

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Проект багатоповерхового житлового будинку в Радехові
з дослідженням фундаментів»

Виконав: студент VI курсу, групи МБмд-61
спеціальності 192

Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Міщенко О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Підгурський І.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мещерякова О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Ясній В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Бобик М.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис) (прізвище та ініціали)
«__» _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)
студенту Міщенко Ользі Вікторівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект багатоповерхового житлового будинку в Радехові з дослідженням фундаментів

Керівник роботи Підгурський Іван Миколайович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «12» листопада 2024 року № 4/7-1093

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи Район будівництва, з відповідними йому інженерно-геологічними, сейсмічними та кліматологічними особливостями – місто Радехів. Споруда що проєктується – багатоповерховий житловий будинок

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Архітектурно-будівельний розділ. Розрахунково-конструктивний розділ. Науково-дослідний розділ. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
План цокольного поверху з громадськими приміщеннями. План типового поверху. Розріз 1-1. Фасад в осях "А-Г". Фасад в осях "Г-А". Фасад в осях "9-1". Фасад в осях "1-9". План горища. План покрівлі. Інженерно-геологічний розріз по свердловинах. Схема улаштування пальового поля. Схема улаштування ростверку монолітного Рм-1. Схема улаштування фундаментних блоків типового ряду. Додаткове армування плит перекриття в нижній та верхній зоні. Схема улаштування каркасів поперечної арматури в плиті перекриття. Дослідження деформівних властивостей основ під різними типами фундаментів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурно-будівельний розділ	Підгурський І.М., к.т.н., доцент		
Розрахунково-конструктивний розділ	Підгурський І.М., к.т.н., доцент		
Науково-дослідний розділ	Підгурський І.М., к.т.н., доцент		
Охорона праці	Каспрук В.Б., к.т.н., доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С., старший викладач		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М., старший викладач		

7. Дата видачі завдання 12 листопада 2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Архітектурно-будівельний розділ	26.11.24	
2	Розрахунково-конструктивний розділ	06.12.24	
3	Науково-дослідний розділ	16.12.24	
4	Охорона праці	18.12.24	
5	Безпека в надзвичайних ситуаціях	19.12.24	

Студент

(підпис)

Міщенко О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Підгурський І.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Характеристики району будівництва	7
1.2 Кліматологічні особливості ділянки.....	8
1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки	9
1.4 Планувальні рішення прибудинкової території	10
1.5 Основні функціональні властивості та параметри будівлі.....	12
1.6 Забезпечення доступності маломобільних груп населення	13
1.7 Планувальні рішення цокольного поверху	14
1.8 Планувальні рішення типового житлового поверху	17
1.9 Планувальні рішення горища.....	20
1.10 Загальні техніко-економічні показники будівлі	21
1.11 Конструктивні рішення.....	21
1.12 Опоряджувальні рішення.....	22
1.13 Енергоефективність будинку	26
1.14 Інженерні мережі та обладнання будівлі	27
Висновки до розділу 1.....	28
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	29
2.1 Загальні відомості.....	29
2.2 Визначення навантажень, що діють на будівлю	29
2.3 Створення розрахункової схеми	35
2.4 Розрахунок цегляної кладки.....	46
2.5 Розрахунок монолітних плит перекриття	53

	4
Висновки до розділу 2.....	59
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ	60
3.1 Загальні відомості.....	60
3.2 Розрахунок пальових фундаментів	60
3.3 Розрахунок і порівняння інших видів фундаментів	63
Висновки до розділу 3.....	66
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	67
4.1 Нормативні акти, які регулюють положення щодо охорони праці в будівельній галузі	67
4.2 Охорона праці під час робіт на висоті.....	69
4.3 Безпека в багатоквартирних будівлях під час пожеж.....	71
4.4 Проектні рішення для покращення пожежної безпеки будівлі	73
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	75
БІБЛІОГРАФІЯ.....	76

ВСТУП

Актуальність теми. Багатоквартирні житлові будинки є найпопулярнішим і найдоступнішим способом забезпечення житлом людей в містах, оскільки їхня корисна житлова площа в рази перевищує площу забудови ділянки.

Хоча такий параметр як корисна житлова площа збільшується при збільшенні поверховості будівлі, але естетика цих районів є недостатньою. Для комфортного проживання та достатньої корисної площі виконують – 4-5-ти поверхові житлові будівлі.

Таке будівництво задовольняє і естетичні параметри районів, мікрорайонів чи житлових комплексів, і достатню кількість житлових квартир, і економічні показники при порівнянні із приватними будинками.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота виконана відповідно до тематичних наукових досліджень кафедри будівельної механіки ТНТУ ім. І. Пулюя та державних програм надійності та економічності будівельних конструкцій і виробів.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення проєкту багатоквартирної житлової будівлі з громадським приміщенням із дослідженням конструкцій фундаментів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні **задачі**:

- дослідити місце розташування будівлі;
- визначити основні розміри будівлі;
- встановити техніко-економічні показники приміщень будівлі;
- провести моделювання і розрахунок конструктивних елементів будівлі;
- дослідити конструкції фундаментів відповідно до їх виду;
- розробити рекомендації з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єктом дослідження є конструкції фундаментів багатоквартирної житлової будівлі.

Предметом дослідження є взаємозв'язок між типом фундаментів будівлі та параметрами міцності, жорсткості та економічної ефективності.

Методи дослідження. У роботі використане моделювання конструкцій будівлі методом скінченних елементів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у вдосконаленні методів вибору оптимальних видів фундаментів та їх параметрів.

Практичне значення отриманих результатів – це можливість проєктування житлових будівель з більш оптимальними фундаментами.

Результати магістерської роботи апробовані на XIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 11-12 грудня 2024 року).

Публікації результатів магістерської роботи. І.М. Підгурський, Д.З. Биків, О.В. Міщенко. Аналіз напружено-деформівного стану двотаврових сталевих балок з комбінованою перфорованою стінкою // Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 11-12 грудня 2024 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2024. – с. 191-192 [2].

Ключові слова: багатоквартирний житловий будинок, метод скінченних елементів, фундаменти.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристики району будівництва

Будівельний майданчик розташований в межах міста Радехів з відповідними йому особливостями. В свою чергу місто відноситься до Волино-Подільської височини де середня висота пересічного рельєфу коливається в межах 200-400 м. Через місто проходить річка Острівка (притока Стиру), це збільшує площу заболочених або потенційно підтоплюваних ділянок, що прямо впливає на вид та конструкцію фундаментів будівель.

Перепад висоти на ділянці будівництва є значним і становить 3,2 м по діагоналі будівлі. Така особливість рельєфу призводить до потреби планування території, але при максимальному збереженні природних характеристик, тому з одного боку виконаний вхід на цокольний поверх з відносною відміткою -3,430 м, а з протилежного боку будівлі виконаний вхід на перший поверх першого під'їзду (- 1,250 м) і другого під'їзду (- 0,700 м).

Для збереження природних укосів по периметру будівлі виконане тверде вимощення із встановленням додаткових сходових маршів. Таке рішення призводить до кращого відводу води після опадів.

Ділянка розташована в житловому кварталі із мало- та багатоповерховими будинками, висотою до 20 м, що не призводить до погіршення естетичних параметрів території.

Будинок одним із своїх торцевих фасадів розташований на північний захід. Таке рішення сприяє достатній інсоляції житлових квартир та дає достатньо сонячного світла для громадських приміщень.

Прийняті рішення щодо розташування будівлі враховують особливості рельєфу, що забезпечить міцність, стабільність та надійність споруди, і сприяють ефективному використанню території.

1.2 Кліматологічні особливості ділянки

Район будівництва знаходиться в помірному кліматичному поясі. Для міста Рахів характерні наступні кліматичні умови, які впливають на інженерно-будівельні рішення:

- коливання середньої місячної температури за рік в межах $-6...+20^{\circ}\text{C}$,
- середньорічна температура $- +7...+8^{\circ}\text{C}$,
- середньомісячна температура в січні $- -4...-6^{\circ}\text{C}$,
- середньомісячна температура в липні $- +18...+20^{\circ}\text{C}$,
- мінімальні значення температури до -30°C ,
- максимальні значення температури до $+36^{\circ}\text{C}$,
- розрахункова зимова температура -25°C , -21°C для однієї доби та п'яти послідовних днів відповідно,
- розрахункова літня температура $+24,1^{\circ}\text{C}$,
- річна кількість опадів – 600-650 мм (в рідкому та твердому стані),
- характеристичне значення снігового покриву на рівній ґрунтовій ділянці – 140 кг/м^2 (з відповідним навантаження $1,4\text{ кПа}$),
- середня швидкість вітрового потоку 3-5 м/с, з переважаючими вітрами в західному та північно-західному напрямку,
- характеристичне значення вітрового тиску на будівлю становить 52 кг/м^2 (з відповідним навантаження $0,52\text{ кПа}$),
- глибина промерзання ґрунту – 1,4 м.

Відповідно до даних кліматологічних умов розробляються методи по теплоізоляції будівлі, визначаються її параметри щодо опалення, заходи по відводі дощової води, ефективні світлопроникні огороження та двері, методи захисту конструкції від ґрунтових вод, матеріали оздоблення фасадів, покрівельні матеріали, клас та марки залізобетонних конструкцій, які визначають водопоглинення та морозостійкість.

1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки

На будівельному майданчику для інженерно-геологічного дослідження було виконано 4 розвідувальні свердловини, кожна глибиною 9 м. Метод виконання свердловин – механічний, бурова установка УГБ-50М. Для лабораторних дослідження відбір відбувався кожних 10 см.

Найменування шарів, що складають основу, прийняті відповідно до ДСТУ Б В.2.1-2-96 [3].

В розвідувальних свердловинах наявні четвертинні відкладення алювіально-делювіального генезису, що складаються із суглинків, які частково переходять в піски і супіски. Також присутні неогенові відкладені, що складаються з каолізованих суглинків, які переходять в дресв'яні ґрунти. Верхній шар представлений насипними ґрунтами із значною часткою рослинного шару.

У свердловинах наявний водоносний горизонт, із середньою глибиною залягання – 3 м, який створений за рахунок інфільтрації дощових вод та від перетікання з інших водоносних шарів.

Вплив сезонних коливань на рівень ґрунтових вод є непомітним, і коливання можуть складати до 0,2 м. Вихід води на рівень землі за час експлуатації не передбачається.

Вода, що виявлена в ґрунтових шарах, є неагресивною і при достатній товщині захисного шару арматури не призведе до руйнування конструкцій.

Виявлено, що при намоканні деякі ґрунти можуть набувати властивості пливунів.

Тому не рекомендується розкопувати глибокі котловани, а при їх розробці забезпечувати розрахунковий кут призми обвалення ґрунту, з врахування пливунних властивостей деяких шарів основи.

Отже, основу під будинком складають наступні шари ґрунтів:

– ІГЕ-1 – насипний, суглинки з будівельним сміттям і залишками рослинного шару, неущільнений, $\gamma = 1,59 \text{ г/см}^3$;

- ІГЕ 2 – суглинки туго-м'якопластичні, згумусовані, замулені, бурого-жовтого кольору з домішками супіску, $\gamma = 1,59 \text{ г/см}^3$, $E = 5 \text{ МПа}$, $C = 8 \text{ кПа}$, $\varphi = 11^\circ$;
- ІГЕ-3 – суглинки туго-м'якопластичні, коричневого кольору з прошарками супіску, $\gamma = 1,91 \text{ г/см}^3$, $E = 6 \text{ МПа}$, $C = 10 \text{ кПа}$, $\varphi = 13^\circ$;
- ІГЕ-4 – супісок пластичний, іноді до текучого, темно-жовтого кольору, $\gamma = 1,93 \text{ г/см}^3$, $E = 8 \text{ МПа}$, $C = 7 \text{ кПа}$, $\varphi = 16^\circ$;
- ІГЕ-5 – суглинок каолізований, тугопластичний, сіро-жовтого кольору, $\gamma = 1,95 \text{ г/см}^3$, $E = 10 \text{ МПа}$, $C = 17 \text{ кПа}$, $\varphi = 18^\circ$;
- ІГЕ-6 – дресв'яний ґрунт з уламками граніту, $\gamma = 2,08 \text{ г/см}^3$, $E = 48 \text{ МПа}$, $C = 1 \text{ кПа}$, $\varphi = 48^\circ$.

При проектуванні фундаментів потрібно врахувати наявність шарів, що можуть проявляти пливунні властивості при намочуванні, високий рівень ґрунтових вод, можливість розташування фундаментів в різних ІГЕ, що є небажаним, і може призвести до нерівномірного осідання і утворення кренів, а при виконанні земляних робіт слід керуватись рекомендаціями ДСТУ Н.Б.В.2.1-28:2013 [4].

Проектом не передбачається змін рельєфу ділянки, але для відводу дощових вод, із сторони спуску виконаний контрнахил, який проходить навколо всього будинку.

1.4 Планувальні рішення прибудинкової території

Відповідно до нормативних вимог і проектних даних, для забезпечення комфортного проживання мешканців та перебування відвідувачів передбачені такі зони на прибудинковій території:

- автостоянки для мешканців – розрахунок кількості паркомісць виконаний – 0,5 місця для двокімнатних квартир та 1 місце для трикімнатних. У будинку розташовано 10 двокімнатних та 10 трикімнатних квартир, отже

кількість автостоянок для мешканців становить $10 \cdot 0,5 + 10 \cdot 1 = 15$ шт. З них передбачено 3 місця для маломобільних груп населення;

– тимчасові автостоянки для відвідувачів будинку – в будинку передбачено 2 приміщення громадського призначення, для них виділено 4 місця, одне з них для маломобільних груп населення, і також з коефіцієнтом 0,2 для всіх житлових квартир, тоді кількість тимчасових автостоянок становить $4 + 0,2 \cdot 20 = 8$ шт.;

– для заїзду автомобілів державної служби з надзвичайних ситуацій навколо будинку виконана закільцьована дорога із двома в'їздами;

– дитячі та спортивні майданчики – площею 120 м^2 , обладнані сучасними ігровими елементами, з гумовим покриттям та огорожею від проїзної частини;

– майданчик для відпочинку дорослих – площею 80 м^2 , обладнаний альтанкою та лавками, виконане озеленення території;

– майданчик для господарських потреб – площею 60 м^2 , оснащений спеціалізованим обладнанням;

– зона для роздільного збору побутового сміття – площею 10 м^2 ;

– зона для виходу домашніх тварин – 60 м^2 , передбачені пішохідні доріжки, а також озеленення;

Вся прибудинкова територія має чітке та функціональне зонування. По всій території виконані пішохідні доріжки із твердим покриттям – тротуарною плиткою, ширина доріжок 2-3 м. Також виконані контактні плити з напрямками руху і спеціальні вказівки для маломобільних груп населення.

На території, вільній від забудов та розміщення функціональних зон, виконане озеленення газонами, клумбами та малорослими кущами. Частка озеленення від всієї території забудови становить 45%. На території розташовано декілька високорослих листяних дерев, які не погіршують інсоляцію житлових приміщень.

Навколо всіх майданчиків та вздовж ходових доріжок встановлене вуличне освітлення, а саме ліхтарі із сонячними накопичувальними акумуляторами. У вхідних групах розміщені автоматичні датчики світла.

Площа автостоянки вимощена еко-бруківкою, в місцях передбачених для маломобільних груп населення виконане суцільне мощення. Дитячі та спортивні майданчики покриті гумовим покриттям. Зони для відпочинку дорослих покриті газоном, а для господарських потреб – тротуарною плиткою.

Територія будинку є прохідною і не огорожена, частково виконане огороження навколо дитячих майданчиків та збоку проїзної частини.

Прийняті рішення забезпечують комфортне використання території, функціональність зонування та відповідають вимогам щодо благоустрою житлової забудови відповідно до ДБН Б.2.2-5:2011 [5].

1.5 Основні функціональні властивості та параметри будівлі

Проектований будинок – п'ятиповерховий житловий будинок з мансардним поверхом, горищем і цокольним поверхом. Будівля призначена для забезпечення комфортних умов проживання, а також обслуговування відвідувачів у громадських приміщеннях.

Будівля має наступні розміри по осях: довжина – 31,32 м, ширина – 12,7 м, висота – 21,5 м. Відносно відміткою нуля прийнято рівень чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 320,10 м.

Будівля має два окремо розташованих симетричних під'їзди, розміщеними із перепадом висот 0,55 м, що зумовлено особливостями рельєфу.

Цокольний поверх має змішану функціональність:

- громадські приміщення (з одного боку будівлі) — передбачені для розміщення комерційних або соціальних об'єктів, таких як офіси, магазини або медичні кабінети, в даному випадку – це стоматологічний кабінет та кіоск аптечних препаратів;

– техпідпілля та комори (з іншого боку) — служать для забезпечення експлуатації будівлі, розміщення інженерних комунікацій та зберігання особистих речей мешканців.

На п'яти основних поверхах розташовані житлові квартири з раціональним плануванням. Кожна квартира забезпечена необхідними житловими та допоміжними приміщеннями, такими як:

- житлові кімнати: вітальні, спальні та дитячі кімнати;
- кухні, обладнані для приготування їжі та харчування;
- санвузли з окремим розташуванням ванни та туалету;
- прихожі та гардеробні для зручного зберігання одягу та взуття.

Мансардне приміщення виконує функцію технічного горища та може використовуватися для розміщення інженерного обладнання.

Вихід на покрівлю виконується лише по зовнішніх металевих драбинах, доступ із середини будівлі – відсутній.

Основним функціональним призначенням будівлі є забезпечення комфортного житлового середовища для мешканців, а також можливість надання послуг у громадських приміщеннях, що забезпечується відповідними архітектурно-будівельними рішеннями.

1.6 Забезпечення доступності маломобільних груп населення

При проєктуванні будівлі враховані вимоги щодо забезпечення доступності для маломобільних груп населення відповідно до чинних нормативних документів, а саме ДБН В.2.2-40:2018 [6].

Основне завдання – це доступ маломобільних груп населення в будівлю та громадські приміщення. Для цього всі входи виконані з проектної відмітки землі, а де цього немає – встановлені пандуси з нахилом 1:12.

Оскільки одне з громадських приміщень, а саме стоматологічна клініка, знаходиться в цокольному поверсі, до якого ведуть сходи, і немає можливості виконати пандус, то дані сходи обладнані підйимальною платформою.

Ширина дверних отворів не менша 1,2 м, а ширина сходового маршу 1,35 м, будинок не оснащений ліфтом, тому на сходових маршах встановлені підймальні механізми.

Для вільного пересування між прохідними групами та приміщеннями відсутні пороги.

В громадських приміщеннях ширина сходової клітки 1,5 м. Також у них передбачені спеціальні санвузли достатньої площі за встановленим обладнанням і поручнями.

На території і в будівлі виконані тактильні інформаційні стенди та показники з напрямками руху та номером під'їзду чи поверху. Домофонні системи оснащені аудіовізуальною системою і голосовими помічниками.

На території, в мінімальній доступності від будівлі, виконані спеціальні паркомісця для маломобільних груп населення.

Прийняті рішення спрямовані на створення безпечного та комфортного середовища для всіх категорій населення, включаючи маломобільні групи. Забезпечення доступності відповідає концепції універсального дизайну та нормативним вимогам, сприяючи соціальній інтеграції та комфортному користуванню будівлею для всіх мешканців та відвідувачів.

1.7 Планувальні рішення цокольного поверху

Громадські приміщення запроєктовано відповідно до ДБН В.2.2-9:2018 [7].

В будівлі є цокольний поверх, який виконує дві різні задачі: з одного боку – це приміщення для комерційної діяльності, а з іншого – технічне підпілля з обладнанням та комунікаціями, а також індивідуальними коморами для зберігання майна мешканців будівлі.

Входи в житлові та громадські приміщення будівлі та громадські є розосередженими і знаходяться з протилежних боків (рис. 1.1). Вхід до приміщеннями з комунікаціями та коморами виконаний із двох головних фасадів.

Чиста висота від підлоги до стелі в громадських приміщеннях цокольного поверху становить 3 м.

У проєкті запропоновано два приміщення під реалізацію комерційних пропозицій: 1 – стоматологічна клініка, 2 – аптека.

У стоматологічній клініці передбачено великий зал з приймальною, де передбачений тамбур, два санвузли, один з яких для маломобільних груп населення, комора для зберігання препаратів. Також в іншому приміщенні розміщується просторий кабінет стоматолога із кімнатою для стерилізації робочих інструментів.

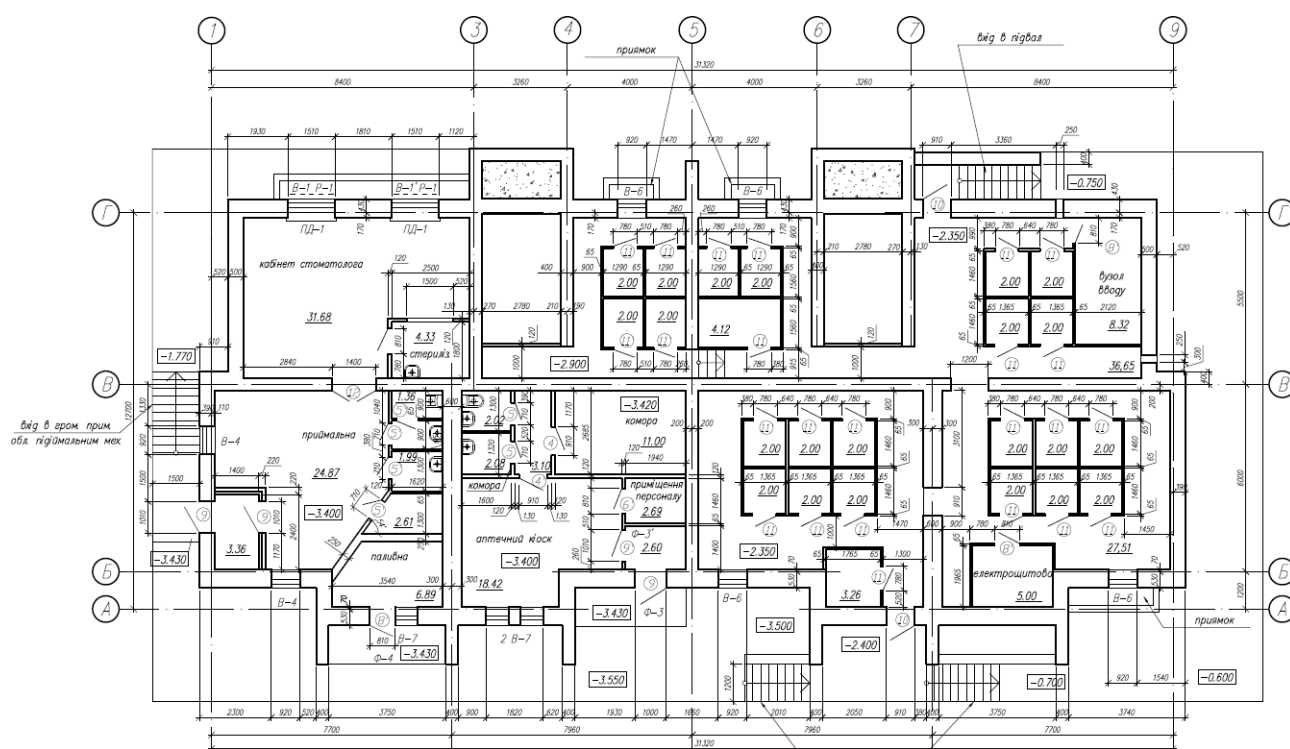


Рисунок 1.1 – План цокольного поверху будівлі

Приміщення для продажу медичних препаратів має основний зал, також виконано два окремих санвузли, один з яких для маломобільних груп населення, велика комора та приміщення для персоналу.

В іншій частині цокольного поверху розміщено паливне обладнання, електрощитова та вузли вводу комунікацій. Також в цій частині присутні 24 індивідуальні комори для зберігання речей мешканців будівлі.

Параметри приміщень в цокольному поверсі та їх призначення наведені в Таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Параметри приміщень цокольного поверху

№	Найменування	Площа, м ²	Призначення
Стоматологічний кабінет			
1	Тамбур	3,36	-
2	Приймальна	24,87	Місце для очікування відвідувачів
3	Санвузол для МГН	2,92	Санвузол із спеціальним обладнанням
4	Санвузол	1,99	-
5	Комора	2,61	Зберігання препаратів
6	Кабінет стоматолога	31,68	Надання медичних послуг
7	Стерилізаційна	4,33	Стерилізація медичного інструменту
Всього		71,76	
Аптечний кіоск			
8	Тамбур	2,60	-
9	Основне приміщення	18,42	Реалізація медичної продукції
10	Приміщення персоналу	2,69	Зберігання особистих речей персоналу
11	Санвузол для МГН	2,08	Санвузол із спеціальним обладнанням
12	Санвузол	2,02	-
13	Комора	11,00	Зберігання медичних препаратів для їх комерційної реалізації
Всього		38,81	

Продовження таблиці 1.1

Технічне підпілля та комори			
14	Паливна	6,89	Забезпечення теплопостачанням будинку
15	Електрощитова	5,00	Розміщення електрообладнання
16	Вузол вводу	8,32	Підведення води і відведення каналізації для будинку
17	Комора 1	3,26	Зберігання речей мешканців
18	Комора 2	4,12	-//-
19 41	Комора 3-24	2,00	-//-
Всього		71,59	
Загальна площа цокольного поверху		182,16	

Отже, для цокольного поверху встановлені наступні параметри площ приміщень: стоматологічна клініка – 71,76 м², аптечний кіоск – 38,81 м², технічне підпілля та комори – 71,59 м². Тоді загальна корисна площа на цокольному поверсі становить 182,16 м², вся інша площа – проходи та коридори.

1.8 Планувальні рішення типового житлового поверху

Житлові приміщення будинку запроектовані відповідно до ДБН В.2.2-15:2019 [8].

Житлові приміщення розміщені в двох під'їздах будівлі з окремими вхідними групами. При вході в будівлю виконаний тамбур, за ним сходовий марш шириною 1,35 м. Житлові приміщення починаються після першого сходового маршу на відносній відмітці +0.000.

В одному з під'їздів вхід в будинок виконаний із проектної відмітки рівня планування землі, але для збереження природного рельєфу території забудови інший під'їзд знаходиться на іншій відносній висоті, тому для доступу до входу

виконані сходи в кількості трьох штук, а для маломобільних груп населення виконаний пандус з нахилом 1:12.

