

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет
(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
(повне найменування факультету)

Кафедра будівництва та цивільної інженерії
(повне найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»
ТОРГОВО-РОЗВАЖАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС
у м. ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ**

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

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

Виконав: здобувач вищої освіти
групи БЦС-31
Сіжук Світлана Петрівна

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
САМЧУК Володимир Петрович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2025 р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:
АНДРІЙЧУК Олександр Валентинович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
Кафедра будівництва та цивільної інженерії
Ступінь вищої освіти бакалавр
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
Індивідуальна освітня траєкторія здобувача промислове та цивільне будівництво
Освітня програма Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва та
цивільної інженерії

О. УЖЕГОВА

" 31 " грудня 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Сіжук Світлани Петрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра

Торгово-розважальний комплекс у
м. Хмельницький

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра

Володимир Сашук,

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

К.Т.Н., доцент

затвержені наказом закладу вищої освіти від " 31 " грудня 2024 року № 489/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 1 червня 2025 р.

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

об'ємно-планувальне рішення; архітектурно-конструктивне рішення; інженерне обладнання
(принципове вирішення водопостачання і водовідведення, теплогазопостачання); будівельна
фізика (теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни або покриття /розрахунок освітлення);
техніко-економічні показники проєкту. Обґрунтування вибору конструкцій. Проєктування
таких несучих конструкцій будівлі: монолітних залізобетонних
фундаментної плити та колон.

Визначення номенклатури та об'ємів робіт; вибір методів виконання робіт; вибір кранів;
розробка технологічної карти на виконання певного виду будівельних робіт,
складання календарного плану або сіткового графіка будівництва; проєктування будівельного
генерального плану об'єкта. Складання локального кошторису на загальнобудівельні роботи.

Заходи з охорони праці, охорони навколишнього середовища при зведенні об'єкту.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Архітектурно-будівельна частина виконується на стадії робочого проекту (2 аркуші), включає: плани, фасади, розрізи, схеми елементів покриття, перекриття, покрівлі та фундаментів будівлі.
Розрахунково-конструктивна частина виконується на стадії робочого проекту, викреслюють основні несучі конструкції запроєктованої будівлі, розраховані у розділі 2 (2 аркуші).
Розділ "Технологія та організація будівництва" (2 аркуші) виконується на стадії робочого проекту, включає проект виконання робіт, будівельний генеральний план, календарний або сітковий графік зведення об'єкту або технологічну карту на виконання певних робіт.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

Розділ	Ім'я, прізвище, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина	Володимир САМГУК доцент каф. БУІ		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Світлана Ротко доцент каф. БУІ		
3. Технологія та організація будівництва	Орест Пахомок доцент каф. БУІ		
4. Економічна частина	Володимир САМГУК доцент каф. БУІ		
5. Охорона праці	Володимир САМГУК доцент каф. БУІ		

7. Дата видачі завдання " 31 " грудня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Перша контрольна перевірка. Архітектурно-будівельна частина	05.05.2025	
2	Друга контрольна перевірка. Розрахунково-конструктивна частина. Технологія та організація будівництва	10.05.2025	
3	Третя контрольна перевірка. Економічна частина. Охорона праці. Завершення випускної кваліфікаційної роботи	24.05.2025	
4	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на інструментальну перевірку щодо академічного плагіату	03.06.2025	
5	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи з відгуком керівника на підпис завідувачу кафедри, направлення на рецензію	07.06.2025	
6	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на підпис декану та відповідальному секретарю екзаменаційної комісії	07.06.2025	
7	Захист випускної кваліфікаційної роботи	Графік роботи екзаменаційної комісії № 37: 23, 24 і 25 червня 2025 р.	

Здобувач вищої освіти

Світлана Сішук
(ім'я та прізвище)

Керівник дипломного проекту

Володимир САМГУК
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Сіжук С.П. Торгово-розважальний комплекс у м. Хмельницький. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків.

Об'єктом дослідження є проектування торгово-розважального комплексу у м. Хмельницький. Предметом дослідження є архітектурно-конструктивні та організаційно-технологічні рішення, що забезпечують ефективне, безпечне і економічно обґрунтоване зведення будівлі.

Метою роботи є розробка проектних рішень для будівництва об'єкта громадського призначення з урахуванням сучасних будівельних норм, технологій виконання робіт, ресурсної ефективності та вимог охорони праці.

У ході дослідження застосовано методи техніко-економічного аналізу, об'ємно-планувального моделювання, розрахунково-конструктивного обґрунтування несучих елементів, графічного моделювання будгенплану, а також методики нормування праці та визначення вартості робіт відповідно до поточних кошторисних норм.

Практична цінність роботи полягає в цілісності розробки, яка може бути використана як основа для реального проектування аналогічних об'єктів громадського призначення або як навчальний кейс у сфері будівництва та цивільної інженерії.

Ключові слова: громадська будівля; проектування будівлі; монолітний каркас; розрахунок конструкцій; кошторисна вартість.

SUMMARY

Sizuk S.P. Shopping and entertainment complex in Khmelnytskyi. Manuscript.

Bachelor's Qualification Thesis in the Educational Program "Construction and Civil Engineering", Specialty 192 – Construction and Civil Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The thesis consists of an introduction, five chapters, conclusions, a list of references, and appendices.

The object of the study is the design of a shopping and entertainment complex in the city of Khmelnytskyi. The subject of the study includes architectural-structural and organizational-technological solutions that ensure efficient, safe, and economically justified construction of the building.

The aim of the thesis is to develop design solutions for the construction of a public-use facility, taking into account modern building codes, construction technologies, resource efficiency, and occupational safety requirements.

The study applies methods of technical and economic analysis, spatial and planning modeling, structural calculations of load-bearing elements, graphic modeling of the construction site layout, as well as labor standardization techniques and cost estimation according to current pricing norms.

The practical value of the work lies in the comprehensiveness of the design, which can serve as a basis for real-life implementation of similar public-use facilities or as a case study in the field of construction and civil engineering.

Keywords: public building; building design; monolithic frame; structural analysis; estimated cost.

ЗМІСТ

Вступ	7
Вихідні дані проекту	9
Умови району будівництва.....	9
Функціональна характеристика.....	10
1 Архітектурно-будівельна частина	13
1.1 Об'ємно-планувальне рішення.....	13
1.2 Архітектурно-конструктивне рішення.....	14
1.3 Інженерні мережі.....	17
1.4 Будівельна фізика	21
1.5 Техніко-економічні показники	23
2 Розрахунково-конструктивна частина	24
2.1 Обґрунтування вибору конструкцій.....	24
2.2 Інформаційне моделювання та аналіз конструктивної системи будівлі у МОНОМАХ-САПР	25
2.3 Розрахунок та конструювання монолітної фундаментної плити.....	30
2.4 Розрахунок та конструювання монолітних колон.....	33
3 Технологія та організація будівництва.....	37
3.1 Визначення номенклатури та об'ємів робіт.....	37
3.2 Вибір методів виконання робіт.....	38
3.3 Підбір монтажного крана.....	39
3.4 Складання календарного плану виконання робіт.....	41
3.5 Проектування бюджету плану об'єкта	42
4 Економіка будівництва	48
4.1 Пояснювальна записка до економічної частини проекту	48
4.2 Локальний кошторис на загальнобудівельні роботи.....	49
5 Охорона праці.....	50
Висновки	52
Перелік джерел посилання	54

ВСТУП

Розвиток сучасної інфраструктури міст вимагає створення ефективних, енергоощадних та функціонально різноманітних будівель, до яких належать торгово-розважальні комплекси. Такі об'єкти поєднують комерційні, культурні та соціальні функції, забезпечуючи комфорт для відвідувачів і прибутковість для інвесторів. Враховуючи тенденції урбаністичного розвитку м. Хмельницького, зростання чисельності населення та попиту на якісний громадський простір, проектування нового торгово-розважального комплексу є своєчасним, доцільним і відповідає потребам громади та цільовим орієнтирам регіонального розвитку.

Питання проектування та організації будівництва багатофункціональних громадських будівель активно вивчаються вітчизняними та зарубіжними дослідниками. Зокрема, досліджено технологічні аспекти спорудження таких комплексів, енергоефективність будівель, питання інженерної безпеки й логістики будівництва. Не зважаючи на широку дослідницьку базу, комплексне опрацювання питань технології, організації будівництва та економіки проекту на прикладі конкретного регіонального об'єкта потребує подальшого вивчення, що і визначає новизну та практичну цінність цієї роботи.

Метою випускної кваліфікаційної роботи є розробка архітектурно-будівельного проекту торгово-розважального комплексу з урахуванням сучасних конструктивних, технологічних та нормативних вимог [1].

Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- обґрунтувати функціональне планування об'єкта та конструктивну схему будівлі;
- розробити архітектурно-будівельні рішення та об'ємно-планувальні параметри будівлі;
- визначити основні несучі елементи каркасу й здійснити їх інженерні розрахунки;
- обрати оптимальні методи виконання будівельно-монтажних робіт;
- скласти календарний план, будівельний генеральний план і обґрунтувати вибір технічних ресурсів;

- виконати розрахунок локального кошторису на основі фактичних обсягів робіт;
- розглянути питання охорони праці, техніки безпеки та пожежної безпеки в контексті реалізації проекту.

Об'єктом дослідження є процес проектування і будівництва багатофункціональних громадських будівель на прикладі торгово-розважального комплексу в межах міста Хмельницький.

Предметом дослідження є архітектурно-планувальні, інженерно-конструктивні, технологічні, організаційні та економічні аспекти реалізації проекту громадської будівлі у сучасних умовах.

У ході роботи застосовано комплекс методів:

- аналітичні – для опрацювання джерел та вивчення нормативно-правової бази будівництва;
- інженерні розрахунки – для визначення основних конструктивних характеристик і несучої здатності елементів;
- графічне моделювання – для формування будівельної моделі об'єкта в середовищі САПР;
- економічні методи – для визначення вартості проекту і розрахунку ефективності;
- системний підхід – для комплексного аналізу техніко-економічних рішень і взаємозв'язків між етапами реалізації проекту.

Інформаційну основу дослідження склали:

- чинні державні будівельні норми та стандарти України;
- методичні вказівки та довідкові матеріали з технології будівельного виробництва;
- публікації науковців у фахових журналах та матеріали профільних конференцій;
- власні обчислення та моделювання, виконані у процесі роботи над проектом.

ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ

Умови району будівництва

Географічний пункт будівництва – місто Хмельницький Хмельницької області – розташоване в центральній-західній частині України та належить до II кліматичного поясу відповідно до кліматичного районування для будівництва [2].

Кліматичні умови

Сніговий район – IV категорія, з нормативною вагою снігового покриву 1400 Па відповідно до діючих норм ДБН В.1.2-2-2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування».

Вітровий район – III категорія. Характеристичне значення вітрового тиску – 500 Па відповідно до ДБН В.1.2-2-2006.

Абсолютна мінімальна зафіксована температура повітря – до -34°C .

Абсолютна максимальна зафіксована температура повітря – до $+38^{\circ}\text{C}$.

Розрахункова температура найхолоднішого періоду року (зимова) становить -21°C .

Розрахункова температура найтеплішого періоду року (літня) становить $+25^{\circ}\text{C}$.

Гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови

Грунтові води на території будівельного майданчика залягають на глибинах від 5,5 до 6,0 м від поверхні землі. Вказана глибина свідчить про відсутність загрози підтоплення фундаментних конструкцій споруди, однак потребує дотримання технології гідроізоляції підземних приміщень.

Глибина сезонного промерзання ґрунту – 0,9 м, що є важливим параметром при проектуванні фундаментних конструкцій і прокладанні інженерних комунікацій.

Сейсмічні умови

За сейсмічними характеристиками територія міста Хмельницький належить до сейсмічно спокійної зони із сейсмічністю менше 6 балів за шкалою MSK-64. Це

означає відсутність спеціальних сейсмостійких вимог до конструкцій споруди, окрім стандартних вимог міцності та надійності.

Характеристика місцевого рельєфу та рози вітрів

Будівельний майданчик характеризується спокійним, рівнинним рельєфом, що спрощує організацію будівельних робіт.

Пануючі напрями вітру:

- у зимовий період – північно-західний з середньою швидкістю до 5,8 м/с;
- у літній період – західний з середньою швидкістю 1,0 м/с.

Такі дані є важливими для проектування систем вентиляції, кондиціонування та теплопостачання будівлі, а також для зонування приміщень комплексу та комфортного мікроклімату.

Загальна оцінка території

Територія, відведена під будівництво, є придатною для зведення громадського торгово-розважального комплексу. З огляду на наведені умови, особливо важливими є правильне проектування систем гідроізоляції та забезпечення конструктивних заходів із захисту від снігових та вітрових навантажень, передбачених чинними нормативними документами України.

Функціональна характеристика

Торгово-розважальний комплекс є громадською будівлею [3], призначеною для здійснення різноманітних видів діяльності, пов'язаних із торгівлею, дозвіллям, харчуванням та соціально-культурним обслуговуванням населення міста Хмельницький. Головна мета комплексу – забезпечення комфортного та безпечного перебування великої кількості відвідувачів протягом тривалого часу із можливістю доступу до різноманітних послуг в одному місці.

