

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: Дев'ятиповерховий будинок з вбудованими приміщеннями  
торгівельного призначення з дослідженням напружено-деформівного стану монолітного  
залізобетонного перекриття

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МБм-61  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна  
інженерія  
(шифр і назва спеціальності)

Плисюк В.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Сорочак А.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Сорочак А.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Рецензент Шпінталь М.Я.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2022

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2022 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Плисюк Вадим Віталійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дев'ятиповерховий будинок з вбудованими приміщеннями торгівельного призначення з дослідженням напружено-деформівного стану монолітного залізобетонного перекриття

Керівник роботи к.т.н., доц. Сорочак Андрій Петрович  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 14 » листопада 2022 року № 4/7-906

2. Термін подання студентом завершеної роботи 16 грудня 2022

3. Вихідні дані до роботи Район будівництва – місто Тернопіль. Сейсмічність району будівництва – 6 балів.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Архітектурно-будівельна частина. Розрахунково-конструктивна частина.

Науково-дослідна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

План першого поверху. План типового поверху. Фасади. Розрізи. План фундаментів. План покриття. Опалубочне креслення монолітної плити перекриття. Деталі армування.

Креслення монолітної колони. Результати дослідження НДС монолітної залізобетонної плити перекриття



## ЗМІСТ

<b>ВСУТП.....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>7</b>
1.1 Дані про район і ділянку будівництва.....	7
1.1.1 Характеристика ділянки забудови.....	7
1.1.2 Кліматологічні умови.....	7
1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови.....	7
1.2 Архітектурно-планувальні рішення.....	8
1.2.1 Призначення об'єкта.....	8
1.2.2 Характеристика комерційного поверху.....	9
1.2.3 Характеристика типового поверху.....	11
1.2.4 Доступність маломобільних груп населення.....	19
1.2.5 Техніко-економічні показники.....	20
1.3 Опорядження будинку.....	20
1.4 Енергоефективність.....	22
1.5 Інженерні мережі.....	25
<b>РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ.....</b>	<b>27</b>
2.1 Розрахунок та конструювання залізобетонних елементів .....	27
2.1.1 Конструктивна схема будинку.....	27
2.1.2 Збір навантажень.....	30
2.1.3 Комбінування навантажень на конструкцію.....	31
2.1.4 Результати розрахунку конструкції.....	34
2.2 Висновки за розділом 2.....	42
<b>РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ.....</b>	<b>43</b>
3.1 Постанова задач дослідження.....	43
3.2 Дослідження будівельних конструкцій з використанням методу скінченних елементів.....	44
3.3 Результати дослідження.....	46
3.4 Висновки за результатами дослідження.....	50

<b>РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>52</b>
4.1 Загальна частина.....	52
4.2 Основні заходи з охорони праці і техніки безпеки.....	53
4.3 Основні заходи по охороні праці в будівництві.....	54
4.4 Навчання з питань охорони праці.....	56
4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	58
4.5.1 Мета цивільного захисту.....	59
4.6 Основні заходи з пожежної безпеки.....	60
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	<b>62</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>	<b>63</b>
<b>ДОДАТОК А. Результати розрахунку у вузлах конструкції.....</b>	<b>65</b>

## Вступ

**Актуальність теми роботи.** Протягом останніх п'ятнадцяти років у Тернопільській області спостерігається притік населення у міста. Ріст населення, зокрема у м.Тернопіль, зумовлює зростання необхідності у доступному житлі. Старі забудови двадцятого століття вже не відповідають сучасним вимогам комфорту та надійності для проживання, а їх ремонт не є ефективним вирішенням проблеми житлового попиту. Водночас у будівництві виникла необхідність зменшення термінів зведення проектів. Для цього більшість будівельних компаній відмовилися від використання конструкцій із несучими стіновими конструкціями з цегли та збірних залізобетонними плит перекриття.

Оскільки будинки складають основу наповнення міського середовища, то їх архітектурне оформлення становить одну із важливих вимог для проектування. Так як будинки зводять із терміном експлуатації на десятки років, то виразність фасадів і їх стилістичне виконання стає невід'ємною складовою міста. У нових житлових масивах у більшій частині м.Тернопіль немає обмежень по створенні індивідуальності фасадів. Водночас розвиток інфраструктури новоствореного житлового масиву й необхідність розширення дрібного бізнесу, започаткували поєднання житлових будинків із комерційними приміщеннями на перших поверхах. Архітектурні рішення для більшості нових будинків розробляються як індивідуально так і в комплексі загально житлового масиву, якщо його виконує одна і та ж будівельна організація.

Монолітне будівництво стало вирішенням комплексу проблем. Терміни зведення монолітних конструкцій набагато менші від часових витрат на укладку цегли. Також конструктивна схема із використанням колон і перекриття із залізобетонну дозволяє здійснювати перепланування в залежності від потреб бізнесу для того, щоб максимально використовувати відкритий простір для введення комерційної діяльності. Просторове розташування залізобетонних колон також сприяє реалізації багатьох варіантів планування квартир на житлових поверхах.

**Метою роботи** є дослідження напружено-деформівного стану монолітних залізобетонних елементів у складі каркасу дев'ятиповерхового житлового будинку.

Для виконання заданої **мети** необхідно виконати такі завдання:

- визначити навантаження та впливи силових факторів, що діють на конструкцію монолітного залізобетонного будинку в межах плит перекриття та дахового покриття;
- створити модель із скінченними елементами, які містять основні властивості матеріалів несучої конструкції, та отримати дані із картами й ізополями переміщень у програмному комплексі;
- визначити необхідні властивості та армування конструктивних елементів.

**Об'єкт дослідження:** монолітне залізобетонне перекриття та несуча колона дев'ятиповерхового житлового будинку.

**Предмет дослідження:** напружено-деформівний стан монолітного залізобетонного перекриття та колон.

**Практична значимість результатів дослідження.** У роботі спроектовано монолітний залізобетонний каркас із розрахунком напружено-деформованого стану. Результати впливу змодельовані у програмному комплексі методом скінченних елементів. Використаний метод може бути використаний для розрахунку монолітних конструкцій цивільного та промислового будівництва.

**Апробація результатів роботи.** Отримані результати досліджень доповідались на Міжнародні науково-технічні конференції присвячені 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича.

**Публікації.** Визначення і підбір міцнісних характеристик залізобетонної плити / В. Плисюк, Т. Ганущак // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“ (Тернопіль, 10-11 листопада 2022) — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. — С. 54–55. — (Міцність сучасних матеріалів і конструкцій).

**Ключові слова.** ЗАЛІЗОБЕТОННЕ ПЕРЕКРИТТЯ, СКІНЧЕННІ ЕЛЕМЕНТИ, ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ.

## РОЗДІЛ 1

### АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

#### 1.1 Дані про район і ділянку будівництва

##### 1.1.1 Характеристика ділянки забудови

Ділянка забудови розташована у м.Тернопіль в житловому районі «Північний» та частково обмежена існуючими житловими будинками із півдня й проїзною частиною із сходу.

Рельєф на території зони забудови помірний, без значних висотних перепадів. Ділянка вільна від насаджень дерев, верхній рослинний шар попередньо знято.

##### 1.1.2 Кліматологічні умови

Кліматологічні умови району становлять:

- нормативне снігове навантаження – 1390Па;
- нормативне вітрове навантаження – 520Па;
- смуга вологості – нормальна;
- нормативна глибина промерзання ґрунтів – 0,8(0,96м);
- сейсмічність району не більше – 6 балів

##### 1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови

На ділянці проведено інженерно-геологічні буріння чотирьох свердловин. Згідно даних буріння ґрунти на ділянці характеризуються в порядку залягання:

- 1 – чорноземний ґрунт – суглинок напівтвердий, темно-сірий;
- 2 - суглинок із напливами гумосу, напівтвердий, жовто-сірий;
- 3 – супісок пластичний, карбонатизований, жовтий;



- 4 – суглинок напівтвердий, жовтий, палево-жовтий.

За основу прийнято ґрунти ІГЕ-3,4 – непросідні .

Внаслідок буріння підземні води не виявлено. Ділянка забудови потенційно не підтоплювана. Невеликий перепад висот на ділянці не сприяє затримці дощових та талих вод.

На ділянці відсутні підземні та наземні інженерні мережі й комунікації.

Проектуванням не передбачено зміни розмірів й форми ділянки.

## **1.2 Архітектурно-планувальні рішення**

### **1.2.1 Призначення об'єкта**

Проектний об'єкт забудови – дев'ятиповерховий житловий будинок із вбудованими приміщеннями торговельного призначення у місті Тернопіль. За відносну відмітку  $\pm 0,000$  прийнято абсолютну відмітку 337,20 м БС. Довжина будинку в плані – 36м, ширина – 18м. Відміткою  $\pm 0,000$  прийнято поверхню першої плити житлового поверху.

Будинок призначений для постійного проживання у квартирах та тимчасового перебування осіб для провадження підприємницької діяльності. Комерційні приміщення розташовані на першому поверсі та не є специфіковані під окремі типи торгової діяльності.

Подальше облаштування площі під потреби діяльності здійснюватимуть власники або орендатори. Облаштування приміщень й планування торгової діяльності необхідно влаштовувати відповідно до чинного законодавства, санітарних норм та пожежних вимог.

Поверхи, які розташовані вище комерційного облаштовані житловими квартирами згідно ДБН В.2.2-15:2019[1].

Будинок складається із двох симетричних під'їздів, які симетрично розташовані відносно осі 5 плану креслень.

## 1.2.2 Характеристика комерційного поверху

Комерційний поверх розташований по всій основі будинку. Так як і житловий, поверх розділено на під'їзди симетрично. Ліва частина поверху зображена на рисунку 1.1.

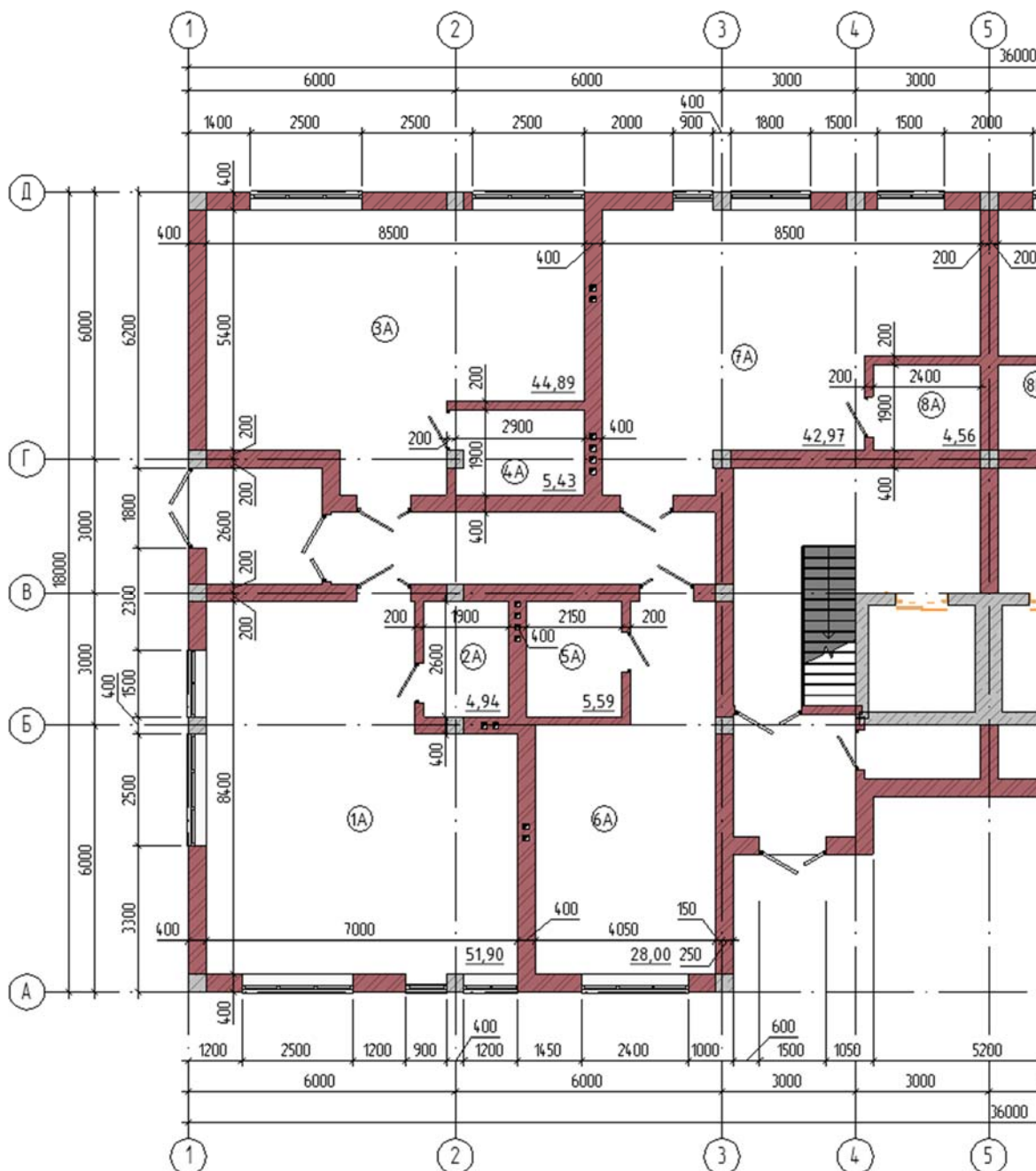


Рисунок 1.1 – План лівої частини комерційного поверху

Основні стіни між приміщеннями та зовні запроєктовано із газобетонних блоків товщиною 400мм.

Площа приміщень лівої частини приміщень приведена у таблиці 1.1 та є відповідною площі правої частини приміщень комерційного призначення.

Таблиця 1.1 – Експлікація приміщень лівої частини комерційного поверху

№ приміщення	Назва	Площа
1А	Комерційне приміщення	51,90
2А	Санвузол	4,94
3А	Комерційне приміщення	44,89
4А	Санвузол	5,43
5А	Санвузол	5,59
6А	Комерційне приміщення	28,00
7А	Комерційне приміщення	42,97
8А	Санвузол	4,56
Всього:		188,28м <sup>2</sup>

Вхід у комерційні приміщення передбачено окремо від входу до сходових і ліфтових частин житлових із сторони бокових фасадів. У вхідні групі розміщено тамбур глибиною 2,6м, згідно ДБН В.2.2-9:2018[2], що показано на рисунку 1.2.

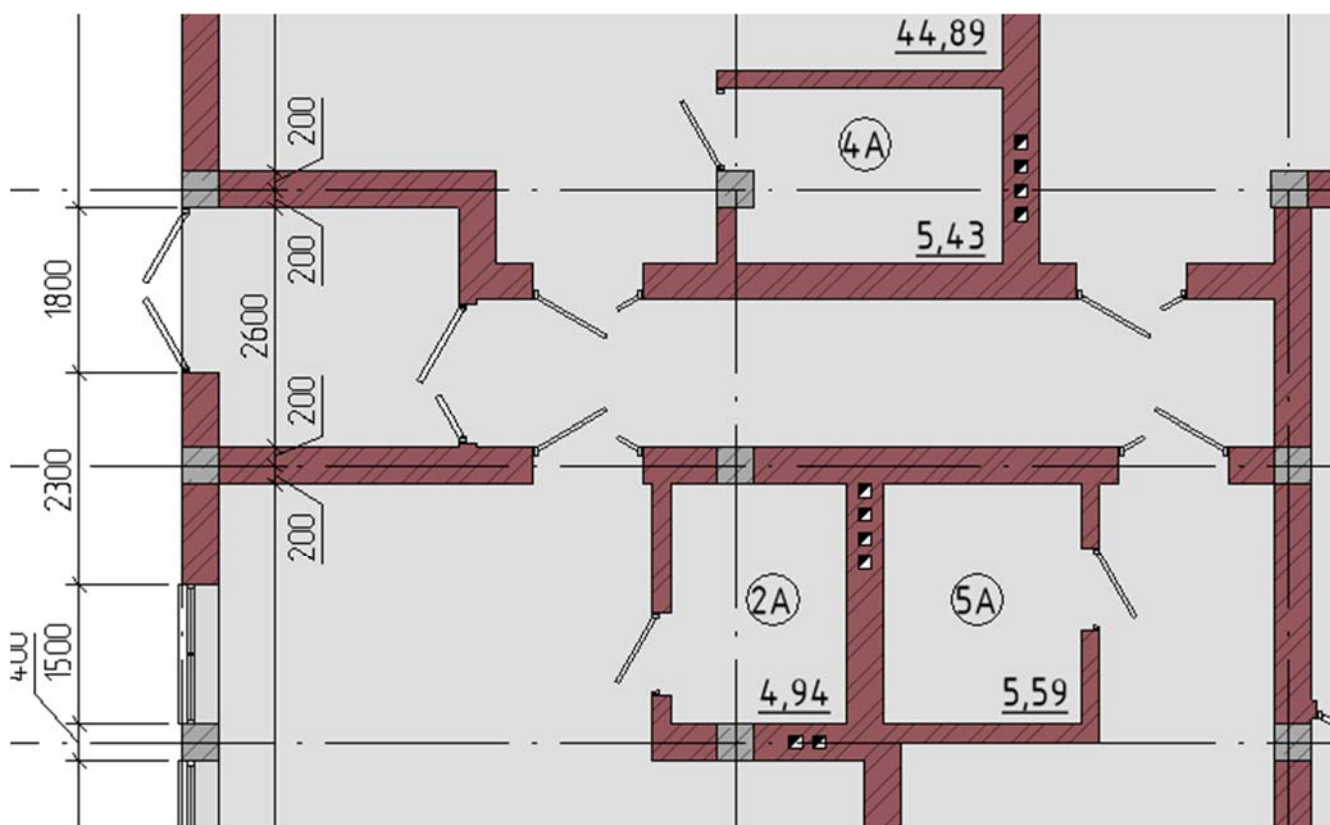


Рисунок 1.2 – Розміщення входу у комерційні приміщення

Комерційні приміщення обладнанні санвузлом та загальною вентиляцією. Для забезпечення енергозбереження будівлі передбачено встановлення металопластикових вікон та дверей. Вікна передбачено із роздільними склопакетами висотою зовні рами 2100мм. Висота всередині приміщень між плитою основи й плитою перекриття 3,3м.

Несучі колони розміщені всередині стін, що створює вільний простір всередині приміщення. Також, при необхідності, можливе влаштування перестінків для зонування простору. Для ведення торгової діяльності приміщення мають чотири загальні площі для оптимізації вибору в залежності від необхідності.

Загальна площа приміщень комерційного поверху без врахування тамбурів та прохідних коридорів – 376,56м<sup>2</sup>.

### **1.2.3 Характеристика типового поверху**

Вхід до житлової частини будинку розміщений із сторони фасаду в осях 1-9 та відокремлений від комерційних приміщень. Житловий поверх розділений на два симетричні під'їзди.

Кожен під'їзд має окрему сходовий марш. Конструкція маршу – монолітна залізобетонна. На сходових площадках розміщена металева огорожа із сторони віконних прорізів, а також на сходових маршах. Огорожа приварена до закладних деталей.

Відмітка верху плити останнього поверху знаходиться на висоті +21,000, тому будинок забезпечено двома ліфтами відповідно до ДБН В.2.2-9:2018[3]. Вантажопідйомність ліфта становить 400кг. Внутрішні розміри ліфтової кабіни 2200×2200мм.

Приміщення машинного відділення із приводом та елементами управління розміщено над ліфтовою шахтою. Стіни шахти передбачено виконати із монолітного залізобетону, товщиною стіни 300мм, що створить додаткову діафрагму жорсткості будівельної конструкції. Розміри ліфтової шахти вказані на рисунку 1.3.

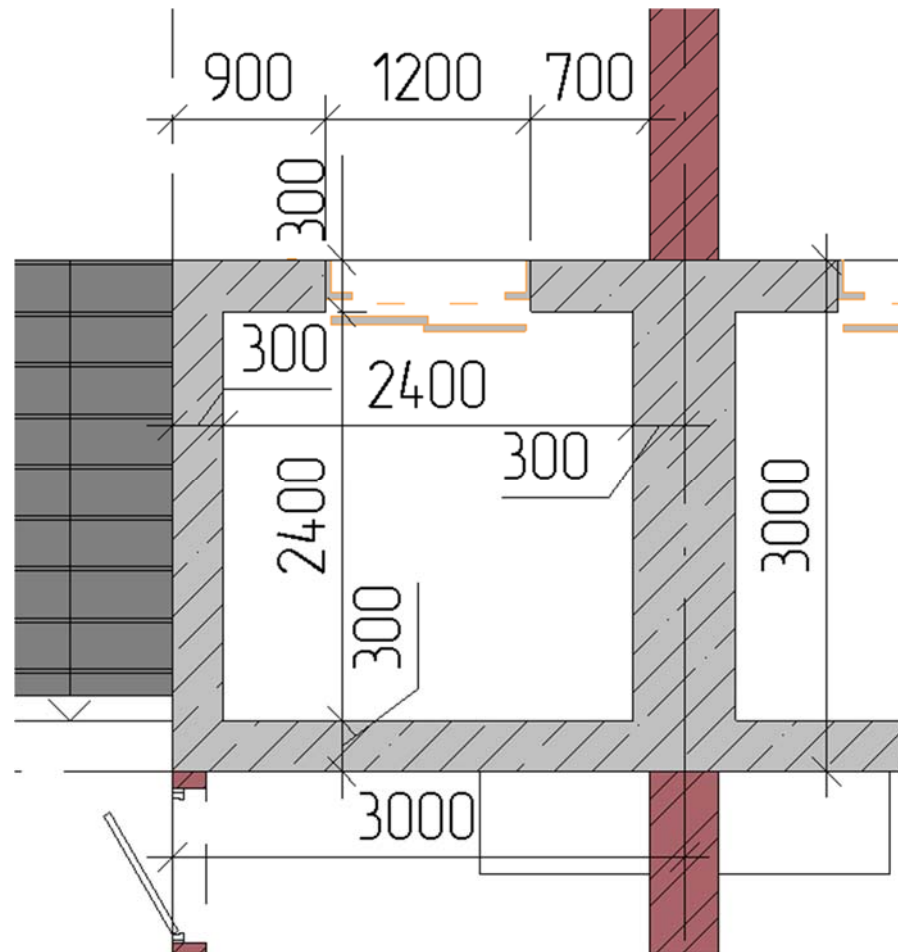


Рисунок 1.3 – Схема розмірів ліфтової шахти

За ліфтовою шахтою розміщене технічне приміщення для можливості обслуговування труб дощової каналізації.

Зовнішні стіни запроектовано самонесучими із газобетонних блоків розмірами 60×40×20см. Марка газобетону D500.

Внутрішні перегородки із газобетонних блоків товщиною 200мм. Армування перегородок не передбачено.

Для забезпечення нормативної висоти приміщень, відстань між плитами перекриття становить 2,8м, що дає можливість влаштувати багатошарову стяжку, різні типи покриття, а при необхідності, можливе влаштування підлоги із підгрівом.

На поверсі розміщуватиметься вісім житлових квартир. Планування квартир є поліпшеним із можливістю подальшої зміни розташування перегородок із врахуванням чинних норм без зміни конструктивної схеми. План частини типового поверху наведений на рисунку 1.4.

