

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»

БАГАТОПОВЕРХОВИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК У М. ВОЛОДИМИРІ

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-22

РЯБІЙК Петро Михайлович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

ЗАДОРЖНИКОВА 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 дизайнуКафедра будівництва та цивільної інженеріїСтупінь вищої освіти: магістрГалузь знань: 19 Архітектура та будівництвоСпеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженеріяОсвітня 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

РЯБІЙКУ Петру Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____

Багатоповерховий житловий будинок у м. Володимирі

Керівник роботи _____

Ірина ЗАДОРЖНИКОВА, 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 будівлі4. 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 проекту. Обґрунтування вибору конструкцій. Проектування таких несучих конструкцій будівлі: монолітної залізобетонної плити перекриття, фундаментної плити, колонВизначення номенклатури та об'ємів робіт; вибір методів виконання робіт; вибір кранів; складання календарного плану або сіткового графіка будівництва; проектування будгенплану об'єкта, розробка технологічної карти на монтаж опалубкиСкладання 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 проекту, включає: плани, фасади, розрізи, схеми елементів покриття, перекриття, покрівлі та фундаментів будівлі.

Розрахунково-конструктивна частина виконується на стадії робочого проекту, викреслюють основні несучі конструкції запроєктованої будівлі, розраховані у розділі 2.

Розділ "Технологія та організація будівництва" виконується на стадії робочого проекту, 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	ЗАДОРЖНИКОВА 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	ЗАДОРЖНИКОВА І.В., доцент кафедри БЦІ	05.02.2025	29.11.2025
5. Охорона праці	ЗАДОРЖНИКОВА І.В., доцент кафедри БЦІ	05.02.2025	29.11.2025
6. Наукова частина	ЗАДОРЖНИКОВА І.В., доцент кафедри БЦІ	05.02.2025	29.11.2025

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)

Петро РЯБІК
(ім'я та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

Ірина ЗАДОРЖНИКОВА
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Рябіїк П.М. «Багатоповерховий житловий будинок у м. Володимирі». 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 104 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 та стіни 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 опалубки, 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 101 млн 820 тис. грн.

В розділі «Охорона праці» здійснено аналіз будівельного процесу з метою визначення небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

В науковому розділі роботи досліджено підвищення енергоефективності багатоквартирних житлових будинків в процесі термомодернізації на основі оптимізації ремонтно-будівельних робіт

Ключові слова: стінова конструкція, багатоквартирний будинок, термомодернізація, .

SUMMARY

Riabiik P.M. «Multi-story residential building in Volodymyr». 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 104 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, and monolithic walls 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 flow chart for formwork installation, 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 101 million 820 thousand.

In the section “Occupational Health and Safety”, the construction process was analyzed in order to identify hazardous and harmful occupational factors.

In the research section of the thesis, the improvement of efficiency in repair and construction works during the energy-efficient thermal modernization of multi-apartment residential buildings was investigated.

Keywords: wall structure, multi-apartment residential building, thermal modernization, energy efficiency.

Зміст

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина	7
1.1. Об'ємно-планувальне рішення	7
1.2. Архітектурно-конструктивне рішення	7
1.3. Інженерні мережі	8
1.4. Будівельна фізика	10
1.5. Техніко-економічні показники	11
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина	12
2.1. Загальний розрахунок будівлі	12
2.2. Розрахунок залізобетонної плити перекриття	20
2.3. Фундаментна плита. Розрахунок та конструювання	24
2.4. Розрахунок колон та стін Км-4, См-7	28
Розділ 3. Технологія та організація будівництва	34
3.1. Визначення номенклатури та обсягів робіт	34
3.2. Підбір монтажного крану	36
3.3. Підбір транспортних засобів та механізмів	37
3.4. Технологічна карта на монтаж опалубки будинку	39
3.5. Календарний план	39
3.6. Організація будгенплану	40
Розділ 4. Економіка будівництва	46
Локальний кошторис	46
Розділ 5. Охорона праці	47
Розділ 6. Наукова частина	49
Література	66
Додаток А	69
Додаток Б	69
Додаток В	74
Додаток Г	81
Додаток Д	94

ВСТУП

Сучасні тенденції розвитку житлової забудови в Україні орієнтовані на створення будівель, які поєднують підвищені архітектурно-планувальні вимоги із високими показниками надійності, енергоефективності та безпеки. Житлові будинки середньої поверховості, зокрема семиповерхові, є оптимальним рішенням для щільної міської забудови, адже забезпечують збалансоване поєднання вартості будівництва, функціональності планувань та зручності експлуатації. У цих умовах особливої актуальності набувають проекти з використанням монолітних залізобетонних конструкцій, які гарантують просторову жорсткість, підвищену несучу здатність та гнучкість у формуванні внутрішніх приміщень.

Важливим аспектом сучасного проектування житла є забезпечення захисних споруд цивільного захисту. Вимоги безпеки, обумовлені ризиками, зумовлюють необхідність інтеграції в житлові будинки укриттів, здатних забезпечити мінімально необхідний рівень захисту населення. У цьому контексті підвальні приміщення набувають додаткової функціональності, оскільки їх конструктивні параметри, інженерне оснащення та об'ємно-планувальні рішення можуть бути адаптовані під використання як укриттів. Поєднання монолітного каркаса та підземного рівня підвищує загальну стійкість споруди та розширює можливості безпечної експлуатації.

Інтеграція підвальних приміщень у структуру будівлі не лише підвищує її функціональність але й розширює можливості для створення надійного укриття цивільного захисту.

Застосування сучасних конструктивних та інженерних рішень дозволяє адаптувати підвал до умов тривалого перебування людей у разі надзвичайної ситуації, що підвищує стійкість житлової інфраструктури в умовах сучасних викликів.

Дана робота спрямована на комплексне опрацювання всіх етапів проектування житлового семиповерхового будинку з монолітним залізобетонним каркасом та підвальним рівнем, пристосованим до використання як укриття. У дослідженні розглянуто архітектурно-планувальні особливості, конструктивну схему будівлі, а також проведено розрахунок основних несучих елементів відповідно до чинних нормативних документів. Особливу увагу приділено питанням довговічності конструкцій та інженерного забезпечення, що визначають сучасний підхід до проектування житлових споруд (додаток А).

Розділ 1

1.1. Об'ємно-планувальні рішення

Запроєктовано семиповерхову монолітну житлову будівлю у м. Володимирі. В осях 1-7 довжина будівлі в плані 23,9 м та ширина в осях А-Е становить 15,6 м. Висота максимальна будівлі 26,12 м. Висота всіх поверхів 3,0 м. Висота підвального поверху 3,0 м.

У будівлі передбачено вантажопасажирський ліфт вантажопідйомністю 630 кг, з розрахунку на 8 осіб. Сходово-ліфтовий марш шириною 1,2 м та розміщена у відокремленому сходово-ліфтовому блоці, що є протипожежним ядром. Вихід з ліфтового холу через протипожежні двері у незадимлюваний тамбур кожної блок-секції, з якого можна потрапити в квартири.

Облаштовано два безбар'єрні входи в будівлю із системою протиожеледного обігріву в холодну пору року. Перепад висот не перевищує 2 см. Перший поверх будинку спроектовано з врахуванням потреб маломобільних груп населення.

Додатково, частина першого поверху (в осях 1–3) відведена під вбудовані громадські приміщення (офіси). Вхід в офіси розміщено з торця будинку в осях В-Г. Через тамбур відвідувачі потрапляють в хол офісів. Простір сплановано таким чином, що це може бути один великий офіс, в якому чотири окремі офісні кімнати або два окремих офіси з двома кімнатами.

На першому поверсі, окрім офісних приміщень запроєктовано приміщення для охорони з санвузлом і хозприміщенням та дві квартири (однокімнатна та двокімнатна).

На поверхах, з 2-го по 7-ий, плануванням передбачено дві блок-секції на поверсі, в яких запроєктовано чотири квартири. В осях 1-4 запроєктовано однокімнатну та двокімнатну квартиру. В осях 4-7, відповідно до планування, однокімнатну та трикімнатну квартири. квартиризапроєктовані квартири

1.2. Архітектурно-конструктивні рішення

Каркас та перекриття виконано монолітними із застосуванням універсальної опалубки.

Фундамент – монолітна плита залізобетонна. Товщина

Колони законструйовано з монолітного залізобетону класу C20/25 з перерізом 400×400 мм.

Перекрыття та покриття є монолітні безбалкові плити залізобетону товщиною 180 мм, які спираються на колони та стіни.

Ядро жорсткості – єдиний монолітний блок виготовили з монолітного залізобетону товщиною 200 мм і складається з ліфтової шахти та сходового маршу.

Сходові марші запроектовано монолітні, шириною 1,2 м.

Ліфтова шахта виконана з монолітного залізобетону, зі стінами товщиною 200 мм.

Вентиляційні блоки зі збірного залізобетону індивідуального виготовлення.

Перемички також збірні залізобетонні та індивідуальні металеві.

Просторова жорсткість забезпечується монолітним перекрыттям товщиною 180 мм та монолітними стінами товщиною 200 мм.

Зовнішні стіни багатоповерхівки несучі, що поетажно спираються на перекрыття. Конструкція стін запроектована багат шарова з блоків газобетонних, з утепленням плитами мінераловатними 150 мм з базальтового волокна. Внутрішні міжквартирні стіни мурують з повнотілої цегли, товщина 250 мм. Перегородки - товщина 120 мм з суцільної цегли.

Лоджії огорожені цеглою. Віконні блоки металопластикові, трикамерні.

Зовнішні стіни опоряються силіконовою водовідштовхувальною фасадною штукатуркою. Декоративні екрани горища виконано з металевих панелей. Козирькі входу є світлопрозорі, з гартованого скла.

Влаштувають бетонну відмостку шириною 700 мм бетонну по щебеневому підстилу.

1.3. Інженерне мережі

Електропостачання

Силкові та розподільні електричні мережі виконано приховано, у вінілових трубах, прокладених у конструкціях підлоги. Розрахунок електромереж виконано з урахуванням допустимого навантаження і втрат напруги. Облік електроспоживання здійснюється багатоквартирним лічильником, розміщеним у ввідно-розподільчому пристрої.

Водопровід

У житловому будинку передбачений комплекс внутрішніх інженерних систем, зокрема господарсько-питне водопостачання, каналізаційна мережа

господарсько-побутових стоків, протипожежний водопровід і зовнішня система водовідведення.

Каналізація

Відведення побутових стоків здійснюється самоплинною каналізаційною мережею з підключенням до міської системи діаметром 200 мм. Від будівлі прокладаються напірні трубопроводи того ж діаметра. На мережі влаштовуються оглядові збірні залізобетонні колодязі.

Опалення

Опалення в монолітній будівлі запроєктоване як однотрубна система з нижнім розведенням трубопроводів. Температура теплоносія становить 105–75 °С. Як опалювальний прилад прийнято алюмінієві радіатори. Для можливості перекриття та обслуговування стояків передбачені запірні вентиля, встановлені на технічному рівні. Для видалення повітря з системи на верхньому поверсі монтуються повітрозбірники.

Теплоізоляція труб виконується залежно від діаметра: для труб розміром до 25 мм застосовується термоізоляційний шнур із мінеральної вати товщиною 30 мм у склотовалонному обплетенні; для труб більших діаметрів – мінераловатні мати товщиною 40 мм. Зовнішнє покриття ізоляції виконується зі склопластику.

Вентиляція.

У квартирах передбачена природна вентиляція через спеціальні повітряні канали, розташовані в санвузлах і кухнях та виведені на покрівлю через вентиляційні шахти. Для вбудованих нежитлових приміщень передбачені припливно-витяжну вентиляцію з рекуперацією тепла.

Протипожежна вентиляція

Система інженерних мереж забезпечує протидію поширенню диму та вогню у разі займання. Видалення задимлення здійснюється через окрему шахту з примусовою витяжкою, вона обладнана клапанами на кожному поверсі зі сторони коридору. Для запобігання задимленню ліфтових шахт у разі пожежі передбачено подавання зовнішнього повітря під надлишковим тиском.

Протипожежна сигналізація

Система пожежної сигналізації передбачає встановлення датчиків на стелі. Вони розміщуються на відстані не більше 2 м від стін та до 4 м один від одного. Сигнали передаються на два приймально-контрольні прилади, розташовані в диспетчерській.

1.3. Будівельна фізика

Теплотехнічний розрахунок перекриття

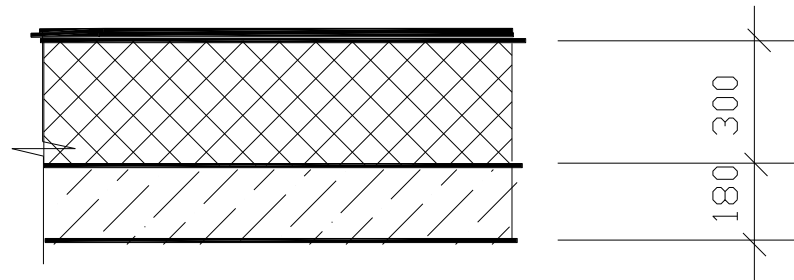


Рис. 1.1. Схема перекриття

Таблиця 1.1. Теплотехнічні показники

Найменування шарів покрівельної кон-ції	δ , м	λ , $\frac{Вт}{м^2К}$	$R = \frac{\delta}{\lambda}$ $\frac{м^2К}{Вт}$
1. ПВХ мембрана $\rho=1500 \frac{кг}{м^3}$	0,002	0,017	0,13
2. Армована стяжка з цементно-піщаного розчину $\rho=1850 \frac{кг}{м^3}$	0,035	0,94	0,039
3. Утеплювач Екструдований пінополістирол $\rho=35 \frac{кг}{м^3}$	x	0,035	x/0,035
4. Пароізоляція $\rho=920 \frac{кг}{м^3}$	0,001	0,18	0,006
5. Залізобетонна плита перекриття $\rho=2400 \frac{кг}{м^3}$	0,18	2,05	0,097

Загальний термічний опір конструкції покрівлі:

$$R_q = \frac{1}{8,7} + 0,013 + 0,039 + \frac{x}{0,035} + 0,006 + 0,097 + \frac{1}{23} =$$

$$= 0,41 + \frac{x}{0,035} \left(\frac{m^2 K}{Bm} \right)$$

Умова має бути виконана:

$$R_q \geq R_{q,min} = 7 \text{ К/Вт} .$$

Мінімальну товщину утеплювача знаходимо з:

$$0,41 + \frac{x}{0,37} \geq 7$$

Відповідно $x = 0,243\text{м}$. З цього приймаємо товщину утеплювача **250 мм**.

Порівнявши одержані значення отримали наступне

$$R_q = 7,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \geq 7 \text{ К/Вт}$$

Отже для нормальної теплоізоляції покрівельної конструкції достатньо утеплювача товщиною в 250 мм.

1.5. Техніко-економічні показники

Площа забудови	936,79 м ²
Площа житлової будівлі	4526,84 м ²
Площа квартир	3294,71 м ²
Будівельний об'єм	18416,38 м ³
Загальна площа квартир	3462,96 м ²
У тому числі підземний	2629,75 м ³
Вбудовані приміщення :	
Загальна площа	235,92 м ²
Будівельний об'єм	927,85 м ³
Розрахункова площа	165,94 м ²
Корисна площа	258,79 м ²

Розділ 2

Розрахунково-конструктивна частина

2.1. Загальний розрахунок будівлі

Розрахунок у програмному середовищі МОНОМАХ Компонівка виконується для запроєктованої будівлі з урахуванням зібраних експлуатаційних та тимчасових навантажень, наведених у додатку Б. На основі отриманих результатів визначаємо параметри та характеристики основних елементів конструктивної системи, що дозволяє оцінити їхню надійність і відповідність нормативним вимогам.



