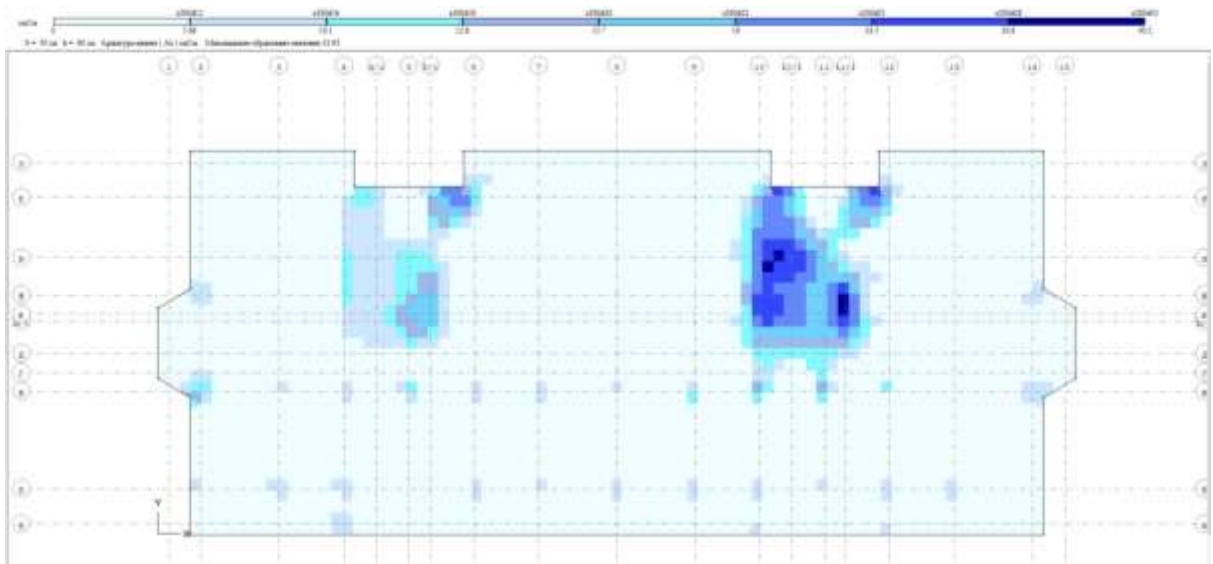


Рис. 2.18. Нижнє армування ФМ-1 ( по X)

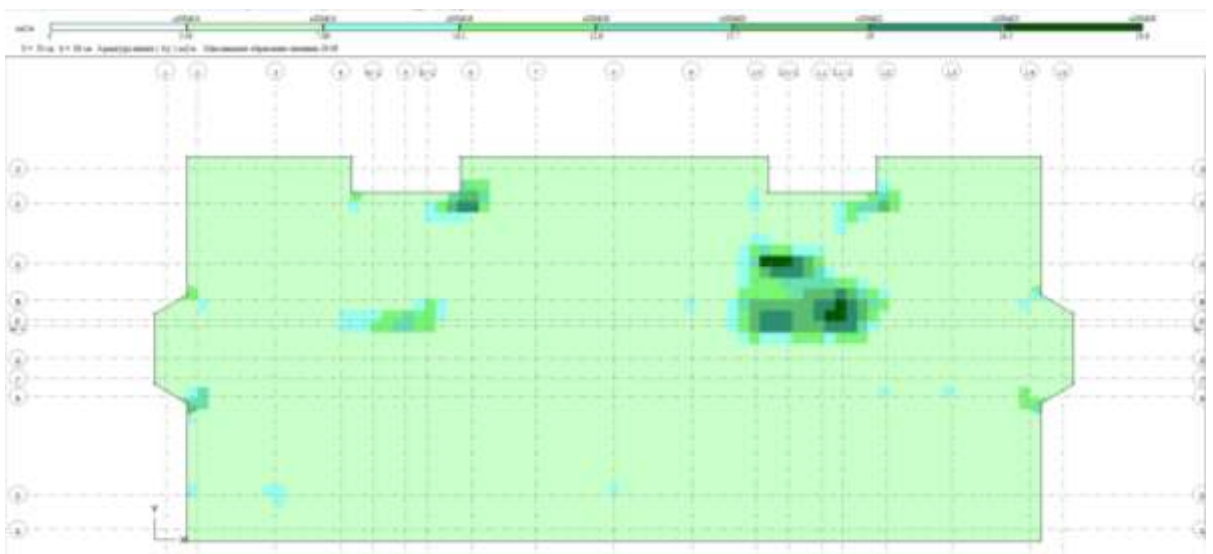


Рис. 2.19. Нижнє армування ФМ-1 ( по Y)

Переміщення (екстремуми)							
№вузла	X (см)	Y (см)	Переміщен ня Z (мм)	№вузла	X (см)	Y (см)	Переміщення Z (мм)
9	3330.0	1770.0	-87.417244	16	150.0	0.0	-51.905674

Сполучення зусиль (екстремуми)						
№гр.	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	R
1983	384.44	299.86	12.21	252.15	127.78	-27.80
429	302.04	352.38	25.90	-235.07	588.24	-28.75
1688	69.21	-21.43	-147.54	180.11	85.71	-29.39
1502	74.70	229.18	38.24	649.98	-302.66	-24.99

Сполучення зусиль (екстремуми)						
№тр.	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	R
1244	271.88	285.75	2.71	-76.68	1158.22	-26.35
1897	-35.07	-18.66	-39.49	-150.14	88.20	-30.10

Армування (екстремуми)									
№тр.	Xc (см)	Yc (см)	Кут	АХ низ (см)	АУ низ (см)	АХ верх (см)	АУ верх (см)	АХ поп. (см)	АУ поп. (см)
1983	3159.2	1028.3	0.0	28.29	23.53	3.00	3.00	0.01	0.01
429	1413.3	1534.0	-	23.32	26.13	3.00	3.00	0.01	6.79
1351	2311.2	1129.4	-	3.00	3.00	14.66	3.00	0.01	0.01
1054	2111.7	1331.7	-	3.00	3.00	5.94	16.23	0.01	0.01
1502	2061.8	674.3	-	6.22	14.84	3.00	3.00	7.50	0.01
1244	2111.7	1078.9	-	18.95	19.70	3.00	3.00	0.01	13.36

Основну робочу арматуру плити прийнято у вигляді стрижнів  $\varnothing 12$  А400С з кроком розміщення 200 мм. Для підсилення напружених зон у нижній частині плити під колонами передбачено додаткове армування стрижнями  $\varnothing 14$  А400С. У верхній зоні, в ділянках між опорами, розміщено додаткове пролітне армування  $\varnothing 10$  А400С.

Поперечну жорсткість елемента забезпечують опорні просторові каркаси, сформовані робочою арматурою  $\varnothing 12$  А400С, які виконують функцію сприйняття поперечних сил та забезпечують сумісну роботу верхньої та нижньої арматурних сіток.

#### 2.4. Розрахунок монолітних колон Км-36, Км-56, Км-39

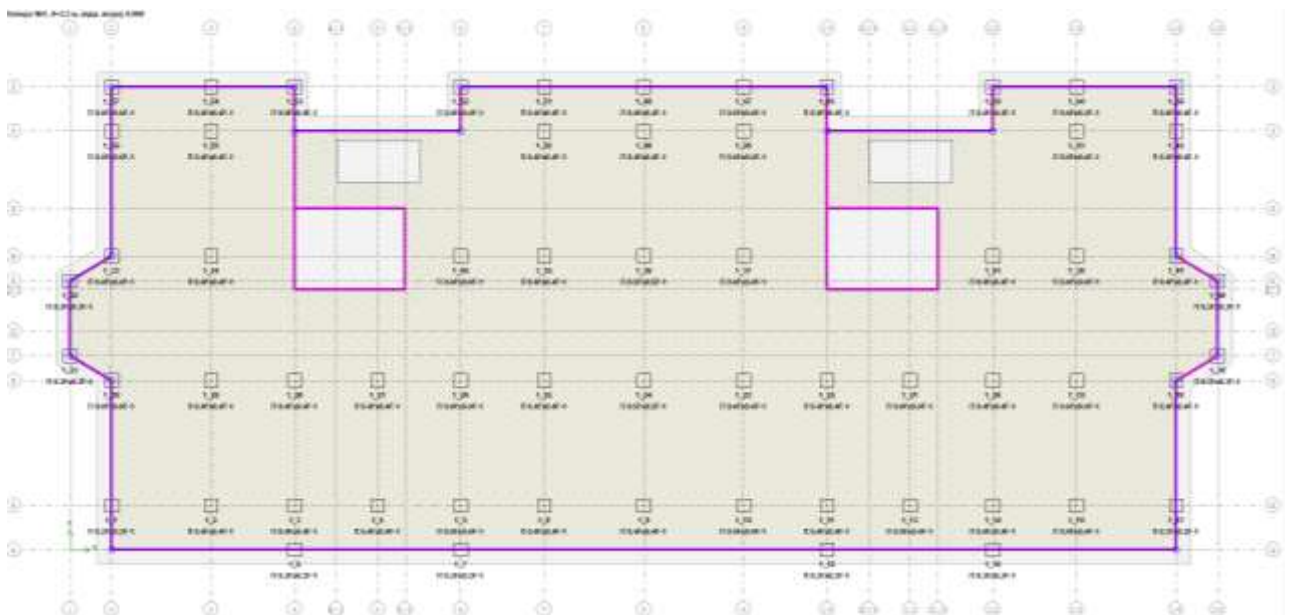


Рис.2.20. Схема розташування колон

**Км-36**

Розміри, 500x500 мм:

Бетон С20/25

Навантаження

Результати МСЕ розрахунку

Км 1_36 (1_36)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Перері з
Постійне	185	-2.86	3.36	1.59	-1.36	0	1_36.1
	183	1.63	-1.88	1.59	-1.36	-	1_36.2
Довготрива ле	7.37	-0.139	0.00667	0.00286	-0.0653	-	1_36.1
	7.37	0.0766	-0.00277	0.00286	-0.0653	-	1_36.2
Короткочас не	24.3	-0.459	0.0223	0.00958	-0.216	-	1_36.1
	24.3	0.254	-0.00932	0.00958	-0.216	-	1_36.2

Км 1_36 (2_36)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Перері з
Пост.	169	0.933	0.908	0.598	0.404	0	2_36.1
	167	-0.4	-1.07	0.598	0.404	-	2_36.2
Довготрив.	6.76	0.0288	-0.00316	-0.00218	0.00775	-	2_36.1
	6.76	0.0032	0.00404	-0.00218	0.00775	-	2_36.2
Короткочас	22.3	0.0944	-0.0103	-0.00712	0.0252	-	2_36.1
	22.3	0.0113	0.0132	-0.00712	0.0252	-	2_36.2

Км 1_36 (3_36)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Перері з
Постійне	153	-0.213	1.16	0.686	-0.123	0	3_36.1
	151	0.192	-1.11	0.686	-0.123	-	3_36.2
Довго-ле	6.13	-0.0155	-0.0043	-0.003	-0.0116	-	3_36.1
	6.13	0.0227	0.0056	-0.003	-0.0116	-	3_36.2
Корот-не	20.3	-0.0517	-0.0142	-0.00988	-0.0384	-	3_36.1
	20.3	0.0752	0.0185	-0.00988	-0.0384	-	3_36.2

**Розрахункові сполучення навантажень**

Км 1_36 (1_36)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Переріз
Перша група гран. станів. Випадок б (всі навант.)							
Група 1	238	-3.8	3.72	1.76	-1.8	-	1_36.1
	221	-3.47	3.71	1.75	-1.65	-	трив. частина
Перша група гран. станів. Випадок а (д.-трив.)							
Група 2	238	-3.8	3.72	1.76	-1.8	-	1_36.1

Км 1_36 (1_36)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Переріз
	221	-3.47	3.71	1.75	-1.65	-	трив. частина

Км 1_36 (2_36)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Переріз
-------------------	-------	-------------	-------------	--------	--------	------------	---------

Перша група гран. станів. Випадок б (всі навант.)

Група 1,2	218	1.16	0.984	0.648	0.481	0	2_36.1
	202	1.1	0.991	0.653	0.463	0	трив. частина
	186	1.03	0.998	0.658	0.445	0	2_36.1
	188	1.05	0.999	0.659	0.448	0	трив. частина

Перша група гран. станів. Випадок а (д.-трив.)

Група 2	218	1.16	0.984	0.648	0.481	0	2_36.1
	202	1.1	0.991	0.653	0.463	0	трив. частина
	186	1.03	0.998	0.658	0.445	0	2_36.1, тривала частина

Км 1_36 (3_36)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Переріз
-------------------	-------	-------------	-------------	--------	--------	------------	---------

Перша група гран. станів. Випадок б (всі навант.) Випадок а (д.-трив.)