Оскільки будинок не обладнаний ліфтом, для потреб маломобільних людей на сходовій клітці виконані автоматичні підймальні механізми.

На одному типовому поверсі розташовано дві типи житлових квартир: I – двокімнатна, II – трикімнатна.

Квартири обладнані прихожою з гардеробом, просторою вітальною та спальними кімнатами в залежності від виду квартири. Також житлові приміщення забезпечені кухнею та двома роздільними санвузлами (рис. 1.2).

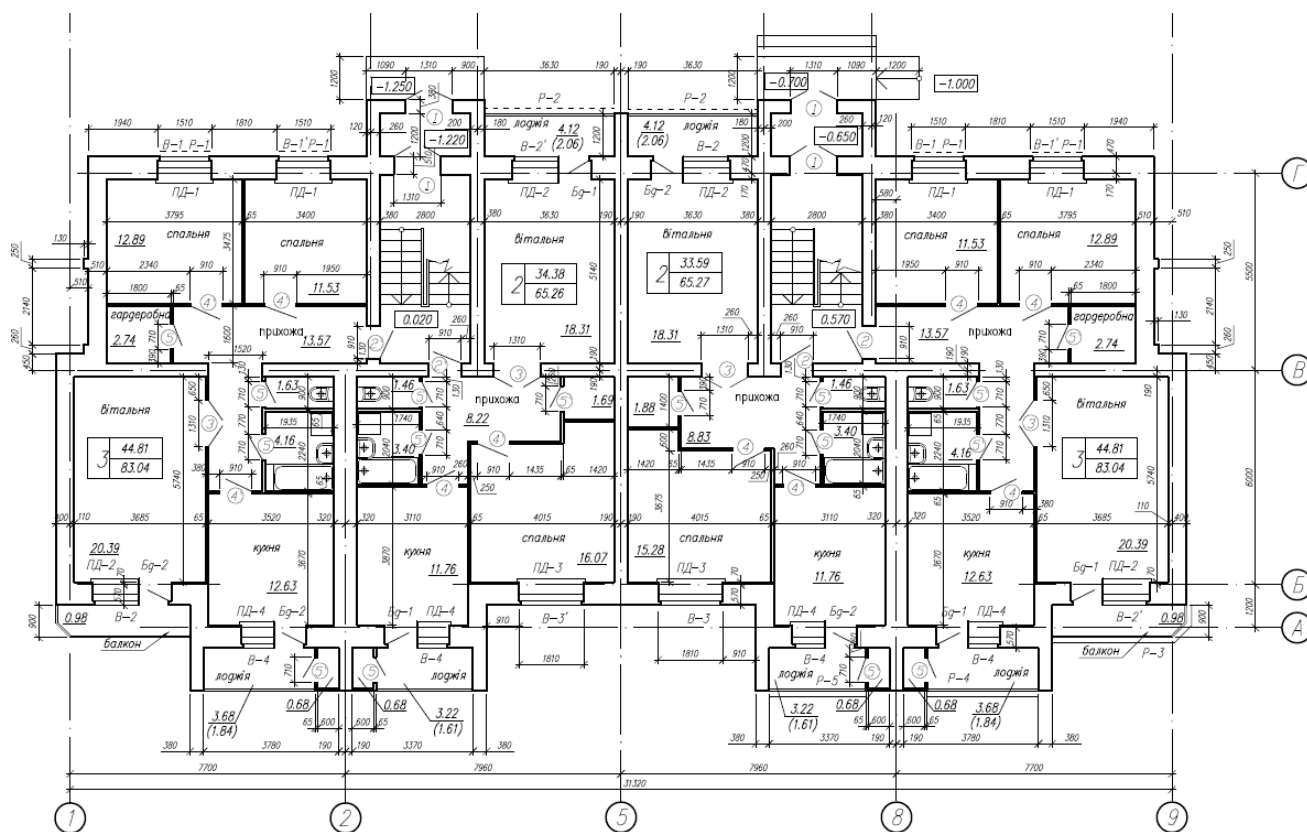


Рисунок 1.2 – План першого та типового житлового поверху

Деякі із житлових кімнат мають вихід на балкон або лоджію, які можуть слугувати місцем евакуації населення у разі надзвичайних ситуацій.

Чиста висота від підлоги до стелі в житлових квартирах типового поверху становить 2,5 м.

Параметри площі житлових квартир наведені в Таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Параметри житлових приміщень

№	Найменування	Площа, м ²
Двокімнатна квартира		
1	Прихожа	8,22
2	Санвузол	1,46
3	Ванна	3,40
4	Гардероб	1,69
5	Кухня	11,76
6	Лоджія	3,22
7	Спальня	16,07
8	Вітальня	18,31
9	Лоджія	4,12
Житлова площа		34,38
Загальна площа квартири		65,26
Трикімнатна квартира		
10	Прихожа	13,57
11	Гардероб	2,74
12	Спальня	11,53
13	Спальня	12,89
14	Санвузол	1,63
15	Ванна	4,16
16	Кухня	12,63
17	Лоджія	3,68
18	Вітальня	20,39
20	Балкон	0,98
Житлова площа		44,81
Загальна площа квартири		83,04

Отже, на одному типовому поверсі знаходиться 4 житлових квартири, дві з яких двокімнатні, а дві інші – трикімнатні. Загальна площа однієї двокімнатної квартири становить $65,26 \text{ м}^2$, а її житлова площа – $34,38 \text{ м}^2$, а для трикімнатної загальна площа – $83,04 \text{ м}^2$, а житлова – $44,81 \text{ м}^2$.

Тоді загальна площа житлових квартир на одному поверсі становить $296,6 \text{ м}^2$. Всю іншу площу поверху займає сходові клітка та коридор.

1.9 Планувальні рішення горища

На останньому поверсі будівлі виконане горищне приміщення для розміщення різного обладнання та комунікацій. Вихід на горище виконується за допомогою сходової клітки. Дане приміщення має вільний простір, який пересікається лише несучими вертикальними конструкціями (рис. 1.3).

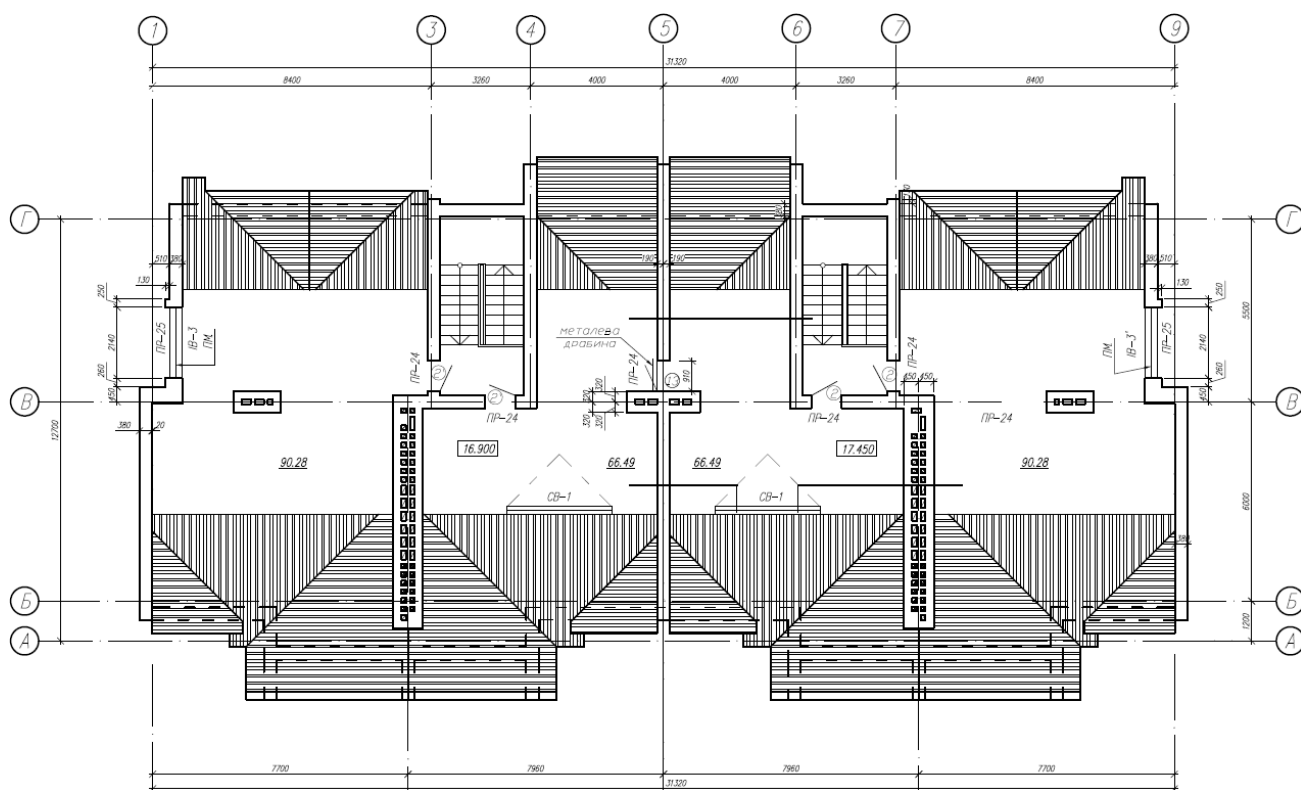


Рисунок 1.3 – План горищного приміщення

Для збільшення природного світла та покращення вентиляції приміщення в стінах виконані фронтові вікна, а в даху – люкарни.

Для з'єднання двох частин горищного поверху між під'їздами встановлена металева драбина по центральній внутрішній стіні.

Висота горищного поверху досягає максимального значення на рівні конька – 4 м. Загальна площа цього приміщення становить – 313,54 м².

1.10 Загальні техніко-економічні показники будівлі

Тип будівлі – житловий багатоквартирний будинок із громадським приміщеннями на цокольному поверсі.

Кількість поверхів – 5 житлових, 1 цокольний, 1 мансардний і горище.

Конструктивна схема будівлі – стінова.

Кількість житлових квартир – 20 по 4 на кожному поверсі, з них 10 двокімнатних з площею 65,26 м², та 10 трикімнатних з площею 83,04 м².

Житлова площа в будинку – 1 483 м², із 50-ма житловими кімнатами, з яких 40 – спальні і 10 – вітальні.

Площа громадських приміщень – 110,57 м², а технічного підпілля із коморами – 71,59 м².

Площа горищного приміщення – 313,54 м².

Загальна площа ділянки – 1 751,07 м², площа забудови (з врахуванням будівлі та всіх майданчиків) – 681,62 м², площа доріжок з твердим покриттям – 281,47 м², площа озеленення ділянки – 787,98 м², що становить приблизно 45% від всієї забудованої території.

1.11 Конструктивні рішення

Житловий будинок має стінову конструктивну схему із керамічної повнотілої цегли ДСТУ Б В.2.7-61:2008 [9]. У залежності від розміщення, товщина несучих зовнішніх стін становить 640 мм, зовнішніх самонесучих –

510 мм, внутрішніх несучих і самонесучих – 380 мм, стіна в місці прокладання комунікацій – 640 мм. В залежності від поверху використовується різна марка цегли та цементного розчину.

Фундаменти виконані із забивних залізобетонних паль та монолітного ростверку.

Перекрыття виконане монолітним залізобетонним товщиною 200 мм із проміжним нерозрізним обпиранням на внутрішні стіни. У місці прокладання комунікацій крізь плити перекрыття виконані отвори, які додатково підсилені по контуру.

Сходові клітки, а саме сходові площадки та марші, виконані із збірних залізобетонних конструкцій.

Конструкція покрівлі виконана під кутом 40° із дерев'яних крокв з хвойних порід деревини. Всі дерев'яні елементи оброблені антисептиками та антипіренами.

Розрахунок і обґрунтування прийнятих конструктивних рішень виконаний в розділі 2 (цієї роботи).

1.12 Опоряджувальні рішення

Оскільки зовнішні стіни виконані із керамічної цегли, то для кращої адгезії наступних шарів виконаний шар глибокопроникної акрилової ґрунтівки, при приблизній нормі витрат $0,2 \text{ л/м}^2$. Для вирівнювання зовнішньої та внутрішньої поверхні виконаний шар цементно-піщаної штукатурки товщиною до 20 мм.

Для теплоізоляції стін будівлі прийняті мінераловатні плити ROCKWOOL товщиною 200 мм, теплопровідністю $0,035 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ і паропроникністю $0,3 \text{ мг/(м}\cdot\text{год}\cdot\text{Па)}$ ДСТУ Б В.2.7-316:2016 [10]. Даний матеріал характеризується високою жорсткістю та класом горючості – НГ (негорючий). Монтаж даних плит виконується на клею до підготовленої поверхні. Для кращого примикання плит до стіни у відповідних місцях закріплені фасадними дюбелями «парасольками».

Для захисту теплоізоляційного матеріалу від накопичення вологи та продування вітром поверх нього виконують паропроникну вітрозахисну мембрану JUTA густиною 85 г/м^2 , класу водонепроникності W1.

Для об'єднання всіх плит теплоізоляції в суцільну міцну конструкцію виконують армуючий шар з клейової суміші на цементній основі, арматурним елементом є скловолокниста сітка з густиною 160 г/м^2 . Товщина даного шару повинна бути мінімальною, для того, щоб не погіршити властивості теплоізоляційних елементів. Даний шар також є підготовчим для нанесення декоративного покриття фасадів.

Опоряджувальний шар – штукатурка типу «Баранець» на силікатній основі. Товщина даного шару 2-5 мм. Дане покриття має високу зносостійкість та довговічність, використовується під фінішне фарбування та захищає попередні шари від атмосферних впливів.

Останнім зовнішнім шаром опорядження стін є вологостійка та паропроникна силіконова фарба UNIFLEX, з нормою витрат $0,3\text{-}0,4 \text{ л/м}^2$.

Вибрані матеріали фасадів забезпечують клас енергоефективності будівлі «В», а також стійкість до механічних пошкоджень, УФ-випромінювання та значних перепадів температури. Також важливо, що всі матеріали є паропроникними, що забезпечує нормальну роботу мінераловатної теплоізоляції. Всі матеріали є негорючими, що відповідає вимогам пожежної безпеки. Фінішний шар забезпечує естетичну привабливість будівлі.

Міжквартирні стіни виконані із керамічної цегли товщиною 380 мм, із вирівнюючою цементно-піщаною або гіпсовою штукатуркою, в залежності від кімнати, під побілку чи приклеювання шпалер.

Внутрішні міжкімнатні перегородки виконані тришаровими, внутрішнім елементом є керамічна цегла товщиною 65 мм, а зовнішній – гіпсокартонні листи Knauf (для санвузлів – вологостійкі) товщиною 12,5 мм, класу вогнестійкості Г1. Така стіна має достатню міцність та хороші звукоізоляційні характеристики. Для житлових кімнат виконана гіпсова штукатурка для подальшого фарбування чи

наклеювання шпалер, а для санвузлів поверхня підготовлена для приклеювання керамічної плитки.

Покрівля виконана із металочерепиці Ruukki товщиною 0,5 мм з полімерним покриттям відповідно до ДСТУ 8802:2018 [11]. Захист від корозійного впливу – оцинкування густиною 275 г/м².

Покрівельний матеріал кріпиться до дерев'яних елементів обрешітки, які обпираються на дерев'яні крокви. Між кроквами встановлений теплоізоляційний матеріал – мінераловатні плити, з відповідними характеристиками як і для стінової теплоізоляції, товщиною 300 мм.

Для захисту теплоізоляційного матеріалу виконана пароізоляція знизу та гідроізоляція зверху відповідними мембранними покриттями.

Для всіх приміщень будівлі підібрані відповідні покриття підлоги. Ці матеріали вказані в Таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Матеріали покриття підлог приміщень будівлі

Приміщення	Матеріал	Характеристики	Норми
Громадські приміщення	Керамогранітна плитка	Стійкість до зносу PEI 4, антиковзне покриття, товщина 10 мм.	ДСТУ EN 14411:2019 [12]
Технічне підпілля, комори	Бетонна підлога із топінгом	Товщина підлоги 100 мм, міцність бетону на стиск C16/20	ДСТУ 9208:2022 [13]
Коридори житлових поверхів	Шліфована бетонна підлога	Товщина підлоги 80 мм, міцність бетону на стиск C16/20, на дрібному заповнювачі	ДСТУ 9208:2022 [13]
Квартири (житлові кімнати)	Ламінат класу зносостійкості 31	Товщина 8 мм, клас емісії формальдегіду E1	ДСТУ EN 13329:2009 [14]

Продовження таблиці 1.3

Квартири (кухні, санвузли)	Керамічна плитка	Вологостійкий матеріал з антиковзним покриттям, товщина 12 мм	ДСТУ EN 14411:2019 [12]
Горищне приміщення	Дерев'яний настил із зазорами	Деревина з хвойних порід, зазори для вентиляції теплоізоляції	ДСТУ EN 14342:2023 [15]

У зовнішніх стінах будівлі виконанні світлопрозорі елементи – вікна. Для громадських приміщень прийняті алюмінієві вікна з терморозривами і двокамерним антивандальним склопакетом, коефіцієнт теплопровідності – $1,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, звукоізоляція – 38 дБ.

В житлових приміщеннях встановлені металопластикові полівінілхлоридні вікна Rehau з двокамерним енергозберігаючим склопакетом, теплопровідність $0,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, звукоізоляція – 40 дБ, захист від УФ-випромінювання.

На сходових клітках виконані металопластикові вікна з вентиляційними вставками, однокамерним склопакетом, ударостійке. Всі вікна прийняті відповідно до ДСТУ EN 14351-1:2020 [16].

Також відповідно до ДСТУ EN 14351-1:2020 [16] для всіх приміщень вибрано двері. Для громадських приміщень вибраний тип металевих дверей з порошковим покриттям, товщиною 50 мм, ізоляційне заповнення – мінеральна вата. Двері є зламостійкими, самозакриваючими та з ущільненням.

Для технічного підпілля та комор вибрано металеві двері із цинковим покриттям. Клас вогнестійкості цих конструкцій – EI30.

Для входної групи в під'їзд встановлені металеві двері з теплоізоляційним матеріалом – пінополіуретан, товщиною 70 мм. Двері оснащені магнітним замком та домофонною системою.

Вхідні квартирні та міжкімнатні двері виконані із дерева з додатковим ламінуванням поверхні, дане покриття збільшує зносостійкість до механічних пошкоджень.

1.13 Енергоефективність будинку

Проект будівлі виконаний з урахуванням чинних норм та стандартів по енергоефективності, що дозволяє знизити енергетичні витрати на опалення, кондиціонування та освітлення. Енергоефективні рішення сприяють зменшенню енергоспоживання та підвищенню комфорту людей, що проживають чи перебувають в будинку.

Клас енергоефективності будівлі – В, він відповідає чинним нормам по зниженню тепловитрат. Розрахункове значення енергоспоживання будівлі становить $50 \text{ кВт}\cdot\text{м}^2$ на рік.

Для поліпшення енергоефективності виконана теплоізоляція конструкцій плитами мінеральної вати, встановленні енергоефективні вікна з двокамерними склопакетами, теплопровідність яких $0,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Для опалення приміщень в цокольному поверсі розміщена котельня з газовим паливом, ККД такого методу опалення близький до 90% для всієї будівлі. У квартирах розміщені системи вентиляції з рекуперацією тепла. В приміщеннях розміщені алюмінієві радіатори з регулятором температури.

Будинок та прибудинкова територія освітлюється ліхтарями з енергоефективними лампами, які обладнані датчиками руху. У квартирах передбачено використання LED-ламп класу енергоефективності не нижче А++.

Для обліку ресурсів будівлі та окремо для кожної квартири встановлені лічильники.

Проект будинку відповідає чинному законодавству, а саме ДБН В.2.6-31:2021 [19] та ДСТУ 9190:2022 [20]. Прийняті рішення дозволяють зменшити витрати ресурсів під час експлуатації будівлі та забезпечити комфортне перебування жильців та відвідувачів.

Ресурсні показники будівлі:

- річне розрахункове споживання тепла – $132 \text{ МВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$;
- річне розрахункове споживання електроенергії для житлових приміщень – $60 \text{ МВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$;

- річне розрахункове споживання електроенергії для громадських приміщень – 70 МВт·год/рік;
- річне розрахункове споживання води – 4 380 м³/рік;
- річне розрахункове споживання газу – 36 000 м³/рік;
- річна розрахункова кількість твердих побутових відходів – 288 м³/рік.

1.14 Інженерні мережі та обладнання будівлі

Деякі види обладнання для керування ресурсами будинку визначені в п.1.13 даної роботи.

Водопостачання та водовідведення будівлі підключене до міських мереж наявної забудови. Теплопостачання відбувається від централізованого котла, який розміщується на цокольному поверсі. Котел працює на газовому паливі, для оптимальної температури в різних приміщеннях розміщені алюмінієві радіатори з регуляторами тепла. Резервне водопостачання для будівлі не передбачається проектом.

На цокольному поверсі розміщена електрощитова, обладнана захистами від перенапруги та короткого замикання. Від щитової відведено електропостачання до всієї будівлі, а сама вона підключена до міської мережі підземними комунікаціями в спеціальних гофрованих трубах.

Газопостачання відбувається індивідуально до кожної квартири через спільну трубу, яка підключена до міської мережі.

Квартири обладнані системами вентиляції з рекуператорами та кондиціонерами.

Громадські приміщення обладнані автоматичною сигналізацією з датчиками диму та тепла відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 [21].

До будинку підведений інтернет та телебачення оптоволоконним кабелем до кожної квартири окремо. Будинок оснащений домофонною системою. Прибудинкова територія має декілька камер відеоспостереження.

Висновки до розділу 1

Розроблені архітектурно-будівельні рішення щодо багатоквартирного житлового будинку в місті Рахові. В проєкті реалізовані сучасні рішення, спрямовані на створення комфортного, функціонального та енергоефективного середовища для мешканців і відвідувачів.

Прийнято рішення щодо планування цокольного, типового житлового та горищного поверхів.

Визначені матеріали та характеристики конструкцій будівлі, що забезпечують теплоефективність, естетичність, довговічність та захист від атмосферних впливів.

Обрані відповідні інженерні системи будинку, а саме методи тепло-, електро-, водопостачання та водовідведення, розраховані відповідно до річних потреб будівлі.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Загальні відомості

Багатоквартирна житлова будівля має наступні конструктивні елементи: фундамент із залізобетонних паль, що об'єднані монолітним ростверком; несучі стіни цокольного поверху, що виконані із бетонних блоків; зовнішні та внутрішні несучі стіни виконані із керамічної цегли на цементно-піщаному розчині відповідних марок; перекриття поверхів виконане із монолітних залізобетонних плит, які працюють в одному напрямку з повним опиранням на несучі стіни; покрівля виконана із деревини хвойних порід відповідного класу міцності і представлена кроквяною схемою з мауерлатами, лежнями, стійками та в'язями; для закріплення покрівельного матеріалу виконана обрешітка.

2.2 Визначення навантажень, що діють на будівлю

Відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 [22] на будівлю діють постійні та змінні впливи.

До постійних відносять власну вагу несучих і самонесучих конструкцій, а також огорожувальні та опоряджувальні елементи будівель, а саме, огорожі, вікна, двері, покрівельні та ізоляційні матеріали, шари підлог. Також, постійно на будівлю можуть діяти впливи від ґрунтових насипів чи засипок.

Більшість впливів на будівлю пов'язанні із їх експлуатаційним використанням та природно-атмосферними чинниками. Для багатоквартирної житлової будівлі будемо враховувати наступні тривалі чинники:

- власна вага тимчасових перегородок, або таких, які можуть бути переміщені, зведені чи видалені;
- вага обладнання, в даному випадку це трубопроводи та комунікації, а також тиск від рідин чи розрідження повітря в вентиляційних каналах;

- вага на перекриття від стелажів та складування речей у відповідних зонах (гардероби, балкони, лоджії);

- квазіпостійні значення корисних короточасних навантажень (перебування людей в житлових та громадських приміщеннях);

- квазіпостійні значення від снігових навантажень;

До короткотривалих змінних впливів відносять:

- вага людей та будівельних матеріалів в період будівельно-монтажних робіт;

- корисне навантаження від людей в залежності від виду приміщення;

- значення снігового навантаження із врахуванням особливостей конструювання покрівлі;

- впливи від температурних коливань;

- вітрові впливи з врахуванням параметрів місцевості та особливостей конструювання будівлі.

Також потрібно враховувати епізодичні навантаження, в даному випадку – це сейсмічні впливи.

Навантаження, які діють на поверхах, передаються через стіни на фундамент, а ті, що діють в цокольному поверсі передаються на основу через підлогу по ґрунту. Ці навантаження не будуть впливати на фундаменти, лише деяка їх частина по призмі обвалення ґрунту.

Визначимо постійні навантаження від шару перекриття типового поверху. Так в склад перекриття входить тинькування стелі, сама залізобетонна плита, вага якої визначається окремо, тому ми її не включаємо до шару, вирівнююча цементно-піщана стяжка, екструдований пінополістирол, гідроізоляція і шар вирівнюючої стяжки, по якому вкладається керамічна плитка або ламінат. Відповідно до чинних норм, для навантажень призначаються розрахункові коефіцієнти за призначенням матеріалу, Так для конструкцій, питома вага яких більша $1,6 \text{ кН/м}^3$, коефіцієнт має значення 1,1; для тих матеріалів, що мають менше значення, коефіцієнт залежить від того, чи він виготовлений в заводських умовах – 1,2, чи безпосередньо на будівельному майданчику – 1,3.

Отже, врахувавши питому вагу всіх шарів матеріалів, окрім самої залізобетонної плити, і їх розрахункові коефіцієнти за навантаженням, отримали значення розподіленого навантаження – 2,746 кПа.

У коридорах і сходових клітках житлової будівлі це значення буде становити 1,627 кПа, а на горищному приміщенні – 1,951 кПа.

Оскільки розрахунок і визначення зусиль в елементах конструкцій буде відбуватись моделюванням, методами скінчених елементів, то ці навантаження будуть прикладені в розподіленій формі до відповідних конструкцій, без переведення їх в інші зосереджені одиниці.