Рис. 2.1. Конструктивно-розрахункова схема монолітної житлової споруди

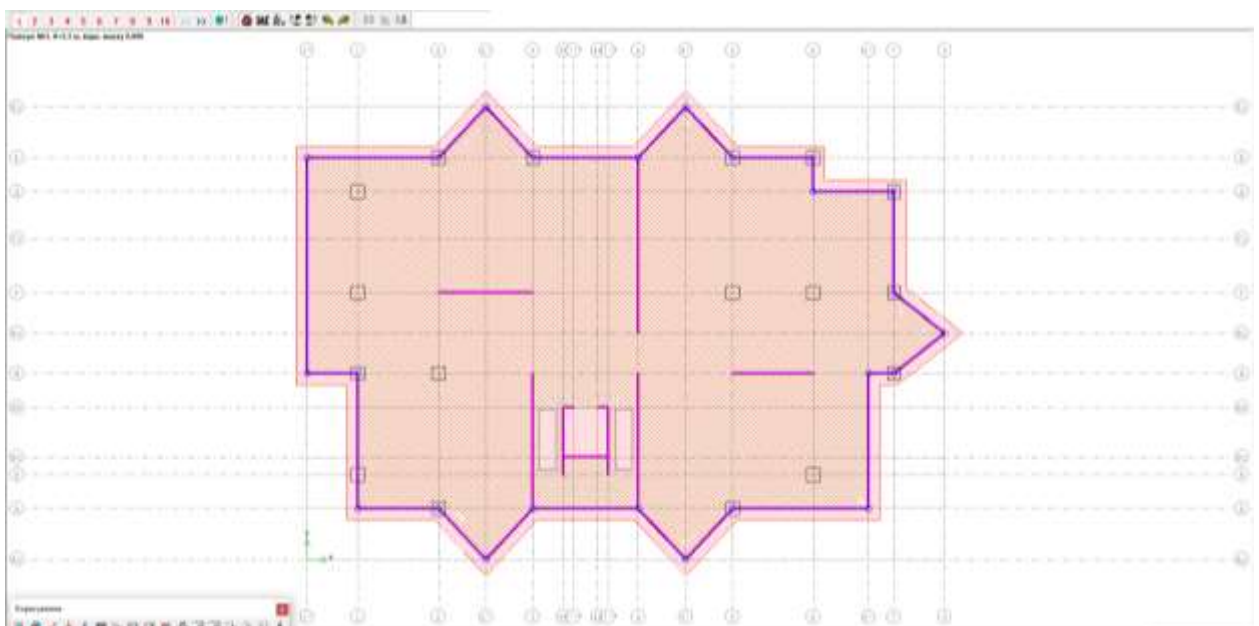
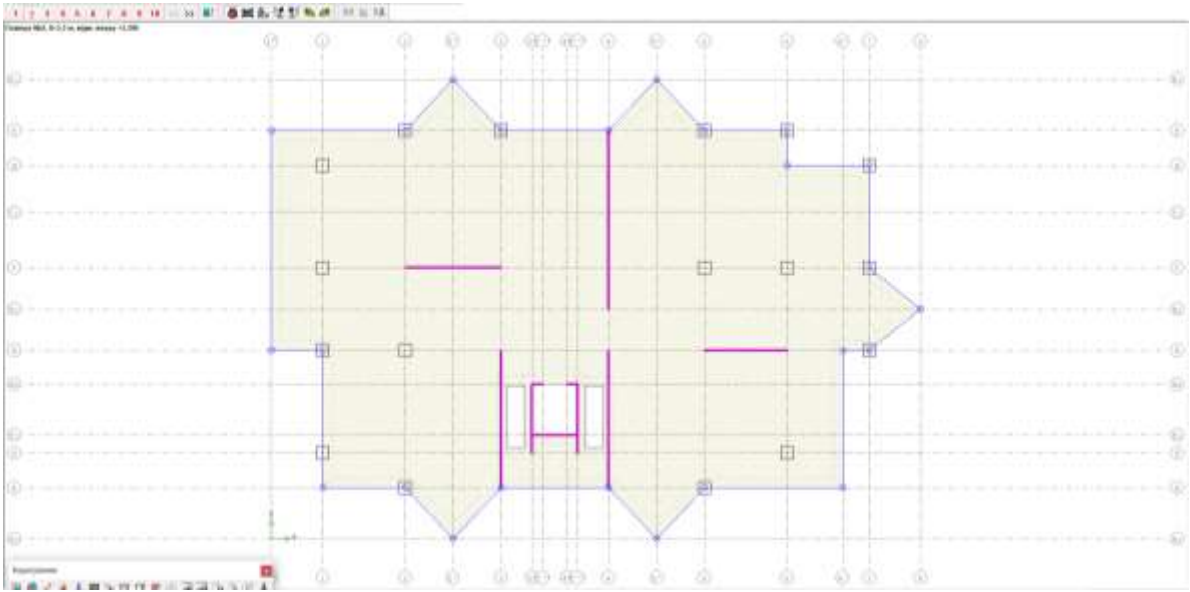
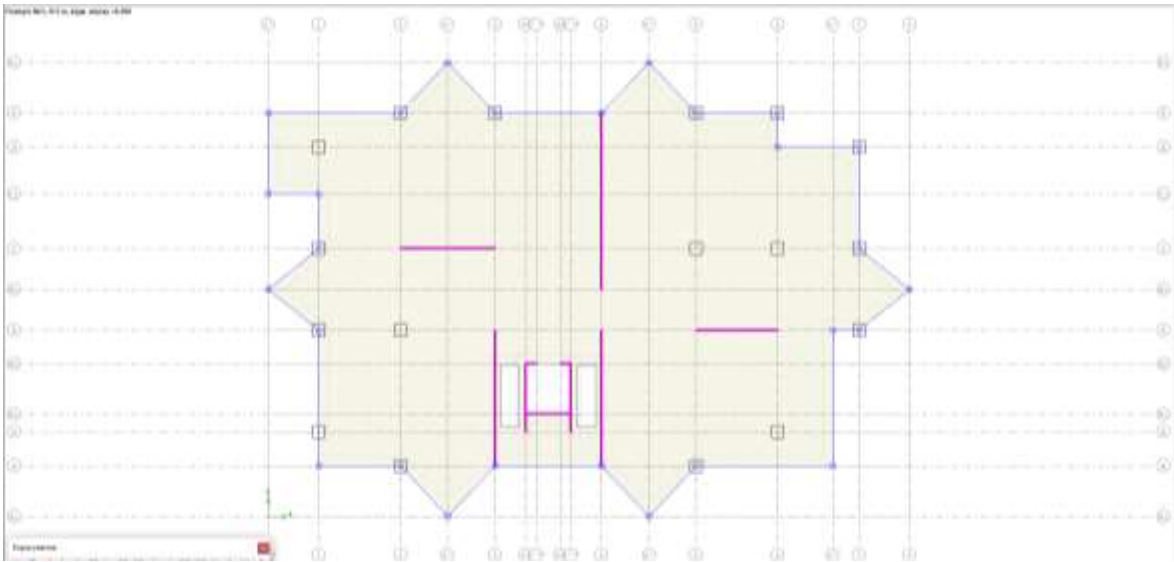


Рис. 2.2 Схема розрахункова запроєктованого підвалу



2.3. Схема розрахункова 1-го поверху, від 0.000



2.4. Схема розрахункова 2-7 поверхів

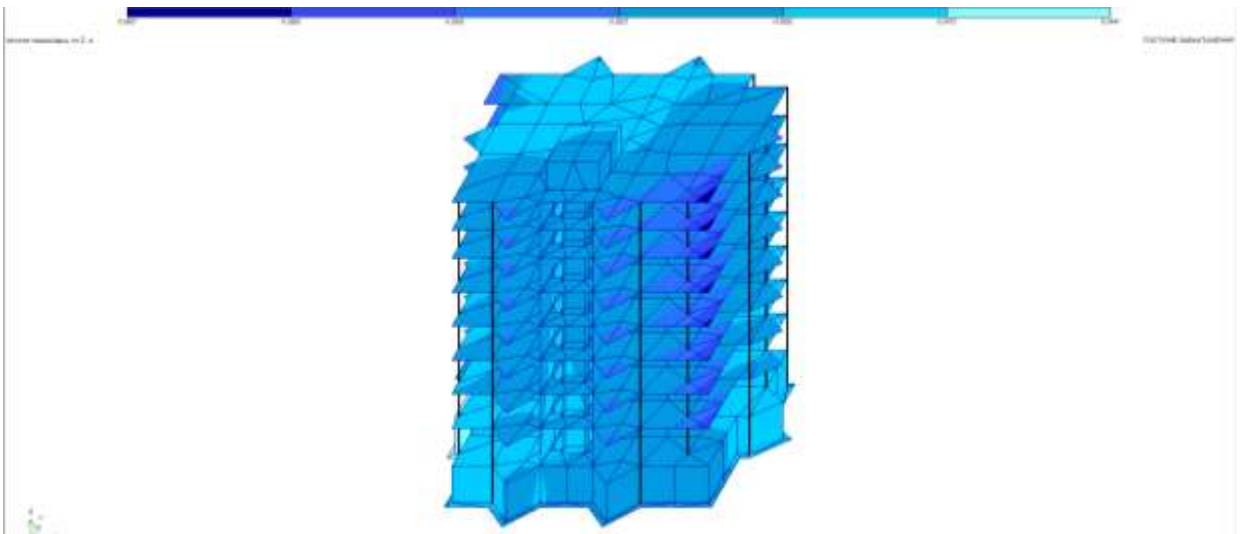


Рис. 2.5. MSE результат

Сумарні вертикальні навантаження

Пост., кН	Довг., кН	Корот.не, кН
Навантаження на відмітці низу стін і колон 1-го поверху		
34741.164	1225.357	4026.191
Власна вага фундаментних плит і додаткові навантаження на них		
8886.237	0	0

Вітрове навантаження на будівлю

Поверх	Вітер 1, Період коливань = 0.69 с	Вітер 2, Період коливань = 0.74 с
	Навантаження, кН	Навантаження, кН
10	2.189	3.029
9	25.858	26.139
8	27.793	28.095
7	28.944	29.258
6	27.242	27.538
5	25.539	25.817
4	23.492	23.748
3	20.574	20.798
2	30.156	30.483
1	-	-

Колони

№	Вид	Постійн е	Довготр ивале	Коротко часне	Сейсмік а 1	Сейсмік а 2	Вітер 1	Вітер 2
Поверх №1 Колона №1 Прямокутник $b=0.4$ $h=0.4$ м, $H=3.3$ м, 1. Залізобетон, $\mu=0.50\%$								
1_1	N	713.706	26.819	88.119	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	-0.014	-0.193
	Qz	0	0	0	-	-	-0.024	-0.018
Колона №2								
1_2	N	673.132	25.296	83.116	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	-0.015	-0.193
	Qz	0	0	0	-	-	-0.047	-0.031
Колона №3								
1_3	N	622.792	21.194	69.638	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	-0.011	-0.192
	Qz	0	0	0	-	-	-0.018	-0.015
Колона №4								

№	Вид	Постійн е	Довготр ивале	Коротко часне	Сейсмік а 1	Сейсмік а 2	Вітер 1	Вітер 2
1_4	N	1093.206	45.177	148.44	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	-0.012	-0.192
	Qz	0	0	0	-	-	-0.054	-0.034
Колона №5								
1_5	N	711.194	26.739	87.856	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0	-0.187
	Qz	0	0	0	-	-	-0.018	-0.015
Колона №6								
1_6	N	825.389	43.45	142.766	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0	-0.191
	Qz	0	0	0	-	-	-0.024	-0.018
Колона №7								
1_7	N	529.81	16.424	53.963	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0	-0.197
	Qz	0	0	0	-	-	-0.06	-0.037
Колона №8								
1_8	N	779.083	31.249	102.676	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0	-0.184
	Qz	0	0	0	-	-	-0.018	-0.015
Колона №9								
1_9	N	808.839	44.167	145.122	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0	-0.187
	Qz	0	0	0	-	-	-0.047	-0.031
Колона №10								
1_10	N	934.284	47.88	157.32	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0	-0.188
	Qz	0	0	0	-	-	-0.054	-0.034
Колона №11								
1_11	N	748.518	27.76	91.212	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0	-0.183
	Qz	0	0	0	-	-	-0.06	-0.037
Колона №12								
1_12	N	1241.632	48.128	158.134	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0.011	-0.18
	Qz	0	0	0	-	-	-0.018	-0.015
Колона №13								
1_13	N	782.428	30.787	101.159	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0.013	-0.179
	Qz	0	0	0	-	-	-0.024	-0.018
Колона №14								

№	Вид	Постійн е	Довготр ивале	Коротко часне	Сейсмік а 1	Сейсмік а 2	Вітер 1	Вітер 2
1_14	N	773.199	31.191	102.487	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0.013	-0.175
	Qz	0	0	0	-	-	-0.032	-0.022
Колона №15								
1_15	N	751.76	29.575	97.175	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0.012	-0.172
	Qz	0	0	0	-	-	-0.047	-0.031
Колона №16								
1_16	N	421.599	13.056	42.899	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0.013	-0.171
	Qz	0	0	0	-	-	-0.054	-0.034
Колона №17								
1_17	N	462.042	13.861	45.543	-	-	0	0
	Qy	0	0	0	-	-	0.011	-0.18
	Qz	0	0	0	-	-	-0.06	-0.037

Стіни

№	Вид	Постійн е	Довготр ивале	Коротко часне	Сейсмік а 1	Сейсмік а 2	Вітер 1	Вітер 2
Стіна №1 b=0.25м, l=6м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.10\%$								
1_1	qH	452.233	16.034	52.683	-	-	0	-0.165
	Pl	0	0	0	-	-	14.969	10.489
	Mb	141.991	29.72	97.653	-	-	515.778	560.345
Стіна №2 b=0.25м, l=6м, H=3.3м								
1_2	qH	431.665	14.875	48.874	-	-	0	0.165
	Pl	0	0	0	-	-	18.835	12.528
	Mb	-48.844	17.311	56.881	-	-	664.602	418.055
Стіна №3 b=0.25м, l=3.6м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.10\%$								
1_3	qH	674.328	31.301	102.848	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	-0.058	-3.288
	Mb	-157.939	-3.094	-10.166	-	-	-31.186	-585.424
Стіна №4 b=0.25м, l=4.2м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.10\%$								
1_4	qH	651.125	31.156	102.37	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	0.083	-5.128
	Mb	139.428	4.393	14.433	-	-	38.149	- 1015.564
Стіна №5 b=0.25м, l=7.8м, H=3.3м, 1. Залізобетон, $\mu=0.10\%$								
1_5	qH	518.746	21.772	71.537	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	41.381	27.525
	Mb	615.555	-9.306	-30.577	-	-	1454.065	910.77

№	Вид	Постійн е	Довготр ивале	Коротко часне	Сейсмік а 1	Сейсмік а 2	Вітер 1	Вітер 2
Стіна №6 b=0.2м, l=3м, H=3.3м,								
1_6	qH	204.727	4.2	13.799	-	-	0	-0.119
	Pl	0	0	0	-	-	-1.608	-1.108
	Mb	126.65	3.979	13.075	-	-	-55.828	-52.2
Стіна №7 b=0.2м, l=3м, H=3.3м,								
1_7	qH	203.292	4.095	13.456	-	-	0	0.119
	Pl	0	0	0	-	-	1.773	1.194
	Mb	-129.651	-4.134	-13.582	-	-	62.164	45.48
Стіна №8 b=0.2м, l=2м, H=3.3м,								
1_8	qH	151.342	1.888	6.204	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	-0.024	-0.459
	Mb	0.016	0.001	0.004	-	-	-12.051	-72.803
Стіна №9 b=0.2м, l=0.45м, H=3.3м,								
1_9	qH	343.884	14.907	48.98	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	0	0
	Mb	-2.784	-0.183	-0.601	-	-	-0.041	-0.874
Стіна №10 b=0.2м, l=0.45м, H=3.3м,								
1_10	qH	341.977	14.79	48.596	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	0	0
	Mb	2.666	0.175	0.576	-	-	-0.041	-0.874
Стіна №11 b=0.4м, l=5.85м, H=3.3м,								
1_11	qH	17.498	0.705	2.315	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	1.62	-21.506
	Mb	-55.621	-3.671	-12.062	-	-	0	0
Стіна №12 b=0.4м, l=3.08м, H=3.3м,								
1_12	qH	18.583	0.776	2.551	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	-0.544	-8.453
	Mb	16.692	1.102	3.62	-	-	0	0
Стіна №13 b=0.4м, l=3.08м, H=3.3м,								
1_13	qH	18.652	0.781	2.566	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	2.026	-6.594
	Mb	-16.721	-1.104	-3.626	-	-	0	0
Стіна №14 b=0.4м, l=4.7м, H=3.3м,								
1_14	qH	20.07	0.874	2.873	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	0.84	-11.153
	Mb	31.006	2.046	6.724	-	-	0	0
Стіна №15 b=0.4м, l=3.08м, H=3.3м,								
1_15	qH	13.925	0.469	1.541	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	-1.255	-8.828
	Mb	3.903	0.258	0.846	-	-	0	0
Стіна №16 b=0.4м, l=3.08м, H=3.3м,								

№	Вид	Постійн е	Довготр ивале	Коротко часне	Сейсмік а 1	Сейсмік а 2	Вітер 1	Вітер 2
1_16	qH	17.295	0.691	2.271	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	2.737	-6.219
	Mb	-15.123	-0.998	-3.28	-	-	0	0
Стіна №17 b=0.4м, l=3.6м, H=3.3м,								
1_17	qH	19.542	0.84	2.759	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	0.377	-5.012
	Mb	18.85	1.244	4.088	-	-	0	0
Стіна №18 b=0.4м, l=1.5м, H=3.3м								
1_18	qH	19.07	0.808	2.656	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	0.631	0.398
	Mb	-5.833	-0.385	-1.265	-	-	0	0
Стіна №19 b=0.4м, l=3.6м, H=3.3м,								
1_19	qH	18.875	0.796	2.614	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	0.304	-5.051
	Mb	23.998	1.584	5.204	-	-	0	0
Стіна №20 b=0.4м, l=4.5м, H=3.3м,								
1_20	qH	17.707	0.718	2.361	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	19.041	11.793
	Mb	-22.306	-1.472	-4.837	-	-	0	0
Стіна №21 b=0.4м, l=2.88м, H=3.3м,								
1_21	qH	15.285	0.559	1.835	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	1.643	-4.981
	Mb	10.945	0.722	2.373	-	-	0	0
Стіна №22 b=0.4м, l=2.88м, H=3.3м,								
1_22	qH	12.93	0.403	1.325	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	1.655	7.005
	Mb	-4.408	-0.291	-0.956	-	-	0	0
Стіна №23 b=0.4м, l=1.15м, H=3.3м,								
1_23	qH	19.451	0.834	2.739	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	0	0.171
	Mb	-1.988	-0.131	-0.431	-	-	0	0
Стіна №24 b=0.4м, l=6м, H=3.3м,								
1_24	qH	16.812	0.659	2.167	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	43.62	27.156
	Mb	38.394	2.534	8.326	-	-	0	0
Стіна №25 b=0.4м, l=6.05м, H=3.3м,								
1_25	qH	16.658	0.649	2.133	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	1.84	25.704
	Mb	-48.958	-3.231	-10.617	-	-	0	0
Стіна №26 b=0.4м, l=3.08м, H=3.3м,								

№	Вид	Постійн е	Довготр ивале	Коротко часне	Сейсмік а 1	Сейсмік а 2	Вітер 1	Вітер 2
1_26	qH	16.978	0.67	2.203	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	2.752	9.618
	Mb	14.326	0.946	3.107	-	-	0	0
Стіна №27 b=0.4м, l=3.08м, H=3.3м,								
1_27	qH	13.815	0.462	1.517	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	-1.239	7.009
	Mb	-3.778	-0.249	-0.819	-	-	0	0
Стіна №28 b=0.4м, l=4.7м, H=3.3м,								
1_28	qH	11.143	0.285	0.937	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	0.863	12.051
	Mb	-0.086	-0.006	-0.019	-	-	0	0
Поверх №1 Стіна №29 b=0.4м, l=3.08м, H=3.3м,								
1_29	qH	13.861	0.465	1.527	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	2.042	9.243
	Mb	3.662	0.242	0.794	-	-	0	0
Стіна №30 b=0.4м, l=3.08м, H=3.3м,								
1_30	qH	16.799	0.659	2.164	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	-0.529	7.384
	Mb	-14.034	-0.926	-3.043	-	-	0	0
Поверх №1 Стіна №31 b=0.4м, l=3.6м, H=3.3м,								
1_31	qH	18.134	0.747	2.453	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	0.388	5.416
	Mb	18.555	1.225	4.024	-	-	0	0
Стіна №32 b=0.4м, l=6м, H=3.3м,								
1_32	qH	19.644	0.846	2.781	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	-13.686	-11.368
	Mb	-46.303	-3.056	-10.041	-	-	0	0
Стіна №33 b=0.4м, l=2.25м, H=3.3м,								
1_33	qH	17.383	0.697	2.29	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	0.023	1.284
	Mb	10.093	0.666	2.189	-	-	0	0
Стіна №34 b=0.4м, l=9.6м, H=3.3м,								
1_34	qH	15.675	0.584	1.92	-	-	0	0
	Pl	0	0	0	-	-	-43.927	-40.162
	Mb	5.193	0.343	1.126	-	-	0	0
Витрати матеріалів.Всього								
Мат-ли		Фунд.	Стіна	Колона	Балка	Плити	Перегоро дка	Всього
Бетон, м3		362.45	364.38	73.71	-	632.72	-	1433.26
Арматура, кг		39871	3578	3844	-	2649-	-	73782
Опалубка, м2		531.85	2687.30	737.12	-	3522.17	-	7478.39

2.2. Розрахунок залізобетонної плити перекриття

У програмному комплексі «Плита Мономах» виконано повний інженерний розрахунок монолітної плити перекриття з подальшим розробленням її конструктивних параметрів. Аналіз проводився відповідно до вимог I-ої та II-ої груп граничних станів. У процесі розрахунку визначено несучу здатність елемента, перевірено його тріщиностійкість та деформаційні характеристики, зокрема прогин, що забезпечило відповідність плити нормативним показникам надійності та експлуатаційної придатності.