Група 1, 2 група	198	-0.307	1.25	0.74	-0.19	0	3_36.1
	183	-0.271	1.26	0.747	-0.163	0	трив. частина
	169	-0.234	1.27	0.755	-0.135	0	3_36.1 трив част.

Для колони Км-36, переріз якої становить 500×500 мм, прийнято поздовжню арматуру діаметрами 20 мм та 16 мм класу А400С. Поперечні елементи армування виконані з стрижнів діаметром 8 мм класу А240С, встановлених з кроком 200 мм.

### Км-56

Розміри 400х400

Бетон С20/25

#### Навантаження

Результати МСЕ розрахунку

Км 1_56 (1_56)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Перері з
Постійне	32.6	0.854	-2.4	-0.897	0.462	0.00011	1_56.1

Км 1_56 (1_56)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Перері з
	31.2	-0.67	0.557	-0.897	0.462	0.00011	1_56.2
Довготрива ле	0.988	0.0135	-0.0395	-	0.00365	-	1_56.1
	0.988	0.00149	-	-	0.00365	-	1_56.2
			0.00944	0.00909		0.00078	
Короткочас не	3.26	0.0448	-0.131	-0.0309	0.0121	-	1_56.1
	3.26	0.00487	-0.0291	-0.0309	0.0121	-	1_56.2
						0.00258	

Км 1_56 (2_56)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Перері з
Постійне	72.4	-0.13	0.938	0.52	-0.254	-	2_56.1
	71.1	0.709	-0.779	0.52	-0.255	-	2_56.2
Довготрива ле	2.24	0.0211	0.0749	0.0442	0.00427	-	2_56.1
	2.24	0.00696	-0.0709	0.0442	0.00428	-	2_56.2
Короткочас не	7.38	0.0708	0.244	0.144	0.0152	-	2_56.1
	7.38	0.0208	-0.231	0.144	0.0152	-	2_56.2

Км 1_56 (3_55)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Перері з
Постійне	65.8	-1.28	0.624	0.394	-0.786	-	3_55.1
	64.5	1.32	-0.678	0.394	-0.786	-	3_55.2
Довготрива ле	2	-0.0418	0.0605	0.0378	-0.0261	-	3_55.1
	2	0.0442	-0.0643	0.0378	-0.0261	-	3_55.2
Короткочас не	6.62	-0.136	0.197	0.124	-0.0853	-	3_55.1
	6.62	0.145	-0.212	0.124	-0.0853	-	3_55.2

### **Розрахункові сполучення навантажень. Скорочений список**

Км 1_56 (1_56)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Переріз
Перша група гран. станів. Випадок б (всі навант.)							
Група 1	35.8	0.939	-2.65	-0.987	0.508	0.000	1_56.1
						121	
	35.8	0.939	-2.65	-0.987	0.508	0.000	трив.
						121	частина



КМ 1_39 (1_39)	N, тс	M <sub>x</sub> , тс*м	M <sub>y</sub> , тс*м	Q <sub>x</sub> , тс	Q <sub>y</sub> , тс	T, тс*м	Перері з
	8.77	-0.0367	-0.133	0.192	-0.119	-	1_39.2
						0.00271	
Дов-ле	0.378	-	0.0137	0.00573	0.0027	1e-005	1_39.1
		0.00212					
	0.378	-0.011	-	0.00573	0.0027	1e-005	1_39.2
			0.00519				
Корот-не	1.25	-	0.0456	0.0192	0.00855	5e-005	1_39.1
		0.00741					
	1.25	-0.0356	-0.0176	0.0192	0.00855	5e-005	1_39.2

КМ 1_39 (2_39)	N, тс	M <sub>x</sub> , тс*м	M <sub>y</sub> , тс*м	Q <sub>x</sub> , тс	Q <sub>y</sub> , тс	T, тс*м	Перері з
Пост-не	53.2	0.229	-0.114	-0.0643	0.126	-	2_39.1
	52.4	-0.187	0.0988	-0.0643	0.126	-	2_39.2
Довго-ле	1.74	0.0338	-	-	0.0188	-	2_39.1
			0.00606	0.00521			
	1.74	-0.0283	0.0112	-	0.0188	-	2_39.2
				0.00521			
Коротк-не	5.77	0.11	-0.0193	-0.0168	0.0614	-	2_39.1
	5.77	-0.0923	0.0362	-0.0168	0.0614	-	2_39.2

КМ 1_39 (3_39)	N, тс	M <sub>x</sub> , тс*м	M <sub>y</sub> , тс*м	Q <sub>x</sub> , тс	Q <sub>y</sub> , тс	T, тс*м	Перері з
Пост-не	51	0.305	-0.186	-0.141	0.169	-	3_39.1
	50.3	-0.253	0.279	-0.141	0.169	-	3_39.2
Довг-ле	1.7	0.0239	-0.0219	-0.0148	0.0141	-	3_39.1
	1.7	-0.0227	0.0268	-0.0148	0.0141	-	3_39.2
Корот-не	5.63	0.0782	-0.0719	-0.0486	0.0463	-	3_39.1
	5.63	-0.0747	0.0883	-0.0486	0.0463	-	3_39.2

### Розрахункові сполучення навантажень. Скорочений список

КМ 1_39 (1_39)	N, тс	M <sub>x</sub> , тс*м	M <sub>y</sub> , тс*м	Q <sub>x</sub> , тс	Q <sub>y</sub> , тс	T, тс*м	Перері з
Перша група гран. станів. Випадок б (всі навант.)							
Група 1	10.5	-0.472	0.551	0.211	-	-	1_39.1
					0.131	0.00298	
	10.5	-0.472	0.551	0.211	-	-	трив.
					0.131	0.00298	частина
	12.2	-0.482	0.616	0.238	-	-	1_39.1
					0.118	0.00292	
	11.4	-0.477	0.584	0.225	-	-	трив.
					0.124	0.00295	частина

Км 1_39 (1_39)	N, тс	M <sub>x</sub> , тс*м	M <sub>y</sub> , тс*м	Q <sub>x</sub> , тс	Q <sub>y</sub> , тс	T, тс*м	Переріз
Км 1_39 (2_39)	N, тс	M <sub>x</sub> , тс*м	M <sub>y</sub> , тс*м	Q <sub>x</sub> , тс	Q <sub>y</sub> , тс	T, тс*м	Переріз
Перша група гран. станів. Випадок б (всі навант.)							
Група 1	66.7	0.41	-0.153	-0.0949	0.227	-	2_39.1
	62.7	0.332	-0.139	-0.0831	0.183	-	трив. частина
Км 1_39 (3_39)	N, тс	M <sub>x</sub> , тс*м	M <sub>y</sub> , тс*м	Q <sub>x</sub> , тс	Q <sub>y</sub> , тс	T, тс*м	Переріз
Перша група гран. станів. Випадок б (всі навант.)							
Група 1	64.2	0.447	-0.307	-0.224	0.252	-	3_39.1
	60.2	0.392	-0.257	-0.19	0.22	-	трив. частина
	63.3	-0.385	0.433	-0.224	0.252	-	3_39.2
	59.4	-0.332	0.371	-0.19	0.22	-	трив. частина

Колона Км-39 із поперечним розміром 300×300 мм заармовується поздовжніми робочими стрижнями діаметром 16 мм та 14 мм класу А400С. Поперечне армування виконаноується діаметром 6 мм класу А240С з кроком 150 мм, що відповідає вимогам щодо забезпечення тріщиностійкості та стійкості елементу.

## Розділ 3

### Технологія та організація будівництва

#### 3.1. Підрахунок об'ємів робіт

Таблиця 3.1. Номенклатури та обсяги будівельних робіт

№ з/п	Види робіт	Одиниці виміру	Кількість
1	Внутрішньо майданчикова робота	%	4
2	Планування території забудови (попереднє) бульдозерами	1000 м <sup>2</sup>	1,032
3	Зняття верхнього рослинного шару бульдозером	1000 м <sup>2</sup>	0,945
4	Розробка котловану (екскаватор)	100 м <sup>3</sup>	41,76
5	Розробка котловану (вручну)	100 м <sup>3</sup>	1,871
6	Зворотна засипка ґрунту	100 м <sup>3</sup>	1,876
7	Ущільнення ґрунту	100 м <sup>2</sup>	8,94
8	Влаштування бетонна підготовка	м <sup>3</sup>	12,267
9	Влаштування опалубки для фундаментної плити	м <sup>3</sup>	87,341
10	Армування плити фундаментної монолітної	т	8,92
11	Укладання бетонної суміші в опалубку фундаментної плити	100 м <sup>3</sup>	4,539
12	Демонтаж опалубки	м <sup>3</sup>	87,341
13	Горизонтальна гідроізоляція	м <sup>3</sup>	1,32
14	Влаштування опалубки стін підвалу	100 м <sup>3</sup>	11,54
15	Влаштування опалубки під колони та пілони	100 м <sup>3</sup>	6,57
16	Армування колон та пілонів	м <sup>3</sup>	23,37
17	Армування стін підвалу	т	1,862
18	Влаштування опалубки для плити перекриття	т	1,765

19	Армування перекриття	т	4,651
20	Укладання бетонної суміші стін	м <sup>3</sup>	74,87
21	Заливання бетонної суміші в конструкцію колон та пілонів	м <sup>3</sup>	37,48
22	Укладання бетонної суміші в конструкцію плит перекриття	м <sup>3</sup>	96,22
23	Демонтаж опалубки стінової	100 м <sup>3</sup>	11,541
24	Демонтаж опалубки колон і пілонів	100 м <sup>3</sup>	6,57
25	Демонтаж опалубки конструкцій перекриття	м <sup>3</sup>	15,53
26	Влаштування опалубки колон наземної частини	100 м <sup>3</sup>	16,972
27	Влаштування опалубки стін наземної частини	100 м <sup>3</sup>	11,41
28	Влаштування опалубки перекриття наземної частини	м <sup>3</sup>	125,86
29	Армування колон наземної частини	т	7,309
30	Армування стін наземної частини	т	2,34
31	Армування перекриття наземної частини	т	30,1
32	Укладання бетонної суміші в конструкцію стін наземної частини	100 м <sup>3</sup>	2,36
33	Укладання бетонної суміші в конструкцію колон наземної частини	100 м <sup>3</sup>	2,753
34	Укладання бетонної суміші в конструкцію перекриття наземної частини	100 м <sup>3</sup>	7,847
35	Демонтаж опалубки стін наземної частини	100 м <sup>3</sup>	11,059
36	Демонтаж опалубки колон наземної частини	100 м <sup>3</sup>	17,854
37	Демонтаж опалубки перекриття наземної частини	м <sup>3</sup>	104,738
38	Мурування зовнішніх стін наземної частини	м <sup>3</sup>	1689,731
39	Зведення перегородок наземної частини	100 м <sup>3</sup>	8,387
40	Монтаж віконних блоків	м <sup>3</sup>	459,85
41	Влаштування гідроізоляції з гідроізоляційної плівки	100 м <sup>2</sup>	5,763

42	Влаштування пароізоляції з пароізоляційної плівки	100 м <sup>2</sup>	5,763
43	Влаштування теплоізоляції покрівлі	100 м <sup>2</sup>	5,763
44	Влаштування цементно-піщаної стяжки на покрівлі	100 м <sup>2</sup>	5,763
45	Нанесення рулонного килиму	100 м <sup>2</sup>	8,145
46	Влаштування водостічних ворон	шт	7
47	Монтаж площадок сходів	100 шт.	0,19
48	Монтаж маршів сходів	100 шт.	0,38
49	Монтаж шахт ліфтів	100 шт.	0,06
50	Монтаж віконних блоків	100 м <sup>2</sup>	17,871
51	Монтаж дверних коробок	100 м <sup>2</sup>	8,938
52	Оштукатурення стін і перегородок внутрішніх	100 м <sup>2</sup>	176,82
53	Затирка стелі	100 м <sup>2</sup>	73,926
54	Шпатлювання перегородок і стін внутрішніх	100 м <sup>2</sup>	156,84
55	Влаштування цементної стяжки	100 м <sup>2</sup>	52,762
58	Влаштування гідроізоляції вертикальної	100 м <sup>2</sup>	78,452
59	Влаштування пароізоляції з пароізоляційної плівки	100 м <sup>2</sup>	41,963
60	Влаштування каркасу для навісного фасаду	100 м <sup>2</sup>	3,653
61	Влаштування плит керамогранітних фасадних	100 м <sup>2</sup>	54,681
62	Вентиляція та опалення	%	11
63	Електромонтажні роботи на об'єкті	%	8
64	Газифікація будівлі	%	5

65	Сантехнічні роботи	%	6
66	Невраховані роботи	%	14
67	Благоустрій території	%	8
68	Здача об'єкту	%	4

### 3.2. Підбір монтажного крана

Важливим етапом при розробці технологічного розділу проекту є правильний підбір монтажного крана, оскільки від його характеристик залежить продуктивність всіх будівельних робіт протягом всього періоду зведення споруди. Передбачено застосування баштового крана приставного типу для організації процесу розвантаження та переміщення арматурних каркасів та опалубочних систем, при заливанні монолітних плит і для переміщення будівельних матеріалів, комплектуючих та обладнання. Бетонна суміш доставляється безпосередньо до місця укладання бетононасосом і це забезпечує швидкий і безпечний монтаж конструкцій.