Оскільки плити перекриття обпираються на несучі стіни вглиб на 15 см, то потрібно визначити ексцентриситет передавання зусиль з плити на стіни. Вважається що центр ваги обпертої плити знаходиться на відстані $1/3$ від краю стіни, тому центр ваги місця обпирання плити на стіну становить – 50 мм.

Тоді визначимо центр ваги несучих стін, оскільки зовнішні стіни однакові по висоті, а саме товщиною 640 мм, то відстань від краю до центру ваги перерізу становить – 320 мм, тоді ексцентриситет визначається як різниця між відстанню від краю до центра ваги стіни і місця обпирання плити – $e = 320 - 50 = 270$ мм. Це значення ексцентриситету потрібно буде врахувати при моделюванні конструкцій споруди, для правильного визначення зусиль в розрахункових елементах.

Далі визначимо постійні навантаження від ваги покрівлі, при цьому приймаємо попередній розмір крокв відповідно до товщини теплоізоляції, яка знаходиться між ними. Отже, дане значення з врахуванням всіх шарів та покрівельного матеріалу (металочерепиці) буде становити 0,849 кПа. При розрахунку похилих елементів потрібно врахувати кут покрівлі, який становить 40° , оскільки зміниться площа згину елемента.

Визначимо навантаження від опоряджувальних шарів фасаду, врахувавши всі вирівнюючі фінішні шари та теплоізоляцію. Отже, розрахункове значення навантаження від опорядження зовнішніх стін становить 0,475 кПа. Оскільки опорядження кріпиться до стіни із зовнішньої сторони, то потрібно визначити

значення ексцентриситету прикладання зусиль та встановити значення згинального моменту від даних навантажень.

Для цього визначимо товщину оздоблення, в даному випадку вона становить 230 мм, відстань від грані стіни до центру ваги опорядження становить 115 мм, тоді ексцентриситет визначається як сума відстаней від грані стіни до центру ваги стіни та зовнішніх шарів і становить $e = 115 + 320 = 435$ мм.

Визначимо значення розподіленого згинального моменту, який виникає від опорядження стіни, він становить $M_p = p \cdot e = 0,475 \cdot 0,435 = 0,207$ (кН·м)/м², це значення прикладається до стіни як розподілене.

Зусилля від внутрішнього опорядження враховані при визначенні навантаження від стін.

Визначимо тривалі зусилля, які діють на конструкцію будівлі. До тривалих відноситься вага перегородок, оскільки їх розміщення і кількість може змінюватись за час експлуатації будівлі. Це значення задаємо як рівномірно розподілене з інтенсивністю 0,5 кПа і з врахуванням розрахункового коефіцієнта 1,3. Тоді розрахункове навантаження становить – 0,65 кПа та прикладається розподілено по всій плиті перекриття.

Вагу від обладнання і комунікацій прикладаємо також розподілено з розрахунковим значенням 0,26 кПа.

Квазіпостійні значення короточасних навантажень приймаються відповідно до заданих значень цих навантажень і відповідного коефіцієнту.

Визначаємо короточасні навантаження.

Для громадських приміщень розрахункове значення корисних навантажень становить 2,4 кПа, а в торгових точках – 4,8 кПа.

Для житлових приміщень розрахункове значення корисних навантажень становить 1,95 кПа, а для балконів і лоджій – 2,4 кПа. Для горищного приміщення це значення становить 0,91 кПа.

Такі конструкції як головні, другорядні балки та плити перекриття розраховуються від прикладання повних корисних навантажень, але такі як колони, стіни та фундаменти розраховуються з поправочним коефіцієнтом, який

враховує можливість одночасного виникнення повних розрахункових корисних навантажень на всіх поверхах і на всій розрахунковій площі одразу.

Тоді, при розрахунку конструкцій, які сприймають навантаження від всіх рівнів перекриття призначається коефіцієнт, який становить 0,668.

Снігові навантаження визначаємо відповідно розрахункової схеми двосхилого даху з врахуванням нахилу 40° . При такому нахилі вважається, що сніг розподіляється рівномірно і немає зон його скупчення. Тоді коефіцієнт, що враховує нахил покрівлі визначається інтерполяцією і становить 0,571. Для житлових будівель, термін експлуатації яких становить 100 років, розрахунковий коефіцієнт надійності становить 1,14. Знаючи ці значення, визначимо розрахункове навантаження від снігу на покрівлю, яке становитиме 0,911 кПа.

Значення вітрових навантажень залежать від багатьох факторів: від географічної висоти будівлі, від висоти прикладання навантаження від проектного рівня землі, значення підвітряної чи завітряної сторони будівлі, зони розміщення будівлі і наявності низин чи пагорбів.

Будівля знаходиться на абсолютній відмітці 320 м, в місті із забудованим районом середньої поверховості, поряд з будівлею відсутні різкі зміни рельєфу. Врахувавши всі ці параметри, визначаємо розрахункове значення навантаження від вітру. Активна складова на відмітці 5 м, становить 0,095 кПа, а на відмітці 20 м – 0,308 кПа. Тоді пасивна складова – 0,071 кПа і 0,231 кПа для висот 5 і 20 м відповідно.

Сейсмічні навантаження визначаються відповідно до ДБН В.1.1-12:2014 [23] з врахуванням сейсмічного району будівельного майданчика. Сейсмічні навантаження прикладаються в напрямку X та Y із врахуванням знакозмінності.

При розрахунку зусиль та їх комбінації враховується лише одна складова вітрового та сейсмічного навантаження в певному напрямку.

Відповідно до ДБН В.1.2-14:2018 [24] при розрахунку конструкцій потрібно враховувати коефіцієнти, які залежать від класу наслідків споруди. Для будівель класу наслідків СС2 і конструкцій за відповідальністю класу «А» при усталених

розрахункових ситуаціях при розрахунку за першим граничним станом приймається коефіцієнт 1,1, а за другим граничним станом 0,975.

Для визначення найбільш невідповідних ситуацій і оптимізації зусиль використовують розрахункові комбінації, а саме розрахункові сполучення зусиль або навантажень. В комбінації для постійних навантажень використовується коефіцієнт із значенням – 1, для тривалих навантажень це значення становить: 1 для основного тривалого та 0,95 для всіх інших; для короткочасних навантажень це значення становить: 1 для основного короткочасного, 0,9 для другого за важливістю короткочасного і 0,7 для всіх інших. Відповідно до цих коефіцієнтів створюється таблиця розрахункових сполучень зусиль, де є основні та аварійні комбінації (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Коефіцієнти для розрахункових сполучень зусиль

Найменування завантажень	Вид	Напрям	Група виключ.	Група супутн.	Коеф. γ_{fm}/γ_{fe}	Коеф. квазі.	Осн. 1	Осн. 2	Особл.
Власна вага конструкцій	Постійне	+	0	0	1,1	1	1	1	0,9
Власна вага підлоги	Постійне	+	0	0	1,3	1	1	1	0,9
Власна вага покрівлі	Постійне	+	0	0	1,3	1	1	1	0,9
Власна вага опорядження	Постійне	+	0	0	1,3	1	1	1	0,9
Тимчасові перегородки	Тривале	+	0	0	1,3	0,45	1	1	0,8
Обладнання і комунікації	Тривале	+	0	0	1,3	0,45	1	0,95	0,8
Громадські приміщення	Короткоч	+	0	0	1,2	0,425	1	1	0,5
Торгові зали	Короткоч	+	0	0	1,2	0,425	1	0,9	0,5
Житлові приміщення	Короткоч	+	0	0	1,3	0,23	1	0,7	0,5
Балкони і лоджії	Короткоч	+	0	0	1,2	0,425	1	0,7	0,5
Горищне приміщення	Короткоч	+	0	0	1,3	0	1	0,7	0,5
Снігове навантаження	Короткоч	+	0	0	2,33	0,27	1	0,7	0,5

Продовження таблиці 2.1

Вітер в напрямку X+	Миттєве	+	1	0	5,43	0	1	0,7	0,5
Вітер в напрямку X-	Миттєве	+	1	0	5,43	0	1	0,7	0,5
Вітер в напрямку Y+	Миттєве	+	1	0	5,43	0	1	0,7	0,5
Вітер в напрямку Y-	Миттєве	+	1	0	5,43	0	1	0,7	0,5
Сейсміка в напрямку X	Епізод.	+/-	2	0	1,1	0	0	0	1
Сейсміка в напрямку Y	Епізод.	+/-	2	0	1,1	0	0	0	1

На ці розрахункові сполучення зусиль буде виконуватись розрахунок і підбір конструктивних елементів в програмному комплексі.

2.3 Створення розрахункової схеми

Створення аналітичної та розрахункової моделі багатоквартирної будівлі будемо виконувати за допомогою BIM технологій, а саме в САПФІР-3D, який є частиною ПК ЛІРА-САПР [25].

Для цього застосовуємо саму програму САПФІР-3D та створюємо новий проєкт, після чого відкривається стартова сторінка із структурою проєкту та його видовими екранами (рис. 2.1).

На даному екрані доступні вкладки «Створення», «Аналітики», «Армування», «Анотації», «Вид», «Редагування». Основну частину робочої зони приділено видовому полю, де буде знаходитись модель. Зліва представлене вікно із властивостями елементів, а справа – структура проєкту, види, готові аркуші та бібліотека об'єктів.

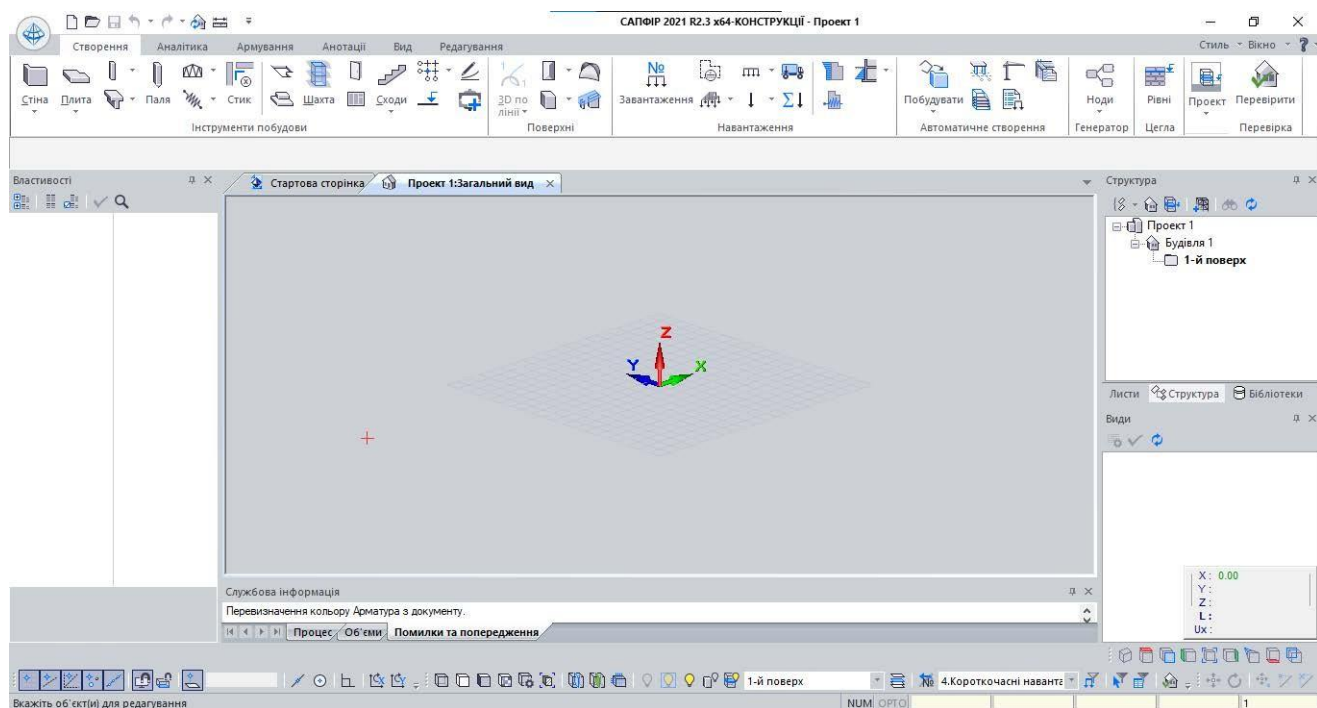


Рисунок 2.1 – Стартовий екран нового проекту

Оскільки проєктована будівля має стінову конструктивну систему, то будемо моделювати саме стіни як несучі вертикальні конструкції, для цього обираємо команду «Стіна» та призначаємо методи її побудови. Для побудови нам доступні різні лінії, криві та фігури. Для безперервної побудови присутня команда «Ланцюжок», а для автоматичного замкнення контуру – «Замикати». Наступні команди відповідають за товщину стін та її прив'язку до координатних осей.

Задаємо відповідну товщину стін, і вибираємо їх відповідний матеріал. Для цього переходимо на вкладку «Матеріал» і обираємо із списку – цегляна кладка, далі редагуємо її властивості відповідно до нашого матеріалу (рис. 2.2).

Після задання матеріалів потрібно визначити розрахункові характеристики цих матеріалів, для цього, в нижній частині вікна «Матеріали», обираємо тип кладки і «ще...», після чого з'явиться нове вікно, де можна обрати вид і марку цегли та розчину, їх фізичні характеристики, можна додати додаткове армування кладки.

Для початку задаємо тип кладки – звичайна повнотіла цегла, тип розчину – будівельний цементно-піщаний, марка розчину М5, марка цегли М12,5 і їхні фізичні характеристики.

Додатково встановлюємо армування цегляної кладки в горизонтальному напрямку сітками із сталевих арматури класу Вр-I, з розміром комірки 50x50 мм. Також визначаємо фізичні характеристики сталевих сіток (рис. 2.3).

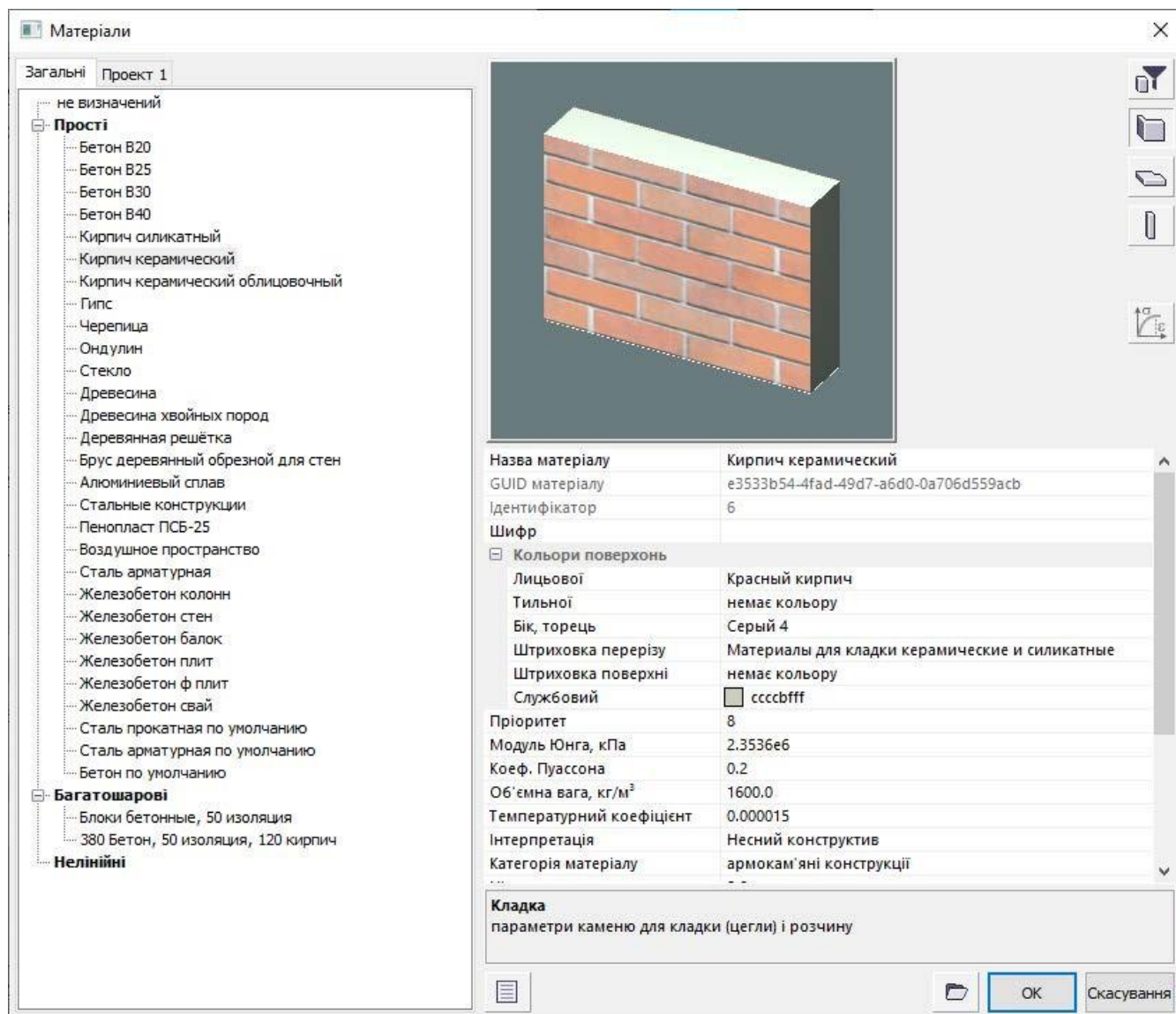


Рисунок 2.2 – Задання стінових матеріалів

Після задання параметрів матеріалу переходимо на вид зверху і за допомогою ліній починаємо обводити зовнішній периметр будівлі із несучими стінами. Змінюючи параметри матеріалів та товщину відповідних несучих або самонесучих стін створюємо кладочний план несучих конструкцій першого поверху (рис. 2.4).

Матеріали для розрахунку армокам'яних конструкцій

Характеристики кладки

№	Назва	№ варі	Тип кладки	Тип розчину	С розчину	С цегли аб	Гранич. деф	Тип цегли	Якість кл	E0, [Г/м2]	Пружн	V0, К П	К повзуч	K1 ум	K2 ум	К пош	К стис.	К розт.
1	Кладка_1	1	цегла глиняна звичайн	будівельн	10.0	12.5	0.0	суцільні	звич	320000.0	1000	0.250	1.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		

Характеристики арматури

№	Назва	№ варі	Вид армування	Сітки (клас)	Стержні (клас)	Мін % арм	Мак % арм	Висота ряду	Розмір чарунко	Діаметр армат	Мак діам	Діаметр стерж	K1 умов р	K2 умов р
1	Арматура_1	1	сітками	Вр-I	A-I	0.01	2.5	88	50	3.0	6.0	6.0	1.0	1.0
2														
3														
4														
5														
6														
7														

Характеристики зовнішнього посилення простінків

№	Назва	№ варі	Вид посилення	Стержні	Діаметр стерж	Захисний шар	Площа хонутів	% армув	Площа зовнішн	Крок хонутів	Передача навантаження з пр	КР обойми
1												
2												
3												
4												
5												
6												

ДБН В.2.6-162

Рисунок 2.3 – Задання розрахункових характеристик цегляній кладці

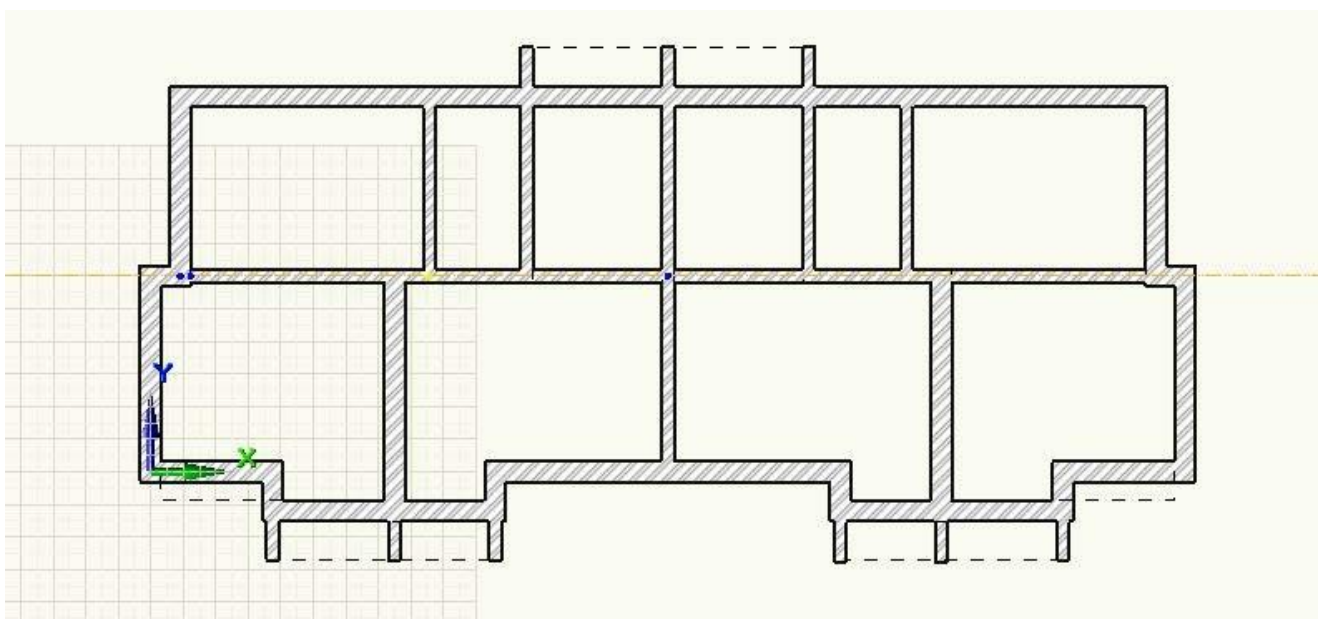


Рисунок 2.4 – План несучих і самонесучих цегляних стін будівлі

Далі за допомогою команди «Плита» створюємо залізобетонні плити перекриття товщиною 200 мм. Обираємо їм відповідний матеріал (рис. 2.5) та розрахункові характеристики (рис. 2.6, 2.7, 2.8). За розрахунковий елемент приймаємо оболонку, яка враховує зусилля у всіх напрямках, клас бетону за міцністю C16/20, робочу арматура класу A400C, а поперечну – A240C.

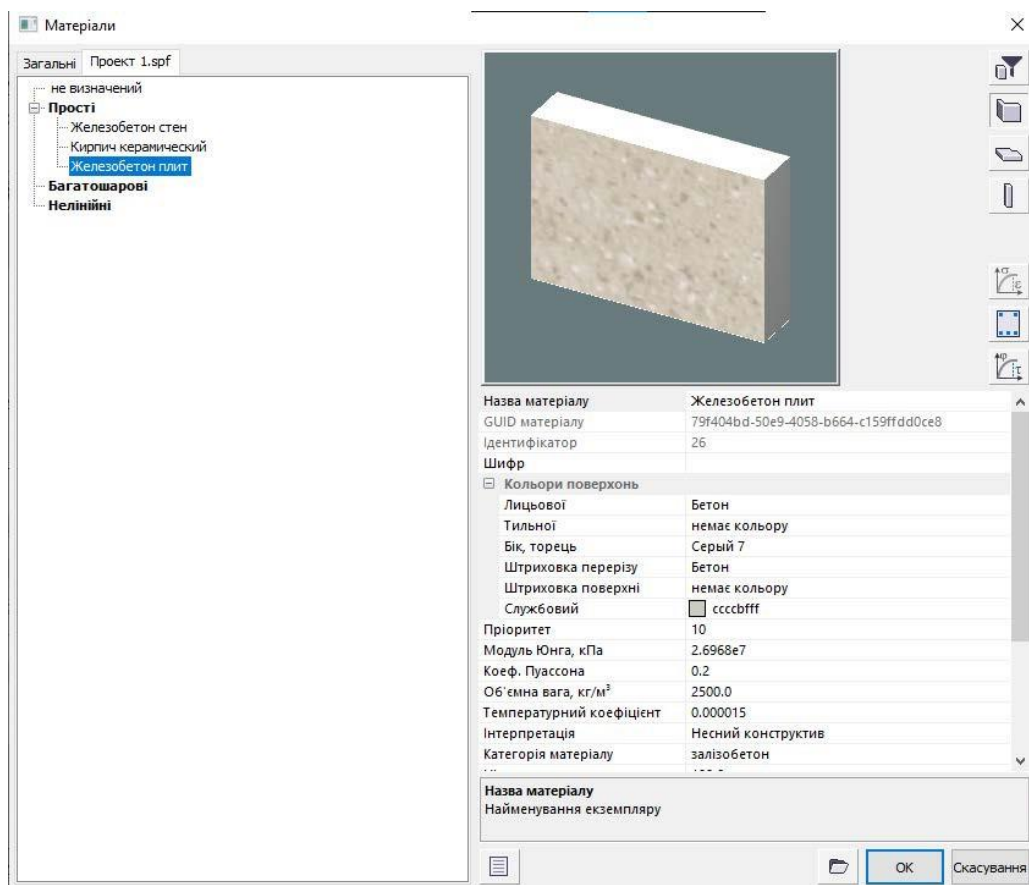


Рисунок 2.5 – Параметри матеріалу плити перекриття

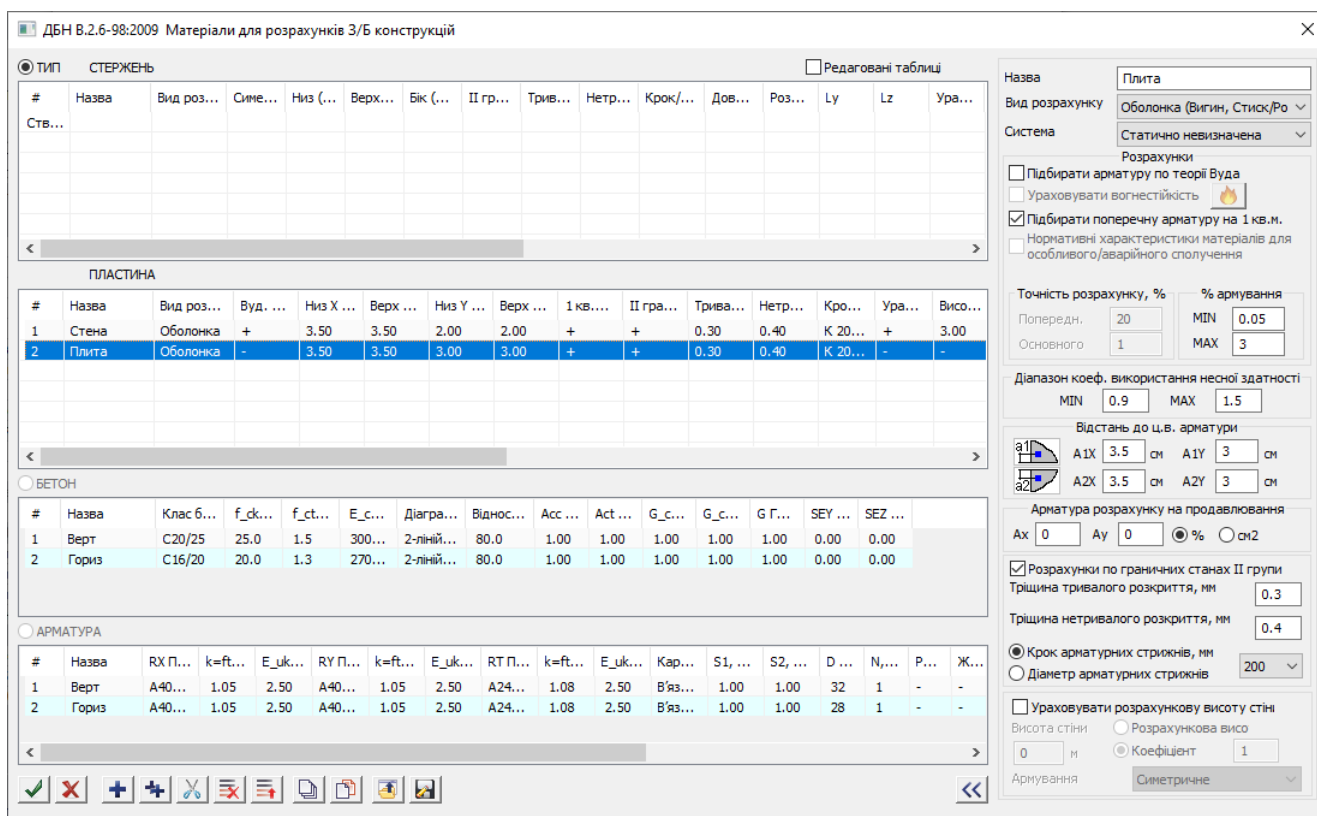


Рисунок 2.6 – Розрахункові характеристики плити перекриття «Пластина»