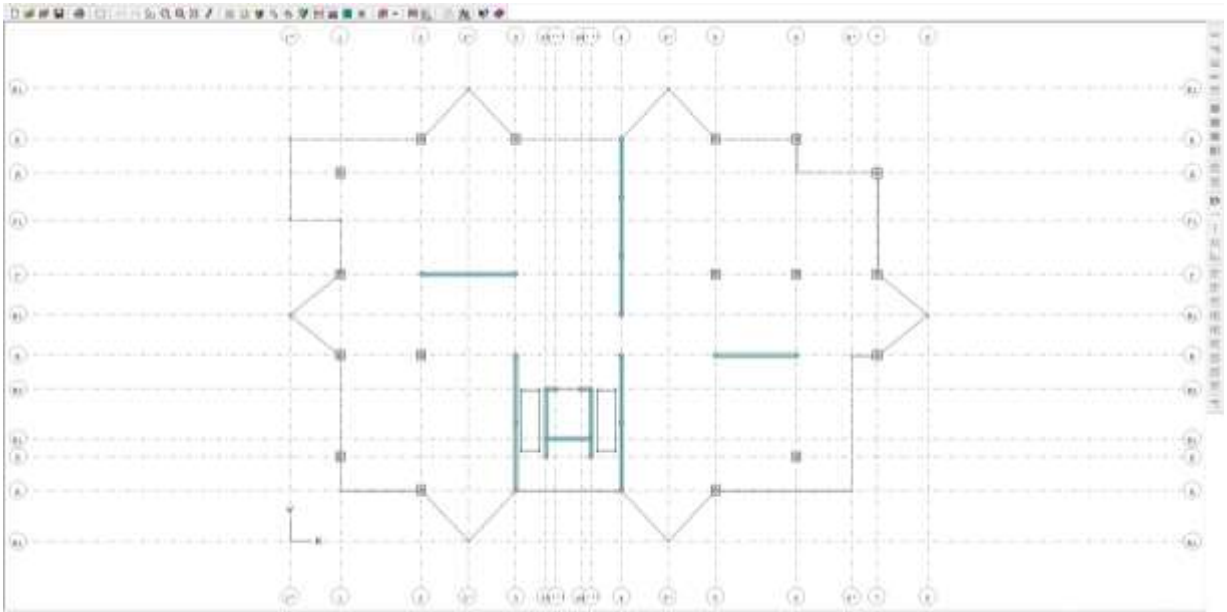


Рис. 2.6. Креслення опалубочне розрахункової плити

Результати

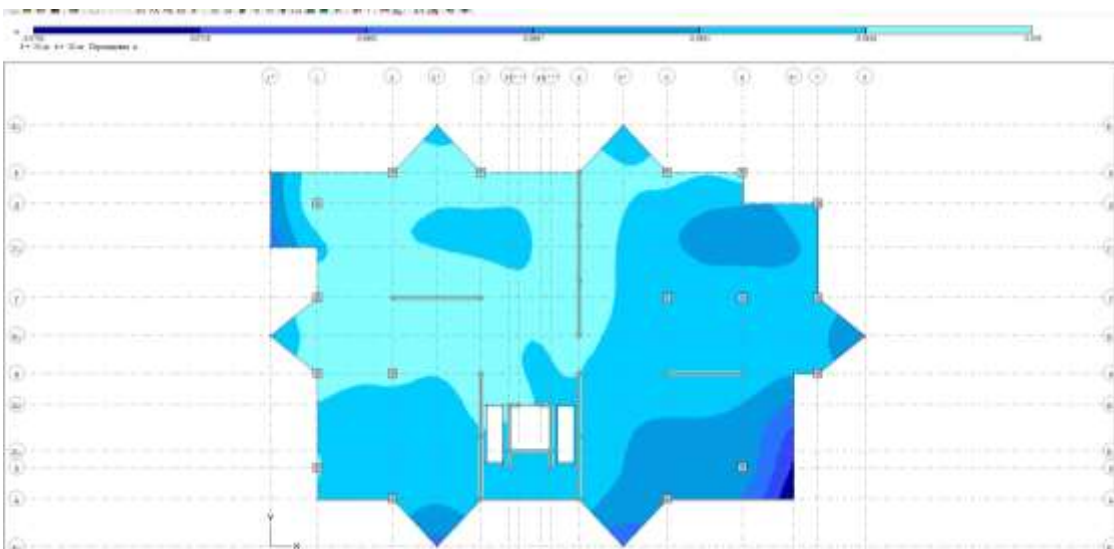


Рис. 2.7. Переміщення плити перекриття



Рис.2.8. Мх. Ізополя внутрішніх зусиль

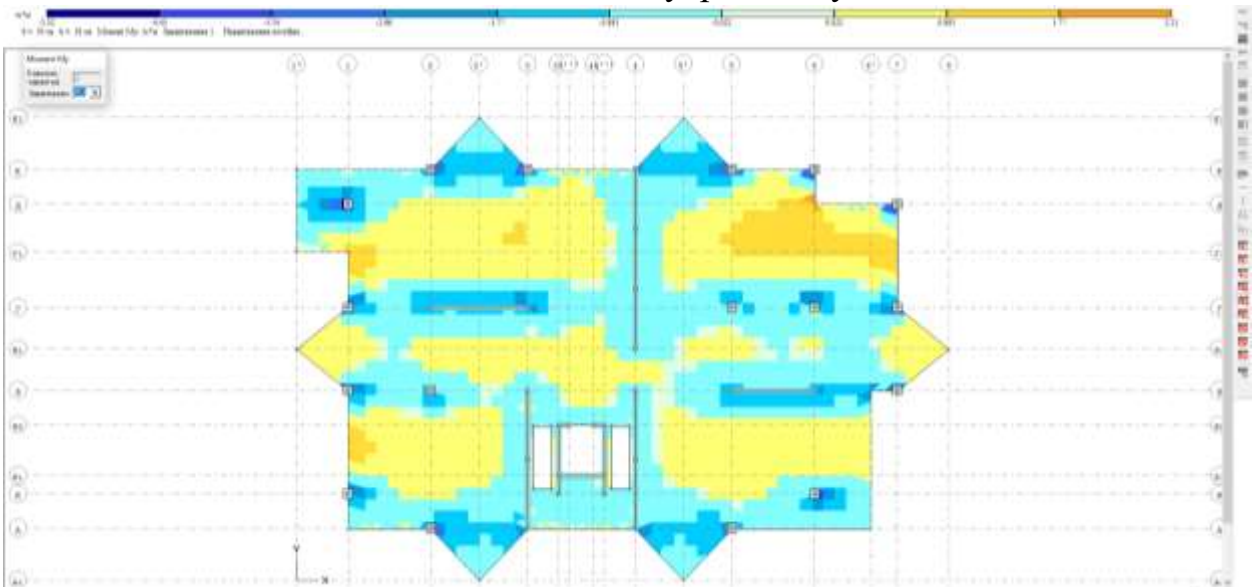


Рис. 2.9. My. Ізополя внутрішніх зусиль
Армування плити перекриття

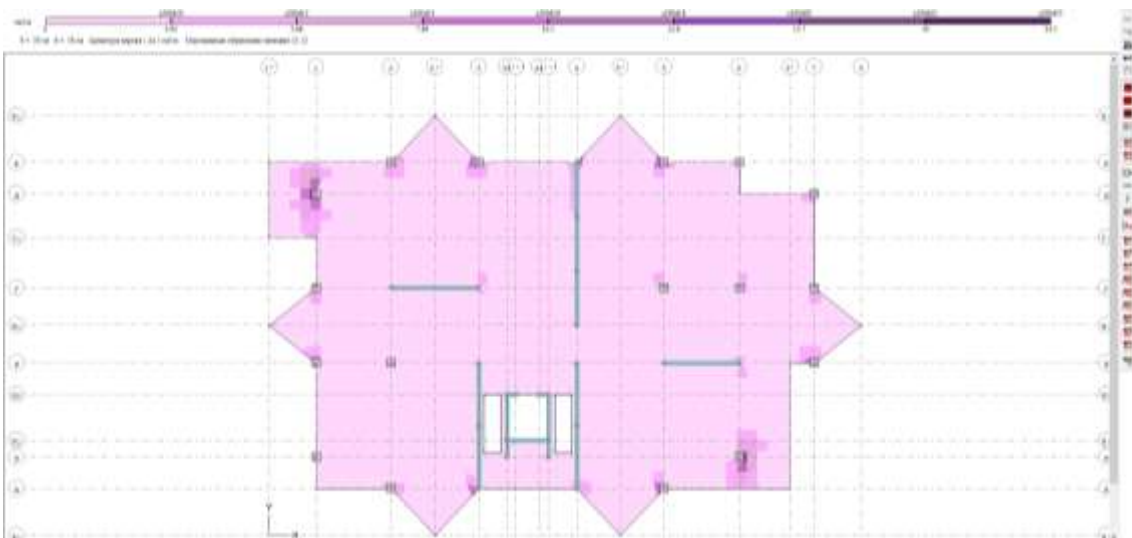


Рис. 2.10. По осі X верхня арматура



Рис. 2.11. По осі Y верхнє армування

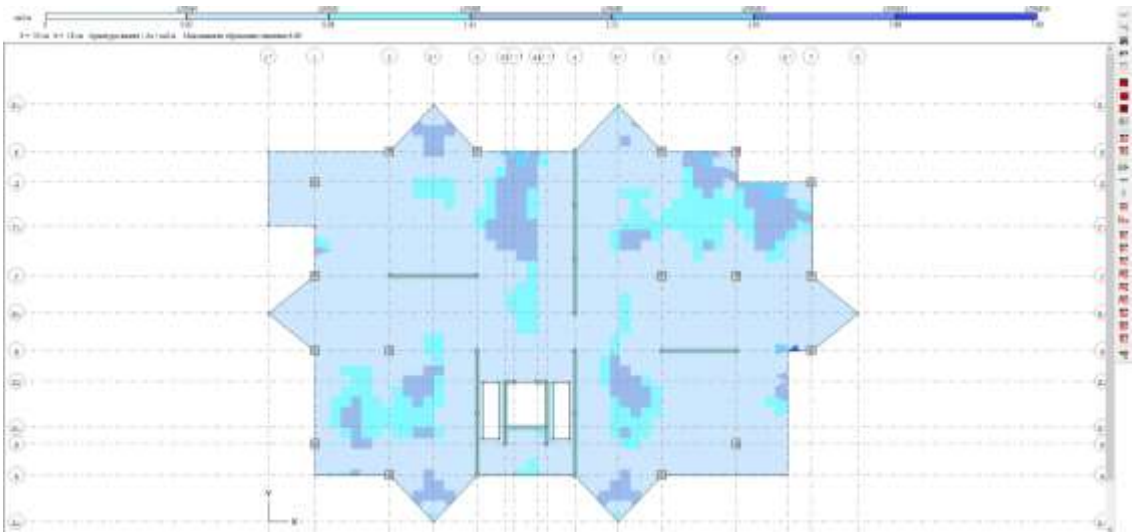


Рис.2.12. По осі X нижня арматура

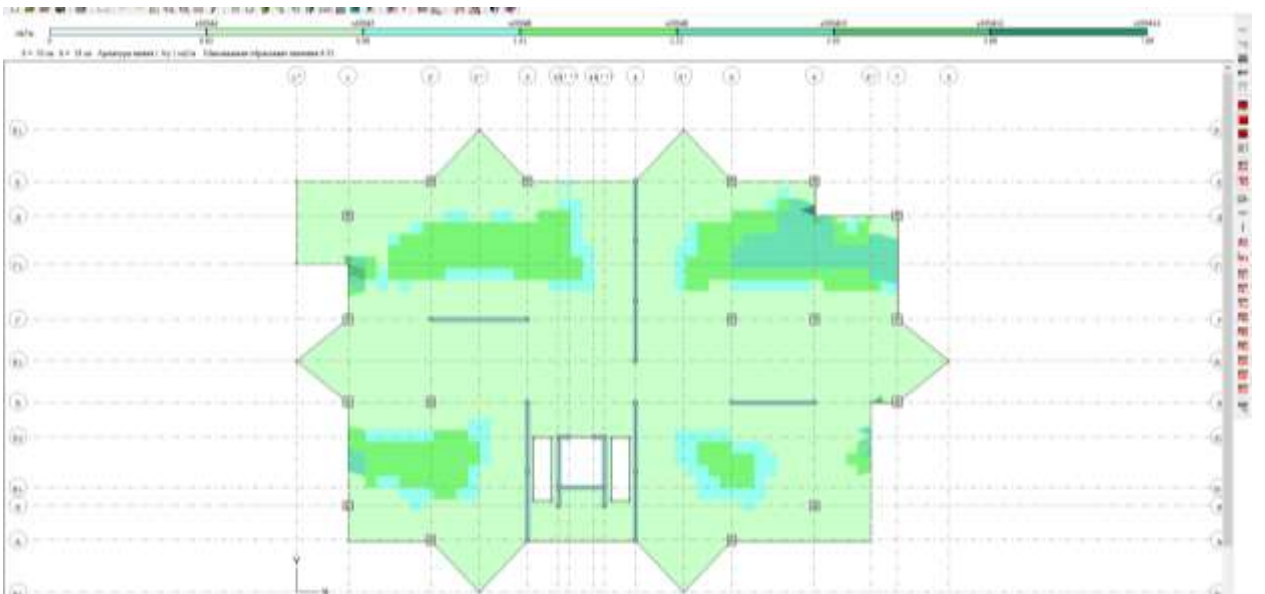


Рис.2.13. По осі Y, нижня арматура

Тип	Вид	Величина	X1	Y1	X2	Y2
Пост.	Р-розп.	0.09				
Довг.	Р-розп.	0.04				
Коротк.	Р-розп.	0.12				
Пост.	Лін.	0.62	0.00	1785.00	585.00	1785.00
Пост.	Лін.	0.62	795.00	2010.00	585.00	1785.00
Пост.	Лін.	0.62	795.00	2010.00	1005.00	1785.00
Пост.	Лін.	0.62	1005.00	1785.00	1475.00	1785.00
Пост.	Лін.	0.62	1475.00	1785.00	1685.00	2010.00
Пост.	Лін.	0.62	1685.00	2010.00	1895.00	1785.00
Пост.	Лін.	0.62	1895.00	1785.00	2255.00	1785.00
Пост.	Лін.	0.62	2255.00	1785.00	2255.00	1635.00
Пост.	Лін.	0.62	2255.00	1635.00	2615.00	1635.00
Пост.	Лін.	0.62	2615.00	1635.00	2615.00	1185.00
Пост.	Лін.	0.62	2615.00	1185.00	2840.00	1005.00
Пост.	Лін.	0.62	2840.00	1005.00	2615.00	825.00
Пост.	Лін.	0.62	2615.00	825.00	2500.00	825.00
Пост.	Лін.	0.62	2500.00	825.00	2500.00	225.00
Пост.	Лін.	0.62	2500.00	225.00	1895.00	225.00
Пост.	Лін.	0.62	1895.00	225.00	1685.00	0.00
Пост.	Лін.	0.62	1685.00	0.00	1475.00	225.00
Пост.	Лін.	0.62	1475.00	225.00	1005.00	225.00
Пост.	Лін.	0.62	1005.00	225.00	795.00	0.00
Пост.	Лін.	0.62	795.00	0.00	585.00	225.00
Пост.	Лін.	0.62	585.00	225.00	225.00	225.00
Пост.	Лін.	0.62	225.00	825.00	225.00	225.00
Пост.	Лін.	0.62	225.00	825.00	0.00	1005.00
Пост.	Лін.	0.62	0.00	1005.00	225.00	1185.00
Пост.	Лін.	0.62	225.00	1185.00	225.00	1426.00
Пост.	Лін.	0.62	0.00	1426.00	225.00	1426.00
Пост.	Лін.	0.62	0.00	1785.00	0.00	1426.00

Переміщення (екстремуми)							
Вузол	X (см)	Y (см)	Переміщенн я Z (мм)	Вузол	X (см)	Y (см)	Переміщенн я Z (мм)
57	2500.0	225.0	-74.340508	150	536.3	1785.0	-59.050900

Сполучення зусиль (екстремуми)						
№	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	R
357	-9.05	-5.85	-0.35	-64.55	2.04	-6.47
1533	1.28	-0.30	-1.86	-13.49	3.18	7.93
1500	-4.70	-1.90	-0.89	-9.71	32.08	0.58
1349	-1.88	-2.30	0.66	11.08	1.43	-58.27

Армування (екстремуми)									
№тр.	Xc (см)	Yc (см)	Кут	AX низ (см)	AY низ (см)	AX верх (см)	AY верх (см)	AX поп. (см)	AY поп. (см)
1533	2532.9	834.8	0.0	6.68	4.12	2.07	4.39	5.80	0.01
1691	2234.1	1659.4	0.0	2.48	6.32	0.90	0.90	0.01	0.01

Армування (екстремуми)									
№тр.	Хс (см)	Ус (см)	Кут	АХ низ (см)	АУ низ (см)	АХ верх (см)	АУ верх (см)	АХ поп. (см)	АУ поп. (см)
357	207.9	1633.8	0.0	0.90	0.90	21.12	14.06	100.66	0.01
1500	2263.0	393.0	0.0	0.90	0.90	11.08	5.63	0.01	13.79

Нижня арматур була прийнята $\varnothing 8$ А400С, верхня $\varnothing 6$ А400С, крок в 200 мм. Додаткове армування з кроком 200 мм $\varnothing 6$ А400С