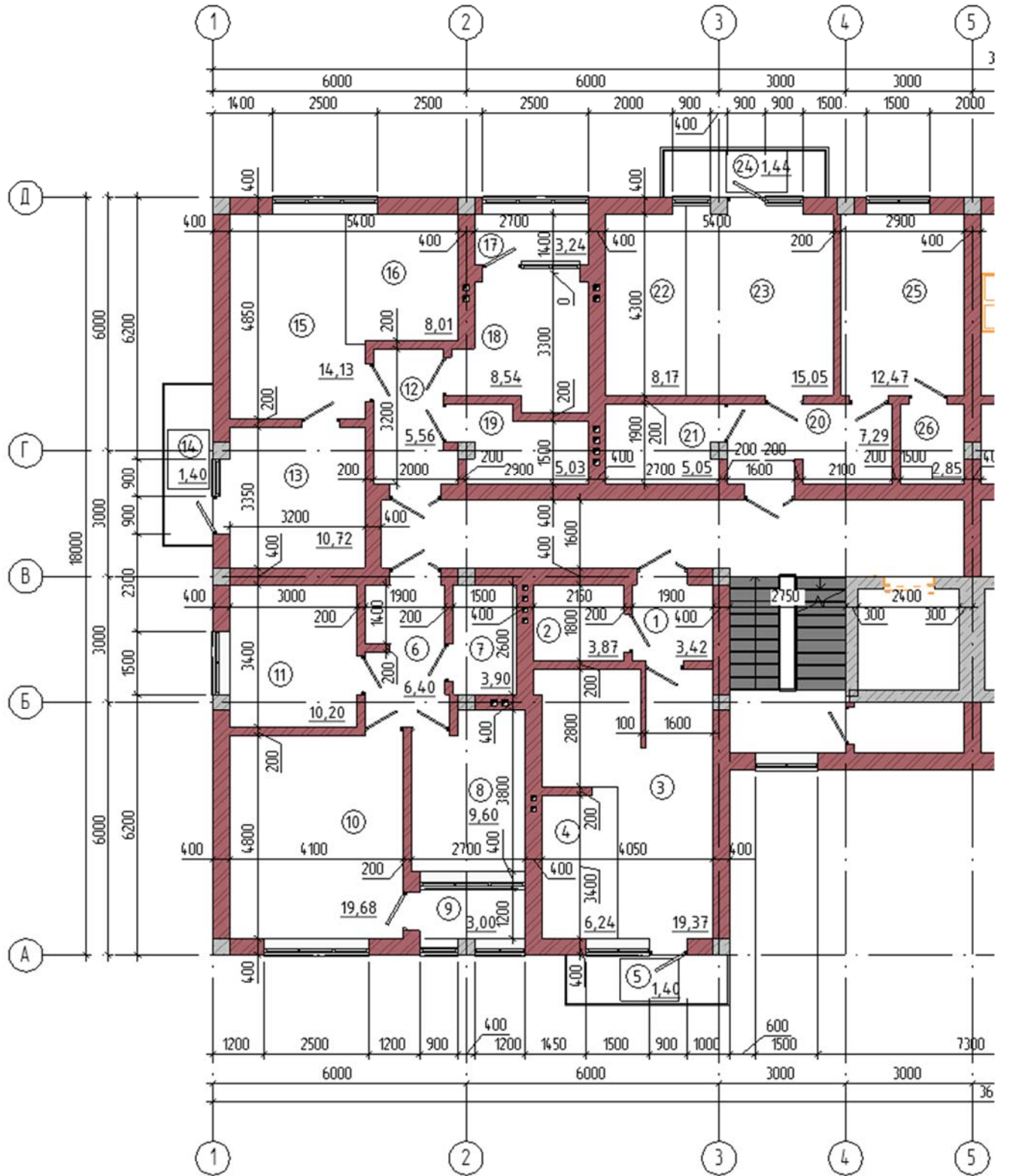


Рисунок 1.4 – Частина плану типового поверху в осях 1-5

У плануванні кожної квартири передбачено окремі функціональні зони, зокрема: вхідний вузол (коридор), кухня, санвузол, зона вітальні та спальні.



Квартири обладнанні балконами або засткленою лоджією. У плануванні передбаченні ніші для вбудованих меблів. Кожна квартира має власну комбінацію приміщень. Квартира студія має найменшу площу із раціональним використанням житлового простору. Розміри квартири та планування для двох під'їздів наведено на рисунку 1.5.

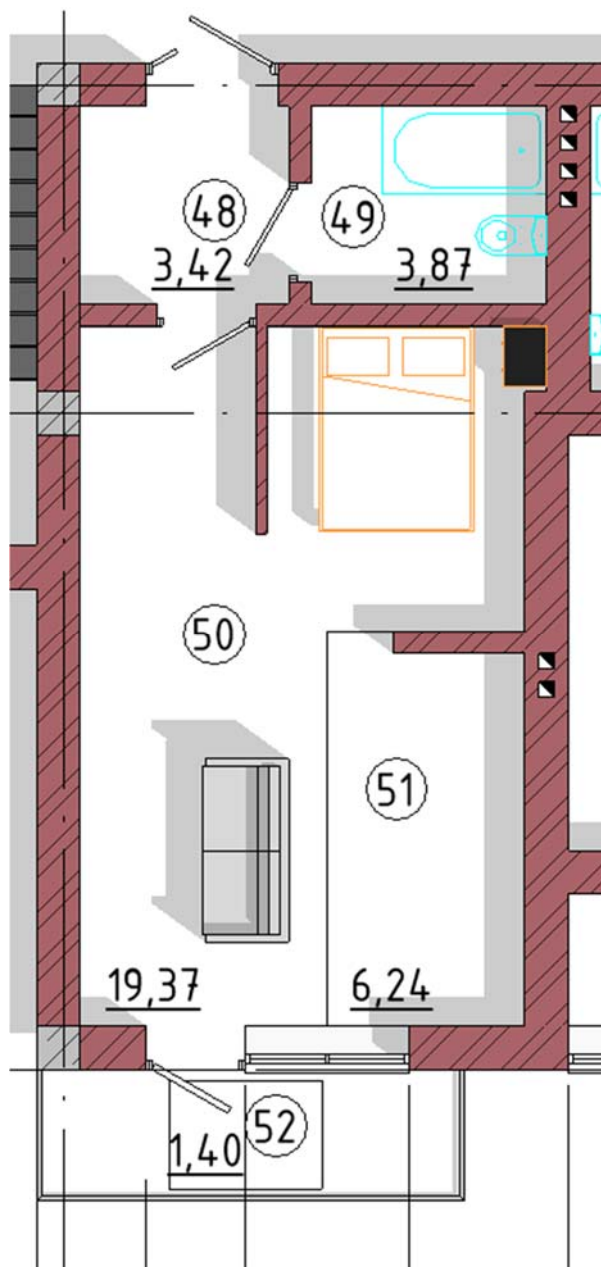


Рисунок 1.5 – План квартири-студії

Планування виконано із використанням поєднання зони кухні та вітальні. Відділення зони спальні забезпечено перегородками.

Квартира обладнана окремим балконом. Висота вікон та площа засклення забезпечує добру інсоляцію приміщень. Експлікація приміщень та загальна площа подана у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Експлікація приміщень квартири-студії

№ приміщення	Назва	Площа
48	Коридор	3,42
49	Санвузол	3,87
50	Вітальня	19,37
51	Кухня	6,24
52	Балкон	1,40
Всього:		34,30м <sup>2</sup>

Загальна площа квартири-студії становить – 34,30м<sup>2</sup>. Житлова площа – 19,37 м<sup>2</sup>.

Двокімнатна квартира обладнана заскленою лоджією. Приміщення вітальні та кухні відокремлені перегородкою. У вхідній частині розміщена ніша для встановлення меблів. Вікна кухні є заскленням частини лоджії. Вихід на лоджію передбачено із вітальні. Експлікація приміщень та загальна площа двокімнатної квартири подана у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Експлікація приміщень двокімнатної квартири

№ приміщення	Назва	Площа
42	Коридор	6,40
43	Спальня	10,20
44	Вітальня	19,68
45	Лоджія	3,00
46	Кухня	9,60
47	Санвузол	3,90
Всього:		52,78м <sup>2</sup>

Загальна площа двокімнатної квартири становить – 52,78м<sup>2</sup>. Житлова площа – 29,88 м<sup>2</sup>. План квартири зображено на рисунку 1.6.



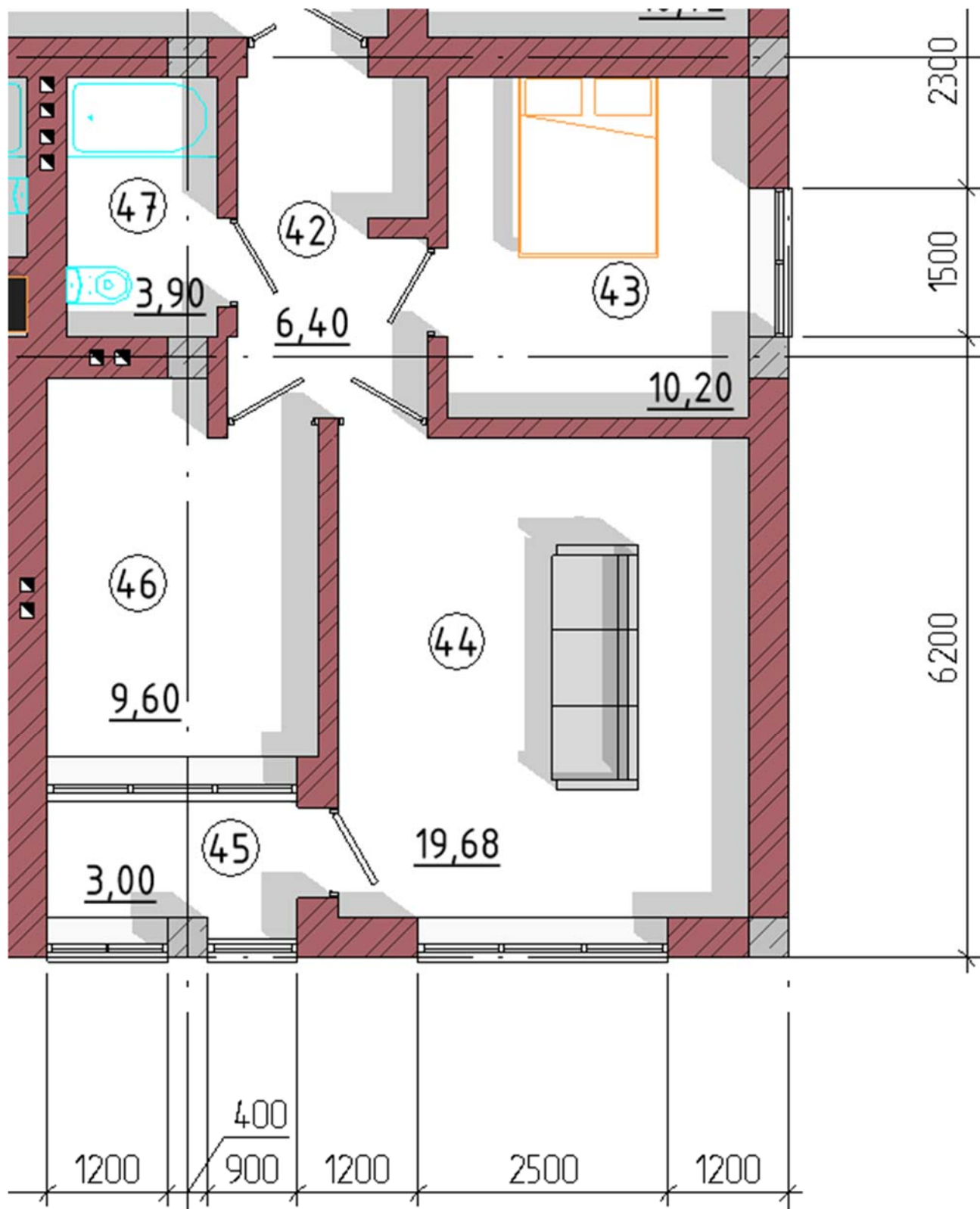


Рисунок 1.6 – План двокімнатної квартири

Трикімнатна квартира обладнана двома окремими спальнями. Приміщення вітальні виконано суміщеним із зоною кухні.

У квартирі влаштовано засклену лоджію біля однієї спальні, біля іншої – балкон, який розташований на боковому фасаді будинку. План квартири зображено на рисунку 1.7.

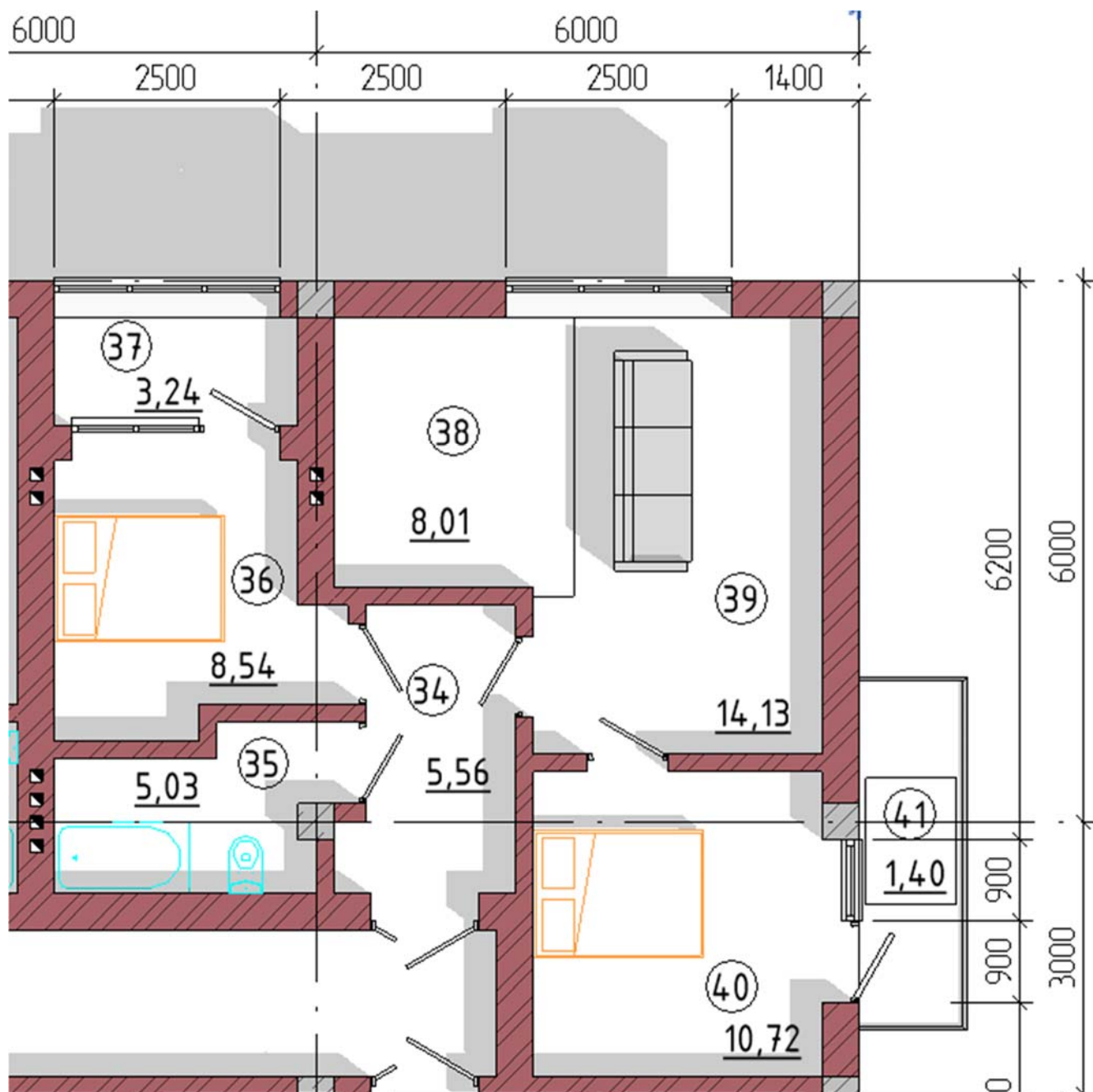


Рисунок 1.7 – План трикімнатної квартири

У квартирі передбачено нішу для меблів у коридорі та у спальні. Вхід у бокову спальню виконано із вітальні. Експлікація приміщень квартири подана у таблиці 1.4.

Загальна площа двокімнатної квартири становить – 56,61м<sup>2</sup>. Житлова площа – 33,39 м<sup>2</sup>.

Таблиця 1.4 – Експлікація приміщень трикімнатної квартири

№ приміщення	Назва	Площа
34	Коридор	5,56
35	Санвузол	5,03
36	Спальня	8,54
37	Лоджія	3,24
38	Кухня	8,01
39	Вітальня	14,13
40	Спальня	10,72
41	Балкон	1,40
Всього:		56,61м <sup>2</sup>

У будинку також запроектовано двокімнатну квартиру з влаштуванням суміщення приміщень. Зона вітальні виконана у поєднанні із кухнею. Квартира обладнана балконом. Експлікація приміщень квартири подана у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Експлікація приміщень двокімнатної квартири

№ приміщення	Назва	Площа
27	Коридор	7,29
28	Гардероб	2,85
29	Спальня	12,47
30	Балкон	1,44
31	Вітальня	15,05
32	Кухня	8,17
33	Санвузол	5,05
Всього:		52,32м <sup>2</sup>

Загальна площа двокімнатної квартири становить – 52,32м<sup>2</sup>. Житлова площа – 27,52 м<sup>2</sup>. План квартири зображено на рисунку 1.8.

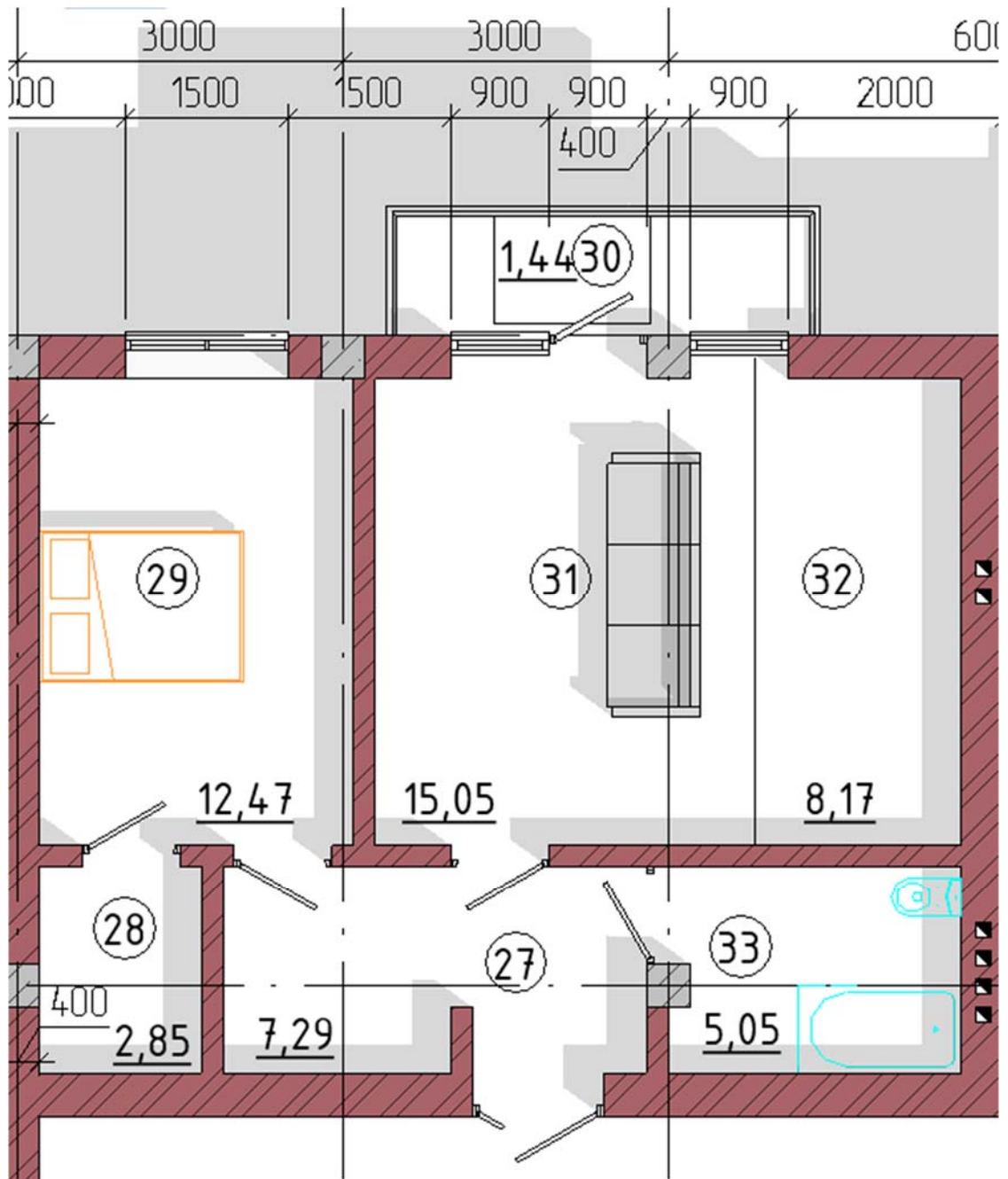


Рисунок 1.8 – План двокімнатної квартири

Вихід на балкон у квартирі влаштовано із зони вітальні. У спальні передбачено вхід у гардеробне приміщення.

#### 1.2.4 Доступність маломобільних груп населення

Будинок запроектовано із врахуванням вимог. Вхідна група до комерційних приміщень обладнана пандусом та площадкою. Пандус із невеликим підйомом

передбачено для одностороннього проїзду. Ширина дверей прийнята із врахуванням ширини для заїзду.

Вхід у під'їзд до житлової групи також обладнаний площадкою та пандусом. Пандуси обладнані дворівневими поручнями. Глибина тамбурів виконана відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 [4] та ДБН В.2.2-9:2018[5].

Для підйому на рівень висоти житлового поверху ліфт влаштовано із опусканням на відмітку вхідної площадки під'їзду. Ширина дверей та внутрішні габаритні розміри кабіни ліфта запроектовані із врахуванням користування осіб із обмеженими можливостями.

Прибудинкова територія обладнана засобами допомоги в орієнтуванні для осіб із порушеннями зору. Зокрема, на доріжках влаштовано покриття із тактильної плитки для орієнтування у напрямку руху.

### **1.2.5 Техніко-економічні показники**

Основні техніко-економічні показники будинку:

1. Кількість поверхів – 9;
2. Загальна висота будинку – 30,85м;
3. Кількість квартир – 64;
4. Загальна площа комерційних приміщень - 376,56м<sup>2</sup>;
5. Загальна площа квартир – 3136,16 м<sup>2</sup>;
6. Загальна житлова площа – 1762,56 м<sup>2</sup>;
7. Площа забудови – 597,98 м<sup>2</sup>;
8. Будівельний об'єм – 17012,53 м<sup>3</sup>.

### **1.3 Опорядження будинку**

Проектний будинок виконаний для відповідності різноманітних функцій та вимог. Конструкційні матеріали повинні забезпечувати надійність протягом всього

терміну експлуатації. Водночас усі матеріали не повинні ускладнювати процес зведення.

Основні несучі конструкції будинку виготовлені із монолітного залізобетону. Бетон для перекриття класу C20/25. Арматура – А400С. Для колон також прийнято бетон C20/25 та арматуру А400С періодичного профілю.

Зовнішні стіни та внутрішні перегородки виконані із газобетонних блоків марки D500.

Матеріали стін і конструкцій забезпечують необхідний рівень вогнестійкості будинку. У процесі проектування також враховано забезпечення їх стійкості та протидії зовнішнім впливам атмосферних опадів, вітровим навантаженням, тиску ґрунтів, впливу сонячної радіації.

Проектні рішення опорядження фасадів прийнято із врахуванням створення естетичного образу будівлі. Кольори підбрані так, щоб не створювати дискомфорту та гармонійно влаштувати якісне середовище для проживання.

Покриття фасадів виконано вологостійкими декоративно-оздоблювальними штукатурними сумішами CERESIT та листовими панелями, що імітують декоративну цегляну кладу. Декоративні панелі монтуються на клейову суміш. Кольорова схема складається із секційних поєднань.

Інтер'єр будівлі виконано відповідно до необхідного функціонального призначення. Внутрішні стіни будівлі оздоблені із естетичних поглядів та комфорту. Житлові приміщення покриті шпаклювальними сумішами та пофарбовані акриловою фарба.

Вхід до квартир обладнаний металевими броньованим дверима із подвійними замками. Двері повинні забезпечувати високий рівень звуконепроникності, енергоефективності та захисту житла. Зовнішнє покриття дверного полотна – пофарбований структурною фарбою метал, внутрішнє – пластикові панелі із текстурою імітації дерева.

Стіни та підлоги санвузлів вкриті керамічною плиткою. Для комфортного та зручного проживання ванна кімната облаштована повнорозмірною лежачою

ванною. У санвузлі передбачена площа для розміщення пральної машини та сушильної машини.

Загальне оформлення інтер'єру квартир сприяє створенню спокою та приємної атмосфери. У проєкті будинку враховано можливість подальшого перепланування чи зміни оздоблення за бажанням власника.