ДБН В.2.6-98:2009 Матеріали для розрахунків З/Б конструкцій

ТИП СТЕРЖЕНЬ Редаговані таблиці

#	Назва	Вид роз...	Симе...	Низ (...)	Верх...	Бік (...)	II гр...	Трив...	Нетр...	Крок/...	Дов...	Роз...	Ly	Lz	Ура...
1	Сте...														
2	Плита														

ПЛАСТИНА

#	Назва	Вид роз...	Вуд. ...	Низ X ...	Верх ...	Низ Y ...	Верх ...	1 кв...	II гра...	Трива...	Нетр...	Кро...	Ура...	Висо...
1	Сте...	Оболонка	+	3.50	3.50	2.00	2.00	+	+	0.30	0.40	К 20...	+	3.00
2	Плита	Оболонка	-	3.50	3.50	3.00	3.00	+	+	0.30	0.40	К 20...	-	-

БЕТОН

#	Назва	Клас б...	f _{ck} ...	f _{ct} ...	E _c ...	Діагра...	Віднос...	Асс ...	Ас ...	G _c ...	G _c ...	G Г...	SEY ...	SEZ ...
1	Вер...	C20/25	25.0	1.5	300...	2-ліній...	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
2	Гориз	C16/20	20.0	1.3	270...	2-ліній...	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00

АРМАТУРА

#	Назва	RX П...	k=ft...	E _{uk} ...	RY П...	k=ft...	E _{uk} ...	RT П...	k=ft...	E _{uk} ...	Кар...	S1, ...	S2, ...	D ...	N _u ...	P...	Ж...
1	Вер...	A40...	1.05	2.50	A40...	1.05	2.50	A24...	1.08	2.50	В'яз...	1.00	1.00	32	1	-	-
2	Гориз	A40...	1.05	2.50	A40...	1.05	2.50	A24...	1.08	2.50	В'яз...	1.00	1.00	28	1	-	-

ДБН В.2.6-98:2009

Назва

Гориз

Клас бетону C16/20

Діаграма напруга-деформація

2-лінійна діаграма напруга-деформація бет:

Відносна вологість повітря, % 80

Коеф. обліку тривалості дії навантажень (стиск) α_{cs} 1

Коеф. обліку тривалості дії навантажень (розтягання) α_{ct} 1

Коеф. обліку руйнування бетонних конструкцій γ_{c2} 1

Коеф. для конструкцій, які бетонуються у вертикальному положенні γ_{c3} 1

Граничне значення параметра (т.6.12 ДБН В.1.1-12:2014) γ 1

Випадкові ексцентриситети (стержень)

По висоті перерізу EY 0 см

По ширині перерізу EZ 0 см

	C16/20 (МПа)
f _{ck} _cube	20.00
f _{ck} _prizm	15.00
gamma_c	1.30
f _{ctm}	1.90
f _{ctk} _005	1.30
f _{ctk} _095	2.50
gamma_ct	1.50
E _{cm}	27000.00
E _{ck}	23000.00
E _{cd}	20000.00
Eps _{c1} _ck (*1000)	1.66
Eps _{c1} _cd (*1000)	1.62
Eps _{cu1} _ck (*1000)	4.15

Рисунок 2.7 – Розрахункові характеристики плити перекриття «Бетон»

ДБН В.2.6-98:2009 Матеріали для розрахунків З/Б конструкцій

ТИП СТЕРЖЕНЬ Редаговані таблиці

#	Назва	Вид роз...	Симе...	Низ (...)	Верх...	Бік (...)	II гр...	Трив...	Нетр...	Крок/...	Дов...	Роз...	Ly	Lz	Ура...
1	Сте...														
2	Плита														

ПЛАСТИНА

#	Назва	Вид роз...	Вуд. ...	Низ X ...	Верх ...	Низ Y ...	Верх ...	1 кв...	II гра...	Трива...	Нетр...	Кро...	Ура...	Висо...
1	Сте...	Оболонка	+	3.50	3.50	2.00	2.00	+	+	0.30	0.40	К 20...	+	3.00
2	Плита	Оболонка	-	3.50	3.50	3.00	3.00	+	+	0.30	0.40	К 20...	-	-

БЕТОН

#	Назва	Клас б...	f _{ck} ...	f _{ct} ...	E _c ...	Діагра...	Віднос...	Асс ...	Ас ...	G _c ...	G _c ...	G Г...	SEY ...	SEZ ...
1	Вер...	C20/25	25.0	1.5	300...	2-ліній...	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
2	Гориз	C16/20	20.0	1.3	270...	2-ліній...	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00

АРМАТУРА

#	Назва	RX П...	k=ft...	E _{uk} ...	RY П...	k=ft...	E _{uk} ...	RT П...	k=ft...	E _{uk} ...	Кар...	S1, ...	S2, ...	D ...	N _u ...	P...	Ж...
1	Вер...	A40...	1.05	2.50	A40...	1.05	2.50	A24...	1.08	2.50	В'яз...	1.00	1.00	32	1	-	-
2	Гориз	A40...	1.05	2.50	A40...	1.05	2.50	A24...	1.08	2.50	В'яз...	1.00	1.00	28	1	-	-

ДБН В.2.6-98:2009

Назва

Гориз

Арматура I типу

Поздовжня

УЗДОВЖ X A400C d=6 1.05 2.5

Уздовж Y A400C d=6 1.05 2.5

Поперечна A240C d=6 1.08 2.5

Уздовж X A400C d=6..40 (МПа)

Es 210000.00

f_{yk} 400.00

Gamma_s 1.10

f_{yd} 364.00

f_{ywd} 285.00

f_{ywd}* 263.00

Арматурний каркас В'язаний каркас

max 28 1

Урахування сейсмічного впливу

Коеф. з т.6.13 ДБН В.1.1-12:2014 1

Коеф. при розрахунках похилих перерізів, т.6.13 ДБН В.1.1-12:2014 1

Розрахунки міцності похилих перерізів синхронізовані з EN 1992-1-1:2005

Арматура II типу

Вибрати...

Рисунок 2.8 – Розрахункові характеристики плити перекриття «Арматура»

За допомогою кривих створюємо плиту перекриття, яка опирається по контуру і по центру на центральну несучу стіну. В склад плити входять балкони, лоджії є окремими елементами із обпиранням по двох контурах (рис. 2.9). В місцях сходових маршів використовуються збірні залізобетонні конструкції, тому там не додаємо опцію плит перекриття.

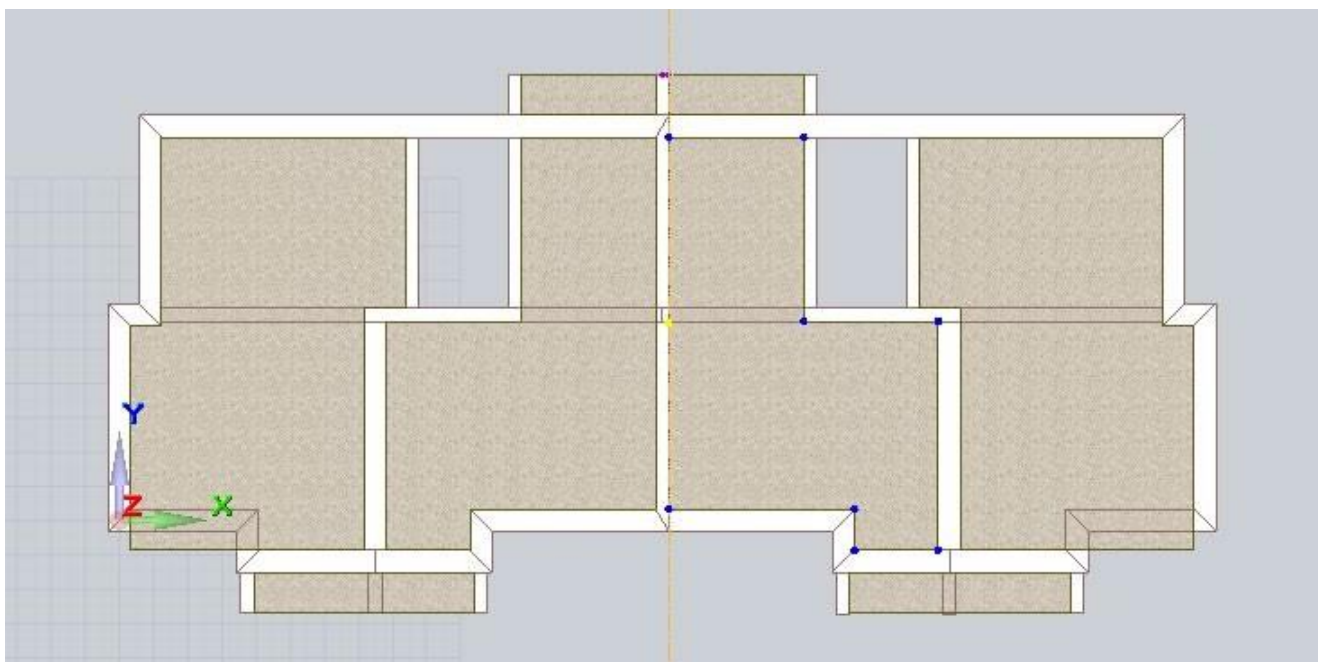


Рисунок 2.9 – Монолітні плити перекриття

Розрахунок цегляної кладки виконується для найслабших місць стін, а таким місцем є найменший проміжок між двома найбільшими вікнами, тому для моделі потрібно встановити отвори від віконних конструкцій.

Для створення отворів від вікон переходимо на план першого поверху і, за допомогою команди «Вікно», задаємо ці отвори. Для цього визначаємо ширину та висоту вікна і задаємо його параметри (рис. 2.10). Далі на плані поверху проставляємо ці вікна з відміткою від поверхні підлоги 800 мм (рис. 2.11). У проєкті присутні вікна з розмірами 1 510 мм та 1810 мм. При розрахунку дверні отвори не будемо враховувати, оскільки відстань між цими отворами є достатньо великою, а міцність цих стін забезпечена та не потребує розрахунку.

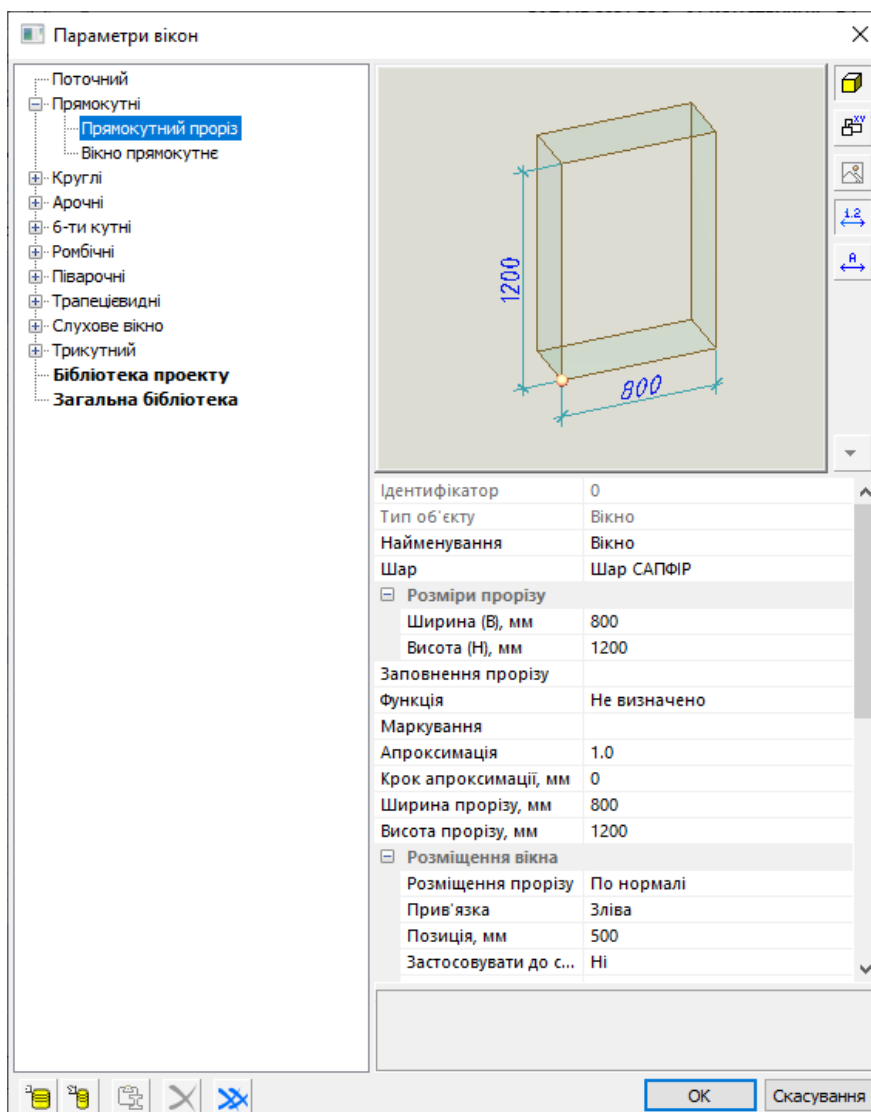


Рисунок 2.10 – Параметри отвору під вікно

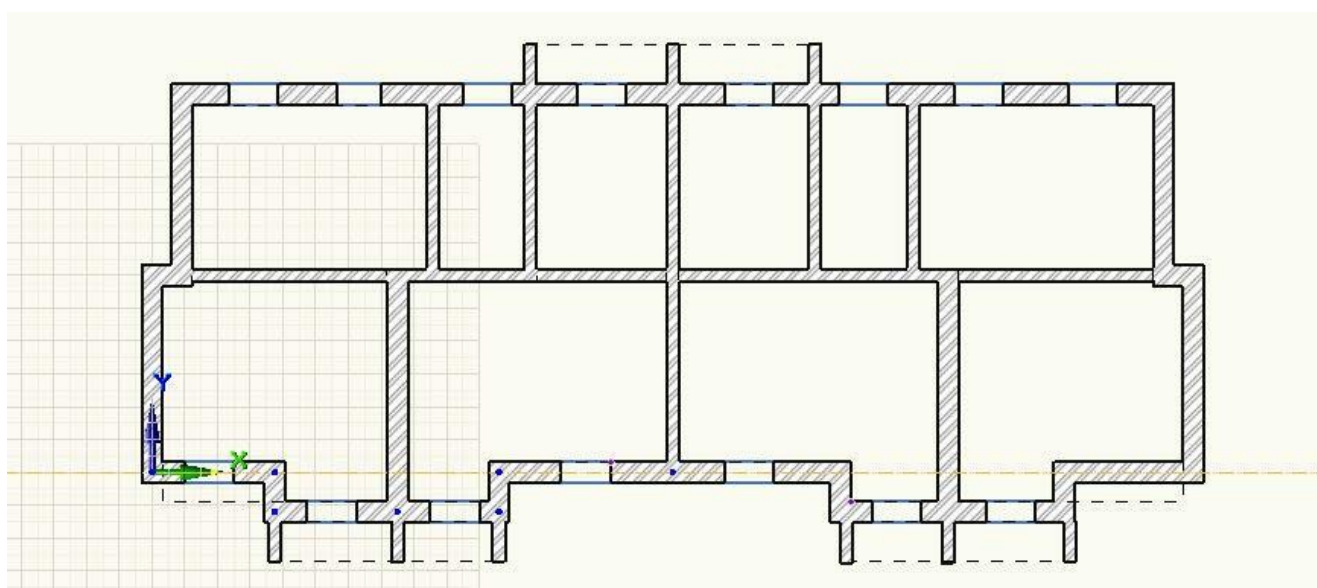


Рисунок 2.11 – План поверху з віконними отворами

Використовуючи команди створення поверхів з копіюванням елементів, створюємо всі п'ять поверхів даного будинку (рис. 2.12).

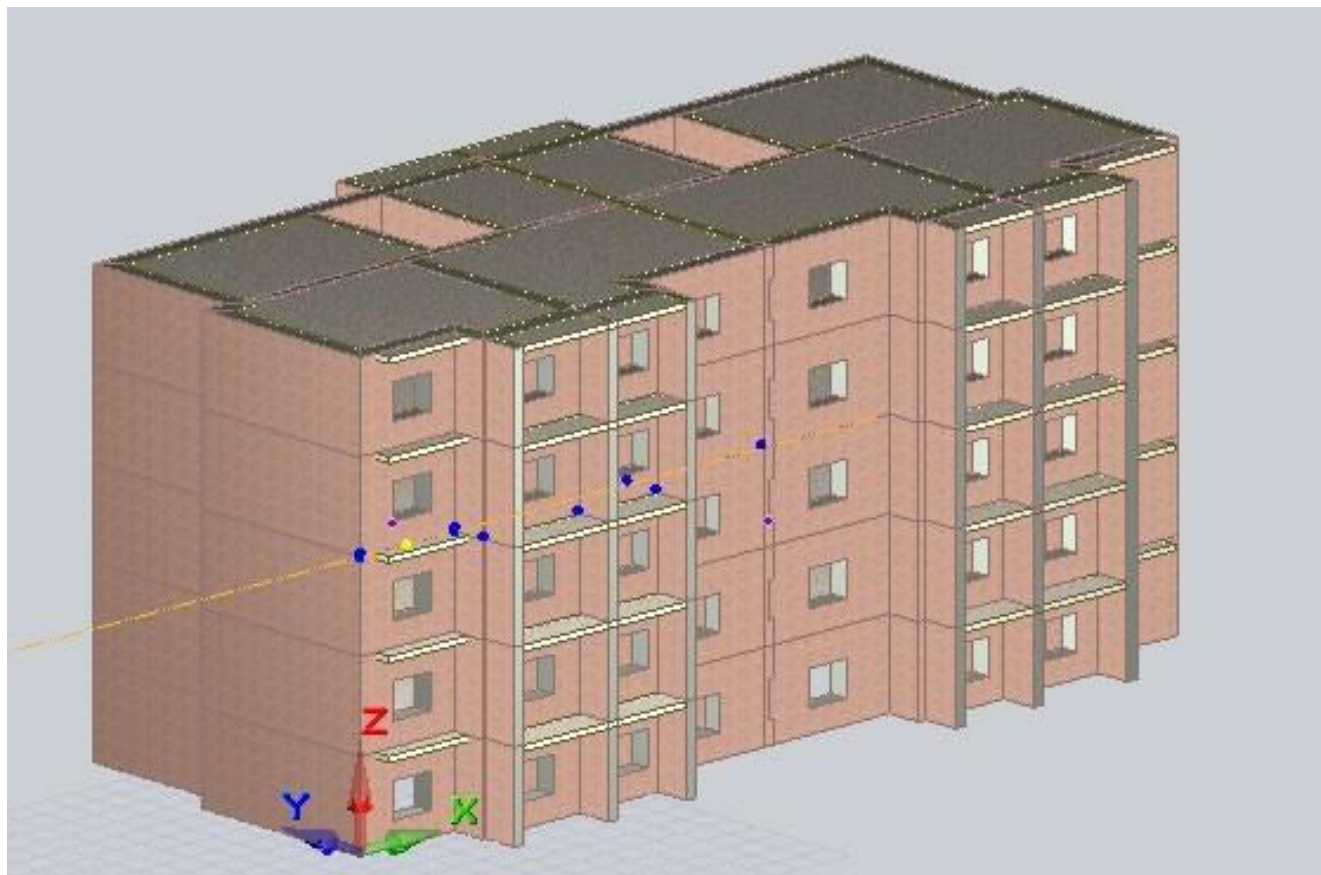


Рисунок 2.12 – П'ятиповерхова модель

З допомогою команди «Дах» задаємо матеріали та характеристики покрівлі, її нахил, величину звису. Далі на плані обводимо контури даху і отримуємо покрівлю з кутом нахилу 40° (рис. 2.13).

Також добавимо цокольний поверх. Для цього скопіюємо конструкції першого поверху. Оскільки цокольний поверх виконаний із бетонних блоків, то замінимо матеріал стін «Цегляна кладка» на «Бетонні стіни», також задаємо відповідні характеристики конструкціям. Для стін товщиною 640 мм, задаємо блоки шириною 600 мм, для стін товщиною 510 мм задаємо блоки 500 мм, а для стін товщиною 380 мм, задаємо блоки 400 мм. Оскільки блоки не розраховуються на міцність, то не будемо добавляти прорізи дверей та вікон. Після цього отримуємо повну аналітичну модель будівлі (рис. 2.14).



Рисунок 2.13 – Модель будівлі з дахом



Рисунок 2.14 – Аналітична модель будівлі

Для задання граничних умов і навантаження на будівлю необхідно аналітичну модель перевести в розрахункову. Для цього в САПФІР 3D є функція створення розрахункової моделі та відтворення її в ЛІРА-САПР для розрахунку і аналізу (рис. 2.15).

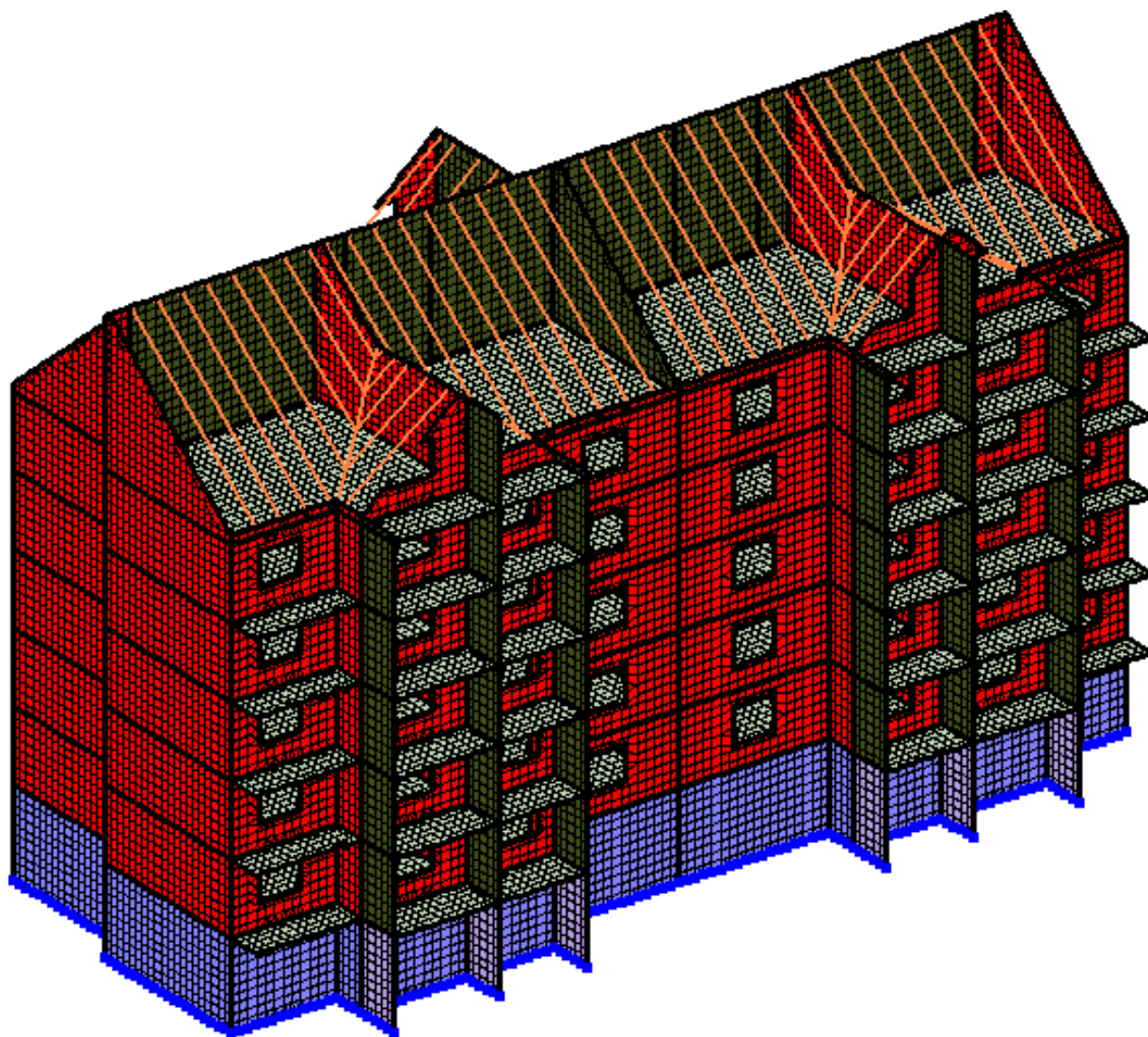


Рисунок 2.15 – Розрахункова модель житлової будівлі

Задаємо граничні умови: вважаємо, що будівля опирається на фундамент шарнірно, плити по краях опираються на стіни шарнірно, а при внутрішньому обпиранні і на балконах як нерозрізні. Стіни між собою по висоті також з'єднуються шарнірно. Задаємо навантаження, виконуємо розрахунок і аналізуємо результати.