2.3. Фундаментна плита. Розрахунок та конструювання

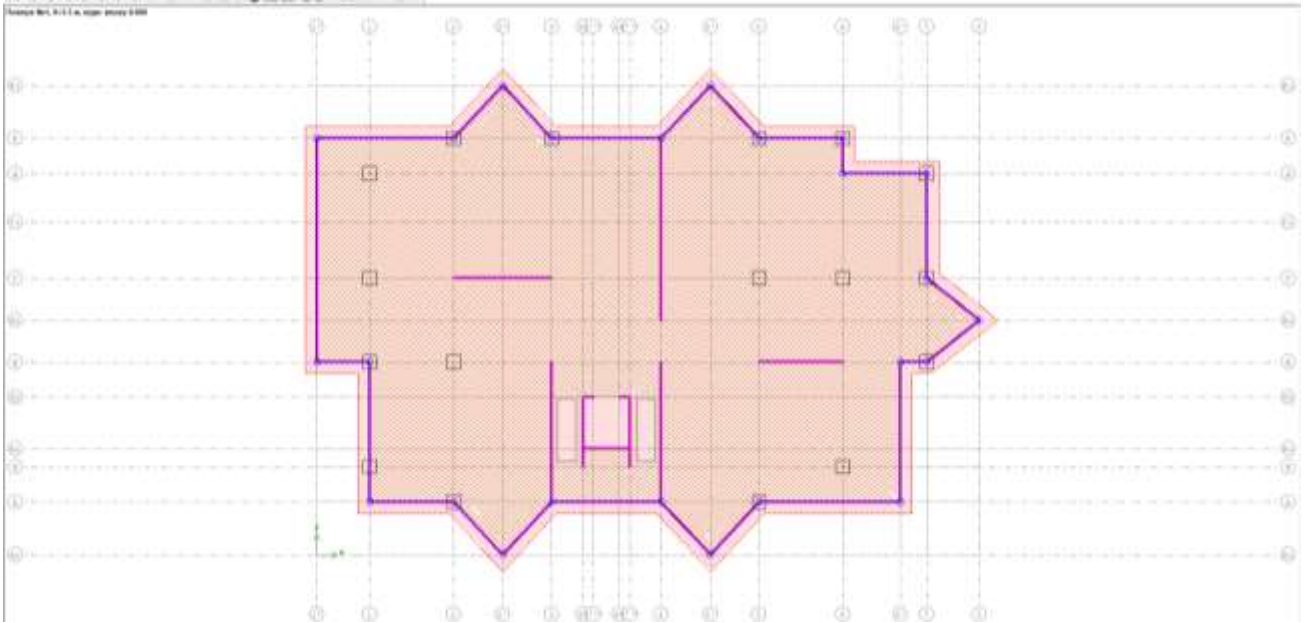


Рис.2.14. Фундаментна плита. Опалубочне креслення

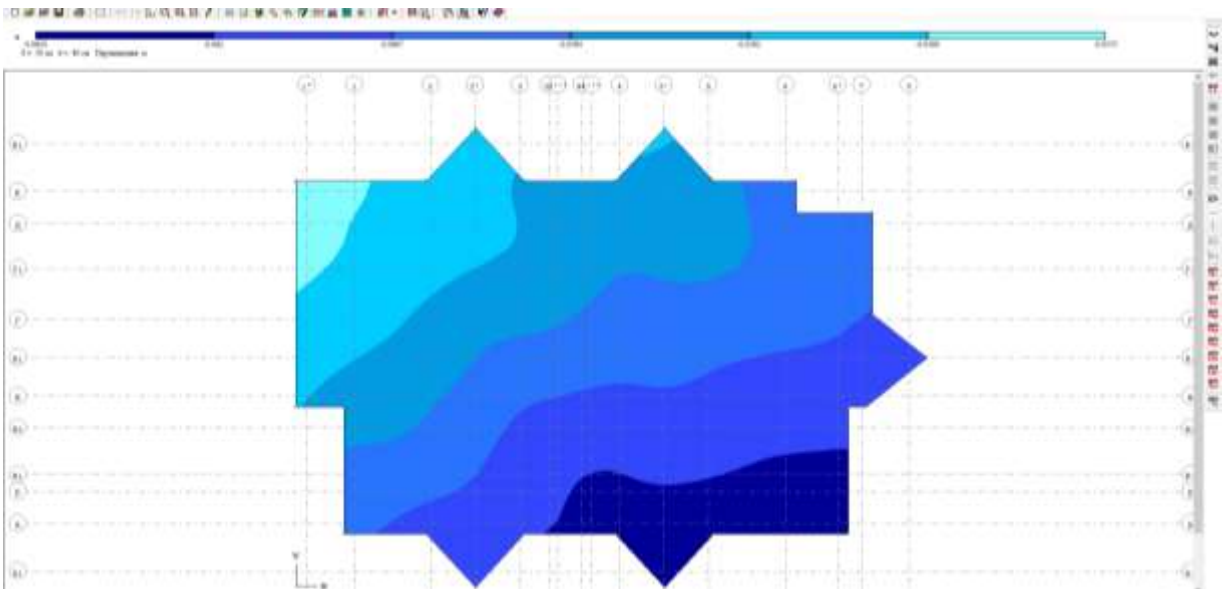


Рис.2.15. Переміщення у фундаментній плиті

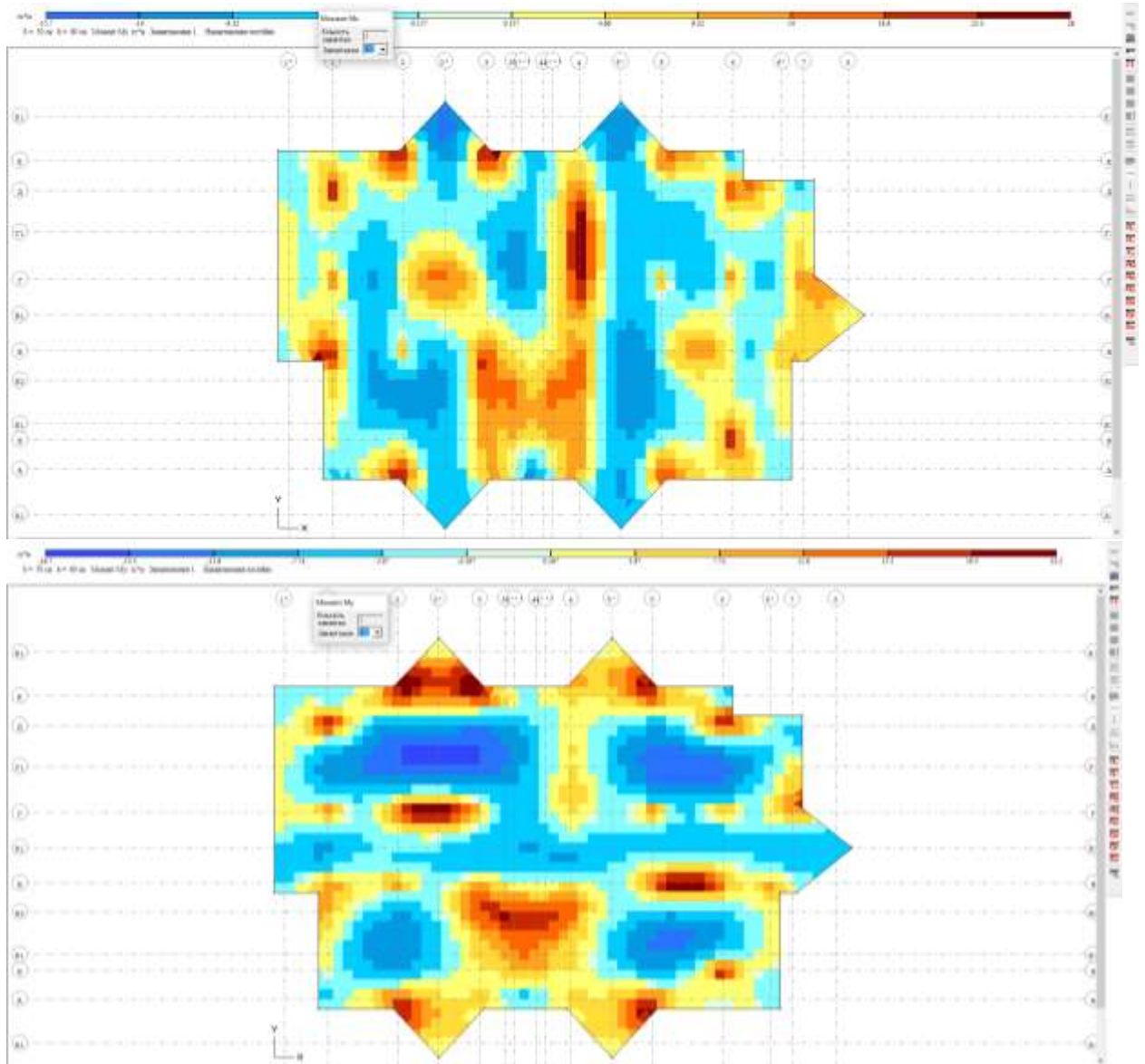


Рис.2.16. M_x , M_y

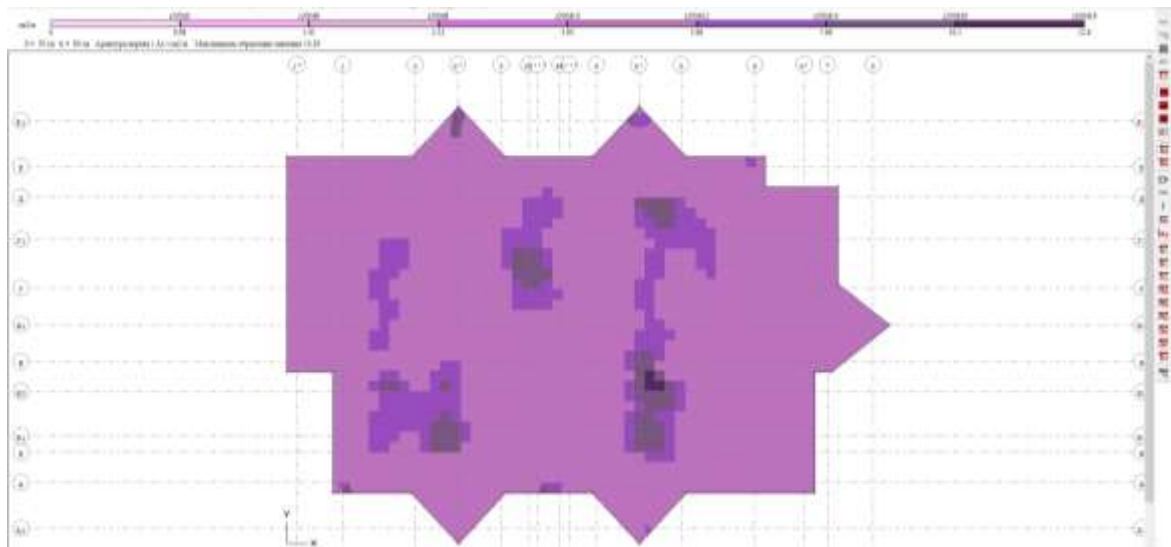


Рис.2.17. Верхнє армування фунд.пл-ти по осі Х

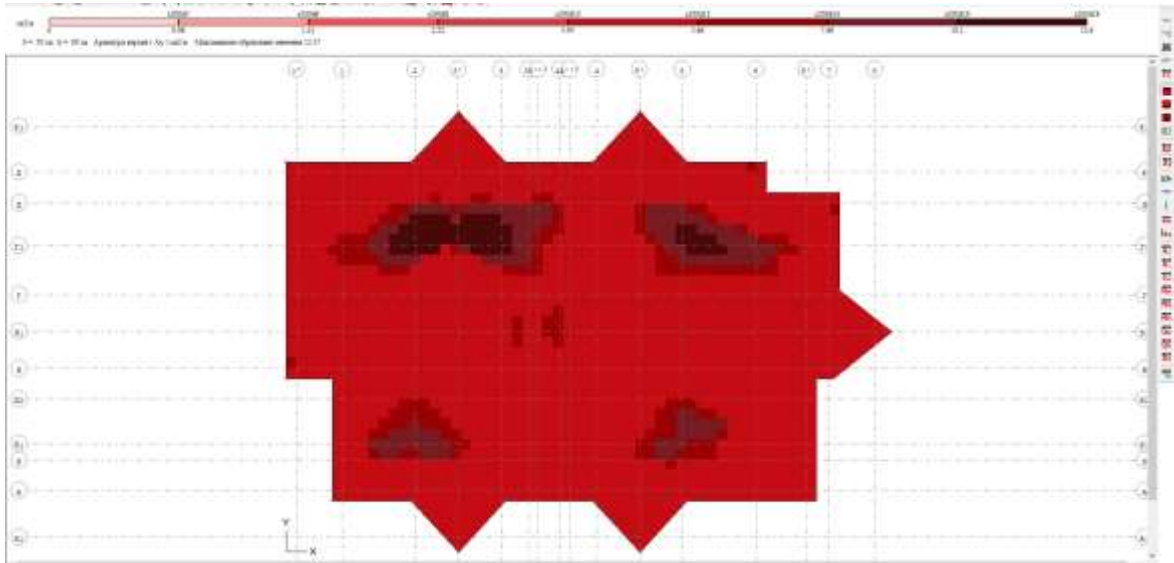


Рис.2.18. Верхнє армування по осі Y фунд. плити.

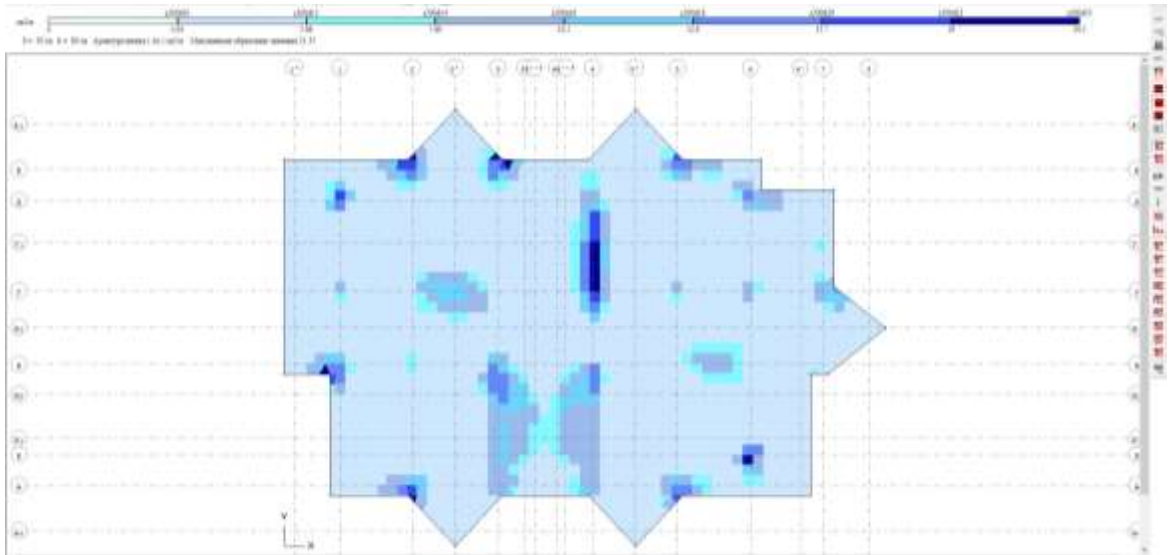


Рис. 2.19. Нижнє армування фунд. плити по осі Х

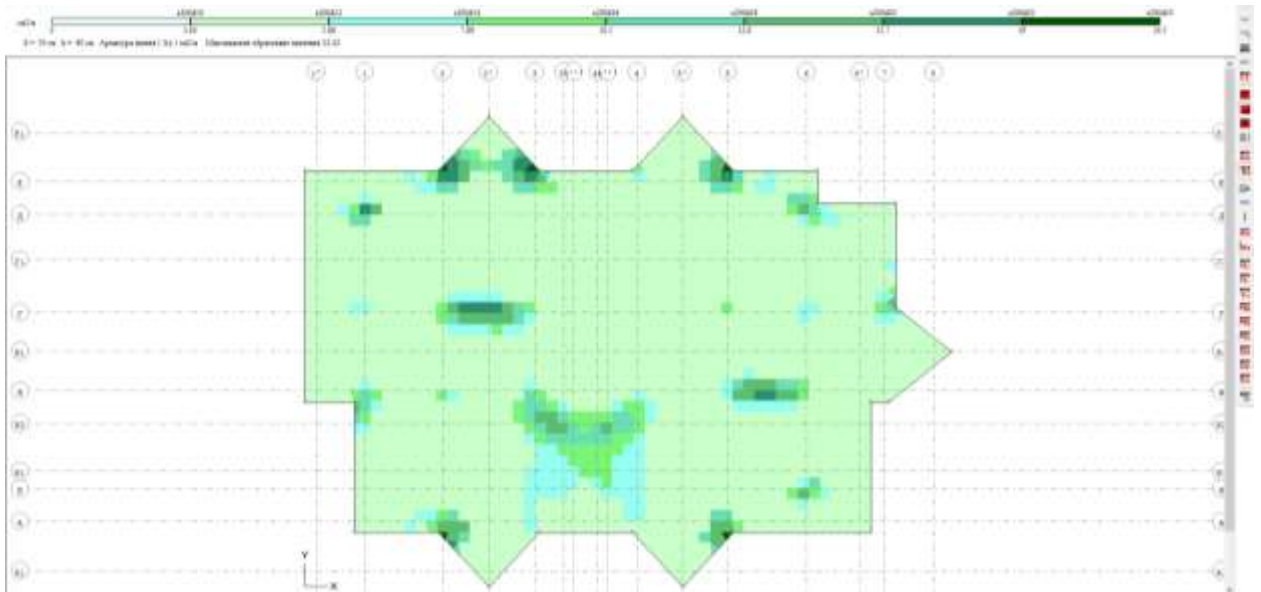


Рис.2.20. Фунд. Плита. Нижнє армування по осі Y

Переміщення (екстремуми)							
№вузла	X (см)	Y (см)	Переміщен ня Z (м)	№вузла	X (см)	Y (см)	Переміщен ня Z (м)
142	2062.9	175.0	-0.063332	2	-50.0	1835.0	-0.055561

Сполучення зусиль (екстремуми)						
№тр.	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	R
1074	30.95	7.26	-0.39	-15.87	0.06	-21.03
484	18.83	28.68	1.54	3.59	-38.23	-20.76
23	14.86	11.01	-14.31	6.50	11.46	-20.22
805	22.02	25.69	13.03	-83.94	-16.57	-20.46
374	22.11	13.75	-4.87	-6.79	68.83	-20.02
1582	4.69	0.61	-6.82	-0.35	2.12	-21.68

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)
1102	992.4	1846.0	-	21.35	22.42	4.00	4.00	0.01	8.00
934	1728.7	695.7	-	4.00	4.00	10.39	4.00	0.01	0.01
539	621.2	1448.0	-	4.00	4.00	4.12	12.37	0.01	0.01
805	588.0	1846.0	-	20.54	22.37	4.00	4.00	11.36	0.01
374	218.5	1598.5	-	15.47	10.90	4.00	4.00	0.01	9.31

Основне армування конструкції виконують стрижнями діаметром 12 мм класу А400С, які розташовані з кроком 200 мм. У нижній частині плити передбачено посилене армування в зонах розташування колон з використанням арматури діаметром 16 мм класу А400С. У верхній зоні конструкції, в межах прольотів, додатково влаштоване армування стрижнями діаметром 12 мм класу А400С. Поперечне армування прийнято у вигляді опорних каркасів, у яких як робочу арматуру застосовано стрижні.

