

Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова

Навчально-науковий інститут Архітектури, містобудування та дизайну  
Кафедра міського будівництва та територіального планування

## **Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

на тему:

## **Проект забудови житлової території в м. Суми**

*Виконав:* здобувач 4 курсу, групи МБГ 2022-1

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво

Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма «Міське будівництво та господарство»

Трунова А.В.

*Керівник:*

доц. Шишкін Е.А.

*Рецензент:*

доц. Вяткин К.І.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут: Архітектури, містобудування та дизайну

Кафедра: міського будівництва та територіального планування

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво  
(шифр і назва)

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва)

Освітня програма: Міське будівництва та господарство

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри проф. Завальний О. В.**

“ 15 ” червня 2026 року

## **ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ Трунова Анастасія Віталіївна**

Тема проєкту: **Проект забудови житлової території в м. Суми**

1. Керівник проєкту: к.т.н., доц. Шишкін Едуард Анатолійович

затверджені наказом від 17.04.2026 р. № 338-03

2. Строк подання здобувачем проєкту: 15 червня 2026 року

3. Вихідні дані до бакалаврської роботи завдання кафедри міського будівництва та територіального планування

4. Склад розрахунково-пояснювальної записки:

1. Планувальна частина. 2. Архітектура. 3. Будівельні конструкції.  
4. Технологія будівельного виробництва. 5. Охорона праці і безпека в  
надзвичайних ситуаціях. 6. Економіка

5. Перелік графічного матеріалу:

Опорний план, генеральний план, схема функціонального зонування, схема  
транспортного обслуговування і пішохідної доступності, фрагменти  
благоустрою і вертикального планування, архітектура, будівельні  
конструкції, ТБВ.

## 6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали і посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектура	к.т.н., доц. Шишкін Е.А.		
Будконстр.	д.т.н., проф. Нижник О.В.		
ТБВ	к.т.н., доц. Шаповал С.В.		
Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях	к.т.н., доц. Серіков Я.О.		
Економіка	к.е.н., доц. Серьогіна Д.О.		

7. Дата видачі завдання 28.05.2026

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Архітектурно-будівельна частина	28.05.2026	
2	Опорний план	30.05.2026	
3	Схема генерального плану	02.06.2026	
4	Конструктивні креслення	02.06.2026	
5	Технологія будівельного виробництва	05.06.2026	
6	Схема транспорту та пішохідних зв'язків	06.06.2026	
7	Схема функціонального зонування	06.06.2026	
8	Схема благоустрою	06.06.2026	
9	Охорона праці	05.06.2026	
10	Економіка	07.06.2026	
11	Перевірка на плагіат	08.06.2026	
12	<b>Передзахист</b>	15.06.2026	

Керівник



Е.А. Шишкін

Здобувач



А.В. Трунова

## ЗМІСТ

	С
ВСТУП	6
1. ПЛАНУВАЛЬНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Існуюче положення.....	7
1.2 Існуючий стан району проєктування .....	12
1.3 Генеральний план .....	14
1.4 Функціональне зонування.....	22
1.5 Вертикальне планування і водовідвід .....	26
1.6 Благоустрій і озеленення.....	29
2. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ .....	35
2.1 Об'ємно-планувальні рішення будівлі .....	35
2.2 Опис конструктивних рішень .....	35
2.3 Інженерні мережі .....	45
2.4 Теплотехнічний розрахунок .....	46
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА .....	49
3.1 Розрахунок кругло-пустотної плити перекриття .....	49
3.2 Розрахунок сходового маршу .....	53
4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	57
4.1 с будівельного генерального плану.....	57
4.2 Розрахунок площі складів .....	58
4.3 Визначення монтажної та небезпечної зони крану .....	59
4.4 Вибір і розрахунок тимчасових будівель і споруд .....	60
4.5 Розрахунок потреб води .....	62
4.6 Розрахунок потреб електроенергії .....	64
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	67
5.1. Законодавство України в області охорони праці .....	67
5.2. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на будівельному майданчику.....	68
5.3. Небезпечні зони при виконанні робіт.....	69
5.4. Охорона навколишнього середовища на будівельному майданчику.....	70

5.5. Вимоги до протипожежної безпеки та усунення небезпечних і шкідливих факторів .....	72
6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	74
6.1. Мета та обґрунтування вибору варіантів.....	74
6.2. Визначення обсягів робіт як основи економічних розрахунків...	74
6.3. Варіант 1 – цегляні стіни.....	76
6.4. Варіант 2 – газобетонні блоки.....	78
6.5. Обґрунтування вибору показників для порівняння.....	80
6.6. Загальний висновок з урахуванням усіх факторів.....	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	83

## ВСТУП

Сучасні процеси урбанізації в Україні супроводжуються радикальними змінами у просторовій структурі міст. Ці трансформації обумовлені не лише соціально-економічними перетвореннями, але й наслідками значних інфраструктурних та демографічних зрушень. У таких умовах міське будівництво стає не просто інструментом територіального розвитку, а й ключовим елементом забезпечення стабільності, безпеки та підвищення якості життя міського населення.

Особлива увага до проблем міського будівництва в Україні викликана такими нагальними викликами, як зношеність житлового фонду та інженерної інфраструктури, дисбаланси у територіальному плануванні, нестача доступного житла, а також потреба у модернізації транспортних і комунальних систем. Ситуацію ускладнюють зростаючі обсяги внутрішньої міграції, викликані економічними та політичними чинниками, що потребує перегляду існуючих підходів до просторового розвитку та ефективного управління міським середовищем.

Протягом останніх років зростає зацікавленість питаннями сталого розвитку, енергоефективності та екологічної безпеки у міській політиці. Проте втілення цих ідей на практиці наштовхується на численні проблеми, включно із фінансовими труднощами, регуляторними бар'єрами та інституційними недоліками. Відтак виникає потреба у системному аналізі цих обмежень і розробці дієвих механізмів для їх подолання з урахуванням національних реалій і передового міжнародного досвіду.

Пріоритетними задачами на сьогодні залишаються розуміння ключових проблем міського будівництва в Україні, аналіз їхніх причин і наслідків, а також надання рекомендацій для вдосконалення містобудівної політики та практик. Отже, дослідження проблем міського будівництва в Україні є важливим практичним кроком для формування комфортного, безпечного та стійкого міського середовища.

# 1 ПЛАНУВАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Існуюче положення

*Місто Суми* – адміністративний і культурний центр Сумської області, а також важливий вузол північно-східного регіону України. Його розвиток визначався комплексом історичних, географічних та соціально-економічних впливів, що суттєво сформували сучасну містобудівну структуру.

Суми були засновані в середині XVII століття як укріплене козацьке поселення на берегах річки Псел. Завдяки вигідному географічному розташуванню місто швидко розвивалося як адміністративний і торговий центр. У XVIII–XIX століттях [1].

Суми зміцнили свою позицію в регіональній структурі, а з прокладанням залізниці в другій половині XIX століття почалася індустріалізація та значний ріст міста. У радянський період спостерігалось активне будівництво, що призвело до формування типового для багатьох українських міст планування, де житлові квартали, промислові райони і адміністративний центр чітко розділені [2].

*Місто розташоване* на Середньоруській височині, омивається водами річки Псел і її приток Сумки та Стрілки. Клімат тут помірно континентальний, із холодною зимою і теплим літом. Середня температура в січні становить близько  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а в липні  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Особливості клімату впливають на містобудівну практику: забезпечення теплоізоляції будівель, організація інженерних мереж та озеленення території є важливими елементами міського проектування.

*За чисельністю населення*, що складає приблизно 260–270 тисяч осіб, Суми належать до категорії середніх міст України. Соціальна структура включає працівників промислових підприємств, сфери послуг, державних органів, а також велику кількість студентів – завдяки функціонуванню численних навчальних закладів. Проте демографічна ситуація міста змінюється через міграційні процеси, які зумовлені економічними, політичними та військовими викликами на загальнодержавному рівні [3].



Рисунок 1.1 – Карта міста Суми

**Географічне розташування та клімат** Суми знаходяться на північному сході України, у межах Середньоруської височини, вздовж мальовничих берегів річки Псел. Клімат цього регіону помірно континентальний і має такі особливості: зими холодні, із середньою температурою в січні близько  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , літа теплі, із середніми показниками  $+19\dots+21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , протягом року випадає помірна кількість опадів. Ці кліматичні умови визначають специфіку містобудівного планування: необхідність забезпечення якісної теплоізоляції будівель, оптимізацію інженерних мереж і врахування сезонних навантажень на міську інфраструктуру [3].

**Планувальна структура** Сум здебільшого сформувалася у другій половині ХХ століття та базується на поєднанні історичного центру з великими житловими масивами типової забудови. Центральна частина відрізняється наявністю адміністративних будівель, історико-культурних

пам'яток та суспільних просторів, тоді як периферія представлена багатопверховими будинками масової забудови, від радянських хрущовок до панельних будівель пізнішого періоду. Мікрорайонна організація житлових зон часто призводить до їх певної ізоляції та недостатньої інтеграції у загальну міську структуру [4].

Попри значний потенціал, сучасна містобудівна ситуація в Сумах стикається з низкою системних проблем. Зношеність житлового фонду та інженерної інфраструктури, збудованих ще за радянських часів, вимагає суттєвої модернізації. Додатково ускладнює ситуацію невпорядкованість у питаннях забудови — непослідовний розвиток окремих зон без врахування комплексного планування створює фрагментарність міської структури.

Промислові зони, що тісно межують із житловими кварталами, погіршують екологічну ситуацію й знижують комфорт проживання мешканців. Військовий конфлікт останніх років також залишив свій вплив, спричинивши пошкодження інфраструктури та поставивши перед містом виклики щодо його відновлення та модернізації міського середовища [5].

*Архітектурний вигляд* Сум великою мірою формується завдяки наявності культових споруд та історичних будівель, які складають невід'ємну частину культурної спадщини міста. Серед найвизначніших об'єктів слід відзначити Спасо-Преображенський і Троїцький собори, а також Воскресенську церкву. Ці пам'ятки не лише прикрашають місто, але й є ключовими елементами його ідентичності, що вимагають особливої уваги до їх збереження в умовах реалізації сучасних урбаністичних проєктів.

Містобудівна ситуація в Сумах поєднує в собі елементи історичної забудови з актуальними викликами сучасності. Головними проблемами залишаються застаріла інфраструктура, незбалансованість територіального розвитку та невідкладна потреба у модернізації міського простору. Напрямки майбутнього розвитку міста включають: реконструкцію житлового фонду для підвищення його енергоефективності та комфорту, осучаснення транспортної інфраструктури, що передбачає розв'язання проблем

мобільності та екологічності, створення сучасних суспільних просторів для задоволення потреб громади, впровадження принципів сталого розвитку для гармонійного співіснування природного й урбанізованого середовища. Запровадження комплексного підходу до планування та реалізації містобудівної політики відкриє можливості для значного покращення якості життя городян і забезпечить тривалий розвиток Сум як комфортного та сучасного міста [5].

*Транспортна система* міста включає автомобільні, залізничні та внутрішньоміські перевезення. Суми підтримують транспортне сполучення з основними центрами України, як-от Київ і Харків, завдяки розгалуженій мережі автодоріг та залізничних шляхів. Внутрішньоміське пересування забезпечується автобусами та маршрутними таксі, проте цей сегмент потребує подальшого вдосконалення відповідно до сучасних стандартів мобільності й екологічності [6].

*Економічну основу Сум* значною мірою складає промисловий сектор. У місті функціонують великі підприємства машинобудівної та хімічної галузей, такі як Сумське машинобудівне науково-виробниче об'єднання та «Сумихімпром». Їхня діяльність не лише визначає економічну структуру міста, впливаючи на рівень зайнятості населення, але й формує розміщення промислових зон [6].

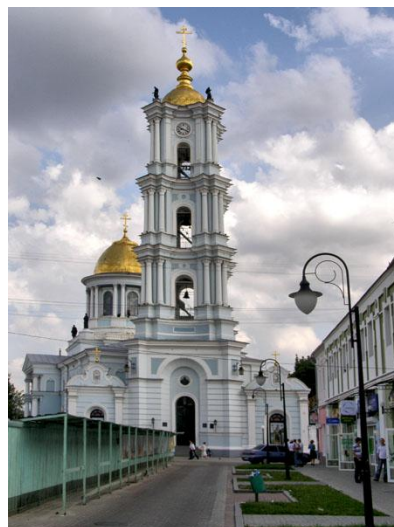
Проте актуальним залишається питання екологічної модернізації цих виробництв для мінімізації негативного впливу на довкілля. Загальна ситуація в міській забудові Сум є складною і багатовимірною системою, що залежить від історичних, природних та соціально-економічних факторів. Проблеми застарілої інфраструктури, нерівномірного територіального розвитку та викликів сучасності вимагають комплексного підходу до реформування міського середовища.

Майбутнє Сум залежить від впровадження концепцій сталого розвитку, модернізації інфраструктури та збереження історико-культурної спадщини.

Це дозволить створити комфортні умови життя для мешканців і забезпечити збалансований розвиток міської території [6].



Реконструйована будівля земського суду з пожежною вежою. Нині тут академія банківської справи



Спасо-Преображенський собор (др. пол. XVIII ст.)



Воскресенський собор (1702 р.)



Сумська «сотня»



Скульптурна композиція «Садко» та колишня жіноча гімназія



Ільїнська церква (1836-1845 рр.)

Рисунок 1.2 – Архітектура міста Суми [7]

## 1.2 Існуючий стан району проєктування

Район проєктування знаходиться на сході міста Суми.

Ділянка, відведена під забудову, розташована в межах чотирьох вулиць: Горіхова, Соняшна, Сумської Тероборони та Горіхового провулка і знаходиться в Ковпаківському районі міста. Територія має майже квадратну форму з невеликими вирізками на верхньому і нижньому краях. Розміри ділянки складають 518×448 метрів, а загальна площа території мікрорайону становить 12,05 га. З них площа забудови, обмежена зовнішньою стороною тротуару, складає 12,05 га. Рельєф земельної ділянки характеризується незначними перепадами ухилів, що забезпечує сприятливі умови для будівництва.

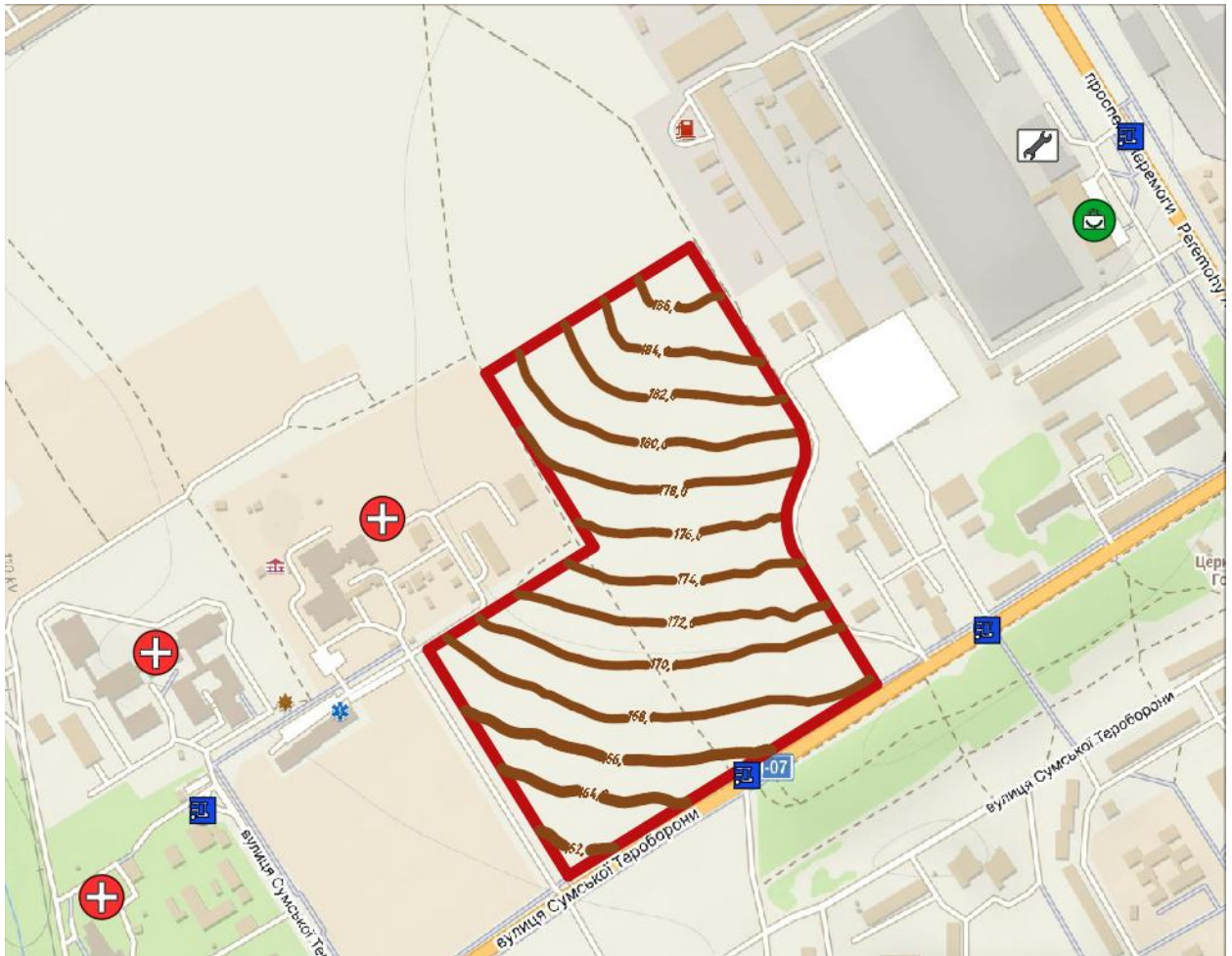


Рисунок 1.3 – Опорний план, М 1:2000

Розглянута територія забезпечена необхідним транспортним сполученням вздовж вулиці Сумської теоборони, що представлено

автобусними маршрутами та тролейбусами. Лікарня розташована на відстані близько 450 метрів від центру мікрорайону, що гарантує сприятливий рівень доступності для жителів. При плануванні та розміщенні житлових і громадських будівель доцільно орієнтуватися на принципи забезпечення максимальної доступності до ключових інфраструктурних об'єктів, у тому числі соціальних і медичних установ. Важливо також враховувати аспекти містобудування, зокрема створення належних умов аерації та природного освітлення вулиць, забезпечення захисту від прямого впливу вітрів та оптимальне просторове розташування житлових приміщень. Такий підхід сприятиме підтриманню оптимального мікроклімату всередині помешкань, зокрема стабільних показників вологості і температури.