2.4 Розрахунок цегляної кладки

Розрахунок цегляної кладки виконується в ПК ЛІРА-САПР за допомогою підсистеми «Кам'яні та армокам'яні конструкції» на вкладці «Цегла» відповідно до ДБН В.2.6-162:2010 [26].

Для розрахунку цегляної кладки попередньо були задані її параметри. Наступним кроком є задання розрахункових перерізів. Для правильного підбору марки цегли та розчину розрахунок проводять в найтонших місцях між найбільшими вікнами, таке місце знаходиться на фасаді по осі «Г» між цифровими осями «1-3», проте ПК ЛІРА-САПР дозволяє виконати розрахунок в будь якому місці автоматично, тому потрібно задати лише висоту створення розрахункових перетинів. Задаємо розрахункові перетини на кожному поверсі (по два перетини: перший – на рівні низу вікна, другий – на рівні верху вікна (рис. 2.16).

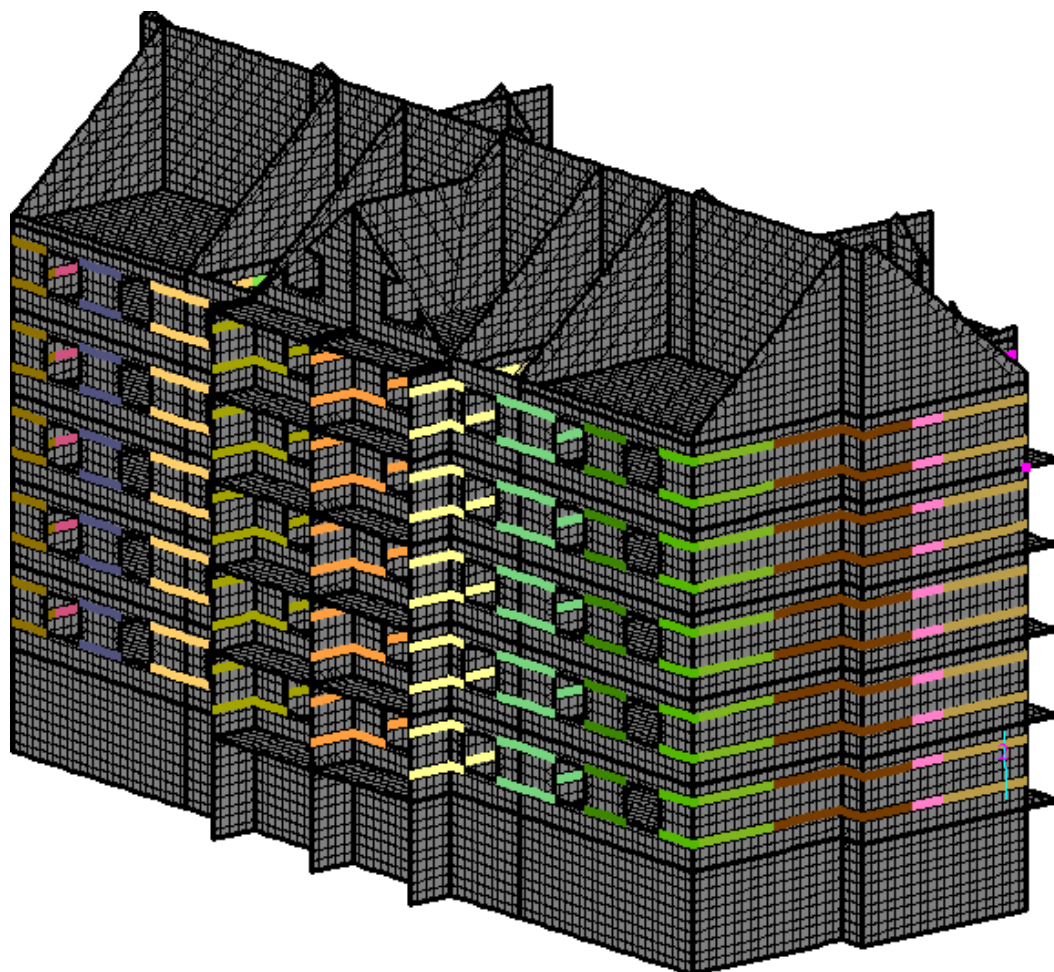


Рисунок 2.16 – Розрахункові перетини цегляної кладки по фасаді осі «Г»

Після створення розрахункових перетинів виконуємо розрахунок всієї будівлі і аналізуємо отримані результати по стіні фасаду на осі «Г». Переміщення стіни по осі Z становить 1,88 мм (рис. 2.17).

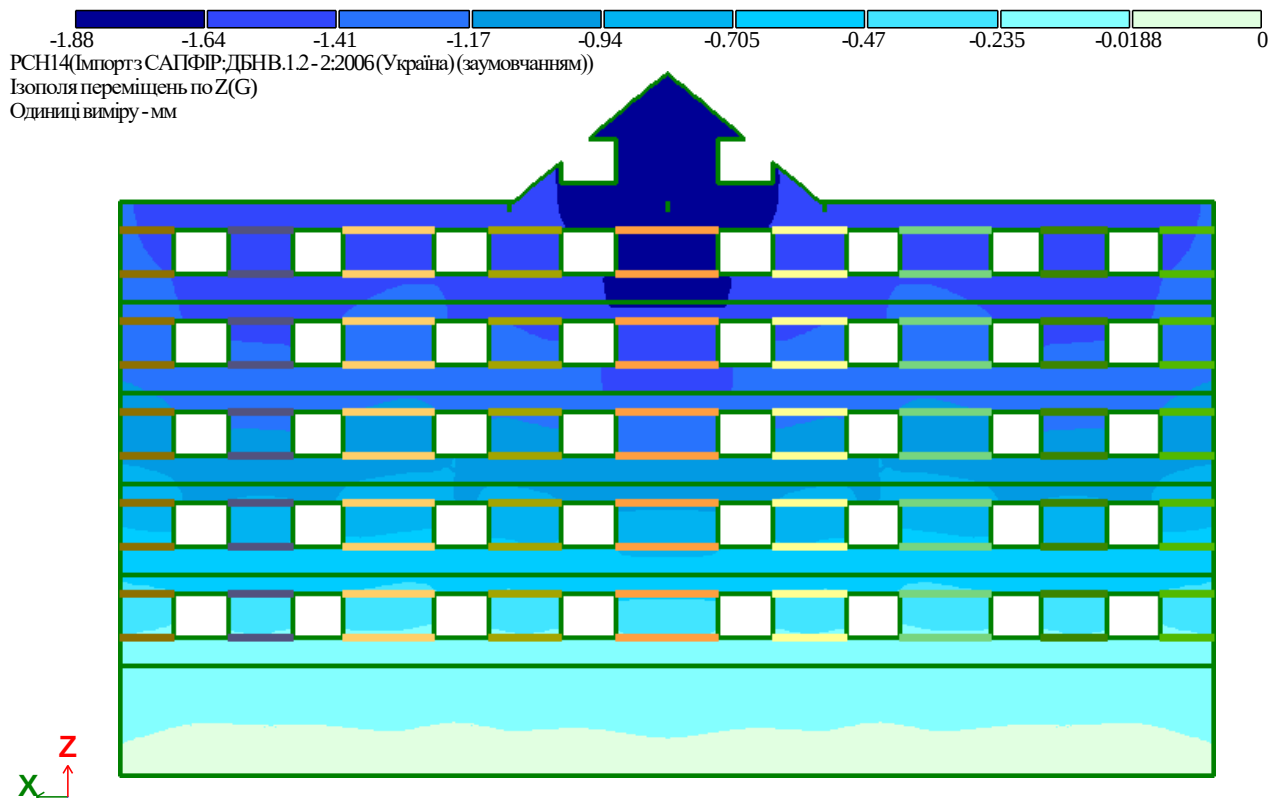


Рисунок 2.17 – Результати переміщення стіни в напрямку Z

Тоді максимальні нормальні напруження, що виникають в елементах стіни становлять: в горизонтальному напрямку – $\sigma_1 = 255$ кПа (рис. 2.18), а в вертикальному – $\sigma_2 = 727$ кПа (рис. 2.19). Максимальні дотичні напруження становлять – $\tau = 149$ кПа (рис. 2.20).

Визначимо еквівалентні напруження в елементах стіни за теорією Мізеса. Ці значення становлять – $\sigma_{\text{екв}} = 721$ кПа (рис. 2.21).

Визначаємо зусилля в кожному розрахунковому перерізі: максимальне поздовжнє зусилля на простінок в напрямку Z становить – $P_z = 1\,880$ кН, тоді як зусилля в розрахунковому простінку становить – 622 кН (рис. 2.22). Згинальні зусилля з площини стіни у простінках становлять – $M_x = 53$ кН·м (рис. 2.23).

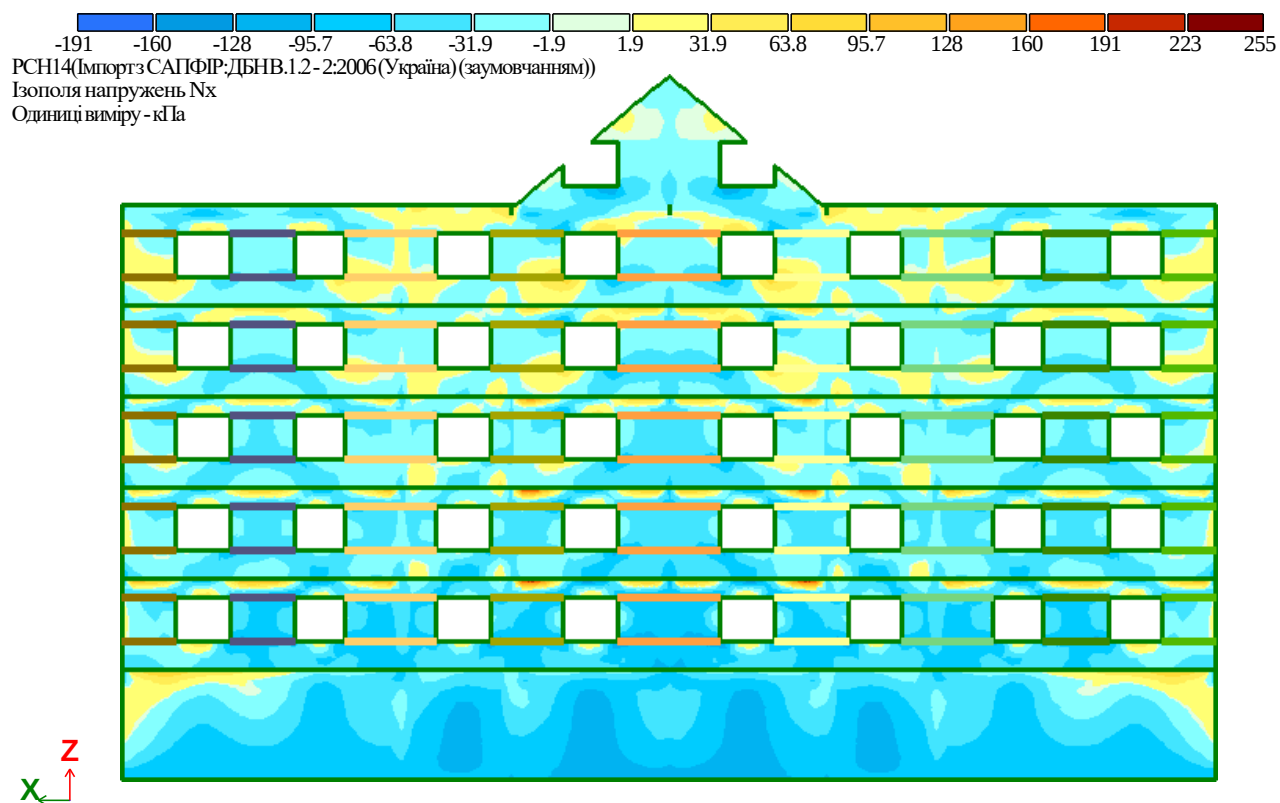


Рисунок 2.18 – Нормальні напруження в стіні в горизонтальному напрямку

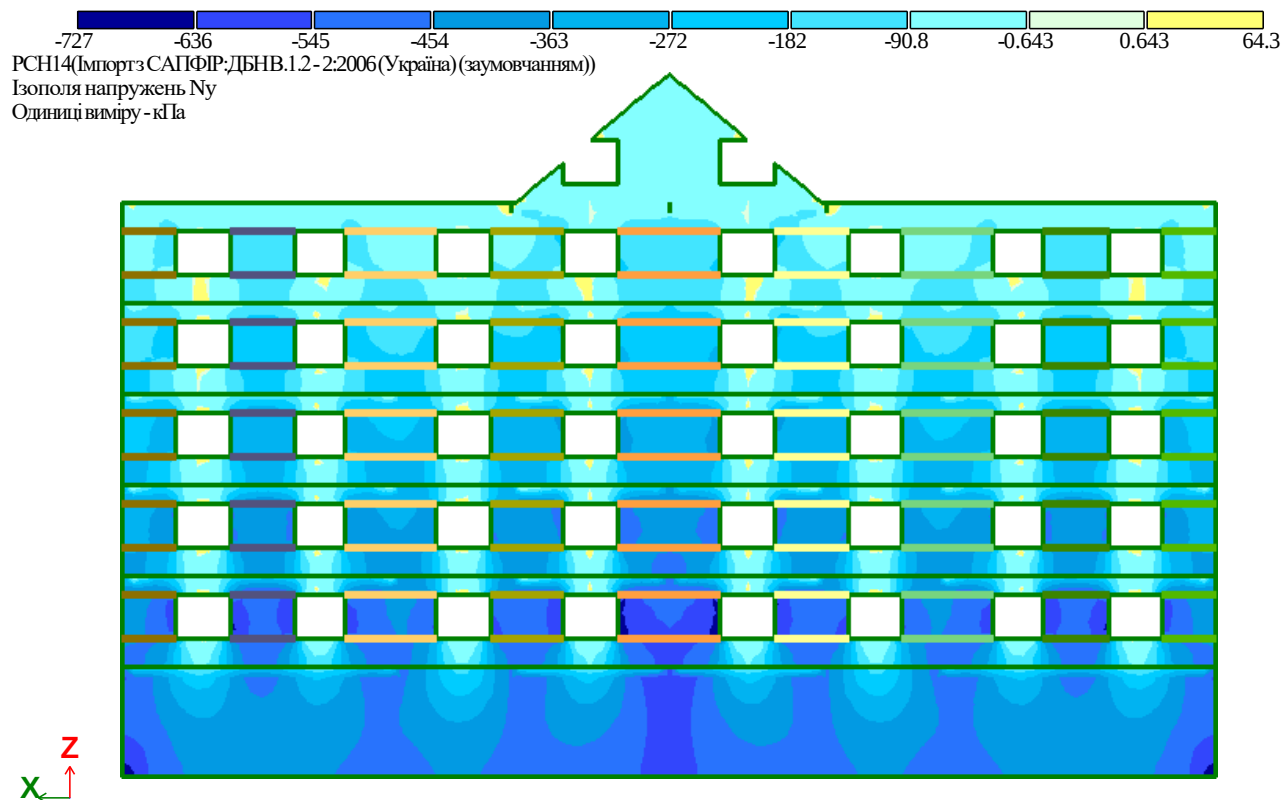


Рисунок 2.19 – Нормальні напруження в стіні в вертикальному напрямку

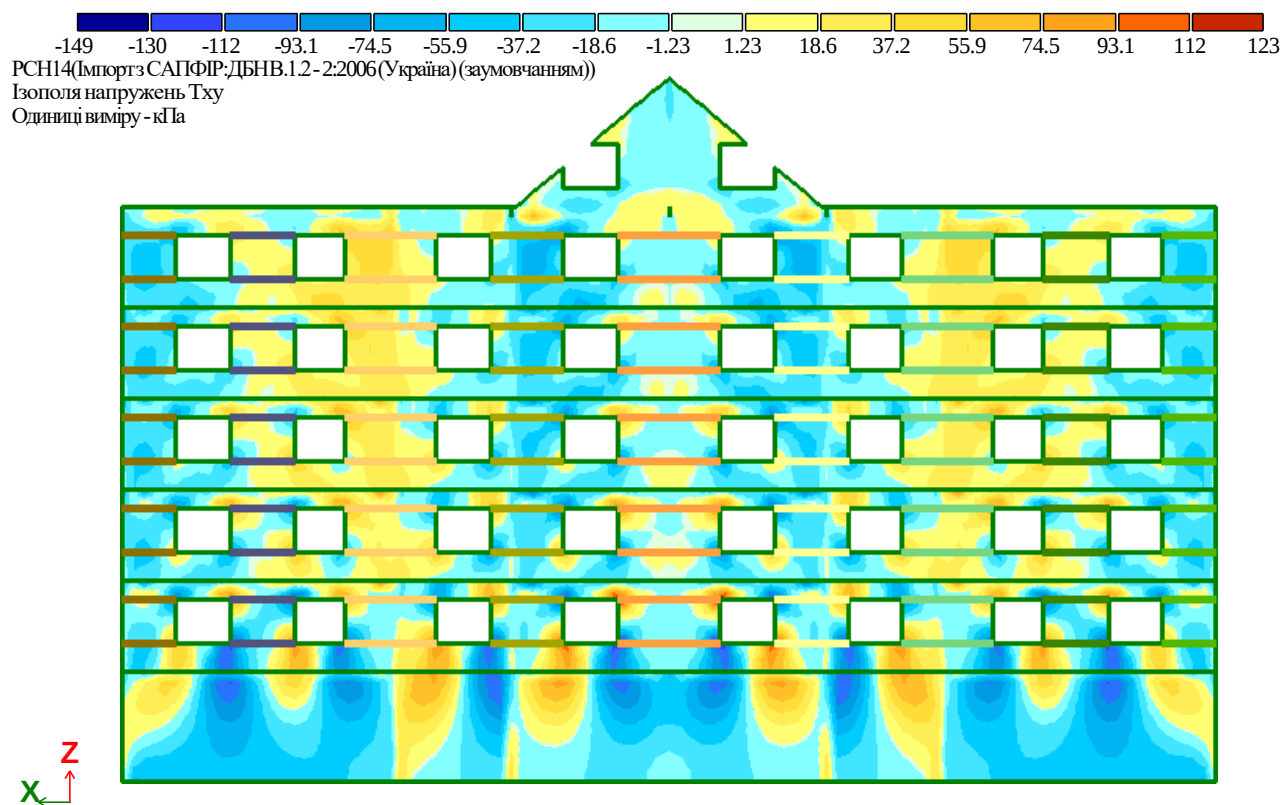


Рисунок 2.20 – Дотичні напруження в елементах стіни

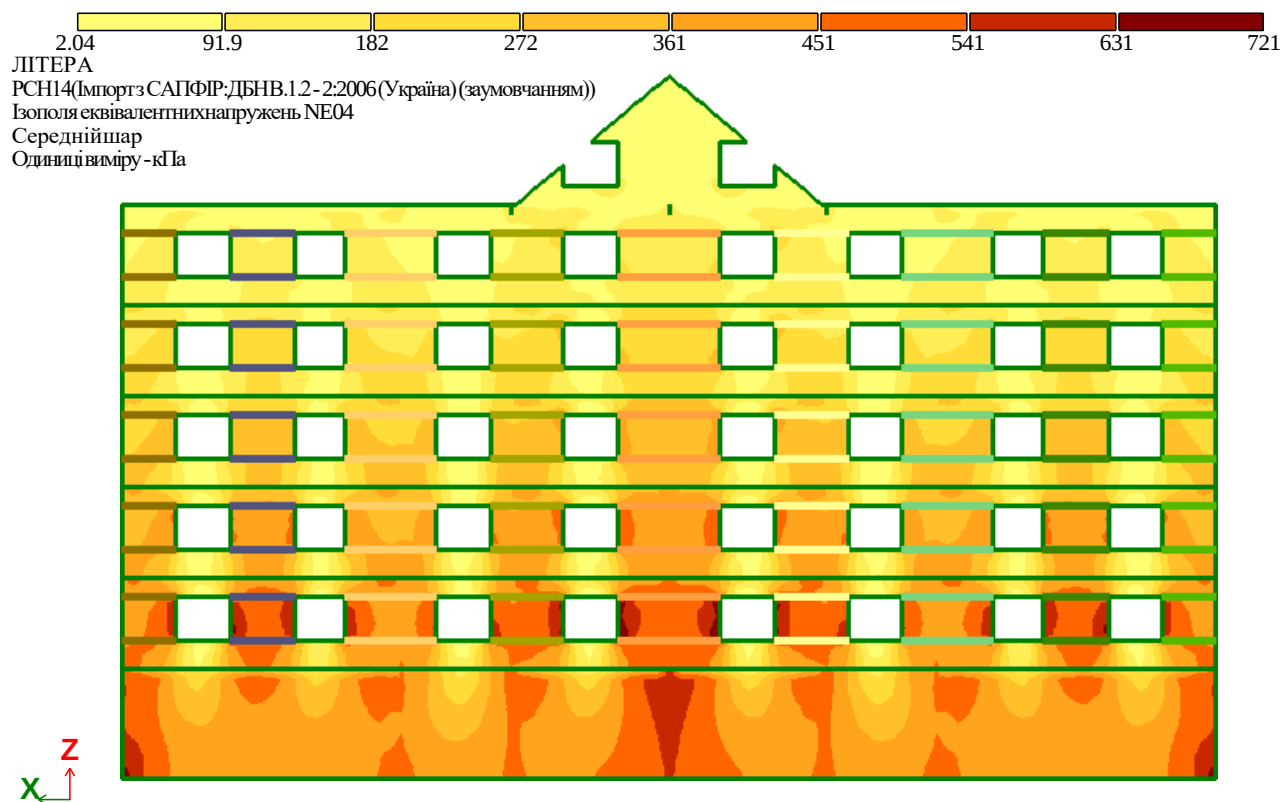


Рисунок 2.21 – Еквівалентні напруження в елементах стіни

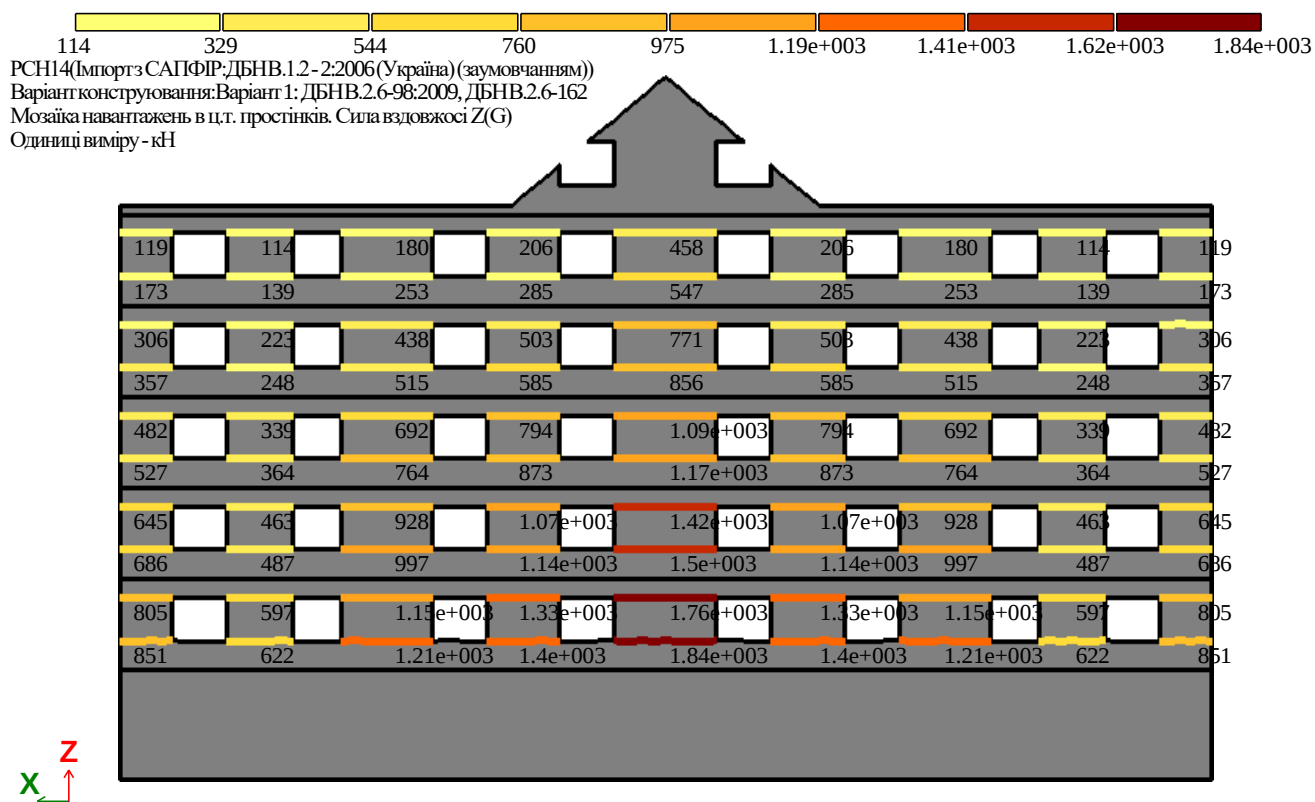


Рисунок 2.22 – Повздовжні зусилля в розрахункових перерізах простінків

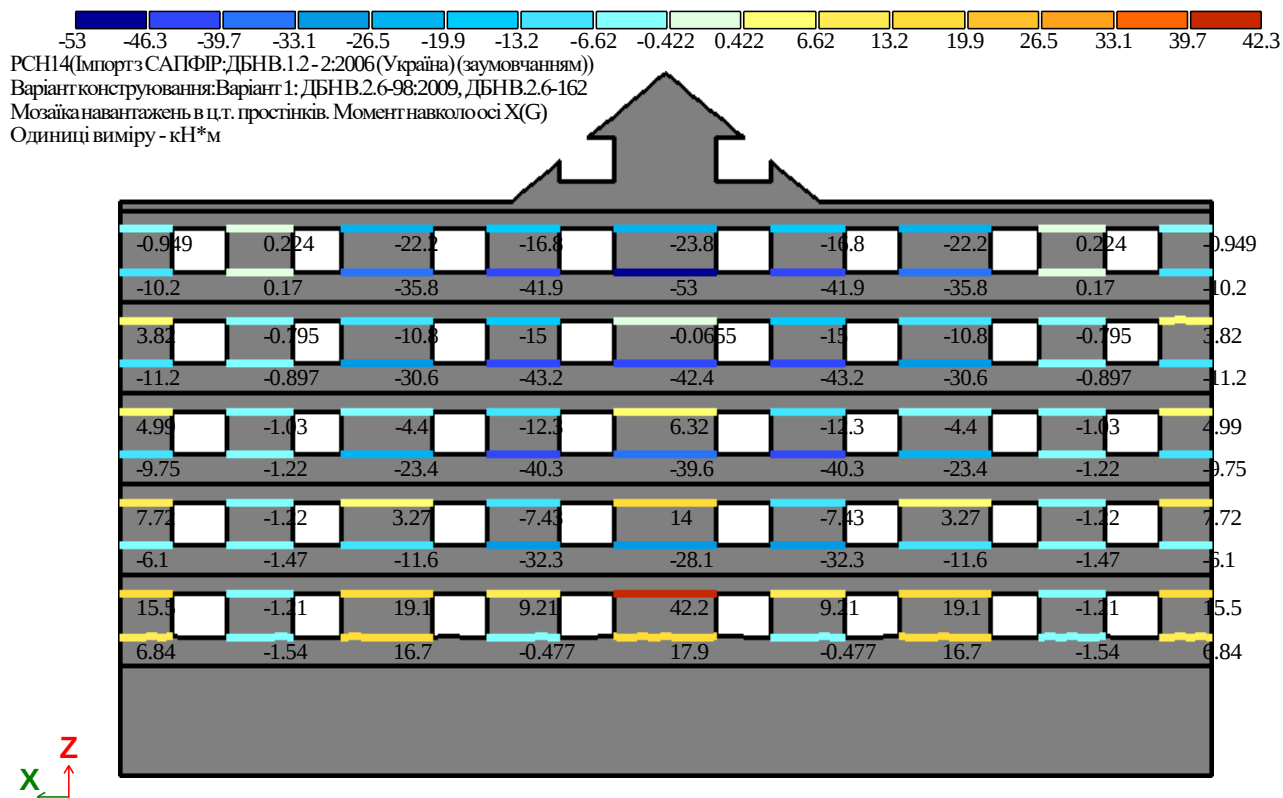


Рисунок 2.23 – Згинальні зусилля в розрахункових перерізах простінків



Рисунок 2.25 – Коефіцієнти запасу міцності простінків цегляної стіни

Відповідно до отриманих даних можна оптимізувати цегляну кладку по висоті – в місцях більших навантажень використовувати цеглу і розчин більшого класу міцності, а в місцях менших навантажень навпаки.