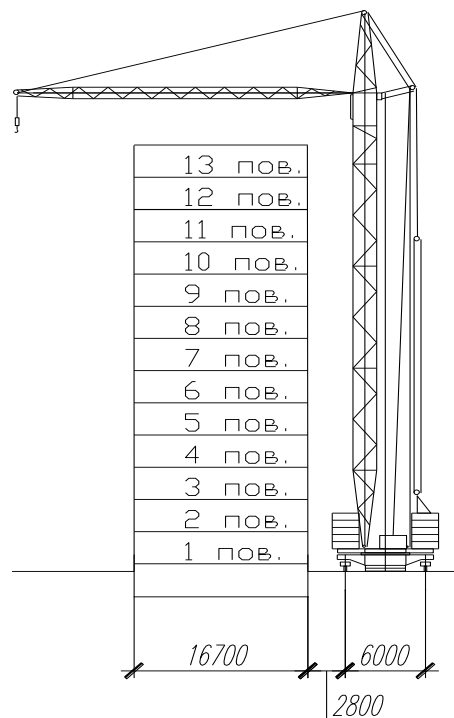


Рис. 3.1. Баштовий кран

Враховавши геометрію споруди і для безпечного виконання робіт кран повинен мати запас висоти під крюком не менше 5 м, тому орієнтовна необхідна висота оснащення визначається на рівні приблизно 45 м.

Через прямокутну форму будівлі та розміщення крана вздовж однієї з сторін необхідно забезпечити достатній виліт стріли, для обслуговування

протилежних кутів споруди. Розрахункова відстань від точки стоянки крану до найдалшого кута будівлі становить приблизно 44 м, відповідно раціонально прийняти кран з вильотом стріли щонайменше 50–60 м. Для виконання монолітних робіт необхідно забезпечити достатню вантажопідйомність на великих радіусах, так як кран буде використовуватись для підйому опалубочних щитів, арматурних каркасів, комплекту риштувань та інших елементів.

Для порівняння технічних характеристик було розглянуто два варіанти кранів та відповідають вимогам: **Potain MDT 178** та **Liebherr EC-B**. Обидва крани належать до класу плоских конструкцій, це спрощує їх монтаж у щільних міських умовах забудови та забезпечує зручну взаємодію з іншими механізмами на будмайданчику. Їх порівняльні характеристики наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Порівняння технічних характеристик баштових кранів

№	Показник	Potain MDT 178	Liebherr 200 EC-B
1	Максимальна вантажопідйомність, кг	8–10 т	10 т
2	Максимальний виліт стріли, м	До 60 м	До 65 м
3	Висота під крюком з нарощуванням, м	66–70	70
4	Вантаж на максимальному вильоті	1 т–1,3 т	1,3 т–2,1 т
5	Тип конструкції	Плоска вершина	Плоска вершина
6	Компоновка	зручна у щільній забудові	підвищена вантажність на великих вильотах

Аналіз технічних параметрів показує, що дві моделі здатні забезпечувати необхідний виліт і висоту під крюком для даної будівлі. Але при виборі враховували також характер майданчика, умову доставки, монтажу та специфіку виконання монолітних робіт. Враховуючи компактність будівельного майданчика, доцільно встановити кран з мінімізованою верхньою частиною та невибагливістю до умов монтажу. Саме цим вимогам найкраще відповідатиме кран **Potain MDT 178**, що відзначається модульністю, відносно швидким монтажем та оптимальним поєднанням вантажних характеристик і вильоту стріли. Також він придатний для роботи у щільній міській забудові.

Завдяки вильоту стріли до 60 м він здатний повністю перекрити всю площу будівлі разом з найвіддаленішими точками. Висота під крюком у конфігурації з нарощуванням дає можливість безпечно виконувати роботи на відмітках останнього поверху. Вантажна характеристика MDT 178 дозволяють

здійснювати підйом стандартної опалубки та бадді з бетоном, що використовують при зведенні монолітного каркаса.

Таким чином, з врахуванням геометричних параметрів будівлі, специфіки робіт, особливостей будмайданчика, остаточно обраним для виконання монтажних робіт прийнято баштовий кран Potain MDT 178. Технічні параметри якого повністю відповідають вимогам щодо зведення будівлі висотою 40 м. Його конфігураційні можливості забезпечать ефективність і безпечність виконання техпроцесів протягом всього періоду будівництва.

### 3.3. Підбір транспортних засобів

В процесі організації робіт критично важливо передбачити повний комплект машин та механізмів, транспортних засобів що забезпечують безперебійне, та оперативне виконання всіх етапів робіт, від доставки матеріалів до їх підйому, монтажу та заливки конструкцій.

Для доставки бетонної суміші на будмайданчик та опалубки доцільно використовувати автобетонозмішувач, що дає можливість оперативного доставити необхідні кількості бетонної суміші. Після доставки суміш подається безпосередньо в зону бетонування за допомогою бетононасоса. Це рішення забезпечить зручність, зменшить трудовитрати, підвищить продуктивність та гарантує необхідні якість і темп заливки бетонних конструкцій.

Також важливим є організація логістики і внутрішнього переміщення матеріалів. Для цього використовують вантажні автомобілі або маніпулятори, що доставляють арматуру, опалубку та матеріали і обладнання на територію майданчика. І підбираємо навантажувачі, підйомники/візки для забезпечення переміщень цих матеріалів безпосередньо в зони монтажу чи підйому. Як допоміжне обладнання використовуємо вібротехніку. Перелік необхідних машин та механізмів представлено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3. Машини та механізми для монтажу та бетонування

№	Тип техніки / механізму	Марка / модель	Призначення / функція
1	Автобетононасос / насос + стріла	Putzmeister BSF 36.14 H на шасі MAN TGS 32.440 8×4	Подача бетонної суміші на висоту для заливки колон, перекриттів, опалубки
2	Пересувний бетононасос	Schwing-Stetter BSA 1409 H на шасі Scania	Безпосередня подача бетонної суміші до опалубки, вертикальних та горизонтальних конструкцій

<b>№</b>	<b>Тип техніки / механізму</b>	<b>Марка / модель</b>	<b>Призначення / функція</b>
3	Автоміксер / шасі-міксер	MAN TGS 41.400 8×4 + Euromix MTP EM 10L	Доставка бетонної суміші від заводу або змішувального вузла до будмайданчика
4	Вантажний транспорт / самоскиди	MAN TGS 33.440 6×4 або Scania P 410	Доставка арматури, опалубки, будівельних матеріалів та комплектів конструкцій на майданчик
5	Внутрішньомайданчикові підйомники / навантажувачі	Komatsu FD70 або вилковий підйомник Toyota 7FD70	Розвантаження матеріалів, подача до крана / бетононасоса, внутрішньомайданчикові переміщення
6	Додатковий автобетононасос для резерву	Putzmeister M 36-5 на шасі Mercedes-Benz Actros	Підвищення надійності і безперервності бетонування на висоті

Такий підхід до комплектацій будмайданчика, з чітким розділенням функцій, розподілом задач та спеціалізацією техніки в результаті дає змогу забезпечити безперервний процес монтажу та збалансований. І забезпечити раціонально використовувати ресурси, підвищити продуктивність і якість будівництва, мінімізувати простой.

Отже, для успішного виконання робіт на цьому об'єкті рекомендується застосувати весь комплекс підібраних машин та механізмів.

### **3.4. Технологічна карта на влаштування покрівлі**

Технологічна карта передбачає підготовку основи під певні етапи робіт: влаштування пароізоляційного шару та його монтаж, укладання утеплювача, вирівнювання поверхні під покрівельний килим, ґрунтування та влаштування мембранного покриття. Покрівля передбачає зовнішній водостік та ухил до 2,5 % (дивись додаток 3).

### **3.5. Сітковий графік**

#### **Склад об'єктного потоку**

Організація будівництва житлового будинку передбачає чітке визначення потоків робіт для забезпечення максимального поєднання процесів та скорочення термінів будівництва. Склад об'єктного потоку формує спеціалізовані та приватні підпотоки, що охоплюють підземну та надземну частини будівлі.

## **Підземна частина**

До підземної частини належать земляні роботи, палі, монтаж стін та перегородок підвалу. Земляні роботи включають екскавацію ґрунту з навантаженням у автосамоскиди та дообробку вручну під фундамент із зачисткою. Свайні роботи передбачають забивку, підготовку торців, очищення під ростверк, опалубку, арматурні роботи, бетонування та розпалубку після набору міцності. Монтаж стін та перегородок підвалу супроводжується засипкою пазух котловану, укладанням підлог, влаштуванням випусків і введів інженерних комунікацій, бетонуванням підлоги, гідроізоляцією стін та монтажем перекриттів із виконанням зварювальних робіт.

## **Надземна частина**

До робіт надземної частини належить монтаж конструкцій поверхів, включаючи тюрбінги, столярно-плотничі роботи, сантехнічні та електромонтажні роботи, штукатурні та плиточні роботи, підготовка підлоги та монтаж чистових покриттів. Крім того, передбачено монтаж ліфтів, фарбування, обробку внутрішніх приміщень та виконання спеціальних робіт.

Для забезпечення безперервності процесів частина робіт виконується паралельно: наприклад, засипка пазух котловану проводиться одночасно з монтажем стін підвалу, а внутрішні системи водопостачання та опалення монтуються паралельно зі столярними роботами.

Техніко-економічні показники дозволяють визначити тривалість будівництва житлового будинку з урахуванням підготовчого періоду, підземної та надземної частини, а також завершальної обробки. Аналіз за нормативними документами показує загальний строк будівництва 13 місяців із розподілом по етапах: підготовчий період - 1 місяць, підземна частина - 3 місяці, надземна частина - 7 місяців, оздоблювальні роботи - 2 місяці.

На основі визначеної виробничої спроможності будпідрозділу і прийнятої технологічної моделі щодо організації процесів сформуємо сітковий графік. Він є інструментом з оптимізації календарного планування. На підготовчому етапі проводиться планування картки-ідентифікатора ресурсів та робіт, в якій систематизують вихідні дані. До них відносяться: трудомісткість операцій; потреба у використанні будівельних машин та механізмів; нормативні тривалості виконання робіт.

Всі інформаційні позиції в картці заповнюються перед початком розрахункових процедур, за винятком першої та другої граф, вони визначаються тільки після встановлення параметрів сіткового графіка і його оптимізованої структури.

Визначення тривалості кожного з процесів здійснюють згідно з розрахованою виробничою здатністю задіяних бригад чи спеціалізованих ланок. Чисельний і професійний склад бригад формується відповідно до

рекомендацій Держбуду та галузевими положеннями. Побудову сіткової моделі розпочинає із створення безмасштабної блок-схеми. Вона відтворює технологічну послідовність виконання будівельно-монтажних робіт і, відповідно, логіку формування об'єктного потоку.

Розрахунок усіх параметрів сіткової моделі виконується традиційно із використанням обчислювальних засобів, проте може бути реалізований і в табличній формі. Також може бути безпосередньо виконано шляхом графічного нанесення інформації. При цьому кожному подію на сітковому графіку подають у вигляді структурованої умовної фігури, що ділять на чотири сектори. Це забезпечує можливість фіксації всіх необхідних показників.

Розрахунок аналітичний проводився у напрямі зліва направо. Починався від вихідної події. Цей етап визначив ранні початки робіт. Вихідній події присвоєно нуль, оскільки вона не має попередніх подій. Всі отримані значення занесли до лівого і нижнього секторів графічного елемента схеми. Визначивши ранні початки та пізні завершення процесів проводили розрахунок резервів часу. Резерви загальний і частковий позначено безпосередньо під стрілкою, це відображає відповідну роботу. В лівому прямокутнику позначили загальний резерв, а у правому відображено частковий. Для критичних робіт ці два значення дорівнюють нулю.

Прив'язування сіткового графіка до реального календарного часу здійснено після встановлення ранніх початків робіт. Нанесено календарні позначки на виносній стрілці, яка відходить від відповідної події і зафіксовано її прив'язку до фактичних дат. Після завершення, безмасштабна схема була трансформована в часовий масштаб з врахуванням календарних умов виконання робіт.