Передбачається проектування житлової забудови у межах мікрорайону, що включатиме будівлі висотою у п'ять та дев'ять поверхів. Комплекс заходів із розвитку району охоплюватиме створення необхідної інфраструктури та споруд, які задовольняють потреби мешканців різних вікових та соціальних груп. Зокрема, планується повна інтеграція інженерних мереж міста, спрямованих на забезпечення ефективного водовідведення дощових та талих вод з територій дитячих майданчиків, тротуарів і автомобільних доріг. Щодо озеленення, передбачається облаштування міні-парків та скверів, які відповідатимуть розробленим нормативним показникам щодо кількості зелених насаджень на одну людину. Розташування дерев та інших рослин планується організувати розумно та функціонально, аби вони виконували роль природного бар'єра від пилу й шуму вздовж зовнішніх частин житлових будинків. Крім житлових будинків, передбачено створення комплексу об'єктів соціальної інфраструктури, таких як мінімаркет, дитячий садок та школа. Розрахунок їхньої місткості буде проведено відповідно до демографічних потреб мікрорайону. Додатково передбачається будівництво багаторівневого паркінгу висотою у п'ять поверхів для забезпечення належного рівня під'їзного транспорту.

### 1.3 Генеральний план

Генеральний план міста є фундаментальним документом довгострокової територіальної організації, який визначає стратегічні пріоритети розвитку населеного пункту, структуру його простору, функціональне зонування та основні параметри забудови. У сучасних умовах активної урбанізації цей план відіграє центральну роль у регулюванні містобудівної діяльності, спрямованої на забезпечення сталого розвитку територій, ефективне використання земельних ресурсів та створення комфортного середовища для жителів [8].

Згідно з законодавством України, генеральний план створюється як стратегічний документ, що враховує інтереси держави, громадськості та приватного сектору. Він визначає територіальні потреби для житлової забудови, громадських об'єктів, промислових зон, визначає межі функціональних зон і окреслює перспективи розвитку транспортної та інженерної інфраструктури. Особливістю цього документа є необмежений термін дії, що підкреслює його довгостроковий характер. Водночас можливі зміни і корегування генерального плану, які, як правило, здійснюються не частіше ніж один раз на п'ять років, з огляду на оновлені соціально-економічні реалії [8].

Генеральний план міста Суми розроблявся з урахуванням історичної еволюції міста, його географічних особливостей та значення як адміністративного центру Сумської області. Просторова структура населеного пункту склалася внаслідок взаємодії історичного ядра з районами масової житлової забудови, характерними для радянського періоду. Ця специфіка потребує комплексного підходу в процесі планування, де важливу роль відводять збереженню культурно-історичної спадщини поряд із модернізацією вже існуючих об'єктів [9].

Підготовка генерального плану міста Суми, як і будь-якого іншого українського населеного пункту, проводиться на основі багатогранного аналізу території. Він включає оцінку природно-кліматичних характеристик,

рельєфу місцевості, особливостей наявної забудови, стану інженерної інфраструктури, транспортної системи і екологічної ситуації. Важливим етапом є виконання топографо-геодезичних досліджень, які забезпечують створення детальної графічної основи документа. У процесі планування враховують також екологічні обмеження, санітарно-гігієнічні вимоги, питання охорони природи, інтереси територіальної громади та потенційних інвесторів [9].

Структура генерального плану міста чітко регламентована державними будівельними нормами України і складається з текстової та графічної частин. Текстова частина включає пояснювальну записку, яка містить аналітичні дані, обґрунтування проєктних рішень та ключові техніко-економічні показники розвитку населеного пункту. У цьому документі висвітлюються питання демографічного зростання, економічного потенціалу, стану інфраструктури та екологічної ситуації [11].

Графічна частина генерального плану представлена системою схем і креслень, що зображають поточний стан території та визначають напрями її розвитку. Серед графічних матеріалів можна виокремити схему розташування міста в системі розселення, опорний план існуючого використання території, проєкт розвитку, схему вулично-дорожньої мережі, а також схеми інженерного забезпечення й захисту території.

Окрему увагу приділено функціональному зонуванню, яке передбачає чіткий поділ територій на житлові, громадські, промислові, рекреаційні зони тощо, тим самим забезпечуючи раціональне використання простору міста [10].

Генеральний план міста Суми має свої унікальні особливості, обумовлені необхідністю розв'язання низки специфічних містобудівних викликів. Серед таких проблем можна виділити значну зношеність житлового фонду й інженерних мереж, побудованих переважно у другій половині ХХ століття, а також недостатню впорядкованість функціонального зонування. Особливо актуальною є модернізація транспортної

інфраструктури. Окрім того, критично важливим є питання оптимізації співвідношення між житловими та промисловими зонами, адже історично підприємства часто розташовувалися у безпосередній близькості до житлових районів [8].

На сучасному етапі розвитку міста велика увага приділяється покращенню екологічної ситуації та забезпеченню принципів сталого розвитку. Генеральний план передбачає комплекс заходів для зниження екологічного навантаження на територію: розвиток зелених зон, мінімізацію шкідливого впливу промислових об'єктів і раціональне використання природних ресурсів. Зокрема, значимою вбачається мета створити комфортне міське середовище, яке б сприяло підвищенню якості життя населення через розвиток публічних просторів та гармонізацію міської інфраструктури [8].

Редагування транспортної системи також вважається одним із пріоритетів розвитку міста Суми. Планується вдосконалення вулично-дорожньої мережі, більш ефективна організація маршрутів громадського транспорту та оптимізація пропускної спроможності основних доріг. Усе це спрямоване на те, щоб підвищити функціональність міського транспортного господарства та забезпечити більшу мобільність його жителів.

Окремо слід зазначити план перспективного розширення території міста, який включає поетапне освоєння нових земель. При цьому враховуються такі ключові чинники, як демографічна динаміка, економічний потенціал та актуальні потреби мешканців. Основою такого підходу є прагнення до збалансованого розвитку житлової, соціальної та інженерної інфраструктури з метою уникнення можливих диспропорцій у містобудівній діяльності [11].

Підсумовуючи, генеральний план міста Суми є стратегічним документом, що комплексно визначає напрями розвитку міської території. Він забезпечує раціональне використання земельних ресурсів і скоординованість різних видів містобудівної діяльності. Реалізація цього плану передбачає формування ефективного, екологічно безпечного і

комфортного міського середовища, яке відповідатиме вимогам сучасного сталого розвитку.

Площа території кварталу що проєктується в червоних лініях складає 12,05 га.

В кварталі, що проєктується, пропонується розмістити три 5-ти поверхових житлових будинків та сім 9-ти поверхових будинків; один дитячий садок; одну школу та продовольчий магазин

Площа функціональних зон, розмір ділянок окремих елементів, а також розмір установ повсякденного обслуговування залежать від чисельності населення кварталу. Тому для опрацювання проєкту планування кварталу в першу чергу необхідно визначити чисельність населення.

Для ефективного та раціонального проєктування мікрорайону, яке передбачає оптимальне розташування житлових і громадських будівель, інженерних споруд та озеленення, необхідно визначити ключові вихідні дані. Зважаючи на віддаленість цього мікрорайону від центру міста, було обрано умовну щільність населення 300 осіб на гектар, а також нормативний показник житлової площі – 23 м<sup>2</sup> на одну особу.

Загальну чисельність населення мікрорайону розраховують за формулою:

$$N = T \cdot \rho = 12,05 \cdot 300 = 3615 \text{ осіб} \quad (1.1)$$

де  $T$  – площа території мікрорайону

$\rho$  – щільність населення

Житловий фонд встановлюється за формулою:

$$Ж = N \cdot \sigma_p = 3615 \cdot 23 = 83145 \text{ м}^2 \quad (1.2)$$

де  $N$  – чисельність населення мікрорайону

$\sigma_p$  – нормативно житлозабезпеченість на 1 людину

Для забезпечення потреб мешканців кварталу у житловому фонді необхідно визначити та оптимально розташувати на його території відповідну кількість багатоквартирних будинків. Площа житлових

приміщень у всіх будинках має бути обчислена так, щоб повністю задовольнити розрахункову потребу в житлових площах.

Під час вибору типу житлового будинку слід враховувати кліматичні особливості регіону, а також орієнтацію будівель відносно сторін світу, що впливає як на енергоефективність, так і на комфорт мешканців. Для створення естетично привабливого архітектурного образу району доцільно використовувати різноманітні типові будинки та блок-секції, які допускають різні варіанти компонування та взаємного розташування.

Розрахунок площі з урахуванням поверховості будівель здійснюється за спеціальним рівнянням:

$$Ж_5 = \frac{K_5}{100} \cdot Ж = \frac{12}{100} \cdot 83145 = 9977,4 \text{ м}^2 \quad (1.3)$$

$$Ж_9 = \frac{K_9}{100} \cdot Ж = \frac{88}{100} \cdot 83145 = 73167,6 \text{ м}^2 \quad (1.4)$$

де  $K_{5,9}$  – відсоткове співвідношення загальної кількості житлової забудови мікрорайону.

Розрахунок необхідної кількості секцій для будівель різної поверховості виконується за наступною формулою:

$$n_5 = \frac{Ж_5}{S_5} = \frac{9977,4}{1280,6} = 7,79 \text{ секцій (приймаємо 8 секцій)} \quad (1.5)$$

$$n_9 = \frac{Ж_9}{S_9} = \frac{73167,6}{4085} = 17,91 \text{ секцій (приймаємо 18 секцій)} \quad (1.6)$$

де параметри  $S_5$  і  $S_9$  – це загальна площа для п'ятиповерхової та дев'ятиповерхової секції відповідно.

Для перевірки правильності обраної кількості секцій розглянемо співвідношення житлового фонду певної поверховості до загальної площі забудови відповідних секцій. У випадку оптимального рішення це співвідношення має бути близьким до одиниці. Виконаємо перевірку:

$$Ж_5/S_5 = 9977,4/8264,8 = 1,16$$

$$Ж_9/S_9 = 73167,6/72186,75 = 1,01$$

Отже, фактичні значення співвідношень виявляються близькими до одиниці. Це свідчить про те, що обрана кількість секцій є раціональним та оптимальним рішенням для забудови мікрорайону.

**Дитячий садок.** Кількість місць, необхідних у дошкільному закладі, визначається на основі такої формули:

$$M_{\text{д.с.}} = \frac{N}{1000} \cdot h_{\text{д.с.}} = \frac{3615}{1000} \cdot 70 = 253,05 \text{ шт.} \quad (1.7)$$

де  $h_{\text{д.с.}}$  – розрахункова норма місць у дитячому садку на 1000 мешканців

$N$  – кількість мешканців мікрорайону

Приймається готовий проєкт дошкільного закладу на 300 місць та площею ділянки 0,78 га.

**Школа.** Визначення необхідної кількості місць у навчальних закладах здійснюється на основі розрахункової формули:

$$M_{\text{ш.}} = \frac{N}{1000} \cdot h_{\text{ш.}} = \frac{3615}{1000} \cdot 120 = 433,8 \text{ шт.} \quad (1.8)$$

де  $h_{\text{ш.}}$  – розрахункова норма місць у школі на 1000 мешканців

Приймається готовий проєкт школи з влаштованим спортивним майданчиком на 450 місць та площею 0,99 га.

**Паркувальні місця.** Кількість необхідних місць для паркування визначається за допомогою формули:

$$M_{\text{п.}} = \frac{N}{1000} \cdot h_{\text{п.}} = \frac{3615}{1000} \cdot 150 = 542 \text{ м/місць} \quad (1.9)$$

де  $h_{\text{п.}}$  - розрахункова норма місць в паркінгах на 1000 мешканців

На одну машину норма площі  $S = 14 \text{ м}^2$ .

Загальна площа на автомобільні паркінги:

$$542 \cdot 14 = 7588 \text{ м}^2 \quad (1.10)$$

З метою раціонального використання території мікрорайону було обрано рішення щодо облаштування п'ятиповерхового паркінгу. Площа одного поверху становить  $450 \text{ м}^2$ . Відповідно, загальна площа, призначена для паркування автомобілів у даному паркінгу, дорівнює:

$$450 \cdot 5 = 2250 \text{ м}^2 \quad (1.11)$$

Необхідна площа паркінгу, враховуючи надземний рівень, становить:

$$7588 - 2250 = 5338 \text{ м}^2 \quad (1.12)$$

У зв'язку з браком необхідної площі для паркувальних місць, було прийнято рішення облаштувати два підземних паркінги в кутових 9-поверхових будівлях на вулиці Горіхова. Їхні площі становлять 3343 м<sup>2</sup> та 2920 м<sup>2</sup> відповідно. Розрахунки показують:

$$5338 - 3343 - 2920 = -925 \text{ м}^2 \quad (1.13)$$

Таким чином, потребу в парковочних місцях було задоволено.

Для забезпечення необхідної кількості дитячих і спортивних майданчиків за нормою 1,5 м<sup>2</sup> на одного мешканця потрібно:

$$3615 \cdot 1,5 = 5422,5 \text{ м}^2 = 0,54 \text{ га} \quad (1.14)$$

Таблиця 1.1 – Підприємства щоденного обслуговування житлового кварталу

№	Підприємства	Од. вим.	Розрахункова норма на 1000 жителів	Кількість на 3615 осіб
1	Дитячий садок-ясла	місце	60	217
2	Школа	місце	120	434
3	Продовольчі магазини	м <sup>2</sup>	80	289
4	Промтоварні магазини	м <sup>2</sup>	150	545
5	Роздаточні пункти молочної кухні	об'єкт	1	3
6	Побутові майстерні	м <sup>2</sup>	9	33
7	Пральні	кг білизни	98.2	354
8	Відділення зв'язку	об'єкт	1	3
9	Ощадна каса, банк	об'єкт	1	3
10	Підприємства громадського харчування	місце	40	144
11	Аптека	об'єкт	1	3
12	Гаражі, стоянки	місце	100-150	361-542

Таблиця 1.2 – Експлікація будівель та споруд

№ п/п	Найменування	Поверховість	Кількість	Житлова площа 1-го поверху, м <sup>2</sup>		Загальна житлова площа, м <sup>2</sup>		Будівельн. об'єм, м <sup>3</sup>	
				на одницю	всього	на одницю	всього	на одницю	всього
<b>А. Житлові будинки (секції)</b>									
1	Рядова	5	8	215	1720	1075	8600	3225	25800
2	Торцева "тип А"	9	8	280	2240	2520	20160	7560	60480
3	Рядова "тип А"	9	4	173	692	1557	6228	4671	18684
4	Кутова	9	2	394	788	3546	7092	10638	21276
5	Рядова "тип Б"	9	1	364	364	3276	3276	9828	9828
6	Кутова	9	1	305	305	2745	2745	8235	8235
7	Торцева "тип Б"	9	2	364	728	3276	6552	9828	19656
8	Торцева	9	2	356	712	3204	6408	9612	19224
	<b>Всього</b>		<b>28</b>		<b>7549</b>		<b>61061</b>		
<b>Б. Обслуговуючі установи</b>									
10	Школа	3	1	2222	2222	6666	6666	19998	19998
11	Дитячий садок	3	1	2055	2055	6165	6165	18495	18495
12	Мінімаркет	2	1	317	317	634	634	16470	16470
13	Надземний паркінг	5	1	450	450	2250	2250	6750	6750
14	Підземний паркінг "тип А"	1	1	2822	2822	2822	2822	8466	8466
15	Підземний паркінг "тип Б"	1	1	2517	2517	2517	2517	7551	7551

Таблиця 1.3 – Техніко-економічні показники

№	Назва	Од. вим.	Кількість
1	Загальна площа території	га	12,05
2	Кількість населення	осіб	3615
3	Площа забудови	га	1,05
4	Загальна площа житлових будинків	м <sup>2</sup>	61061
5	Житлова забезпеченість	м <sup>2</sup> /особу	23
6	Площа доріг і проїздів	м <sup>2</sup>	11573,2
7	Площа озеленення	м <sup>2</sup>	28256
8	Щільність населення	осіб./га	300
9	Забезпеченість зеленими насадженнями	м <sup>2</sup> /особу	7,81

## 1.4 Функціональне зонування

Функціональне зонування території виступає одним із ключових засад сучасного містопланування, який визначає просторову організацію міста та сприяє оптимальному використанню його територіальних ресурсів. У широкому розумінні це означає поділ міських земель на зони залежно від їх основного призначення, що дозволяє сформувати чіткий регламент використання територій і забезпечити збалансований розвиток міського середовища [12].

В Україні принципи функціонального зонування закріплено у державних будівельних нормах та впроваджено через генеральні плани й плани зонування територій міст. Генеральний план служить основою для визначення територіального поділу за функціональними сферами – житловою, виробничою, рекреаційною та інфраструктурною. Для міста Суми таким документом є план зонування території, затверджений у 2013 році рішенням міської ради. Цей документ конкретизує положення генерального плану, встановлюючи чіткі регламенти для використання різних зон [13].

Історично становлення функціонального зонування у містах, зокрема в Сумах, тісно пов'язане із розвитком індустріального суспільства. Якщо в допромисловий період житлові, виробничі та громадські функції співіснували в межах однієї території, то починаючи з ХІХ століття, завдяки швидкому розвитку промисловості, виникла потреба у їх чіткому розмежуванні.

Важливим кроком на шляху впровадження принципів зонування стало ухвалення Афіїнської хартії, яка закріпила концепцію функціонального поділу міського простору як головну засаду сучасного містопланування. Згодом ці принципи були адаптовані до українських реалій [13].

Сучасна структура Сум демонструє багатовимірний підхід до функціонального зонування, що охоплює декілька ключових типів територій. Відповідно до містобудівних норм, виділяють три основні групи зон: житлову (сельбищну), виробничу та ландшафтно-рекреаційну. Утім, на

практиці, як свідчить план зонування міста Суми, ця структура є значно деталізованішою, враховуючи специфіку міського розвитку.

**Сельбищна зона** охоплює території, що включають житлові будинки разом із об'єктами громадського обслуговування населення. У місті Суми вона сформувалася як у центральних районах із переважно історичною забудовою, так і на периферії, де домінують мікрорайони радянської епохи. До цієї зони належать житлові квартали різної поверховості, а також заклади освіти, охорони здоров'я, торгівлі та культури. Її формування відбувалося поступово, з урахуванням збільшення чисельності населення та потреб у новому житлі [14].