Функціональна структура будівлі включає такі основні зони та приміщення:

- торгова зона: магазини та бутіки різного профілю (одяг, взуття, аксесуари, техніка, товари для дому);
- розважальна зона: кінотеатр, боулінг, ігрові кімнати, зони активного відпочинку для дітей та дорослих;

- заклади громадського харчування: кафе, ресторани, фуд-корт, що передбачають різноманітні формати та рівень обслуговування;
- обслуговуючі приміщення: адміністративні, технічні, господарські, санітарні вузли, медичний пункт;
- паркінгова зона: підземна та наземна автостоянки для забезпечення належного паркування автомобілів відвідувачів.

Вимоги щодо проєктування та зведення комплексу

Архітектурно-планувальні вимоги:

- раціональна організація внутрішнього простору із чітким зонуванням і логічною взаємозв'язністю приміщень;
- вільний доступ для осіб з обмеженими фізичними можливостями (пандуси, ліфти, спеціально обладнані санвузли);
- забезпечення достатньої кількості евакуаційних виходів, їх зручне розміщення відповідно до норм безпеки.

Конструктивні вимоги:

- міцність, надійність та довговічність конструктивних елементів відповідно до призначення будівлі;
- вогнестійкість конструкцій згідно з вимогами пожежної безпеки;
- використання сучасних енергоефективних матеріалів і технологій з метою зниження експлуатаційних витрат на опалення, кондиціонування та освітлення.

Інженерні вимоги:

- проєктування ефективних систем вентиляції, кондиціонування, теплопостачання та освітлення, що забезпечують нормативні параметри мікроклімату у всіх приміщеннях;
- системи водопостачання та водовідведення повинні бути спроектовані відповідно до нормативних витрат води та забезпечення належної якості водопостачання;

- система електропостачання повинна забезпечувати безперервну роботу усіх основних функціональних зон із резервуванням живлення критично важливих систем.

Безпека експлуатації та комфорт відвідувачів:

- впровадження сучасних систем пожежної безпеки, димовидалення та пожежогасіння відповідно до діючих нормативів;

- забезпечення високого рівня акустичного комфорту та ефективного захисту від шуму;

- використання екологічно безпечних матеріалів та конструкцій, які забезпечують безпеку для здоров'я людей.

1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Об'ємно-планувальне рішення

Торгово-розважальний комплекс у місті Хмельницький розробляється як сучасний багатофункціональний об'єкт, основним призначенням якого є створення комфортного та доступного простору для відпочинку, розваг і торгівлі [4]. Запроектований комплекс розташовується поблизу історичного центру міста, гармонійно інтегруючись у вже сформовану міську інфраструктуру. При проектуванні будівлі були враховані масштаби існуючої забудови, характерні містобудівні особливості та історико-архітектурний контекст оточення.

На земельній ділянці, визначеній генеральним планом, розміщується основна будівля комплексу, зона відкритого паркінгу, що забезпечує достатню кількість місць для тимчасового зберігання автомобілів відвідувачів, та необхідні інженерні споруди. Благоустрій території передбачає впорядкування внутрішніх проїздів, пішохідних зон, сучасне енергоефективне освітлення та озеленення, що представлене газонами, деревами та квітниками. Особлива увага приділена озелененню експлуатованої покрівлі підвального поверху, яка піднімається над рівнем землі та створює додаткову зону для комфортного відпочинку і перебування відвідувачів.

Проектом передбачено мінімальне вертикальне планування рельєфу ділянки, що дозволяє зберегти природний ландшафт та забезпечує раціональне водовідведення.

Комплекс є триповерховою будівлею з одним підземним поверхом, що виконує функції господарсько-технічного призначення. Габаритні розміри будівлі в осях складають 62,0 м у напрямку 1–12 та 34,6 м у напрямку А–П. Загальна висота будівлі становить 13,7 м, що відповідає нормативним вимогам щодо містобудівних умов та обмежень на цій території.

Просторова організація приміщень комплексу передбачає чітке зонування за функціональним призначенням, з дотриманням вимог ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди» та ДБН «Пожежна безпека об'єктів

будівництва». При цьому враховано комфорт і безпеку пересування відвідувачів і персоналу будівлі.

Перший поверх комплексу запроектований для активного прийому відвідувачів і включає торговельні приміщення, кафетерій, зони відпочинку, гардероб, касові приміщення та санітарно-технічні вузли. Другий і третій поверхи зайняті торгово-виставковими залами, офісними кабінетами для персоналу, бібліотекою та зонами соціального призначення.

Підвальний поверх будівлі, висота якого 2,9 м, відведено під технічні приміщення, комори для зберігання товарів, експонатів та інвентарю, необхідних для функціонування комплексу.

Комунікація між поверхами здійснюється за допомогою сходів та двох ліфтів – вантажного і пасажирського, що забезпечує необхідну пропускну здатність і відповідає нормам доступності для маломобільних груп населення [5]. Ширина коридорів та дверей на шляхах евакуації розрахована відповідно до нормативних вимог пожежної безпеки.

Природне освітлення забезпечується великими віконними прорізами, які сприяють створенню комфортного і затишного внутрішнього середовища. Усі приміщення додатково обладнані штучним освітленням, яке доповнює природне світло у вечірній і нічний час.

Головний вхід до будівлі запроектовано з північної сторони, що забезпечує зручний доступ від головних транспортних та пішохідних потоків. Додатковий вхід передбачений з південного боку, що покращує логістику переміщення відвідувачів та персоналу всередині комплексу.

Детальні планувальні рішення, фасади будівлі, поздовжні і поперечні розрізи, характерні вузли і експлікації приміщень представлені на графічних листах 1 та 2 проекту.

1.2 Архітектурно-конструктивне рішення

Проектом передбачено зведення торгово-розважального комплексу на основі монолітного залізобетонного каркаса, що забезпечує високий рівень

конструктивної надійності, довговічності та варіативності внутрішнього планування [6]. Такий тип конструктивної системи дає можливість формувати великопротітні простори з мінімальною кількістю опор, що є актуальним для приміщень торговельного й виставкового призначення. Ступінь вогнестійкості будівлі – II, що відповідає вимогам до громадських споруд із масовим перебуванням людей.

Просторову конструктивну систему будівлі формують вертикальні (колони, стіни) та горизонтальні (перекрыття, покриття) несучі елементи [7]. Монолітні перекрыття забезпечують достатню горизонтальну жорсткість, а система колон і монолітних стін – загальну просторову стійкість конструкції. Взаємодія елементів розрахована таким чином, щоб будівля могла сприймати не лише вертикальні навантаження, але й вплив вітрових і снігових навантажень.

Фундаментом будівлі слугує монолітна залізобетонна плита товщиною 600 мм, яка виконується з бетону класу C16/20 за ДСТУ 9208:2022. Армування здійснюється поздовжніми і поперечними стержнями арматури класу A400C відповідно до ДСТУ 3760:2019. Глибина закладання плити становить 4,1 м, що враховує глибину залягання несучого шару ґрунту та необхідність розміщення підземного технічного поверху (підвалу).

Колони каркаса запроектовано прямокутного січення 400×400 мм та круглі діаметром 400 мм, монолітні, виготовляються з бетону класу C20/25. Армування – стержні класу A400C для поздовжньої арматури та класу A240C для поперечної.

Перекрыття міжповерхові – залізобетонні плити завтовшки 200 мм, монолітні, з аналогічним класом бетону (C20/25) та арматурою (A400C). Таке рішення забезпечує не лише необхідну несучу здатність, а й високу звукоізоляцію між приміщеннями різного функціонального призначення.

Несучі стіни сходових кліток і шахт ліфтів запроектовані товщиною 400 мм, з бетону класу C15/20. Вони також виконують функцію елементів просторової жорсткості, зокрема в умовах дії горизонтальних навантажень. Сходи запроектовані у вигляді монолітних маршів і площадок, із бетону класу C12/15, армованих згідно нормативних вимог.

Огороджувальні конструкції підземної частини виконуються у вигляді монолітних стін товщиною 400 мм. Така товщина обумовлена необхідністю протидії тиску ґрунтів і можливого впливу ґрунтових вод.

Стіни будівлі є самонесучими, з двошаровою конструкцією. Внутрішній шар виконується з газоблоків з середньою густиною 1000 кг/м^3 , товщиною 400 мм, що забезпечує необхідну несучу здатність та термоізоляційні властивості. Зовнішній утеплювальний шар – плити з мінераловатного матеріалу FRANTROCK MAX E (50 кг/м^3 , товщиною 150 мм), що характеризуються високою вогнестійкістю, паропроникністю та стабільністю геометричних розмірів.

Перегородки в середині будівлі передбачаються з керамічної цегли товщиною 120 мм. Для перекриття прорізів використовуються збірні залізобетонні перемички та арматурні елементи, що відповідають вимогам до міцності та деформаційної жорсткості.

Покрівля проектом передбачена плоскою, з організованим внутрішнім і зовнішнім водовідведенням. Як утеплювач застосовується екструдований пінополістирол URSA XPS щільністю 80 кг/м^3 , товщиною 250 мм, який має низьку теплопровідність і стійкість до вологи. Водостічна система передбачає об'єднання вертикальних внутрішніх стояків із зовнішнім водовідведенням через парапетні лотки.

Заповнення віконних і вітражних прорізів виконується металопластиковими конструкціями з енергозберігаючими склопакетами. Двері виготовляються з металу, пластику та деревини залежно від функціонального призначення приміщення. Автоматичні ворота на першому поверсі обладнані електроприводом. Усі вироби проектуються індивідуально, з урахуванням архітектурних особливостей фасадів і потреб експлуатації.

Типи підлог визначаються функціональним призначенням приміщень. Проектом передбачено різні варіанти конструкцій. Зокрема, використовуються керамічна плитка, ламінат, наливні полімерні підлоги, а також зносостійкі покриття для технічних зон.

Опорядження фасадів вирішено в сучасному стриманому стилі, з використанням кольорів яскравої гами. Основний акцент зроблено на білому кольорі, що надає будівлі легкості й візуальної відкритості. Внутрішнє опорядження виконується з якісних матеріалів: вапняно-піщана штукатурка з подальшим фарбуванням акриловими складами, шпалери, облицювання плиткою у санвузлах і технічних приміщеннях.

Архітектурно-конструктивне рішення комплексу орієнтоване на забезпечення надійності, експлуатаційної зручності, енергоефективності та естетичної привабливості об'єкта, що відповідає сучасним вимогам до громадських будівель такого функціонального призначення.

1.3 Інженерні мережі

1.3.1 Система водопостачання

Система водопостачання торгово-розважального комплексу забезпечує потреби в холодній і гарячій воді для всіх функціональних приміщень будівлі. Джерелом водопостачання є існуючі міські мережі високого тиску, до яких комплекс підключається через комерційний вузол обліку води [8].

Внутрішня система водопостачання передбачена як господарсько-питна, тупикова, із зонуванням споживачів за поверхами та функціональним призначенням. Облік витрат води здійснюється за допомогою сертифікованих лічильників типу КВБ-10 на вводах холодної та гарячої води, що дозволяє контролювати споживання ресурсів та забезпечити їх раціональне використання.

Прокладання трубопроводів виконується із застосуванням сталевих оцинкованих водогазопровідних труб, а також металопластикових труб типу РЕХ від виробника «KISAIN». Для труб, які прокладаються у підвалі та інших неотоплюваних зонах, передбачено утеплення ізоляційним матеріалом для запобігання тепловтратам і утворенню конденсату.

Гаряче водопостачання організовано через централізовану подачу з циркуляційною подачею теплоносія. Розводка гарячої води виконується паралельно з лініями холодного водопостачання, що спрощує монтажні рішення та

сприяє енергоефективному використанню простору інженерних шахт. На горизонтальних ділянках магістралей встановлюються циркуляційні трубопроводи для підтримання сталої температури води.

Проектом передбачено систему зовнішнього протипожежного водопостачання. Гасіння можливих пожеж здійснюється за допомогою пожежного гідранта, розміщеного поблизу будівлі, з вказівним флуоресцентним знаком. Гідрант підключено до зовнішньої водопровідної мережі з відповідним тиском і витратою води згідно з вимогами ДБН В.2.5-64:2012.

Проектування та монтаж системи водопостачання виконуються з урахуванням вимог ДБН В.2.5-64:2012, а також чинних санітарно-гігієнічних та протипожежних норм, що забезпечує безперебійну подачу води, комфорт експлуатації та безпеку користувачів комплексу.

1.3.2 Система водовідведення

Система водовідведення торгово-розважального комплексу призначена для безперебійного відведення побутових стічних вод від сантехнічних приладів до зовнішньої міської каналізаційної мережі міста Хмельницький [9]. Усі санвузли, технічні та допоміжні приміщення підключено до внутрішньої системи побутової каналізації, яка розрахована відповідно до фактичних витрат води та графіка експлуатаційного навантаження об'єкта.