Формування сіткового графіку в часовому масштабі доцільно виконувати послідовно: 1). Побудова горизонтальної часової осі та відображення календарних чи робочих днів відповідних місяців; 2). Нанесення всіх елементів робіт відповідно до всіх значень ранніх початків, апри цьому проєкція роботи на часову вісь враховує нормативну тривалість і частковий резерв.

Заключним є етап укладання остаточної версії сіткового графіка на підставі відомостей, що наведені у картці-ідентифікаторі робіт та ресурсів. Це забезпечує узгодженість всіх планувальних рішень з обсягами будівельно-монтажних процесів.

Техніко-економічні показники по об'єкту будівництва наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4. ТЕП

<b>Показник</b>	<b>Од-ці Вим.</b>	<b>Величини</b>
Сумарна трудомісткість	люд. дн	92947,5
Сумарна тривалість	роб. дн	161
Максимальна кількість працюючих	чол.	86
Середня кількість працюючих	чол.	62
Коефіцієнт нерівномірності руху труд.-х ресурсів	-	1,38

### **3.6. Проектування будгенплану об'єкта**

#### **Компоновка будівельного генерального плану**

Розроблення будівельного генплану передбачає уточнення просторової організації будмайданчика і взаємного розміщення основних технологічних елементів. На цьому етапі здійснюють робочі прив'язки монтажних і вантажопідіймальних механізмів, це забезпечує раціональну логістику і безпечні умови виконання робіт. Для монтажу конструкцій будівлі передбачено застосування баштового крану, технічні характеристики якого відповідають вимогам об'єкта.

Компоновка будгенплану включає такі заходи:

1. Організація виробничих зон. На території розташовують площадки для приймання бетонних та розчинних сумішей, бункери-накопичувачі також інші технологічні установки, які забезпечують безперервність будівельно-монтажних робіт.
2. Розміщення тимчасових адміністративно-побутових приміщень. Передбачають встановлення модульних споруд для персоналу, інженерно-технічного складу, санітарно-побутові блоки, все згідно з нормами охорони праці і санітарними вимогами.
3. Проектування транспортних та пішохідних шляхів. Внутрішньомайданчикові дороги та пішохідні доріжки, під'їзні шляхи формують з врахуванням інтенсивності руху, радіусу повороту техніки та зон можливих перетинів транспортних потоків.

4. Підведення інженерних мереж. Тимчасові водопровідні та каналізаційні мережі, електричні прокладаються з врахуванням вимог електро- та пожежної безпеки із забезпеченням безперебійного функціонування тимчасових споруд.
5. Оформлення умовних позначень. Всі тимчасові об'єкти заносять до експлікації, вони є складовою частиною будівельного генплану. Їх позначення виконуються відповідно нормативним графічним стандартам.

### **Прив'язка монтажних кранів, підймальних механізмів**

Прив'язка монтажного крану є ключовим етапом формування будгенплану. Це визначає можливість ефективного виконання монтажних робіт та забезпечує дотримання усіх вимог безпеки. Його розташування виконується з врахуванням технологічної послідовності, параметру об'єкта будівництва і технічних характеристик застосовуваного обладнання.

### **Поперечна прив'язка баштових кранів**

Для обслуговування будівлі використовується баштовий кран, встановлення здійснюється на підкранових шляхах. Вісь підкранових шляхів визначено відносно зовнішньої грані будівлі відповідно до вимог безпечної експлуатації. Розрахунок відстані між будівлею та віссю руху крана виконується за залежністю:

$$B = 3,7 + 2,2 = 5,9 \text{ м,}$$

Забезпечення цих параметрів буде гарантувати безпечну роботу крана. Та запобігає зіткненню всіх рухомих елементів з будівельними конструкціями.

### **Розташування підкранових шляхів**

При проектуванні підкранових колій в зоні, що прилягає до відкритих неукріплених траншей, котлованів чи інших виїмок, необхідно забезпечити їх віддалення від відкосу. Це пов'язано з можливістю зсуву ґрунту і ризику втрати стійкості баластної основи підкранового шляху. Через це мінімальна горизонтальна відстань від укосу до нижньої межі баластної призми має визначатися залежно від глибини виїмки.

З огляду на те, що баластна призма має свою геометрію та ухил, для точного визначення положення рейкової колії додатково розраховується відстань від її краю до осі рельса. Цей параметр дозволяє встановити положення шпал і забезпечити нормативний запас безпеки.

Розрахункова відстань визначається за формулою:

$$L_{п.п} \geq 30,58 + 6 + 4 = 40,58 \text{ м,}$$

Таке визначення параметрів дає змогу забезпечити стійкість підкранового шляху, запобігти деформаціям та гарантувати безпечну експлуатацію вантажопідйимального обладнання в зоні прилеглих виїмок.

## Розрахунок тимчасових будівель

Інвентарні будівлі, які використовують на будмайданчиках, класифікують за ступенем мобільності і конструктивними особливостями. Основні типи таких споруд:

**Збірно-розбірні конструкції** - швидко монтуються та демонтуються, складаються з уніфікованих елементів;

**Контейнерні модулі** - мають підвищену транспортабельність і заводський рівень готовності;

**Пересувні** - дозволяють оперативно переміщувати будівлі між об'єктами без повного розбирання.

Таблиця 3.4. тимчасових будівель

Найменування	Кількість працівників	Норматив на 1 особу, м <sup>2</sup>	Розрахункова площа, м <sup>2</sup>	Прийнята площа, м <sup>2</sup>
Прорабська	20	4,6	92	95
Червоний куточок	190	0,25	47,5	50
Гардеробна	142	0,95	134,9	140
Душова	142	0,45	63,9	70
Умивальник	142	0,05	7,1	-
Сушарка	142	0,25	35,5	38
Їдальня	142	0,65	92,3	95
Вбиральня	142	0,08	11,36	16

## Електрозабезпечення будгенплану

### Розрахунок необхідної потужності електроустановки

Для визначення потужностей електроустановки або трансформатора використовується метод питомої електричної потужності:

$$P_p = 70 \times 3,122 \times 1 = 219,25 \text{ кВА};$$

Для тимчасового електропостачання будмайданчика найбільш доцільним є застосування інвентарних пересувних трансформаторних комплексних підстанцій. Виходячи з розрахункової потужності 219,25, встановлюємо дві пересувні трансформаторні збірні підстанції потужністю в 260 кВА. Кожна

забезпечує необхідний резерв і надійність електропостачання на будмайданчику.

### **Проектування тимчасової водопровідної мережі**

Під час проектування, тимчасові водопровідні мережі, необхідно враховувати можливість поступового розширення та переналагодження трубопроводів для розвитку будівництва. Тимчасові водопроводи можуть організовувати за трьома основними схемами: кільцева, тупикова чи змішана.

- Кільцева схема замкненим контуром забезпечить безперервну подачу води навіть в разі пошкодження на одній ділянці, це робить її найбільш надійною.
- Тупикова схема передбачає основну магістраль, від неї відходять гілки до точок водоспоживання.
- Змішана схема складається з внутрішнього замкненого контуру з відгалуженням до необхідних споживачів.

### **Розрахунок діаметру водопровідних труб**

Діаметр водопровідної мережі напірної визначають за номограмою чи обчислюють за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 12 \times 1000}{3,14 \times 2}} = 82 \text{ мм};$$

Отримане значення округлили до найближчого стандартного діаметра. Для зовнішніх протипожежних водопроводів мінімальний діаметр приймаємо не менше 100 мм.

На основі схеми виконується гідравлічний розрахунок трубопроводів для забезпечення необхідного тиску та витрати води.

Для даного проєкту приймаємо  $d = 100 \text{ мм}$ .

## **Розділ 4**

### **Економіка будівництва**

#### **Локальний кошторис**

Вартість будівельних робіт багатоповерхового житлового будинку запроєктованого у м. Івано-Франківську розраховано в локальному кошторисі (додаток 4).

## Розділ 5

### Охорона праці

Безпечні умови праці, їх забезпечення, під час спорудження житлового будинку має ключове значення та є одним з головних завдань організації будівництва. Усі роботи на об'єкті повинні виконуватися відповідно до вимог законодавства України у сфері охорони праці, включаючи закони «Про охорону праці», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку», а також чинні галузеві норми й стандарти.

#### *Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів*

Під час виконання будівельно-монтажних робіт можливе виникнення таких ризиків як: падіння працівників з висоти під час монтажу конструкцій; падіння інструменту та матеріалів з верхніх ярусів; отримання травм через несправність техніки або неправильно підібраний інструмент; контакт зі шкідливими речовинами (будівельні суміші, фарбувальні матеріали); психофізичні навантаження та стресові ситуації; ураження електричним струмом у разі порушення вимог експлуатації обладнання; вплив шуму, пилу, вібрацій та інших фізичних факторів;

#### *Організаційні заходи*

Для запобігання нещасним випадкам на будівельному майданчику проводяться інструктажі з охорони праці, а саме: вступний, первинний, повторний та позаплановий. Призначаються відповідальні працівники, які здійснюють контроль виконання вимог безпеки. Розробляються технологічні карти, схеми організації робіт та забезпечується видача засобів індивідуального захисту. На території об'єкта встановлюють попереджувальні знаки та інформаційні стенди.

#### *Вимоги до облаштування робочих місць*

У разі виконання робіт на висоті робочі зони повинні бути обладнані захисними огороженнями. Забороняється робота без запобіжних пристроїв або при несправному обладнанні. Електроінструменти повинні проходити технічну перевірку та мати заземлення. Робочі місця в темний час доби необхідно забезпечити тимчасовим освітленням. Риштування та помости мають відповідати чинним нормам.

#### *Санітарно-гігієнічні вимоги*

На будівельному майданчику облаштовуються побутові приміщення, зокрема кімнати для переодягання, душові та санвузли. Працівникам має бути забезпечений доступ до питної води, а в холодну пору року до підігрітих напоїв. Проводиться регулярне прибирання та контроль за санітарним станом території.

#### *Пожежна безпека*

Об'єкт укомплектовується первинними засобами пожежогасіння, серед яких – переносні вогнегасники в кількості не менше двох на кожному поверсі. Працівники проходять інструктаж із пожежної безпеки. Паління дозволяється

лише у спеціально визначених місцях. На будмайданчику розміщується протипожежний щит із необхідним оснащенням.

*Надання першої медичної допомоги*

Для оперативного реагування на можливі травми на території об'єкта повинна бути наявна аптечка з повним набором медикаментів та перев'язувальних матеріалів. Працівники проходять навчання з надання першої долікарської допомоги. У разі необхідності має бути забезпечена можливість швидкого виклику медичних служб.

Детальна інформація щодо організації охорони праці представлена у додатку 5.

## **Розділ 6**

### **Наукова частина**

#### **Дослідження впливу геометрії колон на несучу здатність монолітних плит перекриття при продавлюванні**

##### **Мета дослідження**

Дослідження підвищення надійності та ефективності монолітних безбалочних перекриттів аналізуючи вплив різних форм поперечного перерізу колон на розрахунковий опір з/б плити продавлюванню.

##### **Об'єкт дослідження**

Конструктивна взаємодія елементів залізобетонного монолітного каркасу, плити перекриття з колоною в зоні опирання.

##### **Предмет дослідження**

Залежність, при продавлюванні, несучої здатності залізобетонної плити від форми та геометричних характеристик перерізів колон.

##### **Завдання дослідження**

1. Проаналізувати сучасні нормативні вимоги щодо розрахунку на продавлювання.
2. Розглянути основні види і форми колон, які застосовують в монолітних каркасах.
3. Розробити розрахункові моделі плит з круглими та квадратними колонами.
4. Виконати числовий експеримент в ПК
5. Визначити граничне продавлювальне зусилля для кожного варіанта
6. Проаналізувати залежність коефіцієнта запасу від форми перерізу колон

##### **Методи дослідження:**

- Теоретичний аналіз
- Розрахункові методи залізобетонних конструкцій
- Числове моделювання у ПК
- Порівняльний аналіз ефективності варіантів

##### **Вступ**

Каркасні монолітні системи з безбалочними перекриттями застосовуються дуже активно у сучасному будівництві житлових та

громадських споруд. Такі системи забезпечують високу просторову жорсткість конструкції та гнучкість у формуванні внутрішнього простору і зменшення загальної висоти поверху. Але відсутність балок зумовлює підвищення рівня відповідальності перекриття в місцях опирання на колони, де виникають локальні напруження і досить значні.

Найбільшим критичним видом граничного стану таких систем є продавлювання плити, яке характеризується раптовим характером руйнування і реальною можливістю розвитку прогресуючого обвалення. Саме тому нормативні документи України висувають жорсткі вимоги щодо перевірки плит перекриття на продавлювання.