2.4. Розрахунок колон та стін Км-4, См-7

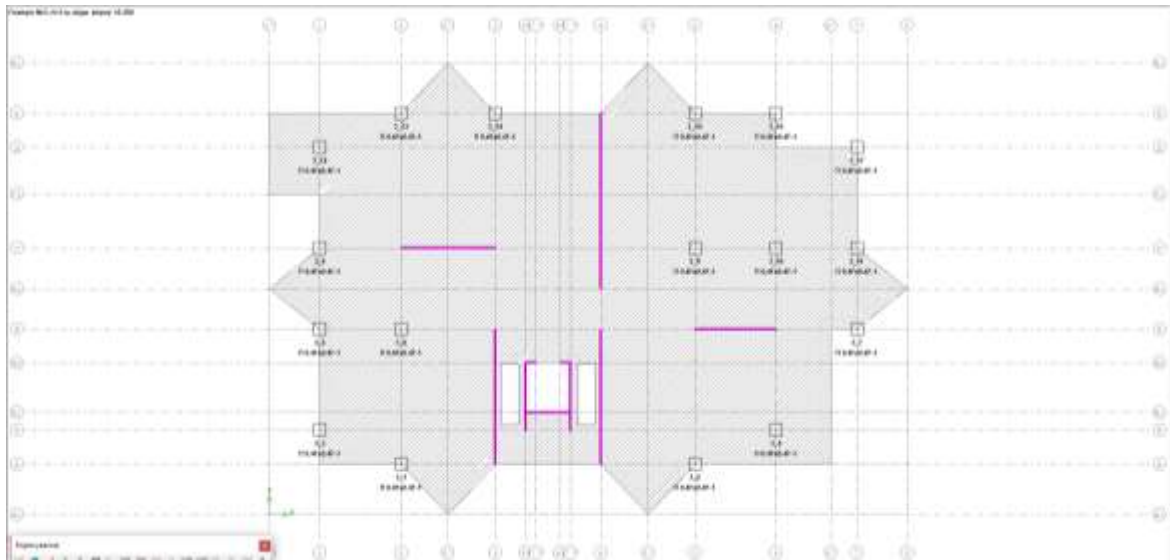


Рис. 2.21. Розміщення колон на плані будівлі

Колона Км-4

Навантаження

Результати МСЕ розрахунку

Км 1_4 (1_4)	N, тс	M _x , тс*м	M _y , тс*м	Q _x , тс	Q _y , тс	T, тс*м	Перері з
Постійне	108	0.269	-0.403	-0.454	0.594	-	1_4.1
	107	-1.69	1.09	-0.454	0.594	-	1_4.2
Довготрива ле	4.26	0.0458	-0.0309	-0.0274	0.0445	-	1_4.1
	4.26	-0.101	0.0597	-0.0274	0.0445	-	1_4.2
Короткочас не	14	0.15	-0.101	-0.0902	0.146	-	1_4.1
	14	-0.332	0.196	-0.0902	0.146	-	1_4.2

Км 1_4 (2_4)	N, тс	M _x , тс*м	M _y , тс*м	Q _x , тс	Q _y , тс	T, тс*м	Перері з
Постійне	111	1.36	-0.116	0.635	0.402	-	2_4.1
	110	0.0285	-2.21	0.635	0.402	-	2_4.2
Довготрива ле	4.36	0.12	-0.0388	-	0.0608	-	2_4.1
	4.36	-0.0802	-0.0257	-	0.0608	-	2_4.2
Короткочас не	14.3	0.396	-0.128	-0.0131	0.2	-	2_4.1
	14.3	-0.264	-0.0845	-0.0131	0.2	-	2_4.2

Км 1_4 (3_4)	N, тс	M _x , тс*м	M _y , тс*м	Q _x , тс	Q _y , тс	T, тс*м	Перері з
Постійне	95.6	-1.29	4.63	2.87	-0.764	-	3_4.1
	94.4	1	-3.99	2.87	-0.764	-	3_4.2
Довготрива ле	3.78	0.0408	0.0937	0.0579	0.0294	-	3_4.1
	3.78	-0.0475	-0.0801	0.0579	0.0294	-	3_4.2
Короткочас не	12.4	0.134	0.308	0.19	0.0967	-	3_4.1
	12.4	-0.156	-0.263	0.19	0.0967	-	3_4.2

Розрахункові сполучення навантажень

Км 1_4 (1_4)	N, тс	M _x , тс*м	M _y , тс*м	Q _x , тс	Q _y , тс	T, тс*м	Перері з
Перша група гран. станів. Випадок б (всі навант.)							
Група 1	138	-2.34	1.48	-0.628	0.862	-	1_4.2
	128	-2.1	1.34	-0.564	0.76	-	трив. частин а
	139	0.51	-0.589	-0.628	0.862	-	1_4.1

Км 1_4 (1_4)	N, тс	Мх, тс*м	Му, тс*м	Qх, тс	Qу, тс	Т, тс*м	Перері з
	129	0.405	-0.517	-0.564	0.76	-	трив. частин а

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

Група 2	138	-2.34	1.48	-0.628	0.862	-	1_4.2
	128	-2.1	1.34	-0.564	0.76	-	трив. частин а

Км 1_4 (2_4)	N, тс	Мх, тс*м	Му, тс*м	Qх, тс	Qу, тс	Т, тс*м	Переріз
-----------------	-------	-------------	-------------	--------	--------	------------	---------

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

Група 1	143	2.06	-0.31	0.68	0.728	-	2_4.1
	133	1.78	-0.22	0.689	0.587	-	трив. частина
	142	-0.345	-2.55	0.68	0.728	-	2_4.2
	132	-0.16	-2.49	0.689	0.587	-	трив. частина

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

Група 2	143	2.06	-0.31	0.68	0.728	-	2_4.1
	133	1.78	-0.22	0.689	0.587	-	трив. частина
	142	-0.345	-2.55	0.68	0.728	-	2_4.2
	132	-0.16	-2.49	0.689	0.587	-	трив. частина
	123	1.49	-0.128	0.698	0.442	-	2_4.1

Км 1_4 (3_4)	N, тс	Мх, тс*м	Му, тс*м	Qх, тс	Qу, тс	Т, тс*м	Переріз
-----------------	-------	-------------	-------------	--------	--------	------------	---------

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

Група 1	123	-1.23	5.53	3.43	-0.703	-	3_4.1
	114	-1.32	5.31	3.3	-0.771	-	трив. частина
	105	-1.42	5.09	3.16	-0.841	-	3_4.1
	105	-1.42	5.09	3.16	-0.841	-	трив. частина

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

Група 2	123	-1.23	5.53	3.43	-0.703	-	3_4.1
	114	-1.32	5.31	3.3	-0.771	-	трив. частина
	105	-1.42	5.09	3.16	-0.841	-	3_4.1

Колона Км-4 квадратного перерізу розмірами 400×400 мм заармована поздовжньою робочою арматурою у вигляді чотирьох стрижнів діаметром 16 мм класу А400С. Для забезпечення спільної роботи арматури та бетону і підвищення просторової жорсткості елемента передбачено поперечне армування стрижнями діаметром 8 мм класу А400С, розташованими з кроком 200 мм.

Стіни

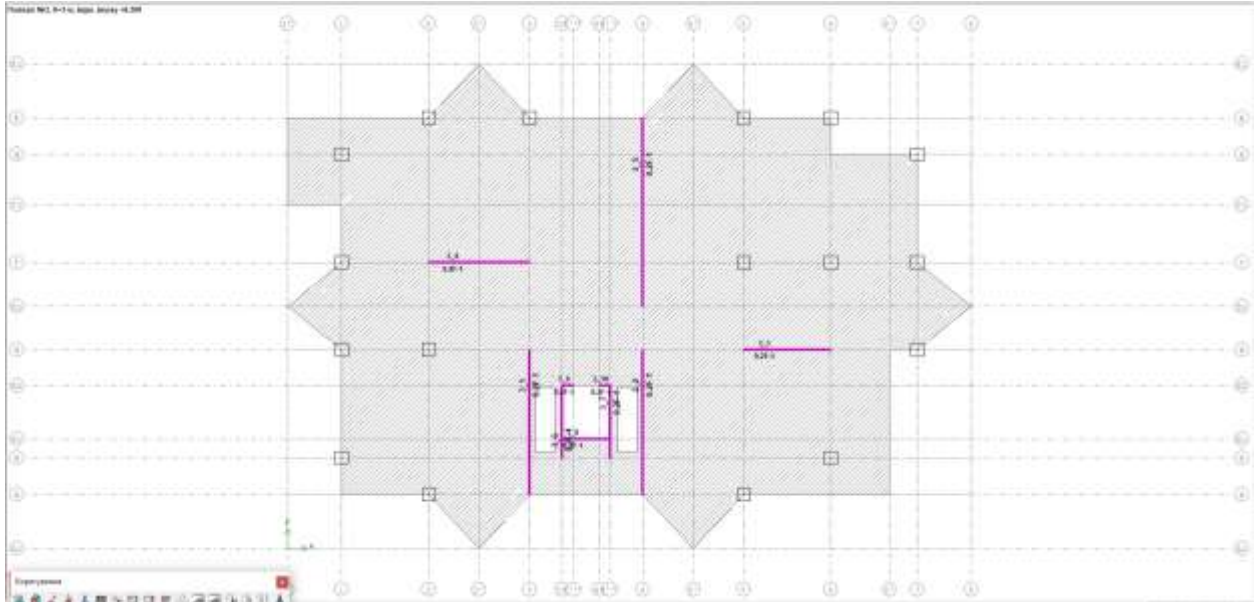


Рис. 2.22. Розташування стін монолітних

Стіна СМ-7

Переріз 200x3000 мм

Результати МСЕ розрахунку **Навантаження**

СМ 1_7 (1_7)	N, тс	Mx, тс*м	Mу, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*	Переріз м
Постійне	65.1	19.2	0.646	0.382	6.7	-	1_7.1
	60.2	-2.93	-0.616	0.382	6.7	-	1_7.2
Довготрива ле	1.57	0.299	0.0129	0.00811	0.0801	-	1_7.1
	1.57	0.0345	-0.0139	0.00811	0.0801	-	1_7.2
Короткочас не	5.16	0.982	0.0424	0.0267	0.263	-	1_7.1
	5.16	0.113	-0.0456	0.0267	0.263	-	1_7.2
Вітрове 1	1.11	0.989	0.0322	0.0194	-1.12	-	1_7.1
	1.11	4.68	-0.0317	0.0194	-1.12	-	1_7.2
Вітрове 2	4.18	0.193	0.0357	0.0169	-1.07	-	1_7.1
	4.18	3.74	-0.0201	0.0169	-1.07	-	1_7.2

См 1_7 (2_7)	N, тс	M _x , тс*м	M _y , тс*м	Q _x , тс	Q _y , тс	T, тс*м	Переріз
Постійне	59.9	2.08	0.729	0.455	1.42	-	2_7.1
	55	-2.61	-0.773	0.455	1.42	-	2_7.2
Довготрива ле	1.49	0.123	0.00902	0.00512	0.0242	-	2_7.1
	1.49	0.0435	- 0.00787	0.00512	0.0242	-	2_7.2
Короткочас не	4.9	0.405	0.0297	0.0168	0.0794	-	2_7.1
	4.9	0.143	-0.0259	0.0168	0.0794	-	2_7.2
Вітрове 1	0.197	4.39	0.046	0.0304	0.317	-	2_7.1
	0.197	3.34	-0.0542	0.0304	0.317	-	2_7.2
Вітрове 2	3.98	2.61	0.144	0.0808	-0.0431	-	2_7.1
	3.98	2.76	-0.122	0.0808	-0.0431	-	2_7.2

См 1_7 (3_7)	N, тс	M _x , тс*м	M _y , тс*м	Q _x , тс	Q _y , тс	T, тс*м	Переріз
Постійне	52.5	0.575	0.72	0.454	0.803	-	3_7.1
	48	-1.84	-0.643	0.454	0.803	-	3_7.2
Довготрива ле	1.45	0.113	0.00385	0.00185	0.0266	-	3_7.1
	1.45	0.033	- 0.00171	0.00185	0.0266	-	3_7.2
Короткочас не	4.77	0.371	0.0127	0.0061	0.0875	-	3_7.1
	4.77	0.109	- 0.00564	0.0061	0.0875	-	3_7.2
Вітрове 1	-0.269	3.16	0.0729	0.0505	0.331	-	3_7.1
	-0.269	2.17	-0.0786	0.0505	0.331	-	3_7.2
Вітрове 2	2.38	2.02	0.183	0.119	0.0299	-	3_7.1
	2.38	1.93	-0.173	0.119	0.0299	-	3_7.2

Розрахункові сполучення навантажень. Скорочений список

См 1_7 (1_7)	N, тс	M _x , тс*м	M _y , тс*м	Q _x , тс	Q _y , тс	T, тс* м	Переріз
Перша група гран. станів. Випадок б (всі навант.)							
Група 1	84.3	22.7	0.816	0.48	6.39	-	1_7.1
	75.4	21.8	0.741	0.44	7.56	-	трив. частина
	80.4	23.7	0.812	0.483	6.33	-	1_7.1

См 1_7 (1_7)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс* м	Переріз
	75.4	21.8	0.741	0.44	7.56	-	трив. частина
	77.6	21.2	0.731	0.434	9.15	-	1_7.1
Перша група гран. станів. Випадок а (д.-трив.)							
Група 2	79	22.5	0.771	0.459	7.74	-	1_7.1
	75.4	21.8	0.741	0.44	7.56	-	трив. частина
См 1_7 (2_7)	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	77.9	6.16	1.3	0.627	1.62	-	2_7.1
	69.4	2.58	0.824	0.513	1.62	-	трив. частина
	73.1	8.39	0.903	0.563	2.08	-	2_7.1
Перша група гран. станів. Випадок а (д.-трив.)							
Група 2	72.9	2.87	0.845	0.525	1.68	-	2_7.1
См 1_7 (3_7)	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	67.5	3.7	1.04	0.658	1.05	-	3_7.1
	61.2	0.901	0.801	0.504	0.947	-	трив. частина
	61	3.45	1.05	0.666	0.926	-	3_7.1
	57.7	0.632	0.792	0.5	0.884	-	трив. частина
	64.2	5.14	0.902	0.572	1.43	-	3_7.1
Перша група гран. станів. Випадок а (д.-трив.)							
Група 2	64.5	1.16	0.81	0.508	1.01	-	3_7.1
	61.2	0.901	0.801	0.504	0.947	-	трив. частина

Стіна См-7 з поперечним перерізом 200×3000 мм запроєктована із застосуванням робочого армування стрижнями діаметром 12 мм класу А400С, які розміщені з кроком 100 мм. Для забезпечення просторової стійкості та сприйняття поперечних зусиль також передбачено поперечне армування стрижнями Ø12 мм класу А400С з аналогічним кроком 100 мм.

Розділ 3

Технологія та організація будівництва

3.1. Визначення номенклатури та обсягів робіт

Таблиця 3.1. Номенклатура та обсяги будівельних робіт семиповерхової житлової будівлі

№	Найменування	Одиниця виміру	Кількість
Земляні роботи			
1	Планування території бульдозерами	1000 м ²	0,450
2	Зняття верхнього рослинного шару бульдозером	1000 м ²	0,450
3	Розробка котловану екскаватором	100 м ³	10,46
4	Ручна розробка котловану	100 м ³	1,85
5	Зворотна засипка ґрунту	100 м ³	0,115
6	Ущільнення ґрунту	100 м ²	0,27
Фундамент			
7	Монтаж універсальної опалубки по периметру фундаментної плити	м ³	223,7
8	Змащування опалубки бетоно-відділяючою рідиною	м ²	373,0
9	Укладання арматурних сіток	м ³ арматури	7,5
10	Бетонування С20/25 з вібруванням	м ³	223,7
11	Демонтаж опалубки	м ²	373,0
	Колони		
12	Монтаж опалубки колон	шт	153
13	Змащування опалубки	шт	153
14	Армування колон	кг	42500
15	Бетонування колон С20/25	м ³	73,4

16	Демонтаж опалубки колон	шт	153
	Плита перекриття		
17	Монтаж опалубки ППм	м ²	1157,0
18	Змащування опалубки	м ²	1157,0
19	Армування плити	кг	36800
20	Бетонування плити С20/25	м ³	537,0
21	Демонтаж опалубки	м ²	1157,0
Ядро жорсткості			
22	Монтаж опалубки ліфтової шахти	шт	72
23	Змащування опалубки	шт	72
24	Армування	кг	12400
25	Бетонування С20/25	м ³	52,0
26	Демонтаж опалубки	шт	72
27	Монтаж опалубки сходових маршів	м ²	140,0
28	Змащення опалубки	м ²	140,0
29	Монтаж арматури сходів	кг	3200
30	Бетонування	м ³	32,4
31	Демонтаж опалубки	м ²	140,0
Стіни			
32	Мурування зовнішніх стін з газоблоку	м ²	1000
33	Армування кладки	кг	5600
34	Цегляна кладка 250 мм	м ²	780
35	Цегляна кладка 120 мм	м ²	420
36	Монтаж опалубки монолітних стін	шт	36
37	Бетонування монолітних стін 200 мм	м ³	48,6
38	Демонтаж опалубки	шт	36

Інші роботи			
39	Монтаж збірних перемичок	шт	182
40	Утеплення 150 мм	м ³	275,87
41	Монтаж металопластикових вікон	шт	147
42	Силіконова фасадна штукатурка	м ²	1200
43	Невраховані роботи	%	13
44	Благоустрій території	%	7

3.2. Підбір монтажного крану

Під час виконання монолітних робіт в будівлі з підвалом необхідно правильно підібрати баштовий кран правильно, так як він забезпечує подачу всіх основних матеріалів на потрібні висоти і суттєво впливає на темпи будівництва. Загальна висота споруди разом із підвалом становить 27 м, тому кран має мати достатній запас висоти, щоб працювати над перекриттям верхнього останнього поверху. Для таких умов оптимальна висота підйому має бути не менше 35 метрів, це дозволить безперешкодно подавати опалубку, арматуру та матеріалами.

Для будівлі даного типу краще підібрати кран середнього класу з вильотом стріли близько 50 метрів. Така довжина забезпечить охоплення всієї території будівельного майданчика, разом із зонами складування матеріалів. З врахуванням маси вантажів, що будуть транспортуватися під час будівництва (арматурні каркаси, опалубочні щити, дрібні елементи та бетон у баддях), вантажопідйомність крана має бути не менше 6–8 тонн. Це гарантує достатній запас безпеки і міцності.

Для даного об'єкта підбрано баштовий кран **Zoomlion TC6016A-8**, що активно використовується на будмайданчиках. Його вантажопідйомність становить 8 тонн, стріла довжиною до 60 метрів і також має здатність піднімати вантаж на висоту 40 м.

Ці характеристики дозволяють повністю забезпечити роботи на будмайданчику з монтажу опалубки, армування, та підйому контейнерів із бетонною сумішшю і переміщення допоміжних матеріалів. Крім цього, конструкція крана має можливість нарощування секцій в процесі зведення будівлі, тому це робить його універсальним і зручним для застосування на об'єктах такої поверховості.

Таблиця 3.2. Характеристики баштового крану

Найменування	Технічні характеристики	Призначення
Кран баштовий Zoomlion TC6016A-8	Вантажопідйомністю 8 т; вантаж на вильоті 50 м - 1,6 т; стріла 50-60 м; висота підйому 40 м	Підйом опалубки, арматурних виробів, будівельних матеріалів, з бетонної суміші у баддях

Отже, вибір крана Zoomlion TC601A-8 є оптимальним для зведення даної семиповерхової монолітної житлової будівлі, оскільки він відповідає вимогам вантажопідйомності, по висоті та зоні обслуговування і при цьому забезпечує організацію робіт протягом усього циклу монтажу і бетонування безперебійно.