Оздоблення сходових кліток виконано декоративним штукатуренням. Освітлення в під'їзді забезпечено ліхтарями із активними датчиками руху. Сходові площадки і сходинок покриті нековзкою керамічною плиткою.

#### **1.4 Енергоефективність**

Залізобетон, що є основою несучих конструкцій будинку, має високий коефіцієнт теплопровідності. Влаштування стін із газобетонних блоків частково вирішує проблему тепловтрат приміщень, однак будинок потребує подальшого утеплення.

Матеріалом для теплоізоляції обрано плити із мінеральної вати товщиною 100мм ROCKWOOL. Для утеплення запропоновано використовувати плити різної щільності. У зонах кладки газобетонних блоків мінеральну вату із щільністю 135кг/м<sup>3</sup>, а у місцях влаштування залізобетонних плит - із щільністю 150кг/м<sup>3</sup>.

Для мінераловатних матеріалів необхідно забезпечити захист від впливу природніх опадів, а також від потрапляння пари всередину шарів утеплення. Мінераловатні плити монтуються на клейову суміш. Додатково встановлюються кріпильні анкерні дюбелі із пластику. Поверх на клейову суміш монтується волокниста армувальна сітка. Оздоблювальні штукатурні суміші та декоративні панелі монтуються після повного висихання клейових розчинів та при плюсовій температурі.

Вузли примикання віконних та дверних блоків також потребують утеплення відповідно до вимог із забезпеченням водонепроникності за межі рами конструкційних елементів.

Мінераловатні листи забезпечують необхідний ступінь вогнестійкості будинку, оскільки вони відносяться до категорії негорючих матеріалів. Схема утеплення кладки наведена на рисунку 1.9.

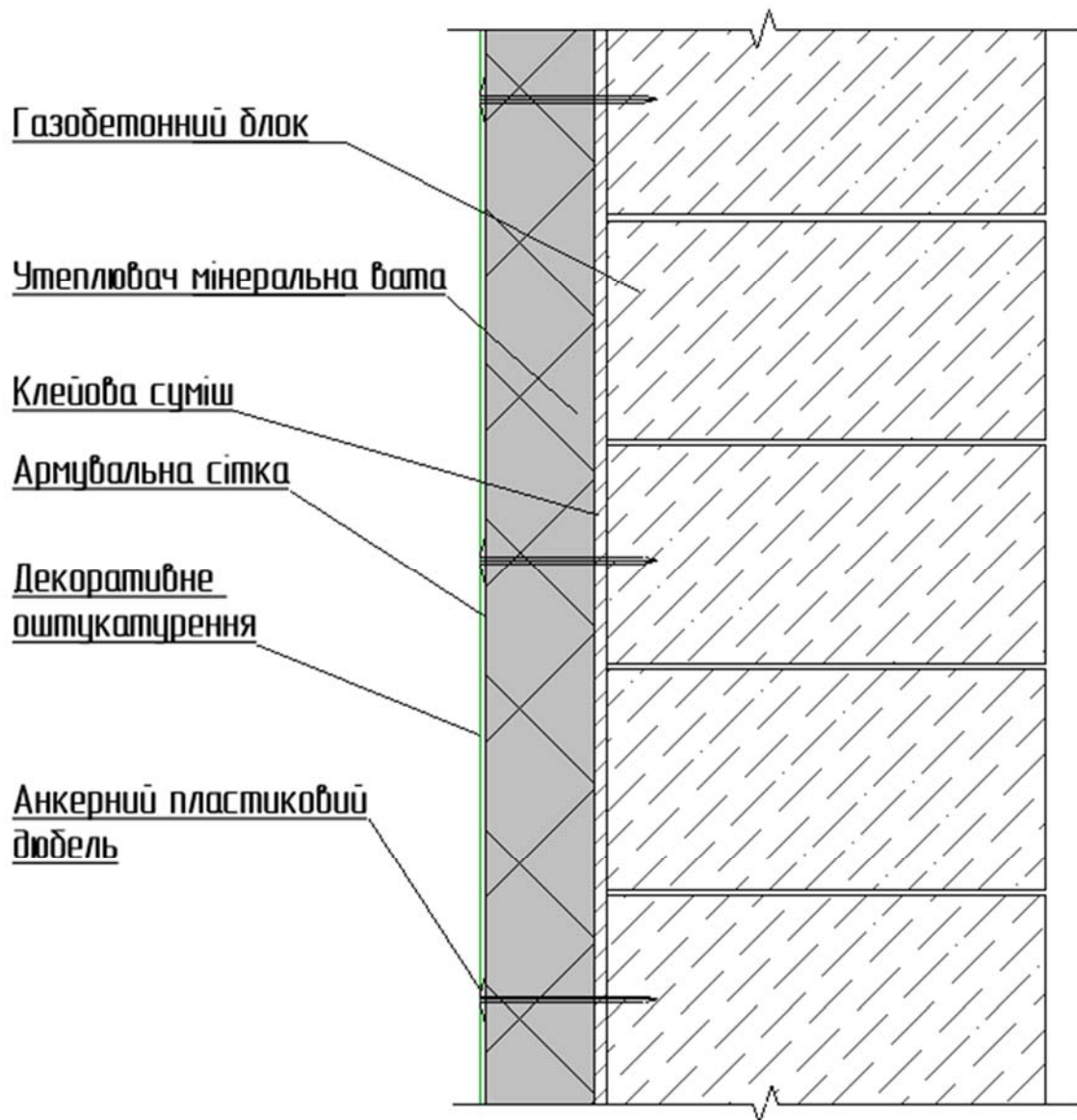


Рисунок 1.9 – Вузол утеплення кладки газобетонних блоків

Збереження від тепловтрат будинку забезпечено ефективними віконними та дверними блоками RENAУ. Вікна встановленні висотою 2100мм для комерційних приміщень та 2000мм для житлових поверхів. Рама вікна виконана із металопластику. Блоки укомплектовані подвійними склопакетами. Вікна та двері монтуються на монтажну піну й металеві дюбелі.



Примикання вікон і дверей до зовнішніх стін утеплено. Схема монтажу віконного блоку вказано на рисунку 1.10.

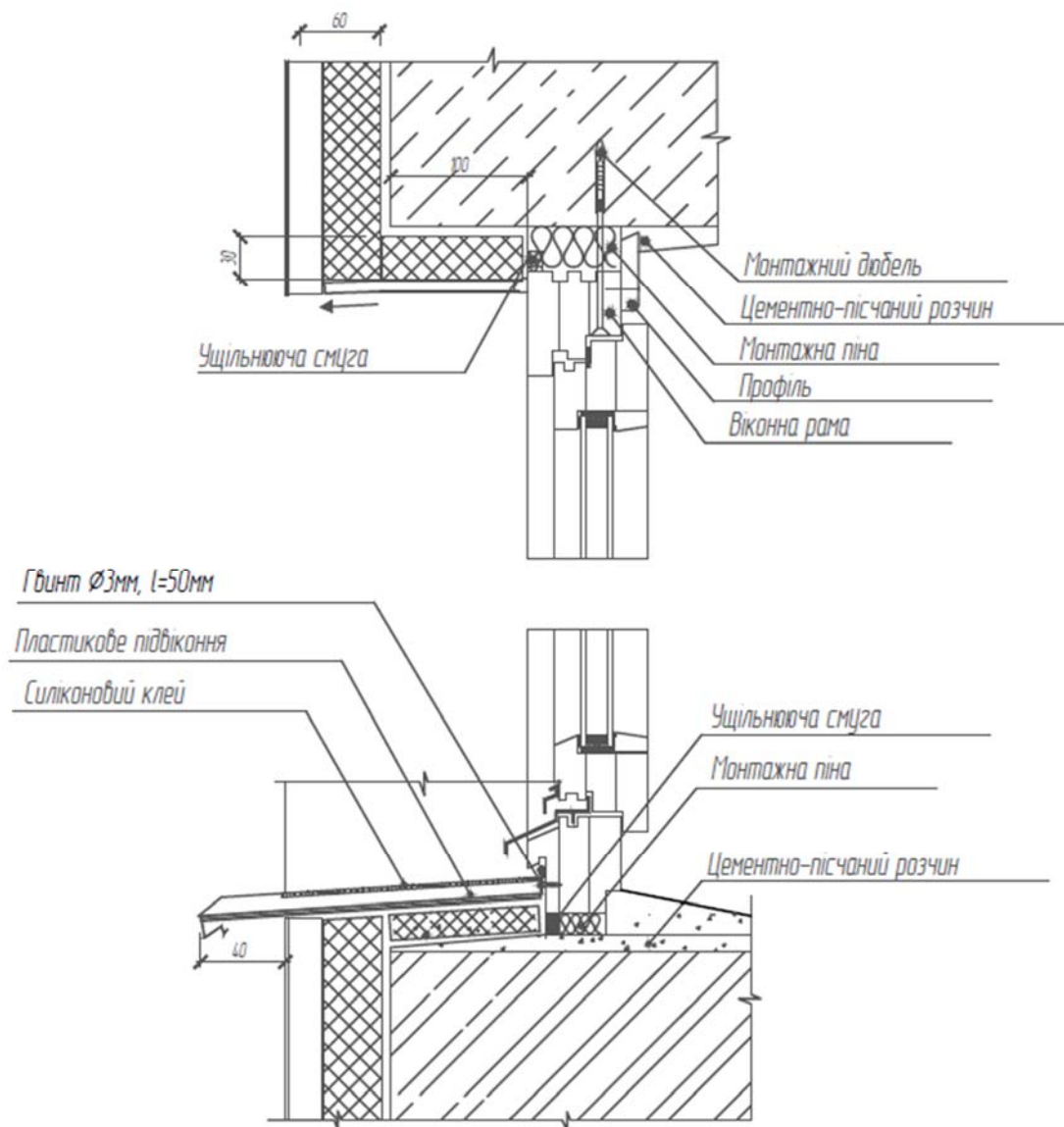


Рисунок 1.10 – Вузол монтажу віконного блоку

Для відведення природніх опадів віконні блоки обладнанні пластиковими підвіконнями.

Дахове покриття будинку утеплене. Загальна площа утеплення даху 470м<sup>2</sup>. Конструкція будинку не передбачає влаштування горища. Для цього утеплення даху виконане у декілька шарів. Забезпечення захисту від опадів виконано ПВХ мембраною. Під нею влаштоване покриття мінеральною ватою із мінцінстю на стиск не менше 60кПА, а також пінополістирольне покриття. Штучні ухили

створені газобетоном під цементно-піщаною стяжкою. Схема утеплення дахового покриття вказана на рисунку 1.11.

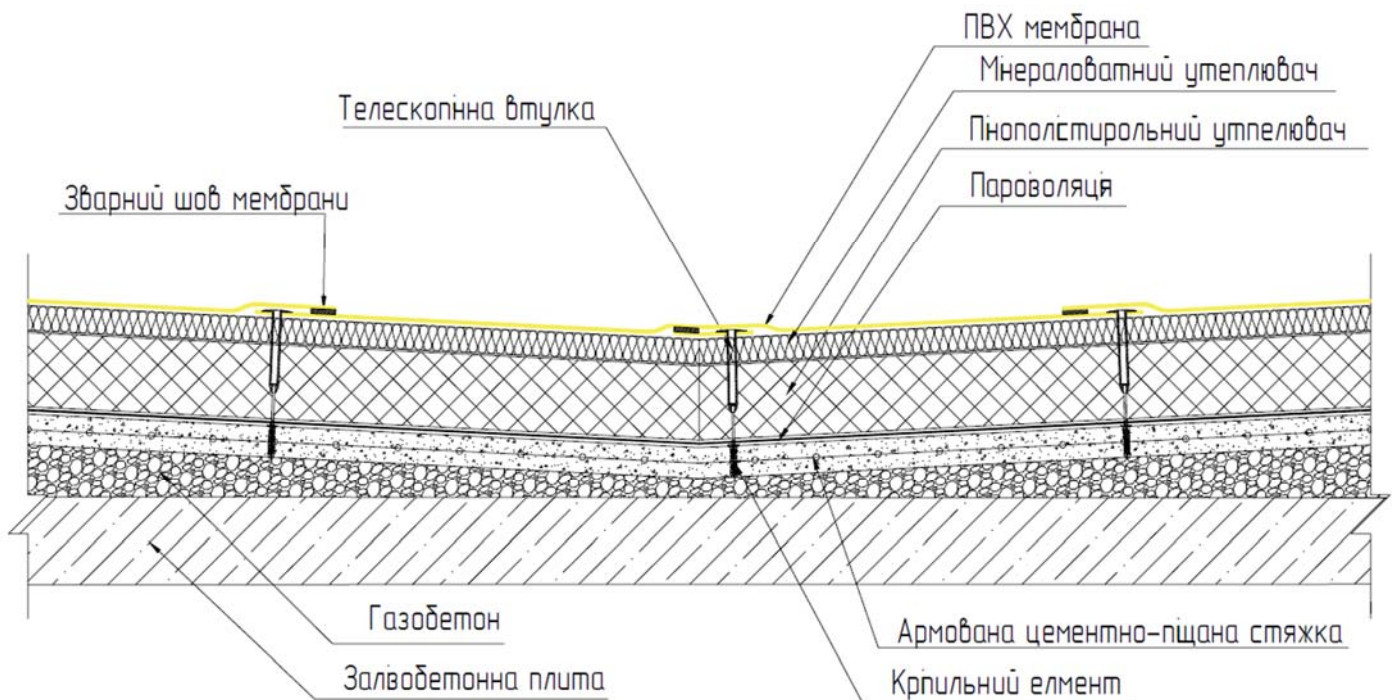


Рисунок 1.11 – Вузол утеплення дахового покриття

## 1.5 Інженерні мережі

Ділянка забудови не має існуючих підключень до мереж водозабезпечення, каналізації, газопостачання й електричного живлення. У процесі створення житлового району «Північний» створюється нова мережа відведення дощової каналізації із колекторами та колодцями. Проектний будинок буде підключено до нової мережі господарсько-побутової каналізації.

Підключення водопроводу у будинок буде здійснено із системи централізованого постачання з вул.Текстильної.

Підключення до газопостачання буде виконано із існуючого газопроводу середнього тиску ( $P=0,25\text{МПа}$ ) по вул.Текстильній.

Опалення будинку запроєктовано індивідуальне на основі газових теплових генераторів з подальшим відведенням газів у колективні димохідні системи. Газопровід запроєктовано із можливістю встановлення газових плит у зонах кухні.

Для забезпечення електроживлення проєктний будинок підключено до нової лінії електропередач наземного розміщення.

Вентиляція у будинку виконана у вигляді витяжної системи з природною витяжкою із санвузла та кухні. Кожна квартира обладнана не менше ніж двома вентиляційними каналами. З боку кухні та санвузла встановлюється пластикова сітка з секційним регулюванням монтажу методом плоского укладання.

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

#### 2.1 Розрахунок та конструювання залізобетонних елементів

Несучі елементи проєктного будинку влаштовані із монолітного залізобетону. Конструкція складається із перекриттів, які опираються на колони. Колони зв'язані із фундаментом плитою на залізобетонних палях.

##### 2.1.1 Конструктивна схема будинку

У конструкції використано залізобетону плиту із бетону С20/25 і несучою арматурою періодичного профілю класу А400С. Форма плити перекриття вказана на рисунку 2.1.

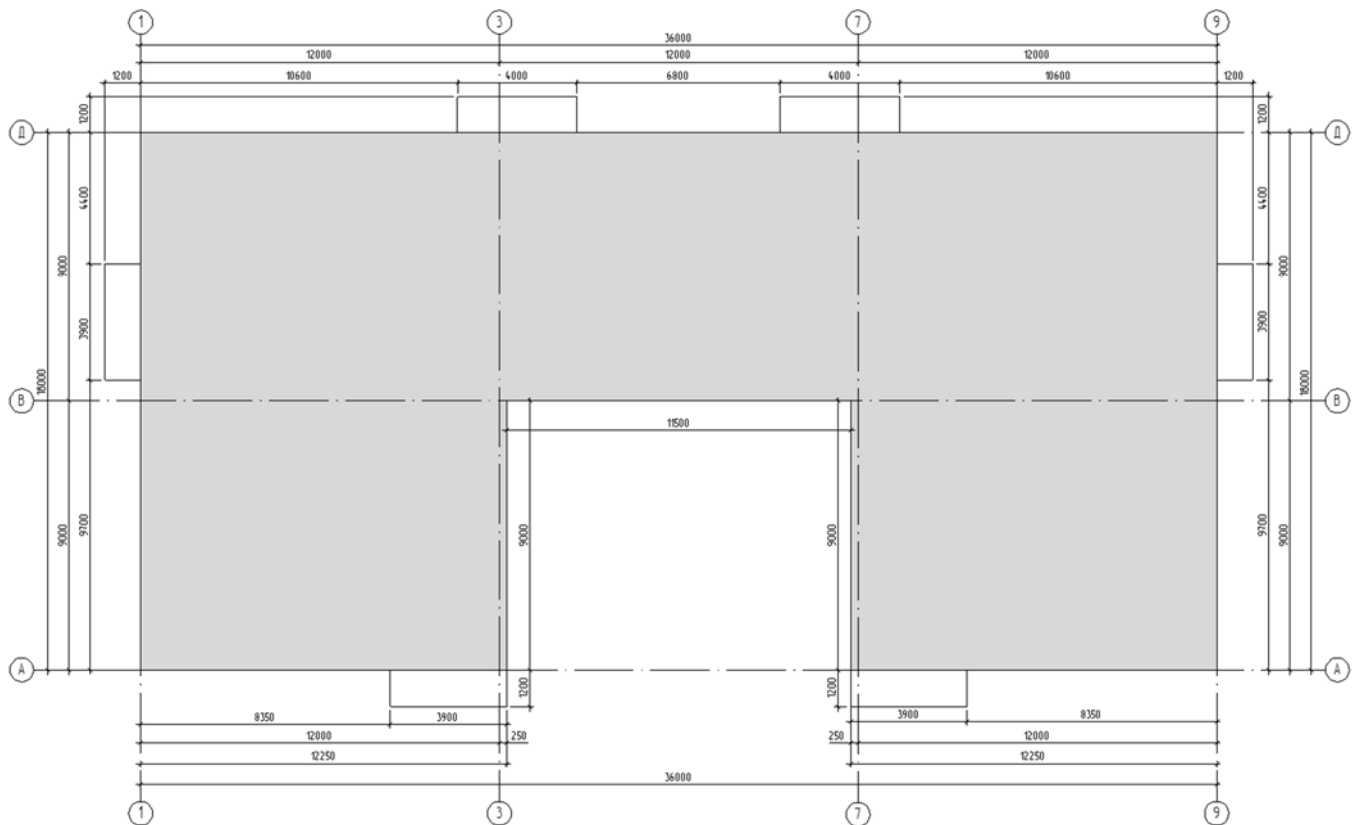


Рисунок 2.1 – Схема влаштування плити перекриття

Інформаційну модель усього будинку виконано у програмі Autodesk Revit 2020. У програмі задано матеріали конструкції без армування. Плити перекриття поверхів опираються на колони квадратного перерізу. Розміщення колон подано на рисунку 2.2.

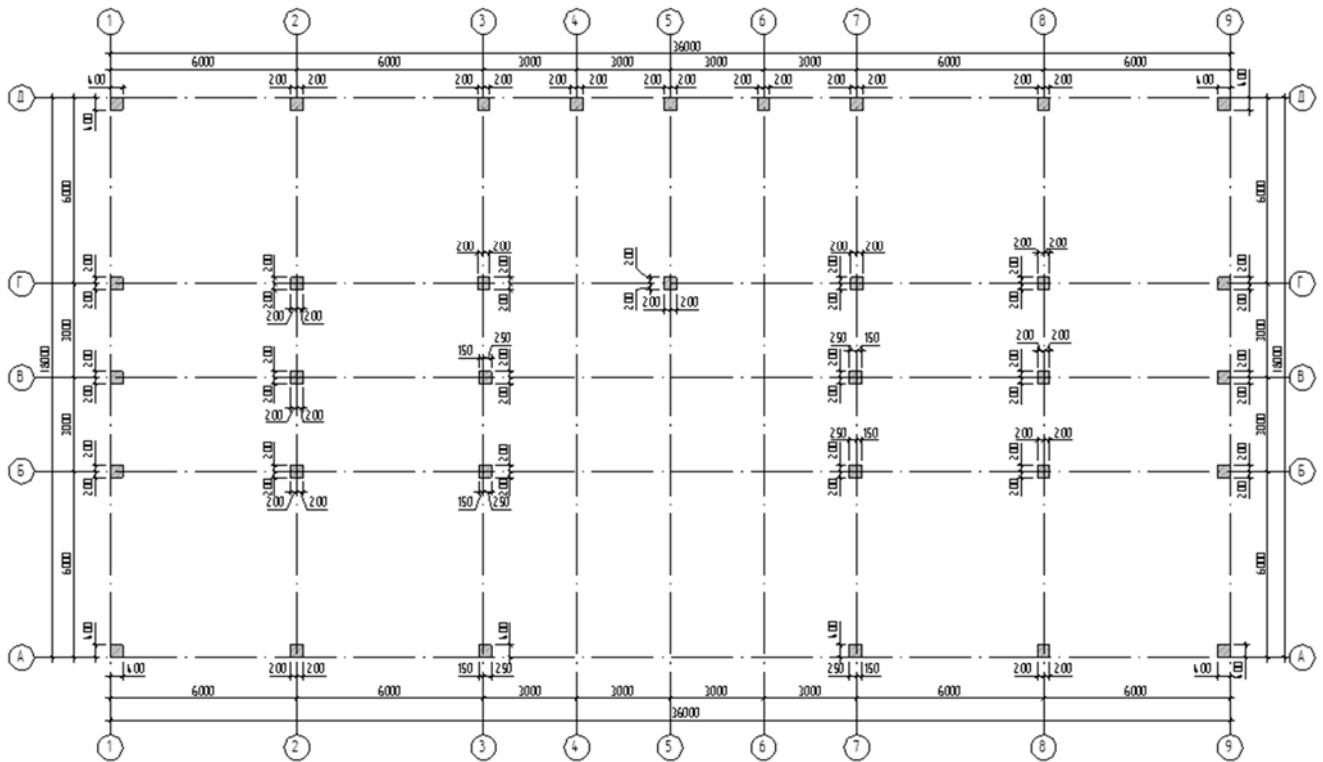


Рисунок 2.2 – План розміщення колон

Прив'язка зовнішніх колон до осей виконана до зовнішньої поверхні. Зовнішні колони на осях 3 та 7 встановлені із зміщенням 5см. Усі внутрішні колони мають симетричну прив'язку. Крок колон 6000 та 3000мм.

Підбір січення та площі армування виконано у подальшому розрахунку в програмі Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021. Для цього із інформаційної моделі, що вказана на рисунку 2.3, отримуємо аналітичну модель, на яку в подальшому задаються навантаження та силові впливи. Аналітична модель показана на рисунку 2.4.



Рисунок 2.3 – Інформаційна модель будинку

Для розрахунку в моделі відключені віконні та дверні блоки, а також перестінки та зовнішні стіни. Навантаження від них будуть задані окремо в програмі Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021.