**Виробнича зона** представлена промисловими об'єктами, територіями для комунальних і складських потреб, а також інженерними комунікаціями. У Сумах ця зона історично утворювалася поблизу основних транспортних магістралей й залізничних вузлів, що сприяло ефективній логістиці. Невід'ємною частиною даної зони є санітарно-захисні смуги, які виконують функцію буферу між виробничими територіями та житловими кварталами, забезпечуючи екологічну безпеку міста [14].

**Ландшафтно-рекреаційна зона** включає парки, сквери, лісопаркові масиви, водоймища та інші природні об'єкти, що служать для відпочинку населення. Ця зона відіграє значну роль у створенні екологічного балансу в місті Суми, зберігає природне середовище та формує комфортні умови для життя городян. Її розвиток залежить як від природних передумов регіону, так і від свідомого планування міських територій [14].

На додаток до основних функціональних зон у місті виділяються **громадські центри, транспортні коридори та зони інженерної інфраструктури**. Зокрема, центральна частина міста виконує адміністративні, культурні й економічні функції, тоді як транспортні території забезпечують пересування міського населення і зв'язок між різними районами Сум [14].

Процес формування функціональних зон у Сумах базується на комплексному підході в аналізі міської території. Увага приділяється природним умовам, чинній забудові, доступності транспорту, екологічному стану й перспективам розвитку міста. Ключовим принципом є досягнення гармонійного співвідношення зон та їх потенціал для майбутнього розвитку. Всі деталі розташування цих зон ретельно обґрунтовуються з точки зору санітарно-гігієнічних стандартів, економічної доцільності та соціальних факторів, що дозволяє побудувати ефективну структуру міста [11].

Сучасний етап розвитку функціонального зонування в Сумах диктує необхідність адаптації до нових соціально-економічних реалій. Серед основних завдань вирізняють реконструкцію старих промислових зон, розвиток сучасних громадських просторів, модернізацію транспортної інфраструктури та покращення екологічного стану міського середовища. План зонування території слугує основним інструментом реалізації цих завдань, визначаючи чіткі правила землекористування та регулюючи містобудівну діяльність [11].

Таким чином, функціональне зонування міста Суми являє собою складну й багаторівневу систему, головною метою якої є збалансований розвиток міських територій. Спираючись на спадщину історичної планувальної структури та сьогоденні принципи урбаністики, воно спрямоване на створення безпечного, комфортного й ефективного міського середовища для сучасного життя.

В бакалаврській роботі прийнятий варіант територіального розподілу включає шість функціональних зон із таким відсотковим співвідношенням:

- житлова забудова з будинками в п'ять поверхів – 19,3%;
- житлова забудова з будинками в дев'ять поверхів – 59,8%;
- шкільна зона – 9,8%;
- забудова для дитячого садка – 6,4%;
- паркувальна зона – 1,7%;
- торгівельна зона – 3%.

Житлова забудова займає близько 80% від загальної площі мікрорайону, розташовуючись здебільшого вздовж головних вулиць та в центральній частині. Таке планування створює зручний доступ для всіх груп населення.

Об'єкти соціальної інфраструктури, зокрема школа та дитячий садок, розміщені у північній та південно-західній частинах мікрорайону. Дитячий садок оточений житловими будівлями висотою в п'ять і дев'ять поверхів, що створює безпечне і взаємодоступне середовище для мешканців та їхніх дітей.

Торгівельна зона знаходиться на околицях мікрорайону вздовж вулиці Сумської Тероборони. Це забезпечує зручність для мешканців і дозволяє оптимально організувати процес завезення товарів. У мінімаркеті, що розташований у цій зоні, передбачено аптека на першому поверсі для задоволення базових медичних потреб.

Зона надземного паркування перебуває поруч із центральною частиною міста та має в'їзди з боку вулиці Горіхової. Цей варіант розміщення вибрано для створення виключно внутрішньої інфраструктури паркування, доступної тільки мешканцям мікрорайону. Локацію обрано так, щоб забезпечити легкий доступ до паркомісць для всіх жителів.

Таблиця 1.5 – Баланс території

№ п/п	Територія	Проектний	
		Площа, га	% від загальної площі
1	Житлова	6,11	50,7
2	Дитячі садки, школи	1,77	14,6
3	Торгівельні заклади	0,14	1,16
4	Паркінги	0,045	0,37
5	Територія вулиць та доріг	1,16	9,6
6	Озеленення	2,825	23,57
	<b>Всього разом</b>	12,05	100

## 1.5 Вертикальне планування і водовідвід

Вертикальне планування території є важливою частиною інженерної роботи у процесі підготовки міських зон. Його метою є створення оптимального рельєфу, який сприяє реалізації забудови, облаштуванню інфраструктури та забезпеченню комфортного середовища для мешканців. Загалом, цей процес включає в себе комплекс заходів зі змінювання рельєфу місцевості шляхом видалення надлишкового ґрунту або його підсипання, що дозволяє отримати поверхню, яка відповідає проєктним вимогам.

Сучасні підходи в містобудуванні розглядають вертикальне планування не лише як необхідний етап підготовки до будівництва, а й як основу для створення сприятливих умов подальшої експлуатації територій. Воно забезпечує організацію зручного руху транспорту і пішоходів, а також ефективний відтік опадів та талої води. При цьому врахування природного рельєфу дозволяє мінімізувати обсяги земляних робіт, зменшити витрати на будівництво і підвищити загальну функціональність міського середовища [15].

Головна мета вертикального планування полягає у забезпеченні відповідних ухилів території, здатних ефективно спрямовувати природні стоки дощової та талої води. Для цього в проєкті визначаються необхідні відмітки та напрямки стічних потоків, а також вбудовується система водовідведення. Ця складова вертикального планування відіграє ключову роль у забезпеченні ефективного дренажу і є невід'ємною частиною благоустрою міських місцевостей.

Основні завдання такого планування включають вирівнювання площ, створення зручних умов для будівництва, прокладання інженерних комунікацій і запобігання затопленням чи підтопленням територій. У процесі реалізації робіт обов'язково беруться до уваги природні фактори: геологічна структура ґрунтів, рівень ґрунтових вод і кліматичні умови. При цьому однією з ключових задач лишається організація поверхневого стоку як складової частини системи водовідведення [15].

Ефективна система водовідведення виступає важливим елементом вертикального планування. Її призначення полягає у відведенні дощових, талої та поверхневих вод із території міста. Існують відкриті та закриті системи водовідведення: перша включає канали, лотки та відкриті водовідвідні канали, тоді як друга базується на використанні підземних мереж трубопроводів – системах дощової каналізації. Кожна із цих систем обирається залежно від особливостей місцевості та проектних вимог, забезпечуючи належний рівень захисту від підтоплень і раціонального використання міських земель.

Головною метою систем водовідведення є запобігання затопленню територій, захист будівель і споруд від пошкоджень, а також забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов проживання населення. Раціональна організація процесів водовідведення сприяє уникненню утворення застійних вод на поверхні землі, що може призводити до деградації дорожнього покриття, виникнення зсувів ґрунту та значного погіршення екологічної ситуації на території [16].

Проектування систем водовідведення передбачає врахування низки важливих чинників, серед яких інтенсивність атмосферних опадів, рельєф місцевості, тип забудови та площа водозбору. Особливу увагу приділяють створенню необхідних ухилів поверхні, які забезпечують самоплинне направлення води до водоприймальних пристроїв. У цьому контексті вертикальне планування території виступає ключовим елементом, який визначає ефективність функціонування системи водовідведення [16].

Сучасні підходи до організації водовідведення базуються на інтеграції інженерних заходів із природоорієнтованими рішеннями. В останні роки набувають популярності технології дощового водовідведення з включенням інфільтраційних елементів, озеленені покрівлі, біоінженерні споруди та інші екологічно спрямовані практики. Подібні заходи сприяють зниженню навантаження на каналізаційні системи та поліпшенню екологічного балансу урбанізованих територій [17].

У районах зі складним рельєфом або підвищеним рівнем ґрунтових вод вертикальне планування та водовідведення мають особливу важливість. За таких умов необхідним стає застосування додаткових технологічно обґрунтованих заходів, зокрема терасування територій, встановлення підпірних стінок, облаштування дренажних систем та зведення спеціальних споруд для захисту від затоплення. Ці рішення забезпечують структурну стійкість забудови і безпечну експлуатацію проблемних ділянок [17].

Отже, вертикальне планування територій та комплексна організація водовідведення є невід'ємними складовими інженерної підготовки території. Їхня взаємодія забезпечує ефективне функціонування міського середовища, формування оптимальних умов для забудови, захист територій від впливу води і підвищення загальної якості життя населення. Реалізація інтегрованого підходу до вирішення цих завдань є важливою передумовою сталого розвитку сучасних урбаністичних просторів.

Під час проектування мікрорайону було враховано необхідність забезпечення ухилів вулиць та доріг у межах 5-40%. В процесі розробки інженерної мережі виявлено складний рельєф із різкими перепадами висот, що створює труднощі для організації системи відведення талих і дощових вод, а також каналізації. З огляду на це, були прийняті такі конструктивні рішення:

1. Проведення зрізання шару ґрунту до рівня абсолютної висоти з метою зменшення ухилу до мінімально допустимих 5%, але не більше ніж на 0,5 метра від рівня рослинного покриву, щоб зберегти однорідність природного рельєфу.

2. Зрізання шару ґрунту в зонах з висотними різницями не більше ніж на 0,5 метра для зменшення природного чи штучного нахилу території.

3. Засипання раніше зрізаного ґрунту в місцях, де необхідно створити штучне підвищення рельєфу, забезпечуючи таким чином потрібний мінімальний ухил. Після реалізації цих рішень отримано такі значення ухилів:



**Функціональна структура прибудинкової території.** В умовах сучасного розвитку міського середовища прибудинкова територія виконує роль багатофункціонального простору, який включає набір функціональних елементів. Згідно з нормативами, у межах житлового мікрорайону повинні бути передбачені такі основні складові елементи: транспортні проїзди та пішохідні доріжки; велосипедні доріжки; дитячі ігрові майданчики; спортивні зони; простори для відпочинку дорослих мешканців; майданчики для збору сміття; гостьові парковки; території для вигулу тварин; озеленені зони.

Раціональне зонування цих структурних компонентів сприяє чіткому поділу функціональних просторів та забезпеченню їх ефективного використання відповідно до потреб мешканців [19].

**Вимоги до розміщення майданчиків та безпечних відстаней.** Формування прибудинкових зон вимагає уважного підходу до розташування різних функціональних майданчиків, що зумовлено необхідністю дотримання санітарних, екологічних та безпекових стандартів. Зокрема, при проектуванні слід враховувати такі обов'язкові норми щодо відстаней:

- дитячі майданчики для дошкільнят мають бути розміщені на віддаленості не менше ніж 10 метрів від вікон житлових будівель;
- зони для дітей шкільного віку – на відстані не менше 20 метрів;
- комплексні ігрові території мають бути розташовані щонайменше за 40 метрів від житлових приміщень;
- спортивні майданчики можуть розташовуватися на відстані до 100 метрів від житлових споруд.

Така зональна організація дозволяє мінімізувати шумове навантаження та забезпечити безпечне середовище для мешканців. Більше того, нормативи суворо забороняють розміщення дитячих, спортивних і господарських зон уздовж магістральних вулиць через надзвичайно високий рівень шуму й антропогенного забруднення повітря [19].

**Принципи озеленення прибудинкових територій.** Серед ключових напрямів облаштування житлових мікрорайонів особливе місце займає озеленення, що виконує важливі екологічні, естетичні та санітарно-гігієнічні функції. Згідно з чинними нормативами, загальна площа зелених насаджень повинна становити не менше 10% від загального простору мікрорайону.

До основних компонентів озеленення належать: газони; дерева та чагарники; декоративні квітники; живоплоти. Ці елементи забезпечують ряд переваг, серед яких – захист від шуму, пилу та перегріву, а також формування оптимального мікроклімату [20].

**Вимоги до розташування зелених насаджень.** При створенні проєктів озеленення важливо дотримуватися ряду ключових вимог [20]:

- для дерев необхідно враховувати мінімальні відстані до будівель і інженерних мереж;
- між зеленими зонами та дорожніми проїздами передбачаються буферні смуги;
- зелені насадження повинні розташовуватися так, щоб не обмежувати оглядовість на дорогах чи у зонах поблизу дитячих майданчиків;
- також між будинками та проїзними частинами обов'язково облаштовуються смуги озеленення, які виконують захисну функцію, зменшуючи рівень пилу та шуму.

**Вибір рослин: рекомендації при висадці.** Під час підбору рослин для прибудинкових територій необхідно враховувати кліматичні умови, їхню стійкість до умов міського середовища та відсутність загрози для мешканців.

Рекомендовані види для висадження [20].:

- листяні дерева: клен, липа, каштан;
- декоративні кущі: спірея, бузок;
- газонні трави та багаторічні квіти.

Слід уникати:

- рослини з отруйними властивостями.

– дерева з агресивною кореневою системою, які можуть пошкодити фундаменти будівель.

– алергенні види рослин.

– колючі кущі в зонах поруч із дитячими майданчиками.

Також важливо враховувати рівень освітленості та зони затінення для адаптації рослин до конкретних умов.

**Покриття та елементи благоустрою.** Для забезпечення комфорту та функціональності різних територій вибирають відповідні типи покриттів [21]:

– тверді покриття (асфальт, бруківка) використовують для облаштування автомобільних проїздів і пішохідних доріжок.

– м'які покриття (пісок, щебінь) оптимально підходять для дитячих майданчиків.

– газонне покриття ідеально підходить для зон відпочинку.

– доповненням простору служать малі архітектурні форми: лавки, урни, освітлювальні елементи, огороження та інші деталі благоустрою.

**Основні принципи організації дворового простору.** Під час планування прибудинкової території слід дотримуватися таких основних принципів [21]:

– функціональне зонування: чітке розділення активних зон (ігрові майданчики, спортивні зони) і тихих просторів для відпочинку;

– безпека: ізолюваність пішохідних частин від транспортних потоків;

– доступність: урахування потреб маломобільних груп населення, включно зі створенням пандусів і безбар'єрного середовища;

– екологічність: забезпечення достатньої кількості зелених насаджень для створення комфортного природного середовища;

– комплексність: інтеграція всіх елементів благоустрою в єдину гармонійну систему.

**Сучасні тенденції благоустрою.** Сьогодні все більшої популярності набувають інноваційні підходи до організації подвір'їв [21]:

– використання екологічно дружніх рішень, як-от збільшення площ зелених територій;

- розробка багатофункціональних просторів, які поєднують різні зони активності;
- формування безбар'єрного середовища для забезпечення доступності всім категоріям громадян;
- інтеграція зон відпочинку із місцями для занять спортом і культурних заходів.

Такі підходи сприяють поліпшенню якості життя жителів міста та створенню більш комфортного й екологічного простору.

### ***Розрахунок необхідної площі майданчиків***

Рельєф місцевості: пологий

Площа ділянки: 3,6 га

На даній ділянці знаходяться: 2 кутові 9-ти поверхові (3546 м<sup>2</sup>), 6 торцевих 9-ти поверхових (2520 м<sup>2</sup>) та 2 рядові 5-ти поверхові секції (1075 м<sup>2</sup>).

Загальна житлова площа дорівнює:

$$S_{\text{ж}} = S_1 + S_2 + S_3 = 2 \cdot 3546 + 6 \cdot 2520 + 2 \cdot 1075 = 24362 \text{ м}^2 \quad (1.15)$$

При щільності населення 23 чол/м<sup>2</sup>, кількість жителів на даній ділянці:

$$K_{\text{люд}} = \frac{S_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ж}}} = \frac{24362}{23} = 1060 \text{ чоловік.} \quad (1.16)$$

Площа майданчиків для людей дошкільного віку:

$$0,5 \cdot 1060 = 530 \text{ м}^2 \quad (1.17)$$

Площа майданчиків для людей молодшого дошкільного віку:

$$0,6 \cdot 1060 = 636 \text{ м}^2 \quad (1.18)$$

Майданчики для тихого відпочинку:

$$0,05 \cdot 1060 = 53 \text{ м}^2 \quad (1.19)$$

Площа майданчиків, влаштованих під сміття:

$$0,03 \cdot 1060 = 31,8 \text{ м}^2 \quad (1.20)$$

Площа спортивних майданчиків:

$$2 \cdot 1060 = 2120 \text{ м}^2 \quad (1.21)$$

Прийнято типове влаштування майданчиків усіх видів: типове.

Під час розробки плану мікрорайону враховуються всі майданчики з урахуванням оптимальної відстані від вікон житлових будівель до кожного з них. Також пріоритетним є забезпечення зручного доступу для всіх категорій жителів, незалежно від їхніх потреб.

Щодо площі зелених насаджень на території, вона повинна відповідати встановленим нормативам, забезпечуючи якісне озеленення та комфортне середовище:

$$7,8 \cdot 1060 = 8268 \text{ м}^2 \quad (1.22)$$

де 7,8 – забезпечення зеленими насадженнями на особу.










Нормативна кількість насаджень для жилого кварталу на 1 га складає: для дерев 150-200 шт.; для чагарників 1200-1800 шт.

Для загальної площі ділянки, що оздоблюється:

$$3,6 \cdot 150 = 540 \text{ дерев} \quad (1.23)$$

$$3,6 \cdot 1400 = 5040 \text{ чагарників} \quad (1.24)$$

Таблиця 1.6 – Експлікація майданчиків для відпочинку

№	Позн.	Найменування	Тип	Кількість	Площа, м <sup>2</sup>
1		Майданчики для дітей дошкільного віку	типові	5	450
2		Майданчики для дітей шкільного віку	типові	3	610
3		Спортивні майданчики	типові	3	1860
4		Майданчики для відпочинку	типові	5	60
5		Майданчики під сміття	типові	3	36
6	  	Майданчики на території дитячого садка	типові	13	4215
7		Озеленення території			

## 2 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Об'ємно-планувальні рішення будівлі

Запроектований продовольчий магазин має в плані «Г» подібну форму, двох поверховий, висота кожного становить 3,30 м, з розмірами в осях 16,87×24,37 м. Висота всієї будівлі 11,48 м. На першому поверсі розміщена торгівельна зала, топкова, санвузол. На другому поверсі – кабінети, кімната персоналу та охорони санвузол.

Таблиця 2.1 – Техніко-економічні показники будівлі

№	Найменування показників	Одиниці виміру	Кількість
1	Кількість поверхів	пов.	2
2	Висота поверху	м	3,3
3	Висота будівлі	м	11,480
4	Площа забудови	м <sup>2</sup>	317,17
5	Корисна площа	м <sup>2</sup>	456,34
6	Допоміжна площа	м <sup>2</sup>	79,67
7	Службова площа	м <sup>2</sup>	38
8	Будівельний об'єм	м <sup>3</sup>	2600,79

Конструктивна схема будівлі змішана – повздовжні несучі стіни та колони, з поперечними несучими стінами. Просторова жорсткість будівлі забезпечується сумісною роботою повздовжніх та поперечних несучих стін, плит перекриття та покриття. Експлікація приміщень будівлі (див. табл. 2.2).