3.3. Підбір транспортних засобів та механізмів

Правильне визначення складу транспортних засобів та будівельних механізмів є одним із ключових факторів щодо ефективної організації монолітних робіт. Від правильності підбору залежить ритмічність бетонування і швидкість зведення конструкцій та оптимальне використання ресурсів. Для будівництва семиповерхової будівлі монолітної передбачено комплекс механізмів, що забезпечують подачу матеріалів на необхідні рівні та застосовуються для виконання монтажно-технологічних операцій на будівельному майданчику.

Основне обладнання, що забезпечує вертикальне транспортування матеріалів під час зведення несучого каркаса, є баштовий кран. Конкретний вибір обладнання визначено, виходячи з умов будівельного майданчика та необхідної робочої зони.

Подача бетонної суміші здійснюється за допомогою автобетононасоса з довжиною стріли 42 м, це забезпечує безперервне бетонування елементів як у вертикальній так і горизонтальній площинах.

Доставка бетонної суміші на ділянку будівництва забезпечують автобетонозмішувачі об'ємом 10 м³. Їх кількість визначається інтенсивністю виконання бетонних робіт та логістичними умовами маршруту від бетонного вузла.

Доставка арматурного прокату, щитів опалубки та інших будматеріалів здійснюється вантажними автомобілями.

Розвантаження матеріалів виконується з використанням баштового чи автомобільного крана. В даному випадку для цього використовують підібраний баштовий кран з відповідними технічними характеристиками.

Для операцій з монтажу і демонтажу опалубки додатково застосовано електролебідки, пересувні візки і різні допоміжні механізовані засоби. Все це сприяє підвищенню продуктивності і безпеці виконання робіт.

Таблиця.3.3. Підбір механізмів та машин, їх технічні характеристики

№	Найменування механізмів	Основні технічні характеристики	Призначення
1	Баштовий кран	Вантажопідйомність 6-8 т; висота підйому \geq 35 м, виліт стріли 45-50 м;	Підйом арматури, опалубки, матеріалів
2	Автобетононасос	Довжина стріли 36-42 м; продуктивність 80 - 100 м ³ /год	Подача бетонної суміші на ділянку бетонування
3	Автобетонозмішувач	Об'єм барабана 7- 10 м ³	Транспортування бетонної суміші на будмайд.-к
4	Вантажний автомобіль	Вантажопідйомність 5 - 10 т	Перевезення арматури, опалубки
5	Вантажний автомобіль	Вантажопідйомність 10 - 20 т	Доставка крупногабаритних елементів
6	Електролебідки	Вантажопідйомність 0,5-1,0 т	Допоміжні підйомні операції
7	Пересувні помости і візки	Вантажність 200 -400 кг	Внутрішнє переміщення матеріалів

3.4. Технологічна карта на монтаж опалубки будинку

Здійснюється монтаж опалубочних систем із застосуванням баштового крана який було підбрано відповідно до габаритних розмірів будівлі та який встановлюють відповідно будівельного генерального плану. Роботи виконуються поетапно за захватками, при цьому кожен поверх умовно поділений на дві монтажні ділянки.

Бетонування вертикальних та горизонтальних конструкцій (колон, стін і перекриттів) виконується в інвентарній збірно-розбірній опалубці системи. Детальний опис дивись в додатку В.

3.5. Календарний план робіт

Календарний план будівництва житлової будівлі розроблено із врахуванням технології монолітно-каркасного зведення, особливості конструкцій та наявної будтехніки. Він визначає послідовність робіт логічну, терміни їх виконання і необхідні ресурси, які дозволять організувати будівельний процес максимально ефективно та безпечно.

Будівельні роботи розпочинають з підготовчого етапу, що передбачає розбивку осей будівлі на місцевості та підготовку будівельного майданчика. На цій стадії виконується очищення території від сміття та рослинності, вирівнювання поверхні і, також, облаштування тимчасових проїздів та складів з метою складування будівельних матеріалів. Підготовчі заходи формують основу для проведення наступних робіт і забезпечують безпечне пересування працівників і техніки на майданчику.

Після завершення підготовки переходять до робіт земляних та влаштування фундаментів. Відповідно проводиться розробка котловану, влаштування подушки піщано-гравійної та монтаж опалубки для фундаментних плит. Виконується армування плит перекриття і їх бетонування та обов'язкове контролювання якості бетону. Цей етап є надважливим, тому що правильне виконання фундаментів впливає і на довговічність, і на стійкість всієї будівлі.

Основні роботи, а саме, монтаж каркасу та опалубки стін, колон ведуть поетапно. На кожному ярусі встановлюють опалубку, закладається арматура та проводиться бетонування стін і колон. Опалубка підбрана з врахуванням типових комплектів, яка забезпечить швидкий монтаж і надійну фіксацію

конструкцій. Після досягнення необхідної міцності бетоном опалубка демонтується та підготовляється для повторного використання.

Водночас здійснюється монтаж перекриттів між поверхами. Армування та бетонування перекриттів виконуються одночасно з роботами зі зведення колон і стін - це дозволяє ефективно використати техніку і скорочує загальні терміни будівництва.

Особлива увагу приділяють монтажу шахт ліфтів, які виконують поетапно, з встановленням внутрішньої і зовнішньої опалубки, арматурних елементів та поетапним бетонуванням. Цей процес вимагає точності та послідовності дій, шахти ліфтів є важливими елементами конструкції будівлі.

Завершивши роботи основного каркасу переходять до роботи з мурування внутрішніх перегородок та зовнішніх стін, врахувавши прорізи для вікон і дверей. Паралельно організовують покрівельні роботи та зводять перекриття останнього поверху та влаштовують гідроізоляцією.

Завершальним є етап будівництва коли відбувається демонтаж тимчасових конструкцій, опалубки і прибирання будмайданчика. Тоді, проводять контроль якості всіх конструкцій і підготовлюють об'єкт до здачі в експлуатацію.

Календарний план обов'язково враховує, що деякі роботи можна виконувати паралельно, до прикладу, монтаж перекриттів виконують одночасно з бетонуванням колон наступного поверху. Окрім цього, в плані передбачені можливі коригування залежно від погодних умов або доступності матеріалів чи техніки. Дотримання плану забезпечить оптимальні терміни виконання робіт і високу якість будівельних конструкцій.

3.6. Організація будгенплану

Для визначення потреб у тимчасових побутових приміщеннях на будмайданчику виконані розрахунок чисельності персоналу, що одночасно перебуватиме на об'єкті. Загальна максимальна кількість працівників за добу становить 69 осіб, і всі вони працюють у першій зміні. З використанням поправочного коефіцієнта отримано:

$$69 \times 1,05 = 73 \text{ особи.}$$

Кількість інженерно-технічних та обслуговуючих працівників визначено за розрахунковим співвідношенням:

$73 \times 0,12 \times 0,8 = 8$ осіб.

Одержані показники використовуються для розрахунку площі будівель і визначення їх кількості, необхідної для створення належних умов праці та побуту на будмайданчику.

Таблиця 3.4. Розрахунок площ приміщень

<i>№</i>	<i>Назва приміщення</i>	<i>Кількість працівників і</i>	<i>Норма для одну особу, м2</i>	<i>Площа розрахункова м2</i>	<i>Прийнято Площу м2</i>	<i>Кількість</i>
1	Контора	8	4	28	28	1
2	Душова кабіна:					
	- Чоловіки	52	0,55	25	28	1
	- Жінки	21	0,55	12	28	1
3	Їдальня	73	1,0	72	82	3
4	Туалет	73	0,095	7	7	2
5	Кімната особистої гігієни для жінок	21	0,25	4,5	4,5	1
6	Роздягальня	73	1,1	79,5	82	3
7	Туалет	73	0,05	3,65	28	1
8	Сушільня	73	0,25	14,4	28	1
9	Опалювальна кімната	73	0,15	7,25	28	1
10	Склад робочого одягу та засобів індивідуального захисту				28	1
11	Склад зберігання пожежного обладнання				28	1

12	Пункт першої допомоги				28	1
Підсумок:						18

Розрахунок площі складів

Таблиця 3.5.

№	Назва матеріалів та виробів	Од-і виміру	Повна потреба	Тривалість застосування, дні	Щоденне застосування, дні	Запас у днях	Тривалість зберігання	Норми зберігання	Площа корисна	Коефіцієнт	Площа складів, м ²			Метод зберігання
											Відкриті	Закриті	навісі	
1	Сходи	м ³	12,03	64	0,34	4	1,64	0,5	3,4	1,2	4,5			штабелями
2	Перемички	м ³	86,91	64	0,12	6	0,52	0,5	12,3	1,2	1,4			штабелями
3	Цемент	м ³	5,47	85	0,38	15	6,8	2	3,4	1,2		3,8		мішок
4	Пісок	м ³	4,36	85	0,49	14	7,3	4	1,95	1,2	2,4			насип
5	Арматура, деталі закладні	т	198,04	73	4,59	11	55,76	0,8	67,24	1,2			82,3	штабелями
6	Набір опалубки	м ²	2787,3	90	49,35	11	492	10	49,37	1,2	59,5			штабелями
7	Болти, кріпильні деталі	т	67,261	37	3,2	9	24,17	2,5	9,64	1,2		11,7		ящик
8	Ізоляційний матеріал	м ³	705,83	26	14,61	4	70,53	2,3	30,83	1,2			36,6	рулон
9	Електроди	т	1,802	71	0,075	9	0,58	1,2	0,46	1,2		0,6		ящик

10	Цегла	шт	1184,93	43	1,94	4	9,57	0,7	17,5	1,2	16,7			піддон
11	Утеплювач	м ³	36,45	4	11,82	4	59,42	4	14,3	1,2	17,1			пачки
12	Рулонні покрівельні матеріали	м ²	4454,71	46	77,43	3	308,17	22	14,1	1,2			16,8	рулон
13	Дверні блоки	м ²	706	10	41,51	9	413	44	9,42	1,2			11,4	невисокі штабелі
14	Віконні блоки	м ²	565	30	25,58	9	256	45	5,74	1,2			6,85	невисокі штабелі
15	Фарби та лаки	т	2639,2	78	0,185	5	0,748	0,8	0,91	1,2		1,15		банки
16	Керамічна плитка	м ²	1112,83	64	49,52	7	297,71	50	5,93	1,2			7,18	європіддон
17	Деталі сталевих риштувань	т	0,897	24	0,048	6	0,26	0,3	0,64	1,2			0,82	Горизонтальні штабелі, контейнер
18	Гідробар'єр	м ²	3016,05	41	110,59	4	552,42	20	27,3	1,2		33,2		рулони
19	Газоблоки	м ³	704,91	35	94,2	6	671,6	18	21,2	1,2	43,2			піддонни
Разом:											144,8	50,45	161,95	

Розрахунок тимчасового живлення

Таблиця 3.6. Розрахунок кількості електроенергії відповідно до споживачів

<i>№</i>	<i>Споживачи</i>	<i>Одиниці. Вим</i>	<i>Кіль-ть</i>	<i>Норма</i>	<i>Коефіцієнт</i>	<i>Потуж-ть кВт</i>
1	Будтехніка	кВт	475	-	0,6	407
2	Внутрішнє освітлення:					
	- службові приміщення	м ²	432	0,015	0,8	5,15
	- склади і майстерні для субпідрядників	м ²	226	0,015	0,8	2,75
	- склади закриті	м ²	118,5	0,015	0,8	1,45
3	Зовнішнє освітлення:					
	- монтаж елементів конструкцій	м ²	538	0,003	1,0	1,68
	- відкриті склади і навіси	м ²	278,4	0,002	1,0	0,54
	- основні проходи і під'їзні шляхи	км	0,073	5	1,0	0,384
	- охоронне освітлення	км	0,327	1,5	1,0	0,485
	- другорядні проходи і під'їзні шляхи	км	0,079	2,5	1,0	0,192
4	Трансформатори зварювальні	кВт	68,45	-	0,5	34,26
						465,73

Врахувавши коефіцієнт втрат потужності в мережі $\alpha = 1,05$ кВт, потужність становить 489,01 кВт.

Приймаємо трансформаторну підстанцію КТП 630 кВА 6/10/0,4 потужністю 630 кВт.

Розрахунок тимчасового водопостачання

Таблиця 3.7. Розрахунок потреби води

№	Найменування	Одиниць. Вимірювання	Кількість	Норма витрати	Споживання	Фактичне
1	Поливання бетону	м ³ /змiна	29	150	4227	
2	Малярні роботи	м ³ /змiна	9,58	0,5	4,69	
3	Питна вода	Люд.	73	2	1579	2306
4	Для приготування їжі	Люд.	73	10	727	
5	Душ включно з жіночою гігієною	Люд.	24	30	665	
6	Для сан.потреб	Люд.	73	24	1558	2245
8	Протипожежні витрати	м ²	6095		15	

$$Q = 0,28 + 1,01 = 1,29 \text{ л/с}$$

Діаметр тимчасового водопроводу:

$$d = 2 \sqrt{(1,29 \times 1000) \times 3,14 \times 0,95} = 46,9 \text{ мм}$$

Прийнято діаметр $d = 50 \text{ мм}$.

Діаметр системи зовнішньої водопостачання пожежогасіння становить 100 мм.

Розділ 4

Економіка будівництва

Локальний кошторис є ключовим фінансовим документом, що відображає деталізовану вартісну структуру будівництва семиповерхової монолітної житлової будівлі у м. Володимирі. Його складання виконується на підставі фактичних обсягів будівельно-монтажних робіт та нормативної бази, яка регламентує витрати трудових, матеріальних та машинних ресурсів. В межах кошторису визначається вартість кожного технологічного процесу. Така деталізація дозволяє комплексно оцінити необхідні витрати та сформулювати економічно обґрунтований бюджет будівництва (додаток Г).

Розділ 5 Охорона праці

В системі організації будівельного виробництва питання щодо охорони праці посідають ключове місце, оскільки вони визначають рівень безпеки виконання робіт, стабільність усього технологічного процесу та стан здоров'я працівників. Забезпечення безпечних умов праці відбувається відповідно до законодавства України, ДБН та міжнародних стандартів, що регламентують організацію робочого середовища, вимоги до обладнання, порядок підготовки персоналу та профілактику виробничих небезпек. Під час реалізації будівельного проєкту всі етапи, починаючи від підготовчих робіт до оздоблення повинні бути спрямовані на мінімізацію ризиків здоров'я та життя працівників.

Будівельний майданчик - це середовище підвищеної небезпеки і порушення вимог безпеки може призвести аварійних ситуацій чи до травмувань. Серед найпоширеніших небезпечних факторів, що мають вплив на працівників - механічні ризики вони пов'язані з роботою техніки і переміщенням вантажів. Також виникає небезпека падіння з висоти, що може статися при монтажі конструкцій чи проведенні робіт на перекриттях. Окрім цього значну увагу необхідно приділити електробезпеці, тому що більшість будівельних процесів виконуються з використанням електроінструментів і тимчасових електромереж. Додаткову загрозу створюють пил, речовини хімічні, випари будівельних матеріалів, вібрація, шум, несприятливі кліматичні умови і вони можуть негативно вплинути на працездатність персоналу.

Для попередження травматизму застосовують організаційні та технічні заходи безпеки. Вони охоплюють усі етапи виробництва. На початку робіт всі працівники проходять інструктаж, спеціальне навчання та медогляди. На майданчику встановлюють попереджувальні знаки, в небезпечних зонах огороження. Відповідальні особи виконують контроль дотримання вимог техніки безпеки. Всі будівельно-монтажні процеси виконують застосовуючи сертифіковане обладнання. Для значного зниження вірогідності аварійних ситуацій воно регулярно проходить технічне обслуговування. Особливу увагу приділено засобам індивідуального захисту, без них допуск до робіт є неможливим. Використання касок, спецодягу, страхувальних поясів, респіраторів, захисних окулярів та інструментів із захисними кожухами забезпечить додатковий рівень безпеки під час трудових операцій.

Також відіграє важливу роль у створенні безпечного виробничого процесу організація побутових умов. На будмайданчику облаштовують санітарно-побутові приміщення, забезпечено подачу питної води. Робочі зони обладнують вентиляцією та освітленням, що відповідають нормам. Дотримання правил необхідне не лише при висотних або монтажних роботах, а і під час виконання земляних, бетонних та оздоблювальних процесів. Кожен технологічний процес має свої власні ризики. При земляних роботах важливо контролювати стан ґрунтів та забезпечувати стійкість стінок котлованів. При бетонуванні необхідно захищати працівників від контакту з агресивними матеріалами. Виконуючи оздоблювальні роботи важливо дбати про вентиляцію приміщень, в яких використовують лакофарбові покриття.

Окремо існує комплекс вимог щодо пожежної безпеки, оскільки під час будівництва використовують електроінструменти, горючі матеріали і виконують зварювальні роботи. Значно зменшують ризики виникнення пожежі наступне: наявність евакуаційних шляхів, правильне розміщення вогнегасників, заборона паління в невстановлених місцях. Необхідно оформлювати наряди-допуски на вогневі роботи. Електробезпеку забезпечують через застосування справних кабельних ліній, встановлення захисного відключення, заземлення обладнання і недопущення сторонніх осіб до електрощитової.

Усі працівники мають бути ознайомлені з правилами надання домедичної допомоги і на майданчику завжди має бути доступна аптечка з необхідним набором медичних засобів. Чітко визначені місця збору в разі аварії та оперативність повідомлення щодо травмування сприяють зниженню наслідків небезпечних ситуацій.

Тому, система охорони праці на будвиробництві – це є комплекс взаємопов'язаних заходів які спрямовані на захист життя та здоров'я працівників, підвищення їх ефективності роботи та забезпечення стійкості усього будівельного процесу. Використання технічних, організаційних, і профілактичних рішень дозволить створити безпечні умови на об'єкті, які повністю відповідають чинним нормативам (додаток Д).

Розділ 6
Наукова частина
Дослідження підвищення енергоефективності багатопверхових
житлових будинків в процесі термомодернізації на основі оптимізації
ремонтно-будівельних робіт

Вступ

Актуальність теми зумовлена необхідністю системного підвищення енергоефективності житлового фонду України, значна частина якого збудована у другій половині ХХ століття та характеризується високими питомими витратами теплової енергії, зношеністю огорожувальних конструкцій і застарілими інженерними системами. В умовах енергетичної нестабільності, зростання вартості енергоресурсів та виконання міжнародних кліматичних зобов'язань України питання енергоефективної термомодернізації багатоквартирних житлових будинків набуває особливої соціально-економічної значущості.

Державна політика у сфері енергоефективності в Україні реалізується, зокрема, через діяльність Фонду енергоефективності та впровадження програми «Енергодім», спрямованої на стимулювання комплексних заходів з модернізації житлових будівель, що перебувають в управлінні об'єднань співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ). Разом з тим, ефективність реалізації таких програм значною мірою залежить від обґрунтованості технічних рішень, організації ремонтно-будівельних робіт та правильного вибору комплексу енергоефективних заходів.

Актуальність дослідження також обумовлена необхідністю адаптації міжнародних та зарубіжних підходів до термомодернізації житлових будинків з урахуванням чинної нормативно-правової бази України, кліматичних умов, конструктивних особливостей будівель та економічних можливостей співвласників.