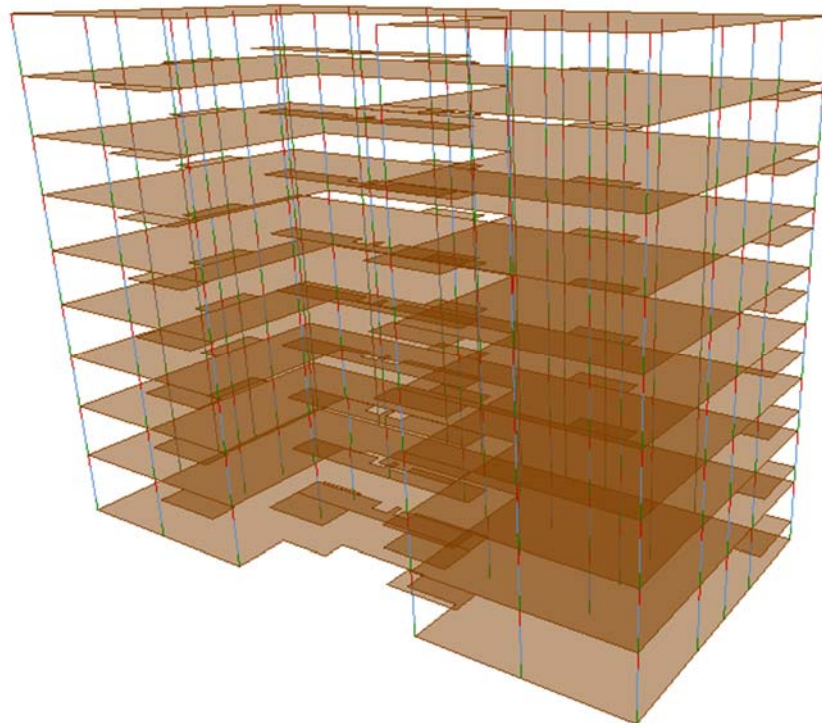


Рисунок 2.4 – Аналітична модель будинку

### 2.1.2 Збір навантажень

Навантаження від власної ваги перекриття й шарів настилу покриття підлоги і облицювання подано у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Навантаження на перекриття

<b>Постійні</b>						
№	Матеріал	Густина, кг/м <sup>3</sup>	Товщина, м	Норм. Навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коеф. запасу навант.	Розрах. навант., кН/м <sup>2</sup>
1	Ламінатний настил	910	0,0045	0,04	1,1	0,05
2	Звукоізоляція	-	-	0,00	0	0,00
3	Цементна стяжка	650	0,025	0,16	1,3	0,21
4	Утеплювач з гідроізоляцією	3	0,05	0,00	1,2	0,00
5	Цементна стяжка	650	0,03	0,20	1,3	0,25
6	Плита монолітна ЗБ	2600	0,2	5,2	1,3	6,76
7	Шпаклювальна суміш	1200	0,01	0,12	1,25	0,15
<b>Корисні</b>						
8	Змінні для житлових будівель			1,5	1,3	1,95
<b>Всього:</b>				7,22	-	9,37

На будинок також діють кліматичні силові фактори. Зокрема, в розрахунку враховано вплив снігового навантаження, що для м.Тернопіль становить 1390Па, а також вплив вітру із нормативним навантаженням 520Па.



### 2.1.3 Комбінування навантажень на конструкцію

Задання навантажень виконано у Autodesk Robot Structural Analysis 2021. Схема завантаження від тимчасових впливів показана на рисунку 2.5.

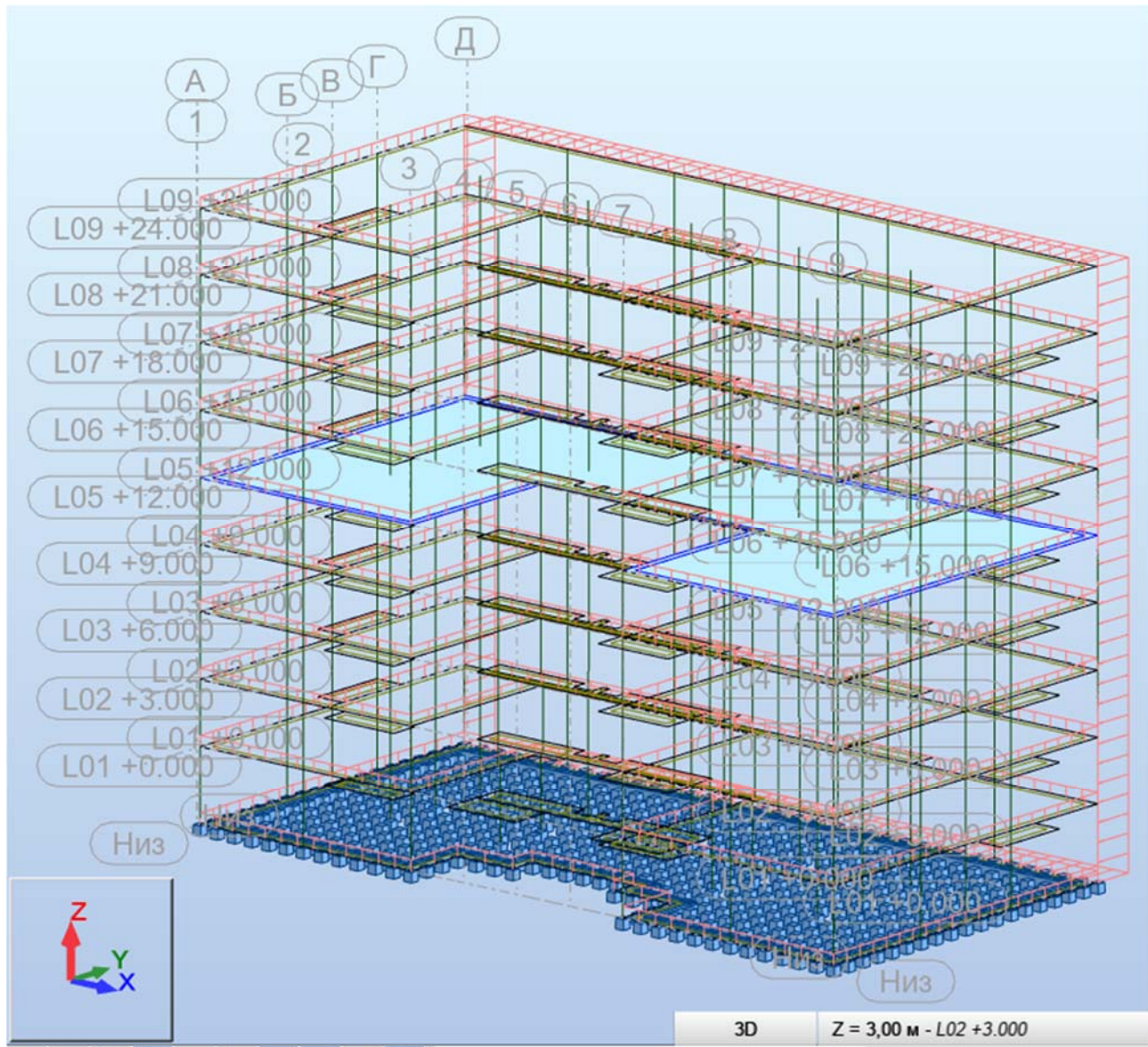


Рисунок 2.5 – Тимчасові навантаження на будинок

Вплив вітру на будинок задано із сторони найбільшої дії відповідно до рози вітрів. Силовий фактор розміщено площиною із сторони фасаду в осях 9-1. Вітрове навантаження вказано на рисунку 2.6.



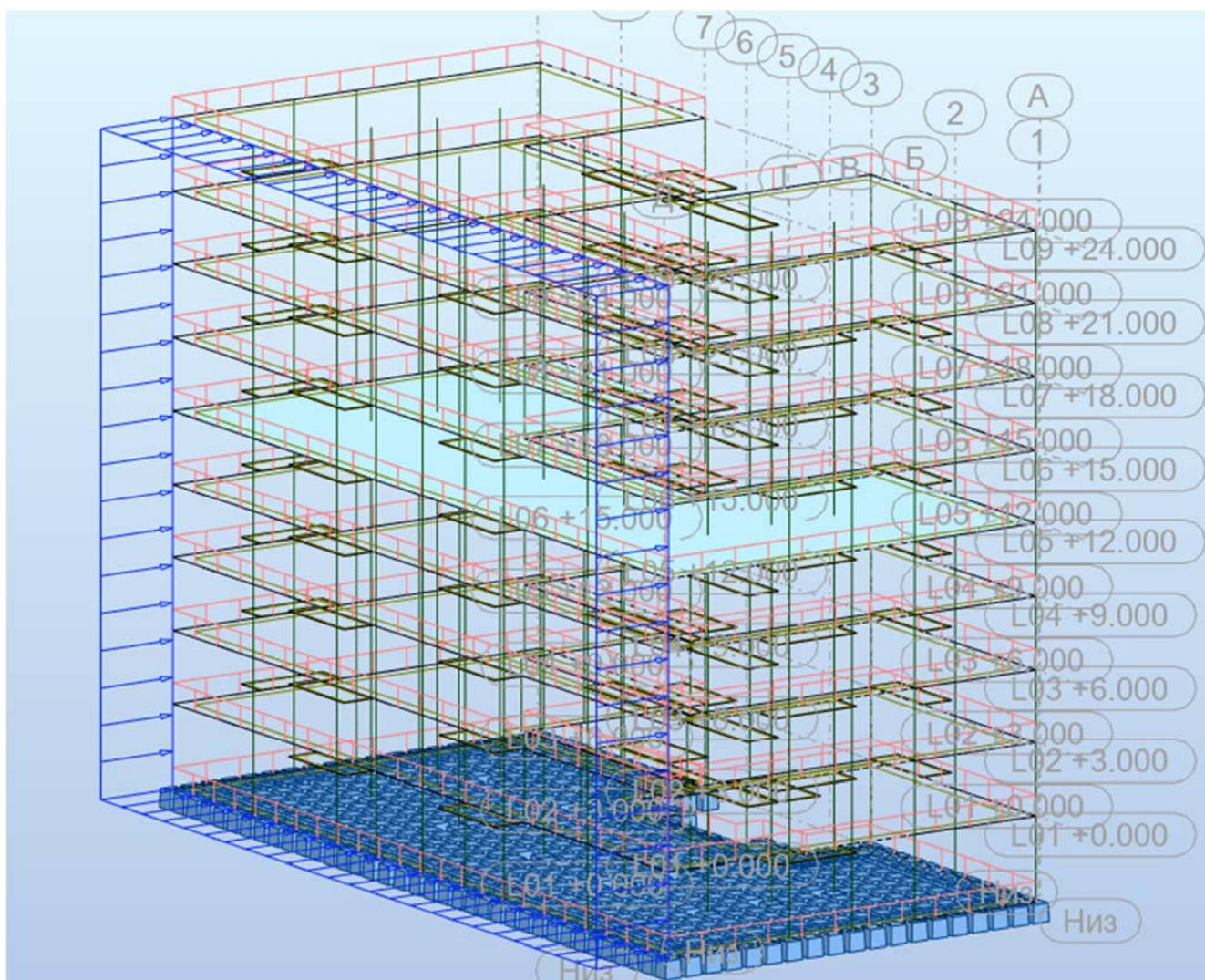


Рисунок 2.6 – Вітрове навантаження на будинок

У Autodesk Robot Structural Analysis 2021 задано навантаження від власної ваги конструкції. Дані про матеріали, форму і перерізи елементів передано із Autodesk Revit через Robot Structure Analysis Link, що дозволяє синхронізувати дані між програми в режимі реального часу. Закріплення й зв'язок між колонами та плитами перекриття автоматично передано із Revit 2020.

В загальний розрахунок конструкції включено комбінацію від одночасного впливу силових факторів. Навантаження від снігу задано по всій площині плити покриття будинку. Схему розміщення впливу силових факторів від снігового навантаження вказано на рисунку 2.7.

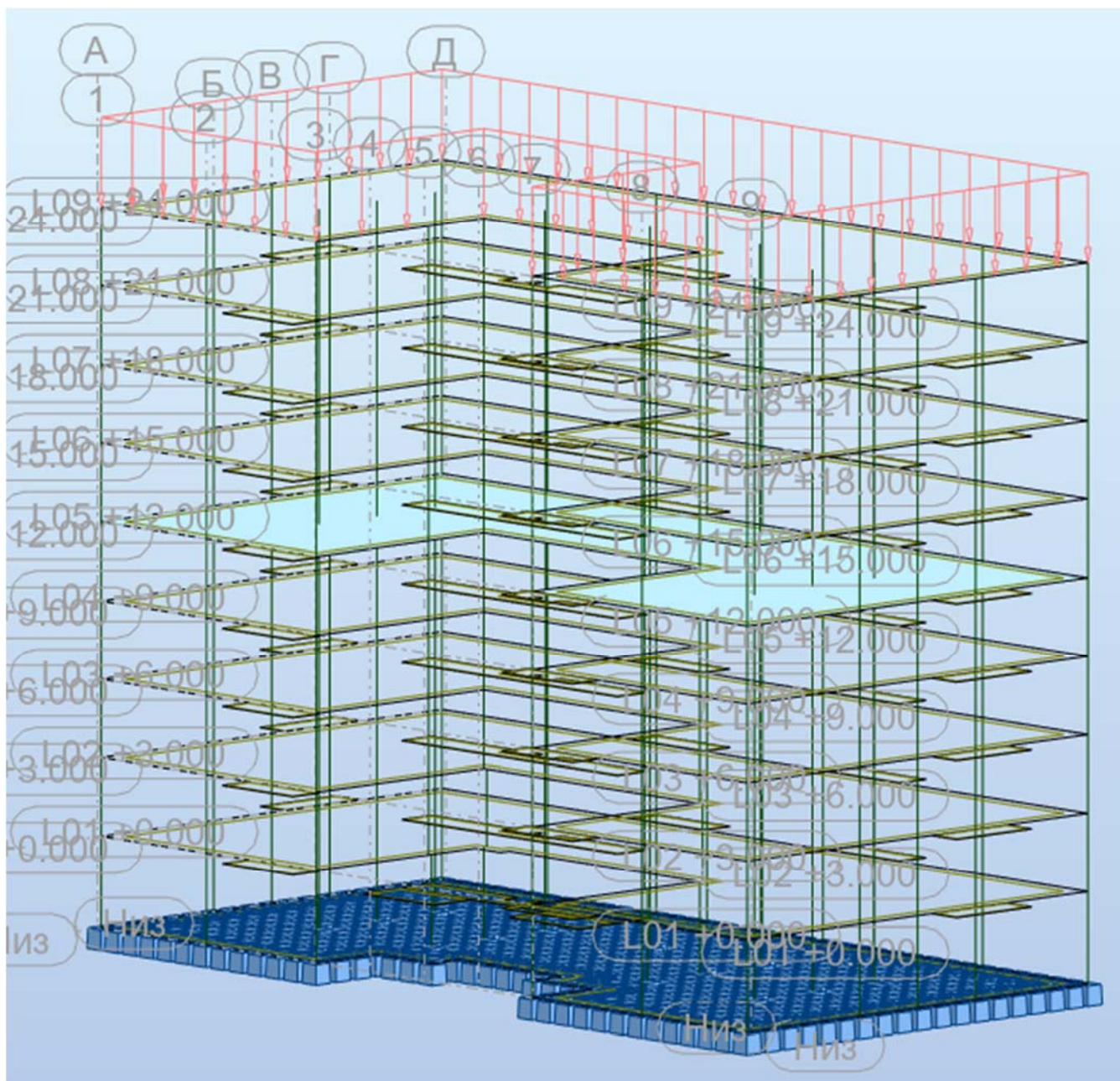


Рисунок 2.7 – Снігове навантаження на будинок

Для конструкції задано постійне навантаження на плити покриття та перекриття. У програмному комплексі виконано розрахунок від впливу комплексу шести постійних та тимчасових силових факторів.

Постійне навантаження задано на всі плити перекриття й покриття. Схему завантаження подано на рисунку 2.8.



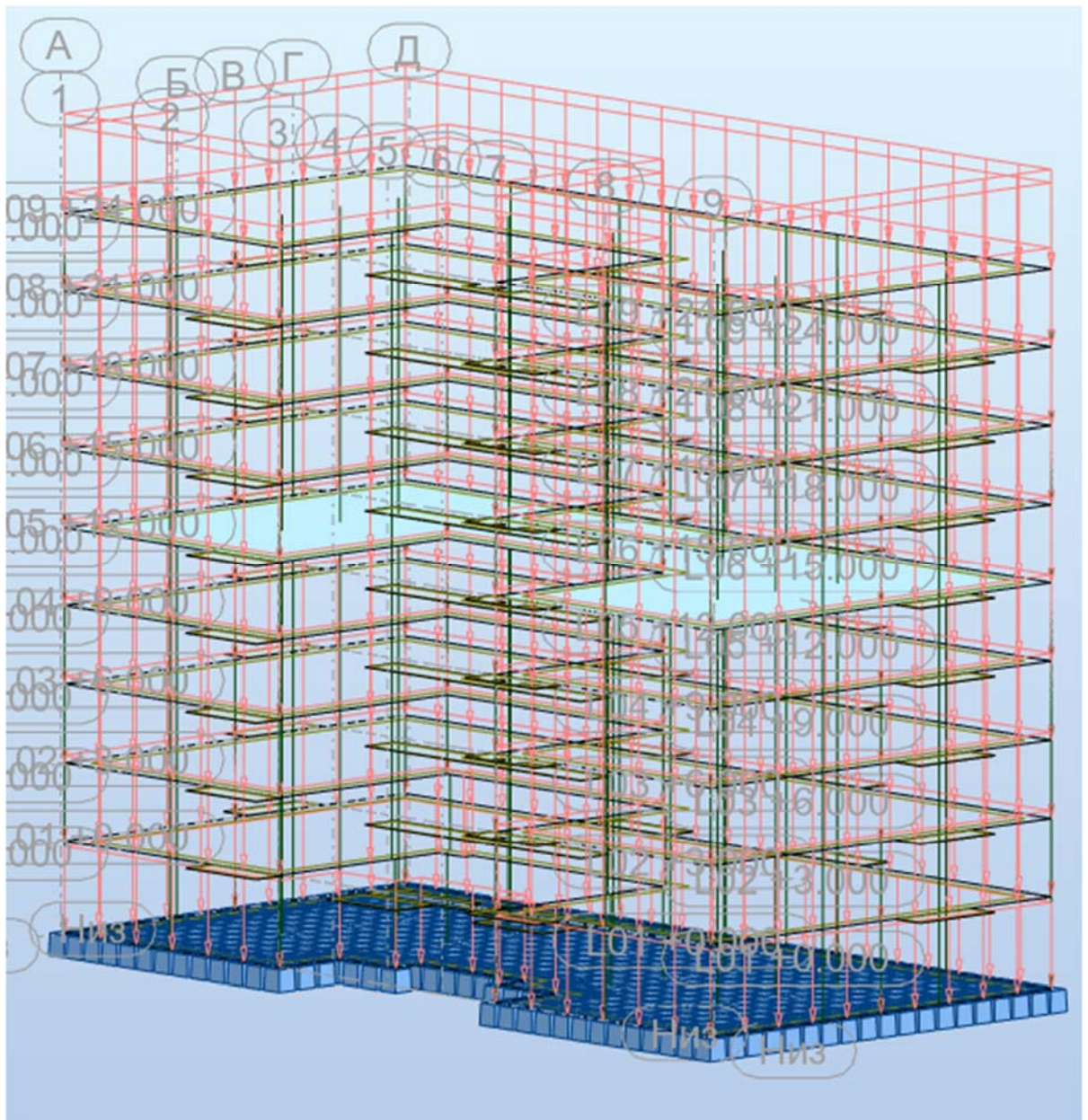


Рисунок 2.8 – Постійне навантаження на будинок

#### 2.1.4 Результати розрахунку конструкції

Розрахунок проведено за граничним станом першої групи. В результаті отримано карти армування із графічним відображенням необхідної площі армування.

Також результатом розрахунку є підбір арматурних стержнів для конструкторських креслень. Карта нижнього армування в напрямку осі X вказана на рисунку 2.9.

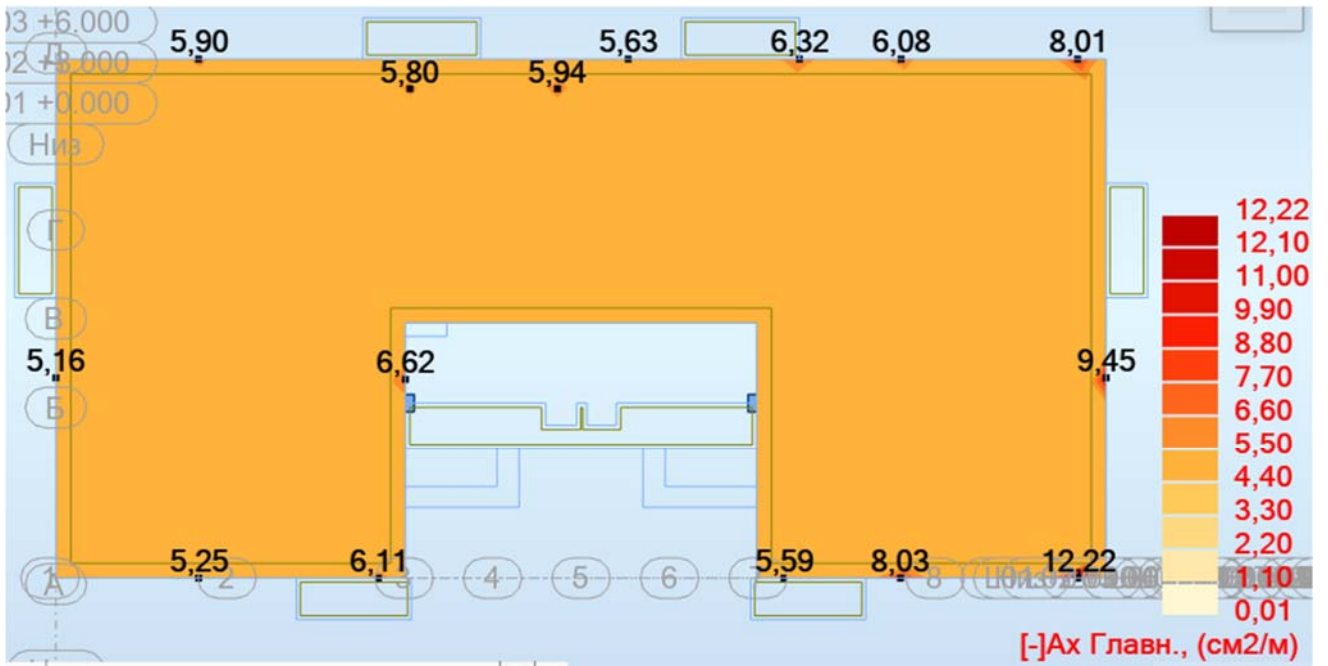


Рисунок 2.9 –Карта нижнього армування по осі X

Розрахунок виконано для плити перекриття на відмітці +12,000м. Максимальна площа нижнього армування по осі X становить 12,22см<sup>2</sup>. Ділянки найбільшого армування розміщені біля примикання крайових колон по осі 9. Карта нижнього армування по осі Y зображена на рисунку 2.10.

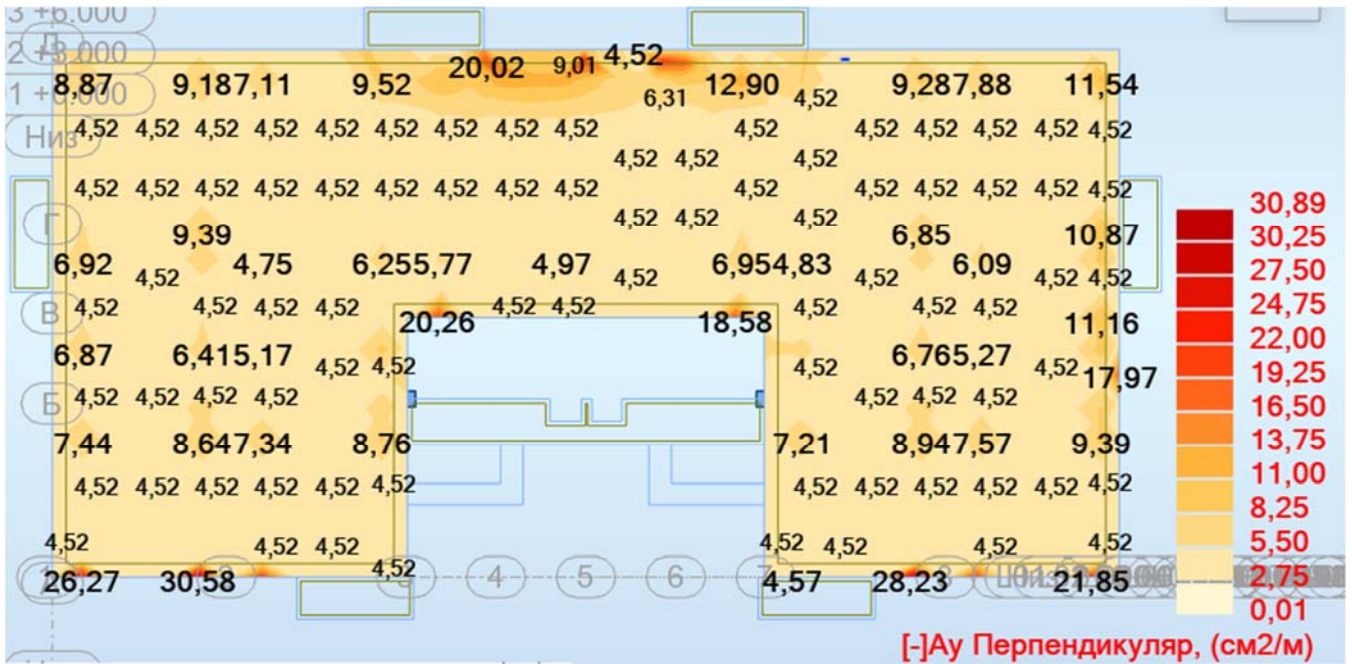


Рисунок 2.10 –Карта нижнього армування по осі Y



Максимальне армування в нижній зоні по осі Y становить  $30,89\text{см}^2$ . Ділянки із найбільшою кількістю стержнів у зоні примикання балконів та біля зовнішніх колон. Карта армування верхньої зони плити по осі X подана на рисунку 2.11.