Отже, відповідно до розрахунку приймаємо несучі стіни із керамічної цегли і цементно піщаного розчину наступних класів міцності: для першого і другого поверху – цегла М7,5 розчин М5, для третього і четвертого – цегла М5 розчин М2,5, для п'ятого – цегла М3,5 розчин М2,5. Додаткового розрахункового армування стінок не потрібно, але конструктивно армуємо кожен третій ряд цегляної кладки арматурою класу Вр-І діаметром 4 мм, з коміркою 50х50 мм.

Дане рішення призведе до економії матеріалу, хоча збільшить трудомісткість організаційних робіт та робіт, пов'язаних із контролем якості будівельного виробництва.

2.5 Розрахунок монолітних плит перекриття

Перекриття типового поверху будівлі представлено у вигляді монолітної плити з випусками для балконів і трьома плитами для лоджій. Основна плита обпирається шарнірно на зовнішні стіни, а на внутрішні стіни і в місцях випусків балконів як нерозрізні. Обпери́ті плити лоджій мають двопролітну нерозрізну схему з шарнірним обпиранням на стіни.

Розрахунок і аналіз монолітної плити перекриття виконаний в ПК ЛІРА-САПР, а армування в підсистемі АРМ-САПР відповідно до ДБН В.2.6-98:2009 [27], матеріали прийняті відповідно до ДСТУ 9208:2022 [13] та ДСТУ 3760:2019 [28].

Розрахунок плити показує, що максимальне значення переміщень по осі Z становить 6,36 мм (рис. 2.26). Також визначені згинальні і поперечні зусилля в плитах перекриття в напрямку осей X та Y (рис. 2.27-2.30).

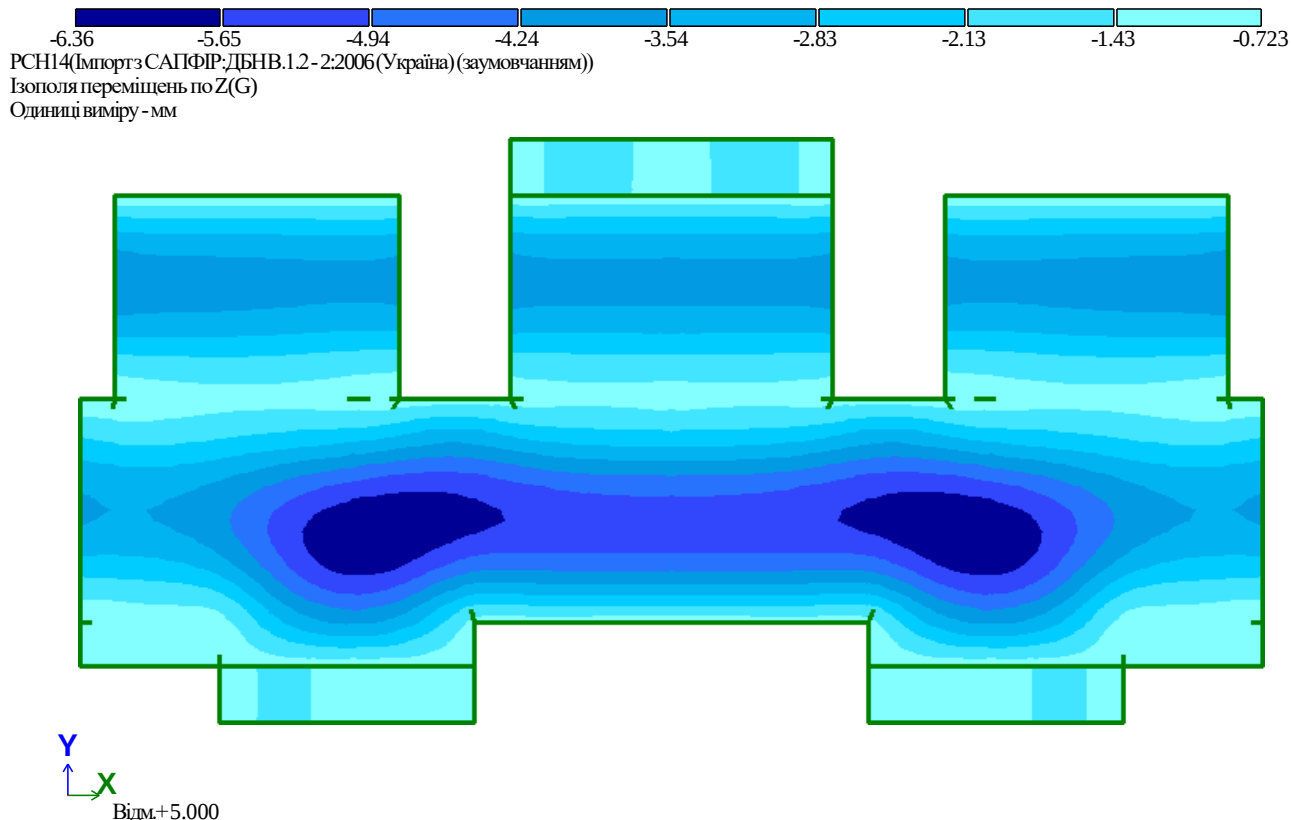


Рисунок 2.26 – Прогин плит перекриття типового поверху

-33.1 -29 -24.8 -20.7 -16.6 -12.4 -8.28 -4.14 -0.137 0.137 4.14 8.28 12.4 13.7
 РСН14(Імпортз САПФІР;ДБНВ.1.2-2:2006(Україна)(заумовчанням))
 Ізополі напружень M_x
 Одиниці виміру - (кН*м)/м

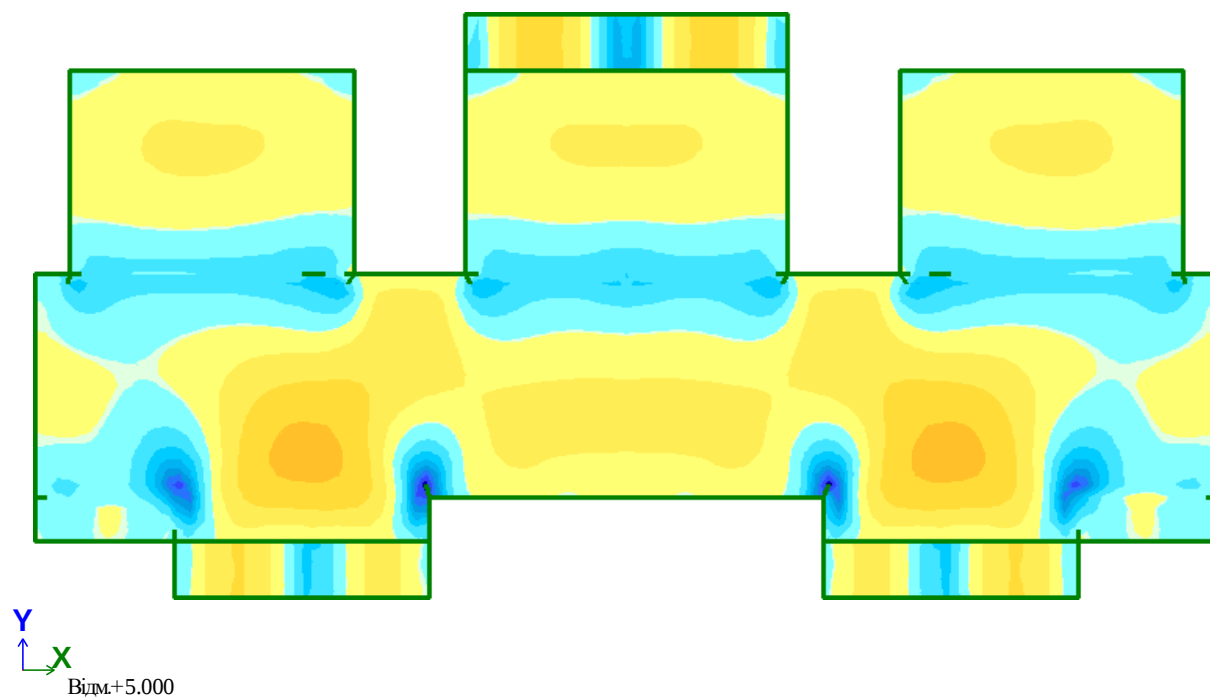


Рисунок 2.27 – Згинальні зусилля в плиті в напрямку X

-65.6 -57.4 -49.2 -41 -32.8 -24.6 -16.4 -8.2 -0.275 0.275 8.2 16.4 24.6 27.6
 РСН14(Імпортз САПФІР;ДБНВ.1.2-2:2006(Україна)(заумовчанням))
 Ізополі напружень M_y
 Одиниці виміру - (кН*м)/м

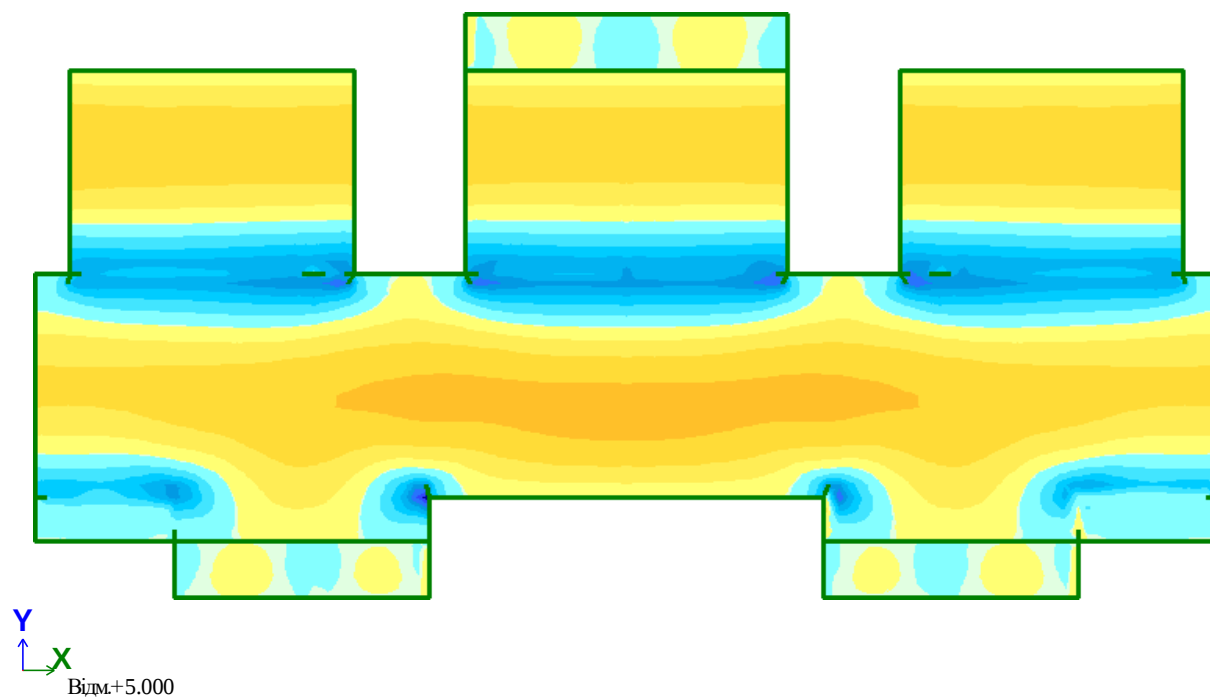


Рисунок 2.28 – Згинальні зусилля в плиті в напрямку Y

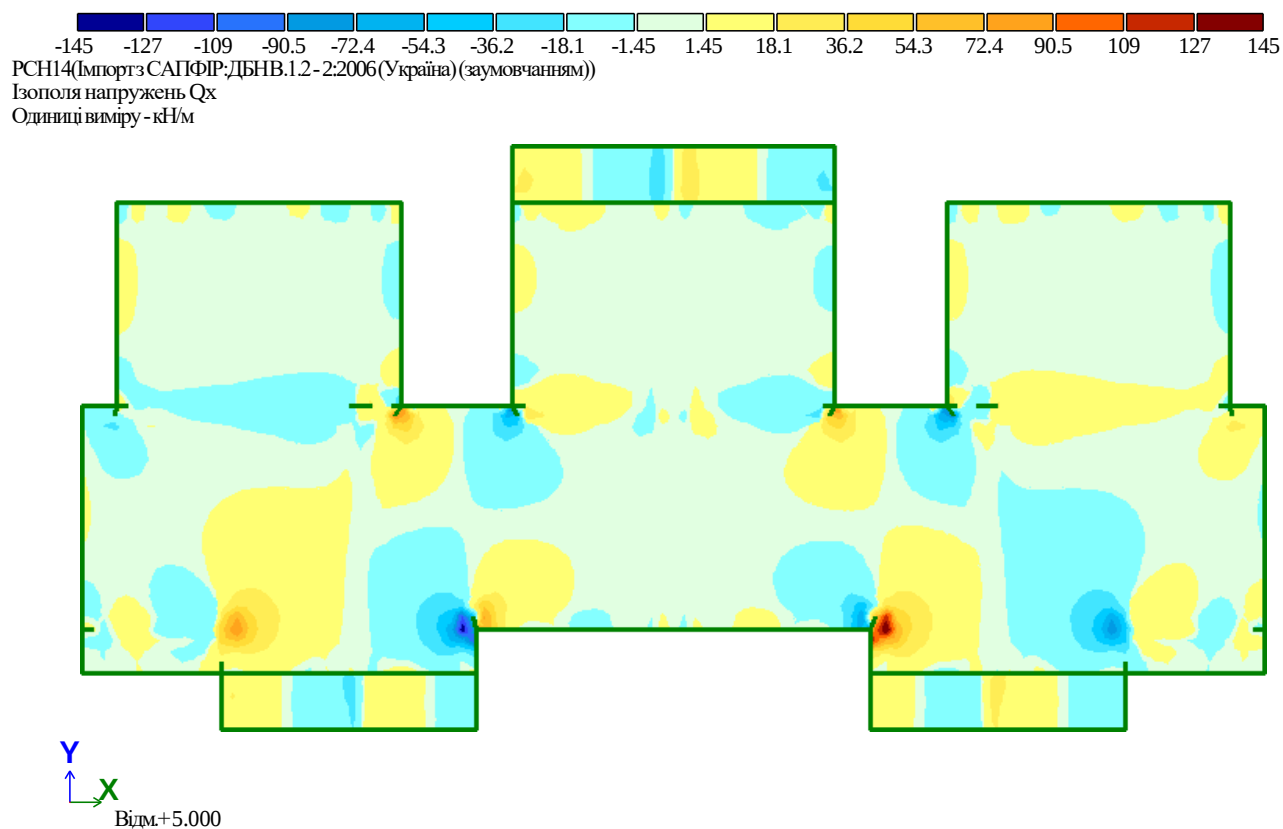


Рисунок 2.29 – Поперечні зусилля в плиті в напрямку X

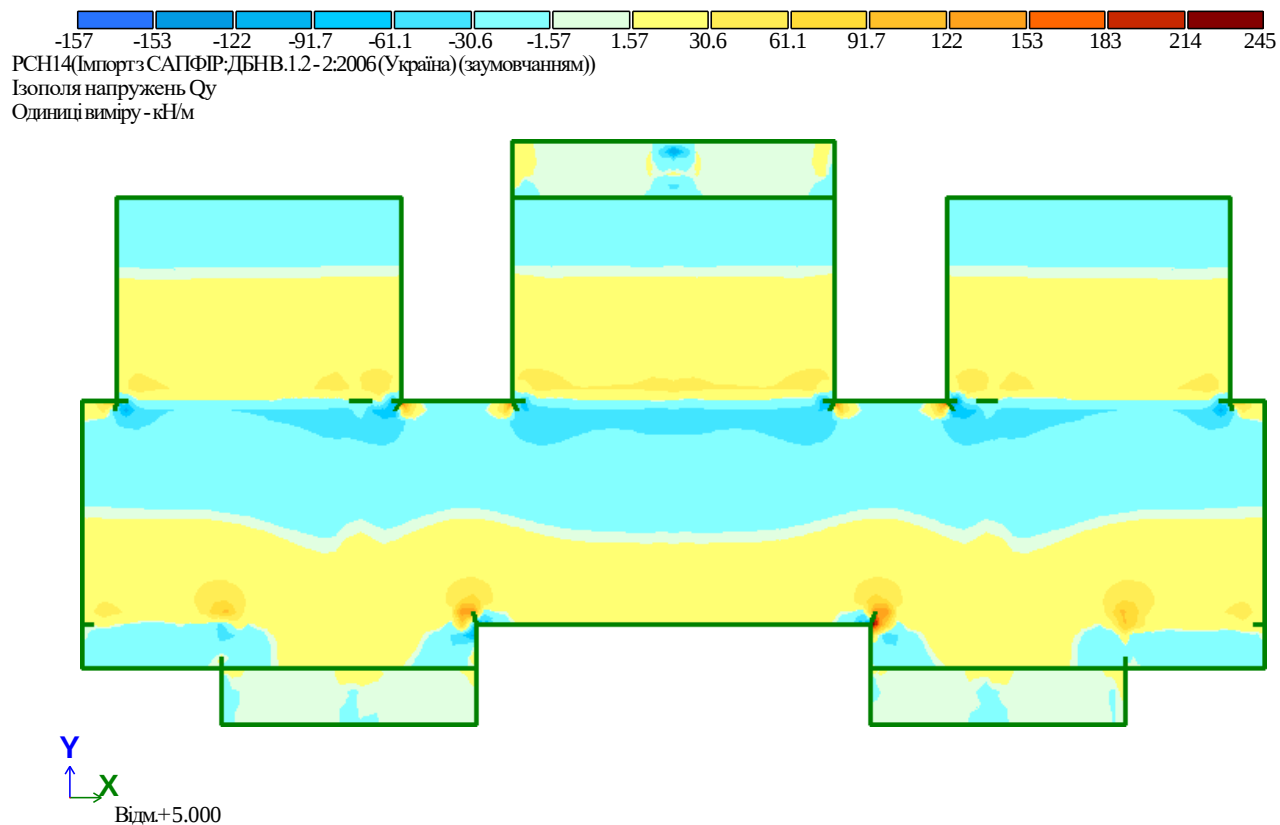


Рисунок 2.30 – Поперечні зусилля в плиті в напрямку Y

Відповідно до визначених зусиль підбираємо армування. Пливу армуємо в нижній та верхній зоні, в середині прольотів призначаємо додаткову арматуру в нижній зоні, а на місцях проміжних опор – у верхній зоні. Армування виконуємо сіткою з арматури класу А400С діаметром 10 мм і розміром комірки 200х200 мм. Додаткову арматуру призначаємо у місцях відповідно до розрахунку (рис. 2.31, 2.32).

Поперечну арматуру призначаємо лише у відповідних місцях – у зонах концентрації поперечних зусиль. Для цього застосовуємо арматуру класу А240С (рис. 2.33). В інших місцях встановлюємо арматуру конструктивно.

Для залізобетонних елементів, окрім розрахунку за міцністю (перший граничний стан), також важливий розрахунок за утворенням та розкриттям тріщин (другий граничний стан). Для плит перекриття, які експлуатуються в нормальних умовах, в житлових приміщеннях ширина розкриття тріщин становить: від довготривалих навантажень – 0,3 мм, від короткотривалих – 0,4 мм (рис. 2.34).