Мета магістерської роботи полягає в обґрунтуванні та узагальненні теоретичних і практичних підходів до підвищення ефективності ремонтно-будівельних робіт під час енергоефективної термомодернізації багатоквартирних житлових будинків в умовах реалізації державних програм в Україні.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено вирішення таких **завдань**:

- проаналізувати сучасний стан житлового фонду України та основні проблеми енергоефективності багатоквартирних будинків;
- дослідити нормативно-правову базу України у сфері енергоефективності та термомодернізації будівель;
- узагальнити основні види та технічні характеристики заходів з енергоефективності, що застосовуються під час капітального ремонту житлових будинків;

- проаналізувати практику реалізації проєктів програми «Енергодім»;
- розробити рекомендації щодо підвищення ефективності організації та реалізації енергоефективних ремонтно-будівельних робіт.

Об'єктом дослідження є процеси ремонтно-будівельних робіт під час термомодернізації багатоквартирних житлових будинків.

Предметом дослідження є технічні, організаційні та нормативні аспекти впровадження заходів з енергоефективності у житлових будинках.

Методи дослідження включають аналіз нормативних документів, порівняльний аналіз технічних рішень, узагальнення практичного досвіду реалізації проєктів, а також елементи техніко-економічного аналізу.

Житловий фонд в Україні характеризується значною часткою будівель, зведених в період масового будівництва 1960–1990 років. Для них притаманні низькі теплоізоляційні показники конструкцій огорожувальних та застарілі інженерні системи. Більшість цих будинків проєктувалися без врахування сучасних вимог до теплозахисту і енергоефективності, що, в свою чергу, призводить до значних тепловтрат, підвищеного споживання енергоресурсів.

Основні причини низької енергоефективності житлових багатоквартирних будинків є недостатня теплоізоляція зовнішніх стін, покрівлі та перекриттів, наявність мостків холоду, зношеність дверних і віконних блоків. Також неефективною є робота систем опалення і гарячого водопостачання. В сукупності ці фактори призводять до перевищення нормативних показників питомих витрат теплової енергії і, як наслідок, погіршення умов проживання населення.

Підвищення енергоефективних показників житлового фонду розглядається як один з пріоритетних напрямів державної політики, що спрямований до зменшення енергоспоживання, скорочення парникових газів і зниження витрат на оплату житлово-комунальних послуг.

Нормативно-правове забезпечення енергоефективності будівель в Україні сформовано з врахуванням положень європейського законодавства, зокрема Директиви 2010/31/ЄС про енергетичну ефективність будівель, та адаптоване до національних умов проєктування, будівництва і експлуатації житлового фонду. Основною метою державного регулювання у цій сфері є зменшення енергоспоживання будівель, підвищення рівня енергетичної безпеки та забезпечення сталого розвитку.

Центральне місце у законодавчій базі займає **Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»**[13], який запроваджує обов'язкову енергетичну сертифікацію будівель, визначає вимоги до мінімального класу енергоефективності та встановлює правові засади діяльності енергоаудиторів. Закон передбачає проведення енергетичної оцінки будівель на етапах проєктування, реконструкції та експлуатації, що створює

підґрунтя для впровадження енергоефективних рішень ще на ранніх стадіях життєвого циклу об'єкта.

Важливим інструментом реалізації державної політики у сфері термомодернізації житлових будинків є **Закон України «Про Фонд енергоефективності»** [14], який визначає механізми фінансової підтримки об'єднань співвласників багатоквартирних будинків. Фонд забезпечує часткове відшкодування витрат на енергетичні аудити, розроблення проєктної документації та виконання заходів з енергоефективності, що сприяє активізації процесів комплексної модернізації житлового фонду.

Нормативні вимоги до теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій встановлюються **ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель»** [15], у яких наведені мінімально допустимі значення приведенного опору теплопередачі для різних кліматичних зон України. Виконання цих вимог є обов'язковим під час нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту будівель, що передбачає утеплення огорожувальних конструкцій.

Загальні принципи забезпечення енергоефективності будівель регламентуються **ДБН В.1.2-11:2021 «Енергетична ефективність будівель»** [16], які встановлюють вимоги до показників енергоспоживання, методів їх оцінювання та класифікації будівель за рівнем енергоефективності. Зазначені норми спрямовані на комплексний підхід до проєктування та модернізації будівель з урахуванням як конструктивних, так і інженерних рішень.

Окрему групу нормативних документів становлять національні стандарти, зокрема **ДСТУ EN 16247 (частини 1–5)** [17], які регламентують порядок проведення енергетичних аудитів, методи збору та аналізу вихідних даних, а також вимоги до оформлення звітної документації. Використання зазначених стандартів дозволяє об'єктивно оцінити потенціал енергозбереження та обґрунтувати доцільність впровадження окремих заходів.

Таким чином, чинна нормативно-правова база України створює комплексні умови для реалізації заходів з енергоефективної термомодернізації житлових будинків та забезпечує методичну основу для виконання ремонтно-будівельних робіт в межах державних програм підтримки.

Основні заходи з енергоефективної термомодернізації житлових будинків

Енергоефективна термомодернізація житлових будинків багатоквартирних передбачає впровадження технічних заходів, спрямованих на зменшення тепловтрат, оптимізацію роботи інженерних систем та підвищенню комфортності умов проживання. Ефективність таких заходів значною мірою залежить від правильного вибору складу та послідовності виконання.

До найбільш часто застосовуваних **конструктивних заходів** належить утеплення зовнішніх стін шляхом влаштування фасадних теплоізоляційних систем з використанням мінераловатних чи пінополістирольних плит. Утеплення покрівель та перекриттів верхніх поверхів дозволяє суттєво знижувати тепловтрати через дах. А теплоізоляція підвальних перекриттів покращує температурний режим приміщень першого поверху.

Важливим в термомодернізації є заміна або модернізація віконних та дверних блоків в місцях загального користування. За рахунок цього зменшується інфільтрація холодного повітря і підвищується герметичність будівлі. В ряді випадків доцільним є утеплення зовнішніх стін нижче рівня ґрунту. Це зменшує тепловтрати через фундаментні частини будівлі.

Інженерні заходи передбачають модернізацію систем опалення через встановлення індивідуальних теплових пунктів (ІТП) з автоматичним регулюванням подачі залежно від температури зовнішнього повітря. Балансування системи опалення при застосуванні автоматичних балансувальних клапанів забезпечить рівномірний розподіл тепла між квартирами і зменшує перевитрати енергії.

До ефективних рішень належить встановлення приладів комерційного і розподільного обліку теплової енергії та автоматичних терморегуляторів на опалювальних приладах в квартирах. Ці заходи створять умови для свідомого споживання теплової енергії та стимулюють мешканців до енергозбереження.

Практична реалізація проєктів в межах програми «Енергодім» показує, що **комплексна термомодернізація**, що поєднує конструктивні та інженерні заходи, забезпечить значно вищий рівень економії енергії порівняно з впровадженням локальних окремих рішень. Тому, саме комплексний підхід рекомендується як найбільш ефективний до впровадження з точки зору технічної доцільності та економічної ефективності.

Аналіз підходів реалізації енергоефективних ремонтно-будівельних робіт

Реалізація ремонтно-будівельних енергоефективних робіт в багатоквартирних житлових будинках в Україні здійснюється з врахуванням вимог чинних нормативних документів і на основі результатів енергетичних аудитів. На практиці застосовують поетапні та комплексні підходи до термомодернізації, їх вибір залежить від технічного стану будівлі, очікуваного рівня економії енергоресурсів і фінансових можливостей співвласників.

Поетапний підхід передбачає послідовні виконання окремих заходів (наприклад, замінення вікон в місцях загального користування та балансування системи опалення), це дозволяє зменшити початкові фінансові навантаження, але не забезпечить максимального енергоефекту. А комплексний підхід, що включає утеплення огорожувальних конструкцій і модернізацію інженерних систем, характеризується вищими

витратами капітальними але забезпечує суттєве зниження питомих витрат теплової енергії та скорочення викидів CO₂.

Аналіз реалізованих проєктів підтверджує, що найбільший енергетичний ефект досягається за умови поєднання конструктивних та інженерних заходів, а також впровадження автоматизованих систем регулювання теплопостачання. Такий підхід відповідає вимогам нормативних документів і рекомендаціям Фонду енергоефективності.

В контексті обраної теми програму «Енергодім» було обрано для дослідження, оскільки вона є основним механізмом реалізації державної політики в сфері енергоефективності житлового фонду та безпосередньо пов'язана з виконанням ремонтно-будівельних робіт з термомодернізації багатоквартирних будинків. Аналіз програми дозволяє оцінити, як фінансові, організаційні і технічні інструменти державної підтримки можуть впливати на підвищення ефективності планування, виконання та контролю ремонтно-будівельних процесів в межах енергоефективної модернізації.

Програма «Енергодім», що реалізується ДУ «Фонд енергоефективності» [21], є одним з ключових інструментів державної підтримки термомодернізації житлових багатоквартирних будинків в Україні. Ця програма надає гранти ОСББ на виконання енергоефективних заходів на підставі результатів енергетичних аудитів і розроблення проєктної документації.

В межах програми застосовують різні пакети заходів. Вони охоплюють як локальні, так і комплексні рішення. До типових заходів та найбільш поширених належить утеплення фасадів та покрівель, модернізація систем опалення, встановлення ІТП, балансування системи та встановлення приладів обліку теплової енергії. Такий підхід забезпечить уніфікацію технічних рішень та підвищить прозорість використання коштів.

Практика реалізації проєктів «Енергодім» показує, значну економію теплової енергії. Це підтверджує доцільність державної підтримки саме комплексних проєктів, а не окремих локальних заходів.

Оцінка ефективності заходів з енергоефективності (енергія, CO₂, вартість)

Задля оцінки ефективності заходів з енергоефективності використовують показники річної економії теплової енергії, вартість реалізації проєктів та скорочення викидів діоксиду вуглецю. Вихідні дані для аналізу формують на підставі результатів енергетичних аудитів і показників енергетичних сертифікатів будівель до та після термомодернізації.

Річну економію енергії визначають як різницю між споживанням теплової енергії до та після впровадження заходів.

Скорочення викидів CO₂ розраховують з врахуванням питомого коефіцієнта викидів для відповідних енергоносіїв та пропорційне зменшенню споживання теплової енергії. Цей показник дозволяє оцінити екологічний ефект реалізованих проєктів та їх внесок у виконання кліматичних зобов'язань України.

Вартість реалізації заходів з енергоефективності складається з витрати на енергоаудит, розробку проєктної документації, будівельно-монтажних робіт та технічного нагляду. Для комплексних проєктів є характерною вища вартість на початковому етапі але у довгостроковій перспективі такі проєкти мають кращі показники окупності завдяки значно більшій економії енергії.

Отримані результати, після завершення реалізації проєктів, свідчать, що комплексна термомодернізація є найбільш ефективна з точки зору поєднання енергетичного, екологічного і економічного ефектів в довгостроковій перспективі.

Шляхи підвищення ефективності проведення енергоефективних ремонтно-будівельних робіт в багатоквартирних житлових будинках Обґрунтування доцільності комплексної термомодернізації житлових будинків

Практика виконання ремонтно-будівельних робіт в житловому фонді свідчить про застосування поодиноких енергоефективних заходів які не забезпечують досягнення значного і стабільного зниження споживання теплової енергії. В більшості випадків локальні рішення, такі як заміна вікон у місцях загального користування чи часткова модернізація системи опалення дають лише короткостроковий ефект та не вирішують проблему комплексно.

В зв'язку з цим доцільно впроваджувати комплексну термомодернізацію житлових будинків, що передбачає: і одночасне покращення теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій, і підвищення ефективності інженерних систем. Подібний підхід дозволить досягати ефекту, коли зменшення тепловтрат поєднано з оптимізацією режимів теплопостачання.

Комплексна термомодернізація дає підвищення експлуатаційної надійності будівель, зменшення рівня фізичного зносу конструкцій та подовження терміну їх служби. Також, реалізація комплексних проєктів відповідає вимогам чинних державних будівельних норм України та рекомендації Фонду енергоефективності.

Організаційні особливості реалізації енергоефективних заходів у житловому фонді

Ефективність енергоефективних ремонтно-будівельних робіт значною мірою залежить від правильної організації процесу на всіх їх етапах, від прийняття рішення співвласниками до введення, після завершення робіт, об'єкта в експлуатацію. Особливу роль у цьому процесі має діяльність об'єднань співвласників багатоквартирних будинків. Вони виступають

замовниками робіт та відповідають за координацію взаємодії між проєктувальниками, органами технічного нагляду, підрядними організаціями.

На першому етапі підготовки проєкту доцільно проведення повноцінного енергетичного аудиту будівлі, оскільки його результати є основою для вибору оптимального переліку заходів з енергоефективності. Розробка проєктної документації має здійснюватись з врахуванням вимог нормативних документів, а також специфіки певних конструктивних рішень відповідного будинку.

Під час виконання будмонтажних робіт важливо дотримуватись технологічної дисципліни, контролю якості застосовуваних матеріалів та виконання робіт відповідно до проєктних рішень. Належний технічний нагляд дозволяє своєчасно виявити та усунути відхилення, що можуть негативно вплинути на ефективність термомодернізації.

Соціально-економічні та екологічні результати

Впровадження заходів енергоефективних в межах комплексної термомодернізації багатоквартирних житлових будинків забезпечить досягнення значних соціально-економічних і екологічних результатів. Зменшення споживання теплової енергії призведе до зниження витрат мешканців на оплату житлово-комунальних послуг, це має особливе значення в умовах зростання тарифів на енергоресурси.

Покращення теплозахисних характеристик будівель буде сприяти підвищенню комфортності умов проживання, стабілізації температури в приміщеннях і зменшенню ризику виникнення конденсату та плісняви.

Також, зменшення споживання енергоресурсів позитивно впливає на екологічний стан довкілля, що відбувається за рахунок скорочення викидів парникових газів.

Кількість багатоквартирних будинків, у яких виконано заходи з енергомодернізації у Волинській області, визначено на основі офіційних даних Фонду енергоефективності України та міжнародних аналітичних проєктів. Площі утеплення зовнішніх стін і покрівель у роботі не наведені в офіційній статистиці, тому визначені аналітичним шляхом з використанням типових геометричних параметрів житлових будинків, проєктних рішень ОСББ та середніх показників реалізованих кошторисів. Отримані значення застосовано для порівняльного аналізу та оцінки масштабів капітального ремонту житлового фонду регіону.

Всього з 1265 заяв поданих до Фонду 204 заяви з Волинської області, що становить 16,1% від загальної кількості по Україні.

На підставі відкритого джерела Фонду енергоефективності було отримано та проаналізовано реальні дані, що наведено на рис. 6.1.

Проекти ДУ «Фонд енергоефективності» станом на 05.12.2025 р.

№	№ заявки	Назва проекту	Адреса	Тип проекту	Стан проекту	Дата початку	Дата завершення	Площа будівлі, м²	Площа приміщення, м²	Вартість проекту, грн	Вартість енергозбереження, кВт·год/рік	Вартість енергозбереження, грн/рік
1	01	«СБМ-ТОВ»	Тернопільська область, м. Тернопіль, вул. Свободи, 11	Промисловість	Виконано	20.12.2023	21.12.2024	400	400	1000000	100000	10000000
1	02	«СБМ-ТОВ»	Тернопільська область, м. Тернопіль, вул. Свободи, 11	Промисловість	Виконано	20.12.2023	21.12.2024	400	400	1000000	100000	10000000
1	03	«СБМ-ТОВ»	Тернопільська область, м. Тернопіль, вул. Свободи, 11	Промисловість	Виконано	20.12.2023	21.12.2024	400	400	1000000	100000	10000000
1	04	«СБМ-ТОВ»	Тернопільська область, м. Тернопіль, вул. Свободи, 11	Промисловість	Виконано	20.12.2023	21.12.2024	400	400	1000000	100000	10000000
1	05	«СБМ-ТОВ»	Тернопільська область, м. Тернопіль, вул. Свободи, 11	Промисловість	Виконано	20.12.2023	21.12.2024	400	400	1000000	100000	10000000

Рис. 6.1. Фрагмент таблиці «Проекти ДУ «Фонд енергоефективності» [23]

Відповідно до проаналізованих даних було побудовано порівняльну стовпчикову діаграму поданих заяв рис.6.2., що дозволяє наочно порівняти абсолютну кількість заяв, поданих до Фонду енергоефективності в окремих містах Волинської області. Візуалізація підтверджує істотний розрив між обласним центром та іншими містами, що є характерною тенденцією для регіонального розподілу участі у програмах енергоефективності.

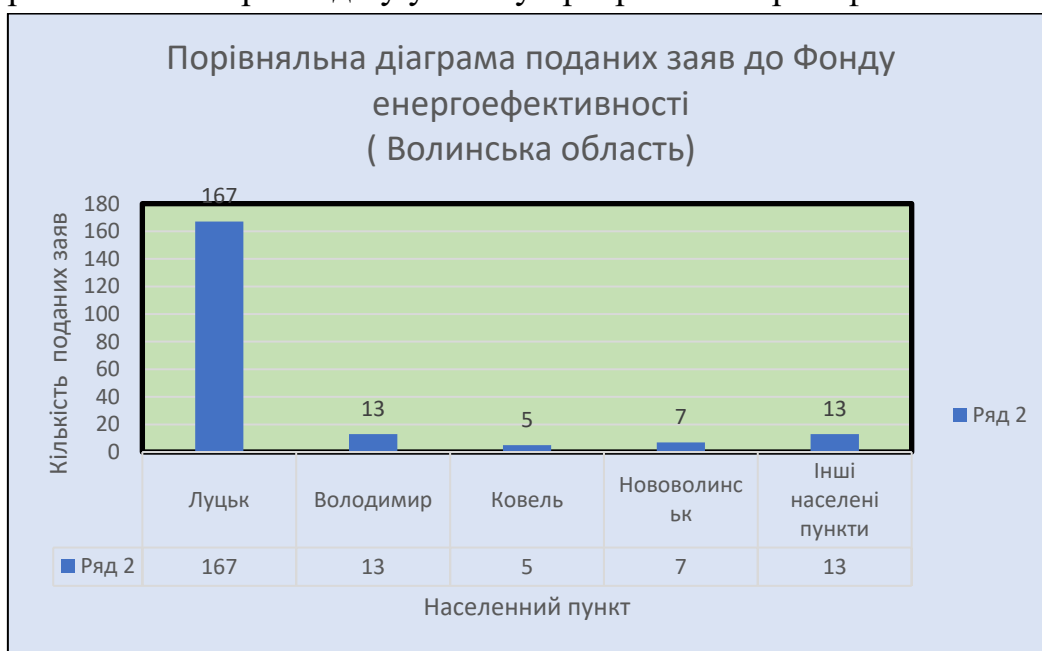


Рис. 6.2. Порівняльна діаграма поданих заяв на програму «Енергодім»

На рисунку 6.3., на прикладі кругової діаграми, наведено розподіл кількості поданих заяв у відсотках на участь у програмі «Енергодім» в розрізі міст Волинської області та інших населених пунктів.