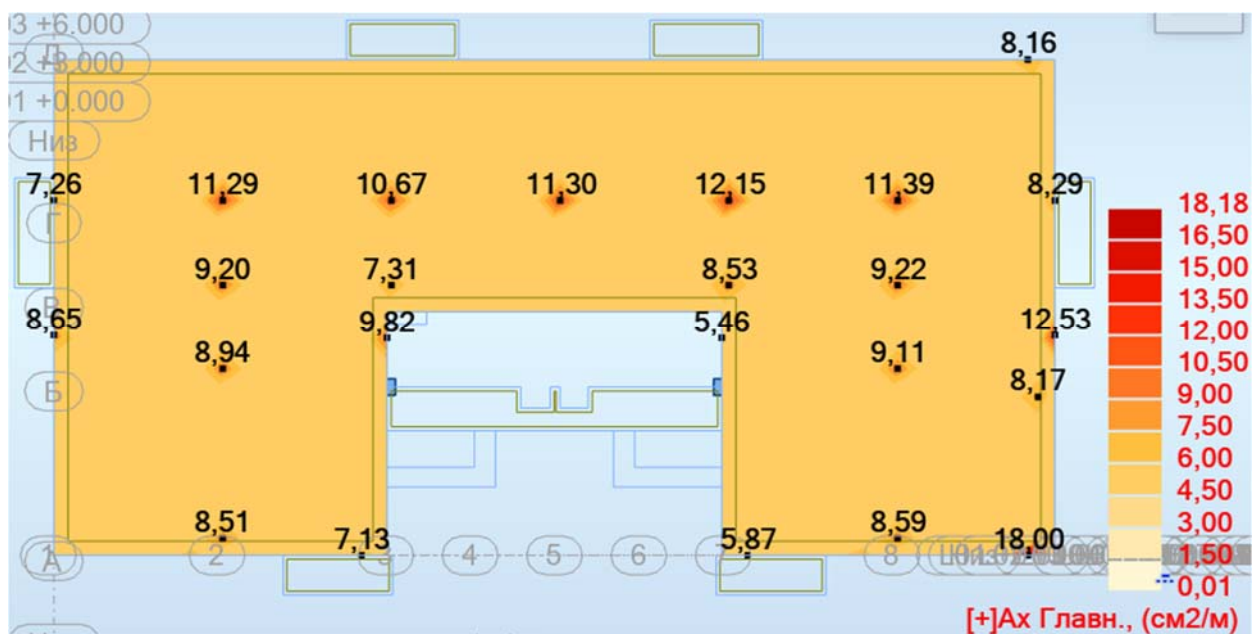


Рисунок 2.11 – Карта верхнього армування по осі X

Найбільше значення армування верхньої зони по осі становить  $18,18\text{см}^2$  та розміщене у місцях влаштування внутрішніх колон. Карта армування верхньої зони плити по осі Y подана на рисунку 2.12.



Рисунок 2.12 – Карта верхнього армування по осі Y

Величина значення армування найбільше спостерігається в зона зовнішніх колон. Максимальна площа становить 24,56 см<sup>2</sup>.

Для заданої плити отримано карту армування із значеннями стержнів та напрямком розкладки для подальшого креслення. Карта подана на рисунку 2.13.

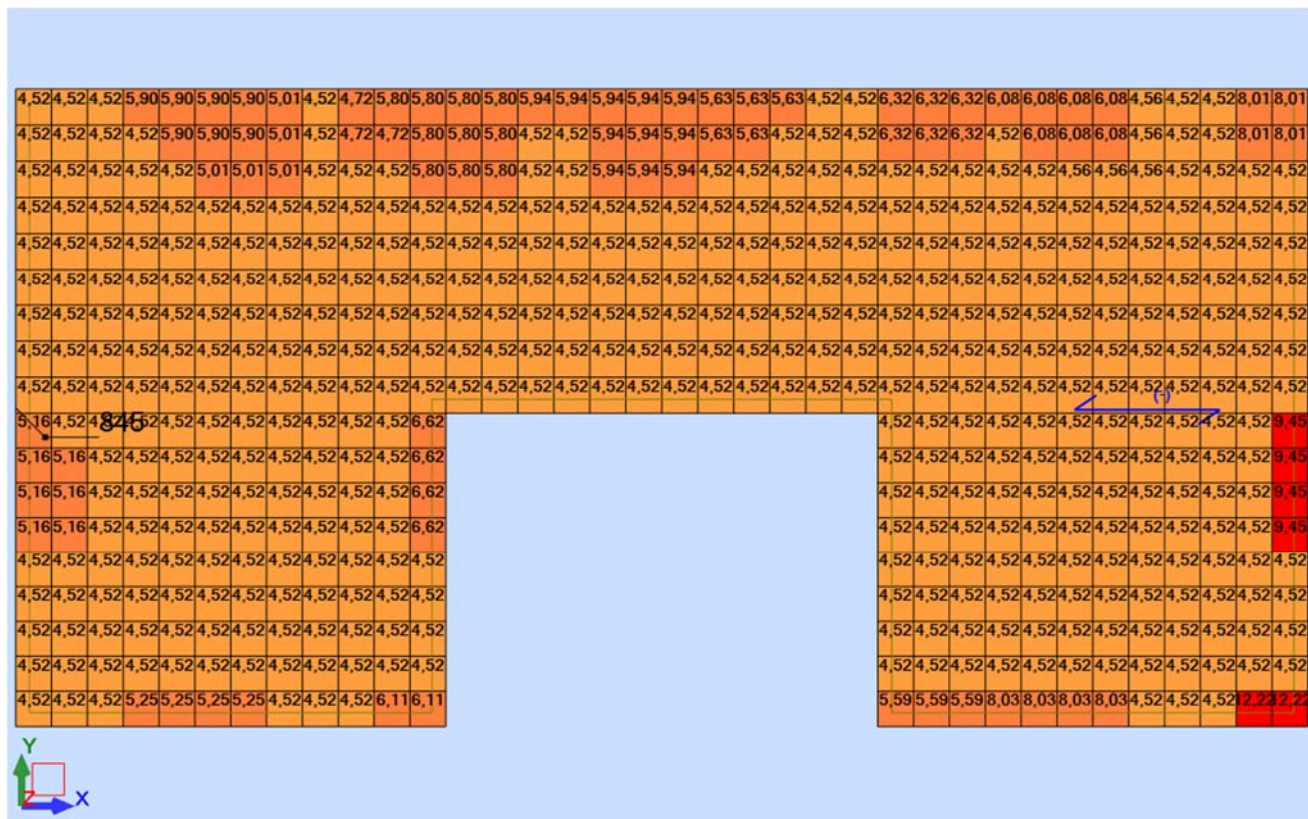


Рисунок 2.13 – Карта армування із значеннями для елемента

Значення площі армування для скінченних елементів плити та експлікація подана на рисунку 2.14.

	Колір	$\phi_1$	$\phi_2$	S (м)	Амакс (см <sup>2</sup> /м)	Амін (см <sup>2</sup> /м)	Вид
	Червоний	12		0,03	---	>37,70	<input checked="" type="checkbox"/>
	Червоний	12		0,03	37,70	>18,85	<input checked="" type="checkbox"/>
	Червоний	12		0,06	18,85	>9,42	<input checked="" type="checkbox"/>
	Оранжевий	12		0,12	9,42	>4,71	<input checked="" type="checkbox"/>
	Оранжевий	12		0,24	4,71	>0,00	<input checked="" type="checkbox"/>
	Синій	---	---	---	0,00	---	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 2.14 – Значення площ армування для скінченних елементів

Для арматури прийнята несуча арматура класу А400С діаметром 12мм. Крок арматури коригується у зонах із збільшеними навантаженнями відповідно до карти армування.

Розрахунок для колони виконано Autodesk Robot Structural Analysis 2021. Розрахунок проведено для крайньої кутової колони на пересіченні осей А та 1. Розрахункова модель у Robot подана на рисунку 2.15.

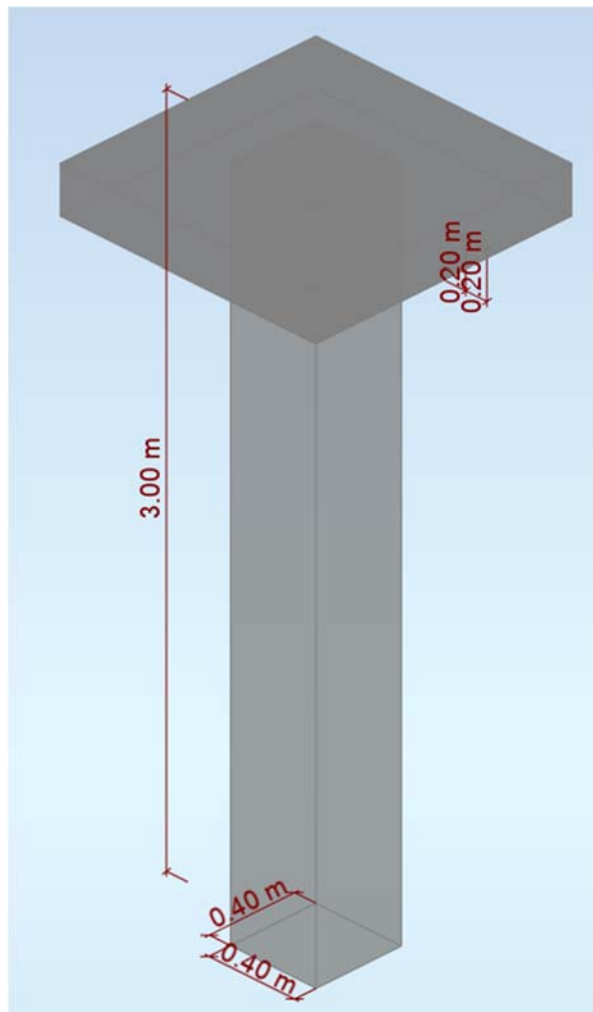


Рисунок 2.15 – Розрахункова модель залізобетонної колони

Навантаження, які задано на загальну модель конструкції використано для підбору площі армування в окремі колоні. Матеріал для колони – бетон С20/25. Висота колони для житлових поверхів – 3000мм. Висота колон комерційних приміщень 3300мм. Модель із розміщенням розрахованої арматури вказана на рисунку 2.16.

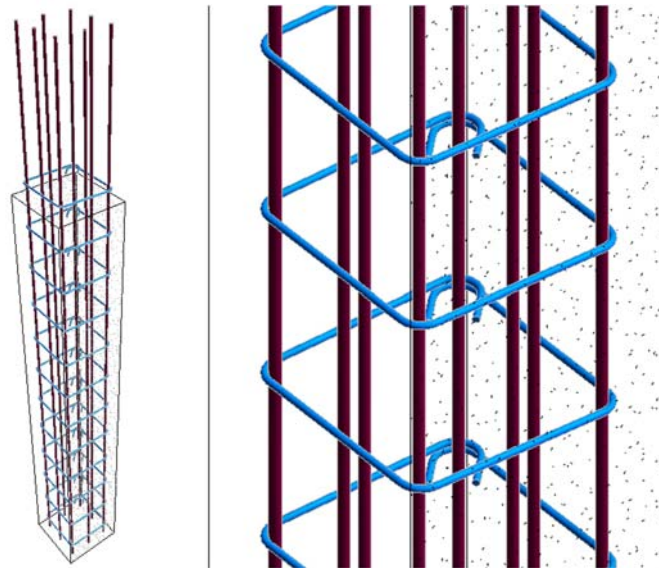


Рисунок 2.16 – Модель розміщення арматури в тілі залізобетонної колони

Згідно розрахунку для колони прийнято вісім стержнів повздовжньої арматури періодичного профілю класу А400С діаметром 16мм із симетричним розташуванням. Для поперечних елементів вибрано хомути періодичного профілю класу А400С діаметром 10мм. Схема розміщення стержнів подана на рисунку 2.17.

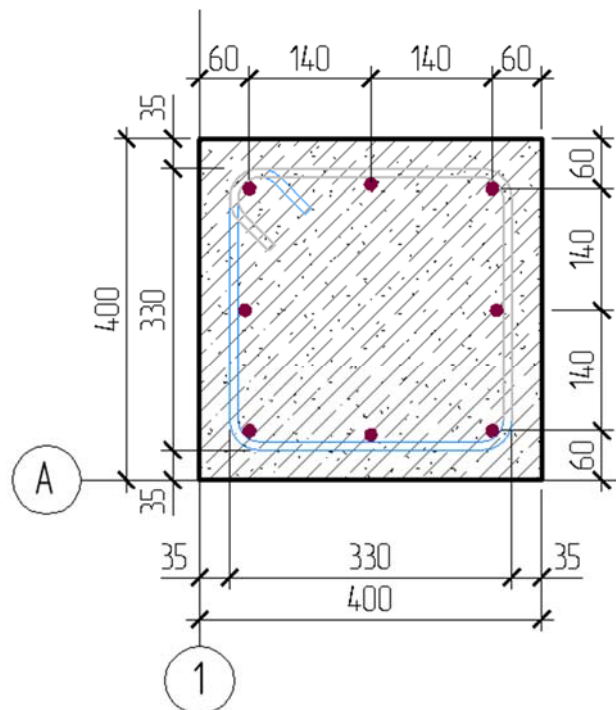


Рисунок 2.17 –Схема розміщення арматури в перерізі залізобетонної колони



Крок хомутів прийнято 250мм. Із колони передбачено випуски для зв'язки із арматурним каркасом. Схема вертикального розміщення хомутів подана на рисунку 2.18

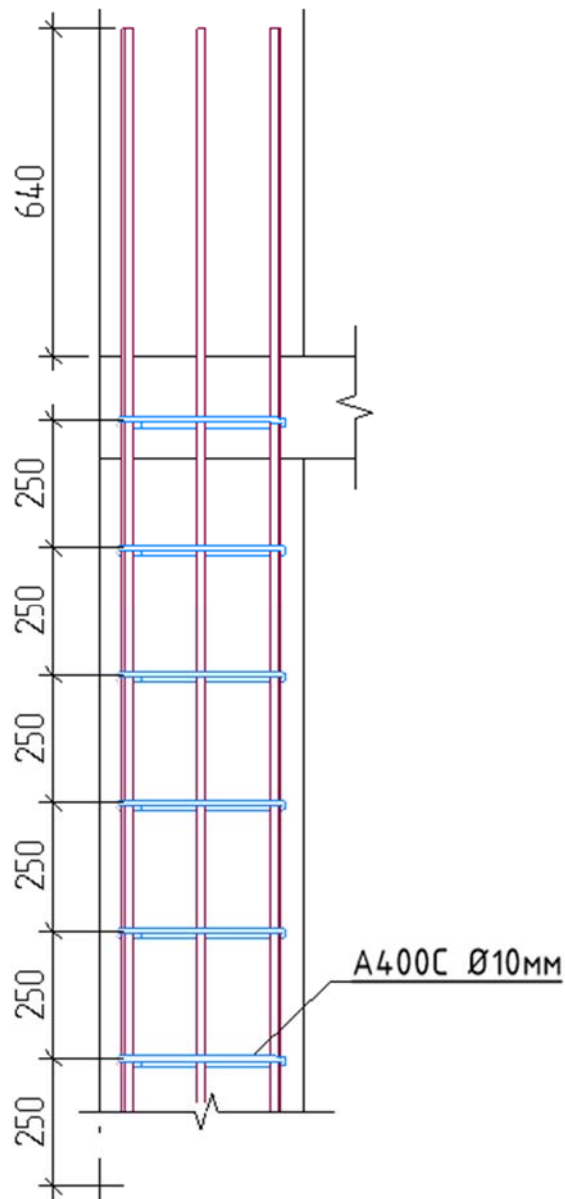


Рисунок 2.18 –Схема розміщення поперечної арматури в тілі залізобетонної колони

Поперечну та повздовжню арматуру колони розміщують згідно конструкторських креслень і закріплюють між собою в'язальним дротом у проектному положенні. Готовий каркас розташовують в розбірні опалубці по рівню. Витрата арматури для однієї колони житлового поверху вказано в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Специфікація арматури колони житлового поверху

№ п.п.	Позначення	Найменування	Довжина, мм	К-ть, шт.	Маса м.п., кг	Маса заг., кг
1	ДСТУ 3760:2019	Ø10 А400С	1420	12	0,61	10,51
2	ДСТУ 3760:2019	Ø16 А400С	3640	8	1,58	46,01
	Всього:					56,52

Витрата бетону для однієї плити, а також для монолітних колон житлового та комерційного поверхів подана у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Відомість витрати бетону

№ п.п.	Позначення	Найменування	Матеріал	Об'єм од, м <sup>3</sup>	К-ть, шт.	Заг. об'єм, м <sup>3</sup>
1	ДСТУ Б В.2.7-176:2008	Колона житлового поверху (h=3000мм)	Бетон С20/25	0,448	272	121,85
2	ДСТУ Б В.2.7-176:2008	Колона комерційного поверху (h=3000мм)	Бетон С20/25	0,528	34	17,95
3	ДСТУ Б В.2.7-176:2008	Плита перекриття t=200мм	Бетон С20/25	104,730	7	733,11
4	ДСТУ Б В.2.7-176:2008	Плита покриття поверху t=200мм	Бетон С20/25	104,730	1	104,73
	Всього:					977,64

## 2.2 Висновки за розділом 2

Після проведеного розрахунку аналітичної моделі будинку у програмі Autodesk Robot Structural Analysis 2021 конструкція підготовлена до виконання опалубочних та конструкторських креслень. Інтеграційний зв'язок між програмами забезпечено із переданням розрахованих даних у інформаційну Autodesk Revit 2020 через Robot Structure Analysis Link.

Відповідно до розрахунку конструкції під впливом комплексу навантажень силових факторів отримано такі дані витрати матеріалів:

- 1) Витрата арматури Ø10 A400С для колони житлового поверху - 10,51кг;
- 2) Витрата арматури Ø16 A400С для колони житлового поверху - 56,52кг;
- 3) Витрата бетону для колони житлового поверху – 0,448 м<sup>3</sup>;
- 4) Витрата бетону для колони комерційного поверху – 0,52 м<sup>3</sup>;
- 5) Витрата бетону для плити перекриття та покриття– 104,73м<sup>3</sup>;
- 6) Загальна витрата бетону для колон та плит– 977,64м<sup>3</sup>.

## РОЗДІЛ 3

### НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ

#### 3.1 Постанова задач дослідження

Проектний будинок складається із монолітних перекриттів, що опираються на залізобетонні колони. Перевитрата матеріалів у масштабах будівництва багатоповерхових будинків може завдати великих збитків будівельним компаніям. Для оптимального використання ресурсів необхідно виконати максимально точний розрахунок конструкцій із відповідним підбором січень та міцнісних властивостей матеріалів.

Витрата зайвої кількості матеріалу виникає через можливі помилки у процесі створення та опрацювання креслень будівельних конструкцій. Більшість сучасних будинків вимагають не тільки лінійного створення плоских графічних елементів, а й моделювання повноцінної просторової моделі споруди. Створена модель піддається коригуванню на етапі розробки. Такий підхід дозволяє уникнути втрат завдяки підбору оптимальних конструкцій та їх розташуванню в просторі будинку.

Елементами дослідження використано плиту перекриття на відмітці +12,000, кутова залізобетонна колона, що опирається на задану плиту, а також загальний каркас дев'ятиповерхового будинку.

У даній роботі запропоновано створення та використання у розрахунку інформаційної моделі дев'ятиповерхового житлового будинку. Основними складовими матеріалами несучих елементів конструкції проектного будинку є бетон С20/25 та арматура періодичного профілю класу А400С. Основною проектування є визначення властивостей цих матеріалів під дією силових факторів та відповідність їхніх характеристик до умов навантаження.

В результаті розрахунку необхідно отримати підібрані значення діаметрів для поздовжньої й поперечної арматури колони, а також зони армування плити перекриття.

### 3.2 Дослідження будівельних конструкцій з використанням методу скінченних елементів

Для дослідження конструкції обрано розрахунок методом скінченних елементів [6]. Розрахунок виконано у програмному комплексі Autodesk Robot.

Етапи дослідження розділені на такі етапи:

- проектування планів будинку у програмі Autodesk Revit 2020;
- отримання узагальненої інформаційної моделі;
- виведення аналітичної моделі;
- перенесення через Robot Structure Analysis Link даних у розрахункову програму;
- опрацювання та коригування властивостей матеріалів конструкції у Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021;
- задання навантаження на будинок;
- розрахунок окремих елементів із підбором теоретичного та фактичного армування та отримання конструкторських креслень.

У основі розрахунку методу скінчених елементів лежить розподілення конструктивних елементів на сегменті деталі із властивостями основних частин. Точність отримання результатів залежить від отримання даних якомога більшої кількості частин. Кількість скінченних елементів для розрахунку плити перекриття житлового будинку було прийнято із кроком 1м.

Фрагментація елементів регулюється програмно в залежності від типу конструкції. Колона квадратного січення 400×400мм у Robot Structural розраховується як умовний стержень.

При перенесенні із Autodesk Revit 2020 аналітичної моделі у Robot Structure Analysis автоматично формуються вузли закріплення та з'єднання елементів. Розміщення елементів та вузли підлягають коригуванню на правильність з'єднання у просторовому розміщенні. Схема конструкції із сіткою скінченних елементів подана на рисунку 3.1.