### 2.2 Опис конструктивних рішень

Планування приміщень типового проєкту скоректовано з врахуванням умов прив'язки по діючим будівельним нормам, правилам і ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи». [22].

У відповідності з технічними умовами на застосування конструкцій, виробів й матеріалів проєктом передбачено наступні рішення.

**Фундаменти** прийняті стрічкові монолітні. Також використовуються монолітні фундаменти під колони стаканного типу з бетону С16/20.

Таблиця 2.2 – Експлікація приміщень будівлі

Номер прим.	Найменування	Кількість приміщень	Площа, м <sup>2</sup>
1	Торгівельна зала	2	415,37
2	Тамбур	2	7,56
3	Ганок	3	13,14
4	Сходова клітина	2	22,4
5	Хол	2	24,54
6	Санітарне приміщення	3	11,95
7	Санітарний вузол	4	5,63
8	Технічне приміщення	1	6,61
9	Кімната персоналу	1	10,37
10	Бухгалтерія	1	11,86
11	Кімната охорони	1	9,54

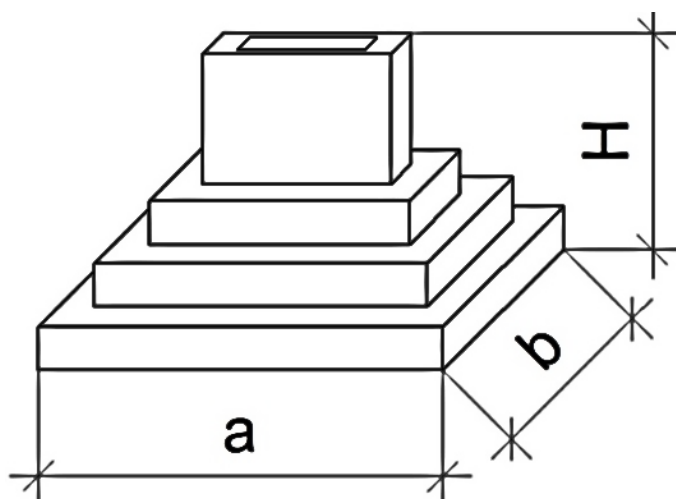


Рисунок 2.1 – Схема фундаменту під колону

Таблиця 2.3 – Специфікація фундаментів стаканного типу

Позначення	Найменування	Кількість	Розміри, мм			На одиницю		На всю кількість	
			a	b	H	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, кг	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, т
ФМ2	Фундамент індивідуальний	6	2000	2000	1350	5,4	13500	32,4	81
Всього								32,4	81

Балки сбірного варіанту виконуються з бетону С16/20.

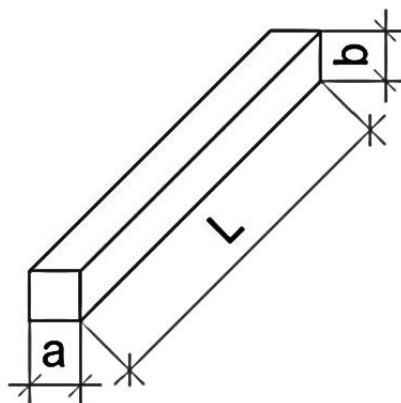


Рисунок 2.2 – Схема балки

Таблиця 2.4 – Специфікація балок

Познач.	Найменування	Кількість	Розміри			На одиницю		На всю кількість	
			a	b	L	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, кг	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, кг
Б1	Балка ін.	2	380	380	4230	0,61	1525	1,22	3050
Б2	Балка ін.	2	380	380	4580	0,66	1650	1,32	3300
Б3	Балка ін.	4	380	380	3580	0,52	1300	2,08	5200
Б4	Балка ін.	4	380	380	4480	0,65	1625	2,6	6500
Б5	Балка ін.	2	380	380	2576	0,37	925	0,74	1850
Б6	Балка ін.	2	380	380	3000	0,43	1075	0,86	2150
Б7	Балка ін.	2	380	380	2475	0,36	900	0,72	1800
Всього								9,54	23850

**Стіни** прийняті з керамічної цегли, марки М100 на цементному розчині М 100 на 1 та 2 поверхах. Товщина зовнішніх та внутрішніх стін 380 мм. Армування стін виконано сіткою з вічком 50x50 мм з проволочи 4Ø Вр500 через кожні 4 ряди кладки. Перегородки прийняті із керамічної цегли М 100 на розчині М 25.

**Перекриття** проектується з типових збірних залізобетонних плит. Застосування збірних плит перекриття збільшує швидкість зведення будівлі. Специфікація плит перекриття наведена в таблиці 1.5. Шви між плитами заповнюються бетоном С12/16. Після монтажу виконується анкерування плит.

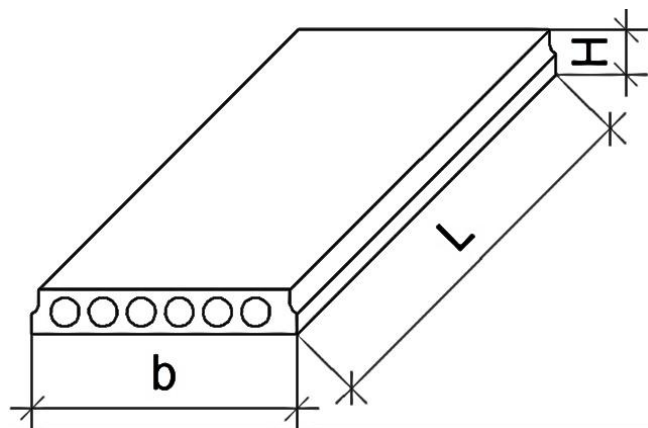


Рисунок 2.3 – Схема плити перекриття

Таблиця 2.5 – Специфікація плит перекриття

Познач.	Найменування	Кіл-сть	Розміри, мм			На одиницю		На всю кількість	
			b	H	L	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, кг	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, кг
П1	ПК 30.15-8	8	1490	220	2980	0,97	2425	7,76	19400
П2	ПК 30.10-8	14	990	220	2980	0,65	1625	9,1	22750
П3	ПК 60.15-8	42	1490	220	5980	1,96	4900	82,32	205800
П4	ПК 33.15-8	10	1490	220	3280	1,07	2675	10,7	26750
П5	ПК 20.15-8	12	1490	220	1980	0,65	1625	7,8	19500
Всього								117,68	294200

**Сходи** прийняті із збірних залізобетонних маршів по серії 1.251-4 -6 і збірних залізобетонних площадок по серії 1.252-41. Марші опираються на полки площадок, а сходові площадки на стіни.

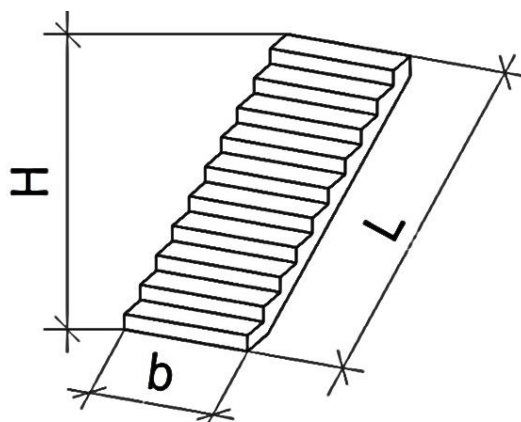


Рисунок 2.4 – Схема сходового маршу

Таблиця 2.6 – Специфікація сходових маршів

Найменування	Кількість	Розміри, мм			На одиницю		На всю кількість	
		b	H	L	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, кг	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, кг
2ЛМФ39. 12.17-5	2	1200	1650	3910	0,52	1290	1,04	2580
Всього							1,04	2580

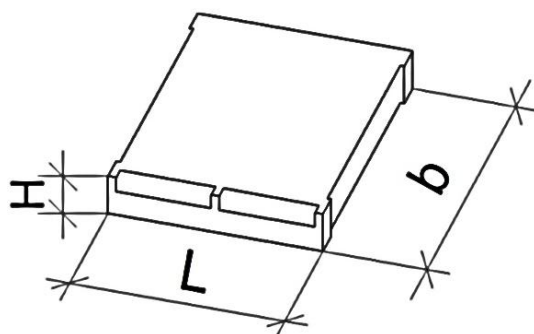


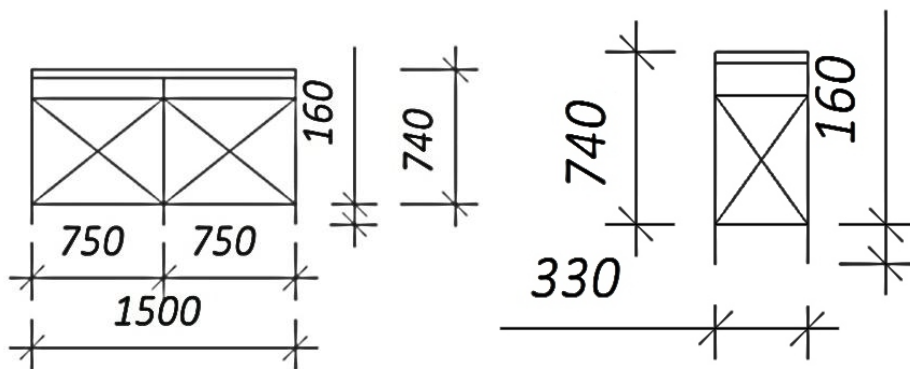
Рисунок 2.5 – Схема сходового майданчику

Таблиця 2.7 – Специфікація сходових майданчиків

Найменування	Кіль-сть	Розміри, мм			На одиницю		На всю кількість	
		b	H	L	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, кг	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, кг
2ЛП26.13.4кс	2	1400	200	2600	0,728	1400	1,46	2800
Всього							1,46	2800

Огородження індивідуальне – 1

Огородження індивідуальне – 2



Огородження індивідуальне – 3

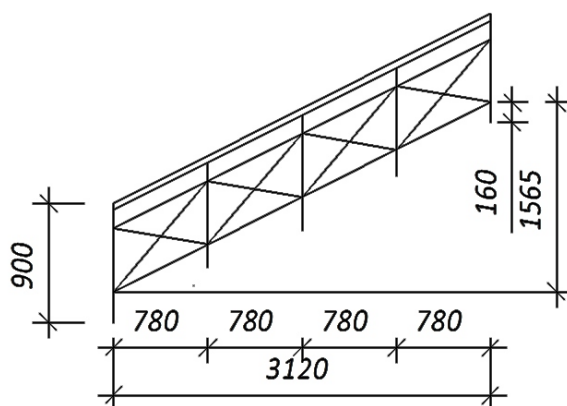


Рисунок 2.6 – Фрагменти огорожень

Таблиця 2.8 – Специфікація огорожень

Найменування	Кіль.	На одиницю		На всю кількість	
		Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, кг	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, кг
Огородження індивідуальне-1	1	–	25,99	–	25,99
Огородження індивідуальне-2	1	–	8,77	–	8,77
Огородження індивідуальне-3	2	–	46,24	–	92,48
Всього					127,24

**Покрівля** – скатна з метало-черепиці. Крокви кріпляться до мауерлату за допомогою металевих кутиків. Підпокрівельна плівка використовується в якості гідроізоляції. На неї встановлюється обрешітка з кроком 700 мм.

Метало-черепиця кріпиться до обрешітки за допомогою покрівельних саморізів. Парапети покриваються оцинкованою сталлю та ззовні загортається для зручності відводу води. У разі сильних вітрових навантажень передбачено кріплення крокв і кобилки скруткою з проволочи яка кріпиться до стіни за допомогою костиля.

**Відведення дощових і талих вод** з покрівлі будівлі здійснюється зовнішнім водостоком. Зовнішні водостоки виконуються з метало-пластикових труб Ø100 мм.

Таблиця 2.9 – Специфікація деревини

Позначення	Найменування	Кіль-сть, шт	Розміри, мм			Об'єм, м <sup>3</sup>	Загальний об'єм, м <sup>3</sup>
			a	b	L		
1	2	3	4	5	6	7	8
Ф1	Нижній пояс	1	200	100	8360	0,17	0,17
	Верхній пояс	1	200	100	7850	0,16	0,16
	Стійка	5	150	100	3325	0,05	0,25
	Розкіс	4	150	100	3770	0,05	0,23
Ф2	Нижній пояс	1	200	100	8160	0,16	0,16
	Верхній пояс	1	200	100	7650	0,15	0,15
	Стійка	5	150	100	2320	0,03	0,17
	Розкіс	4	150	100	2890	0,04	0,17
Ф3	Нижній пояс	1	200	100	17075	0,34	0,34
	Верхній пояс	1	200	100	16600	0,33	0,33
	Стійка	5	150	100	1315	0,02	0,1
	Розкіс	4	150	100	1940	0,02	0,11
Ф4	Нижній пояс	1	200	100	17075	0,34	0,34
	Верхній пояс	1	200	100	16600	0,33	0,33

Продовження табл. 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8
	Стійка	11	100	100	300	0,003	0,033
Ф5	Нижній пояс	1	200	100	5900	0,12	0,12
	Стійка	1	150	100	3025	0,04	0,04
	Розкіс	1	150	100	4170	0,06	0,06
	Розкіс	1	150	100	4160	0,06	0,06
Ф6	Нижній пояс	1	200	100	5900	0,12	0,12
	Стійка	1	150	100	2020	0,03	0,03
	Розкіс	1	150	100	3550	0,05	0,05
	Розкіс	1	150	100	3460	0,05	0,05
Ф7	Нижній пояс	1	200	100	5970	0,12	0,12
	Стійка	1	150	100	1010	0,015	0,015
	Розкіс	1	150	100	3120	0,04	0,04
	Розкіс	1	150	100	3055	0,04	0,04
Ф8	Нижній пояс	1	200	100	2000	0,04	0,04
	Стійка	1	150	100	1030	0,015	0,015
	Розкіс	1	150	100	1190	0,02	0,02
	Розкіс	1	150	100	2620	0,03	0,03
Кобилка		27	100	60	1010	0,006	0,16
Крокв'яна нога 1		11	200	100	22330	0,44	4,9
Крокв'яна нога 2		11	200	100	3350	0,06	0,7
Крокв'яна нога 3		10	200	100	11325	0,22	2,2
Мауерлат			130	130	30500	0,52	0,52
Загальний об'єм деревини							12,37

**Підлога** в приміщеннях повинна задовольняти умовам міцності, опору зносу, достатньої еластичності, безшумності, зручності прибирання. Конструкцію підлоги потрібно розглядати як звукоізолюючу спроможність перекриття та звукоізолюючу спроможність конструкції підлоги.

Таблиця 2.10 – Експлікація підлог

Найменування приміщення	Тип підлоги	Схема підлоги або тип підлоги серії	Дані елементів підлоги (назва, товщина, основа), мм	Площа, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
Торгівельна зала на 1 поверсі, тамбур, сходиноква клітина	1		Покриття – керамічна плитка – 10-20 мм Цементно-пісчана стяжка М100 – 50 мм Утеплювач URSA-150 мм Гідроізоляційний шар Бетонна підготовка С 8/10 – 100 мм Основа – ущільнений щебнем ґрунт	201,32
Комора	2		Покриття – керамічна плитка – 10-20 мм Цементно-пісчана стяжка М100 – 50 мм Підстилаючий шар – бетон класу С8/10 – 60 мм Основа – ущільнений щебнем ґрунт	7,15
Вбиральня на 1 поверсі	3		Покриття – керамічна плитка 10-20 мм Цементно-пісчана стяжка М100 – 50 мм Утеплювач URSA-150мм Гідроізоляційний шар Бетонна підготовка С8/10 – 100 мм	5,10

Продовження табл. 2.10

1	2	3	4	5
Торгівельна зала на 2 поверсі	4		Покриття – керамічна плитка 10-20 мм Прошарок з цементно – пісочної суміші М 150 12-20 мм Звукоізоляція – 4 мм Основа – плита переkritтя	215,96

**Віконні прорізи** металопластикові з подвійним склопакетом, за індивідуальним замовленням.

Для естетичного вигляду вікна з маркуванням ОК-1, ОК-2, ОК-4, ОК-5 мають ефект віддзеркалювання.

**Дверні** отвори прийняті згідно серії 1.136-11. Для забезпечення швидкої евакуації всі двері відчиняються на зовні по напрямку руху на вулицю виходячи з умов евакуації людей з будівлі при пожежі. Дверні коробки закріплюються в прорізах до антисептованих дерев'яних пробок, що закладаються в кладку під час зведення стін. Дверні полотна навішують на петлях (навісах), які дозволяють знімати відкриті настіж дверні полотна з петель – для ремонту, або заміни полотна дверей.

**Перемички** внутрішні, залізобетонні, в формі. Специфікація перемичок показано в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Специфікація перемичок

Познач.	Найменування	Кіль-сть	Розміри, мм			На одиницю		На всю кількість	
			a	H	L	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, т	Бетон, м <sup>3</sup>	Вага, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ЗПБ 18-27	19	120	220	1810	0,10	0,25	1,9	4,75
2	ЗПБ 18-8	8	120	220	1800	0,05	0,119	0,4	0,952
3	5ПБ 25-37	2	250	220	2460	0,13	0,325	0,26	0,65
4	ЗПБ 25-8	1	120	220	2460	0,07	0,175	0,07	0,175
5	2ПБ 13-1	1	120	140	1290	0,02	0,05	0,02	0,05

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	ЗПБ 13-37	2	120	220	1290	0,03	0,075	0,06	0,15
7	2ПБ 19-3	3	120	140	1940	0,03	0,075	0,09	0,225
Разом								2,8	6,95

**Оздоблення.** Зовнішні стіни будівлі оздоблюються фасадною системою з металопрофілю утепленою мінеральною ватою IZOVAT. Всі дерев'яні та металеві поверхні фарбуються масляними фарбами за 2 рази. Внутрішні стіни й перегородки за виключенням комори, санвузлів, кабінетів та кімнат персоналу оздоблюються декоративною штукатуркою. В санітарних вузлах та комори стіни облицьовуються керамічною плиткою на всю висоту.