Внутрішні мережі запроектовані із застосуванням комбінації чавунних труб діаметром Ø50–100 мм для вертикальних стояків та поліпропіленових труб типу РРНТ для горизонтальної розводки. Такий вибір матеріалів забезпечує високу надійність системи, стійкість до хімічного впливу та акустичний комфорт у громадських просторах.

Витяжні частини каналізаційних стояків виводяться на 0,5 м вище рівня покрівлі для запобігання накопиченню запахів та стабілізації тиску в системі. Для забезпечення ефективного обслуговування передбачені елементи проčiщення у ключових вузлах трубопроводів.

Зовнішня побутова каналізація виконується з керамічних труб високої щільності, які укладаються у піщану основу з дотриманням нормативного ухилу. У місцях зміни напрямку трубопроводу, приєднання гілок і на довгих прямолінійних ділянках передбачені оглядові колодязі зі збірних залізобетонних елементів, що забезпечують контроль за станом мережі та її очищення в разі необхідності.

Проектна система відповідає вимогам ДБН В.2.5-64:2012 і гарантує безпечне, надійне та гігієнічне функціонування водовідведення в умовах інтенсивної експлуатації громадського об'єкта.

1.3.3 Електропостачання та електрообладнання

Система електропостачання торгово-розважального комплексу спроектована з урахуванням вимог безперебійного та безпечного електрозабезпечення усіх інженерних систем і функціональних зон будівлі. Для підвищення надійності передбачено підключення об'єкта до двох взаєморезервуючих кабельних ліній напругою 0,4 кВ, що подаються від різних секцій шин трансформаторної підстанції ЗТП-315а. Такий підхід дозволяє автоматично переключати живлення у разі аварійної ситуації на одній із ліній.

У складі комплектної трансформаторної підстанції передбачено встановлення лінійної та секційної панелей типу ЩО-70а, які забезпечують секціонування мережі, захист і керування живленням основного обладнання. На головному вводі у ввідно-розподільчому пристрої встановлюється сучасний багатофункціональний прилад комерційного обліку електроенергії, що підтримує зчитування параметрів споживання в реальному часі.

У будівлі передбачено реалізацію декількох типів освітлення:

- робоче освітлення – забезпечується в усіх функціональних приміщеннях згідно нормативної освітленості;
- аварійне освітлення – монтується в електрощитових та приміщеннях вузлів вводу для безпечного завершення роботи у разі вимкнення основного живлення;

– евакуаційне освітлення – передбачено в коридорах, сходових клітках, на шляхах евакуації з автономним живленням або підключенням до резервної лінії.

Вибір електрообладнання, кабельно-провідникової продукції та захисної апаратури здійснено відповідно до навантажень, типу приміщень та вимог ДБН В.2.5-23:2010. Усі компоненти електросистем відповідають вимогам енергоефективності, електробезпеки та мають відповідні сертифікати якості.

1.3.4 Система опалення та теплопостачання

Для забезпечення комфортних температурних умов у холодний період року в торгово-розважальному комплексі передбачено водяну систему опалення з горизонтальним двотрубним розведенням [10]. Джерелом теплової енергії виступає автономна газова котельня, розташована на території комплексу, що дозволяє досягти енергонезалежності від міських тепломереж і підвищити керованість теплопостачання.

Магістральні трубопроводи прокладаються у технічному (підземному) поверсі будівлі. Розподіл тепла по поверхах здійснюється через вертикальні стояки, які монтуються з металопластикових труб типу PEX виробництва «KISAIN», прокладених у теплоізоляційних кожухах. Основні магістралі виконуються зі сталевих водогазопровідних труб згідно, що забезпечує їхню довговічність і стійкість до гідравлічних навантажень.

У якості опалювальних приладів передбачено встановлення сучасних сталевих панельних радіаторів, що характеризуються ефективною тепловіддачею, естетичним зовнішнім виглядом і зручністю регулювання.

Для запобігання тепловтратам у неопалюваних зонах підвалу трубопроводи утеплюються. Гідравлічний баланс системи підтримується через встановлення балансуєчих клапанів на стояках, що дозволяє рівномірно розподіляти теплоносії по всіх приміщеннях.

В якості теплоносія використовується вода з температурними параметрами подачі/обратки: $T_1 = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Це забезпечує необхідну теплову потужність навіть за умов пікових зовнішніх навантажень.

Проектування та монтаж системи виконуються відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013, з урахуванням енергозбереження, безпеки та зручності експлуатації.

1.3.5 Система вентиляції та повітрообміну

У торгово-розважальному комплексі передбачено організацію повітрообміну за допомогою загальнообмінної припливно-витяжної системи вентиляції [10], що поєднує природне та механічне спонукання залежно від призначення і навантаження на приміщення.

У приміщеннях із тривалим перебуванням людей (торгові зали, офіси, кафе) вентиляція забезпечується природною інфільтрацією припливного повітря через віконні прорізи з подальшим видаленням через вентиляційні канали, розміщені у спеціально влаштованих вентиляційних блоках. Таке рішення відповідає вимогам ДБН В.2.5-67:2013 і забезпечує нормативну кратність повітрообміну.

Для приміщень із підвищеним рівнем вологості та забруднення повітря – насамперед санітарно-технічних вузлів – передбачається механічна витяжка, що дозволяє забезпечити гарантовану інтенсивність повітрообміну незалежно від зовнішніх умов.

У технічних та допоміжних приміщеннях приплив і витяжка повітря також здійснюються за допомогою природної вентиляції. У зонах громадського харчування передбачається можливість підключення локальних витяжних систем із жироловлувачами та фільтрами, відповідно до специфіки технологічного обладнання.

1.4 Будівельна фізика

1.4.1 Теплотехнічний розрахунок суміщеного покриття

Відповідно до [11], мінімально допустиме значення опору теплопередачі для суміщеного покриття в II температурній зоні становить $R_{q,min} = 7,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Склад огорожувальної конструкції покриття наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Теплотехнічні параметри покриття

№	Матеріал шару огорожувальної конструкції суміщеного покриття	Об'ємна маса, $\gamma_0, \frac{кг}{м^3}$	Товщина шару, $\delta, мм$	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, $\lambda, \frac{Вт}{м \cdot К}$
1	Гідроізоляція – 4 шари гідроізолу на бітумній мастиці	600,0	20	0,1700
2	Утеплювач – плити URSA XPS N-III	80,0	200	0,0350
3	Пароізоляційна плівка	600,0	5	0,1700
4	Залізобетонна плита покриття	2500,0	200	2,0400

Загальний опір теплопередачі визначається за формулою [12]:

$$R = 1/\alpha_{в} + \Sigma(\delta/\lambda) + 1/\alpha_{з},$$

де: $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні;

$\alpha_{з} = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні;

δ – товщина шару, м;

λ – коефіцієнт теплопровідності шару, Вт/м·К.

Обчислимо опір кожного шару:

1. R_1 (гідроізоляція) = $0,02 / 0,17 \approx 0,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

2. R_2 (утеплювач) = $0,25 / 0,035 \approx 7,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

3. R_3 (пароізоляція) = $0,005 / 0,17 \approx 0,03 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

4. R_4 (залізобетон) = $0,2 / 2,04 \approx 0,10 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

5. $R_{вн} = 1 / 8,7 \approx 0,115 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

6. $R_{зовн} = 1 / 23 \approx 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Загальний опір теплопередачі конструкції:

$$R = 0,115 + 0,12 + 7,14 + 0,03 + 0,10 + 0,043 = 7,548 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Висновок. Загальний розрахунковий опір теплопередачі покриття становить $7,55 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що перевищує нормативне значення $R_{q,\min} = 7,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Конструкція відповідає вимогам енергоефективності.

1.5 Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники проєктованого торгово-розважального комплексу визначають його просторові характеристики, функціональну ємність і ефективність використання земельної ділянки. Вони є підґрунтям для прийняття проєктних рішень на наступних стадіях розробки проєкту та для порівняння з аналогічними об'єктами.

Для підвищення інформативності аналізу можуть також враховуватись такі показники:

Питома щільність забудови (відношення площі забудови до площі ділянки)

Коефіцієнт поверховості (відношення загальної площі до площі забудови)

Наведені значення свідчать про оптимальне використання території та збалансовану архітектурно-планувальну структуру будівлі з урахуванням її функціонального призначення.

Таблиця 1.2 – Техніко-економічні показники комплексу

№	Найменування показника	Одиниці вимірювання	Кількість
1	Площа забудови	м ²	1836,16
2	Загальна площа	м ²	6443,45
3	Корисна площа	м ²	4510,42
4	Будівельний об'єм	м ³	28810,66
	у т. ч. підземного поверху	м ³	7124,30
5	Питома щільність забудови	К _{збуд}	0,4
6	Коефіцієнт поверховості	К _{пов}	3,5

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування вибору конструкцій

Для торгово-розважального комплексу в м. Хмельницький прийнято конструктивне рішення у вигляді монолітного залізобетонного каркаса з плитним фундаментом. Такий вибір зумовлений функціональними, архітектурно-планувальними, експлуатаційними та техніко-економічними вимогами до будівлі.

Основною особливістю торгово-розважальних центрів є необхідність формування відкритих багатофункціональних просторів без зайвих внутрішніх опор, що забезпечує гнучкість у зонуванні, трансформацію приміщень під різні потреби орендарів і високу пропускну здатність для відвідувачів. Саме монолітний каркас дозволяє реалізувати великопротитні схеми перекриттів, зменшити кількість колон і забезпечити ефективне використання внутрішнього простору.

Порівняно з традиційними збірними або цегляними системами, монолітний залізобетонний каркас має такі переваги:

- підвищена просторово-конструктивна жорсткість, що забезпечує стійкість при нерівномірних осіданнях, вітрових та сейсмічних впливах;
- технологічна свобода у формоутворенні – можливо реалізувати складні об'ємно-планувальні та фасадні рішення, характерні для сучасної архітектури громадських будівель;
- відсутність монтажних стиків підвищує довговічність і зменшує потенційні зони тріщиноутворення, що важливо для багатоповислої експлуатації з інтенсивними навантаженнями;
- скорочення термінів будівництва в умовах паралельного виконання робіт у межах одного технологічного циклу.

У якості фундаменту прийнято суцільну монолітну залізобетонну плиту. Це рішення є оптимальним при складних інженерно-геологічних умовах ділянки, зокрема при наявності неоднорідних ґрунтів, високого рівня ґрунтових вод або необхідності забезпечити рівномірну передачу навантажень від будівлі. Плитний

фундамент рівномірно розподіляє зусилля на основи, зменшуючи ризик осідань, і одночасно служить жорсткою опорною основою для колон каркаса.

Таким чином, вибрана конструктивна схема – монолітний залізобетонний каркас із плитним фундаментом – забезпечує:

- високу надійність і довговічність;
- відповідність архітектурним вимогам;
- економічну ефективність за рахунок зменшення витрат на експлуатацію;
- швидкість та послідовність монтажу в умовах обмеженої міської забудови.

Обране рішення повністю відповідає вимогам до сучасних громадських будівель і є технічно доцільним для даного типу споруди.

2.2 Інформаційне моделювання та аналіз конструктивної системи будівлі у MOHOMAX-CAPR

2.2.1 Створення геометричної моделі конструктивної схеми

Формування геометричної моделі конструктивної схеми торгово-розважального комплексу розпочалося зі створення точного об'ємно-планувального рішення в середовищі Autodesk AutoCAD. На цьому етапі було детально опрацьовано архітектурну структуру будівлі, її поверховість, координаційні осі, габаритні розміри та розташування основних несучих елементів. Модель включала усі ключові елементи: колони, плити перекриттів, стіни ліфтових шахт та сходових кліток.

З метою подальшого імпорту моделі до системи MOHOMAX-CAPR, креслення були структуровані у вигляді багаторівневої системи шарів. Кожному конструктивному елементу надано відповідний шар із коректними атрибутами (тип елемента, товщина, висота), які розпізнаються модулем імпорту MOHOMAX-CAPR. Це дозволило максимально точно передати просторову геометрію будівлі у форматі, придатному для подальшого інженерного моделювання.

Після підготовки креслень була виконана конвертація геометрії та імпорт у середовище MOHOMAX-CAPR. У модулі побудови розрахункової схеми

здійснено перевірку цілісності імпортованих об'єктів, уточнено взаємне розташування елементів у плані та висоті, внесено корективи до розмірних і конструктивних параметрів відповідно до особливостей інтерпретації елементів програмним середовищем (рис. 2.1).