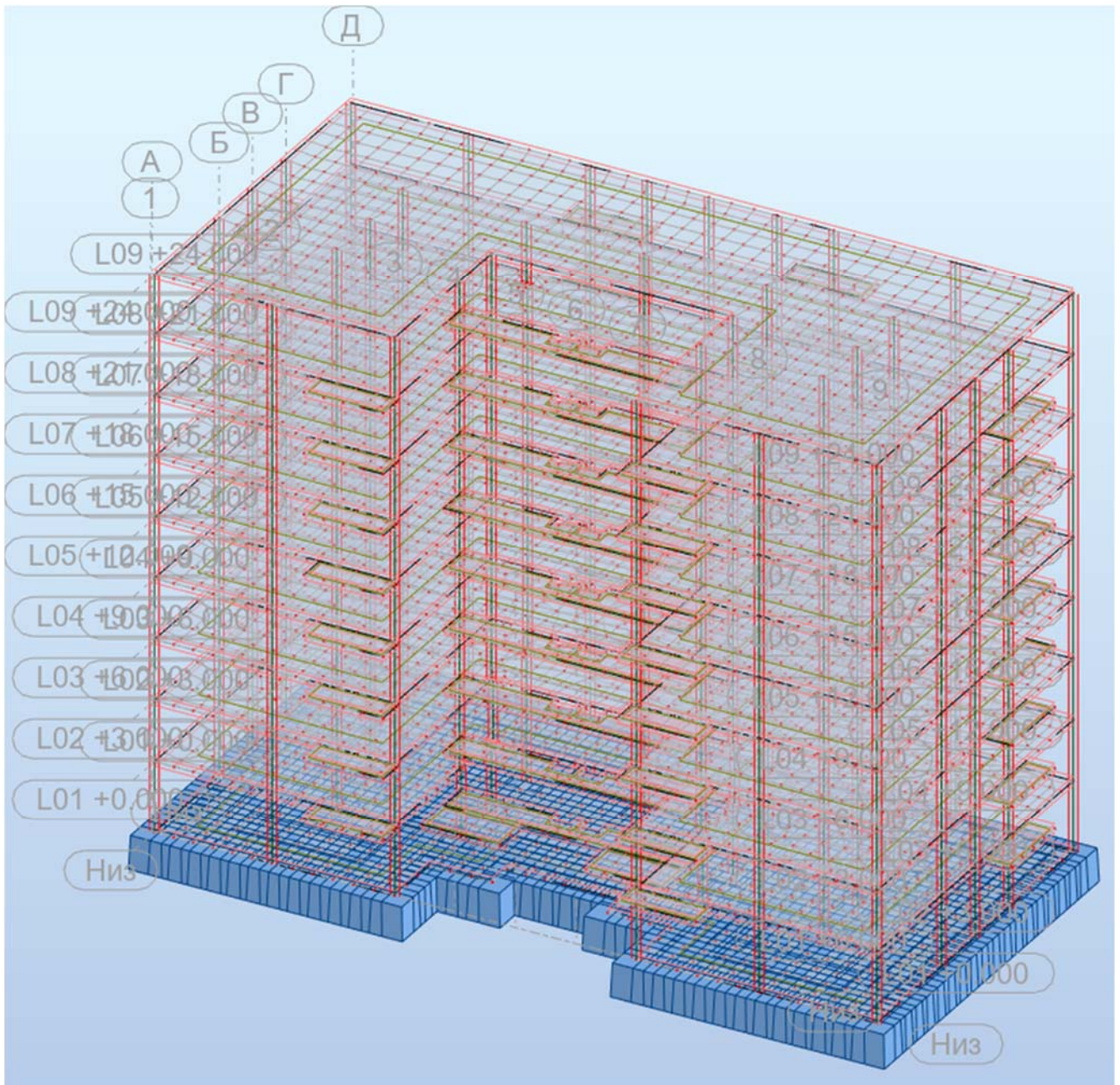


Рисунок 3.1 –Схема сітки скінченних елементів конструкції

Для моделі задані тимчасові, постійні та кліматичні навантаження, а також від власної ваги. Програма враховує різноманітні геометричні форми та їх зв'язок [7] для компонентів несучого каркасу.

Внаслідок виконаної серії програмних розрахунків, отримано підбір значення несучої арматури. Маса конструктивних елементів визначена автоматично.

Модель розрахована по першій групі граничних станів до непридатності конструкції до подальшої експлуатації.



### 3.3 Результати дослідження

Узагальненні результати дослідження одразу відображаються на моделі. У програмі виконано дослідження напружено-деформованого стану монолітного залізобетону [8]. Вплив навантаження від комбінації дії усіх силових факторів по осі X відображено на рисунку 3.2.

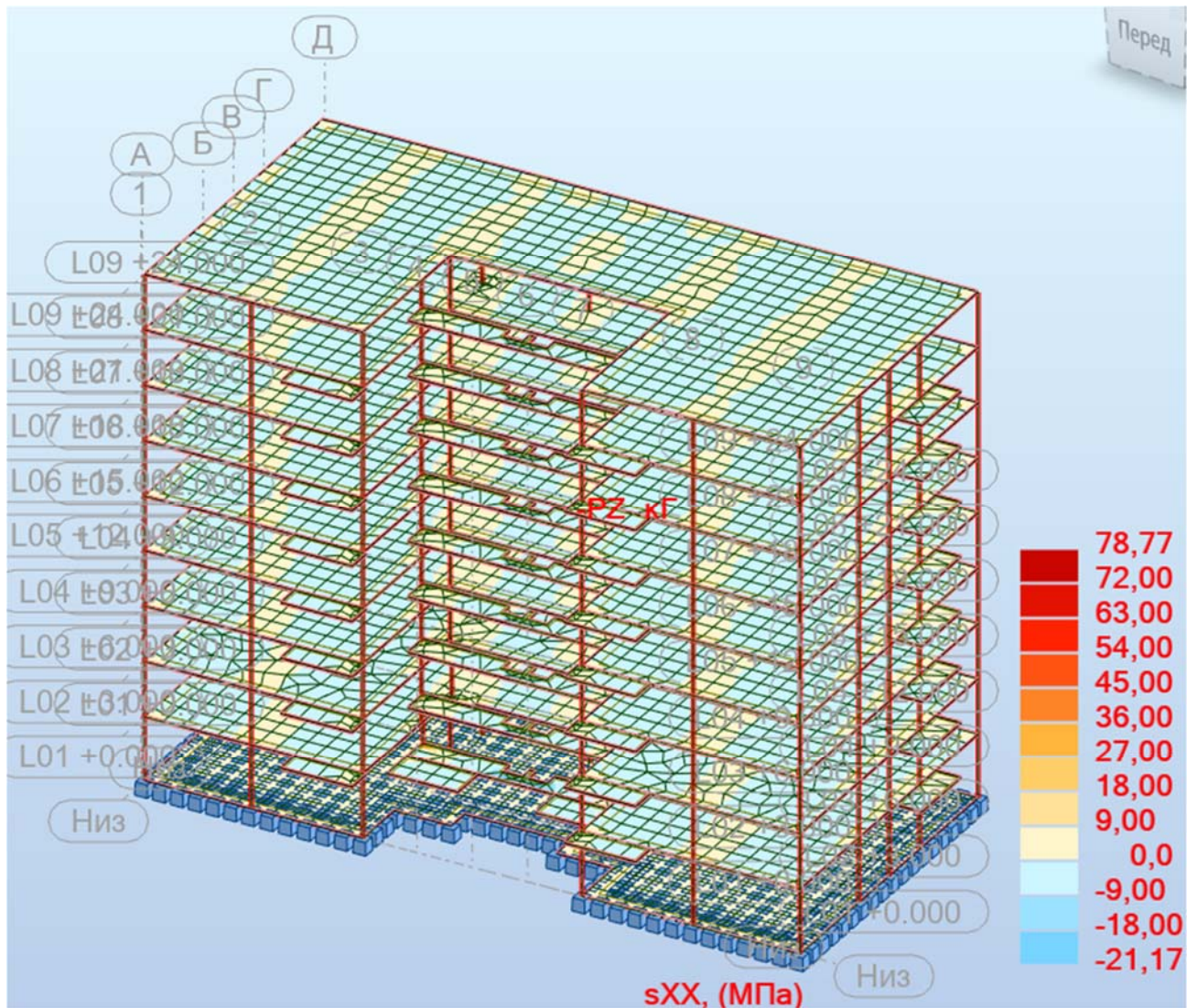


Рисунок 3.2 –Вплив комбінації навантажень на конструкцію по осі X

Найбільше значення силового впливу становить 78,77МПа. Максимальні переміщення від дії силових факторів по осі X становлять в межах 0,2см. Максимальне значення зусиль по осі Y становить 83,56МПа. Значення впливу навантаження по осі Y більше на 5,74% від X.



Різниця величин зумовлена прикладанням площинного навантаження по фасаду в осях 9-1 у вигляді вітрового впливу. Приріст силового фактору вимагає збільшення площі арматури у зонах впливу, що відображено на картах армування для плит перекриття. Накопичення зусиль відносно осі X спостерігається у зонах обпирання на колони. Вплив навантаження по осі Y відображено на рисунку 3.3.

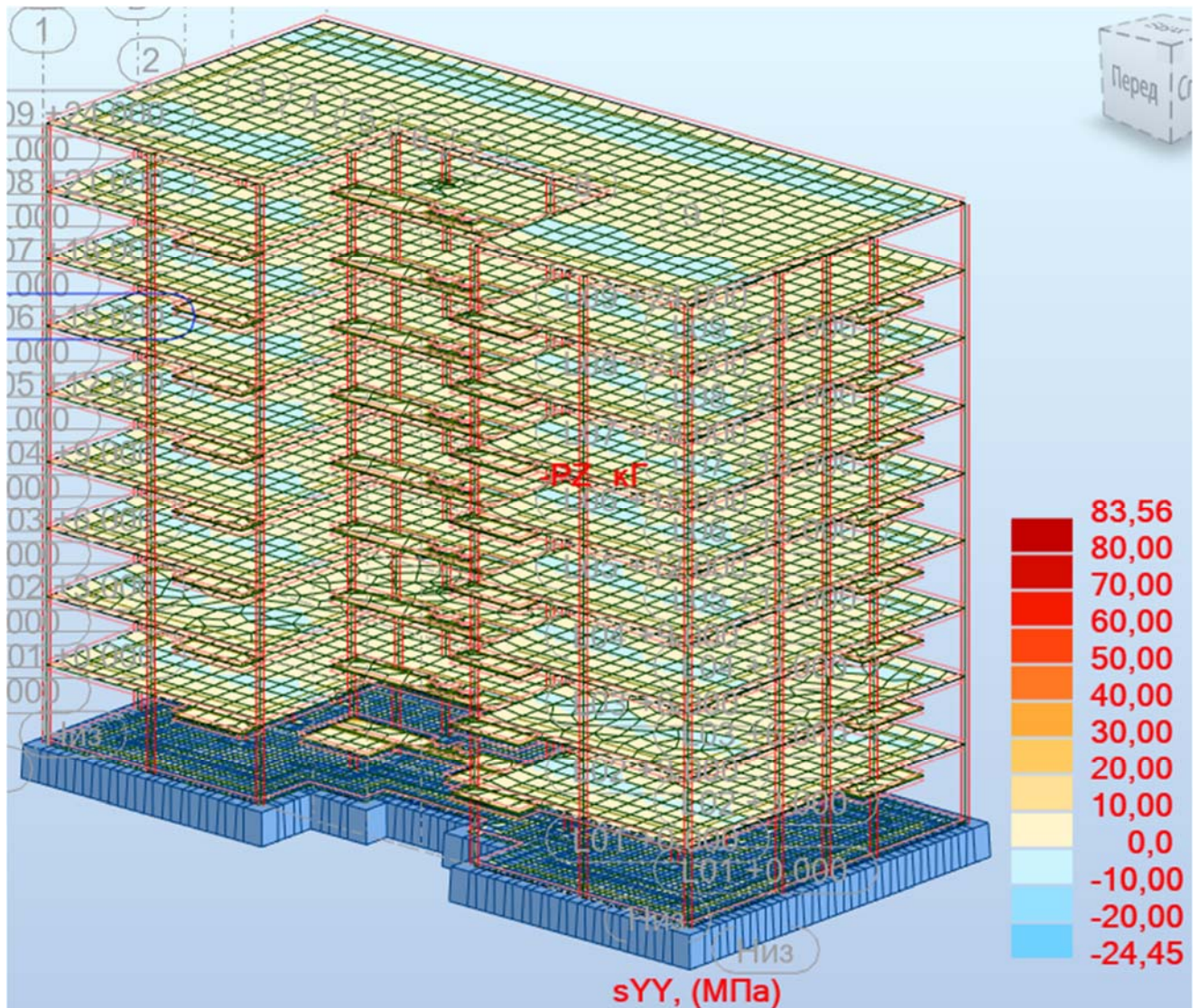


Рисунок 3.3 –Вплив комбінації навантажень на конструкцію по осі Y

В результаті розрахунку отримано дані по впливу мембранних сил N. Величина зусиль накопичується із приростом у нижніх плитах, зокрема, у плиті перекриття над поверхом комерційного призначення. Найбільше значення зусиль по осі X становить 125,63кН/м. Зусилля відображені на рисунку 3.4.



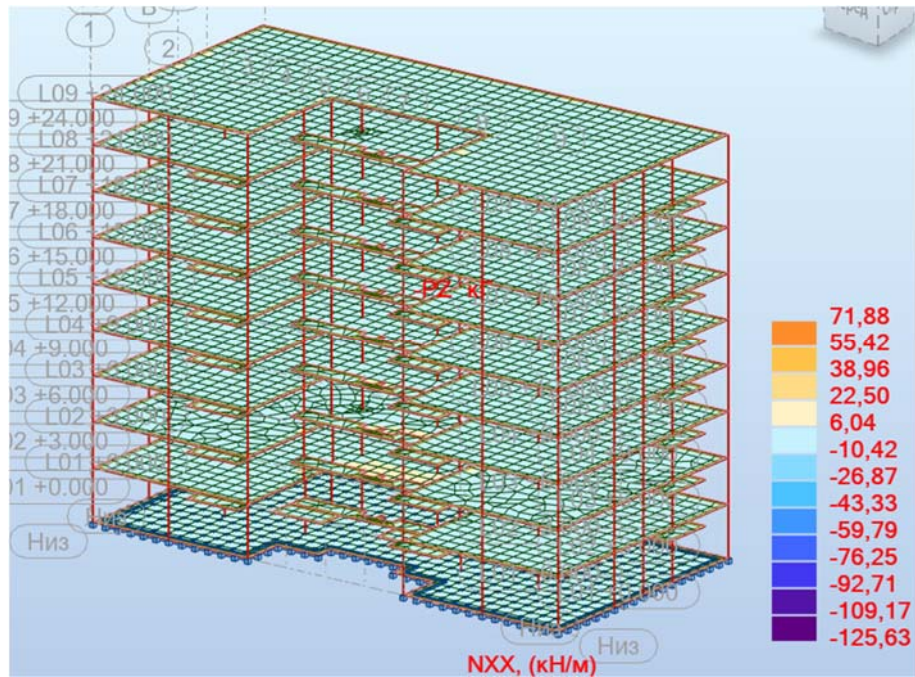


Рисунок 3.4 –Вплив навантажень N на конструкцію по осі X

Зусилля N по осі Y на 47,75% перевищують значення осі X та становлять у максимальних значеннях 240,43кН/м. Вплив навантаження вказано на рисунку 3.5.

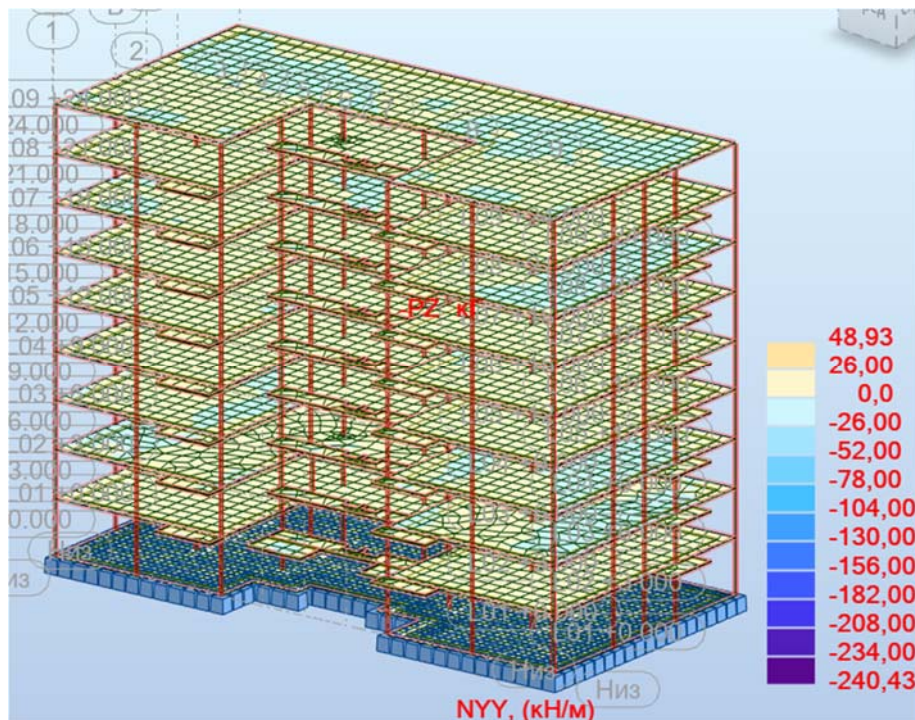


Рисунок 3.5 –Вплив навантажень N на конструкцію по осі Y

У процесі розрахунку встановлено дію моментів на залізобетонний каркас. Максимальні значення в напрямку по осі X становлять 296,04кНм/м. Розміщення моментів у по моделі конструкції подано на рисунку 3.6.



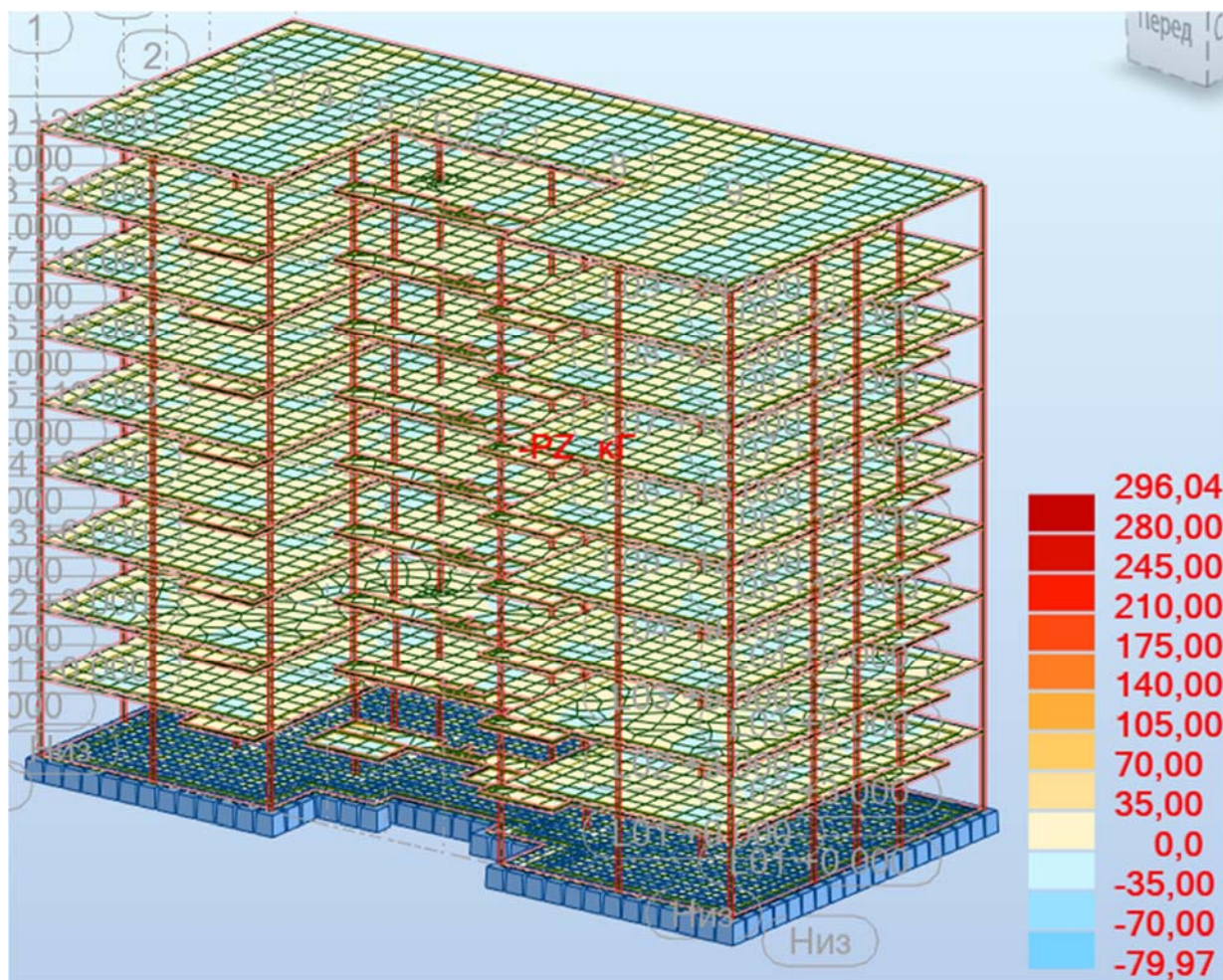


Рисунок 3.6 – Вплив моментів  $M$  на конструкцію по осі  $X$

Приріст величини зусиль спостерігається у з'єднаннях сходових площадок із колонами, а також у зовнішніх кутових колонах по фасаду 1-9. Максимальні значення моментів для осі  $Y$  аналогічні осі  $X$ . Приріст спостерігається сходових площадках із значенням  $296,04 \text{ кН/м}$ , що вимагає детальнішого опрацювання при розробці конструкцій для зменшення навантаження через збільшення зони закріплення плит. У зовнішніх кутових колонах із сторони входу у під'їзд будинку значення моментів досягають найбільших значень серед усіх колон та не перевищують  $80 \text{ кНм/м}$ .

У Autodesk Robot Structural Analysis 2021 внаслідок дослідження побудовано графічний вплив на розрахункову модель конструкції. Модель відображає прогнозовану [9] поведінку переміщення та руйнування залізобетону під впливом дії навантажень. Графічне переміщення подано на рисунку 3.7.



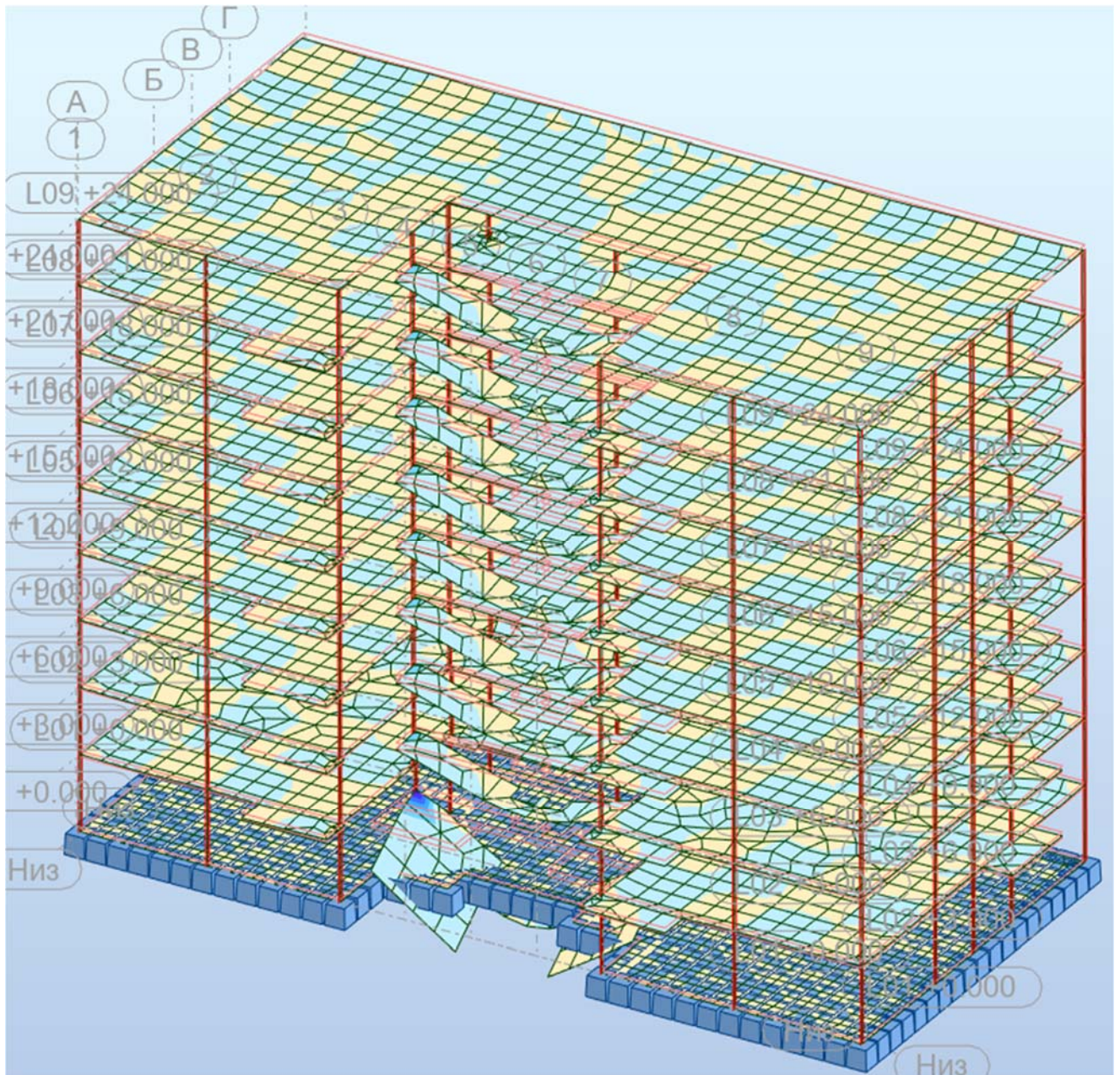


Рисунок 3.7 – Модель руйнувань та переміщень розрахункової моделі

### 3.4 Висновки за результатами дослідження

Використаний метод програмного дослідження дозволив спрогнозувати утворення зусиль та моментів у монолітні залізобетонні конструкції. Задані параметри напрямку дії сил відображені на графічних схемах.