### 2.3 Інженерні мережі

**Водопостачання.** Джерелом водопостачання слугує існуюча водопровідна мережа  $d=200$  мм. Тиск води у точці підключення складає 0,5 МПа, що забезпечує розрахунковий тиск на вводі в будівлю. По трасі водопроводу в колодязях встановлюють пожежні гідранти. Водопровідна мережа запроектована з мідних зварних водопровідних труб протяжністю 25 м.

**Каналізація.** Відведення стічних вод від мінімаркету запроектоване в існуючий каналізаційний колектор  $d=400$  мм, потім на існуючі місцеві очисні споруди. Каналізаційна мережа запроектована з керамічних труб.

**Енергопостачання.** Електропостачання будівлі передбачається від трансформаторної підстанції КТП-160, потужністю на вводі 99 кВт. По ступеню надійності електропостачання споживач відноситься до II категорії.

Зовнішнє освітлення передбачене світильниками з ртутними лампами типу РТУ-125 на паркових опорах, мережа зовнішнього освітлення виконується кабелем марки АПВГ.

**Теплопостачання.** Джерелом теплопостачання є котел, який розміщений в спеціальному приміщенні на 1 поверсі (топковій). Вода,

циркулюючи по системі через опалювальні прилади, передає теплову енергію повітрю приміщення.

**Внутрішнє інженерне обладнання.** Будівля обладнується господарчо-питним й протипожежним водопроводом, каналізацією, опаленням, вентиляцією, внутрішнім водостоком, електрообладнанням та телефонною лінією.

**Протипожежні заходи.** Стіни та шляхи евакуації запроєктовані незгораємі, не виділяють шкідливих речовин під дією високих температур. Відкривання дверей виконується по ходу руху людей з будівлі. Всі конструктивні елементи будівлі передбачені з неспалимих матеріалів. Зовнішнє пожежогасіння буде здійснюватися пожежними машинами з забором води з пожежних гідрантів. Внутрішнє пожежогасіння здійснюється за допомогою пожежних щитків, які встановлені на кожному поверсі біля шахт ліфтів.

## 2.4 Теплотехнічний розрахунок

Розрахунок ведеться із обов'язковим дотриманням до усіх Державних будівельних норм. Формули, додаткові дані взяті виключно із додатків до ДБН-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»[23].

Вихідні дані для розрахунку:

- Місто будівництва – Суми (Україна);
- Розрахункова температура внутрішнього повітря  $t_{\text{вн}} = 20^{\circ}\text{C}$ ;
- Розрахункова температура зовнішнього повітря  $t_{\text{зовн}} = -30^{\circ}\text{C}$ ;
- Розрахункова вологість повітря  $\varphi_{\text{п}} = 55\%$ ;
- Сніговий район – I;
- Вологісний режим - нормальний;
- Умови експлуатації стін – А;

Розрахунок мінімального значення тепловіддачі

Мінімальне допустиме значення  $R_{q,\text{min}}$  для міста Суми знайдемо за формулою:

$$R_{q,\min} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}}{\Delta T_{\text{cr}} \cdot a_{\text{в}}}, \quad (2.1)$$

де  $\Delta T_{\text{cr}} = 4^{\circ}\text{C}$  – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції. [24]

$a_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт} / \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції. [24]

$$R_{q,\min} = \frac{20 - (-30)}{4 \cdot 8,7} = 1,436 \frac{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$$

Мінімальна нормована тепловіддача для огорожувальних стін будівлі дорівнює  $R_{\text{q}} = 3,3 \frac{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$ .

Отже, необхідно забезпечити умову  $R_{\text{пр}} > R_{\text{q}}$ .

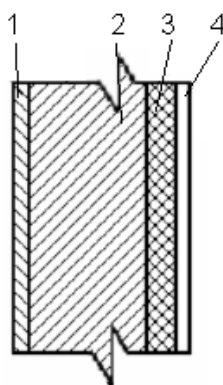


Рисунок 2.7 – Схема стіни

Визначення дійсної тепловіддачі зовнішніх стін:

Таблиця 2.12 – Таблиця теплотехнічних показників

№	Найменування елемента	$\delta, \text{м}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\lambda, \frac{\text{Вт} \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{м}^2}$
1	Цементно-піщана штукатурка	0,02	1600	0,6
2	Керамічна пустотна цегла	0,38	1400	0,44
3	Плити скловолокнисті теплоізол	0,1	45	0,044
4	Металеві фасадні системи	0,05	650	0,51

Тепловіддачу розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{пр}} = \frac{a_{\text{в1}}}{a_{\text{в1}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{a_3}{a_3} \quad (2.2)$$

де  $a_3 = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції [24].

$\delta$  – товщина шару елемента конструкції;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу.

$$R_{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,44} + \frac{0,02}{0,6} + \frac{0,05}{0,51} + \frac{0,1}{0,044} + \frac{1}{23} = 3,426 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} > 3,3 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

–огородження задовольняє дану умову

Температура внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції визначається за формулою:

$$t_{\text{вн}} = t_{\text{в}} - \left( \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}}{R_{\text{пр}} \cdot a_{\text{в}}} \right) = 20 - \left( \frac{20 - (-30)}{3,426 \cdot 8,7} \right) = 18,33 \text{ °C} \quad (2.3)$$

Температурний перепад:

$$\Delta t_{\text{пр}} = t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}} = 20 - 18,33 = 1,67 \text{ °C} < 4 \text{ °C} \quad (2.4)$$

Температура внутрішньої поверхні захисної конструкції повинна бути не нижче за точку роси. У жилих будівлях за умови проектування:

$t_{\text{min}} = 10,7 \text{ °C} < 18,32 \text{ °C}$  – прийнята умова виконується, прийнята конструкція задовольняє умовам теплотехнічного розрахунку.

## 3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

### 3.1 Розрахунок кругло-пустотної плити перекриття

Вихідні дані для розрахунку кругло-пустотної плити перекриття:

- ширина плити  $b = 1,5$  м;
- довжина плити  $l = 6,0$  м;
- тимчасове нормативне навантаження  $v^H = 4,0$  кН·м<sup>2</sup>;
- коефіцієнт надійності щодо навантаження  $\gamma_n = 0,95$ ;
- плиту армуємо стрижневою арматурою періодичного профілю класу А400С та конструктивною в'язаною сіткою класу В500;
- бетон класу С16/20. Коефіцієнт щодо призначення  $\gamma_c = 1,1$ ;
- маса плити  $5,5$  кН/м<sup>2</sup>;
- плита обпирається на дві стіни.

Розрахунок виконується у відповідності до всіх будівельних норм [25, 26].



Рисунок 3.1 – Склад перекриття будівлі

#### **Розрахункові дані для проєктування плити:**

Плиту проєктують з важкого бетону класу С16/20, для якого:

Розрахунковий опір бетону на стискання  $f_{cd} = 11,5$  МПа

Розрахунковий опір бетону на осьове розтягнення  $f_{ctd} = 0,87$  МПа

Початковий модуль пружності бетону  $E_{cm} = 27 \cdot 10^3$  МПа

Повздовжня робоча арматура класу А400С [27], для якої розрахунковий опір на розтяг  $f_{yd} = 365$  МПа;  $f_{ywd} = 285$  МПа;

Модуль пружності арматури [27]  $E_s = 21 \cdot 10^4$  МПа

Арматура сітки з дроту класу В500 [27]:  $f_{yd} = 415$  МПа;  $f_{ywd} = 300$  МПа;

Модуль пружності арматури [27]  $E_s = 19 \cdot 10^4$  МПа

Навантаження на  $1 \text{ м}^2$  перекриття:

Таблиця 3.1 – Навантаження на перекриття

Навантаження	Підрахунок навантажень	Норм. навант. $\text{кН/м}^2$	Коеф. надійності $\gamma_f$	Розр. навант $\text{кН/м}^2$
Постійне:				
Плитка керамічна – 10 мм; $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$	$0,010 \cdot 20$	0,2	1,2	0,24
Цементно-піщане стягування – 20мм; $\rho = 18 \text{ кН/м}^3$	$0,020 \cdot 18$	0,36	1,3	0,47
Звукоізоляція - 4 мм, $\rho = 0,03 \text{ кН/м}^3$	$0,004 \cdot 0,03$	0,00012	1,2	0,000144
Плита перекриття, вага – $3 \text{ кН/м}^2$	3	3	1,1	3,3
Перегородки – $2,5 \text{ кН/м}^2$	2,5	2,5	1,1	2,75
Разом:		6,06		6,76
Тимчасове:		4,0	1,2	4,8
Разом:		10,06		11,56

Погонне навантаження на  $1 \text{ м}^2$  довжини панелі шириною 1,5 м:

$$q_{\text{п}} = q_{1\text{м}^2} \cdot b_{\text{пл}} = 11,56 \cdot 1,5 = 17,34 \text{ кН/м} \quad (3.1)$$

Панель розраховується як балка, що лежить на 2 опорах і завантажена рівномірно розподіленим навантаженням.

Конструктивна ширина і довжина менша капітальної на 10-30 мм для отримання зазорів:

1) Номінальна довжина  $l_{\text{н}} = 6000$  мм

2) Конструктивна довжина плити при обпиранні на стіну і ригель:

$$l_{\text{к}} = 6000 - 2 \cdot 20 = 5960 \text{ мм} \quad (3.2)$$

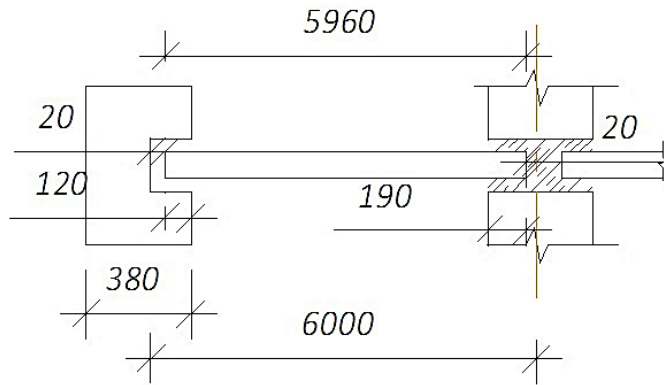


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема плити

3) Розрахункова довжина панелі при обпиранні на стіну і ригель:

$$l_0 = l_k - \frac{a_1}{2} - \frac{a_2}{2} = 5960 - \frac{120}{2} - \frac{190}{2} = 5805 \text{ мм} \quad (3.3)$$

Розрахункові згинальні моменти і поперечна сила:

Максимальний згинальний момент:

$$M_{\max} = \frac{q_n \cdot l_0^2}{8} = \frac{17,34 \cdot 5,805^2}{8} = 73,04 \text{ кНм} \quad (3.4)$$

Максимальна розрахункова поперечна сила:

$$Q_{\max} = \frac{q_n \cdot l_0}{2} = \frac{17,34 \cdot 5,805}{2} = 50,32 \text{ кН} \quad (3.5)$$

Переріз плити має 7 круглих пустот та розглядається як двотавровий профіль: Відповідно типовим заводським нормам попередньо призначаємо розміри перерізу: Висота плити  $h = 220$  мм, ширина плити  $b_f = b - 10 = 1490$  мм.

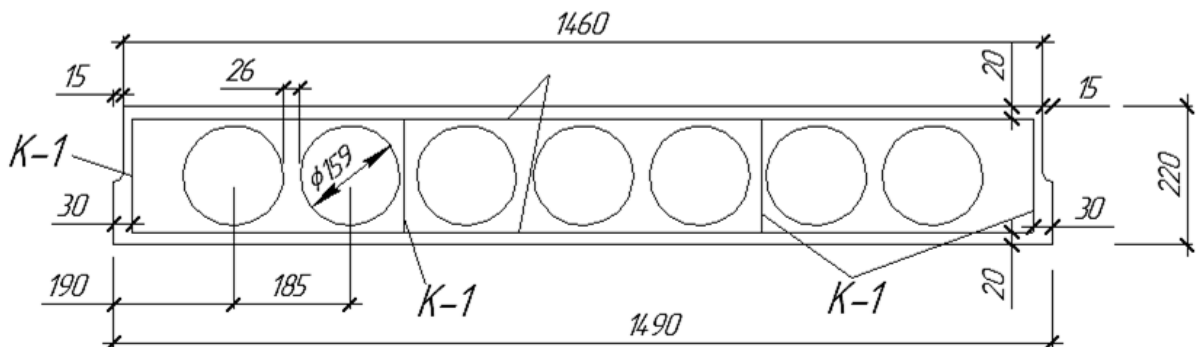


Рисунок 3.3 – Габаритні розміри плити

Для розрахунку приймаємо такі приведені розміри:

$$b_{\text{eff}} = 147 \text{ см}, b_w = 147 - 7 \cdot 0,9 \cdot 15,9 = 46,8 \text{ см}, d = 22 - 2,5 = 19,5 \text{ см}, \quad (3.6)$$

$$h_f = h_f' = (22 - 0,9 \cdot 15,9) / 2 = 3,845 \text{ см} \quad (3.7)$$

Положення нейтрального шару визначаємо за формулою:

$$M_f = f_{cd} b_{eff} h_f (d - 0,5h_f) = 1,15 \cdot 147 \cdot 3,845 (19,5 - 0,5 \cdot 3,845) = 11486 \text{ кНсм} = 114,86 \text{ кНм} > 73,04 \text{ кНм} \quad (3.8)$$

Нейтральний шар знаходиться у межах стиснутої полці, тому переріз розглядуємо як прямокутний.

**Розрахунок міцності по нормальних перерізах:**

$$\alpha_M = \frac{M_{max}}{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2} = \frac{73,04 \cdot 10^2}{1,15 \cdot 147 \cdot 380,25} = 0,113 \zeta = 0,94; \quad (3.9)$$

де  $b_{eff}$  – ефективна ширина плити; [26]

$d$  – робоча висота перерізу плити.

$$A_s = \frac{M_{max}}{f_{yd} \cdot \zeta \cdot d} = \frac{73,04 \cdot 10^2}{36,5 \cdot 0,94 \cdot 19,5} = 10,91 \text{ см}^2 \quad (3.10)$$

Приймаю робочу повздовжню арматуру 8Ø14 A400C ( $A_s = 12,31 \text{ см}^2$ ) з поперечною конструктивною арматурою Ø3 B500 з кроком 250 мм.

**Розрахунок міцності повздовжніх ребер по навісних перерізах:**

Перевіряємо несучу здатність конструкції по навісних перерізах.

Визначимо несучу здатність бетону за формулою:

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot g \cdot f_{ck}}) \cdot b_w \cdot d \quad (3.11)$$

де  $b_w$  – розрахункова ширина полиці плити;

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2, \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{195}} = 2,01 \quad (3.12)$$

$$g = \frac{12,31}{46,8 \cdot 19,5} = 0,0013 \quad C_{rd,c} = 0,1385 \quad (3.13)$$

$$V_{cd} = (0,1385 \cdot 2 \cdot \sqrt[3]{0,0013 \cdot 100 \cdot 14,95}) 468 \cdot 195 = 68041 \text{ Н} = 68,04 \text{ кН}$$

$68,04 > 50,32$  – умова міцності виконується, отже поперечну арматуру

встановлюємо конструктивно Ø3 B500 з кроком 100 мм.

Арматурні каркаси з поперечною арматурою приймаються довжиною  $0,4l_0 = 1500 \text{ мм}$ , вони знаходяться у опорних зонах по 4 каркаси в перерізі. У верхній зоні встановлюємо конструктивну сітку С2 Ø3 B500 з осередком  $200 \times 200 \text{ мм}$ .

### 3.2 Розрахунок сходового маршу

Вихідні данні для розрахунку залізобетонного сходового маршу, шириною  $a = 1,2$  м:

- висота поверху – 3,3 м;
- розміри сходинок  $a_c \cdot b_c = 15 \cdot 30$  см;
- клас бетону – С16/20. Арматура каркасів класу А400, арматура сіток Вр 500;
- власна вага маршу  $g^n = 2,75$  кН/м<sup>2</sup> горизонтальної проекції;
- тимчасове нормативне навантаження  $v^n = 3,0$  кН/м<sup>2</sup>;
- коефіцієнт надійності щодо навантаження  $\gamma = 1,1$ ;
- розміри косоурів  $h_k \cdot b_k = 19 \cdot 10$  см.

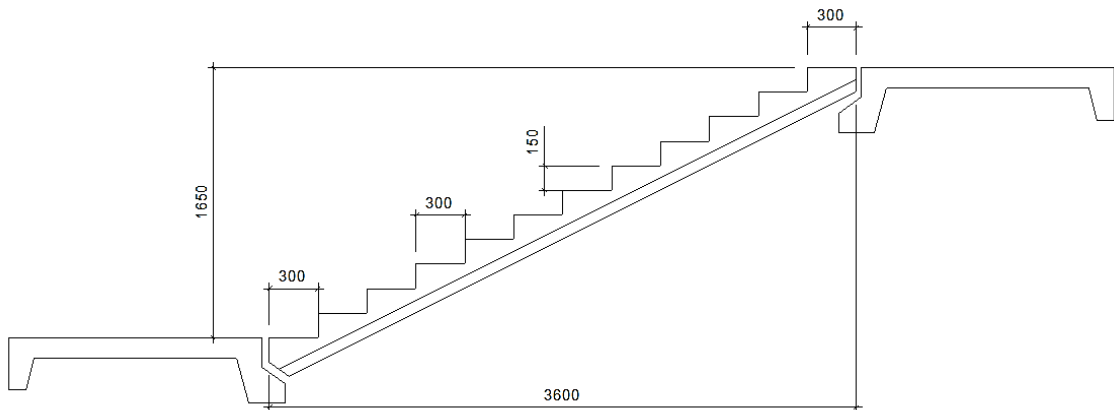


Рисунок 3.4 – Фрагмент сходового маршу

Висота маршу:

$$H_m = H/2 = 3300/2 = 1650 \text{ мм} \quad (3.14)$$

Кількість сходинок:

$$n = H_m/a_c = 1650/15 = 11 \text{ шт} \quad (3.15)$$

Довжина маршу (горизонтальна проекція):

$$l_k = b_c (n-1) + 2c = 300 (11-1) + 2 \cdot 300 = 3600 \text{ мм} \quad (3.16)$$

Розрахункова довжина маршу (горизонтальна проекція):

$$l_0 = l_k - 2\left(\frac{m}{2}\right) = 3600 - 2\left(\frac{70}{2}\right) = 3530 \text{ мм} \quad (3.17)$$

Кут нахилу маршу, його синус та косинус:  $tg\alpha = \frac{150}{300} = 0,5$

$$\alpha = 29^\circ 36' 23'' \quad \sin\alpha = 0,4478; \quad \cos\alpha = 0,8942$$

Розрахункова схема маршу:

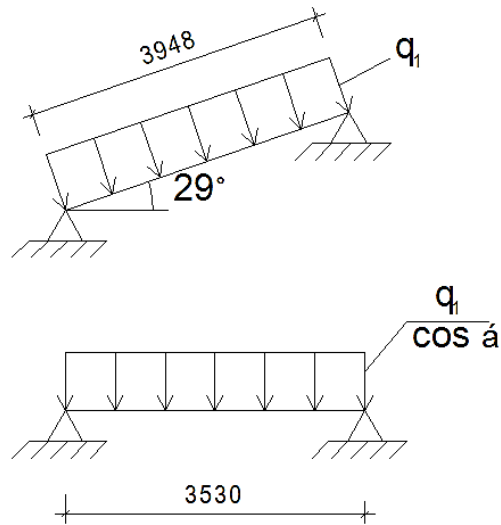


Рисунок 3.5 – Розрахункова схема маршу

$$l_1 = \frac{l_0}{\cos \alpha} = \frac{3530}{0,894} = 3948 \text{ мм} \quad (3.18)$$

Розрахункове навантаження на метр довжини маршу (горизонтальна проекція):

$$g = (g^n * \gamma_f + v * \gamma_f) * \alpha = (2,75 * 1,1 + 3,0 * 1,2) * 1,2 = 7,95 \text{ кН/м} \quad (3.19)$$

Розрахунковий згинаючий момент всередині прольоту маршу:

$$M = \frac{q * l_1^2}{8} = \frac{7,95 * 3,948^2}{8} = 15,51 \text{ кНм} \quad (3.20)$$

Розрахункова поперечна сила на опорі:

$$Q = \frac{q * l_1}{2} = \frac{7,95 * 3,948}{2} = 15,7 \text{ кНм} \quad (3.21)$$

Відповідно до типових заводських форм назначаємо товщину плити (по перерізу між сходишками)  $h_f = 30$  мм. Висоту ребер (косоурів) приймаємо  $h_k = 190$  мм. Товщину ребер (косоурів)  $b_k = 100$  мм. Фактичний переріз маршу.