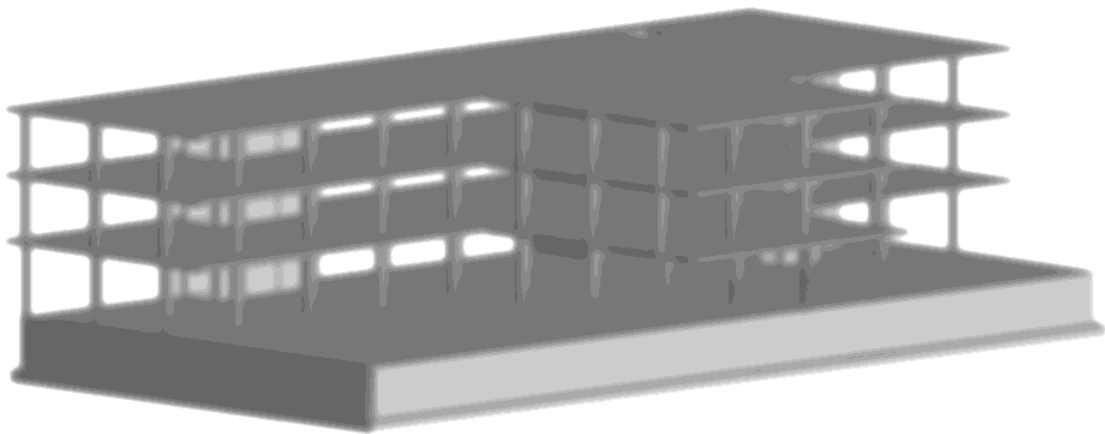


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема торгово-розважального комплексу

На завершальному етапі створення геометричної моделі було призначено фізичні характеристики елементів – перерізи колон, товщини плит перекриття та фундаменту, а також граничні умови опирання, включаючи жорстке защемлення колон у фундаменті. Всі елементи було підготовлено до етапу навантаження та розрахунку в межах єдиної конструктивної моделі будівлі (рис. 2.2).

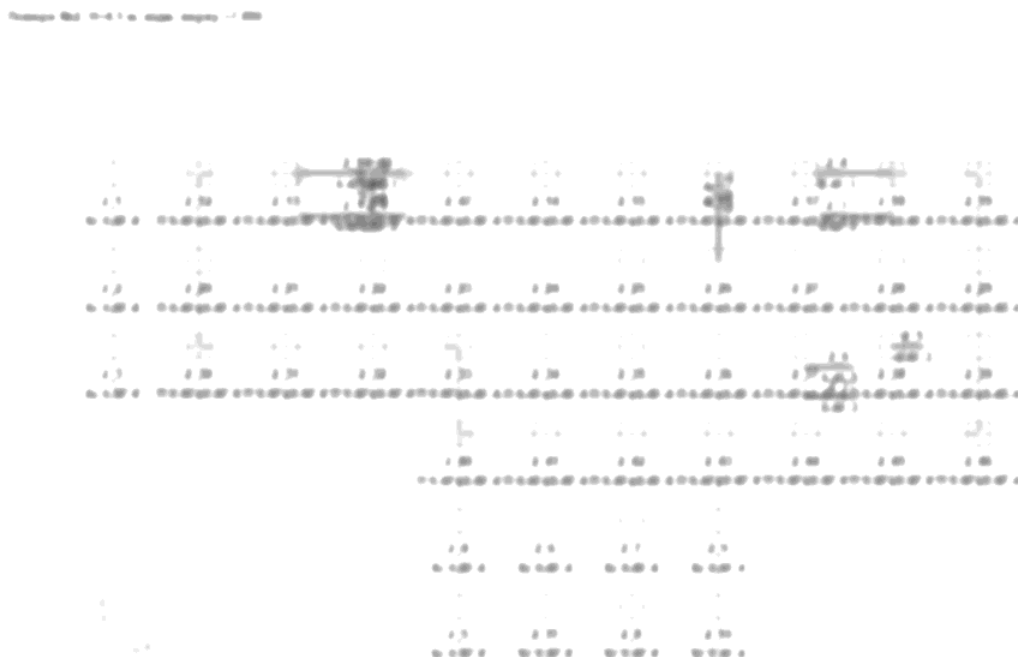


Рисунок 2.2 – План типового поверху – розташування вертикальних несучих елементів з нумерацією

Завдяки інтегрованому підходу та грамотній підготовці в CAD-середовищі, вдалося створити інформативну геометричну модель, придатну для подальшого МСЕ-аналізу [13], що значно скорочує трудомісткість ручного моделювання в розрахунковому програмному забезпеченні.

2.2.2 Збір та призначення навантажень

Після створення повної геометричної моделі конструктивної системи торгово-розважального комплексу в середовищі MOHOMAX-САПР, було виконано етап збору та призначення навантажень [14]. Усі навантаження задавались безпосередньо в інтерфейсі програмного комплексу, що дозволяє точно враховувати їх розподіл та прикладення до відповідних конструктивних елементів.

Основою для розрахункових дій стали діючі нормативи – зокрема, положення [15], які визначають види, величини та комбінації навантажень для громадських будівель. У програмному середовищі були задані основні типи навантажень: постійні, тимчасові, снігові та вітрові. Постійні навантаження враховували власну вагу конструкцій (в автоматичному режимі), вагу перекриттів, інженерних систем і покрівельного пирога. Тимчасові навантаження включали навантаження від відвідувачів, устаткування, торгового обладнання та меблів, відповідно до функціонального зонування приміщень.

Окремо була опрацьована снігове та вітрове навантаження відповідно до IV снігового та III вітрового районів України. Вітрове навантаження задавалось як просторове розподілене навантаження із врахуванням вітрового напору на фасади різної орієнтації, а снігове – на горизонтальні ділянки покриття з урахуванням зон накопичення. У програмі були враховані відповідні коефіцієнти форми, нерівномірності розподілу та надійності.

Згідно зі сніговими навантаженнями України, м. Хмельницький належить до IV снігового району, де характеристичне значення навантаження становить:

$$S_0 = 1340 \text{ Па.}$$

Вітрове навантаження, місто Хмельницький входить до III вітрового району, де характеристичне значення навантаження становить:

$$W_0 = 500 \text{ Па.}$$

Також були задані граничні умови та вузли опори несучих елементів, що дозволило точно передати умови реальної роботи конструкції у розрахунковій моделі. Усі навантаження вводились у вигляді окремих етапів навантаження (комбінацій), що дозволило у подальшому автоматично аналізувати їх вплив у різних сценаріях експлуатації.

2.2.3 Проведення розрахунку та цифровий аналіз результатів

Після завершення формування геометричної моделі конструктивної системи та призначення всіх типів навантажень у середовищі MOHOMAX-CADP, було здійснено розрахунок конструкції методом скінченних елементів (МСЕ). Уся будівля була представлена як просторово-розрахункова система, що дозволило врахувати реальну взаємодію несучих елементів під дією статичних і динамічних навантажень.

Розрахунок включав визначення напружено-деформованого стану основних несучих елементів – плит перекриттів, колон, стін жорсткості та фундаментної плити. Програмний комплекс автоматично згенерував скінченно-елементну сітку з урахуванням граничних умов, жорсткості матеріалів та особливостей навантаження. Було реалізовано послідовний аналіз окремих комбінацій навантажень, що включали постійні, тимчасові, снігові та вітрові впливи.

Результати розрахунку представлені у вигляді мозаїки переміщень (рис. 2.3), деформацій та напружень (рис. 2.4, 2.5) для кожного елемента. Особливу увагу приділено оцінці переміщень (прогинів перекриттів і відхилень верхівок колон), оскільки ці показники є критичними для забезпечення просторової жорсткості та експлуатаційної придатності будівлі. За результатами аналізу встановлено, що максимальні переміщення не перевищують гранично допустимих значень, визначених нормативами.

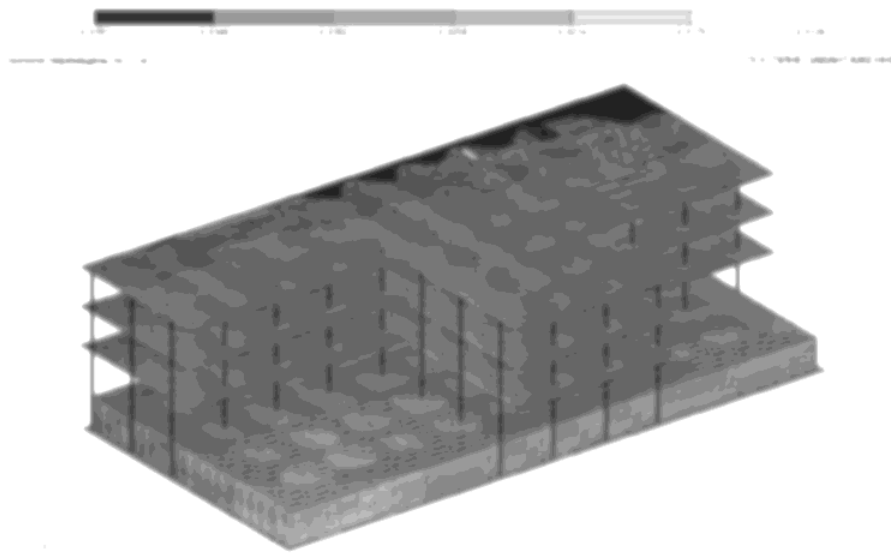


Рисунок 2.3 – Результати розрахунку МСЕ: переміщення по Oz

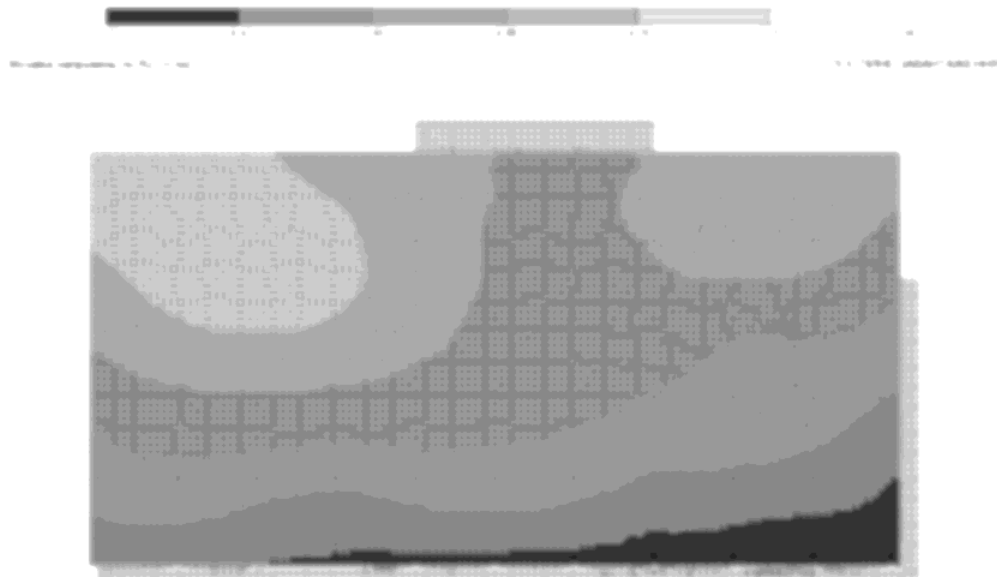


Рисунок 2.4 – Результати розрахунку МСЕ: мозаїка напружень по Rz

Також було виконано автоматичну перевірку міцності та стійкості окремих елементів. Згідно з отриманими даними, зусилля у перерізах конструкцій не перевищують допустимі значення, що свідчить про ефективність прийнятого конструктивного рішення. Усі вузли сполучення елементів залишились у межах пружного деформування, без ознак локальних концентрацій напружень.

Розрахунок у MOHOMAX-SAPR підтвердив надійність та відповідність конструктивної схеми вимогам нормативних документів, а цифровий аналіз

результатів дозволив прийняти обґрунтовані інженерні рішення для подальшого деталювання конструкцій та їх армування.

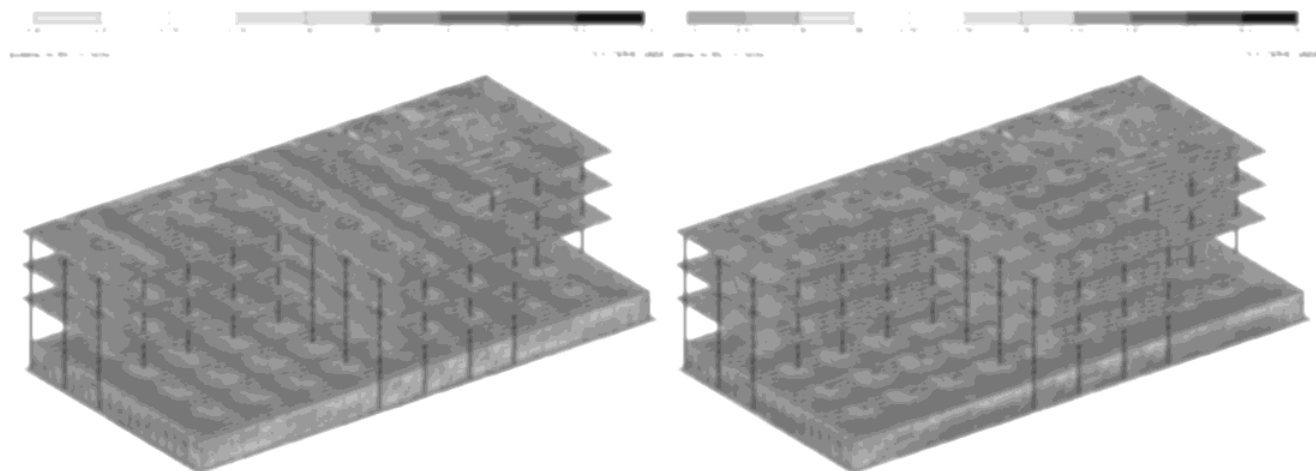


Рисунок 2.5 – Результати розрахунку МСЕ, мозаїка напружень M_x та M_y

2.3 Розрахунок та конструювання монолітної фундаментної плити

Розрахунок та конструювання монолітної фундаментної плити для торгово-розважального комплексу [16] виконано із застосуванням спеціалізованого інженерного модуля «Плита» у складі програмного комплексу «Мономах-САПР 2016». Основна геометрична модель плити, а також навантаження, які передаються на неї від надземних конструкцій, були автоматично експортовані з модуля «КОМПОНОВКА», що гарантує топологічну відповідність фундаментної частини розрахунковій моделі всієї будівлі [17].