Приріст зусиль від комплексу навантаження по осі X виявлено у прольотах плити перекриття в ділянках між колонами. По осі Y зусилля зосереджені у краях плит вздовж переднього та заднього фасадів.

Дія мембранних зусиль  $N$  по осі  $X$  розподілено по площині плити. По осі  $Y$  навантаження розміщено переважно частині фасаду 9-1.

Найбільші значення моментів  $M$  у конструкції зосереджено у місцях примикання колон та у зонах закріплення плити сходових площадок.

Переміщення на розрахункові моделі найбільше діють у прольотах між колонами у ділянках біля фасаду 9-1. Це зумовлено конструктивним фактором через збільшення кроку колон в цій частині будинку із 3000мм до 6000мм.

Виконане дослідження у комплексі Robot Structural Analysis 2021 є основою для ефективного підбору й розміщення площ армування, кількості та кроку стержнів у місцях накопичення силових впливів в несучих елементах будинку. Використаний програмний розрахунок методом скінченних елементів може бути використаним для розрахунку інших та більш складних конструкцій із монолітного залізобетону.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 4.1 Загальна частина

Даним робочим проектом передбачені санітарно – гігієнічні і лікувально - профілактичні заходи, що направлені на збереження здоров'я і працездатності робітників при виконанні будівельних робіт.

При укладанні трудового договору кожен працівник має бути проінформований адміністрацією під розписку про умови праці на підприємстві, де він буде працювати, про небезпечні та шкідливі виробничі фактори і можливий їх вплив на здоров'я і його права на пільги і компенсацію за роботу в таких умовах у відповідності з законодавством і трудовим договором.

Для запобігання нещасних випадків при експлуатації та обслуговування обладнання і виникнення пожеж, необхідно керуватися правилами з техніки безпеки і протипожежній охороні, викладеними в інструкціях по експлуатації обладнання.

В технологічних процесах ремонту використовуються машини, механізми і обладнання, які відповідають вимогам безпечних умов виробництва, інструкціям по експлуатації які надані заводами – виробниками.

Організація, яка виконує будівельні і земляні роботи, повинна представити експлуатаційним спеціалізованим підприємствам газового господарства (СПГГ) проект виконання робіт.

Вимоги до підйомно – транспортних механізмів, будівельного обладнання, електроприладів та ін. техніки, а також до виконання будівельних робіт викладені в діючих нормативно – правових актів з питань охорони праці.

При виконанні будівельно – монтажних робіт необхідно виконувати вимоги норм ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і

промислова безпека у будівництві. Основні положення” та інших нормативних документів з техніки безпеки та виробничої санітарії.

#### **4.2 Основні заходи з охорони праці і техніки безпеки**

- Забезпечення всіх працівників, відповідно існуючих норм, засобами індивідуального та колективного захисту (спецодяг, взуття, окуляри та ін.);
- вивчення всіма працівниками правил техніки безпеки під час виконання дорожньо – будівельних робіт;
- проведення перед початком робіт необхідного інструктажу з техніки безпеки їх виконання;
- облаштування робочих місць плакатами з техніки безпеки виконання відповідних робіт;
- організація перевезення працівників до місця робіт тільки на обладнаних автомобілях;
- влаштування освітлення у нічні часи робочих місць відповідне їх огороження;
- забезпечення будівельних ділянок приміщеннями та спорудами санітарно – побутового призначення, відповідно вимог нормативних документів з техніки безпеки, виробничої санітарії та ін.

З питань умов безпеки праці в ПВР повинні бути відображені організаційні заходи:

- з безпечного застосування машин та механізмів;
- з попередження небезпечної дії електричного струму;
- з попередження дії на людей шкідливих виробничих чинників та ін.

Зазначені заходи повинні визначити як перелік робіт, що виконуватимуться за нарядами – допусками, так і спільні дії замовника та генпідрядника з виконання робіт в зоні діючих споруд, комунікацій та установок, з забезпеченням безпечного їх виконання

### 4.3 Основні заходи по охороні праці в будівництві

Згідно з Законом України «Про охорону праці», усі працівники при прийнятті на роботу і в процесі роботи повинні пройти інструктаж (навчання) з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки в разі виникнення аварії, згідно з типовим положенням, затвердженим Державним комітетом України з нагляду за охороною праці.

На будівельному майданчику, ділянці, робочому місці повинні бути суворо дотримані всі вимоги техніки безпеки.

Інженерно – технічний персонал, який керує роботою, повинен вивчити правила техніки безпеки та охорони праці з усього комплексу робіт, а для робітників усіх спеціальностей повинні бути організовані курси з вивчення цих правил та посадових інструкцій. Забороняється допуск робітників до будь – яких робіт без вступного інструктажу.

На об'єкті повинні бути аптечки з медикаментами та інші засоби для надання першої допомоги постраждалим.

На майданчиках, де це потрібно за умовами робіт, біля обладнання, машин і механізмів, на автомобільних дорогах та інших небезпечних місцях, повинні бути вивішені добре видимі, а в темний час доби освітленні попереджувальні та вказівні написи і знаки безпеки, плакати та інструкції з техніки безпеки, в необхідних умовах повинні бути влаштовані огороження.

При ущільненні бетонної суміші електровібратором слід дотримуватися наступних вимог:

- робітників з вібраторами піддавати періодичному медичному огляду;
- рукоятки вібраторів постачати амортизаторами;
- не переміщувати руками поверхневі вібратори, ручне переміщення вібраторів під час віброущільнення проводити за допомогою гнучких тяг;
- при перерві в роботі, а також при переходах бетонярів з одного місця на інше електровібратори відключити; після роботи вібратори і шлягові проводи очистити від бетонної суміші і бруду, насухо протерти.

Усі пускові електричні пристрої повинні бути обладнані кожухами, місця їх установки – огороженні. Металеві частини машин і механізмів з електричними проводами повинні бути заземлені.

Силовий шланговий кабель, що підводить напругу до двигунів пересувних машин і механізмів, при їх роботі повинен вільно переміщуватися і бути захищений від механічних пошкоджень. Для переносних світильників напруга повинна бути не вище 36В.

На основі правил техніки безпеки повинні бути розроблені інструкції з техніки безпеки, які вивішуються на стаціонарних робочих місцях та видаються на руки робітникам. На усіх небезпечних об'єктах робіт і робочих місцях повинні бути вивішені плакати та застережені написи з техніки безпеки. Робочі місця повинні бути підготовлені з дотримання усіх вимог правил техніки безпеки, що встановлені для виконуваних видів робіт.

Якщо в зону перебування робітників можуть потрапляти газу, пилю, пара, то необхідно робітників забезпечити відповідними індивідуальними захисними пристроями (респіраторами, протигазами тощо).

Робочі місця, недостатньо освітлені природнім світлом включаючи й місце навантажувально – розвантажувальних робіт, мають освітлюватись й штучним світлом і в денний час відповідно до діючих норм.

Рухомі частини машин і механізмів, до яких можуть доторкатися робітники необхідно негайно огорожувати. Переміщення механізмів під електропроводами й найвищою точкою механізму не менш як 2м.

Після вимкнення механізму з електромережі проводи, які можуть перебувати під напругою, повинні бути повністю вилучені. У разі потреби залишити проводи (навіть на короткий час), з яких потрібно зняти напругу, а після повного завершення робіт їх ізолювати й підняти на висоту не менш ніж 2,5м від підлоги (помосту, землі). Вмикати електричні прилади (установки), інструменти та освітлення треба тільки за наявності відповідних вимикачів або штепсельних з'єднань. З'єднувати кінці проводів категорично забороняється.



Електрорубильники в приміщеннях необхідно обладнати глухими захисними кожухами, щоб виключити всяку можливість контакту з частинами, які перебувають під напругою. Рубильники поза приміщеннями обов'язково слід закривати в спеціальні коробки із замками. Зберігати сторонні речі в цих коробках забороняється.

Напруга для ручних переносних ламп повинна бути не вищою 36В, а вразі роботи в особливо вологих місцях, колодязях, котлах, цистернах, металевих резервуарах та інших аналогічних умовах – не вище 12В. Виконувати будь - який ремонт або налагоджувати електроустаткування без відома електрика забороняється.

Прокладання електропроводів у тих місцях, де можливе безпосереднє доторкування до нього працюючих, має відповідати діючим нормам та правилам. Повітряний електропровід влаштовують на стовпах з ізоляторами відповідно до правил улаштування електричних установок високої напруги. Металеві частини електроустановок та обладнання необхідно заземлювати. Неізольовані частини електроустановок треба надійно огороджувати для захисту від випадкового доторкання. Захисні кожухи слід виготовляти з вогнетривкого і діелектричного матеріалу.

Відповідальність за впровадження при будівництві природоохоронних заходів, заходів з техніки безпеки, охорони праці, пожежної безпеки, електричної безпеки, а також заходів із забезпечення санітарно – гігієнічних вимог та дотримання вимог з охорони праці працюючих на будівництві лежить на генпідрядній будівельній організації.

#### **4.4 Навчання з питань охорони праці**

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником: новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство або до фізичної особи, яка використовує найману працю; який переводиться з одного структурного підрозділу підприємства до іншого;

який виконуватиме нову для нього роботу; відрядженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт.

Повторний інструктаж на робочому місці індивідуально з окремим працівником або групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу.

Повторний інструктаж проводиться в терміни, визначені нормативно-правовими актами з охорони праці, які діють у галузі, або роботодавцем (фізичною особою, яка використовує найману працю) з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше: на роботах з підвищеною небезпекою - 1 раз на 3 місяці; для решти робіт - 1 раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці: при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні змін та доповнень до них; при зміні технологічного процесу, або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці; при порушеннях працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо; при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів - для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт - понад 60 днів.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками: при ліквідації аварії або стихійного лиха; при проведенні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження.

Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються залежно від виду робіт, що виконуватимуться.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі завершуються перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці, особою, яка проводила інструктаж.

При незадовільних результатах перевірки знань, умінь і навичок щодо безпечного виконання робіт після первинного, повторного чи позапланового інструктажів протягом 10 днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань.

У разі виконання робіт, що потребують оформлення наряду-допуску, цільовий інструктаж реєструється в цьому наряді-допуску, а в журналі реєстрації інструктажів не обов'язково. Перелік професій та посад працівників, які звільняються від повторного інструктажу, затверджується роботодавцем. До цього переліку можуть бути зараховані працівники, участь у виробничому процесі яких не пов'язана з безпосереднім обслуговуванням об'єктів, машин, механізмів, устаткування; застосуванням приладів та інструментів, збереженням або переробкою сировини, матеріалів тощо.

Новоприйняті на підприємство працівники після первинного інструктажу на робочому місці до початку самостійної роботи повинні під керівництвом досвідчених, кваліфікованих працівників пройти стажування протягом не менше 2-15 змін або дублювання протягом не менше шести змін. Стажування або дублювання проводиться, як правило, під час професійної підготовки на право виконання робіт з підвищеною небезпекою у випадках, передбачених нормативно-правовими актами з охорони праці.

#### **4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

Цивільний захист населення (ЦЗН) — система організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підлеглих їм сил і засобів, підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності,

добровільних рятувальних формувань з метою запобігання і ліквідації надзвичайних ситуацій. Відповідно до законодавства громадяни України мають право на захист свого життя й здоров'я від наслідків аварій, пожеж, стихійних лих та на вимогу від Уряду України, інших органів державної виконавчої влади, адміністрацій підприємств, установ й організацій незалежно від форм власності й господарювання гарантій по забезпеченню його реалізації. Держава як гарант цього права здійснює захист населення від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного, екологічного, природного й військового характеру. Цивільний захист здійснюється з метою: — реалізації державної політики, спрямованої на гарантування безпеки та захисту населення та територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій у мирний час та особливий період; — подолання наслідків надзвичайних ситуацій, у тому числі наслідків надзвичайних ситуацій на територіях іноземних держав відповідно до міжнародних договорів України.

#### **4.5.1 Мета цивільного захисту**

Основними завданнями цивільного захисту є: — збір та аналітичне опрацювання інформації про надзвичайні ситуації; — прогнозування та оцінка соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій; — здійснення нагляду і контролю у сфері цивільного захисту; — розробка і виконання законодавчих та інших нормативно-правових актів, дотримання норм і стандартів у сфері цивільного захисту; — розробка і здійснення запобіжних заходів у сфері цивільного захисту; — створення, збереження і раціональне використання матеріальних ресурсів, необхідних для запобігання надзвичайним ситуаціям; — розроблення і виконання науково-технічних програм, спрямованих на запобігання надзвичайним ситуаціям; — оперативне повідомлення населення про виникнення або загрозу виникнення надзвичайної ситуації, своєчасне та достовірне інформування про обставини, що склалися, та заходи, що вживаються для запобігання надзвичайним ситуаціям та подолання їх наслідків; — організація

захисту населення і території від надзвичайних ситуацій, надання невідкладної психологічної, медичної та іншої допомоги потерпілим; — проведення невідкладних робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та організація життєзабезпечення постраждалого населення; — забезпечення постійної готовності сил і засобів цивільного захисту до запобігання надзвичайним ситуаціям та ліквідації їх наслідків; — надання з використанням сил цивільного захисту оперативної допомоги населенню в разі виникнення несприятливих побутових або нестандартних ситуацій; — навчання населення способам захисту в разі виникнення надзвичайних, несприятливих побутових або нестандартних ситуацій та організація тренувань; — міжнародна співпраця у сфері цивільного захисту.

#### **4.6 Основні заходи з пожежної безпеки**

У процесі реконструкції пожежонебезпечними об'єктами є тимчасові споруди і будівлі, зосереджені роботи, тимчасові виробничі підприємства, склади паливно – мастильних матеріалів, зварювальні роботи, роботи з пожежонебезпечними матеріалами та ін.

Причинами пожежі на будівельному майданчику можуть бути: несправність опалювальних та нагрівальних приладів і устаткування, необережне поводження з вогнем, іскріння, поганий стан електрообладнання і електропроводки, самозагоряння, матеріалів і речовин, розведення вогню і куріння в недозволених місцях, удари блискавки, неправильне зберігання легкозаймистих і горючих матеріалів, невиконання правил безпеки при газо – і електрозварювальних роботах тощо.

Для уникнення надзвичайних ситуацій передбачається виконання ряду заходів для попередження виникнення пожежі:

- додержання працюючими суворої виробничої дисципліни у відношенні виконання вимог протипожежного режиму;
- на випадок виникнення пожежі повинна бути розроблена і доведена до відома всіх працюючих схема евакуації людей і техніки.

- встановлення на об'єктах протипожежних щитів з знаряддям, (вуглекислотні або порошкові вогнегасники, ящики з сухим піском, відра, лопати, багри та ін.)
- обладнання приміщень вогнегасниками з інструкціями, табличками з прізвищами відповідальних за протипожежний стан працівників;
- виділення спеціальних місць для куріння, з облаштуванням їх відповідним протипожежним інвентарем та табличками з написом «Місце для куріння»;
- забезпечення можливого під'їзду пожежних машин до кожної будівлі та споруди (при їх наявності) та належне утримання таких проїздів.

До роботи повинні допускатись тільки працівники, які знають технологічні процеси і пройшли інструктаж з охорони праці та ознайомлені з протипожежними заходами.

З метою ефективною реалізації завдань цивільного захисту, зменшення матеріальних втрат та недопущення шкоди об'єктам, матеріальним і культурним цінностям та довкіллю в разі виникнення надзвичайних ситуацій центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підпорядковані їм сили і засоби, підприємства, установи та організації незалежно від форм власності, добровільні рятувальні формування здійснюють: — сповіщення та інформування; — спостереження і лабораторний контроль; — укриття у захисних спорудах; — евакуацію; — інженерний, медичний, психологічний, біологічний, екологічний, радіаційний та хімічний захист.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дана кваліфікаційна робота на тему: «Дев'ятиповерховий будинок з вбудованими приміщеннями торговельного призначення з дослідженням напружено-деформівного стану монолітного залізобетонного перекриття» виконана відповідно до завдання, виданого кафедрою будівельної механіки.

У кваліфікаційну роботу входять розділи із проектуванням архітектурно-планувальних рішень будинку, розрахунково-конструктивна частина, науково-дослідницький розрахунок конструкцій, охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

Будинок запроєктовано із використанням конструкцій та матеріалів, які поширені у регіоні будівництва. Внутрішнє планування квартир створене із врахуванням проживання різних вікових категорій та соціальних груп. Торгові приміщення мають чотири варіанти площ із можливістю створення внутрішніх додаткових перегородок та зонування.

Будівельні конструкції розраховані в програмному комплексі із автоматичним підбором несучої арматури колони та плити перекриття у Revit 2020 та Robot Structural Analysis 2021.

У кваліфікаційній роботі проведено дослідження напружено-деформівного стану монолітного залізобетонного перекриття під дією комплексу силових факторів від власної ваги, постійних і тимчасових навантажень, а також впливу кліматичних чинників у регіоні. Для дослідження використано метод скінченних елементів.

**БІБЛІОГРАФІЯ:**

1. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. З Поправкою: ДБН В.2.2-15:2019 [Чинний від 2019-12-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2019. – 17 с. (Національні стандарти України).
2. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення ДБН В.2.2-9:2018 [Чинний від 2019-06-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2019. – 10 с. (Національні стандарти України).
3. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення ДБН В.2.2-9:2018 [Чинний від 2019-06-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2019. – 15 с. (Національні стандарти України).
4. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення ДБН В.2.2-40:2018 [Чинний від 2019-04-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2018. – 13 с. (Національні стандарти України).
5. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення ДБН В.2.2-9:2018 [Чинний від 2019-06-01]. -К: Мінрегіонбуд України, 2019. – 9 с. (Національні стандарти України).
6. Дослідження залізобетонних конструкцій методом скінченних елементів / О. П. Конончук, Ю. І. Пиндус, М. Л. Вільк, О. В. Павлюк // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — Том 1. — С. 27. — (Нові матеріали, міцність і довговічність елементів конструкцій).
7. Кедик Т. Моделювання роботи каркасу будівлі складної геометричної форми при сукупній дії експлуатаційних навантажень / Т. Кедик, Михайло Іванович Гудь // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“, 10-11 листопада 2022 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. — С. 161–163. — (Нові та сучасні матеріали та технології).
8. Дослідження напружено-деформованого стану монолітного залізобетонного каркасу будівлі МСЕ / Олександр Петрович Конончук, Б. В. Гаврилюк, М. Л. Дячук,



О. Я. Прокопенко // Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 24-25 листопада 2021 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2021. — Том I. — С. 14–15. — (Нові матеріали, міцність і довговічність елементів конструкцій).

9. Prediction of reinforced concrete structures behavior using finite element method / O. Kononchuk, V. Iasnii, N. Lutsyk // Procedia Structural Integrity. - Vol. 36. - 2022. - P. 177-181.

## ДОДАТОК А. Результати розрахунку у вузлах конструкції

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021

Автор:

Адрес:

Файл: R 1.rtd

Проект: R 1

### Реакции - Глобальные экстремумы

в системе координат: общей - Нагрузки: 1 до 6

	FX (кН)	FY (кН)	FZ (кН)	MX (кНм)
<b>MAX</b>	16,89	78,28	1478,42	47,02
Узел	315	330	327	335
Нагрузка	1	2	1	1
<b>MIN</b>	-16,63	-52,54	-244,60	-184,66
Узел	335	335	343	330
Нагрузка	1	1	2	2

	MY (кНм)	MZ (кНм)
<b>MAX</b>	11,14	1,17
Узел	315	315
Нагрузка	1	1
<b>MIN</b>	-11,22	-1,09
Узел	335	335
Нагрузка	1	1

### Перемещения - Глобальные экстремумы

- Нагрузки: 1 до 6

	UX (см)	UY (см)	UZ (см)	RX (рад)
<b>MAX</b>	0,3	0,0	0,7	0,028
Узел	287	809	7643	7051
Нагрузка	2	1	2	1
<b>MIN</b>	-0,0	-17,6	-18,4	-0,002
Узел	7463	6359	7031	5108
Нагрузка	2	2	1	2

	RY (рад)	RZ (рад)
<b>MAX</b>	0,028	0,000
Узел	772	336
Нагрузка	1	1

	RY (рад)	RZ (рад)
MIN	-0,028	-0,000
Узел	801	316
Нагружение	1	1

### Усилия - Огибающие

- Нагружения: 1 до 3 6

Стержень/Узел/Нагружение			FX (кН)	FY (кН)	FZ (кН)	MX (кНм)
1/ 1/ 1	1078,03>>	1,41	10,91	-0,01		
1/ 1/ 2	-81,77<<	1,71	85,66	0,04		
1/ 1/ 2	-81,77	1,71>>	85,66	0,04		
1/ 1/ 3	35,30	0,02<<	0,04	-0,00		
1/ 1/ 2	-81,77	1,71	85,66>>	0,04		
1/ 1/ 3	35,30	0,02	0,04<<	-0,00		
1/ 1/ 2	-81,77	1,71	85,66	0,04>>		
1/ 1/ 1	1078,03	1,41	10,91	-0,01<<		
1/ 2/ 2	-81,77	1,71	85,66	0,04		
1/ 1/ 2	-81,77	1,71	85,66	0,04		
1/ 1/ 1	1078,03	1,41	10,91	-0,01		
1/ 2/ 2	-81,77	1,71	85,66	0,04		
2/ 3/ 1	1034,18>>	4,59	8,93	-0,04		
2/ 3/ 3	33,72<<	0,21	0,04	-0,00		
2/ 3/ 1	1034,18	4,59>>	8,93	-0,04		
2/ 3/ 3	33,72	0,21<<	0,04	-0,00		
2/ 3/ 2	147,40	4,27	81,03>>	-0,24		
2/ 3/ 3	33,72	0,21	0,04<<	-0,00		
2/ 3/ 3	33,72	0,21	0,04	-0,00>>		
2/ 3/ 2	147,40	4,27	81,03	-0,24<<		
2/ 4/ 2	147,40	4,27	81,03	-0,24		
2/ 3/ 2	147,40	4,27	81,03	-0,24		
2/ 3/ 2	147,40	4,27	81,03	-0,24		
2/ 4/ 1	1022,85	4,59	8,93	-0,04		
3/ 5/ 1	878,97>>	0,86	2,92	-0,03		
3/ 5/ 3	30,43<<	0,02	0,04	-0,00		
3/ 5/ 1	878,97	0,86>>	2,92	-0,03		
3/ 5/ 2	161,04	-0,40<<	86,68	0,02		
3/ 5/ 2	161,04	-0,40	86,68>>	0,02		
3/ 5/ 3	30,43	0,02	0,04<<	-0,00		
3/ 5/ 2	161,04	-0,40	86,68	0,02>>		
3/ 5/ 1	878,97	0,86	2,92	-0,03<<		
3/ 6/ 2	161,04	-0,40	86,68	0,02		
3/ 5/ 2	161,04	-0,40	86,68	0,02		
3/ 5/ 1	878,97	0,86	2,92	-0,03		