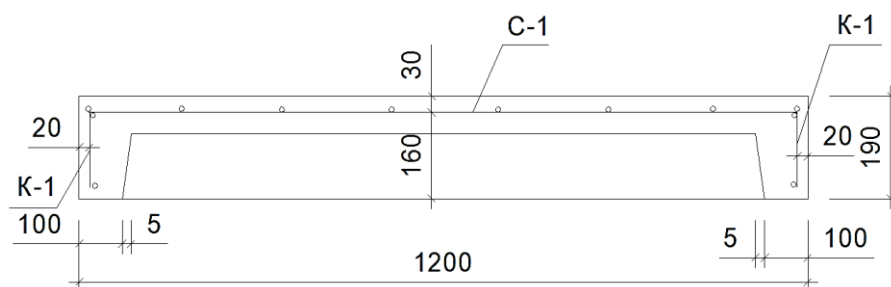


Рисунок 3.6 – Переріз сходового маршу

Діючий переріз маршу заміняємо на розрахунковий, тавровий з полчкою в стиснутій зоні.

$$B = 2 \cdot b_{\text{кос}} = 2 \cdot 100 = 200 \text{ мм} \quad (3.22)$$

Ширина полочки  $b_f'$  при відсутності ребер повинна бути не більше:

$$b_f' = 2 \frac{l_0}{6} + b = 2 \cdot 3530/6 + 200 = 1380 \text{ мм} \quad (3.23)$$

$$b_f' = 12h_f' + b = 12 \cdot 30 + 200 = 560 \text{ мм} \quad (3.24)$$

Приймаємо до розрахунку  $b_{\text{eff}} = 56 \text{ см}$ .

Робоча висота  $d = 190 - 30 = 160 \text{ мм}$ .

Розрахункові дані бетону і арматури:

Бетон класу С16/20, для якого:  $f_{cd} = 11,5 \text{ МПа}$ ;

$$f_{ctd} = 0,87 \text{ МПа};$$

$$E_{cm} = 27 \cdot 10^3 \text{ МПа}.$$

Для арматури класу А400:  $f_{yd} = 365 \text{ МПа}$ ,  $f_{ywd} = 265 \text{ МПа}$ ,  $E_s = 19 \cdot 10^4 \text{ МПа}$

Для арматури класу В500:  $f_{yd} = 415 \text{ МПа}$ ,  $f_{ywd} = 300 \text{ МПа}$ ,  $E_s = 21 \cdot 10^4 \text{ МПа}$

**Розрахунок на міцність по нормальних перерізах:**

Перевіряємо умову:

$$M_f < f_{cd} \cdot b_{\text{eff}} \cdot h_f' (d - 0,5h_f') \quad (3.25)$$

$$15,51 \text{ кНм} < 1,15 \cdot 56 \cdot 3 (16 - 0,5 \cdot 3)$$

$$15,51 \text{ кНм} < 28,01 \text{ кНм}$$

Умова виконується, нейтральний шар знаходиться у зоні стиснутої полки, тому переріз розраховуємо як прямокутний  $b_f' = 56 \text{ см}$ .

$$\alpha_m = \frac{M_{\text{max}}}{f_{cd} \cdot b_{\text{eff}} \cdot d^2} = \frac{15,51 \cdot 10^2}{1,15 \cdot 56 \cdot 256} = 0,091 \zeta = 0,952; \quad (3.26)$$

$$A_s = \frac{M_{\text{max}}}{f_{yd} \cdot \zeta \cdot d} = \frac{15,51 \cdot 10^2}{36,5 \cdot 0,952 \cdot 16} = 2,789 \text{ см}^2 \quad (3.27)$$

Приймаємо арматуру 5Ø10 А400С ( $A_s = 3,93 \text{ см}^2$ )

Монтажну та поперечну арматуру приймаю конструктивно із умови зварювання ступенів 5 Ø6 А240С ( $A_s = 1,41 \text{ см}^2$ )

**Розрахунок на міцність навісного перерізу:**

Перевіряємо несучу здатність конструкції по нахлоним перерізам.

Визначимо несучу здатність бетону за формулою:

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot g \cdot f_{ck}}) \cdot b_w \cdot d \quad (3.28)$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2, \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{160}} = 2,11 \quad (3.29)$$

$$g = \frac{3,93}{56 \cdot 16} = 0,0043 \quad C_{rd,c} = 0,1385 \quad (3.30)$$

$$V_{Rd,c} = (0,1385 \cdot 2,11 \cdot \sqrt[3]{0,0042 \cdot 100 \cdot 14,95}) \cdot 560 \cdot 160 = 46146 \text{ Н} = 46,14 \text{ кН}$$

46,14 > 15,7 – умова міцності виконується, отже поперечну арматуру

встановлюємо конструктивно 5 Ø6 A240С з кроком 100 мм.

## 4 ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 4.1 Опис будівельного генерального плану

Генеральний план будівництва розроблений для етапу зведення надземної частини будівлі, передбачаючи монтаж усіх елементів з приоб'єктних складів з використанням стрілового крана моделі КС-54714.

Склади обираються відповідно до розрахунків:

- закритий контейнерний склад розмірами  $6 \times 2,7$  м;
- два відкриті навіси по  $8 \times 4$  м кожен;
- відкриті майданчики – по два для кожного типу:  $25 \times 4$  м і  $18 \times 6$  м.

Тимчасові дороги запроєктовані для одностороннього руху з шириною проїзду 3 м та радіусом заокруглень 12 м. Розташування тимчасових будівель і споруд відповідає обчисленим параметрам: два пересувних вагончики та чотири стаціонарних контейнера.

Огорожу будмайданчика виконано з дерев'яних інвентарних щитів висотою 2 м. Для системи тимчасового водопостачання використовується сталева водогазопровідна труба діаметром 42,3 мм (умовний прохід – 36,8 мм), а для пожежогасіння – труби діаметром 100 мм.

Пожежні гідранти розташовані відповідно до норм безпеки: на відстані не більше ніж 100 м один від одного, не ближче ніж 5 м до стін споруди і не далі ніж 2 м від дороги.

Електропостачання будмайданчика забезпечує трансформатор ТМ-180/6 потужністю 180 кВт, а освітлення здійснюється за допомогою чотирьох прожекторів.

Доставка бетону на будівельний майданчик організована централізовано через автобетоновози. Подача бетону на висоту і довжину здійснюється автобетононасосом Hyundai 40ZX170. Цементний розчин також транспортується централізовано за допомогою автобетоновозів.

## 4.2 Розрахунок площі складів

На будівельному майданчику зберігання будівельних матеріалів здійснюється шляхом організації відкритих складів, навісів та закритих складів. Тип складу обирається відповідно до розрахунків, що враховують обсяг матеріалів і конструкцій, які потребують зберігання, а також графік їх завезення та використання [28].

Розрахунок загальної площі складу, включаючи робочі проходи, виконується за відповідною формулою:

$$S = \frac{P}{V \cdot K_n} \quad (4.1)$$

де  $P$  – максимальний запас матеріалів на складі ( $\text{м}^3$ , т,  $\text{м}^2$ );

$V$  – кількість матеріалу на  $1\text{м}^2$ ;

$K_n$  – коефіцієнт використання складової площі (0,5).

Потрібний запас матеріалів приймаємо в межах 3-10 добової потреби:

Плити перекриття (зберігаються на відкритому складі):

$$\frac{117,68}{0,75 \cdot 0,5} = 317,81 \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

Перемички (зберігаються на відкритому складі):

$$\frac{2,8}{0,6 \cdot 0,5} = 9,33 \text{ м}^2 \quad (4.3)$$

Сходинокві марші (зберігаються на відкритому складі):

$$\frac{1,04}{0,6 \cdot 0,5} = 3,46 \text{ м}^2 \quad (4.4)$$

Сходинокві площадки (зберігаються на відкритому складі):

$$\frac{1,46}{0,6 \cdot 0,5} = 4,86 \text{ м}^2 \quad (4.5)$$

Цегла (зберігається на відкритому складі):

$$S = \frac{116,065}{22} = 5,27 \cdot 6 = 31,65 \quad (4.6)$$

$$\frac{31,65}{0,7 \cdot 0,5} = 90,42 \text{ м}^2$$

Фарба водоемульсійна (зберігається на закритому складі):

$$S = \frac{107,78}{800 \cdot 0,5} = 0,27 \text{ м}^2 \quad (4.7)$$

Керамічна плитка (зберігається під навісом):

$$\frac{1293}{11} = 117,54 \cdot 4 = 470 \text{ м}^2$$
$$S = \frac{470}{80 \cdot 0,5} = 11,75 \text{ м}^2 \quad (4.8)$$

Ламінат (зберігається на закритому складі):

$$\frac{34,84}{11} = 3,16 \cdot 5 = 15,8$$
$$S = \frac{15,8}{40 \cdot 0,5} = 0,79 \text{ м}^2 \quad (4.9)$$

Металочерепиця (зберігається під навісом):

$$\frac{334,8}{11} = 30,43 \cdot 5 = 152,15 \text{ м}^2$$
$$S = \frac{152,15}{40 \cdot 0,5} = 7,607 \text{ м}^2 \quad (4.10)$$

Металопрофіль (зберігається під навісом):

$$\frac{921,6}{40 \cdot 0,5} = 46,08 \text{ м}^2 \quad (4.11)$$

Отримуємо такі площі складів:

- відкриті – 425,88 м<sup>2</sup>;
- закриті – 1,07 м<sup>2</sup>;
- навіси – 65,43 м<sup>2</sup>.

Приймаємо такі розміри складів:

- відкриті 2 шт. 25×4 м та 2 шт. 18×6 м;
- закриті (контейнер) 6×2,7 м;
- навіс 2 шт. 8×4 м.

### **4.3 Визначення монтажної та небезпечної зони крану**

Монтажна зона – це простір, у межах якого існує ймовірність падіння вантажу під час встановлення та закріплення окремих елементів. Розміри цієї зони в плані залежать від параметрів будівлі. Якщо висота споруди не перевищує 20 метрів, монтажна зона встановлюється з радіусом 7 метрів. Розміщення матеріалів у межах монтажної зони категорично заборонено. Крім того, небезпечна зона роботи крана визначається як простір, у якому

можливе падіння вантажу під час його переміщення, враховуючи можливий розкид матеріалів у разі падіння [29].

Розрахунок параметрів небезпечної зони роботи крана здійснюється за відповідною формулою:

$$L_{н.з.} = V_{max} + l_{max}/2 + 5 = 10 + 6/2 + 5 = 18 \text{ м} \quad (4.12)$$

де  $V_{max}$  – максимальний виліт стріли, м;

$L_{max}$  – максимальна довжина монтуємого елемента, м;

Небезпечну зону поворотної платформи визначають по формулі:

$$L'_{н.з.} = 2 \cdot (R_{пов} + L_б) = 2 \cdot (4 + 1) = 10 \text{ м} \quad (4.13)$$

де  $R_{пов}$  – радіус поворотної частини крану;

$L_б$  – відстань безпеки (1 м).

#### 4.4 Вибір і розрахунок тимчасових будівель і споруд

Залежно від характеру та місця проведення будівельних робіт, обсягу будівельно-монтажних робіт (БМР), кількості працівників і тривалості будівництва під час розробки проєкту виконання робіт (ПВР) визначають перелік, кількість і розміри тимчасових будівель і споруд [28].

Тимчасові будівлі класифікують за їх цільовим призначенням:

- виробничі (майстерні, об'єкти енергетики та автогосподарства);
- адміністративно-господарські (офіси виконробів, пропускні пункти);
- санітарно-господарські (гардеробні, душові, їдальні);
- житлові та соціальні (гуртожитки, магазини).

За конструктивними рішеннями їх поділяють на:

- неінвентарні;
- інвентарні (збірно-розбірні, контейнерні пересувні).

Потребу в адміністративних та санітарно-господарських спорудах визначають на основі нормативного розрахунку кількості працівників. Співвідношення категорій персоналу залежить від специфіки будівництва і бере за основу такі дані: орієнтовно 85% – робітники, 12% – службовці, 3% – охорона, а також додатково 24% – підсобні робочі. Розрахунок чисельності

працівників: Максимальна кількість робітників, виходячи з графіка – 10 осіб (85%), службовці – 1 особа (12%), охорона – 1 особа (3%), підсобні робочі – 3 особи (24%).

Всього працюючих  $10+1+1+3=15$  чоловік.

Розрахунок площ тимчасових будівель ведемо в табличній формі.

Таблиця 4.1 – Розрахунок площ тимчасових будівель

№ п/п	Тип будівлі	Кількість працюючих, що користуються приміщенням	Площа приміщень, м <sup>2</sup>		Тип тимчасової будівлі	Розм. буд.
			На одного	Всього		
1	Кантора	1	3	12,6	Контейнер	3,3×9,2
2	Прохідна	1	9,6			
3	Гардеробна і вмивальня	15	0,4	9	Контейнер	6×2,7
4	Приміщення для сушки одягу	15	0,2			
5	Душова	5	3	25	Пересувний вагончик	9×3
6	Туалети з вмивальнею	4	2,5			
7	Приміщення для приймання їжі	15	1	15	Контейнер	3,3×9,2
8	Приміщення для обігріву	15	0,1	2,57	Контейнер	6×2,7
9	Електротехнічні майстерні				Пересувний вагончик	9×2,7

В процесі організації території для тимчасових адміністративних, санітарно-побутових та виробничих будівель було заплановано розміщення чотирьох споруд контейнерного типу та двох пересувних вагончиків [28].

При проектуванні та розташуванні санітарно-господарських і адміністративних споруд необхідно забезпечити належний рівень безпеки під час переміщення людей, а також створити зручні підходи до них, не порушуючи технологічний процес будівництва. Важливо також забезпечити

максимальну компактність розташування будівель через їх взаємну блокову інтеграцію. План будівель повинен включати їхні габаритні характеристики, точні координати у просторі, схему підключення до інженерних комунікацій та інші технічні аспекти [28].

Санітарно-побутові та адміністративні будівлі розміщуються на безпечній відстані від об'єктів, які утворюють пил або виділяють небезпечні гази. Мінімально допустима відстань до таких джерел небезпеки становить 50 метрів. Крім того, зазначені будівлі мають бути розташовані із навітряної сторони від джерел забруднення згідно з напрямком домінуючих вітрів в регіоні.

Відстань від місць споживання питної води до робочих зон має становити не більше 75 метрів, від харчових пунктів – до 600 метрів, а від туалетних приміщень – до 200 метрів. Ретельне дотримання цих норм сприятиме підвищенню рівня безпеки та комфорту працівників на робочому об'єкті [28].

#### 4.5 Розрахунок потреб води

Вода на будівельному майданчику використовується для виробничих, господарських, побутових потреб, а також для забезпечення протипожежних заходів. Джерелами водопостачання слугують міські мережі або локальні водозабори. Розрахунок необхідного обсягу води здійснюється з урахуванням календарного плану виконання робіт. При цьому особливу увагу приділяють періодам найвищої інтенсивності споживання, пов'язаної з виробничими і господарськими потребами [29].

Розрахункові витрати води на виробничі потреби:

$$Q_{\text{вир}} = (Q_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}}) / (8 \cdot 3600) = (27424,5 \cdot 1,5) / (8 \cdot 3600) = 1,4 \text{ л/сек} \quad (4.14)$$

Розрахункові витрати води на господарчі потреби:

$$Q_{\text{госп}} = (Q_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}}) / (8 \cdot 3600) = (600 \cdot 2,5) / (8 \cdot 3600) = 0,052 \text{ л/сек} \quad (4.15)$$

Розрахункові витрати води:

$$Q_{\text{розр}} = Q_{\text{вир}} + Q_{\text{госп}} = (1,4 + 0,052) \cdot 1,15 = 1,6 \text{ л/сек} \quad (4.16)$$

Діаметр трубопроводу для тимчасового водопостачання:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{розр} \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 36,8 \text{ мм} \quad (4.17)$$

Приймаємо сталю водогазопровідну трубу з умовним проходом 36,8 мм і зовнішнім діаметром 42,3 мм.