Монолітна фундаментна плита запроектована з важкого бетону класу С16/20, армованого стержневою арматурою класу А400С, у відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Розрахунок виконувався згідно з чинними будівельними нормами за двома групами граничних станів:

- перша група – перевірка на міцність за згинанням, зсувом і продавлюванням у зонах під колонами та стінами.
- друга група – перевірка на тріщиностійкість і жорсткість у довготривалій стадії експлуатації (прогини).

У ході статичного розрахунку було побудовано ізополя згинальних моментів M_x та M_y , що дозволило ідентифікувати зони найбільших згинальних зусиль і

деформацій (рис. 2.6, 2.7). Особливу увагу приділено областям опирання колон, де спостерігаються локальні піки моментів унаслідок концентрації навантажень. Саме ці ділянки визначають необхідність підсиленого армування.

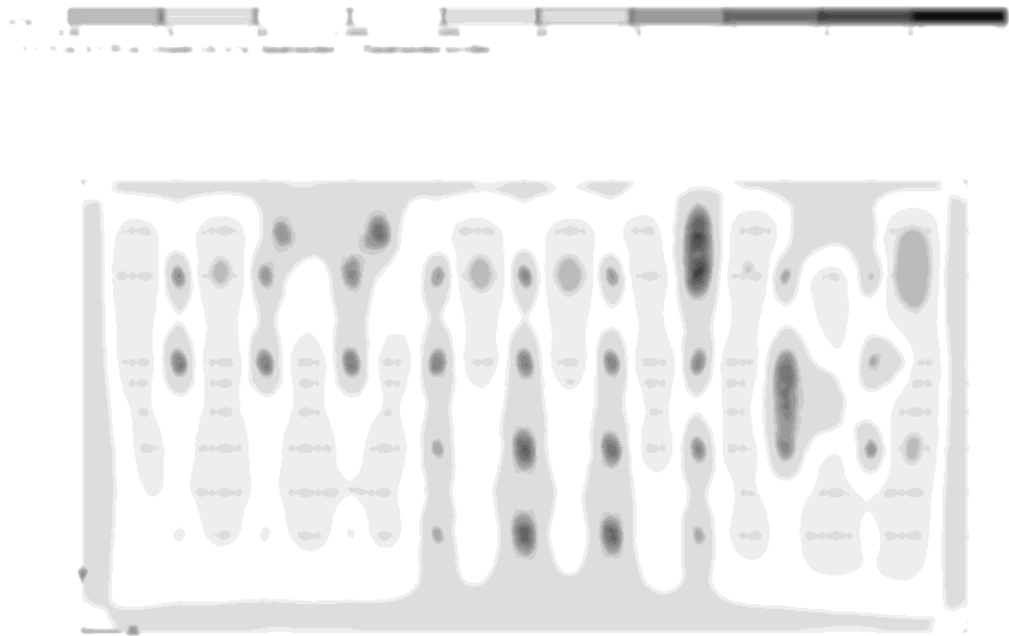


Рисунок 2.6 – Ізополя згинальних моментів M_x у плиті перекриття від постійного навантаження

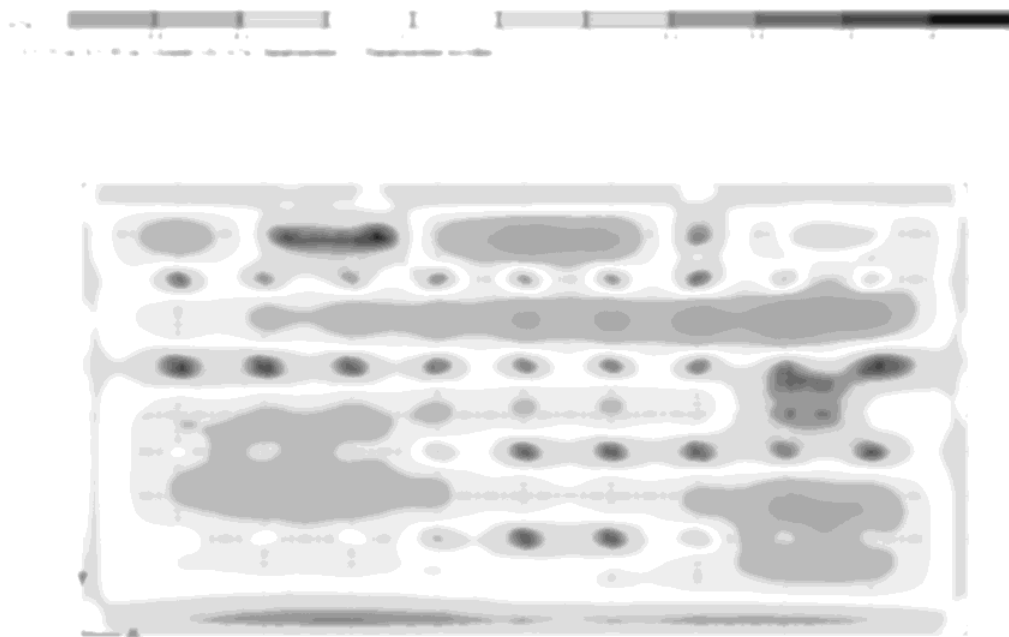


Рисунок 2.7 – Ізополя згинальних моментів M_y у плиті перекриття від постійного навантаження

На основі отриманих моментів програма виконала автоматизований підбір площі робочої арматури у двох взаємно перпендикулярних напрямках, із подальшим ручним коригуванням у відповідності до прийнятих діаметрів і кроків арматурних стержнів. Основне армування по всій площі плити прийнято:

- нижня зона: Ø18 мм А400С у двох напрямках, крок 200 мм;
- верхня зона: Ø14 мм А400С у двох напрямках, крок 200 мм.

Також у місцях спирання колон, пілонів і стін передбачено додаткове армування у вигляді стержнів та анкерних випусків Ø12, Ø14, 28, 32 мм А400С, крок 200 мм, які забезпечують передачу зусиль без ризику продавлювання.

Результати розрахунку представлені у вигляді кольорових ізополей моментів і площі арматури (рис. 2.8, 2.9) в обох напрямках (в $\text{см}^2/\text{м}$), що є основою для армування фундаментної плити. Аналіз отриманих даних підтверджує працездатність та оптимальність обраної товщини фундаментної плити, а також ефективність застосованого підходу до конструювання.

Прийняті рішення забезпечують необхідну несучу здатність, рівномірний розподіл напружень і надійність фундаменту в умовах експлуатації проектованої громадської будівлі.

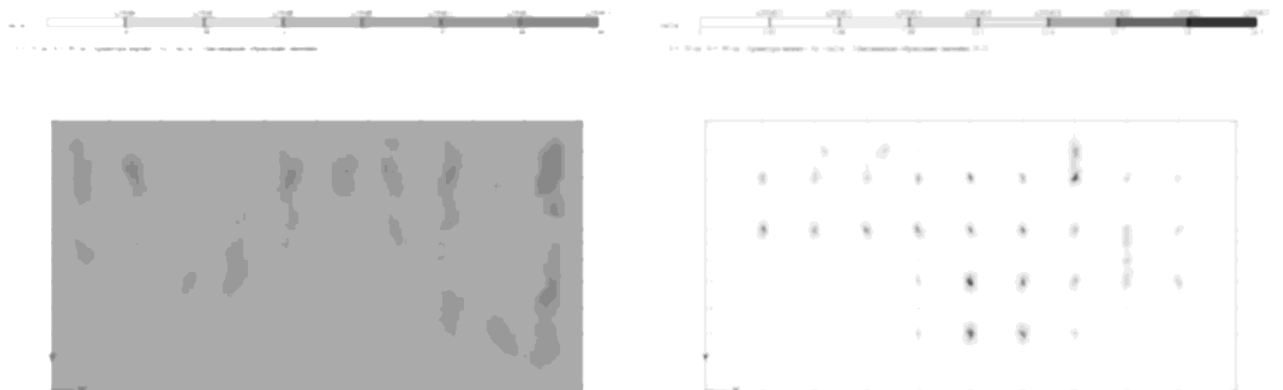


Рисунок 2.8 – Карта розподілу площі арматури вздовж осі X у верхній та нижній зонах фундаментної плити

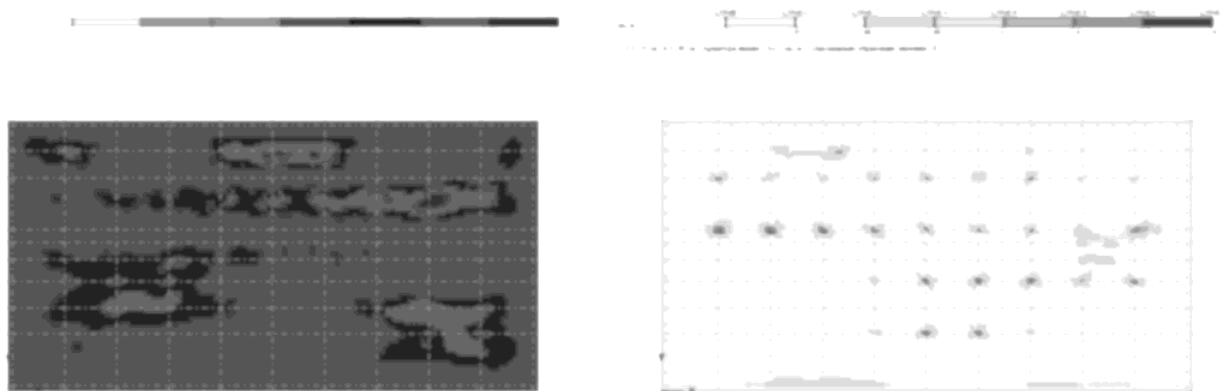


Рисунок 2.9 – Карта розподілу площі арматури вздовж осі Y у верхній та нижній зонах фундаментної плити

2.4 Розрахунок та конструювання монолітних колон

Розрахунок і конструювання вертикальних елементів несучого каркаса – зокрема монолітних колон і стін жорсткості – здійснювалося із застосуванням спеціалізованого модуля «Колона» програмного комплексу «Мономах-САПР 2016» [14]. Геометричні параметри колон, їх розміщення в просторі, а також розрахункові зусилля були автоматично імпортовані з узагальненої моделі конструктивної схеми через модуль «КОМПОНОВКА». Такий підхід забезпечив топологічну та розрахункову узгодженість між архітектурним рішенням і аналітичною моделлю, виключаючи дублювання роботи та підвищуючи точність інженерного аналізу.

У проєкті передбачено застосування як прямокутних, так і круглих колон, залежно від архітектурного рішення та просторової компоновки. Основні типи:

- колони прямокутного перерізу 400×400 мм;
- колони круглого перерізу діаметром 400 мм.

Матеріалом для виготовлення колон прийнято важкий бетон класу C20/25 згідно з ДСТУ 9208:2022. Для забезпечення міцності та надійності в умовах багаторазових циклічних навантажень і тривалої експлуатації застосовано арматурну сталь класу A400С для поздовжнього армування (Ø12–Ø18 мм) та A240С (Ø6 мм) для хомутів (поперечної арматури). Вибір перерізів і діаметрів

арматури виконано на основі результатів розрахунку з урахуванням максимальних згинальних моментів, осьових стискуючих сил і взаємодії момент-сила.

У модулі «Колона» розрахунок виконувався згідно з вимогами ДБН В.2.6-98:2009 з перевіркою за двома групами граничних станів:

- 1-а група – забезпечення несучої здатності при стиску з урахуванням згину;
- 2-а група – перевірка тріщиностійкості та обмеження прогинів, які можуть виникати у висотних колонах при несиметричних навантаженнях.

Розташування вертикальних несучих елементів із нумерацією в програмі Мономах-САПР представлено на рис. 2.10 та 2.11.