Одним з конструктивних чинників, що визначає опір продавлюванню, є форма перерізу колони, тому що вона впливає на довжину контрольного периметра і на розрахункову несучу здатність плити. Різні за перерізом колони (круглі, квадратні, прямокутні) по-різному передають зусилля на плиту, формуються різні поля напружень. В практиці проєктування це часто не враховується, а це може призвести до консервативних або ризикових інженерних рішень.

Враховуючи зростання практики зведення багатоповерхових будівель з складними архітектурно-планувальними рішеннями та підвищенням експлуатаційних вимог, необхідність визначення впливу геометричних характеристик колон на роботу плит при продавлюванні набуває актуальності.

В монолітних з/б каркасах колони виконують функцію несучих вертикальних елементів. Вони передають навантаження від плит та ригелів на фундамент. Під час проєктування враховують міцність та жорсткість елемента, а ще геометричну форму, яка впливає на архітектурні рішення, роботу з'єднання плити з колоною та опір продавлюванню.

В практиці будівництва найбільш застосовуваними є поперечні перерізи колон квадратні, прямокутні та круглі.

Прямокутні колони доцільно застосовувати в тих випадках, коли будівля сприймає значні горизонтальні впливи чи за необхідності забезпечити збільшену жорсткість в одному напрямку. Подовжена форма перерізу дає кращий опір згинальним моментам, які виникають в об'єктах з великим прольотом, в підземних парковках або торговельних комплексах. Але нерівномірний характер розподілу напружень вимагає ретельної перевірки вузлів з'єднання з плитами перекриття.

Колони круглого перерізу характеризуються максимально рівномірним розподілом напружень в поперечному перерізі і високою ефективністю щодо сприйняття центрального стиску. Їх доцільно застосовувати в умовах підвищеної аеродинамічної дії та коли архітектурні рішення потребують пластичних та плавних форм.

В сучасній практиці ще використовують багатокутні та складні за профілем колони з Т-подібним, Х-подібним перерізом. Але їх застосування обмежується специфічними вимогами промислових або унікальних за архітектурним рішенням будівель через складність армування та опалубочних робіт.

Квадратні колони характеризуються симетрією відносно обох осей, це забезпечує рівномірний опір на стиск та дозволяє формувати достатню довжину контрольного периметра для перевірки на продавлювання плит. Прямі грані також спрощують технологію монтажу опалубки та компоновку арматурних каркасів. Саме через це, цей тип колон широко застосовують в житлових та громадських будівлях каркасного типу та було обрано для теми даного дослідження разом з колонами круглого перерізу.

Перші наукові дослідження механічних моделей продавлювання плит над колонами різної форми були запропоновані Кіннуненом і Нюландером, подальші дослідження відображено в працях Халгрена та Муттоні, що є основою сучасних проектних норм Єврокоду. В Україні дослідження питання просторової роботи каркаса та опираючої плит досліджувались в працях Беленького, Соколова та наукових школах Київського національного університету будівництва і архітектури, Національного університету «Львівська політехніка».

Перевірка плити на продавлювання є одним із важливих елементів розрахунку безбалочних монолітних перекриттів. Це визначає їх рівень надійності і безпеки експлуатації. Згідно з вимогами чинних нормативних документів оцінка граничного стану продавлювання базується на аналізі взаємодії плити з колоною в зоні прикладання концентрованих зусиль від дії вертикальних навантажень. Тобто, передбачає перевірку взаємодії бетонної плити з опорним елементом у місцях концентрації вертикального навантаження.

Здатність плити сприймати продавлювальні зусилля визначаються поєднанням таких параметрів, як питомого опору бетону, ефективної висоти перерізу плити та довжиною контрольного периметра навколо опорного елемента. Таким чином, геометрична конфігурація колони є важливим фактором, оскільки від її форми залежить довжина контрольного контуру *и1*. Це, у свою чергу, змінює розрахунковий опір конструкції до продавлювання.

## **Методика дослідження**

Метою даного розрахунку є визначення та порівняння несучої здатності монолітної залізобетонної плити перекриття на продавлювання в зоні опираючої на колони різної геометричної форми поперечного перерізу.

Для цього виконуємо:

### **1. Розробка розрахункових моделей плит з колонами круглого та квадратного перерізів**

Вихідні дані

В ПК МОНОМАХ законструйовано монолітно-каркасну будівлю. Було розглянуто два варіанта колон з різною геометрією перерізів:

1 **варіант** – колона квадратного перерізу (**Км,sq-24**), розміром 400 на 400 мм;

2 **варіант** – колона круглого перерізу (**Км,circ-24**) діаметром 450 мм.

Діаметр колони нестандартного перерізу було обрано з метою отримання реальних даних та задля чистоти експерименту. Оскільки навантаження сприймає поперечний переріз тому даний варіант дає можливість максимально наблизити площі поперечного перерізу до однакового показника.

Клас бетону, в обох варіантах, прийнято як С20/25. Збір навантаження виконано у 2 розділі даної роботи. Висота колон 3 м. Для розрахунку обрано колону Км-24.

Моделі плит було законструйовано в ПК Мономах

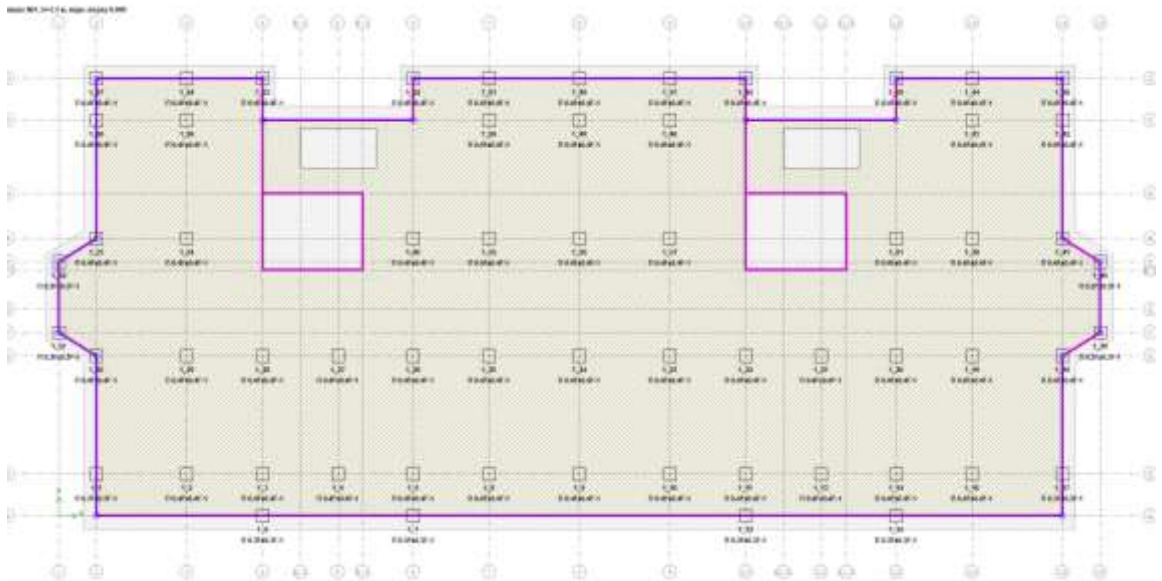


Рис.6.1. Схема розташування колони Км,sq-24 квадратного перерізу

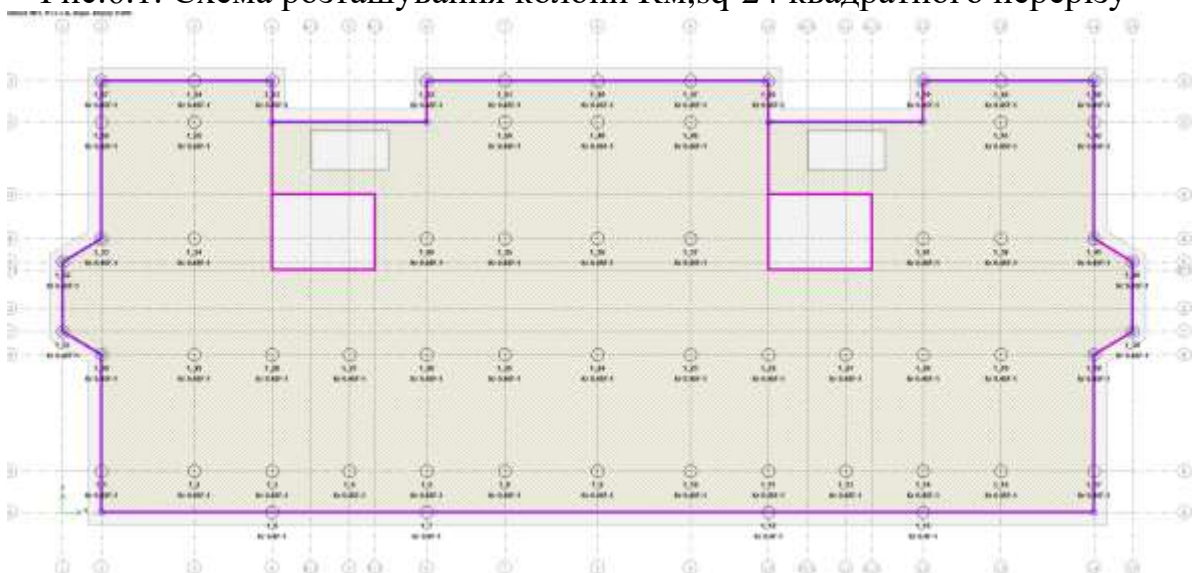


Рис. 6.2. Схема розташування колони Км,circ-24 круглого перерізу

## 2. Обчислюємо основний контрольний периметр для дослідних колон Км-24

Периметри на відстані  $2d = 400$  мм від грані опори по всьому периметру:

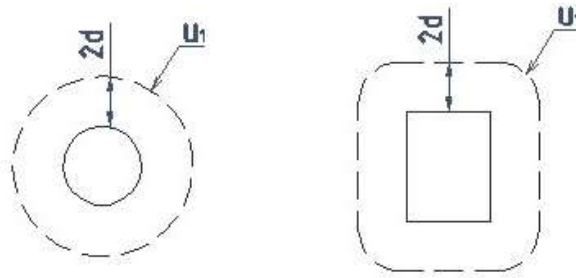


Рис. 6.3. Схема контрольного периметру колон круглого та прямокутного перерізів

Для колони круглого перерізу  $\varnothing 450$  мм обчислили

$$u_{l, circ.} = \pi(\varphi + 4d) = \pi(450 + 800) = 3,14 \cdot 1251,5 = 3925 \text{ мм.}$$

Для колони квадратного перерізу  $400 \times 400$  мм обчислили

$$u_{l, sq} = 4(a + 4d) = 4(0,4 + 0,8) = 4,8 \text{ м} = 4800 \text{ мм.}$$

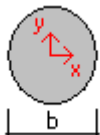
Таблиця 6.1. Вихідні дані колон Км-24

№	Найменування	Колона квадратного перерізу Км,sq-24 400x400 мм	Колона круглого перерізу, Км,circ-24 $\varnothing 450$ мм
1	Площа перерізу колони, мм <sup>2</sup>	160000	3925
2	Основний контрольний периметр колони $u_1$ , мм	159000	4800

### 3. Розрахунок колон виконано в Колона ПК Мономах

Отримано результати розрахункових сполучень навантажень та результат армування дослідник колон відповідної геометрії перерізу.