Розподіл поданих заяв до Фонду енергоефективності
(Волинська область)



Рис. 6.3. Діаграма розподілу заяв до Фонду енергоефективності у Волинській області

Вона відображає територіальний розподіл поданих заяв до ДУ «Фонд енергоефективності» у Волинській області. Як видно з діаграми, місто Луцьк має домінуючу частку заяв, що пояснюється більшою кількістю багатоквартирних будинків, активною діяльністю ОСББ та наявністю місцевих програм співфінансування. Значно менша кількість заяв у містах Володимир, Ковель та Нововолинськ свідчить про нижчий рівень залученості громад до державних програм енергомодернізації. Частка інших населених пунктів області залишається порівняно невеликою, що вказує на необхідність посилення інформаційної та організаційної підтримки ОСББ у малих громадах.

Наймасштабніший проєкт було реалізовано у місті Володимирі, заява на участь була подана у 2020 році, а завершено реалізацію проєкту в 2023 році. Вартість робіт становила 11613152 грн. Виплата гранту за програмою становила 70%, 30% сплатило ОСББ.

На даному об'єкті було проведено комплексну модернізацію. В переліку робіт було передбачено наступні роботи по:

- встановленню або модернізації індивідуального теплового пункту (ІТП);
- теплоізоляції або/та заміні трубопроводів систем внутрішнього теплопостачання в неопалювальних приміщеннях;
- теплоізоляції або/та заміні трубопроводів гарячого водопостачання в неопалювальних приміщеннях;

- гідравлічного балансування систем опалення через встановлення балансувальних автоматичних клапанів;
- комплексу робіт щодо теплоізоляції і влаштуванню зовнішніх стін;
- заміні або ремонту зовнішніх дверей або/та облаштуванні тамбурів зовнішнього входу;
- заміні або ремонту блоків віконних та блоків балконних в приміщеннях (місцях) загального користування.

Передбачена економія енергії відповідно до опису проєкту 505 426,00 кВт·год/рік

Скорочення викидів CO² відповідно до опису проєкту, 138 тонн/рік

1) Економія енергії

Було (передбачено): **505 426,00 кВт·год/рік**

Стало (завершені, за сертифікатами): **589 487,00 кВт·год/рік**

Різниця становить: **+84 061,00 кВт·год/рік**

Відсоток зміни:

$$(589487-505426)/505426 \times 100\% = 16,63\%$$

Економія енергії збільшилась на 16,63%

2) Скорочення викидів CO₂

Було (передбачено): **133,17 т/рік**

Стало (завершені, за сертифікатами): **138 т/рік**

Різниця: **4,83 т/рік**

Відсоток зміни:

$$(138-133,17)/133,17 \times 100\% = 3,6\%$$

Що значно перевищує заплановані показники

Аналіз результатів капітального ремонту з енергомодернізацією

Порівняльний аналіз об'єктів капітального ремонту багатоквартирних житлових будинків Волинської області за 2020–2025 свідчить про перехід від фрагментарних ремонтних заходів до комплексної енергомодернізації будівель. Основним видом робіт у досліджених об'єктах є утеплення зовнішніх стін та покрівлі, встановлення індивідуальних теплових пунктів, а також балансування систем опалення і модернізація огорожувальних конструкцій.

Відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель», Волинська область належить до I температурної зони, для якої нормативний мінімальний приведений опір теплопередачі зовнішніх стін для житлових будівель становить $R_{q,min} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Аналіз проєктних рішень показує, що в більшості об'єктів утеплення виконувалося з використанням теплоізоляційних матеріалів товщиною 120–200 мм, це дозволяє або досягти нормативного рівня, або забезпечити допустимі значення для капітального ремонту відповідно до вимог ДБН (не менше 75 % від $R_{q,min}$).

Встановлення індивідуальних теплових пунктів на кожному з розглянутих об'єктів є ключовим організаційно-технологічним рішенням. Згідно з ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», застосування автоматизованого погодозалежного регулювання дозволяє усунути перетопи, стабілізувати температурний режим у приміщеннях та забезпечити додаткову економію теплової енергії на рівні 10–15 % навіть без зміни огорожувальних конструкцій.

Аналіз кошторисної вартості робіт показує, що загальні інвестиції в капітальний ремонт з енергомодернізацією коливаються від 4,1 до 8,5 млн грн на один багатоквартирний будинок. Такий діапазон пояснюється різницею у площах утеплення, технічному стані будівель та обсязі виконаних робіт. Водночас використання механізмів співфінансування (60/40 або 70/30 — держава/власники) суттєво знижує фінансове навантаження на мешканців і підвищує економічну привабливість проєктів.

В магістерській роботі було також розглянуто застосування системи вентильованого фасаду при термомодернізації багатоквартирного житлового будинку на основі даної будівлі, що проєктувалась.

Оскільки, одним із ефективних конструктивних рішень, які застосовуються під час енергоефективної термомодернізації багатоповерхових житлових будинків за програмою «Енергодім», є влаштування системи навісного вентильованого фасаду. Даний тип фасадної системи забезпечує одночасне і підвищення теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій, і покращення вологісного режиму зовнішніх стін, і збільшення довговічності будівлі.

Конструктивна схема такого типу фасаду передбачає кріплення теплоізоляційного шару до зовнішньої стіни будівлі з подальшим влаштуванням повітряного прошарку і зовнішнього облицювального шару, який закріплений на металевій або алюмінієвій підконструкції. Як теплоізоляційний матеріал у житловому будівництві, застосовують мінераловатні плити підвищеної щільності та негорючими властивостями.

Наявність повітряного вентильованого прошарку між теплоізоляцією та облицюванням забезпечить ефективне видалення водяної пари, що проникає з внутрішніх приміщень через огорожувальні конструкції. Це зменшує ризик накопичення вологи в утеплювачі та запобігає утворенню конденсату і розвитку біопшкоджень, а це є характерною проблемою для будівель з суцільними фасадними системами влаштованими без вентиляції.

Застосування вентильованого фасаду, з точки зору енергоефективності, дозволяє суттєво підвищити показник приведенного опіру теплопередачі зовнішніх стін до значень, що відповідають вимогам ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель»[5]. В результаті зменшаться тепловтрати через огорожувальні конструкції, стабілізуються температурний режим внутрішніх приміщень та знизиться навантаження на системи опалення будівлі.

Окрім енергетичного ефекту, система вентиляваного фасаду має також низку експлуатаційних переваг: можливість проведення монтажних робіт без відселення мешканців; ремонтпридатність окремих елементів облицювання; підвищену стійкість фасаду до впливу атмосферних факторів. В сукупності зазначені чинники вказують, що вентиляований фасад є ефективним та доцільним рішенням при комплексній термомодернізації житлових будинків.

Було виконано порівняння кількох навісних (вентильованих) фасадних систем та виконано оцінку економічної ефективності для 7-поверхової будівлі в м. Володимирі (Волинська обл.).

Вихідні дані об'єкта

Розміри будівлі в плані : **23,9 × 15,6 м**

Визначили периметр: **2·(23,9+15,6)=79,0 м**

Висота будівлі: **26,12 м**

Площа фасадів (брутто): **79,0 × 26,12 = 2063,5 м²**

Частка вікон (прийнято) = **25%**

Площа утеплення (нетто): **2063,5 × 0,75 = 1547,6 м²**

Для порівняльного аналізу обрано системи вентиляованих фасадів з облицюванням керамогранітом, металокасетами, фіброцементними плитами і HPL-панелями, оскільки саме ці матеріали є найбільш поширені в сучасній практиці житлового будівництва в Україні. Вони охоплюють широкий діапазон експлуатаційних характеристик, вартості та архітектурних рішень, що дозволяє об'єктивно оцінити вплив типу облицювання на довговічність, пожежну безпеку, ремонтпридатність та економічну ефективність систем вентиляованих фасадів.

Експлуатаційні показники навісних вентиляованих фасадів

В таблиці 6.1. наведено порівняльні експлуатаційні показники навісних вентиляованих фасадів з різними типами облицювання, що застосовуються у житловому та громадському будівництві.

Таблиця 6.1. Характеристики матеріалів навісних фасадів

Показник	Керамограніт	Металокасети	Фіброцементні плити	HPL-панелі	Примітка
Термін служби, років	≥50	40–50	30–40	25–30	За умови нормативної

					експлуатація
Стійкість до атмосферних впливів	Дуже висока	Висока	Середня–висока	Середня–висока	Опади, температура
Морозостійкість	Висока	Висока	Середня	Середня	Кількість циклів заморожування
Корозійна стійкість	Дуже висока	Середня–висока	Висока	Висока	Для металу важливе покриття
Стійкість до УФ-випромінювання	Дуже висока	Висока	Середня	Середня	Можлива зміна кольору
Пожежна безпека	НГ	НГ / Г1	НГ	Г1–Г2	Клас горючості матеріалу
Потреба в обслуговуванні	Мінімальна	Періодична	Періодична	Регулярна	Очищення та огляд
Ремонтопридатність	Висока	Висока	Середня	Середня	Заміна окремих елементів
Стійкість до механічних пошкоджень	Висока	Середня	Середня	Середня	Ударні навантаження
Архітектурна гнучкість	Висока	Висока	Середня	Висока	Формат і колір

Для попередньої оцінки енергетичної ефективності термомодернізації прийнято інженерні припущення щодо коефіцієнта теплопередачі зовнішніх стін. Значення U до утеплення прийнято рівним $1,20 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, що відповідає типовим неутепленим огорожувальним конструкціям будівель застарілого фонду. Після влаштування вентилязованого фасаду з мінераловатним утеплювачем товщиною близько 150 мм коефіцієнт теплопередачі знижується до $0,25 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$. Таким чином, зменшення теплопередачі становить $\Delta U = 0,95 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, що використано для подальшого розрахунку річної економії теплової енергії.

Прийняті інженерні припущення для розрахунку економії

1. Коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни старого будинку без утеплення до термомодернізації $U=1,20 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ (старі неутеплені стіни)
2. Коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни будинку після термомодернізації з утепленням $=0,25 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ (мінеральна вата - 150 мм + вентзазор + облицювання)
3. $\Delta U = 0,95 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$
4. Клімат $\text{HDD} = 3900 \text{ К} \cdot \text{доба/рік}$, що типово для Волині

Річна економія тепла становить

$$\Delta Q = 0,95 \cdot 1547,6 \cdot 3900 \cdot 24 / 1000 = 137600 \text{ кВт/рік} = \mathbf{118,4 \text{ Гкал/рік}}$$

Визначили вартість тепла для показників окупності.

Тарифи обрано для м. Володимир, Волинської області станом на 2025 рік [22]. Обрано реальний діапазон тарифів для населення в багатоквартирних будинках відповідно до рішення виконавчого комітету **КП «Володимиртепло»** тариф на теплову енергію для населення становить:

- низький сезон = **2193,64 грн/Гкал**
- високий сезон = **3064,85 грн/Гкал**

Відповідно **економія коштів** :

- низький: $118,4 \times 2193,64 = 261 \text{ 426 тис. грн/рік}$
- високий: $118,4 \times 3064,85 = 363 \text{ 632 тис. грн/рік}$

Джерела та підхід до ціноутворення

Для коректності ТЕО використано відкриті прайси та сторінки постачальників та підрядників, де наведені орієнтовні значення цін від та до в грн/м з матеріалом та під ключ. Для позицій з розкидом цін прийнято усереднений рівень для розрахунку інвестицій.

Капітальні інвестиції визначались прямим розрахунковим методом на основі площі утеплення фасадів та ринкової вартості 1 м^2 вентилязованого фасаду за цінами на 2025 рік.

Таблиця 6.2. Розрахунок інвестицій та окупності

Система (вентфасад)	Типове облицюва ння	Оріє нтир ціни 2025, грн/ м²	Площ а утепле ння, м²	Інвести ції, млн грн	Окупні сть при (261 тис. грн/рік) , років	Окупні сть при (363 тис. грн/рік) , років
Керамограніт	керамограніт + підсистема (під ключ)	2 600 [24]	1 547,6	4,02	15,4	11,1
Металокасети	сталеві / алюмінієві касети + підсистема	2 000 [18]	1 547,6	3,10	11,9	8,5
Фіброцемент	фіброцементні плити + підсистема (під ключ)	3 300 [19]	1 547,6	5,11	19,6	14,1
HPL	HPL-панелі + підсистема (під ключ, орієнтир)	3 400 [20]	1 547,6	5,26	20,2	14,5

Термін окупності визначено як відношення капітальних інвестицій до річної економії коштів на енергоресурсах (простий період окупності).

На рисунку 6.4. наведено порівняння термінів окупності для двох сценаріїв щорічної економії.

На графіку представлено порівняльні терміни простого періоду окупності систем вентилязованих фасадів для двох сценаріїв річної економії коштів на енергоресурсах - 261 тис. грн/рік та 363 тис. грн/рік. Вказані значення відповідають, відповідно, консервативному та оптимістичному сценаріям енергоефективності будівлі. Різниця між показниками обумовлена зміною очікуваного обсягу теплової економії, що безпосередньо впливає на тривалість повернення капітальних інвестицій.

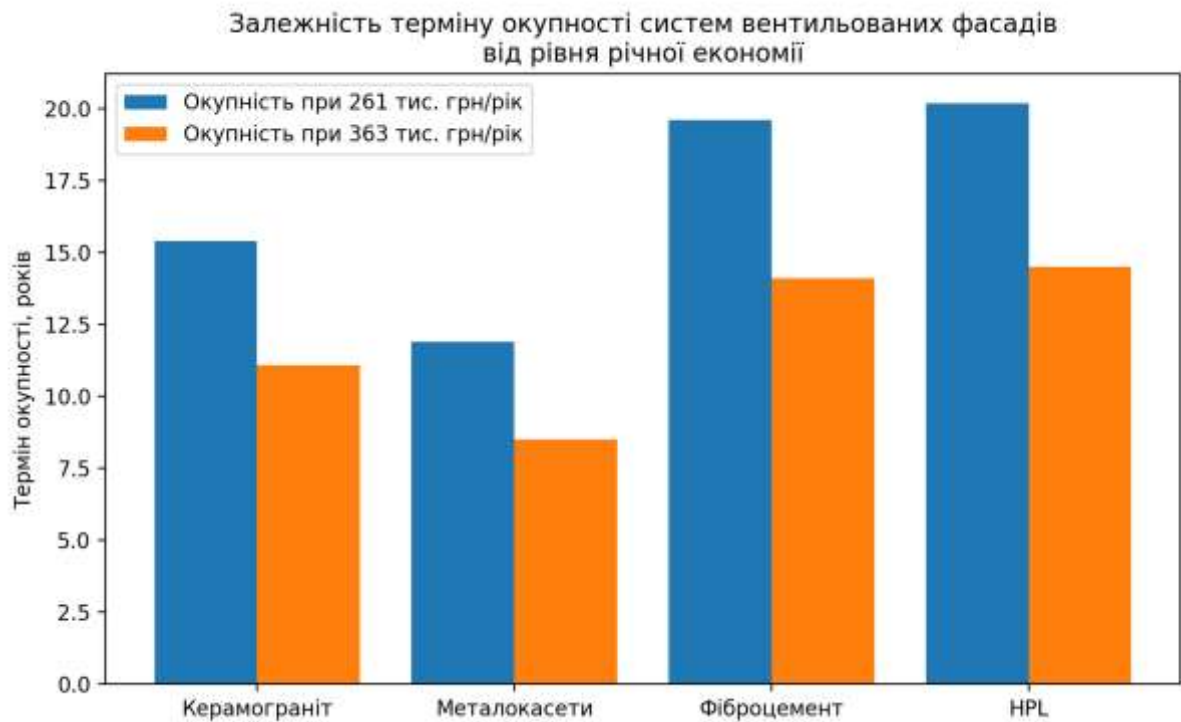


Рис. 6.4. Графік залежностей терміну окупності систем вентилязованих фасадів

Аналіз графічних залежності терміну окупності систем вентилязованих фасадів показав суттєву залежність економічної ефективності інвестицій від величини річної економії енергоресурсів.

Перехід від мінімального сценарію річної економії (261 тис. грн/рік) до максимального (363 тис. грн/рік) забезпечує скорочення терміну окупності в середньому на 30% для всіх 4-ох розглянутих фасадних систем. Абсолютний найменший термін окупності спостерігається для системи з металокасетами 8,5–11,9 років, що свідчить про її найвищу економічну ефективність відповідно заданих умов.

Системи з HPL-панелей та фіброцементу характеризуються більшим строком повернення інвестицій, протягом 14,5-20,2 років але можуть бути обґрунтовані додатковими експлуатаційними та архітектурними перевагами.

Відповідно, результати графічного аналізу підтверджують, що ключовим чинником зменшення терміну окупності є зростання річної енергетичної економії, тоді як вибір типу облицювання визначає абсолютний рівень капітальних витрат і відповідну інвестиційну привабливість проєкту.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано нормативно-правову базу України в сфері енергоефективності будівель та визначено, що чинні закони, державні будівельні норми та національні стандарти створюють необхідні умови для впровадження сучасних енергоефективних рішень в житловому секторі. Особливу роль в реалізації державної політики відіграє Фонд енергоефективності, діяльність якого спрямована на стимулювання комплексної термомодернізації багатоквартирних будинків.
2. В ході дослідження встановлено, що найбільш ефективним підходом для зниження енергоспоживання є комплексна термомодернізація, що поєднує утеплення огорожувальних конструкцій з модернізацією інженерних систем. Реалізація цих заходів забезпечує суттєву економію теплової енергії та покращення експлуатаційних характеристик житлових будинків.
3. Аналіз реалізованих проєктів за кошти гранту Енергодім показав що середній рівень економії теплової енергії після комплексної термомодернізації становить в межах 30–60 % від початкового споживання.
4. Застосування комплексних проєктів, а не окремих локальних заходів дає значний приріст економії теплової енергії та зниження викидів CO₂.
5. Результати розрахунку влаштування вентиляованих фасадів показали, що окупність скорочується приблизно на 30–35% для всіх систем.
6. Період окупності розраховано за умови сталої річної економії. В реальних умовах економія може зростати внаслідок підвищення тарифів на теплову енергію та індексації вартості енергоресурсів, що призведе до скорочення фактичного періоду окупності.

Figure 1-1 **Figure 1-2**

Architectural elevations and floor plans for two building facades, labeled Figure 1-1 and Figure 1-2.

Figure 1-3 **Figure 1-4**

Structural floor plans and a section view, labeled Figure 1-3 and Figure 1-4.

Figure 1-5 **Figure 1-6**

Structural floor plans and tables, labeled Figure 1-5 and Figure 1-6.

Figure 1-7 **Figure 1-8**

Structural floor plans and tables, labeled Figure 1-7 and Figure 1-8.

Fig. 1-9 **Fig. 1-10**

Structural floor plans and tables, labeled Fig. 1-9 and Fig. 1-10.

Figure 1-11 **Figure 1-12**

Architectural floor plans and section views, labeled Figure 1-11 and Figure 1-12.

Figure 1-13

Structural floor plan and table, labeled Figure 1-13.

Figure 1-14

Structural floor plan and table, labeled Figure 1-14.