Рис. 2.10. Мономах-САПР. План підвалу

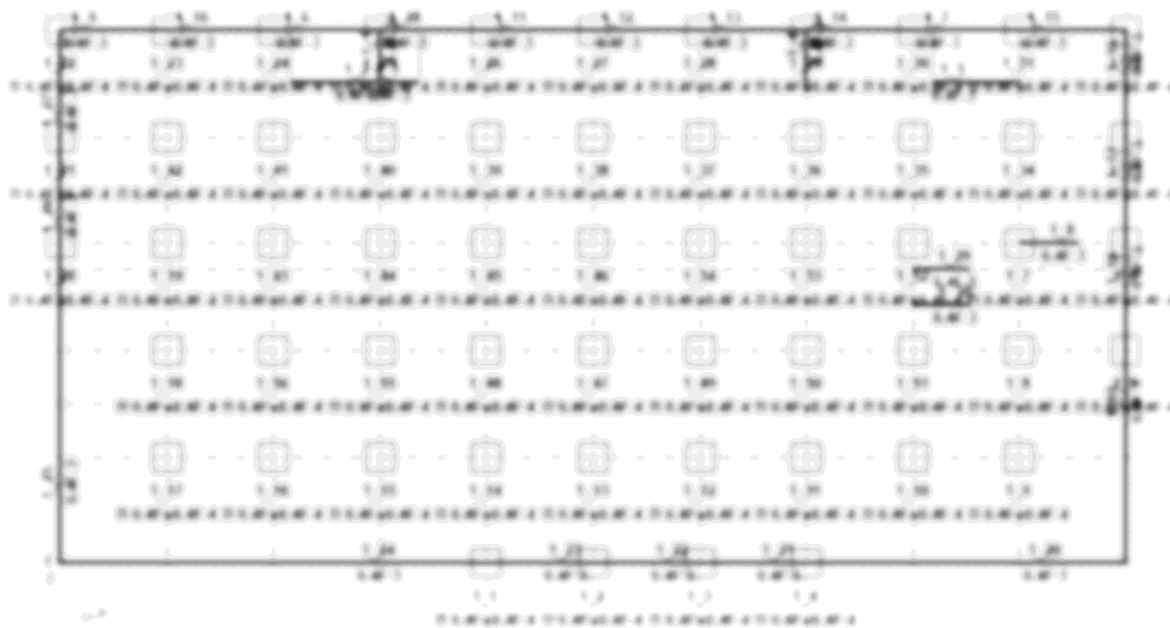


Рисунок 2.10 — Розташування вертикальних несучих елементів з нумерацією на плані підвалу

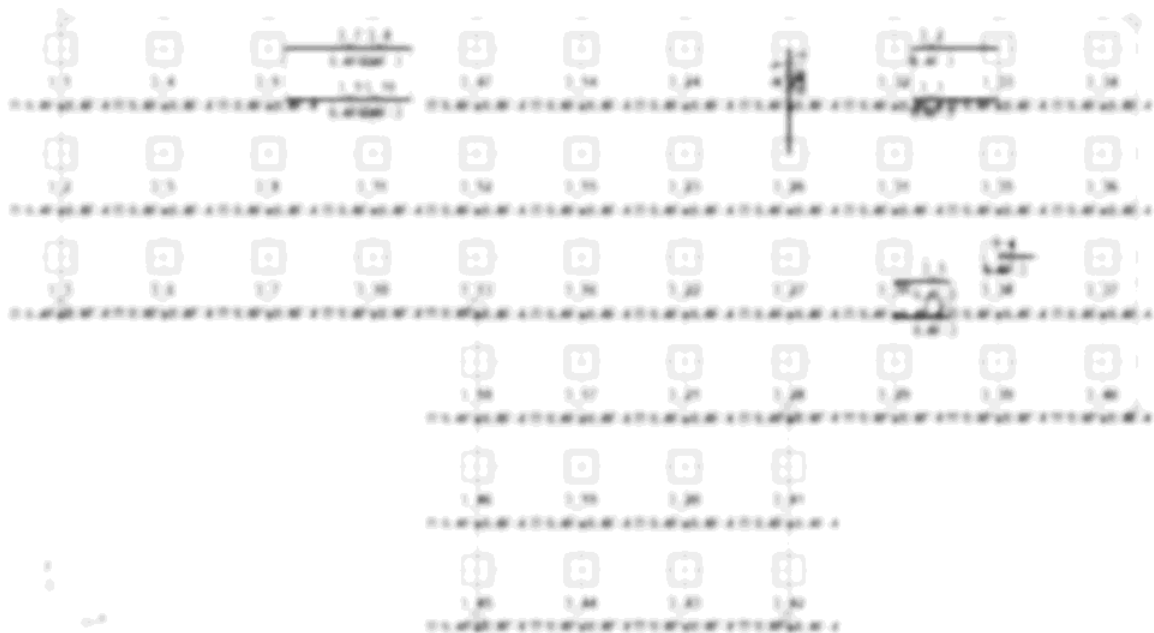


Рисунок 2.11 — Розташування вертикальних несучих елементів з нумерацією на плані типового поверху

Для кожної колони були отримані точні значення осьових навантажень та моментів з розрахункової моделі всієї будівлі. Результати обчислень відображають розподіл зусиль уздовж висоти будівлі, що дозволило провести оптимізацію армування з урахуванням зон з підвищеним навантаженням, зокрема на нижніх поверхах.

Результати конструювання

Колона Км-10 (400×400 мм):

- поздовжня арматура: Ø16 та Ø18 мм, А400С;
- хомути: Ø6 мм, А240С, крок 200 мм.

Колона Км-15 (400×400 мм):

- поздовжня арматура: Ø16 мм, А400С;
- хомути: Ø6 мм, А240С, крок 200 мм.

Колона Км-18 (400×400 мм):

- поздовжня арматура: Ø18 мм, А400С;

– хомути: Ø6 мм, А240С, крок 200 мм.

Колона Км-33 (ø 400 мм)

– поздовжня арматура: Ø12 мм, А400С;

– хомути: Ø6 мм, А240С, крок 150 мм.

У місцях сполучення колон з перекриттями та фундаментною плитою передбачено наявність анкерних випусків, які передають зусилля між елементами та забезпечують монолітність конструкції. Для запобігання втраті стійкості в процесі монтажу, в конструктивних вузлах реалізовано жорстке зацмлення, що моделювалося в розрахунковій схемі.

Креслення із армуванням колон Км-10, Км-15, Км-18, Км-33 подано на листі графічної частини.

3 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1 Визначення номенклатури та об'ємів робіт

У процесі організації будівництва торгово-розважального комплексу в м. Хмельницький була сформована укрупнена номенклатура будівельно-монтажних робіт, що відповідає технологічній структурі об'єкта та спеціалізації підрядних організацій [18]. Формування складу робіт здійснювалося з урахуванням типових стадій зведення громадських будівель і норм тривалості будівництва відповідно до ДСТУ Б А.3.1-22:2013.

До складу основних будівельних процесів увійшли підготовчі, земляні, бетонні, арматурні, опалубні, кладочні, монтажні, оздоблювальні та спеціальні роботи. Загальна структура номенклатури сформована відповідно до функціональної логіки зведення монолітного каркаса та виконання внутрішнього інженерного облаштування. Підготовчі роботи включають планування території, розчищення майданчика та розробку котловану із застосуванням землерийної техніки. Надалі послідовно реалізується комплекс робіт із улаштування фундаментної плити, вертикальних несучих елементів та перекриттів усіх поверхів.

Обсяги робіт були визначені на основі проектної документації з детальним підрахунком за елементами конструкцій, ярусами та технологічними захватками. Для кожного процесу розраховано обсяг у відповідних одиницях виміру: метри квадратні, метри кубічні, тонни, відсотки. Наприклад, бетонування фундаментної плити становить 1275,05 м³, установлення арматури плити – 78,9 т, кладка зовнішніх стін із газоблоків – 593,1 м³, а високоякісне опорядження поверхонь штукатуркою – понад 1200 м².

На базі підрахованих обсягів була виконана калькуляція трудомісткості та затрат машинного часу, що є основою для організації роботи будівельних бригад. Трудові ресурси оцінено у людо-годинах із деталізацією за видами робіт і технологічними операціями. Машиномісткість визначено за основними механізованими процесами, зокрема: розробка ґрунту, бетонування, опорядження розчинонасосом, укладання покрівельного пирога.

У роботі враховано послідовність виконання робіт з урахуванням конструктивної логіки (знизу вгору) і мінімізації перерв між операціями. Особлива увага приділялась виокремленню критичних процесів, які потребують підвищеної точності й координації, наприклад бетонування перекриттів, встановлення вітражів та облицювання плиткою.

Розрахункова частина представлена у формі калькуляції трудомісткості та затрат машинного часу та наведена у додатку А.

3.2 Вибір методів виконання робіт

Процес вибору технології виконання будівельно-монтажних робіт є одним з ключових етапів організації будівництва. Враховуючи функціональне призначення торгово-розважального комплексу, значні об'єми робіт, а також складність конструктивної системи, проектом передбачено застосування прогресивних методів із максимальним використанням механізації та сучасних технологій.

Загальна організація робіт базується на принципі поточного методу, що передбачає послідовне і частково паралельне виконання будівельних процесів у межах ділянок, захваток і ярусів. Це дозволяє досягти ритмічності та узгодженості в роботі бригад, скорочуючи загальну тривалість будівництва.

Усі роботи розподілено за комплексами: підготовчі, земляні, бетонні, монтажні, інженерні та опоряджувальні. Земляні роботи, зокрема розробка котловану під фундаментну плиту, виконуються механізованим способом із застосуванням екскаватора з прямою лопатою у зв'язці з самоскидами для вивезення ґрунту. Планування дна котловану проводиться бульдозером з подальшим ущільненням основи віброплитами. Для забезпечення стійкості стінок передбачено улаштування тимчасових укосів згідно з вимогами ДСТУ та гідрогеологічних умов майданчика.

Монолітні роботи виконуються індустріальним методом, з використанням інвентарної збірно-розбірної опалубки та подачею бетонної суміші баддями. В'язання арматурних каркасів здійснюється безпосередньо на майданчику.

Для монтажу конструкцій наземної частини використовується баштовий кран, що забезпечує вертикальне транспортування елементів у межах усієї зони зведення. Поділ будівлі на захватки та монтажні яруси дає змогу оптимізувати логістику матеріалів і задіяти техніку з найвищою ефективністю.

Монтаж інженерних систем (електропостачання, вентиляція, водопостачання тощо) виконується паралельно з оздоблювальними роботами за умов дотримання послідовності. Кам'яні та опоряджувальні роботи здійснюються поточним способом із застосуванням механізованих інструментів (затирочні машини, розпилювачі, електричні фарбопульти).

Опоряджувальні роботи внутрішніх приміщень організовано з використанням напівмеханізованих та ручних способів. Штукатурення стін виконується за допомогою штукатурних станцій, фарбування – механізованими розпилювачами або валиком. Улаштування підлог із плитки передбачає використання електричних плиткорізів та нівелірів для забезпечення точності горизонтального укладання. Роботи виконуються ділянковим методом, що дозволяє паралельно вести опорядження на різних поверхах будівлі без взаємного перешкоджання бригад.

Зовнішнє оздоблення, включаючи утеплення фасадів та декоративне облицювання, здійснюється з використанням підйомних механізмів – фасадних люльок або риштувань. Матеріали – сучасні легкі системи з вентильованими фасадами або штукатурними системами типу «мокрый фасад».

3.3 Підбір монтажного крана

Організація монтажних робіт на будівельному майданчику торгово-розважального комплексу вимагає залучення вантажопідіймального обладнання, яке здатне забезпечити швидке, безпечне та ефективно встановлення крупних залізобетонних елементів каркаса. Ураховуючи значну висоту будівлі, її протяжність у плані та вагу збірних і монолітних елементів, доцільним є застосування баштових кранів.

Підбір кранів (рис. 3.1) здійснювався поетапно з урахуванням таких чинників:

- розміри та конфігурація об'єкта (висота, протяжність, глибина забудови);
- маса монттованих конструкцій (з урахуванням $K_c = 1,1$);
- наявність монтажного оснащення та його вплив на загальну вагу вантажу;
- висота підйому вантажу з резервом для переміщення над конструкціями;
- виліт стріли для охоплення зони монтажу з безпечної зони стоянки крана;
- можливості енергозабезпечення майданчика.