#### Колона Км,circ-24



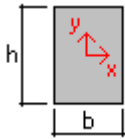
#### Результати МСЕ розрахунку

Км 1_24 (1_24)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Переріз
Постійне	163	-2.62	1.52	0.756	-1.37	0	1_24.1
	161	1.89	-0.974	0.756	-1.37	-	1_24.2
Довготривале	6.41	0.0171	0.00198	0.00126	0.00525	-	1_24.1
	6.41	-0.00023	-0.0022	0.00126	0.00525	-	1_24.2



Рис. 6.4. Колона круглого перерізу Км,circ-24

## Колона Км,sq-24



## Результати МСЕ розрахунку

Км 1_24 (1_24)	N, тс	M <sub>x</sub> , тс*м	M <sub>y</sub> , тс*м	Q <sub>x</sub> , тс	Q <sub>y</sub> , тс	T, тс* м	Переріз
Постійне	161	-2.75	1.55	0.77	-1.44	0	1_24.1
	160	2	-0.986	0.77	-1.44	-	1_24.2
Довготривале	6.39	0.0213	0.00272	0.00173	0.00691	-	1_24.1
	6.39	-0.0015	-0.00299	0.00173	0.00691	-	1_24.2
Короткочасне	21.1	0.0703	0.00914	0.00578	0.0229	-	1_24.1
	21.1	-0.00515	-0.00994	0.00578	0.0229	-	1_24.2
Вітрове 1	0.126	-0.762	-0.422	-0.194	-0.37	-	1_24.1
	0.126	0.46	0.218	-0.194	-0.37	-	1_24.2
Вітрове 2	-0.596	-0.784	0.312	0.14	-0.385	-	1_24.1
	-0.596	0.486	-0.149	0.14	-0.385	-	1_24.2

## Сполучення навантажень. Скорочений список

Км 1_24 (1_24)	N, тс	M <sub>x</sub> , тс*м	M <sub>y</sub> , тс*м	Q <sub>x</sub> , тс	Q <sub>y</sub> , тс	T, тс* м	Переріз
Перша група гран. станів. Випадок б (всі навант.)							
Група 1	207	-3.88	1.19	0.611	-2.02	0	1_24.1
	192	-2.97	1.72	0.851	-1.56	-	трив. частина
	207	-1.96	2.25	1.1	-1.08	-	1_24.1
	192	-2.97	1.72	0.851	-1.56	-	трив. частина
	208	-1.94	1.33	0.679	-1.06	-	1_24.1
	192	-2.97	1.72	0.851	-1.56	-	трив. частина
	177	-1.96	2.3	1.12	-1.06	-	1_24.1
	177	-3.02	1.71	0.847	-1.58	-	трив. частина
	176	-4.12	2.15	1.04	-2.12	-	1_24.1
	177	-3.02	1.71	0.847	-1.58	-	трив. частина
	206	-3.91	2.12	1.03	-2.03	-	1_24.1
	192	-2.97	1.72	0.851	-1.56	-	трив. частина
Перша група гран. станів. Випадок а (д.-трив.)							
Група 2	207	-2.92	1.72	0.855	-1.55	-	1_24.1
	192	-2.97	1.72	0.851	-1.56	-	трив. частина
	177	-3.02	1.71	0.847	-1.58	-	1_24.1

Км 1_24 (1_24)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс* м	Переріз
	178	-3.02	1.72	0.847	-1.59	-	трив. частина

### Розрахункове армування

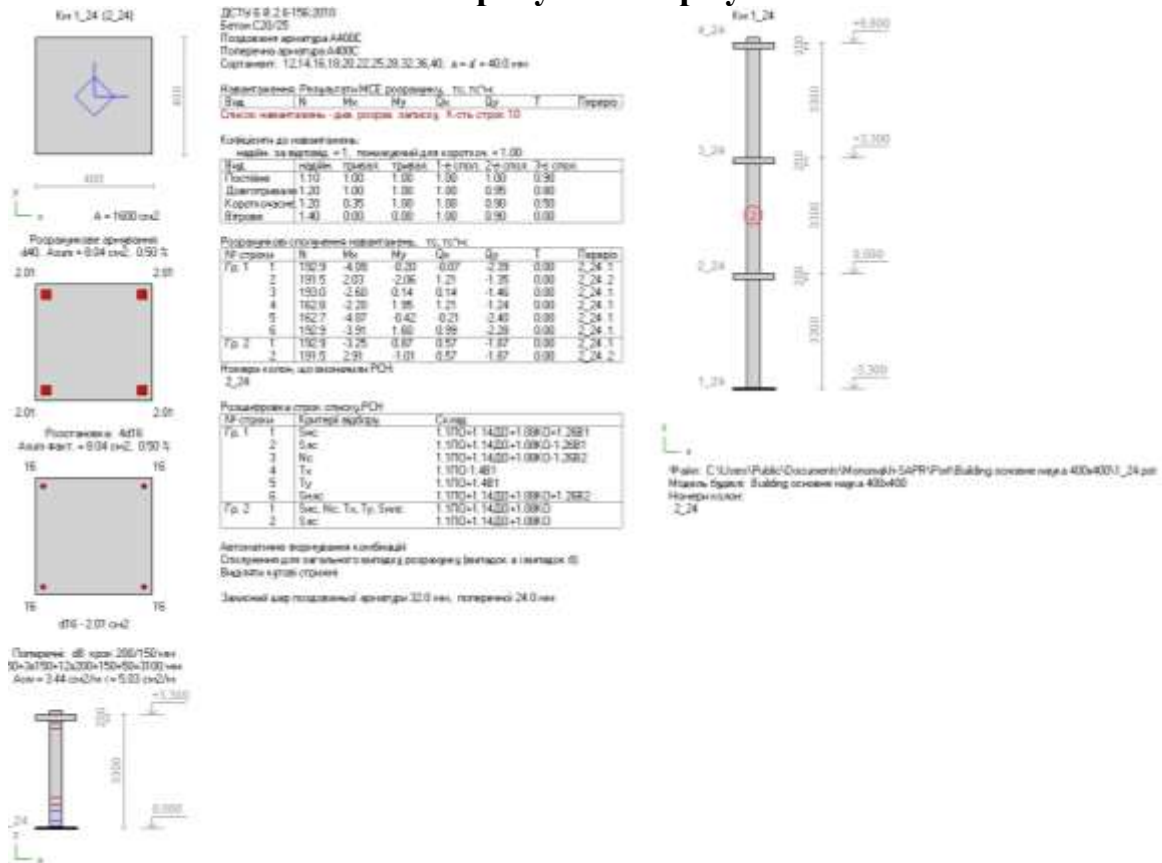


Рис. 6.5. Колона квадратного перерізу, Км, sq-24

#### 4. Розрахунок на визначення та порівняння несучої здатності монолітної залізобетонної плити перекриття на продавлювання в зоні опирання на колони різної геометричної форми поперечного перерізу.

Враховавши отримані дані розрахунок виконуємо для двох колон, які було розраховано та заармовано:

**Варіант 1 (Км, sq-24 кругла колона):** діаметр 450 мм, армування 6 Ø12 мм А 400С

**Варіант 2 (Км, sq-24, квадратна колона):** переріз 400×400 мм, армування 4Ø16 мм А 400С

Розрахунок виконується згідно з вимогами ДБН В.2.6-98:2009 і ДСТУ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2). Ці нормативні документи регламентують

методику перевірки плит на продавлювання та вводять поняття **основного (контрольного) периметра** на відстані  $2d$  від контуру опори.

Додатково використано положення **ДСТУ Б В.2.6-156:2010** та сучасні наукові праці та методичні рекомендації щодо розрахунку плит на продавлювання.

Вихідні дані для розрахунку

Для обох варіантів приймаємо:

Ефективна висота плити:

$$d=200 \text{ мм.}$$

Клас бетону:

$$C_{20/25}=20 \text{ МПа.}$$

Нормативні коефіцієнти:

$$C_{Rd,c}=0.18; \gamma_c=1.5;$$

$$k=1+\sqrt{\frac{200}{200}}=2$$

Арматура (для оцінки  $\rho_l$ ):

**Кругла колона  $d=450$  мм;  $6\emptyset 12$  А 400С:**

$$A_{s,circ}=6 \cdot \frac{3,14 \cdot 12^2}{4} = 678,6 \text{ мм}^2$$

**Квадратна колона  $400 \times 400$  мм;  $4\emptyset 16$  А 400С :**

$$A_{s,sq}=4 \cdot \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} = 804,3 \text{ мм}^2$$

Для спрощеної оцінки (як часто роблять у прикладних методичках до EN 1992) приймаємо, що площа арматури, віднесена до 1 м ширини плити, дорівнює площі стержнів:

Тоді

Для круглої колони

$$\rho_{l,circ}=\frac{679,57}{1000 \cdot 200} = 0,0034$$

Для квадратної колони

$$\rho_{l,circ}=\frac{805,24}{1000 \cdot 200} = 0,0041$$

### **Розрахунок круглої колони $d=450$ мм**

1). Розрахунок питомого опору  $V_{Rd,cv}$

$$100 \cdot \rho_{l,circ} \cdot f_{ck}=100 \cdot 0,0034 \cdot 20=6,78491$$

$$(100 \cdot \rho_{l,circ} \cdot f_{ck})^{1/3}=(6,78491)^{1/3}=1,91025$$

$$v_{Rd,c,circ} = \frac{0,18}{1,5} \cdot 2 \cdot 1.91025 = 0.12 \cdot 2 \cdot 1.91025 = 0,4637 \text{ Н/мм}$$

2). Контрольний периметр  $u_{1,circ} = 3925 \text{ мм}$

3). Несуча здатність на продавлювання

$$V_{Rd,c,circ} = 0,4637 \cdot 3925 \cdot 200 = 357\,302 \text{ Н} = 357,3 \text{ кН}$$

### **Розрахунок колони з перерізом квадратним 400x400мм**

1). Розрахунок питомого опору  $v_{Rd,cv}$

$$100 \cdot \rho_{l,circ} \cdot f_{ck} = 100 \cdot 0,0041 \cdot 20 = 8,04289$$

$$(100 \cdot \rho_{l,circ} \cdot f_{ck})^{1/3} = (8,04289)^{1/3} = 2,00361$$

$$v_{Rd,c,circ} = 0,18 / 1,5 \cdot 2 \cdot 2,00361 = 0.12 \cdot 2 \cdot 2,00361 = 0,4809 \text{ Н/мм}^2$$

2). Контрольний периметр  $u_{l,circ} = 4800 \text{ мм}$

3). Несуча здатність на продавлювання

$$V_{Rd,c,circ} = 0,4809 \cdot 4800 \cdot 200 = 461\,617 \text{ Н} = 461,62 \text{ кН}$$

На підставі отриманих даних було виконано порівняльний аналіз з врахуванням геометричних характеристик та характеру армування колон

### **Таблиця 6.2. Геометричні та армувальні характеристики колон**

№	Показники	Кругла колона	Квадратна колона
1	Геометрія перерізу	$\varphi = 450 \text{ мм}$	400x 400 мм
2	Площа арматури $A_s$ , мм <sup>2</sup>	678,6	804,3
3	Кількість і діаметр стержнів	6Ø12	4Ø16
4	Ефективна висота плити, мм	200	200
5	Клас бетону	C20/25	C20/25

Результати зведено у таблицю результатів розрахунку табл. 6.3.

### **Таблиця 6.3. Розрахункові значення для продавлювання**

№	Показник	Кругла колона, Км,circ-24	Квадратна колона, Км,sq-24
	$\rho_l$	0,0034	0,0041
	$v_{Rd,c}$ , Н/ мм <sup>2</sup>	0.4544	0.4808
	$v_1$ , мм	3925	4800

$V_{Rd,c\_}$ , Н	357 302	461 617
$V_{Rd,c\_}$ , кН	357,3	461,62

Виконали відносне порівняння несучої здатності плити на продавлювання для квадратної та круглої колони, що становить:

$$\frac{V_{Rd,c,sq}}{V_{Rd,c,circ}} = \frac{461,614}{357,29} = 1,292$$

Як видно зі співвідношення, розбіжність становить 29.2% яку відображено на діаграмі рис. 6.2.

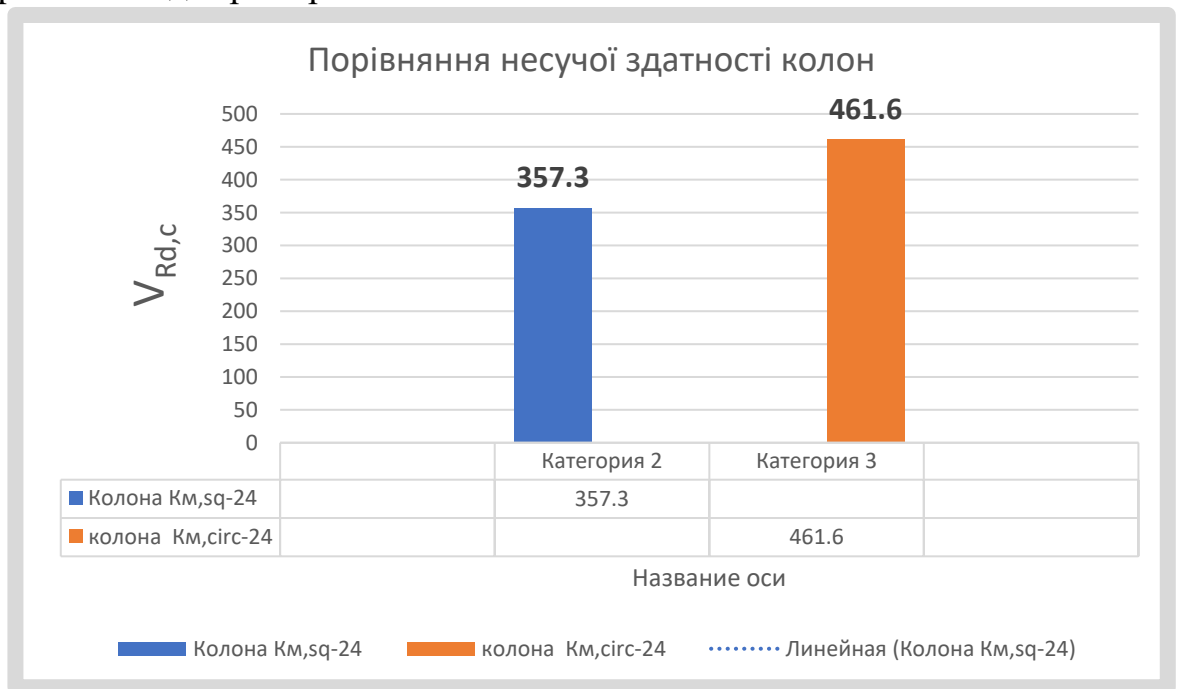


Рис. 6.2. Діаграма несучої здатності колон

Відповідно при інших рівних параметрах, таких як клас бетону та ефективна висота плити, колона квадратного перерізу забезпечила приблизно на 29 % більший опір продавлюванню чим колона з круглим січенням при заданих розмірах та армуванні.