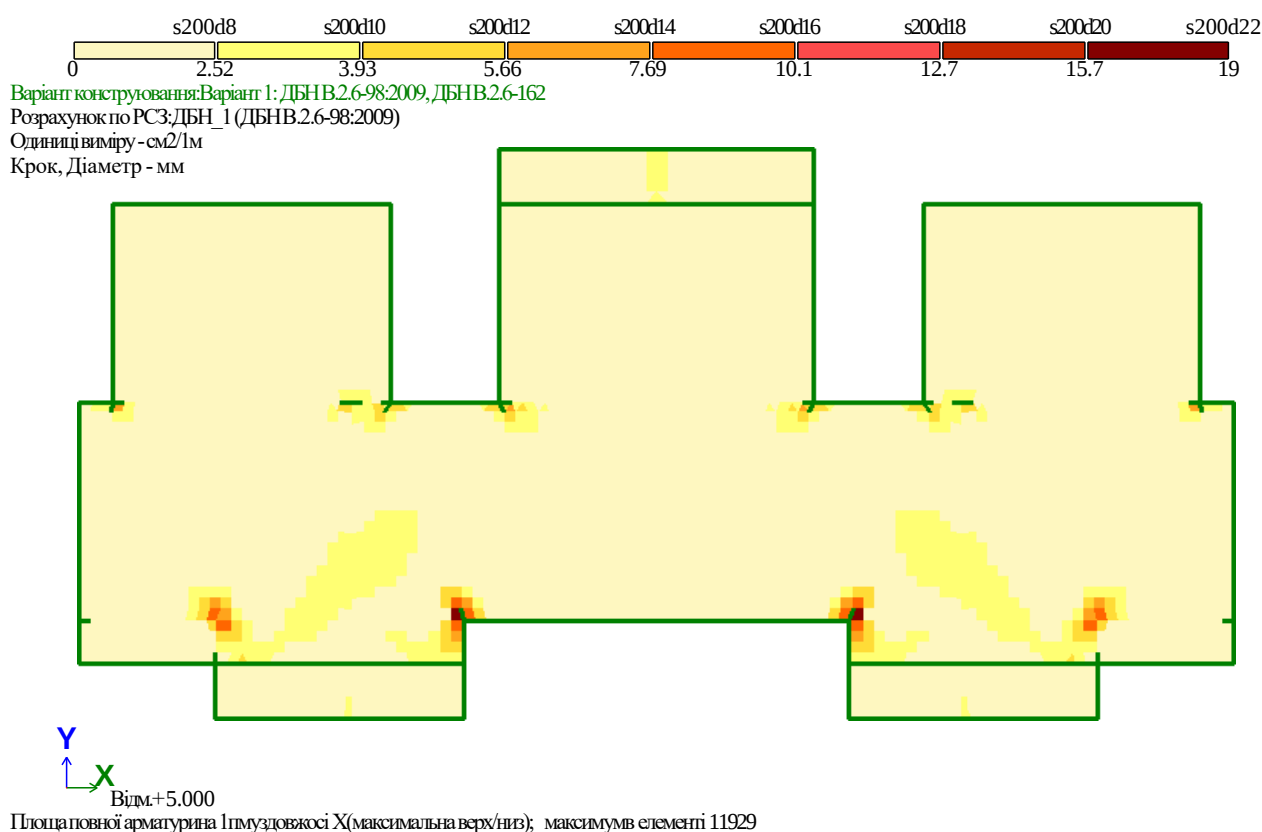


Рисунок 2.31 – Сумарне армування плити в напрямку X

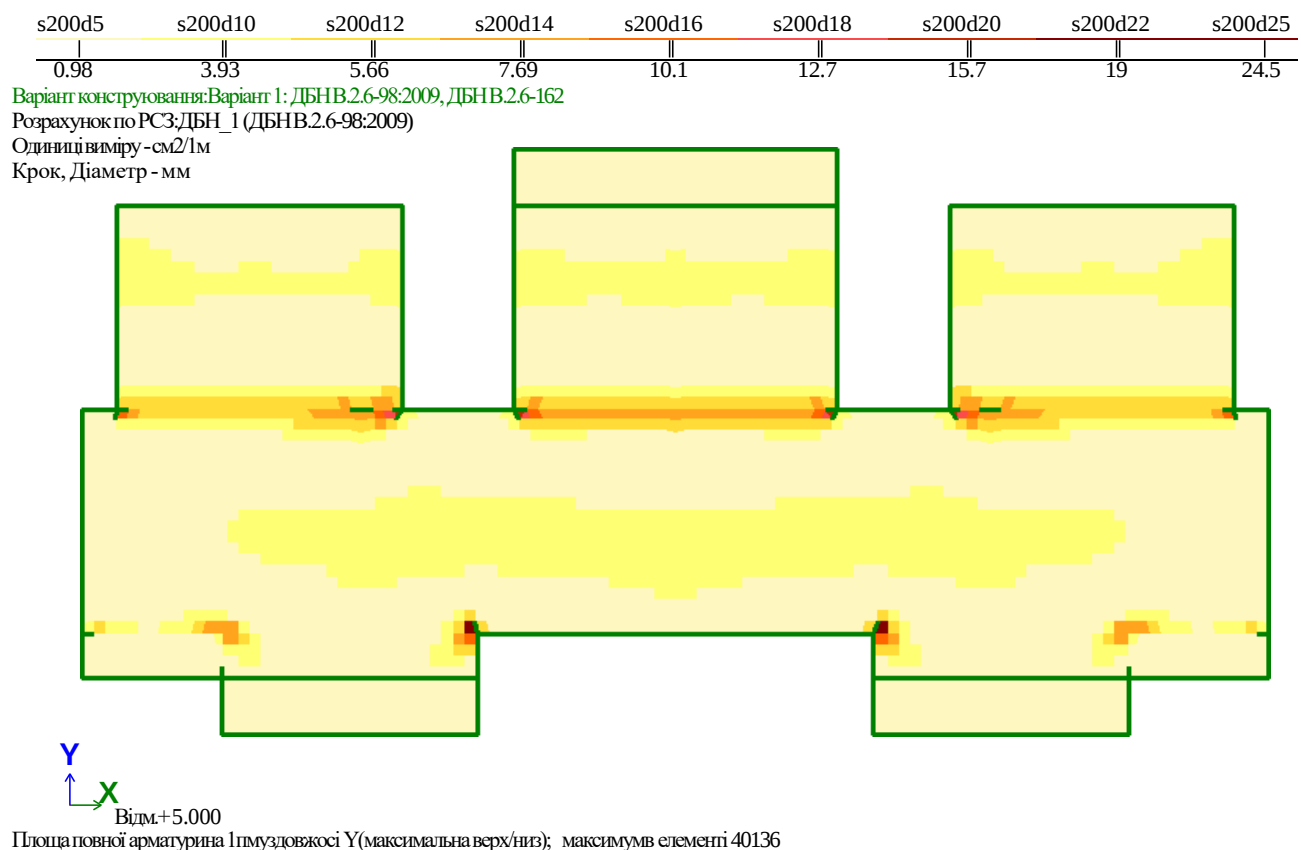


Рисунок 2.32 – Сумарне армування плити в напрямку Y

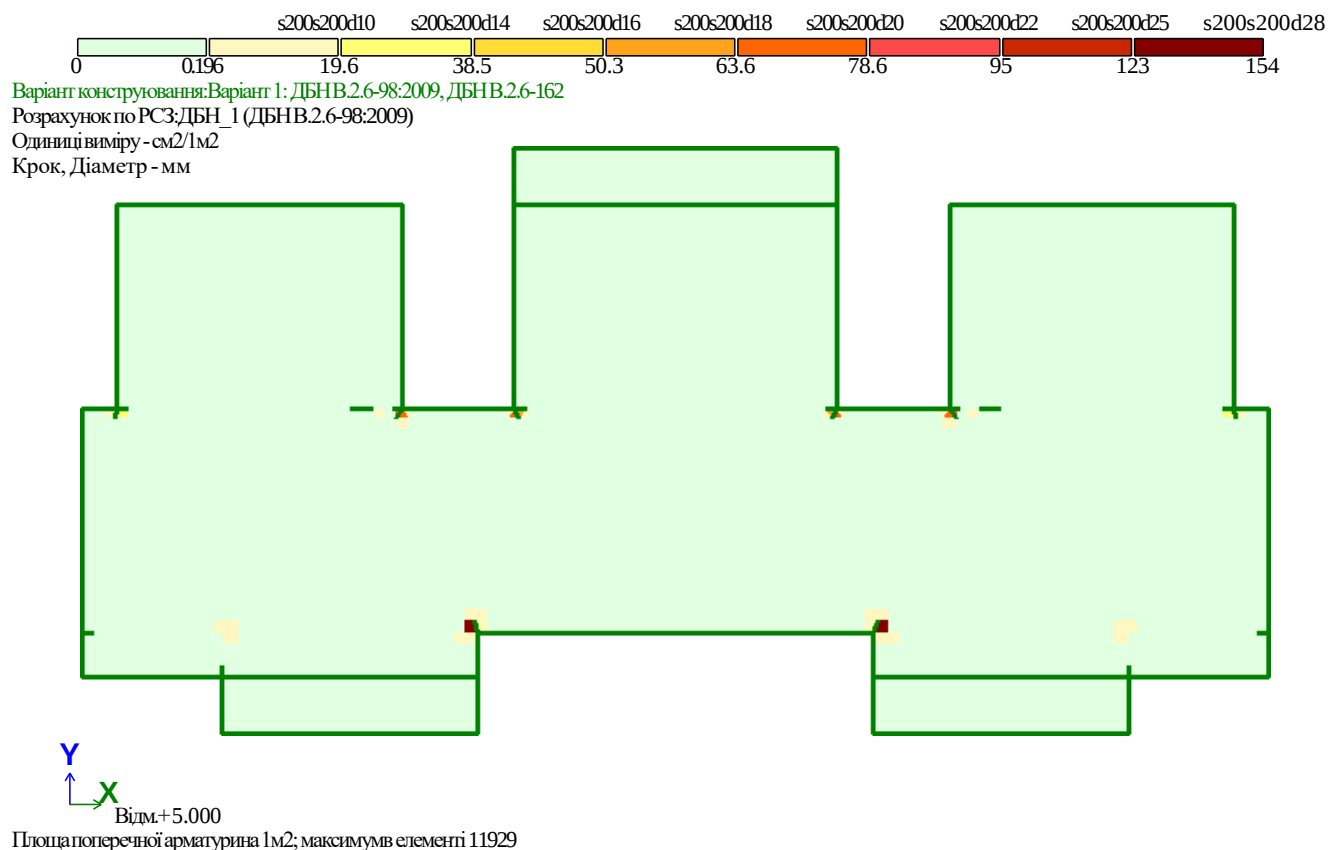


Рисунок 2.33 – Армування поперечними стержнями

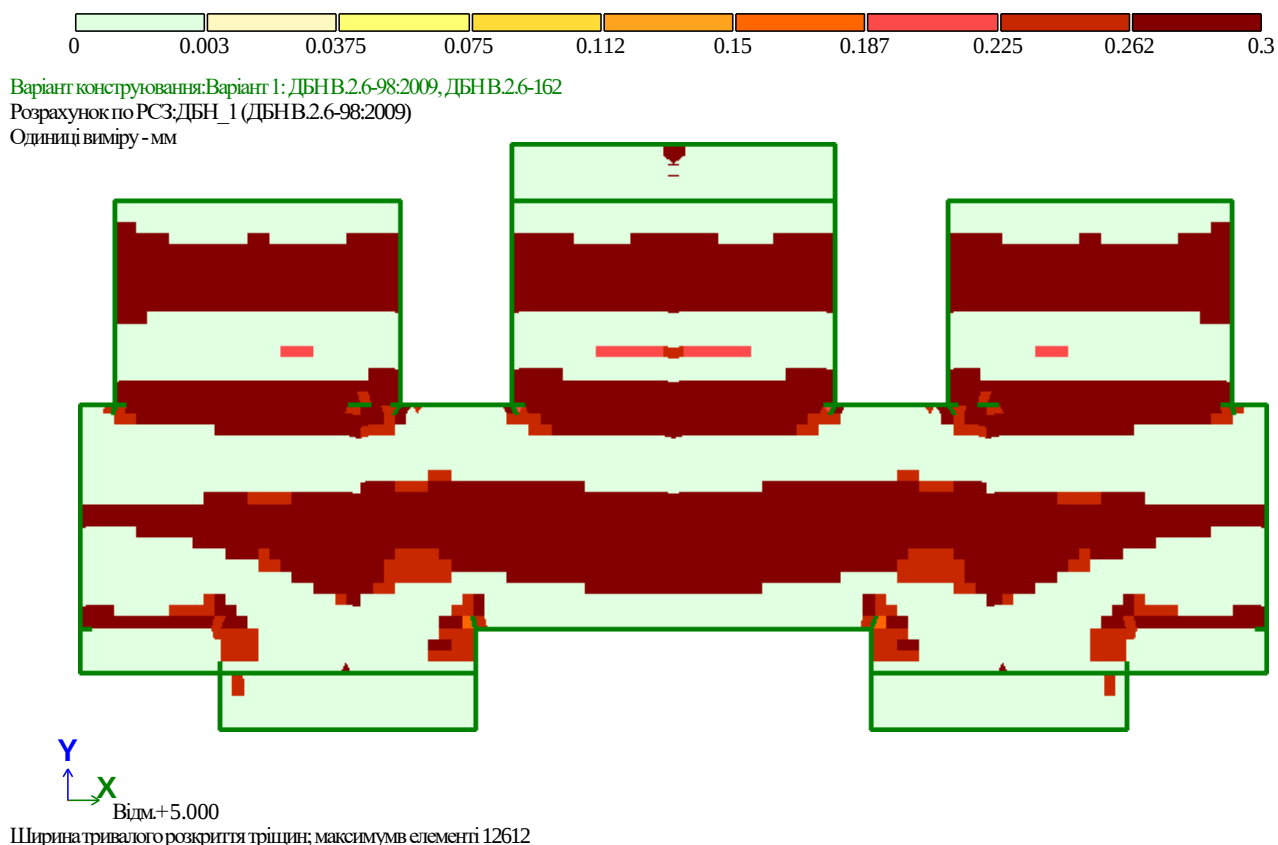


Рисунок 2.34 – Ширина розкриття довготривалих тріщин

Отже, відповідно до розрахунку плита перекриття має товщину 200 мм, виконана з бетону класу міцності на стиск С16/20 і армована двома шарами арматури класу А400С. Нижній шар арматури: основна – d10 s200x200 мм з додатковими вставками – d12 s200x200 мм; верхній шар арматури – d10 s200x200 мм з додатковими вставками від d12 s200x200 мм до d18 s100x100 мм. Поперечна арматура класу А240С, виконується каркасами із кроком 100x100 мм (арматура діаметром 14 мм).

Балконна плита армується сітками d8 s200x200 мм в верхній і нижній зоні з додатковим армуванням верхньої зони в місці обпирання – d16 s200x200 мм.

Плити лоджій армуються сітками d8 s200x200 мм в верхній і нижній зоні з додатковим армуванням верхньої зони в місці проміжного обпирання – d10 s200x200 мм.

Сходові клітки та площадки виконані із залізобетонних збірних елементів із граничним навантаженням до 800 кг/м².

Висновки до розділу 2

У розрахунково-конструктивному розділі визначені основні параметри конструктивних елементів будівлі.

Встановлені види навантажень, які діють на будівлю та визначені їхні розрахункові граничні, експлуатаційні та квазіпостійні значення. Для кожного з навантажень встановлені відповідні коефіцієнти надійності.

Виконане моделювання багатоквартирної будівлі методом скінченних елементів з використанням ВІМ технології. На основі аналітичної моделі будівлі створено її розрахункову модель.

Підібрано матеріал цегляної кладки несучих стін та відповідну марку розчину за міцністю для кожного поверху окремо.

Визначено армування плит перекриття типового поверху житлових приміщень.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Загальні відомості

Відповідно до топографічних, гідрологічних та геологічних умов ділянки будівництва проектуємо пальові фундаменти. Таке рішення вибрано, оскільки товщина насипного шару є достатньо великою, рівень ґрунтових вод – високий, перепади місцевості в плані будівлі – значні, характеристики міцності верхніх шарів основи досить малі, велика кількість нашарувань різних геологічних одиниць.

Також деякі ґрунти при їх розкритті і намочуванні можуть проявляти пливунні властивості, що не дозволяє виконувати глибокі котловани.

У розділі буде виконаний розрахунок пальових фундаментів з використанням забивних залізобетонних паль та інших видів фундаментів, а також їх порівняння.

3.2 Розрахунок пальових фундаментів

Основи і фундаменти розраховуємо відповідно до ДБН В.2.1-10:2018 [29] та ДБН В.2.1-10-2009 [30], дотримуючись рекомендацій методичних вказівок [31].

Фундаменти розраховуємо в ПК ЛІРА-САПР з використанням підсистеми ҐРУНТ. Для цього моделюємо ґрунтовий масив (рис. 3.1) з відповідними інженерно-геологічними елементами та їх характеристиками, а також застосовуємо характеристики і властивості З/Б забивних паль (рис. 3.2), створивши СЕ модель (рис. 3.3).

Палі приймаємо довжиною 7 м, квадратного перерізу зі сторонами 300х300 мм. По довжині палі розбиваються на 7 однакових елементів. З'єднання паль з ростверком виконано шарнірно. Забивання паль відбувається безпосередньо в ґрунт, без підготовки, ударним методом – дизель-молотом.

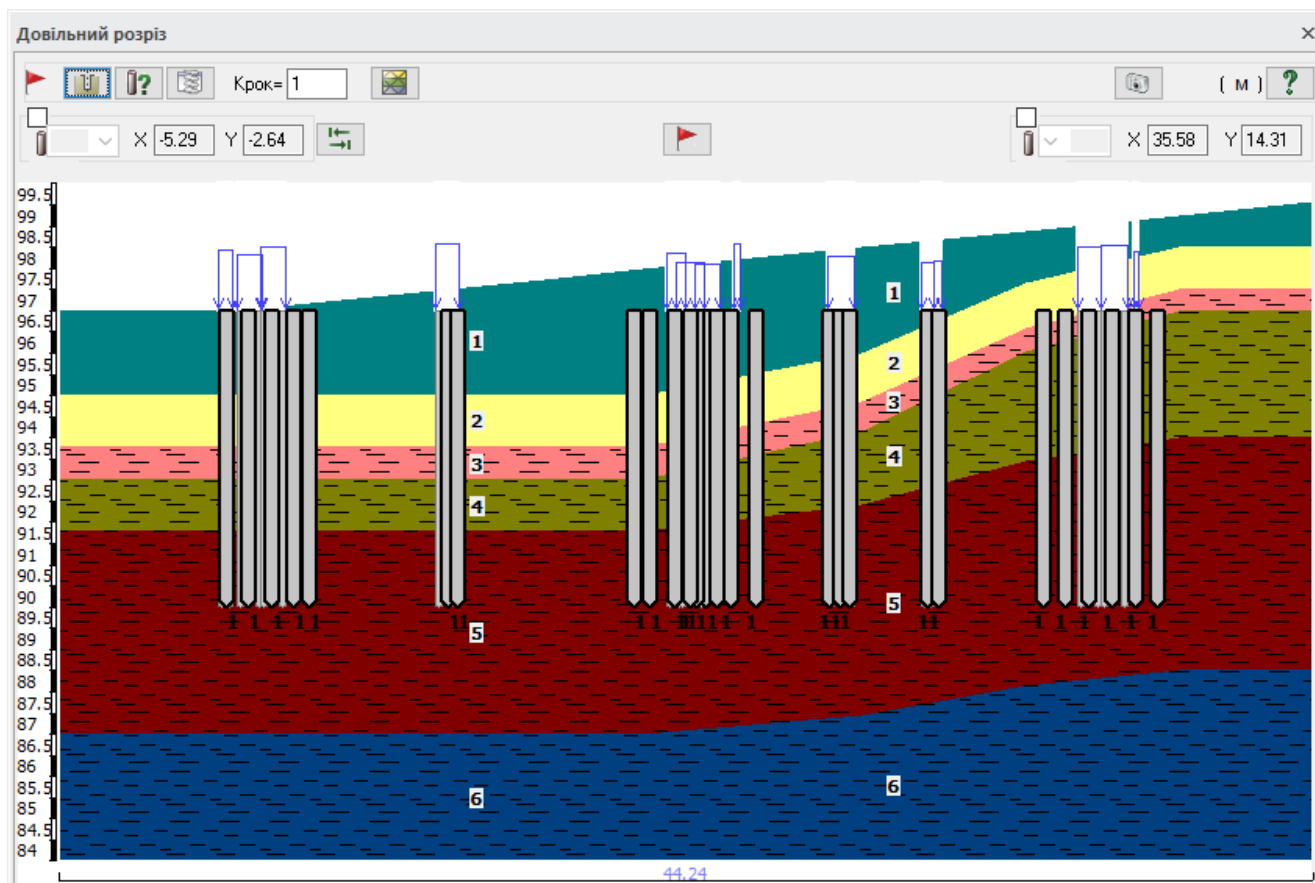


Рисунок 3.1 – Інженерно-геологічний розріз змодельованої основи

№ 1 - 1

L 7 м

Ес 2.942e+ кН/м2

D 30 см

d 30 см

H 30 см

db 0 см

dh 0 см

Ycz 1

Lv 7

hd 0.5 м

k 0.2 Колір

Модельовання палі:

Спосіб моделювання 1 2

Обпирання плити на палі X O

Врахування взаємного впливу Y

Навантаження 300* кН s мм

Розподіл опору ґрунту по довжині палі:

☐ за результатами польових випробувань t

☒ теоретичне, з моделі ґрунту T1Yrr1

Обчислення горизонтальної жорсткості палі:

Радіус впливу палі на інші палі r 4D

Використовувати умовну ширину Bp R = Cz * dL * Bp

Обчислення вертикальної жорсткості палі по моделі умовного фундаменту ☒ Rум 0.492 м

Підтвердити ?

Рисунок 3.2 – Розрахункові параметри паль

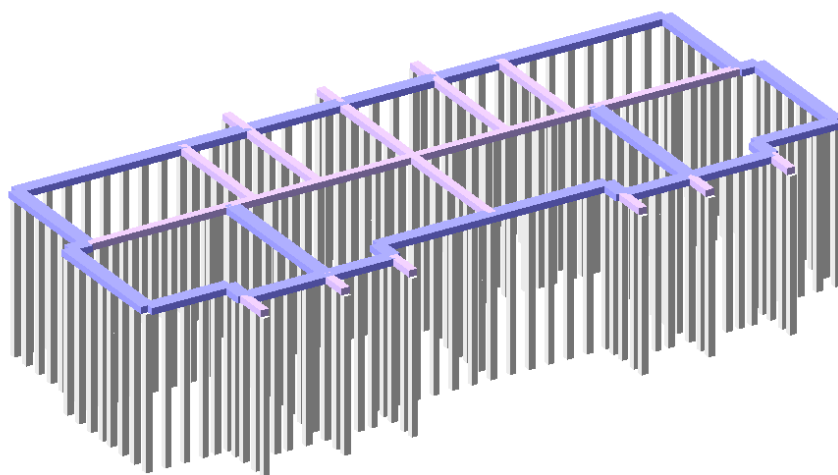


Рисунок 3.3 – Скінчено-елементна модель пального фундаменту

Виконуємо розрахунок і визначаємо несучу здатність палів (рис. 3.4). Бачимо, що при навантаженні яке діє на палю, маємо певні запаси міцності, тому однієї палі довжиною 7 м є достатньо.

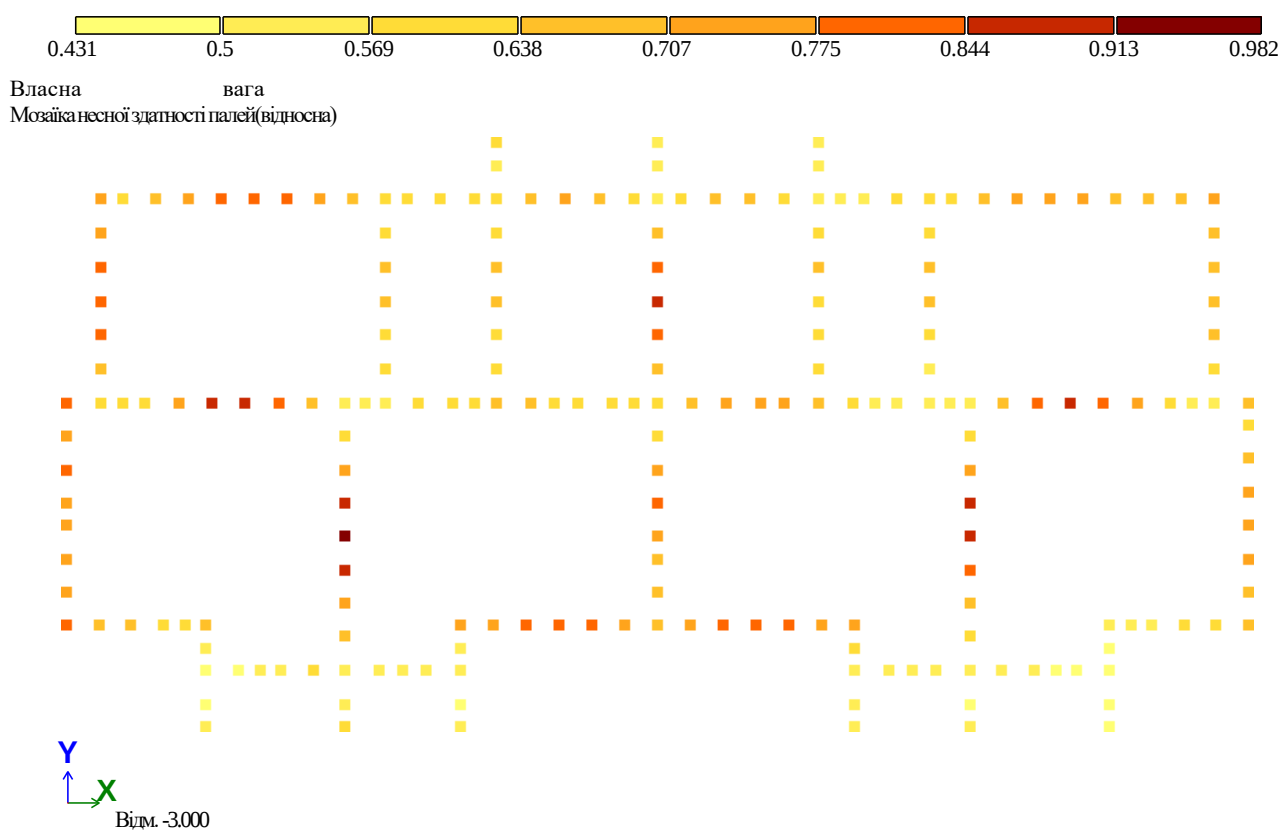


Рисунок 3.4 – Коефіцієнт використання несучої здатності палів

Визначимо розрахунковий опір та середній тиск під подошвою палі. Умовна ширина подошви фундаменту становить 1,126 м, крок паль 0,9 м, тоді розрахунковий опір основи під подошвою становить $R = 344,1$ кПа, а середній тиск під умовною подошвою $p = 338,2$ кПа, що менше розрахункового, отже, фундамент підібрано правильно.

3.3 Розрахунок і порівняння інших видів фундаментів

При будівництві доступні безліч видів фундаментів, навіть для палових [32]. При розрахунках підбирають оптимальні варіанти в залежності від багатьох умов, які діють на площадці.

Для даного випадку порівняємо три види фундаментів: паловий (який і використаний), стрічковий та монолітна суцільна плита.

Палові фундаменти використовуються для проходження слабких ґрунтів та обпирання на міцніші, а також у випадках неможливості розкопування котловану. Стрічкові малоzagлиблені є найпопулярнішими фундаментами для багатоквартирних будівель, оскільки мають невеликий об'єм і ціну. Плитний фундамент часто використовують в місцях, де присутнє велике навантаження на підлогу, зазвичай це паркінги, вони добре розподіляють зусилля під всією своєю площиною, але є дуже об'ємними.

Також всі ці фундаменти мають свої особливості. Так для палового фундаменту потрібно виконувати монолітний ростверк для об'єднання всієї конструкції; для стрічкового, в даному випадку, потрібно опуститись дещо нижче для досягнення ґрунтів із кращими властивостями; а для плитного потрібно виконати дренаж та укріпити укоси котловану, оскільки дані ґрунти при намочуванні можуть проявляти пливунні властивості.

Перший тип – паловий, вже розрахований вище, залишилось дослідити основу під ним.

Другий тип – стрічковий. Визначаємо для нього ширину подошви, врахувавши його поглиблення на 2 м, щоб в найгіршому місці досягнути другого

ІГЕ. До навантаження додатково додається зусилля в 33 кН від ваги додаткових блоків. Тоді навантаження на погонний метр становить 383 кН/м, початково приймаємо ширину фундаменту 4,6 м, тоді розрахунковий опір під подошвою становить $R = 102,9$ кПа. Середній тиск під подошвою з врахуванням ґрунту на уступах становить $p = 103,3$ кПа. Умова не виконується, приймаємо фундамент шириною 4,8 м, тоді $R = 103,5$ кПа, а $p = 99,8$ кПа, умова виконується.

Третій тип – монолітна плита, для цього типу фундаменту не будемо визначати розрахунковий опір, оскільки площа подошви фундаменту є достатньо великою. Призначаємо випуски від фундаменту на 3 м зовні. Додатково на плиту додається навантаження з цокольного поверху громадських приміщень.

Моделюємо ці три типи фундаментів і визначаємо їх осідання (рис. 3.5-3.7).