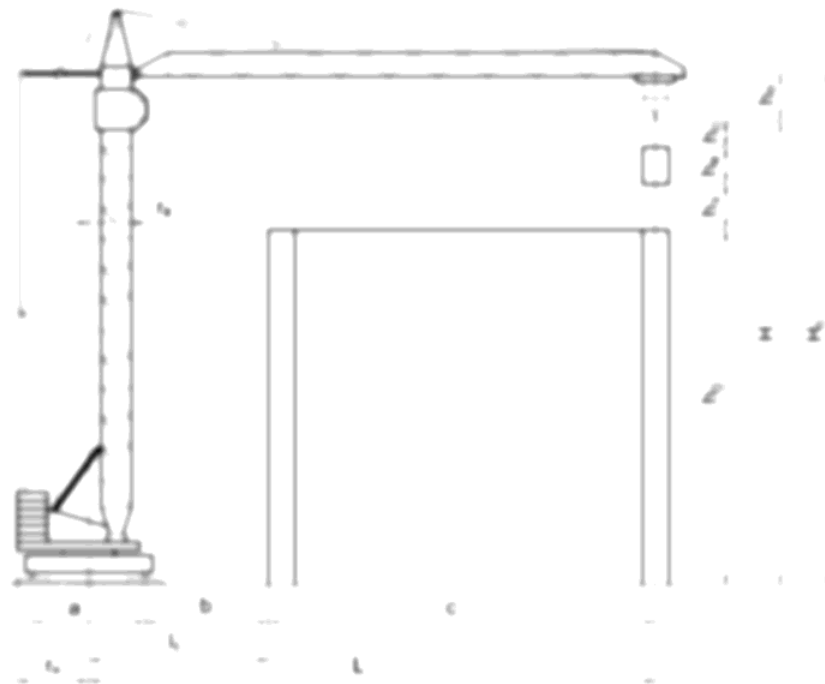


Рисунок 3.1 – Схема для визначення монтажних характеристики крана

Після виконання необхідних розрахунків і технічного аналізу було прийнято рішення про використання двох баштових кранів:

- КБ-404М: вантажопідйомність – 13 т, виліт стріли – 36 м, висота підйому гака – 45 м;
- КБ-300: вантажопідйомність – 7,5 т, виліт стріли – 30 м, висота підйому гака – 50 м.

Ці моделі обрано за їх відповідність граничним вантажним моментам, здатність працювати в обмежених умовах щільної забудови, а також наявність на будівельному ринку та відповідність чинним нормам технічної безпеки.

Розрахунок вантажного моменту виконувався за формулою:

$$M_{ван} = G_m \cdot L,$$

де G_m – маса вантажу з урахуванням монтажного оснащення, L – виліт стріли.

Розрахунок висоти підйому гака передбачав резерв на висоту вантажу, монтажні пристрої, а також необхідний монтажний зазор:

$$H_{під} = h_{елем.} + h_{строп} + h_{запас} + h_{відмітка}.$$

Обрані крани повністю забезпечують покриття монтажного фронту при поділі будівлі на монтажні ділянки, з урахуванням зон перекриття для безперервного виконання робіт.

Вибір кранів підтверджено порівнянням техніко-економічних показників (обсяги підйому, час монтажу, витрати палива або електроенергії, ефективність використання в змінному режимі). Крім того, передбачено графік переміщення кранів відповідно до календарного плану, що забезпечує оптимальне їх навантаження протягом усього будівництва.

3.4 Складання календарного плану виконання робіт

Розробка календарного плану виконання будівельно-монтажних робіт є ключовим етапом технологічного забезпечення будівництва. На основі відомостей про номенклатуру робіт, їх обсяги, методи виконання та ресурси здійснюється послідовне планування процесів із врахуванням технологічної послідовності та календарних обмежень.

Графік будується на принципах рівномірного завантаження трудових ресурсів та механізмів. Роботи групуються за основними етапами: підготовчі, земляні, фундаментні, монтажні, покрівельні, внутрішні спеціальні та опоряджувальні роботи. У календарному плані відображено технологічну послідовність виконання кожного процесу та взаємозв'язки між ними.

Визначено, що нормативна тривалість будівництва об'єкта становить 659 календарних днів. За оптимізації процесів, розроблений календарний план дозволяє завершити зведення комплексу за 595 днів. При цьому середньооблікова кількість робітників складає 14 осіб, а максимальна кількість працівників на окремих етапах – 21 особа.

Для оцінки ефективності організації праці розраховано коефіцієнт нерівномірності: відношення максимальної кількості робітників до середньої становить 1,5, що є допустимим значенням для багатoproфільного будівництва. Графік руху працівників сформований для контролю навантаження на робочу силу та забезпечення оптимального розподілу кадрів протягом усього терміну виконання робіт.

3.4.1 Техніко-економічні показники календарного плану

1. Тривалість будівництва [19]:

$$T = 595 \text{ робочих днів} \leq T_{\text{норм}} = 659 \text{ робочих днів.}$$

2. Показник суміщення будівельних процесів в часі:

$$K_{\text{сум}} = \sum t / T = 842 / 595 = 1,42,$$

де $\sum t = 842$ днів – сумарна тривалість виконання всіх будівельних процесів при послідовному проведенні робіт;

$T = 595$ днів – тривалість робіт за календарним графіком.

3. Показник нерівномірності руху робочої сили:

$$K_{\text{нер}} = N_{\text{max}} / N_{\text{ср}} = 21 / 14 = 1,5,$$

де $N_{\text{max}} = 21$ особа – максимальне число робітників за зміну;

$N_{\text{ср}} = 14$ осіб – середньоспискове число робітників.

4. Показник змінності:

$$K_{\text{зм}} = N / \sum t = 1182 / 595 = 1,98,$$

де $N = 1182$ – загальна кількість відпрацьованих змін за період спорудження об'єкту; $\sum t = 595$ – тривалість робіт згідно календарного графіку.

3.5 Проектування будгенплану об'єкта

Проектування будівельного генерального плану є невід'ємним етапом організації будівництва торгово-розважального комплексу, що передбачає раціональне розміщення всіх тимчасових споруд, зон складування, транспортних шляхів і допоміжної інфраструктури на території будівельного майданчика. Будгенплан розробляється з урахуванням прийнятих методів виконання робіт,

календарного плану, технічних характеристик будівельних машин і вимог нормативної документації щодо охорони праці та пожежної безпеки. Основна мета будженплану – забезпечення безперебійного і безпечного виконання всіх будівельно-монтажних процесів при мінімальних витратах на тимчасові споруди та інженерні мережі.

3.5.1 Визначення потреби в інвентарних будинках

Проектування будівельного генерального плану передбачає визначення обґрунтованої кількості тимчасових інвентарних будівель, необхідних для забезпечення нормальних умов роботи, відпочинку, обслуговування та управління будівництвом. Перелік таких споруд формується на підставі чисельності працюючих, тривалості будівельного періоду, умов виконання робіт та вимог діючих нормативів.

Для розміщення персоналу будівельного майданчика передбачаються адміністративно-побутові приміщення, до складу яких входять: інвентарна прорабська, приміщення для інженерно-технічного персоналу, санітарно-побутові блоки (душові, роздягальні, вбиральні), приміщення для відпочинку, а також приміщення для зберігання інструментів, засобів індивідуального захисту та документації.

Площа кожного виду інвентарного приміщення розраховується згідно з нормативами площі на одну особу, із врахуванням максимальної чисельності робітників на майданчику. У нашому випадку максимальна чисельність працівників, задіяних на будівництві, становить 21 особу. Це дозволяє визначити потребу в кількості побутових та адміністративних приміщень для забезпечення комфортних і безпечних умов праці.

Інвентарні будівлі, як правило, виконуються із легких збірно-розбірних конструкцій, що дозволяє їх швидко монтувати та демонтувати без значних витрат. Вони розміщуються на території будівельного майданчика таким чином, щоб мінімізувати шляхи пересування працівників та не перешкоджати основним будівельним процесам.

У графічній частині будівельного генерального плану наведено розміщення усіх розрахованих тимчасових і постійних споруд, інвентарних будівель, складів, під'їзних шляхів, зон складування та транспортних маршрутів. На кресленні передбачено експлікацію тимчасових будівель і споруд із зазначенням їх площ, що визначені на основі розрахунків.

3.5.2 Розрахунок площі складських приміщень і майданчиків

Раціональна організація складського господарства на будівельному майданчику є важливою умовою дотримання ритмічності виконання робіт і забезпечення безперебійного постачання матеріалів. Для цього передбачається розміщення як відкритих майданчиків, так і закритих та напівзакритих складів відповідно до вимог щодо зберігання тих чи інших будівельних ресурсів.

До відкритих майданчиків відносяться ділянки для тимчасового зберігання будівельної цегли, дрібноштучних матеріалів, арматури, залізобетонних виробів тощо. Вони не потребують захисту від вологи чи температурних коливань.

Закриті склади проектуються для лакофарбових речовин, електротехнічних виробів, теплоізоляційних та гігроскопічних матеріалів, які вимагають контрольованих умов зберігання. Для столярних виробів, склопакетів і рулонних матеріалів передбачаються напівзакриті приміщення з покрівлею, але без утеплення.

Розрахунок необхідної площі кожного типу складу здійснюється на підставі нормативних запасів, коефіцієнтів нерівномірності постачання й витрати, а також розміщення матеріалів у штабелях. Визначення загальної площі складу передбачає облік корисної площі з урахуванням коефіцієнтів на проїзди та проходи. Усі розрахунки виконано у табличній формі (таблиця 3.1) з детальним поділом за типами матеріалів.

Вибір місць розташування складів на будівельному майданчику здійснено з урахуванням зручного під'їзду транспорту, безпечного проходу робітників і мінімальної довжини транспортних маршрутів до зон виконання робіт.

Таблиця 3.1 – Розрахунок площі складських приміщень на будмайданчику

Конструкції, вироби, матеріали	Одиниці виміру	Загальна потреба $Q_{\text{заг}}$	Тривалість вкладання матеріалів в складський приміщення $T_{\text{кл}}$	Найбільша добова витрата, $Q_{\text{заг}}/T$	Кількість днів запасу, n	Коефіцієнт нерівно- мірності постачання	Коефіцієнт нерівно- мірності витрат k	Запас на складі, $Q_{\text{заг}}$	Норма зберігання на 1 м ² площі q	Корисна площа складу F , м ²	Коефіцієнт використання площі складу β	Повна площа складу S , м ²	Розміри складу, м	Характеристика складу
Пісок	м ³	398,95	58	7,2	2	1,1	1,3	22,2	2,0	10,1	0,6	16,8	6,0x3,0	Відк
Арматура	т	378,1	38	10,8	5	1,1	1,3	78,6	3,5	22,2	0,6	37,0	5,5x7,0	Зак.
Щебінь	м ³	284,0	4	66,2	2	1,1	1,3	92,38	2,0	47,19	0,6	78,65	9,0x9,0	Відк
Цемент фасований у мішках	т	181,2	58	3,8	2	1,1	1,3	9,7	1,3	6,7	0,6	11,2	4,0x3,0	Зак
Цегла та газобетонн	м ³	675,0	38	20,2	2	1,1	1,3	58,4	2,0	29,7	0,8	37,1	5,5x7,0	Відк
Мінеральна вата	м ³	281,0	43	5,7	2	1,1	1,3	17,7	1,0	16,7	0,8	20,9	5,0x4,5	Зак
Плитний звукоізолятор	м ³	629,0	37	17,3	2	1,1	1,3	48,3	2,0	24,6	0,8	30,8	8,0x4,0	Зак
Вікона, двері, вітражі	м ²	1780,0	18	63,7	2	1,1	1,3	191,7	20	9,1	0,7	13,0	4,0x4,0	Зак
Євроруберойд	м ²	1582,0	12	153,3	2	1,1	1,3	458,2	10,5	41,7	0,6	69,5	8,0x9,0	Зак
Паркетн. дошка	м ²	1710,0	10	126,7	2	1,1	1,3	183,53	2,5	72,2	0,8	90,25	5,0x9,0	Зак
Лак та фарбові матеріали	т	4,94	65	0,1	5	1,1	1,3	1,7	1,2	0,6	0,7	0,3	1,0x2,0	Зак
Плитка керамічна	м ²	4510,0	23	215,5	5	1,1	1,3	625,6	15,0	41,04	0,8	89,3	9,0x10,0	Зак

3.5.3 Техніко-економічні показники будівельного генплану

Для оцінки ефективності використання території будівельного майданчика під час зведення торгово-розважального комплексу визначено основні техніко-економічні показники будівельного генерального плану (таблиця 3.2). До розрахунку включено площі забудови, тимчасових споруд, складів, зон складування, під'їзних шляхів та проїздів. Зведені дані дозволяють зробити висновки щодо раціональності планувальних рішень та відповідності генплану вимогам організації будівельного виробництва.

Таблиця 3.2 – Техніко-економічні показники будгенплану комплексу

№	Найменування показників	Од. вимір	Кількість
1	Площа території будівельного майданчика, F_m	m^2	8558,48
2	Площа забудови тимчасових будівель і споруд, $F_{тс}$	m^2	155,2
3	Площа забудови постійних будівель і споруд, $F_{пс}$	m^2	2253,5
4	Довжина автошляхів: - постійних - тимчасових	м.пог.	- 387,4
5	Площа складів: - відкритих - закритих	m^2	196,3 328,2
6	Довжина водопроводу: - постійного - тимчасового	м.пог.	- 323,8
7	Довжина електромережі: - постійної - тимчасової	м.пог.	- 462,6
8	Довжина огороження будмайданчика	м.пог.	391,2
9	Коефіцієнти будгенплану: - $K_1 ((F_{пс}/F_m) \times 100)$ - $K_2 ((F_{тс}/F_m) \times 100)$ - $K_{пт} ((F_{тс}/F_{пс}) \times 100)$	% % %	26,3 1,8 6,8

3.5.4 Заходи з охорони праці та пожежної безпеки

Під час зведення торгово-розважального комплексу на всіх етапах будівельно-монтажних робіт мають бути забезпечені відповідні заходи з охорони праці та пожежної безпеки, що ґрунтуються на чинних нормативних документах, зокрема вимогах [20] та Правилах охорони праці у будівництві. Основна мета заходів – створення безпечних умов праці, недопущення нещасних випадків, професійних захворювань і запобігання надзвичайним ситуаціям [21, 22].