Таблиця 4.2 – Розрахунок споживачів води

№ п/п	Споживачі води	Об'єм робіт		Витрати води	
		Од. вим.	Кількість	На од. вим.	Всього, л
<b>Виробничі потреби</b>					
1	Поливання цегли	тис.шт.	116,065	150	790,5
2	Поливання бетону	м <sup>3</sup>	93,92	200	18784
3	Приготування розчину	м <sup>3</sup>	6,7	250	1525
4	Влаштування щебеневої підготовки для відмостки	м <sup>3</sup>	8,5	650	5525
5	Заправка автотранспорту	маш-зміна	2	400	800
				Всього	27424,5
<b>Господарчо-побутові потреби</b>					
6	На 1 працюючого	зміна	15	15	225
7	На 1 робітника, що користується душем	зміна	15	25	375
				Всього	600

Розрахункові витрати води на виробничі потреби:

$$Q_{\text{вир}} = (Q_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}}) / (8 \cdot 3600) = (27424,5 \cdot 1,5) / (8 \cdot 3600) = 1,4 \text{ л/сек} \quad (4.14)$$

Розрахункові витрати води на господарчі потреби:

$$Q_{\text{госп}} = (Q_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}}) / (8 \cdot 3600) = (600 \cdot 2,5) / (8 \cdot 3600) = 0,052 \text{ л/сек} \quad (4.15)$$

Розрахункові витрати води:

$$Q_{\text{розр}} = Q_{\text{вир}} + Q_{\text{госп}} = (1,4 + 0,052) \cdot 1,15 = 1,6 \text{ л/сек} \quad (4.16)$$

Діаметр трубопроводу для тимчасового водопостачання:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{розр} \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 36,8 \text{ мм} \quad (4.17)$$

Приймається сталева водогазопровідна труба з умовним проходом 36,8 мм та зовнішнім діаметром 42,3 мм. Витрати води для пожежогасіння визначаються залежно від площі будівельного об'єкта.

Оскільки площа даного об'єкта становить менше 30 гектарів, необхідний обсяг води складає 10 літрів за секунду. Зважаючи на те, що підприємство виробляє пожежні гідранти з діаметром 100 мм, доцільно передбачити встановлення гідрантів на стаціонарній водопровідній лінії.

#### 4.6 Розрахунок потреб електроенергії

Проектування тимчасової системи електропостачання на будівельному майданчику передбачає врахування кількох ключових аспектів. Загальна потреба в електроенергії складається із чотирьох основних компонентів [29]:

- потужність, необхідна для роботи силового обладнання;
- потужність, що витрачається на виробничі потреби;
- потужність, потрібна для забезпечення зовнішнього освітлення;
- потужність, що йде на внутрішнє освітлення приміщень.

З урахуванням даних параметрів проводиться вибір трансформатора відповідної потужності та типу, який задовольнить усі потреби будівельного майданчика. Розрахунок загальної потужності, яка використовується силовим обладнанням та іншими споживачами електроенергії, здійснюється за спеціальною формулою:

$$P = 1,1 [ (K_1 \cdot \sum P_c / \cos \varphi) + K_2 \cdot \sum P_{оз} + K_3 \cdot \sum P_{ов} ], \text{ кВт}, \quad (4.18)$$

де 1,1 – коефіцієнт, враховуючий витрати потужності;

$K_1, K_2, K_3$  – коефіцієнти одночасності споживання електроенергії

( $K_1 = 0,75; K_2 = 1,00; K_3 = 0,80$ );

$P_c$  – потужність всіх силових установок, кВт;

$\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності, приймається 0,75;

$P_{оз}$  – потужність влаштувань зовнішнього освітлення;

$P_{ов}$  – потужність приладів внутрішнього освітлення.

Використання прожекторного освітлення на будівельному майданчику має низку вагомих переваг. Серед них – економічність, оптимальне співвідношення вертикального і горизонтального освітлення, зменшена кількість опорних стовпів та повітряних проводів на території, а також зручність у технічному обслуговуванні [29].

Для забезпечення загального рівномірного освітлення будівельного майданчика необхідний рівень освітленості  $E_n$ , що дорівнює 2 лк. Обираємо освітлювальний метод із коефіцієнтом світлового потоку  $m=0,2$ , втім використовуємо прожектор із коефіцієнтом  $k=1,5$ .

На основі розрахунків визначається марка прожектора ПСМ-5-1, який обладнаний лампою потужністю  $P_{л}=1000$  Вт та забезпечує максимальну силу світла  $I=120$  лк. Проектоване рівномірне освітлення здійснюється для майданчика з габаритними розмірами  $a = 73,190$  м і  $b = 78,530$  м.

$$N = \frac{mEkA}{P} = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 0,2 \cdot 73,190 \cdot 78,530}{1000} = 4 \text{ прожектора} \quad (4.19)$$

де  $N$  – кількість прожекторів.

$$H = \sqrt{\frac{120000}{300}} = 20 \text{ м.} \quad (4.20)$$

Потужність влаштувань зовнішнього освітлення:

$$P_{оз} = 4 \cdot 1000 = 4000 \text{ Вт} = 4 \text{ кВт} \quad (4.21)$$

Проектування тимчасового електропостачання:

Таблиця 4.3 – Проектування тимчасового електропостачання

№	Найменування	Одиниці виміру	Кількість	На одиницю виміру	Всього
1	Контори	100 м <sup>2</sup>	0,30	1,5	0,45
2	Побутові приміщення	100 м <sup>2</sup>	0,81	1,2	0,97
3	Майстерні	100 м <sup>2</sup>	0,24	1,8	0,43
4	Закритий склад	100 м <sup>2</sup>	0,08	0,5	0,04
Всього					1,89

Таблиця 4.4 – Машини та механізми для виконання робіт

Найменування споживачів електроенергії	Один. Вимір.	Кількість	Потужність на одиницю, кВт	Загальні витрати електроенергії
Силові установки				
Зварювальний апарат СТО-34	шт	1	40,8	40,8
Насоси для подачі розчину	шт	1	7	7
Глибинні вібратори з гнучким валом	шт	1	1,5	1,5
Вакуумний агрегат ВА-3	шт	1	5,5	5,5
Мозаїчно-шліфувальна машина СО-17	шт	1	2,2	2,2
Штукатурна станція «Салют-3»	шт	1	7,5	7,5
Затиральна машина «СОЛ-55»	шт	4	0,13	0,52
Малярна станція «МС-2»	шт	1	31	31
Всього				96,02

Сумарна потужність електроенергії на будівельному майданчику

$$P = 1,1 \cdot (0,75 \cdot 96,02 / 0,75 + 4 \cdot 1 + 0,8 \cdot 1,89) = 111,68 \text{ кВт.} \quad (4.22)$$

Приймаємо трансформатор ТМ- 180/6 потужністю 180 кВт.

Таблиця 4.5 – Техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування показників	Од. вим.	Величина показників	Примітка
1	Площа будівельного майданчика	м <sup>2</sup>	5747	F <sub>пл</sub>
2	Площа забудови проєкт будівлі	м <sup>2</sup>	317	F <sub>буд</sub>
3	Площа забудови тимчасових будівель та споруд	м <sup>2</sup>	135	F <sub>тимч</sub>
4	Протяжність тимчасових :			Ø42,3
	а) доріг	м	357	
	б) водопроводу	м	578	
	в) електросилові лінії	м	88	
	г) освітлювальні лінії	м	649	
5	Коефіцієнт забудови			
	K <sub>1</sub> = F <sub>буд</sub> / F <sub>пл</sub>	%	22,7	
	K <sub>2</sub> = F <sub>т</sub> / F <sub>буд</sub>	%	1,2	

## **5 ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **5.1 Законодавство України в області охорони праці**

Охорона праці у будівельній галузі України ґрунтується на чітко визначеній системі законодавчих, нормативних та організаційних документів, які встановлюють обов'язкові вимоги щодо забезпечення безпеки під час виконання робіт. Основу цієї системи складає Закон України «Про охорону праці» [30], що закріплює ключові принципи державної політики у сфері збереження життя та здоров'я працівників. Цей закон визначає права й обов'язки як роботодавців, так і найманих працівників, регулює порядок побудови системи управління охороною праці і передбачає відповідальність за недотримання вимог безпеки.

Важливу роль у будівництві відіграє нормативний документ ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [31]. Він містить спеціалізовані вимоги, спрямовані на організацію безпечних умов під час виконання будівельних і монтажних робіт. Особливість цього документа полягає в акценті на безпеку, яка має враховуватися ще на етапі проектування, зокрема, під час створення будівельного генерального плану. Це забезпечує інтеграцію питань безпеки ще до початку будівельного процесу. Не менш важливим є ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» [28], який окреслює основні принципи організації будівельних майданчиків, розташування тимчасових споруд, складів і транспортних шляхів із дотриманням вимог безпеки. У питаннях пожежної безпеки орієнтиром є ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» [32].

Таким чином, законодавча база забезпечує формування цілісного комплексу вимог, які повинні бути враховані при складанні проекту стройгенплану. Це дозволяє застосовувати системний підхід до організації охорони праці в будівництві.

## **5.2 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на будівельному майданчику**

Будівельна галузь завжди належала до найбільш ризикованих сфер діяльності, де травмонебезпечність зумовлена складністю технологічних процесів, значною часткою ручної праці та постійними змінами умов виконання робіт. Однією з найважливіших проблем залишається недостатня інтеграція заходів з охорони праці вже на початковому етапі проектування, коли визначаються ключові рішення щодо організації будівельного майданчика [30].

Типовою ситуацією є те, що питання безпеки часто розглядаються лише під час виконання робіт, коли вже важко вплинути на їх ефективність. Наприклад, невдале розташування складів матеріалів чи транспортних шляхів може провокувати перетин потоків техніки і працівників, що значно підвищує ризик виникнення травм.

Серйозною проблемою залишається недотримання технологічної дисципліни, використання несправного обладнання та слабкий контроль над проведенням будівельних робіт. Велику роль відіграє людський фактор: недостатня кваліфікація персоналу, нехтування засобами індивідуального захисту та порушення правил техніки безпеки [30].

Будівельний майданчик представляє собою складну виробничу систему, де одночасно діють численні небезпечні та шкідливі фактори. Небезпечні фактори – це ті, що становлять ризик травм або навіть загибелі працівників. найбільш поширеними серед таких небезпек є падіння з висоти, обвал конструкцій, ураження електричним струмом та травмування під час роботи з рухомими машинами.

Шкідливі фактори діють менш очевидно, але мають серйозні наслідки у довгостроковій перспективі, часто спричиняючи професійні захворювання. До цієї категорії належать високий рівень шуму, вібрації, запиленість повітря, а також вплив несприятливих погодних умов. Важливо аналізувати ці загрози ще на етапі проектування, аби мінімізувати їх вплив [30].

Унікальність будівельних процесів полягає у змінності небезпечних факторів залежно від стадії виконання робіт. На етапі земляних робіт основними ризиками виступають обвали ґрунту, тоді як під час монтажу конструкцій пріоритетними проблемами стають падіння з висоти та переміщення важких вантажів шляхом використання кранів [30].

Таким чином, основні труднощі у сфері охорони праці пов'язані не тільки з технічними питаннями, але й з організаційними та управлінськими проблемами, які критично потрібно враховувати під час розробки стройгенплану. Детальний аналіз усіх факторів дає змогу передбачити ефективні заходи захисту, які необхідно включити в організаційний план будівництва.

### **5.3 Небезпечні зони при виконанні робіт**

Під час організації будівельного майданчика одним із основоположних завдань є ідентифікація та належне відображення небезпечних зон на будівельному генеральному плані. Відповідно до нормативів ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [31], під небезпечними зонами розуміють ділянки території, де існує ризик дії небезпечних виробничих факторів на працівників.

Найчастіше небезпечні зони утворюються в межах роботи вантажопідіймальних кранів. Їх межі визначаються радіусом повороту стріли, враховуючи можливе відхилення вантажу. Така небезпечна зона включає максимальний виліт стріли і додаткову відстань не менше ніж 7 метрів при підйомі вантажу на висоту до 20 метрів. Якщо висота підйому більша, то зазначена відстань відповідно збільшується. Знаходження людей у межах цих зон, якщо вони не залучені до виконання робіт, суворо забороняється [31].

Окрему увагу слід приділити зонам, де може статися падіння предметів із висоти. Такі зони формуються вздовж периметра споруджуваної будівлі. Їх ширина залежить від висоти споруди й зазвичай становить не менше 0,3 від її

висоти, але не менше за 6–7 метрів. У цих межах обов'язково встановлюють захисні козирки чи огороження.

Також окремої уваги потребують роботи на висоті понад 1,3 метра. У подібних випадках слід передбачити захисні огороження заввишки щонайменше 1,1 метра з бортовими дошками мінімум 150 мм. У разі неможливості встановлення огорожень працівники повинні використовувати страхувальні системи [31].

Не менш важливими є зони навколо котлованів та траншей. Мінімальна відстань між краєм виїмки та місцем складування матеріалів має становити 0,5–1 м. При цьому для глибоких котлованів ці межі збільшуються залежно від характеристик ґрунту. Якщо глибина виїмки перевищує 1,5 м, обов'язковим є створення укосів чи укріплення стінок.

Ще одна категорія небезпечних зон – це території руху будівельної техніки. Проїзди мають забезпечувати безпечне пересування транспорту та повинні бути завширшки щонайменше 3,5 м для односмугового руху. Окрім того, для пішоходів необхідно облаштовувати доріжки завширшки щонайменше 1–1,5 м, які повинні бути чітко відділені від транспортних маршрутів. Усі небезпечні зони повинні бути детально позначені на будівельному генеральному плані, обладнані сигнальними або суцільними огороженнями та відповідними попереджувальними знаками безпеки [31].

#### **5.4 Охорона навколишнього середовища на будівельному майданчику**

У процесі розробки генерального плану будівництва особливу увагу необхідно приділяти дотриманню вимог екологічної безпеки, оскільки будівельні роботи виступають важливим джерелом антропогенного впливу на довкілля.

Одним із ключових чинників антропогенного впливу на довкілля є забруднення атмосфери частинками пилу. У ході виконання земляних чи інших видів будівельних робіт концентрація пилу може суттєво перевищувати встановлені санітарні норми ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні

норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» [32]. Для зменшення такого впливу вдаються до зволоження робочих зон і доріг, покриття сипучих матеріалів захисними шарами, а також забезпечення транспортування матеріалів у кузовах із герметичними накриттями або за допомогою тентових покриттів.

Не менш вагомим аспектом є шумове навантаження, яке може створювати перешкоди для мешканців прилеглих територій. Згідно із санітарними нормами, рівень допустимого шуму на межі житлової забудови не повинен перевищувати 55 дБ у денний період. Досягнення цих показників стає можливим завдяки обмеженню робочого часу для проведення шумних операцій, модернізації будівельної техніки та використанню машин зі зниженим рівнем шумового випромінювання [32].

Особлива увага має приділятися управлінню будівельними відходами. На території будівельного майданчика необхідно облаштувати спеціально призначені зони для тимчасового зберігання відходів. Необхідною умовою є сортування відходів і їх своєчасний вивіз для подальшої утилізації на спеціалізованих підприємствах. Спалювання або захоронення будівельних відходів безпосередньо на майданчику категорично забороняється.

Охорона ґрунтів і водних ресурсів є ще одним важливим компонентом екологічної безпеки в будівництві. З цією метою повинно бути передбачено створення належної системи водовідведення, що унеможливило потрапляння забруднених стоків до ґрунту чи природних водойм. Місця заправки та обслуговування техніки мають бути оснащені спеціальними захисними покриттями, які мінімізують ризики розливу паливно-мастильних матеріалів [32].

З огляду на зазначене, екологічні заходи мають невід'ємно інтегруватися у структуру будівельного генерального плану. Лише комплексний підхід до організації будівельного процесу дозволить забезпечити ефективне зниження антропогенного навантаження та мінімізацію впливу будівництва на навколишнє середовище.

## **5.5 Вимоги до протипожежної безпеки та усунення небезпечних і шкідливих факторів**

Протипожежна безпека є невід'ємною частиною організації будівельного майданчика і регламентована нормами ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» [33].

Під час розробки генплану необхідно передбачити дотримання протипожежних розривів між будівлями, місцями зберігання матеріалів та тимчасовими спорудами. Ширина таких розривів залежить від класу вогнестійкості будівель і може варіюватися від 6 до 15 м або навіть більше.

Обов'язковою умовою є облаштування зручних під'їздів для пожежної техніки. Мінімальна ширина доріг для пожежних авто повинна складати 3,5 м, а радіус їхнього повороту – щонайменше 12 м. Усе обладнання та об'єкти на майданчику мають бути доступними для оперативного реагування пожежних служб [33].

На території будівництва слід розмістити первинні засоби пожежогасіння, такі як вогнегасники, пожежні щити та резервуари з водою. Тип і кількість цих засобів визначаються з урахуванням площі території та виду виконуваних робіт. Зокрема, особливої уваги потребує зберігання горючих матеріалів. Вони мають розташовуватися на спеціально обладнаних ділянках із дотриманням необхідних протипожежних розривів. Категорично забороняється розміщувати такі матеріали поблизу джерел відкритого вогню.

Зменшення впливу шкідливих і небезпечних факторів можливе завдяки впровадженню цілісного пакета організаційних і технічних заходів, які мають бути закладені ще на етапі проектування. Одним із ключових елементів є продумане зонування території будівельного майданчика. На генеральному плані будівництва необхідно чітко розмежувати зони руху транспорту та пішоходів, щоб уникнути їхнього перетину [33].

Мінімальна ширина пішохідних доріжок повинна складати 1 м, а в районах інтенсивного руху – не менше 1,5 м. Особливу увагу слід приділяти облаштуванню огорожень небезпечних зон і встановленню

попереджувальних знаків. Висота огорожі по периметру майданчика має становити щонайменше 2 м, а всередині майданчика – не менше 1,2 м.

Механізація будівельних процесів відіграє важливу роль у зниженні фізичного навантаження на персонал і підвищенні рівня безпеки. Використання сучасного обладнання допомагає зменшити ризики травматизму і покращує продуктивність робочих процесів. Не менш важливими є заходи щодо забезпечення належного освітлення [33].

Робочі зони повинні мати достатній рівень освітленості, що дозволяє безпечно виконувати роботи в темний період доби. Засоби індивідуального захисту мають бути обов'язковими для всіх учасників будівельного процесу. До них входять захисні каски, спецвзуття, рукавички, страхувальні пристрої та інші засоби, необхідні для безпечної роботи. Організаційні аспекти охоплюють регулярне проведення інструктажів, професійне навчання працівників та постійний контроль за дотриманням правил безпеки [34].

Отже, заходи забезпечення пожежної безпеки та повноцінна реалізація комплексу запобіжних заходів повинні бути інтегровані в комплексне планування будівельного майданчика, забезпечуючи оперативне реагування на можливі надзвичайні ситуації.

## **6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА**

### **6.1 Мета та обґрунтування вибору варіантів**

У сучасних умовах проєктування будівель особливу увагу приділяють не лише питанню забезпечення надійності й довговічності конструкцій, але й досягненню економічної ефективності прийнятих рішень. Вибір конструкцій зовнішніх стін є одним із найважливіших етапів проєктування, адже саме вони суттєво впливають на загальну вартість споруди, строк виконання робіт, а також визначають експлуатаційні властивості будівлі.