### Аналіз та технічні висновки

#### 1). Вплив форми перерізу колони.

Відповідно до формули для розрахункової несучої здатності на продавлювання, можна зробити висновок, що при однаковому класі бетону і висоті плити перекриття вирішальним є значення довжини контрольного периметра  $u_l$ . Квадратний переріз колон формує більш протяжний периметр руйнування, ніж кругла колона з близькими розмірами, що прямо збільшує несучу здатність.

#### 2). Вплив армування.

В даному досліді квадратна колона Км,sq-24 має дещо більшу площу арматури 804.25 мм<sup>2</sup> проти 678.58 мм<sup>2</sup>, це призводить до більшого значення  $\rho_l$  та, відповідно, до підвищення питомого опору  $V_{Rd,c}$ . Тому, колона квадратного перерізу показує кращі показники і за рахунок геометрії, і за рахунок армування.

### 3). Кількісне порівняння.

Співвідношення показників  $V_{Rd,c,circ}$  та  $V_{Rd,c,sq}$  свідчить про 29 % запасу несучої здатності плити на продавлювання у випадку квадратної колони.

## 5. Розрахунок на продавлювання плити Пм-1 з опиранням на колони круглого та квадратного перерізу.

Для двох обраних варіантів, в ПК МОНОМАХ Плита було виконано розрахунок на продавлювання змодельованої плити з двома варіантами перерізів колон.

### Результати розрахунку на продавлювання для колони квадратного перерізу 400x400 мм

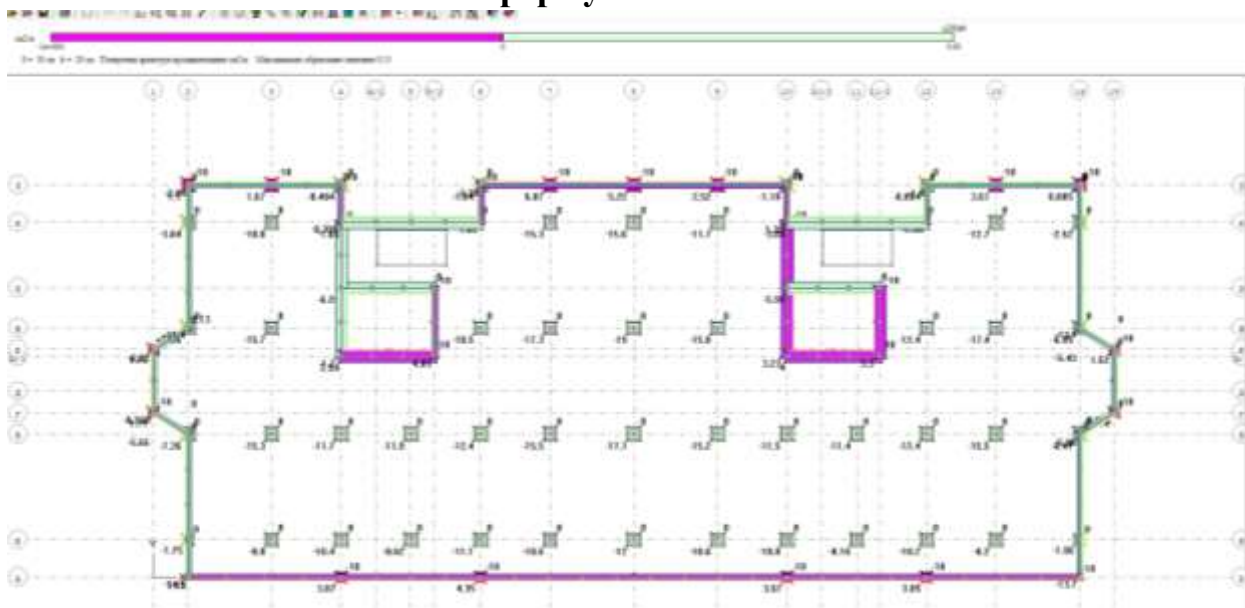


Рис. 6.3. Схема продавлювання плити Пм-1 квадратними колонами

№ кон. т.	X (см)	Y (см)	Тип продавлювання	В габ. (см)	Н габ. (см)	Периметр	N (тс)	Kz
1	200.00	210.00	прямокутник	30.00	30.00	92.00	-1.74	24.66
2	560.00	210.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-8.79	11.92
3	860.00	210.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-10.43	10.05
4	1160.00	210.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-8.61	12.17
5	1460.00	210.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-11.06	9.48
6	860.00	50.00	прямокутник	30.00	30.00	92.00	3.07	0.00
7	1460.00	50.00	прямокутник	30.00	30.00	92.00	4.35	0.00
8	1760.00	210.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-10.61	9.88
9	2120.00	210.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-11.96	8.76

№ кон т.	X (см)	Y (см)	Тип продавлюван ня	В габ. (см)	Н габ. (см)	Периметр	N (тс)	Kz
10	2480.00	210.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-10.58	9.91
11	2780.00	210.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-10.84	9.67
12	2780.00	50.00	прямокутник	30.00	30.00	92.00	3.67	0.00
13	3080.00	210.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-8.15	12.86
14	3380.00	210.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-10.15	10.32
15	3380.00	50.00	прямокутник	30.00	30.00	92.00	3.05	0.00
16	3680.00	210.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-8.19	12.80
17	4040.00	210.00	прямокутник	30.00	30.00	92.00	-1.65	25.90
18	4040.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	151.20	-6.46	10.95
19	3680.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-15.44	6.79
20	3380.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-12.39	8.46
21	3080.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-11.39	9.20
22	2780.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-11.45	9.15
23	2480.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-15.21	6.89
24	2120.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-17.08	6.14
25	1760.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-15.47	6.78
26	1460.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-12.44	8.43
27	1160.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-11.84	8.85
28	860.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-11.74	8.93
29	560.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-15.32	6.84
30	200.00	660.00	прямокутник	40.00	40.00	151.20	-7.35	9.62
31	50.00	750.00	прямокутник	30.00	30.00	59.80	1.71	0.00
32	50.00	1020.00	прямокутник	30.00	30.00	59.80	1.75	0.00
33	200.00	1110.00	прямокутник	40.00	40.00	151.20	-8.35	8.47
34	560.00	1110.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-15.70	6.68
35	1760.00	1110.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-17.32	6.05
36	2120.00	1110.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-18.95	5.53
37	2480.00	1110.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-15.75	6.66
38	3680.00	1110.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-17.38	6.03
39	4190.00	750.00	прямокутник	30.00	30.00	59.80	1.40	0.00
40	4190.00	1020.00	прямокутник	30.00	30.00	59.80	1.52	0.00
41	4040.00	1110.00	прямокутник	40.00	40.00	151.20	-6.94	10.19
42	4040.00	1560.00	прямокутник	40.00	40.00	112.00	-2.51	20.83
43	3680.00	1560.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-12.70	8.25
44	3680.00	1720.00	прямокутник	40.00	40.00	112.00	3.61	0.00
45	2780.00	1720.00	прямокутник	40.00	40.00	56.00	-1.17	22.26
46	2480.00	1560.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-11.73	8.94
47	2480.00	1720.00	прямокутник	40.00	40.00	112.00	2.52	0.00
48	2120.00	1560.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-15.58	6.73
49	2120.00	1720.00	прямокутник	40.00	40.00	112.00	5.22	0.00
50	1760.00	1560.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-15.32	6.84
51	1760.00	1720.00	прямокутник	40.00	40.00	112.00	6.07	0.00
52	1460.00	1720.00	прямокутник	40.00	40.00	56.00	-1.03	25.29
53	860.00	1720.00	прямокутник	40.00	40.00	56.00	-0.39	64.92
54	560.00	1720.00	прямокутник	40.00	40.00	112.00	1.67	0.00
55	560.00	1560.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-10.76	9.74
56	200.00	1560.00	прямокутник	40.00	40.00	112.00	-3.03	17.27
57	200.00	1720.00	прямокутник	40.00	40.00	56.00	1.10	0.00
58	4040.00	1720.00	прямокутник	40.00	40.00	56.00	0.88	0.00

№ кон. т.	X (см)	Y (см)	Тип продавливання	В габ. (см)	Н габ. (см)	Периметр	N (тс)	Kz
59	3380.00	1720.00	прямокутник	40.00	40.00	56.00	-0.85	30.34
60	1460.00	1110.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-10.45	10.03
61	3380.00	1110.00	прямокутник	40.00	40.00	224.00	-12.41	8.44

### Результати розрахунку колони круглого перерізу діаметром 450 мм на продавливання

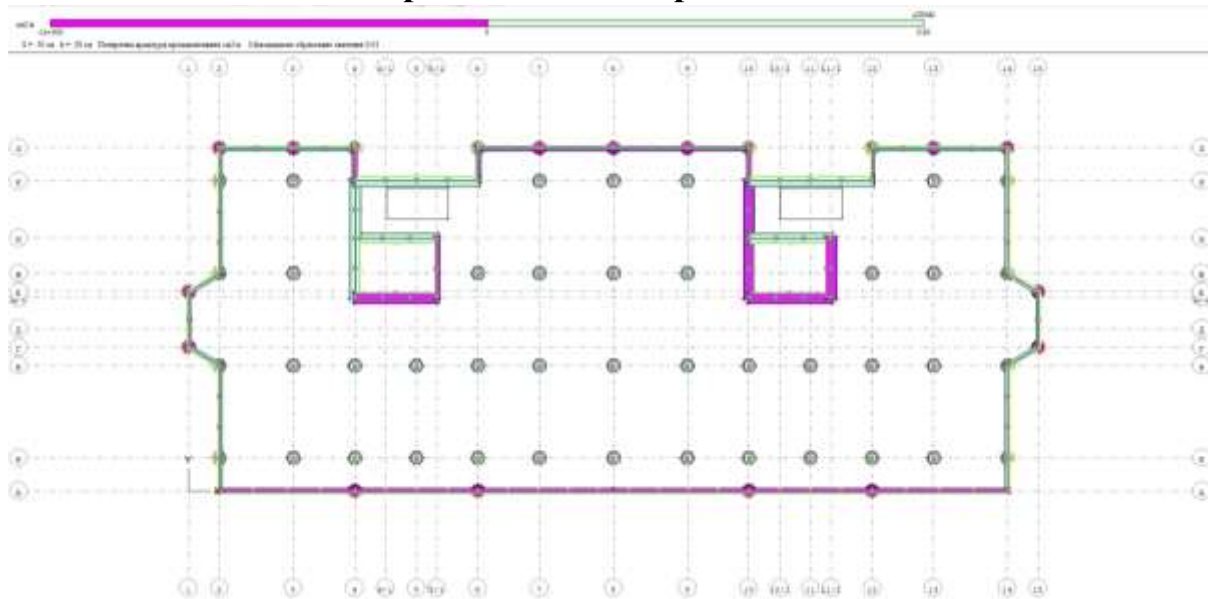


Рис. 6.4. Схема продавливання плити Пм-1 круглими колонами

№ кон. т.	X (см)	Y (см)	Тип продавливання	В габ. (см)	Периметр	N (тс)	Kz
1	200.00	210.00	круг	45.00	94.36	-1.24	35.31
2	560.00	210.00	круг	45.00	188.72	-10.45	8.45
3	860.00	210.00	круг	45.00	188.72	-12.98	6.80
4	1160.00	210.00	круг	45.00	188.72	-9.65	9.15
5	1460.00	210.00	круг	45.00	188.72	-13.58	6.50
6	860.00	50.00	круг	45.00	94.36	5.67	0.00
7	1460.00	50.00	круг	45.00	94.36	7.07	0.00
8	1760.00	210.00	круг	45.00	188.72	-11.32	7.80
9	2120.00	210.00	круг	45.00	188.72	-12.62	7.00
10	2480.00	210.00	круг	45.00	188.72	-11.28	7.83
11	2780.00	210.00	круг	45.00	188.72	-13.22	6.68
12	2780.00	50.00	круг	45.00	94.36	6.18	0.00
13	3080.00	210.00	круг	45.00	188.72	-9.24	9.55
14	3380.00	210.00	круг	45.00	188.72	-12.76	6.92
15	3380.00	50.00	круг	45.00	94.36	5.70	0.00
16	3680.00	210.00	круг	45.00	188.72	-9.93	8.89
17	4040.00	210.00	круг	45.00	94.36	-1.04	42.29
18	4040.00	660.00	круг	45.00	125.73	-4.64	12.66