Особлива увага приділяється роботам, пов'язаним із підйомом вантажів, монтажем монолітного залізобетонного каркасу, армуванням та бетонуванням конструкцій, виконанням покрівельних, оздоблювальних і електромонтажних робіт. Для кожного типу процесу передбачено спеціалізовані інструктажі, засоби індивідуального захисту (каски, пояси, запобіжні пояси, рукавиці), а також контроль з боку відповідальних осіб.

На будмайданчику обов'язково мають бути організовані:

- зони безпечного переміщення працівників та техніки, позначені відповідною розміткою;
- огороження небезпечних зон – котлованів, місць підйому вантажів, робочих зон кранів;
- технічне обслуговування електроінструменту та регулярна перевірка стану машин і механізмів;
- тимчасове електроживлення виконано з дотриманням вимог ПУЕ, захищене автоматичними вимикачами та заземленням;
- інвентарні побутові приміщення – роздягальні, санітарно-гігієнічні блоки, кімнати для прийому їжі;
- медичний пункт або аптечка з відповідним переліком засобів першої допомоги.

Пожежна безпека забезпечується шляхом обладнання майданчика первинними засобами гасіння (вогнегасники, ящики з піском, вода), наявністю пожежних щитів, пожежного резервуару або підключення до водопроводу з гідрантом. Паливно-мастильні матеріали, газові балони та легкозаймісті речовини зберігаються в спеціально відведених місцях на безпечній відстані від зони робіт. Заборонено розведення вогнищ, паління в невідведених місцях.

Усі працівники, допущені до виконання робіт, повинні пройти вступний, первинний та цільовий інструктажі з охорони праці та пожежної безпеки. Контроль за дотриманням безпечних умов праці покладається на виконробів, майстрів і фахівця з охорони праці.

4 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

4.1 Пояснювальна записка до економічної частини проекту

Економічна частина проекту має на меті оцінити вартісні параметри будівництва торгово-розважального комплексу в м. Хмельницький та обґрунтувати доцільність інвестицій у реалізацію об'єкта. У межах цього розділу проведено складання локального кошторису на основні будівельно-монтажні роботи та здійснено узагальнення техніко-економічних показників проекту.

Розрахунок кошторисної вартості виконано на основі фактичних обсягів робіт, визначених у розділі «Технологія та організація будівництва», із урахуванням прийнятих конструктивних рішень, технічних характеристик матеріалів, методів виконання робіт і вимог чинних будівельних норм.

Локальний кошторис складено згідно з методикою використання ресурсних елементних кошторисних норм та поточних ринкових цін на матеріали, вироби, механізми, транспортні послуги і трудові ресурси. Розрахунки виконано з використанням програмного комплексу АВК-5, що забезпечило точність, деталізацію та відповідність сучасним нормативним вимогам до кошторисного ціноутворення.

Кошторисна частина охоплює всі основні види робіт: земляні роботи, улаштування плитного фундаменту, зведення монолітного залізобетонного каркаса, перекриттів і покриття, виконання внутрішніх та зовнішніх опоряджувальних робіт, монтаж інженерних систем (водопровід, каналізація, опалення, вентиляція, електропостачання), а також роботи з благоустрою прилеглої території.

Особливу увагу приділено поділу обсягів та вартості на конструктивні елементи та групи робіт відповідно до їхньої технологічної послідовності. Це дозволяє точно визначити трудові та матеріально-технічні ресурси, необхідні для реалізації об'єкта в задані строки.

Відомості ресурсів у кошторисах містять повну інформацію про кількість та вартість будівельних матеріалів, обсяги механізованих і ручних робіт, кількість

людино-годин, вартість машино-годин, а також рівень оплати праці працівників відповідних розрядів.

Завершальним етапом стало узагальнення техніко-економічних показників, які дозволяють оцінити ефективність будівництва. До них віднесено кошторисну вартість будівництва в розрахунку на 1 м² загальної площі, показники питомої вартості за обсягом будівлі, трудомісткість і машиномісткість, а також орієнтовні строки окупності інвестицій.

Таким чином, економічне обґрунтування підтверджує, що будівництво торгово-розважального комплексу є технічно і фінансово доцільним, а реалізація проекту в межах передбаченого бюджету забезпечує ефективне використання інвестиційних ресурсів і перспективу швидкого введення об'єкта в експлуатацію.

На основі структури робіт і переліку, було складено локальний кошторис на загальнобудівельні роботи для зведення торгово-розважального комплексу у м. Хмельницький.

Загальна кошторисна вартість робіт склала 29587,296 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість становила 118,895 тис. люд.-год.

Кошторисна заробітна плата у сумі 1475,988 тис. грн.

4.2 Локальний кошторис на загальнобудівельні роботи

Розроблено локальний кошторис на загальнобудівельні роботи, наведено у додатку Б.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є складовою проектною документацією, яка відображає комплекс інженерно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки умов праці на будівельному майданчику торгово-розважального комплексу [20]. Її мета – виявлення потенційних небезпек, аналіз ризиків та впровадження рішень, що мінімізують виробничі шкідливості та запобігають нещасним випадкам.

Особливу увагу приділено техніці безпеки під час виконання земляних, бетонних, монтажних та опоряджувальних робіт. Для кожного з етапів передбачено організаційні та технічні заходи: огороження небезпечних зон, використання сигнальної розмітки, захисних касок, спецодягу та засобів індивідуального захисту. Робітники, які виконують висотні роботи, повинні бути забезпечені страхувальними поясами, а місця роботи – інвентарними риштуваннями відповідно до ДСТУ EN 12811-1:2014.

При виборі методів виконання будівельно-монтажних робіт враховано необхідність використання технологій, що не лише підвищують продуктивність праці, а й забезпечують зниження ризиків травматизму. Наприклад, застосування баштового крана дозволяє мінімізувати ручну працю під час монтажу залізобетонних елементів, а розділення будівлі на захватки дозволяє уникнути скупчення працівників в одній зоні.

На етапі організації будівельного майданчика передбачено розміщення побутових приміщень, медичного пункту, місць для зберігання ЗІЗ, а також встановлення пунктів питної води, відповідно до норм ДСП 173-96. Робочі місця організовуються з урахуванням ергономічних вимог і мінімізації фізичних навантажень.

Особливий акцент зроблено на забезпеченні пожежної безпеки [22]. Проектом передбачено оснащення об'єкта первинними засобами пожежогасіння – вогнегасниками, пожежними щитами, бочками з водою та піском, встановлення пожежного резервуара. Забороняється використання відкритого вогню та куріння поза спеціально відведеними місцями. Всі працівники проходять обов'язковий інструктаж з пожежної безпеки згідно з вимогами НАПБ А.01.001:2014.

Санітарно-гігієнічні умови також є пріоритетом. Забезпечується достатнє освітлення робочих зон, вентиляція, прибирання побутових приміщень, вивезення побутових і будівельних відходів. Рівень шуму, вібрацій та запиленості не повинен перевищувати гранично допустимих норм, встановлених ДСН 3.3.6.037-99.

Захист навколишнього природного середовища реалізується шляхом контролю за викидами в повітря, збором і вивезенням сміття, захистом ґрунту від забруднення. Будівельний майданчик огорожується, передбачено встановлення засобів очистки коліс автотранспорту, що виїжджає з території. Під час виконання шумних робіт дотримуються часові обмеження згідно з нормами благоустрою.

Для запобігання аваріям та надзвичайним ситуаціям на об'єкті створено план евакуації, організовано навчання персоналу діям у разі пожежі, ураження електричним струмом, обвалів або вибухонебезпечних ситуацій. Забезпечено постійний контроль за технічним станом електромереж, вантажопідіймальних машин, риштувань та опалубки.

Розробка заходів з охорони праці виконана відповідно до Законів України «Про охорону праці», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», ДБН А.3.1-5:2016, а також інших діючих нормативно-правових документів. Усі запропоновані рішення мають на меті забезпечення безпечного, комфортного і нормативно обґрунтованого середовища праці для всіх учасників будівельного процесу.

ВИСНОВКИ

У межах виконання випускної кваліфікаційної роботи було розроблено комплексний проєкт торгово-розважального комплексу, що відповідає сучасним вимогам функціональності, безпеки, економічної ефективності та будівельної технологічності.

1. Обґрунтовано актуальність будівництва торгово-розважального комплексу в м. Хмельницький як важливого інфраструктурного об'єкта, що забезпечує поєднання торговельних, соціальних і рекреаційних функцій у межах одного архітектурного середовища.

2. Запроєктовано архітектурно-планувальну структуру будівлі з урахуванням нормативів, інсоляції, доступності, логістики відвідувачів та обслуговуючого персоналу. Обрано оптимальну конструктивну схему, яка забезпечує міцність, жорсткість та просторову стійкість об'єкта.

3. Проведено інженерні розрахунки основних несучих конструкцій, зокрема залізобетонного каркасу. Параметри елементів підібрано з урахуванням діючих навантажень та умов експлуатації.

4. Визначено технологічну послідовність та оптимальні методи виконання робіт. Проведено розрахунок обсягів будівельно-монтажних робіт і трудомісткості для різних етапів зведення об'єкта.

5. Розроблено календарний план будівництва з урахуванням нормативного і фактичного терміну виконання робіт. Встановлено середню та максимальну чисельність працюючих на будівельному майданчику.

6. Опрацьовано будівельний генеральний план, визначено потребу в інвентарних спорудах і складських майданчиках. Проєктні рішення відповідають вимогам безпеки, організації руху техніки, зручності подачі матеріалів та охорони навколишнього середовища.

7. Визначено економічні параметри реалізації проєкту. Складено локальний кошторис на загальнобудівельні роботи та розраховано основні техніко-економічні показники, що підтверджують раціональність технічних рішень.

8. У розділі з охорони праці та пожежної безпеки проаналізовано потенційні ризики, запропоновано заходи щодо усунення або мінімізації шкідливих та небезпечних виробничих факторів, а також сформульовано комплекс інженерно-технічних рішень для забезпечення безпечного виконання будівельних робіт і подальшої експлуатації об'єкта.

Виконання кваліфікаційної роботи дозволило систематизувати знання, здобуті в процесі навчання, і закріпити практичні навички з проектування, розрахунку та організації будівельного виробництва.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Випускна кваліфікаційна робота бакалавра [текст]: методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія (спеціалізація «Промислове та цивільне будівництво») денної та заочної форм навчання / уклад. О.А.Ужегова, С.В.Ротко. – Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – 100 с.
2. ДСТУ-НБ В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 96 с.
3. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зі Зміною № 1. – Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 43 с.
4. Гетун Г.В. Архітектура будівель і споруд. Книга 1. Основи проектування: Підручник для вищих навчальних закладів. – Видання друге, перероблене і доповнене / Гетун Г.В. – К.: КОНДОР, 2012, – 380 с.
5. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 48 с.
6. Гетун Г.В., Криштоп Б.Г. Багатоповерхові каркасно-монолітні житлові будинки/ Гетун Г.В., Криштоп Б.Г. – К.: КОНДОР, 2005. – 220 с.
7. Гетун Г., Плоский В. , Куліков П. Конструкції будівель і споруд. Книга 1. Видавництво: Ліра-К, 2021. – 880 с.
8. Кравченко В. Водопостачання та каналізація. Кондор, 2011. – 288 с.
9. Гуденко Валентина, Гуденко Валерій. Санітарно-технічне обладнання будівель. Видавництво: Аграрна Освіта, 2010. – 303 с.
10. Возняк О. Теплогазопостачання та вентиляція. Львівська політехніка, 2019. – 276 с.
11. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Чинний від 2022-01-01. – Київ: Мінрегіон України, 2021. – 108 с.

12. Жидкова Т.В. Будівельна фізика : підручник / Т.В. Жидкова, Т.М. Апатенко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 405 с.
13. Основи комп'ютерного моделювання: навчальний посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язев, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. 2-е вид. – К.: НАУ, 2019. – 492 с.
14. САПР у будівництві : метод. вказівки до лабораторних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спец. 192 Будівництво та цивільна інженерія денної та заоч. форм навч. / уклад. С. В. Ротко. Луцьк : ЛНТУ, 2023. 256 с.
15. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 75 с.
16. Крусь Ю.О. Основи та фундаменти : Курсове і дипломне проектування : Навч. посібник / За ред. д-ра техн. наук, професора Є.М. Бабича. – Рівне : НУВГП, 2011. – 214 с.
17. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 36 с.
18. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 64 с.
19. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 30 с.
20. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 68 с.
21. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – Київ: Мінрегіон України, 2021. – 48 с.
22. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 80 с.