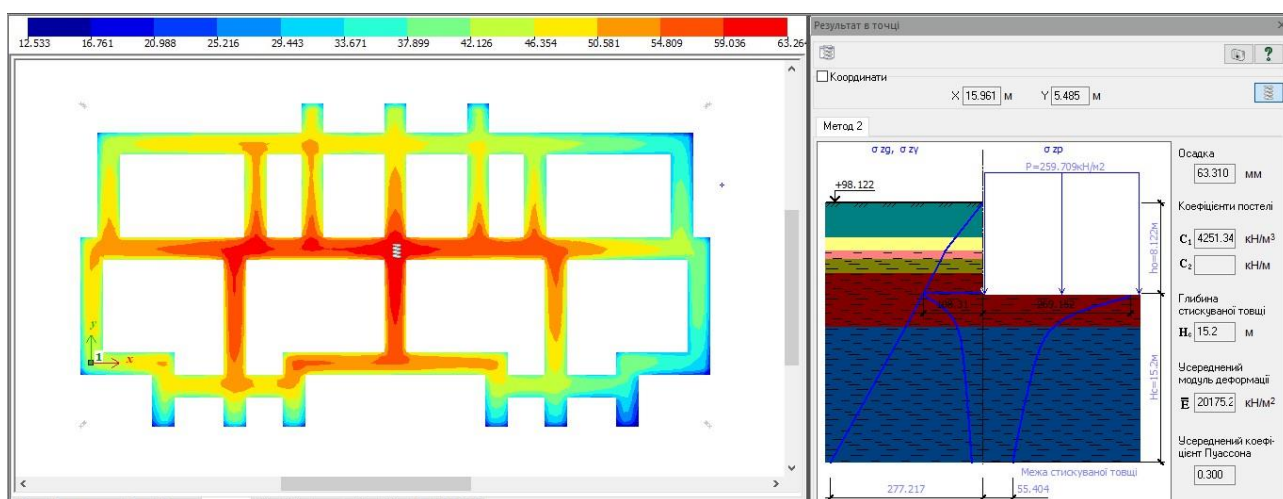


Рисунок 3.5 – Осідання і епюра напружень основи під паливим фундаментом

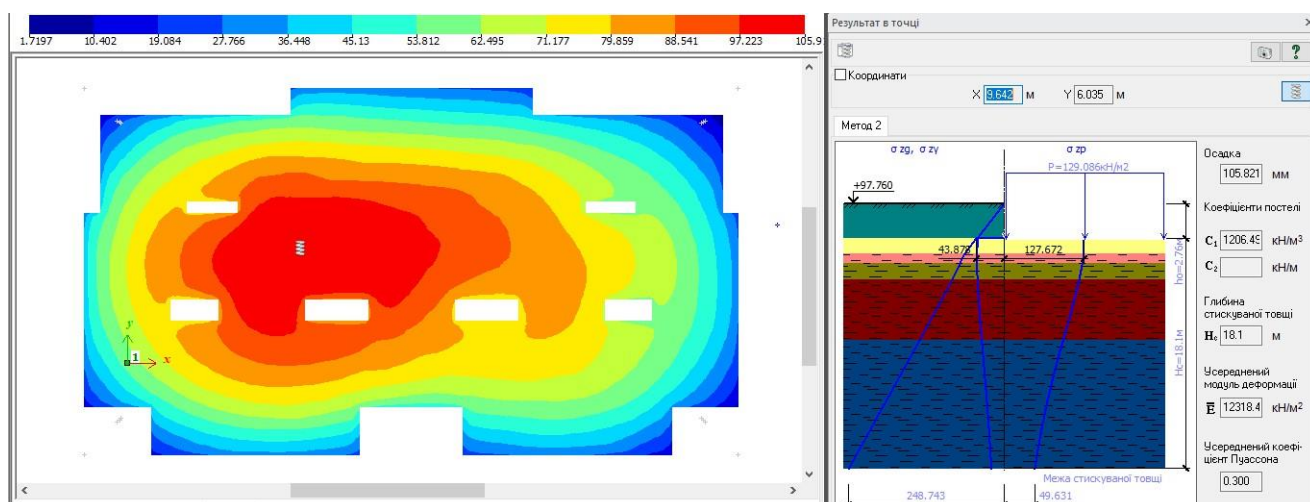


Рисунок 3.6 – Осідання і епюра напружень основи під стрічковим фундаментом

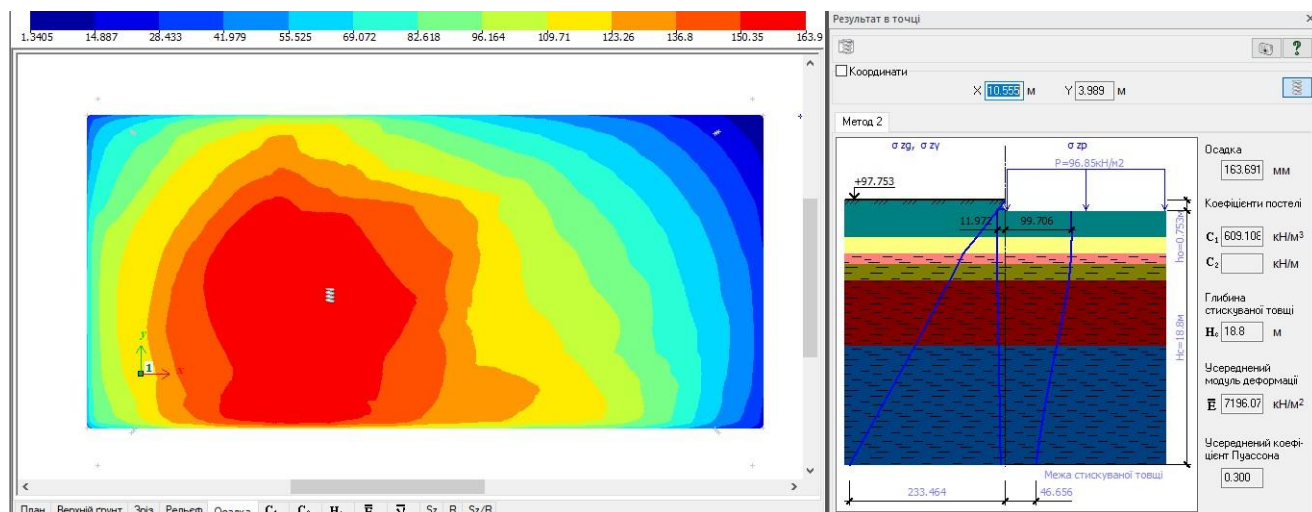


Рисунок 3.7 – Осідання і епюра напружень основи під фундаментною плитою

Отримані результати розрахунку зводимо в Таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати дослідження основи під різними типами фундаментів

Тип фонд.	Глибина залягання підосви, м	Об'єм вибраного ґрунту з котловану, м³	Осідання, мм	Коефіцієнт постелі, кН/м³	Глибина стиснутої товщі, м	Відстань від відм. план. до стиснутої товщі, м	Середнє значення модуля деформ., кПа
Палі	7,3	116,81	63,31	4 251,3	15,2	23,32	20 175
Стрічка	2,0	1 303,17	105,82	1 206,5	18,1	20,86	12 318
Плита	0,5	330,94	163,69	609,1	18,8	19,55	7 196

Через великий розмір підосви для стрічкового фундаменту, його параметри майже не відрізняються від фундаментної плити, але значення осідань менші на 35%, оскільки він заглиблювався на 2 метри, до рівня міцніших ґрунтів. У випадку фундаментної плити таке рішення є неможливим, оскільки вона також виконує роль підлоги, тому не може знаходитись нижче.

Об'єм земляних робіт, без врахування укосів котловану, є найбільшим для стрічкового фундаменту, оскільки він має великі розміри, через погані властивості ґрунтів, а також знаходиться на 2 м нижче рівня планування. Для порівняння, глибина закладання пальового фундаменту є найбільшою, але об'єм

земляних робіт – найменшими, оскільки при такому виконанні фундаменту заглиблення виконується лише для ростверку, а самі палі забиваються без підготовки.

Осідання пальового фундаменту є найменшими, оскільки він обпирається на більш міцний ґрунт. Осідання плитного фундаменту в 2,5 рази більші від пальового, а також ці значення є більшими за граничні допустимі значення осідання, які становлять 120 мм.

Враховавши рельєфні, гідрологічні та геологічні умови, виконавши розрахунок основи, можна сказати, що пальовий фундамент є найбільш оптимальним і має більшу міцність, ніж інші. Також при порівнянні фундаментів вартує враховувати їхню економічну складову, але на даних ґрунтах інші види фундаментів будуть мати гірші властивості ніж пальові.

Висновки до розділу 3

В науково-дослідному розділі визначено основний тип фундаменту для багатоквартирної будівлі.

Виконане моделювання трьох типів фундаментів з різною конфігурацією для їхнього порівняння.

Визначено, що для даних ґрунтів пальовий фундамент має найменші значення осідання і найменші об'єми земляних робіт.

Встановлено, що запропонований плитний фундамент має значення осідання, які більші від граничних, тому такий варіант є недопустимим.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Нормативні акти, які регулюють положення щодо охорони праці в будівельній галузі

Охорона праці при будівельному виробництві регулюється різними нормативно-правовими актами, стандартами чи інструкціями. Основним джерелом регулювання, являються наступні документи:

- Кодекс законів про працю України;
- Закони України:
 - Закон України «Про охорону праці»;
 - Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування»;
 - Закон України «Про відходи»;
 - Закон України «Про правові засади цивільного захисту»;
- Державні будівельні норми та стандарти:
 - ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві»;
 - ДБН В.1.2-8-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища;
 - ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація;
 - ДСТУ ГОСТ 12.0.230:2008 Система стандартів безпеки праці. Системи управління охороною праці;
 - ДСТУ Б А.3.2-7:2009 Система стандартів безпеки праці. Роботи фарбувальні. Вимоги безпеки;
 - ДСТУ Б А.3.2-10:2009 Система стандартів безпеки праці. Роботи антикорозійні. Вимоги безпеки;

- ДСТУ Б А.3.2-12:2009 Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги;
- ДСТУ Б А.3.2-11:2009 Система стандартів безпеки праці. Роботи покрівельні і гідроізоляційні. Вимоги безпеки;
- ДСТУ 3962-2000 Взуття спеціальне з верхом із шкіри для захисту від нафти, нафтопродуктів, кислот, лугів, нетоксичного та вибухонебезпечного пилу;
- ISO 45001:2018 Система управління охороною праці та безпекою на виробництві;
- ISO 14001 Екологічні аспекти, пов'язані з будівництвом;
- Накази міністерств різних галузей і директиви ЄС:
 - Директива від 30.11.1989 № 89/654/ЄЕС Щодо мінімальних вимог стосовно безпеки і охорони здоров'я у робочих зонах;
 - Директива Ради 92/57/ЄЕС про виконання мінімуму вимог безпеки й гігієни праці на тимчасових або рухомих будівельних майданчиках;
- Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП):
 - НПАОП 0.00-1.15-07 " Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті";
 - НПАОП 0.00-2.01-05 (НПАОП 0.00-8.24-05) Перелік робіт з підвищеною небезпекою
 - НПАОП 0.00-5.04-95 Типова інструкція з безпечного ведення робіт для стропальників (зачіплювачів), які обслуговують вантажопідіймальні крани;
 - НПАОП 0.00-1.20-98 Правила безпеки систем газопостачання України;
 - НПАОП 45.2-1.02-90. Правила з охорони праці при будівництві та ремонті об'єктів житлово-комунального господарства;
- Санітарні правила та норми:
 - СП 1042-73 Санітарні правила організації технологічних процесів і гігієнічні вимоги до виробничого обладнання;

- ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку;
- СН 3077-84 Санітарні норми припустимого шуму в приміщеннях житлових і громадських будинків і на території житлової забудови;
- Інструкції та положення:
- Внутрішні інструкції з охорони праці;
- Положення про навчання з охорони праці;
- Журнали для обліку інструктажу і видачі ЗІЗ;
- Проектна документація:
- Проект організації будівництва (ПОБ);
- Проект виконання робіт (ПВР);
- Акти обстеження та оцінки умов праці;
- Інші документи:
- Акти розслідування нещасних випадків;
- Протоколи перевірки знань з охорони праці;
- Технічні паспорти обладнання з рекомендаціями щодо безпеки;
- Плани евакуації у разі надзвичайних ситуацій;
- тощо.

Дотримання цих та інших нормативних документів мінімізує ризики нещасних випадків під час будівельного виробництва. Нормативно-правові акти в сфері охорони праці є обов'язковими до виконання для всіх осіб, які пов'язані з будівельним виробництвом, або знаходяться в його межах.

4.2 Охорона праці під час робіт на висоті

Правила охорони праці під час робіт на висоті відповідають Закону України «Про охорону праці» [33] та ДБН А.3.2-2-2009 [34].

До виконання робіт на висоті допускаються особи, не молодше 18 років та які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання та перевірку знань з охорони праці та протипожежної безпеки.

Для створення безпечних умов під час виконання робіт на висоті необхідно:

- забезпечити наявність, міцність і стійкість огорожень, риштувань, настилів, драбин тощо;
- забезпечити працівників необхідними засобами захисту та використовувати їх за призначенням;
- виконувати у повному обсязі організаційні та технічні заходи, передбачені цими Правилами;
- застосовувати технічно справні машини, механізми і пристрої, укомплектовані необхідною технічною документацією;
- забезпечити необхідну освітленість на робочих місцях та безпечні проходи до них;
- вживати заходів щодо усунення або зменшення впливу шкідливих та/або небезпечних факторів;
- враховувати метеорологічні умови, а також стан здоров'я працівників, які виконують роботи на висоті.

Працівники, які мають право виконувати роботи на висоті, виконують підготовчі та організаційні роботи на робочому місці:

- спорудження риштувань, помостів або інших пристосувань для безпечного виконання робіт на висоті;
- перевірку справності та наявності документів (записів), що підтверджують своєчасне проведення технічних оглядів, випробувань машин, механізмів, пристосувань і засобів захисту, що використовуються у роботі;
- створення необхідних умов праці (встановлення освітлювальних приладів, засобів захисту від впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів, заземлення металевих риштувань, наявність і міцність огорожень тощо);
- перевірки наявності та стану засобів індивідуального та колективного захисту;

- виконання інших заходів безпеки, що визначаються конкретними умовами роботи.

Працівники, які виконують роботу на висоті, зобов'язані:

- знати та виконувати вимоги нормативно-правових актів та інструкцій з охорони праці, що стосуються їх робіт чи професій;
- дбати про особисту безпеку, а також про безпеку оточуючих людей під час виконання будь-яких робіт;
- виконувати роботи із застосуванням касок, запобіжних поясів, інших засобів індивідуального та колективного захисту;
- проходити в установленому порядку медичний огляд.

Працівникам, які виконують верхолазні роботи, робиться відповідний запис у посвідченні про перевірку знань з питань охорони праці.

Не дозволяється виконувати роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 10 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, які ускладнюють видимість в межах фронту робіт, а також у нічний час при недостатній освітленості та якщо температура повітря вище плюс 35°C або нижче мінус 20°C.

Невідкладні роботи на висоті в більш складних погодних умовах (при інших температурах тощо) виконуються за рішенням роботодавця. При цьому в ПВР слід передбачити додаткові заходи безпеки, що відповідають цим умовам.

Під час виконання робіт на висоті для запобігання можливому падінню інструменту, матеріалів тощо слід використовувати спеціальні сумки або пристрої для їх надійного зберігання.

4.3 Безпека в багатоквартирних будівлях під час пожеж

Пожежа – це неконтрольований процес горіння, який несе загрозу життю людей, тварин, знищує природні ресурси, матеріальні цінності.

Основні причини виникнення пожеж в будівлях:

- несправність або неправильна експлуатація електрообладнання, газових плит, електричних побутових приладів;

- одночасне використання приладів великої потужності;
- несправність електропроводки;
- неконтрольоване розміщення одягу в зонах можливого загоряння;
- використання несертифікованої техніки;
- зберігання легкозаймистих речовин біля можливих місць загоряння;
- необережне поводження з вогнем;
- удари блискавки;
- витік газу;
- зберігання чи використання піротехніки в будівлі.

До пожежонебезпечних речовин належать лаки, фарби, горючі та мастильні речовини, розчинники, аерозолі, газ тощо.

Пожежонебезпечними матеріалами є меблі, одяг, газети, журнали, книжки, картон, дерев'яні та пластмасові вироби і покриття, дрова, вугілля тощо.

Поблизу цих матеріалів категорично забороняється палити, користуватися відкритим вогнем, також їх не можна зберігати біля місць можливого перекидання вогню.

Горіння може розпочатися, коли є займиста речовина, кисень і джерело запалювання (відкритий вогонь). Горючі матеріали горять і після зникнення джерела запалювання. Особливо обережними треба бути з легкозаймистими матеріалами і речовинами (бензин, ацетон, спирт). Синтетичні і пластикові вироби під час горіння виділяють отруйні гази. Деякі матеріали можуть бути не горючими, але при дії відкритого вогню тліти та підтримувати його.

Дії мешканців під час пожежі:

- оповіщення – негайне повідомлення служб екстреної допомоги (101) та сусідів;
- евакуація – швидке, але організоване залишення будівлі через найближчий евакуаційний вихід;

- захист у разі неможливості евакуації – використання вологих тканин для захисту органів дихання, знаходження у відносно безпечних приміщеннях, оповіщення рятувальників про своє місцезнаходження.

Правила гасіння пожежі в квартирі на початковій стадії загоряння:

- слід вимкнути джерела струму, перекрити крани газоподачі, джерело вогню накрити простирадлом;
- якщо пожежа виникла через несправність електропроводки, нічого не можна заливати водою, можна взяти пісок, вогнегасники;
- не можна відкривати вікна, оскільки кисень є основною речовиною при горінні.

Якщо вогонь не вдається самотійно погасити, керуватись діями описаними вище, закрити всі вікна і двері, та якомога швидше покинути приміщення, сповістивши про пожежу всіх присутніх в будівлі та служби з надзвичайних ситуацій.

4.4 Проєктні рішення для покращення пожежної безпеки будівлі

При проєктуванні будівель та споруд для покращення пожежної безпеки використовують комплекс заходів, які охоплюють конструктивні, матеріальні та організаційні аспекти.

Перш за все, важливо правильно розробити планувальні рішення. Будівлю розділяють на протипожежні зони за допомогою стін і перегородок із високим рівнем вогнестійкості. Евакуаційні шляхи повинні бути чітко визначеними, широкими та забезпеченими знаками і системами освітлення, що працюють навіть у разі відключення основного енергопостачання. Усі технічні приміщення, наприклад, котельні чи електрощитові необхідно ізолювати від житлових зон протипожежними конструкціями.

Особлива увага приділяється вибору матеріалів. Для будівництва використовують негорючі або важкозаймисті матеріали, а також обмежують застосування пластиків, які можуть виділяти токсичні речовини при горінні.

Конструктивні елементи проєктують з урахуванням вимог до вогнестійкості, а також використовують спеціальні вогнетривкі покриття.

Інженерні системи відіграють ключову роль у забезпеченні пожежної безпеки. У будівлях встановлюють пожежні сигналізації з автоматичними датчиками диму та температури, а також системи оповіщення мешканців про надзвичайну ситуацію. Для гасіння пожеж передбачають спринклерні чи дренчерні системи, а також обладнують будівлю внутрішніми пожежними кранами та гідрантами. Важливим елементом є системи димо- та тепловидалення, які допомагають швидко видаляти дим із приміщень і забезпечують безпеку евакуаційних шляхів.

Електричні мережі повинні проєктуватися з урахуванням пожежної безпеки. Використовуються кабелі з негорючою ізоляцією, встановлюються автоматичні вимикачі, що запобігають коротким замиканням. Резервне енергопостачання забезпечує роботу пожежних систем навіть у разі аварійного відключення електроенергії.

Організаційна складова включає розробку планів пожежної безпеки, в яких визначено розташування засобів пожежогасіння, евакуаційних шляхів та дій у разі надзвичайної ситуації. Не менш важливим є навчання мешканців правилам безпечної поведінки та проведення тренувань із використання протипожежного обладнання.

Таким чином, інтеграція цих заходів у процес проєктування дозволяє знизити ризик виникнення пожежі, забезпечити ефективну евакуацію мешканців і мінімізувати можливі втрати.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі на тему «Проект багатоповерхового житлового будинку в Радехові з дослідженням фундаментів» запроєктовано багатоквартирну житлову будівлю.

Визначені основні габарити споруди та виконане її розміщення на території будівництва з врахуванням топографічних, гідрологічних та геологічних умов. Передбачені основні майданчики та зони для комфортного проживання та перебування людей.

Встановлені основні функціональні властивості всіх поверхів будівлі. Для кожного поверху розроблені обґрунтовані архітектурно-планувальні рішення.

Розроблені заходи для вільного пересування маломобільних груп населення.

Визначені основні потреби в ресурсах даного будинку.

Обрані конструктивні елементи та виконаний їх розрахунок. Для несучих стін підібраний клас міцності керамічної цегли та будівельного розчину відповідно для кожного поверху. Для плит перекриття розраховано їх основне та додаткове армування.

Підібрані фундаменти відповідно до умов на майданчику та виконано їх розрахунок. Змодельовано інші види фундаментів і виконане порівняння їх характеристик і властивостей на даних інженерно-геологічних елементах.

Визначені основні нормативно-правові документи з охорони праці, які повинні дотримуватись при будівельному виробництві. Також визначені правила при роботі на висоті.

Розроблені заходи по безпеці при пожежі в житлових будівлях, а також розроблені проєктні заходи для покращення пожежної безпеки житлових будівель.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.

2. І.М. Підгурський, Д.З. Биків, О.В. Міщенко. Аналіз напружено-деформівного стану двотаврових сталевих балок з комбінованою перфорованою стінкою // Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 11-12 грудня 2024 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2024. – с. 191-192.

3. ДСТУ Б В.2.1-2-96 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація. – [Чинний від 1997-01-04]. – К.: Держкоммістобудування України, 1996. – 47 с. – (Національний стандарт України).

4. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 88 с. – (Національний стандарт України).

5. ДБН Б.2.2-5:2011 Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. Зі Змінами № 1, № 2 та № 3. – [Чинний від 2022-01-09]. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 46 с. – (Національний стандарт України).

6. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Із Зміною № 1. – [Чинний від 2022-01-09]. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 64 с. – (Національний стандарт України).

7. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зі Зміною № 1 – [Чинний від 2022-01-09]. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 43 с. – (Національний стандарт України).

8. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною № 1 – [Чинний від 2022-01-09]. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 47 с. – (Національний стандарт України).

9. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ) – [Чинний від 2010-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2009. – 45 с. – (Національний стандарт України).

10. ДСТУ Б В.2.7-316:2016 Плити та картон мінераловатні теплоізоляційні. Технічні умови. – [Чинний від 2017-01-07]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – (Національний стандарт України).

11. ДСТУ 8802:2018 Вироби з тонколистової сталі із захисно-декоративним покриттям для будівництва. Загальні технічні умови. – [Чинний від 2019-01-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 22 с. – (Національний стандарт України).

12. ДСТУ EN 14411:2019 Плитки керамічні. Визначення, класифікація, характеристики, оцінювання та перевіряння сталості робочих характеристик та маркування (EN 14411:2016, IDT). – [Чинний від 2020-01-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020. – (Національний стандарт України).

13. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови. – [Чинний від 2023-01-09]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022. – (Національний стандарт України).

14. ДСТУ EN 13329:2009 Покриви для підлоги шаруваті. Елементи з лицьовим шаром на термореактивних смолах амінопласту. Технічні вимоги та методи випробування (EN 13329:2006, IDT). – [Чинний від 2012-01-01]. – К.: ДержСпоживСтандарт України, 2012. – (Національний стандарт України).

15. ДСТУ EN 14342:2023 Дерев'яне покриття для підлоги та паркет. Характеристики, оцінка відповідності та маркування (EN 14342:2013, IDT). – [Чинний від 2024-01-05]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2023. – (Національний стандарт України).

16. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT) – [Чинний від 2021-01-02]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 81 с. – (Національний стандарт України).

17. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – [Чинний від 2022-01-09]. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 23 с. – (Національний стандарт України).

18. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. – [Чинний від 2023-01-03]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 152 с. – (Національний стандарт України).

19. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – [Чинний від 2017-01-06]. – К.: Мінрегіон України, 2017. – 35 с. – (Національний стандарт України).

20. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі Змінами № 1 та № 2. – [Чинний від 2020-01-06]. – К.: Мінбуд України, 2020. – 68 с. –

(Національний стандарт України).

21. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України. – [Чинний від 2014-01-10]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 110 с. – (Національний стандарт України).

22. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1. – [Чинний від 2022-01-09]. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 30 с. – (Національний стандарт України).

23. Програмний комплекс ЛІРА-САПР. Приклади розрахунку і проектування. LIRALAND Group. Електронне видання. 2022. 635 с.

24. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1. – [Чинний від 2022-01-09]. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 97 с. – (Національний стандарт України).

25. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1. – [Чинний від 2020-01-06]. – К.: Мінрегіон України, 2020. – 68 с. – (Національний стандарт України).

26. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. – [Чинний від 2019-01-08]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 18 с. – (Національний стандарт України).

27. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. – [Чинний від 2019-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Національний стандарт України).

28. ДБН В.2.1-10-2009 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування. Зі змінною №1 та №2. – [Скасований від 2019-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2009. – 161 с. – (Національний стандарт України).

29. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. Методичні вказівки для виконання курсового проєкту студентів освітнього рівня “бакалавр” спеціальності 192 “Будівництво та цивільна інженерія” на тему: “Проектування фундаментів мілкового закладання та пальових фундаментів” /М.І. Підгурський, І.М. Підгурський – Тернопіль: ТНТУ ім І. Пулюя, 2023. – 140 с.

30. І. М. Підгурський, Т. М. Давидяк, Ю. І. Дмитрів, Р. М. Стецик. Сучасні типи паль, що виготовляються у ґрунті та області їх застосування // XI Міжнародна науково-практична конференція молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 7-8 грудня 2022 року. — Т. : ТНТУ, 2022.

— С. 34. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).

31. Про охорону праці: Закон України від 14.10.92 р. № 2695-ХІІ. Вид. офіц. Голос України 1992. 24 лист. № 49, ст.669.

32. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – [Чинний від 2011-30-12]. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 112 с. – (Національний стандарт України).