№ кон т.	X (см)	Y (см)	Тип продавлювання	В габ. (см)	Периметр	N (тс)	Kz
19	3680.00	660.00	круг	45.00	188.72	-16.40	5.39
20	3380.00	660.00	круг	45.00	188.72	-12.65	6.98
21	3080.00	660.00	круг	45.00	188.72	-11.56	7.64
22	2780.00	660.00	круг	45.00	188.72	-11.58	7.63
23	2480.00	660.00	круг	45.00	188.72	-15.29	5.78
24	2120.00	660.00	круг	45.00	188.72	-17.15	5.15
25	1760.00	660.00	круг	45.00	188.72	-15.54	5.69
26	1460.00	660.00	круг	45.00	188.72	-12.53	7.05
27	1160.00	660.00	круг	45.00	188.72	-12.00	7.36
28	860.00	660.00	круг	45.00	188.72	-11.96	7.39
29	560.00	660.00	круг	45.00	188.72	-16.24	5.44
30	200.00	660.00	круг	45.00	125.73	-5.53	10.63
31	50.00	750.00	круг	45.00	62.99	1.54	0.00
32	50.00	1020.00	круг	45.00	62.99	1.50	0.00
33	200.00	1110.00	круг	45.00	125.73	-6.65	8.85
34	560.00	1110.00	круг	45.00	188.72	-16.54	5.34
35	1760.00	1110.00	круг	45.00	188.72	-17.34	5.10
36	2120.00	1110.00	круг	45.00	188.72	-18.97	4.66
37	2480.00	1110.00	круг	45.00	188.72	-15.80	5.59
38	3680.00	1110.00	круг	45.00	188.72	-18.25	4.84
39	4190.00	750.00	круг	45.00	62.99	1.38	0.00
40	4190.00	1020.00	круг	45.00	62.99	1.51	0.00
41	4040.00	1110.00	круг	45.00	125.73	-5.42	10.84
42	4040.00	1560.00	круг	45.00	94.36	-1.98	22.22
43	3680.00	1560.00	круг	45.00	188.72	-12.93	6.83
44	3680.00	1720.00	круг	45.00	78.55	3.71	0.00
45	2780.00	1720.00	круг	45.00	47.18	-0.87	25.14
46	2480.00	1560.00	круг	45.00	188.72	-11.83	7.46
47	2480.00	1720.00	круг	45.00	78.55	2.68	0.00
48	2120.00	1560.00	круг	45.00	188.72	-15.72	5.62
49	2120.00	1720.00	круг	45.00	78.55	5.38	0.00
50	1760.00	1560.00	круг	45.00	188.72	-15.43	5.72
51	1760.00	1720.00	круг	45.00	78.55	6.19	0.00
52	1460.00	1720.00	круг	45.00	31.37	-1.07	13.59
53	860.00	1720.00	круг	45.00	47.18	-0.42	51.06
54	560.00	1720.00	круг	45.00	78.55	1.81	0.00
55	560.00	1560.00	круг	45.00	188.72	-10.97	8.05
56	200.00	1560.00	круг	45.00	94.36	-2.46	17.90
57	200.00	1720.00	круг	45.00	31.37	0.67	0.00
58	4040.00	1720.00	круг	45.00	47.18	0.48	0.00
59	3380.00	1720.00	круг	45.00	31.37	-0.81	17.99
60	1460.00	1110.00	круг	45.00	188.72	-10.52	8.39
61	3380.00	1110.00	круг	45.00	188.72	-12.61	7.00

**6. Порівняння впливу форми перерізу колони на продавлювання  
плити**

На підставі отриманих розрахункових значень було виконано технічний аналіз і порівняння  $k_z$  для всіх колон круглого та прямокутного перерізу.

Величина коефіцієнту продавлювання  $K_z$  характеризує запас несучої здатності щодо продавлювання плити колоною. При цьому, чим **більшим є значення  $K_z$** , тим **більшим є запас міцності** та меншою ймовірність виникнення продавлювання.

На значення  $K_z$  впливають наступні параметри: геометрія контуру продавлювання (периметр критичного контуру); площа критичного перерізу  $F$ ; ексцентриситет прикладання зусилля  $N$  та форма опори, в даному випадку кругла чи квадратна.

#### Порівняння геометричних характеристик

##### Колони з круглим перерізом $\varnothing 450$ мм

Периметр критичного контуру:

- для крайніх позицій - **94,36 см**

- для центральних та середніх - **188,72 см**, інколи **125,73 см**

##### Колони з квадратним перерізом 400x 400 мм

Периметр критичного контуру:

- для центральних та середніх - **224,00 см**, інколи **151,20 см**

**Таблиця 6.4. Порівняння геометричних параметрів контрольного периметра**

Параметр	Кругла колона	Прямокутна (400x400) колона	Перевага, %
Периметр контрольного контуру $u_1$ , см	188,72	224,00	18,7

Прямокутна форма, при рівній площі, дає **значно більший периметр критичного контуру**, що напряду покращує опір продавлюванню.

#### Порівняння $K_z$ за результатами розрахунку

Наведено порівняльну таблицю результатів розрахунку продавлювання плити для варіантів круглих та квадратних колон відповідно до розрахованих даних з програмному комплексі. Основним показником оцінки прийнято коефіцієнт запасу щодо продавлюванню  $K_z$ , який характеризує відношення розрахункової несучої здатності до фактичних зусиль

За формулою

$$\Delta K_z = \left( \frac{K_{z,circ}}{K_{z,sq}} - 1 \right) \cdot 100\%, \text{ було обчислено приріст}$$

Представлено фрагмент таблиці порівняння  $K_z$

**Таблиця 6.5. Порівняння коефіцієнта запасу  $K_z$  за результатами ПК**

№	$K_z$ (круглий переріз колон)	$K_z$ (квадратний переріз колон)	Відношення $K_z$ , квад./круг. перерізів	Приріст, %
2	8.45	11.92	1.41	41.1
3	6.80	10.05	1.48	47.8
4	9.15	12.17	1.33	33.0
5	6.50	9.48	1.46	45.8
8	7.80	9.88	1.27	26.7
9	7.00	8.76	1.25	25.1
10	7.83	9.91	1.27	26.6
11	6.68	9.67	1.45	44.8
13	9.55	12.86	1.35	34.7
14	6.92	10.32	1.49	49.1
Середнє значення	—	—	—	<b>37.5</b>

Середній приріст  $K_z$  коефіцієнта запасу для прямокутних колон відносно круглих за обраною вибіркою становить 37,5 %. Це вказує на те, **що** колони квадратного перерізу забезпечує запас несучої здатності на продавлювання більший у порівнянні з колонами круглого перерізу при однакових умовах навантаження.

Аналізуючи покази всіх ділянок видно, що колони з прямокутним перерізом стабільно показують вищі значення  $K_z$  коефіцієнту продавлювання, особливо це спостерігається в центральних зонах, де продавлювання є найбільш критичне.

**Спостерігається краща робота при ексцентриситетах.** В тих випадках, де  $N$  має зсув по осі  $X$  ( $M=N \cdot e$ ) прямокутні колони через більший периметр та ширину утримує вищий запас міцності.

**Форма поперечного перерізу колони напряму впливає на несучу здатність**, оскільки змінює геометрію контрольного периметра  $u_1$ . Для колони з прямими гранями цей периметр за інших рівних умов є більшим, ніж у круглій колоні, що забезпечує вищу стійкість до продавлювання.

Незважаючи на конструктивні переваги, круглі колони забезпечують меншу довжину контрольного контуру продавлювання порівняно з квадратними перерізами однакового розміру. Це знижує несучу здатність

плити в зоні спирання й вимагає збільшення висоти плити або посилення армування в зоні продавлювання.

Аналіз наукових джерел та практичні дослідження в даній роботі свідчать, що підбір раціонального поперечного перерізу колон необхідно здійснювати з врахуванням граничного стану продавлювання, геометричних особливостей будівлі, навантажень і технологічних умов влаштування монолітного каркаса. З врахуванням забезпечення несучої здатності перекриттів в зонах опирання квадратні колони є більш ефективними у порівнянні з круглими, тоді як у умовах переважно центрального стиску та архітектурної виразності круглі перерізи залишаються одним з оптимальних рішень.

### Висновки загальні

1. Для продавлювання головним параметром є периметр критичного контуру  $u$ , що визначає несучу здатність. Чим більший критичний контур тим менше продавлювання.
2. У прямокутній колоні напруження розподілені рівномірніше завдяки чітким зонам продавлювання.
3. Кругла колона концентрує напруження в центральних секторах.
4. Кругла форма забезпечує мінімальний периметр для заданої площі, що зменшує несучу здатність на продавлювання на **19 %**
5. Колони круглого перерізу, з точки зору продавлювання, поступаються квадратним, що підтверджується нижчим значенням  $K_z$  у всіх основних зонах на **37%**
6. Квадратні колони мають більш сприятливу геометрію для сприйняття продавлювання плити. В першу чергу, завдяки збільшеному периметру критичного контуру та кращому розподілу напружень.
7. Порівняння результатів ручного розрахунку несучої здатності із результатами, отриманими в ПК показало їхню високу збіжність. Отримані показники ручного та автоматизованого розрахунків відрізняються не більше ніж на **5 %**.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019.
2. Гетун Г. В. Архітектура будівель та споруд. Книга 1. Основи проектування: підручник. - К.: Кондор, - 2011 р. - 378 с.
3. Дипломне проектування. [Текст]: Методичні вказівки до виконання дипломного проекту освітнього ступеня бакалавр для студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" (спеціалізація – "Промислове та цивільне будівництво") денної та заочної форм навчання / уклад. Ужегова О.А., Ротко С.В. – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 108 с
4. Плоский В.О., Гетун Г.В. Архітектура будівель та споруд. Книга 2. Житлові будинки: підручник. – Кам'янець-Подільський: ПП Медобори-2006», - 2015 р. - 617 с.
5. ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд». – К. : Мінрегіон України, 2018.
6. ДБН В.1.1.7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017.
7. ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Основні положення». – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013.
8. ДБН В.2.5-64-2012. Державні будівельні норми України. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.
9. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013.
10. ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Основні положення проектування». – К. : Мінрегіон України, 2018.
11. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування». – К.: Мінбуд України, 2006.
12. ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд». - К. : Мінрегіон України, 2018.
13. ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні та армокам'яні конструкції». – К. : Мінрегіонбуд України, 2011.
14. С.В.Ротко, О.А.Ужегова, І.В.Задорожнікова. Розрахунок кам'яних і армокам'яних конструкцій: Навчальний посібник / За редакцією д.т.н., проф. Барашикова А.Я. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. – 355 с.

- 15.ДСТУ 3760:2006 «Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. (ISO 6935-2:1991, NEQ)». – К. : Держспоживстандарт України, 2007.
- 16.ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва». – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
- 17.Організація будівельного виробництва: навчальний посібник / А. М. Дорош. – К.:Аграрна освіта, 2011. – 255 с.
- 18.ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій». – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019.
- 19.ДСТУ Б А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів». – К. : Мінрегіон України, 2014.
- 20.ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва. – К.: Мінрегіон України, 2013.
- 21.Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці: Підручник. 5-те вид. / За ред.. М. П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2011 – 384 с.
- 22.ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві». – К. : Мінрегіонбуд України, 2012.
  23. Войцехівський О.В. Відпрацювання найбільш ефективної схеми відновлення залізобетонних балок сучасними ремонтними сумішами / О.В. Войцехівський, Т.І. Приндюк // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. – Рівне: НУВГП, 2004. – Вип. 11. – С. 357 – 361.
  24. Задорожнікова І.В. Підсилення стиснутої зони, як засіб відновлення експлуатаційних якостей залізобетонних згинальних елементів: дис. канд. техн. наук: 05.23.01 / І.В. Задорожнікова // Луцьк, 2006. – 140 с.