Необхідність техніко-економічного аналізу зумовлена тим, що різні конструктивні рішення мають значні відмінності за витратами матеріалів, складністю монтажу та рівнем енергоефективності. В умовах обмежених ресурсів і постійного зростання цін на будівельні матеріали раціональний вибір оптимального варіанту дозволяє істотно скоротити витрати без погіршення якості виконуваних робіт.

Згідно з вимогами ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва» [35], у процесі розроблення проєктної документації рекомендовано оцінювати декілька альтернативних конструктивних варіантів, обґрунтовуючи вибір найбільш економічно вигідного рішення.

У цьому розділі виконано аналіз та порівняння двох найбільш популярних типів зовнішніх стін:

- традиційної цегляної кладки;
- кладки з газобетонних блоків.

Розглянуто саме ці варіанти через їх широке використання в сучасному будівництві, наявність нормативно-правової бази для оцінювання й можливість об'єктивного порівняння за основними техніко-економічними показниками.

### **6.2 Визначення обсягів робіт як основи економічних розрахунків**

Початковим і невід'ємним етапом кожного економічного обґрунтування будівельного проєкту є визначення обсягів будівельно-монтажних робіт. Ця

процедура є базовою з огляду на те, що всі наступні розрахунки, включаючи споживання матеріальних ресурсів, трудовитрати та фінансові витрати, безпосередньо залежні від визначених кількісних характеристик конструкцій.

Обсяги робіт встановлюються на основі архітектурно-планувальних рішень, що представлені у кресленнях об'єкта будівництва. Зокрема, площа зовнішніх стін розраховується за формулою, яка враховує добуток периметра будівлі на її висоту. Такий підхід є теоретично та практично виправданим, оскільки зовнішні стіни утворюють замкнений контур по всьому периметру споруди та мають однакову висоту в межах кожного поверху.

*Для підрахунку обсягу зовнішніх стін* використовується формула:

$$S = P \cdot H \quad (6.1)$$

де:  $P$  – периметр будівлі;

$H$  – висота стін.

Ця формула застосовується тому, що зовнішні стіни утворюють замкнутий контур по периметру будівлі.

На основі планів:

- периметр будівлі  $\approx 101$  м
- висота (2 поверхи)  $\approx 6,6$  м

Отже, площа зовнішніх стін:

$$S \approx 101 \cdot 6,6 \approx 666 \text{ м}^2$$

Цей показник використовується як базовий для подальших розрахунків.

Розрахунок дозволяє отримати інтегрований показник площі стін. Такий результат є достатньо точним для проведення техніко-економічного порівняння між різними проєктними варіантами.

У цьому контексті допустимо нехтувати площею віконних і дверних прорізів, оскільки їхній вплив на порівняльний аналіз мінімальний – вони вважаються однаковими для альтернативних варіантів.

Визначена площа стін виступає базисним параметром для подальших розрахунків, таких як обчислення об'ємів кладки, визначення потреби у

будівельних матеріалах та оцінка трудових ресурсів, необхідних для реалізації проєкту.

**Визначення об'єму кладки та матеріаломісткості.** Для переходу від площі стін до обчислення кількісних показників будівельних матеріалів необхідно визначити об'єм кладки. Це пов'язано з тим, що більшість будівельних матеріалів оцінюються саме в кубічних метрах, а нормативи витрат та трудомісткості розраховуються на одиницю об'єму.

Об'єм кладки розраховується за наступною формулою:

$$V = S \cdot \delta \quad (6.2)$$

де  $\delta$  – товщина стіни є одним із визначальних параметрів, які впливають на матеріаломісткість конструкції.

Вибір товщини стіни базується на таких факторах:

- конструктивні вимоги (зокрема міцність і стійкість);
- теплотехнічні характеристики споруди; параметри та тип застосованого матеріалу.

Відтак, ще на початкових етапах проєктування стає зрозуміло, що використання різних будівельних матеріалів, таких як цегла або газобетон, призведе до різниці в об'ємі кладки навіть при незмінній площі стін, що відповідно впливає на витрати.

### **6.3 Варіант 1 – цегляні стіни**

Цегляна кладка залишається традиційним конструктивним рішенням, яке знаходить широке застосування в будівництві через свою міцність і довговічність. Однак сучасні вимоги до енергоефективності суттєво змінюють підходи до використання цього матеріалу.

Стіни товщиною 510 мм, що відповідають кладці у дві цеглини, забезпечують необхідну несучу здатність конструкції. Проте, за вимогами ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» [24], така товщина без додаткової теплоізоляції не гарантує нормативного опору теплопередачі, що

робить обов'язковим впровадження утеплювального шару. Це, у свою чергу, збільшує підсумкову вартість будівництва.

Висока матеріаломісткість цегляної кладки пояснюється невеликими розмірами її елементів. Значна кількість цегли потребує значних витрат не лише на сам матеріал, а й на розчин, транспортування та зберігання, що суттєво впливає на бюджет будівництва.

Процес укладання цегли вирізняється високими трудовими затратами. Роботи виконуються вручну, що потребує ретельного позиціонування кожного елемента. Якість кладки значною мірою залежить від професійності виконавця, а на приготування та нанесення розчину витрачається чимало часу.

Ще одним вагомим недоліком є значна маса цегляної конструкції, яка суттєво збільшує навантаження на фундаменти. Це може вимагати їх додаткового посилення, що також спричиняє зростання загальних витрат на зведення споруди.

Конструкція:

- товщина стіни: 510 мм;
- матеріал: повнотіла/пустотіла цегла;
- утеплення: мінеральна вата (100 мм).

Об'єм цегляної кладки вираховується за формулою:

$$V = 666 \cdot 0,51 \approx 340 \text{ м}^3$$

Кількість цегли визначається за нормативними показниками: приблизно 380–400 шт/м<sup>3</sup> кладки, отже:

$$340 \cdot 400 \approx 136000 \text{ шт}$$

Витрати розчину приблизно ~0,24 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> кладки → ≈ 81 м<sup>3</sup>

Це пояснюється тим, що розчин займає приблизно 20–25% об'єму кладки.

Вартість згідно ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва» [35]:

- цегла: ~8 грн/шт → ≈ 1 088 000 грн
- розчин → ≈ 120 000 грн

– утеплювач →  $\approx 200\,000$  грн

Разом:  $\approx 1\,400\,000$  грн

Висока трудомісткість обумовлюється тим що цегляна кладка укладається поштучно і тому виконується:

- велика кількість операцій;
- значні витрати часу на вирівнювання;
- залежність від кваліфікації робітника.

Норми трудомісткості →  $2,5\text{--}3$  люд.-дні/м<sup>3</sup>  $\approx 850\text{--}1000$  люд.-днів.

#### **6.4 Варіант 2 – газобетонні блоки**

Газобетонні блоки становлять сучасний будівельний матеріал, який ефективно поєднує достатній рівень механічної міцності з низькою густиною та високими теплоізоляційними характеристиками. Така комбінація властивостей дає змогу суттєво зменшити товщину зовнішніх стінових конструкцій за умови збереження необхідних експлуатаційних показників.

Зниження товщини стіни до 300 мм обґрунтовується низькими показниками теплопровідності газобетону. Відповідно до норм, визначених у ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» [24], така товщина забезпечує дотримання вимог щодо енергоефективності будівлі, що дозволяє уникнути додаткової теплоізоляції або звести її використання до мінімуму.

Однією з ключових переваг газобетонних блоків виступає їх збільшений розмір, що дає змогу значно скоротити кількість елементів у кладці. Це, у свою чергу, сприяє зниженню трудовитрат і оптимізації тривалості будівельного процесу.

Особливе значення має застосування спеціального клею, який використовується замість традиційного цементного розчину. Завдяки тонкошаровим швам досягається раціональне використання матеріалів, поліпшуються теплофізичні показники стін та забезпечується вища точність виконання кладки.

Крім того, низька густина газобетону сприяє зменшенню вагового навантаження на фундамент, що відкриває можливість для використання більш економічних конструктивних рішень фундаментної основи.

Однак газобетон характеризується і певними технічними недоліками, такими як підвищена сприйнятливість до впливу вологи та нижчі показники механічної міцності порівняно з традиційною цеглою. Ці аспекти потребують впровадження додаткових захисних заходів для конструкцій з газобетону, що має бути враховано на етапі проєктування будівель.

Конструкція:

- товщина: 300 мм
- матеріал: газоблок D400–D500
- утеплення: не потрібне або мінімальне.

Об'єм цегляної кладки з газобетонних блоків вираховується за формулою:

$$V = 666 \cdot 0,30 \approx 200 \text{ м}^3$$

Витрати матеріалів:

- газоблок:  $\sim 1 \text{ м}^3/\text{м}^3 \rightarrow \approx 200 \text{ м}^3$
- клей:  $\sim 25 \text{ кг}/\text{м}^3 \rightarrow \approx 5 \text{ т}$

Вартість згідно ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Кошторисні норми України.

Настанова з визначення вартості будівництва» [35]:

- газоблок:  $\sim 3000 \text{ грн}/\text{м}^3 \rightarrow \approx 600\,000 \text{ грн}$
- клей  $\rightarrow \approx 50\,000 \text{ грн}$

Разом:  $\approx 650\,000 \text{ грн}$

Норми трудомісткості  $\rightarrow 1,2\text{--}1,5 \text{ люд.-дні}/\text{м}^3 \approx 240\text{--}300 \text{ люд.-днів}$ .

Чому менше матеріалів і витрат при будівництві стін з газобетонних блоків:

- більший за розміром (в 10–15 разів більше цегли);
- укладається швидше;
- потребує менше розчину (клей замість цементного розчину).

Трудомісткість менша через:

- великі розміри блоків;
- простоту укладки;
- меншу кількість операцій.

### **6.5 Обґрунтування вибору показників для порівняння**

Для проведення об'єктивного техніко-економічного аналізу було обрано такі ключові показники:

- витрати на матеріали;
- трудомісткість;
- тривалість будівництва;
- теплотехнічні характеристики.

Основним економічним критерієм є вартість, яка визначає доцільність впровадження певного варіанту. Трудомісткість відображає затрати праці та безпосередньо впливає на терміни виконання робіт.

Теплотехнічні характеристики є вагомим фактором експлуатаційних переваг будівлі, оскільки вони впливають на обсяги витрат на опалення та рівень комфортності всередині приміщення.

Різниця у вартості між розглянутими варіантами зумовлена такими чинниками:

- меншою товщиною стін із газобетону;
- зменшеним обсягом кладки; зниженням витрат на матеріали;
- зменшенням трудових затрат.

Економічний ефект визначається як різниця загальних витрат, що дозволяє об'єктивно оцінити вигідність застосування альтернативного рішення. При цьому важливо враховувати не лише капітальні витрати на будівництво, а й майбутні витрати на експлуатацію, які можуть бути значно нижчими завдяки використанню більш енергоефективних матеріалів.

Економічний ефект визначається як різниця витрат:

$$E = C_1 - C_2 \quad (6.3)$$

де:  $C_1$  – вартість цегляного варіанту, 1400000 грн для  $340\text{м}^3$  цегли згідно ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва» [35];

$C_2$  – вартість газобетонного, 650000 грн для  $200\text{м}^3$  газобетону згідно ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва» [35];

$$E = 1400000 - 650000 = 750000 \text{ грн}$$

Це означає, що при використанні газобетону замість цегли витрати на зведення стін зменшуються на 750 тис. грн.

Для більш повного аналізу визначається відносна економія:

$$E_{\text{відн}} = E/C_1 \cdot 100\% \quad (6.4)$$

$$E_{\text{відн}} = 750000/1400000 \cdot 100\% \approx 53,6\%$$

Економія становить  $\approx 54\%$ . Це дуже значний показник, що підтверджує доцільність вибору газобетону.

#### ***Економічний ефект за рахунок зниження трудомісткості:***

З попередніх розрахунків:

– цегла:  $\approx 900$  люд.-днів

– газобетон:  $\approx 270$  люд.-днів

Різниця:

$$\Delta T = 900 - 270 = 630 \text{ люд.-днів}$$

Якщо прийняти середню зарплату: 1000 грн/день

$$E_{\text{праця}} = 630 \cdot 1000 = 630000 \text{ грн}$$

Додаткова економія на оплаті праці  $\approx 630\,000$  грн

#### ***Сумарний економічний ефект:***

$$E_{\text{заг}} = 750000 + 630000 = 1\,380\,000 \text{ грн}$$

Загальний економічний ефект  $\approx 1,38$  млн грн

#### ***Економічний ефект за рахунок скорочення строків:***

Зменшення трудомісткості приблизно у 3 рази означає:

– скорочення строків будівництва на 30–50%;

– зменшення витрат на: утримання будмайданчика; оренду техніки; адміністративні витрати.

Орієнтовно це дає ще 5–10% економії, що становить  $\approx 70000 - 140000$  грн

#### Узагальнений економічний ефект

№ п/п	Джерело економії	Сума
1	Матеріали	750 000 грн
2	Зарплата	630 000 грн
3	Скорочення строків	$\sim 100\,000$ грн
	<b>Разом</b>	<b><math>\approx 1\,480\,000</math> грн</b>

### 6.6 Загальний висновок з урахуванням усіх факторів

Аналіз показав, що вибір матеріалу для стін значно впливає на економічні та технічні аспекти будівництва. Цегляна кладка характеризується високою надійністю та довговічністю, але її використання супроводжується чималими витратами на матеріали і трудові ресурси. Натомість газобетонні блоки сприяють істотному зниженню вартості будівництва, прискоренню виконання робіт і поліпшенню теплоізоляційних властивостей будівлі. Зважаючи на сучасні стандарти енергоефективності та економічності, вибір газобетону є найбільш раціональним рішенням для реалізації цього проєкту.

Проведений розрахунок показує, що застосування газобетонних блоків дозволяє отримати значний економічний ефект у розмірі близько 1,4–1,5 млн грн для даного об'єкта. Це досягається за рахунок:

- зниження вартості матеріалів;
- скорочення трудомісткості;
- зменшення строків будівництва;
- покращення експлуатаційних характеристик.

Таким чином, варіант із газобетонними блоками є економічно доцільнішим і рекомендований до застосування.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Історія міста Суми URL: <https://sumy-blog.pp.ua/2015/04/istoriya-goroda-sumy/>
2. Історія та заснування м. Суми. Історичні згадки та цікаві факти про заснування міста URL: <https://info-ua.net/history-of-the-city-of-sumy/>
3. Визначні пам'ятки України. URL: <https://o-go-go.com/ua/>
4. Суми. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Суми>
5. Історія одного генерального плану. URL: <https://sumy-future.com.ua/uk/eternal-istoriya-odnogo-generalnogo-planu>
6. Рейтинг комфортності українських міст 2016. URL: [https://iee.org.ua/ua/prog\\_info/37756/](https://iee.org.ua/ua/prog_info/37756/)
7. Сучасні Суми. URL: <https://ukrainaincognita.com/khramy/sumy>
8. Генеральний план населеного пункту. URL: <https://datamzp.gov.ua/mistobuduvannya/generalniy-plan>
9. Генеральний план території: структура та розробка. URL: <https://www.geospektr-7.com.ua/>
10. Що включає генеральний план. URL: [https://geotop.com.ua/razrobotka-generalnogo-plana-sela-i-naselenного-punkta\\_ua.php](https://geotop.com.ua/razrobotka-generalnogo-plana-sela-i-naselenного-punkta_ua.php)
11. Генеральне планування населених пунктів. URL: <https://www.moic.com.ua/services/genplan/>
12. План зонування території міста Суми. URL: <https://data.gov.ua/dataset/449f4d71-df0c-499b-b40c-c31c4d8441c2/resource/af105be1-982b-4dd4-8a47-31d85efb42bf>
13. Функціональне зонування території міста (підручник) URL: [https://pidru4niki.com/17871217/ekonomika/funktsionalne\\_zonuvannya\\_teritoriyi\\_mista](https://pidru4niki.com/17871217/ekonomika/funktsionalne_zonuvannya_teritoriyi_mista)
14. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – Чинний від 01.10.2019. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. – 183 с.

15. Вертикальне планування територій та будівельного майданчика.  
URL: <https://iltu.xineko.cx.ua/articles/vertikalne-planuvannja-teritorij-ta-budivelnogo.html>

16. Основи вертикального планування. URL:  
<https://buklib.net/books/35807/>

17. Інженерна підготовка територій і водовідведення. URL:  
[https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib\\_upload/HTML/L3\\_3.html](https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/HTML/L3_3.html)

18. ДБН Б.2.2-5:2011. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. Зі Змінами № 1, № 2 та №3 – Чинний від 01.09.2022. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 50 с.

19. Проектування міських територій : підручник. ч.1 / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»).

20. Проектування міських територій: підручник: [у 2 ч.] / [за ред. І. Е. Линник, О. В. Завального]; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – Ч. II. – 544 с. (серія «Міське будівництво та господарство»).

21. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 271 с.

22. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною № 1. – Чинний від 01.09.2022. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2022. – 44 с.

23. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Чинний від 01.11.2011.– Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с. (Державний стандарт України).

24. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – Чинний від 01.05.2017.– Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. – (Державний стандарт України).

25. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі змінами №1 та №2. – Чинний від 01.06.2020. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2020. – 71 с. (Державний стандарт України).

26. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1. – Чинний від 01.06.2020. – Київ : Міністерство розвитку та територій України, 2020. – 50 с. (Державний стандарт України).

27. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. – Чинний від 01.08.2019. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 45 с. (Державний стандарт України).

28. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. – Чинний від 01.01.2017. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. – 49 с. (Державний стандарт України).

29. ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво. Зі змінами № 1, № 2 та Поправкою до Зміни № 2. – Чинний від 01.07.2022. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 35 с. (Державний стандарт України).

30. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ. З останніми змінами, внесеними Законом від 13.12.2022 № 2849-ІХ.

31. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). – Чинний від 01.04.2012. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012. – 120 с. (Державний стандарт України).

32. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – Чинний від 01.12.1999. – Київ : Головний державний санітарний лікар України, 20. (Постанова).

33. ДБН В.1.1.7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – Чинний від 01.06.2017. – Київ : Мінрегіонбуд України, – 100 с. (Державний стандарт України).

34. ДСТУ 7239:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. – Чинний від 01.08.2011. – Київ : Держспоживстандарт України, – 10 с.

35. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва. З урахуванням Змін № 1 - 5. – Чинний від 10.03.2026. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, – 167 с.