Стержень/Узел/Нагружение			FX (кН)	FY (кН)	FZ (кН)	MX (кНм)
3/ 6/ 1	867,65	0,86	2,92	-0,03		
4/ 7/ 1	767,91>>	22,55	-28,83	0,89		
4/ 8/ 3	19,04<<	0,11	-0,40	-0,01		
4/ 7/ 1	767,91	22,55>>	-28,83	0,89		
4/ 8/ 6	141,94	-2,17<<	-4,57	-0,04		
4/ 8/ 2	285,32	1,04	32,91>>	-0,41		
4/ 7/ 1	767,91	22,55	-28,83<<	0,89		
4/ 7/ 1	767,91	22,55	-28,83	0,89>>		
4/ 8/ 2	285,32	1,04	32,91	-0,41<<		
4/ 7/ 1	767,91	22,55	-28,83	0,89		
4/ 7/ 2	285,31	7,40	32,91	0,21		
4/ 7/ 2	285,31	7,40	32,91	0,21		
4/ 7/ 6	141,94	-0,65	-4,57	0,14		
5/ 9/ 1	1119,20>>	1,41	-6,96	-0,03		
5/ 9/ 3	35,74<<	0,01	0,03	-0,00		
5/ 9/ 1	1119,20	1,41>>	-6,96	-0,03		
5/ 9/ 3	35,74	0,01<<	0,03	-0,00		
5/ 9/ 2	466,28	0,49	82,24>>	0,02		
5/ 9/ 1	1119,20	1,41	-6,96<<	-0,03		
5/ 9/ 2	466,28	0,49	82,24	0,02>>		
5/ 9/ 1	1119,20	1,41	-6,96	-0,03<<		
5/ 10/ 2	466,28	0,49	82,24	0,02		
5/ 9/ 2	466,28	0,49	82,24	0,02		
5/ 9/ 1	1119,20	1,41	-6,96	-0,03		
5/ 10/ 1	1107,87	1,41	-6,96	-0,03		
6/ 11/ 1	565,57>>	10,97	-2,37	-0,03		
6/ 11/ 3	17,14<<	0,02	0,02	-0,00		
6/ 11/ 1	565,57	10,97>>	-2,37	-0,03		
6/ 11/ 3	17,14	0,02<<	0,02	-0,00		
6/ 11/ 2	334,97	4,61	44,33>>	0,00		
6/ 11/ 1	565,57	10,97	-2,37<<	-0,03		
6/ 11/ 2	334,97	4,61	44,33	0,00>>		
6/ 11/ 1	565,57	10,97	-2,37	-0,03<<		
6/ 12/ 2	334,97	4,61	44,33	0,00		
6/ 11/ 2	334,97	4,61	44,33	0,00		
6/ 11/ 1	565,57	10,97	-2,37	-0,03		
6/ 12/ 1	554,24	10,97	-2,37	-0,03		
7/ 13/ 1	463,28>>	7,10	3,12	-0,01		
7/ 13/ 3	12,66<<	0,04	0,03	-0,00		
7/ 13/ 1	463,28	7,10>>	3,12	-0,01		
7/ 13/ 3	12,66	0,04<<	0,03	-0,00		
7/ 13/ 2	208,02	2,12	51,98>>	0,03		



Стержень/Узел/Нагружение			FX (кН)	FY (кН)	FZ (кН)	MX (кНм)
7/ 13/ 2	208,02	2,12	51,98	0,03		
7/ 13/ 1	463,28	7,10	3,12	-0,01		
7/ 14/ 1	451,95	7,10	3,12	-0,01		
8/ 15/ 1	378,06>>	5,50	7,20	0,00		
8/ 15/ 3	10,72<<	0,01	0,03	0,00		
8/ 15/ 1	378,06	5,50>>	7,20	0,00		
8/ 15/ 3	10,72	0,01<<	0,03	0,00		
8/ 15/ 2	216,63	1,82	24,16>>	-0,26		
8/ 15/ 3	10,72	0,01	0,03<<	0,00		
8/ 15/ 6	80,97	1,61	1,95	0,00>>		
8/ 15/ 2	216,63	1,82	24,16	-0,26<<		
8/ 16/ 2	216,63	1,82	24,16	-0,26		
8/ 15/ 2	216,63	1,82	24,16	-0,26		
8/ 15/ 1	378,06	5,50	7,20	0,00		
8/ 16/ 1	366,73	5,50	7,20	0,00		
9/ 17/ 1	681,11>>	10,73	10,95	-0,01		
9/ 17/ 2	-200,47<<	5,95	84,99	0,05		
9/ 17/ 1	681,11	10,73>>	10,95	-0,01		
9/ 17/ 3	16,35	0,05<<	0,06	-0,00		
9/ 17/ 2	-200,47	5,95	84,99>>	0,05		
9/ 17/ 3	16,35	0,05	0,06<<	-0,00		
9/ 17/ 2	-200,47	5,95	84,99	0,05>>		
9/ 17/ 1	681,11	10,73	10,95	-0,01<<		
9/ 18/ 2	-200,47	5,95	84,99	0,05		
9/ 17/ 2	-200,47	5,95	84,99	0,05		
9/ 17/ 1	681,11	10,73	10,95	-0,01		
9/ 18/ 1	669,78	10,73	10,95	-0,01		
10/ 19/ 1	366,22>>	5,74	-4,69	-0,01		
10/ 19/ 2	-146,02<<	-0,30	22,13	-0,31		
10/ 19/ 1	366,22	5,74>>	-4,69	-0,01		
10/ 19/ 2	-146,02	-0,30<<	22,13	-0,31		
10/ 19/ 2	-146,02	-0,30	22,13>>	-0,31		
10/ 19/ 1	366,22	5,74	-4,69<<	-0,01		
10/ 19/ 6	74,82	1,58	-1,27	0,00>>		
10/ 19/ 2	-146,02	-0,30	22,13	-0,31<<		
10/ 20/ 2	-146,02	-0,30	22,13	-0,31		
10/ 19/ 2	-146,02	-0,30	22,13	-0,31		
10/ 19/ 1	366,22	5,74	-4,69	-0,01		
10/ 20/ 1	354,89	5,74	-4,69	-0,01		
11/ 21/ 1	729,37>>	0,14	-13,19	-0,02		
11/ 21/ 2	-215,57<<	-0,65	38,32	0,03		
11/ 21/ 1	729,37	0,14>>	-13,19	-0,02		
11/ 21/ 2	-215,57	-0,65<<	38,32	0,03		
11/ 21/ 2	-215,57	-0,65	38,32>>	0,03		
11/ 21/ 1	729,37	0,14	-13,19<<	-0,02		
11/ 21/ 2	-215,57	-0,65	38,32	0,03>>		

Стержень/Узел/Нагружение			FX (кН)	FY (кН)	FZ (кН)	MX (кНм)
11/ 21/ 1	729,37	0,14	-13,19	-0,02<<<		
11/ 22/ 2	-215,57	-0,65	38,32	0,03		
11/ 21/ 2	-215,57	-0,65	38,32	0,03		
11/ 22/ 2	-215,57	-0,65	38,32	0,03		
11/ 21/ 2	-215,57	-0,65	38,32	0,03		
12/ 23/ 1	691,74>>>	-5,58	-10,74	-0,01		
12/ 23/ 2	-197,24<<<	-4,90	55,72	0,04		
12/ 23/ 3	17,32	-0,02>>>	-0,03	-0,00		
12/ 23/ 1	691,74	-5,58<<<	-10,74	-0,01		
12/ 23/ 2	-197,24	-4,90	55,72>>>	0,04		
12/ 23/ 1	691,74	-5,58	-10,74<<<	-0,01		
12/ 23/ 2	-197,24	-4,90	55,72	0,04>>>		
12/ 23/ 1	691,74	-5,58	-10,74	-0,01<<<		
12/ 24/ 2	-197,24	-4,90	55,72	0,04		
12/ 23/ 2	-197,24	-4,90	55,72	0,04		
12/ 24/ 1	680,41	-5,58	-10,74	-0,01		
12/ 23/ 1	691,74	-5,58	-10,74	-0,01		
13/ 25/ 1	456,83>>>	-0,13	-8,36	0,02		
13/ 25/ 2	-193,85<<<	0,10	29,46	0,13		
13/ 25/ 2	-193,85	0,10>>>	29,46	0,13		
13/ 25/ 1	456,83	-0,13<<<	-8,36	0,02		
13/ 25/ 2	-193,85	0,10	29,46>>>	0,13		
13/ 25/ 1	456,83	-0,13	-8,36<<<	0,02		
13/ 25/ 2	-193,85	0,10	29,46	0,13>>>		
13/ 25/ 3	13,14	0,00	-0,02	-0,00<<<		
13/ 26/ 2	-193,85	0,10	29,46	0,13		
13/ 25/ 2	-193,85	0,10	29,46	0,13		
13/ 26/ 1	445,50	-0,13	-8,36	0,02		
13/ 26/ 2	-193,85	0,10	29,46	0,13		
14/ 27/ 1	502,34>>>	-0,98	-6,14	-0,02		
14/ 27/ 2	-221,19<<<	0,49	23,29	-0,15		
14/ 27/ 2	-221,19	0,49>>>	23,29	-0,15		
14/ 27/ 1	502,34	-0,98<<<	-6,14	-0,02		
14/ 27/ 2	-221,19	0,49	23,29>>>	-0,15		
14/ 27/ 1	502,34	-0,98	-6,14<<<	-0,02		
14/ 27/ 3	13,39	-0,01	-0,02	-0,00>>>		
14/ 27/ 2	-221,19	0,49	23,29	-0,15<<<		
14/ 28/ 2	-221,19	0,49	23,29	-0,15		
14/ 27/ 2	-221,19	0,49	23,29	-0,15		
14/ 28/ 1	491,02	-0,98	-6,14	-0,02		
14/ 28/ 2	-221,19	0,49	23,29	-0,15		
15/ 29/ 1	1288,63>>>	1,89	-0,43	-0,01		



Стержень/Узел/Нагружение	FX (кН)	FY (кН)	FZ (кН)	MX (кНм)
15/ 29/ 1	1288,63	1,89	-0,43<<	-0,01
15/ 29/ 3	43,06	0,01	-0,01	-0,00>>
15/ 29/ 2	634,65	1,46	73,90	-0,02<<
15/ 30/ 2	634,65	1,46	73,90	-0,02
15/ 29/ 2	634,65	1,46	73,90	-0,02
15/ 29/ 1	1288,63	1,89	-0,43	-0,01
15/ 30/ 2	634,65	1,46	73,90	-0,02
16/ 31/ 1	562,22>>	-13,60	7,63	-0,01
16/ 31/ 3	11,52<<	-0,04	0,06	-0,00
16/ 31/ 3	11,52	-0,04>>	0,06	-0,00
16/ 31/ 1	562,22	-13,60<<	7,63	-0,01
16/ 31/ 2	264,54	-4,76	38,21>>	0,05
16/ 31/ 3	11,52	-0,04	0,06<<	-0,00
16/ 31/ 2	264,54	-4,76	38,21	0,05>>
16/ 31/ 6	89,86	-2,48	2,80	-0,01<<
16/ 32/ 2	264,54	-4,76	38,21	0,05
16/ 31/ 2	264,54	-4,76	38,21	0,05
16/ 32/ 1	550,89	-13,60	7,63	-0,01
16/ 31/ 1	562,22	-13,60	7,63	-0,01
17/ 33/ 1	831,72>>	2,19	18,94	-0,02
17/ 33/ 3	25,14<<	-0,01	0,04	-0,00
17/ 33/ 1	831,72	2,19>>	18,94	-0,02
17/ 33/ 3	25,14	-0,01<<	0,04	-0,00
17/ 33/ 2	486,38	0,89	47,05>>	0,01
17/ 33/ 3	25,14	-0,01	0,04<<	-0,00
17/ 33/ 2	486,38	0,89	47,05	0,01>>
17/ 33/ 1	831,72	2,19	18,94	-0,02<<
17/ 34/ 2	486,38	0,89	47,05	0,01
17/ 33/ 2	486,38	0,89	47,05	0,01
17/ 33/ 1	831,72	2,19	18,94	-0,02
17/ 34/ 1	820,39	2,19	18,94	-0,02
18/ 35/ 1	714,37>>	-2,20	7,27	-0,03
18/ 35/ 3	22,68<<	-0,03	0,05	-0,00
18/ 35/ 2	350,93	-0,01>>	82,46	-0,04
18/ 35/ 1	714,37	-2,20<<	7,27	-0,03
18/ 35/ 2	350,93	-0,01	82,46>>	-0,04
18/ 35/ 3	22,68	-0,03	0,05<<	-0,00
18/ 35/ 3	22,68	-0,03	0,05	-0,00>>
18/ 35/ 2	350,93	-0,01	82,46	-0,04<<
18/ 36/ 2	350,93	-0,01	82,46	-0,04
18/ 35/ 2	350,93	-0,01	82,46	-0,04
18/ 36/ 1	703,04	-2,20	7,27	-0,03

Стержень/Узел/Нагружение			FX (кН)	FY (кН)	FZ (кН)	MX (кНм)
19/ 37/ 1			1074,75	-0,06<<	-11,11	0,02
19/ 37/ 3			35,23	0,02	-0,04>>	0,00
19/ 37/ 2			-83,44	0,61	-88,35<<	-0,03
19/ 37/ 1			1074,75	-0,06	-11,11	0,02>>
19/ 37/ 2			-83,44	0,61	-88,35	-0,03<<
19/ 37/ 2			-83,44	0,61	-88,35	-0,03
19/ 38/ 2			-83,44	0,61	-88,35	-0,03
19/ 37/ 2			-83,44	0,61	-88,35	-0,03
19/ 38/ 2			-83,44	0,61	-88,35	-0,03
20/ 39/ 1			1062,80>>	4,72	-7,46	0,02
20/ 39/ 3			34,68<<	0,22	-0,01	0,00
20/ 39/ 1			1062,80	4,72>>	-7,46	0,02
20/ 39/ 3			34,68	0,22<<	-0,01	0,00
20/ 39/ 3			34,68	0,22	-0,01>>	0,00
20/ 39/ 2			103,74	0,61	-82,89<<	0,20
20/ 39/ 2			103,74	0,61	-82,89	0,20>>
20/ 39/ 3			34,68	0,22	-0,01	0,00<<
20/ 39/ 2			103,74	0,61	-82,89	0,20
20/ 40/ 2			103,74	0,61	-82,89	0,20
20/ 39/ 1			1062,80	4,72	-7,46	0,02
20/ 40/ 1			1051,47	4,72	-7,46	0,02
21/ 41/ 1			877,82>>	0,66	-2,93	0,03
21/ 41/ 3			30,36<<	0,01	-0,04	0,00
21/ 41/ 1			877,82	0,66>>	-2,93	0,03
21/ 41/ 2			159,33	-1,04<<	-89,26	-0,01
21/ 41/ 3			30,36	0,01	-0,04>>	0,00
21/ 41/ 2			159,33	-1,04	-89,26<<	-0,01
21/ 41/ 1			877,82	0,66	-2,93	0,03>>
21/ 41/ 2			159,33	-1,04	-89,26	-0,01<<
21/ 41/ 2			159,33	-1,04	-89,26	-0,01
21/ 42/ 2			159,33	-1,04	-89,26	-0,01
21/ 42/ 2			159,33	-1,04	-89,26	-0,01
21/ 41/ 2			159,33	-1,04	-89,26	-0,01
22/ 43/ 1			773,57>>	22,05	28,56	-0,87
22/ 43/ 3			19,32<<	0,37	0,39	-0,02
22/ 43/ 1			773,57	22,05>>	28,56	-0,87
22/ 44/ 6			143,23	-2,24<<	4,51	0,04
22/ 44/ 1			732,32	12,91	28,56>>	0,25
22/ 43/ 2			341,41	7,81	-35,87<<	-0,30
22/ 44/ 2			341,40	1,44	-35,87	0,32>>
22/ 43/ 1			773,57	22,05	28,56	-0,87<<
22/ 43/ 2			341,41	7,81	-35,87	-0,30



Стержень/Узел/Нагружение			FX (кН)	FY (кН)	FZ (кН)	MX (кНм)
23/	45/	3	35,66<<	0,01	-0,03	0,00
23/	45/	1	1116,39	1,21>>	6,82	0,02
23/	45/	2	468,74	-0,51<<	-84,80	-0,01
23/	45/	1	1116,39	1,21	6,82>>	0,02
23/	45/	2	468,74	-0,51	-84,80<<	-0,01
23/	45/	1	1116,39	1,21	6,82	0,02>>
23/	45/	2	468,74	-0,51	-84,80	-0,01<<
23/	45/	2	468,74	-0,51	-84,80	-0,01
23/	46/	2	468,74	-0,51	-84,80	-0,01
23/	45/	1	1116,39	1,21	6,82	0,02
23/	46/	1	1105,06	1,21	6,82	0,02
24/	47/	1	561,37>>	11,68	2,09	0,03
24/	47/	3	17,02<<	0,02	-0,02	0,00
24/	47/	1	561,37	11,68>>	2,09	0,03
24/	47/	3	17,02	0,02<<	-0,02	0,00
24/	47/	1	561,37	11,68	2,09>>	0,03
24/	47/	2	262,29	3,99	-38,24<<	-0,00
24/	47/	1	561,37	11,68	2,09	0,03>>
24/	47/	2	262,29	3,99	-38,24	-0,00<<
24/	47/	2	262,29	3,99	-38,24	-0,00
24/	48/	2	262,29	3,99	-38,24	-0,00
24/	47/	1	561,37	11,68	2,09	0,03
24/	48/	1	550,04	11,68	2,09	0,03
25/	49/	1	459,39>>	7,47	-2,35	0,01
25/	49/	3	12,51<<	0,04	-0,03	0,00
25/	49/	1	459,39	7,47>>	-2,35	0,01
25/	49/	3	12,51	0,04<<	-0,03	0,00
25/	49/	3	12,51	0,04	-0,03>>	0,00
25/	49/	2	219,02	2,47	-43,07<<	-0,01
25/	49/	1	459,39	7,47	-2,35	0,01>>
25/	49/	2	219,02	2,47	-43,07	-0,01<<
25/	49/	2	219,02	2,47	-43,07	-0,01
25/	50/	2	219,02	2,47	-43,07	-0,01
25/	49/	1	459,39	7,47	-2,35	0,01
25/	50/	1	448,06	7,47	-2,35	0,01
26/	51/	1	385,05>>	6,30	-8,24	-0,01
26/	51/	3	10,95<<	0,01	-0,03	-0,00
26/	51/	1	385,05	6,30>>	-8,24	-0,01
26/	51/	3	10,95	0,01<<	-0,03	-0,00
26/	51/	3	10,95	0,01	-0,03>>	-0,00
26/	51/	2	222,71	1,80	-28,01<<	0,20
26/	51/	2	222,71	1,80	-28,01	0,20>>

Стержень/Узел/Нагружение			FX (кН)	FY (кН)	FZ (кН)	MX (кНм)
26/ 52/ 1	373,72	6,30	-8,24	-0,01		
27/ 53/ 1	685,12>>	10,91	-10,23	0,01		
27/ 53/ 2	-148,17<<	6,77	-83,13	-0,05		
27/ 53/ 1	685,12	10,91>>	-10,23	0,01		
27/ 53/ 3	16,46	0,04<<	-0,06	0,00		
27/ 53/ 3	16,46	0,04	-0,06>>	0,00		
27/ 53/ 2	-148,17	6,77	-83,13<<	-0,05		
27/ 53/ 1	685,12	10,91	-10,23	0,01>>		
27/ 53/ 2	-148,17	6,77	-83,13	-0,05<<		
27/ 53/ 2	-148,17	6,77	-83,13	-0,05		
27/ 54/ 2	-148,17	6,77	-83,13	-0,05		
27/ 53/ 1	685,12	10,91	-10,23	0,01		
27/ 54/ 1	673,79	10,91	-10,23	0,01		
28/ 55/ 1	370,07>>	6,19	4,91	0,01		
28/ 55/ 2	-149,77<<	0,19	-23,78	0,23		
28/ 55/ 1	370,07	6,19>>	4,91	0,01		
28/ 55/ 3	10,40	0,01<<	-0,01	-0,00		
28/ 55/ 1	370,07	6,19	4,91>>	0,01		
28/ 55/ 2	-149,77	0,19	-23,78<<	0,23		
28/ 55/ 2	-149,77	0,19	-23,78	0,23>>		
28/ 55/ 6	75,90	1,69	1,34	-0,00<<		
28/ 55/ 2	-149,77	0,19	-23,78	0,23		
28/ 56/ 2	-149,77	0,19	-23,78	0,23		
28/ 55/ 1	370,07	6,19	4,91	0,01		
28/ 56/ 1	358,75	6,19	4,91	0,01		
29/ 57/ 1	725,00>>	0,05	13,11	0,01		
29/ 57/ 2	-223,87<<	-0,60	-40,09	-0,04		
29/ 57/ 1	725,00	0,05>>	13,11	0,01		
29/ 57/ 2	-223,87	-0,60<<	-40,09	-0,04		
29/ 57/ 1	725,00	0,05	13,11>>	0,01		
29/ 57/ 2	-223,87	-0,60	-40,09<<	-0,04		
29/ 57/ 1	725,00	0,05	13,11	0,01>>		
29/ 57/ 2	-223,87	-0,60	-40,09	-0,04<<		
29/ 57/ 2	-223,87	-0,60	-40,09	-0,04		
29/ 58/ 2	-223,87	-0,60	-40,09	-0,04		
29/ 58/ 2	-223,87	-0,60	-40,09	-0,04		
29/ 57/ 2	-223,87	-0,60	-40,09	-0,04		
30/ 59/ 1	697,82>>	-5,73	10,83	-0,01		
30/ 59/ 2	-190,26<<	-1,29	-55,49	-0,07		
30/ 59/ 3	17,48	-0,03>>	0,03	0,00		
30/ 59/ 1	697,82	-5,73<<	10,83	-0,01		
30/ 59/ 1	697,82	-5,73	10,83>>	-0,01		



Стержень/Узел/Нагружение	FX (кН)	FY (кН)	FZ (кН)	MX (кНм)
30/ 60/ 2	-190,26	-1,29	-55,49	-0,07
30/ 60/ 1	686,49	-5,73	10,83	-0,01
30/ 59/ 1	697,82	-5,73	10,83	-0,01
31/ 61/ 1	515,20>>	-0,69	8,12	0,02
31/ 61/ 2	-197,61<<	1,74	-28,36	0,03
31/ 61/ 2	-197,61	1,74>>	-28,36	0,03
31/ 61/ 1	515,20	-0,69<<	8,12	0,02
31/ 61/ 1	515,20	-0,69	8,12>>	0,02
31/ 61/ 2	-197,61	1,74	-28,36<<	0,03
31/ 61/ 2	-197,61	1,74	-28,36	0,03>>
31/ 61/ 3	13,84	-0,01	0,02	0,00<<
31/ 61/ 2	-197,61	1,74	-28,36	0,03
31/ 62/ 2	-197,61	1,74	-28,36	0,03
31/ 61/ 2	-197,61	1,74	-28,36	0,03
31/ 62/ 2	-197,61	1,74	-28,36	0,03
32/ 63/ 1	563,44>>	-13,46	-7,54	0,01
32/ 63/ 3	11,52<<	-0,04	-0,06	0,00
32/ 63/ 3	11,52	-0,04>>	-0,06	0,00
32/ 63/ 1	563,44	-13,46<<	-7,54	0,01
32/ 63/ 3	11,52	-0,04	-0,06>>	0,00
32/ 63/ 2	280,26	-4,53	-39,05<<	-0,08
32/ 63/ 6	90,31	-2,46	-2,78	0,01>>
32/ 63/ 2	280,26	-4,53	-39,05	-0,08<<
32/ 63/ 2	280,26	-4,53	-39,05	-0,08
32/ 64/ 2	280,26	-4,53	-39,05	-0,08
32/ 64/ 1	552,11	-13,46	-7,54	0,01
32/ 63/ 1	563,44	-13,46	-7,54	0,01
33/ 65/ 1	828,73>>	0,80	-19,19	0,01
33/ 65/ 3	25,08<<	-0,01	-0,04	0,00
33/ 65/ 2	499,70	0,90>>	-49,06	-0,02
33/ 65/ 6	190,14	-0,15<<	-5,01	0,00
33/ 65/ 3	25,08	-0,01	-0,04>>	0,00
33/ 65/ 2	499,70	0,90	-49,06<<	-0,02
33/ 65/ 1	828,73	0,80	-19,19	0,01>>
33/ 65/ 2	499,70	0,90	-49,06	-0,02<<
33/ 65/ 2	499,70	0,90	-49,06	-0,02
33/ 66/ 2	499,70	0,90	-49,06	-0,02
33/ 65/ 2	499,70	0,90	-49,06	-0,02
33/ 66/ 1	817,40	0,80	-19,19	0,01
34/ 67/ 1	714,19>>	0,50	-9,24	0,07
34/ 67/ 3	22,71<<	0,02	-0,08	0,00
34/ 67/ 2	324,90	1,36>>	-79,06	0,37