

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:

Проектування житлових кварталів з інтеграцією об'єктів цивільного захисту  
на території Богодухівської громади

*Виконав:* здобувач 4 курсу,

Групи МБГ2022-1

Галузь знань: 19 Архітектура та  
будівництво

Спеціальності 192 – Будівництво та  
цивільна інженерія

Освітня програма «Міське будівництво та  
господарство»

Пшеничний Ростислав Володимирович

*Керівник:* Безлюбченко Олена Степанівна

*Рецензент:* ст. викладач Апатенко Т.М.

Харків – 2026

Бекетова

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут 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 будівництво та господарство

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Проф. Завальний О.В.

«15\_» 06 2026 року

## ЗАВДАННЯ

### НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Пшеничному Ростиславу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Проектування житлових кварталів з інтеграцією об'єктів цивільного захисту на території Богодухівської громади**

Керівник роботи Безлюбченко Олена Степанівна, канд. техн. наук, доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від від «17» квітня 2026 року № 338-03

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2026 року

3. Вихідні дані до дипломної роботи Завдання кафедри міського будівництва та територіального планування, ситуаційна схема, опорний план.

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

1. Планувальна частина. 2. Архітектурно-будівельна частина. 3. Конструктивно-розрахункова частина. 4. Технологічна частина. 5. Охорона праці. 6. Економічна частина

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

Опорний план – 1 аркуш; Генеральний план – 1 аркуш; Схема вертикального

планування – 1 аркуш; Фрагмент благоустрою та озеленення – 1 аркуш;

Архітектура – 2 аркуши; Конструкції – 1 аркуш; Технологія будівельного

виробництва – 1 аркуш.

6. Консультанти, з вказівкою розділів роботи, відносяться до них

Розділ	Прізвище, ініціали і посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурно-будівельна частина	канд. техн. наук, доцент Безлюбченко О.С.		
Конструктивно-розрахункова частина	канд. техн. наук, доцент Казімагомедов Ф.І.		
Технологічна частина	канд. техн. наук, доцент Шаповал С.В.		
Охорона праці	канд. техн. наук, доцент Серіков Я.О.		
Економічна частина	канд. екон. наук, доцент Серьогіна Д.О.		

7. Дата видачі завдання 28 травня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Архітектурно-будівельна частина	28.05.2026	
2	Опорний план	30.05. 2026	
3	Схема генерального плану	2.06. 2623	
4	Конструктивні креслення	2.06. 2026	
5	Технологія будівельного виробництва	5.06. 2026	
6	Схема транспорту та пішохідних зав'язків	06.06. 2026	
6	Схема функціонального зонування	06.06. 2026	
8	Схема благоустрою	06.06. 2623	
9	Охорона праці	05.06. 2026	
10	Економіка	07.06. 2026	
11	Перевірка на плагіат	08.06. 2026	
12	Передзахист	15.06.2026	

Студент Пшеничний Р. В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник дипломної роботи Безлюбченко О.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1. ПЛАНУВАЛЬНА ЧАСТИНА.....	7
1.1. Аналіз містобудівного положення ділянки проєктування .....	7
1.2. Аналіз вихідного стану та кліматичних характеристик місцевості.....	8
1.3. Генеральний план.....	9
1.3.1. Розрахункова частина .....	9
1.3.2. Розділ територій за функціональним призначенням.....	12
1.3.3. Транспортне обслуговування та організація пішохідних потоків .....	14
1.3.4. Організація благоустрою та озеленення житлової групи .....	14
1.3.5. Архітектурно-просторове вирішення забудови мікрорайону .....	22
1.3.6. Техніко-економічні показники .....	24
1.4. Вертикальне планування .....	24
1.4.1. Параметри дорожньо-транспортної мережі мікрорайону .....	24
1.4.2. Вертикальне планування вулиць .....	26
1.4.3. Відведення водяних опадів .....	27
1.5. Інженерні системи.....	27
2. АРХІТЕКТУРНІ ТА КОНСТРУКТОРСЬКІ РІШЕННЯ ПРОЄКТУ .....	28
2.1. Об'ємно-просторова структура та компонування приміщень.....	28
2.2. Інженерно-конструктивні параметри.....	28
2.3. Техніко-економічні показники будівлі .....	30
3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....	30
3.1. Поставка задачі.....	30
3.2. Технологія влаштування залізобетонного монолітного стрічкового фундаменту .....	31
3.3. Розрахунок елементів підземних конструкцій будівлі та взаємодії їх з основою .....	32
Висновок .....	40
4. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА.....	41
4.1. Постановка завдань проєктування .....	41
4.2. Вихідні дані та загальні відомості про проєкт.....	41
4.3. Розрахунок об'ємів будівельних робіт .....	42
4.4. Розрахунок трудомісткості та витрат машинного часу .....	44

4.5.	Обґрунтування та вибір монтажного крану .....	46
4.6.	Технологічна послідовність виконання процесів .....	47
4.7.	Проектування графіку виконання робіт .....	51
4.8.	Оцінка техніко-економічної ефективності .....	54
4.9.	Забезпечення матеріально-технічними ресурсами .....	54
4.10.	Контроль якості та приймання робіт .....	56
4.11.	Безпека праці та життєдіяльності на будівництві.....	57
5.	<b>БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ.....</b>	<b>58</b>
5.1.	Ключові цілі.....	58
5.2.	Специфікація будівельного майданчика .....	59
5.3.	Технологічний регламент операцій, що здійснюються на майданчику проектування .....	59
5.4.	Комплексна оцінка факторів виробничого середовища та робочих місць .....	59
5.5.	Формування комплексу організаційних рішень щодо мінімізація виробничого травматизму .....	63
5.6.	Обґрунтування та інженерний розрахунок параметрів захисного устаткування.....	64
5.7.	Порядок надання невідкладної першої допомоги при виникненні травматичних ситуацій.....	67
5.8.	Забезпечення пожежної безпеки .....	68
	Висновок .....	69
6.	<b>ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ .....</b>	<b>70</b>
6.1.	Постановка аналітичних задач та вихідні параметри розрахунку .....	70
6.2.	Маркетинговий аналіз ринку та механізм формування без пекової премії .....	70
6.3.	Розрахунок капітальних вкладень .....	71
6.4.	Фінансове моделювання доходів та прибутковості проекту.....	73
6.5.	Оцінка показників економічної ефективності .....	74
6.6.	Зведені таблиці техніко-економічних показників .....	74
	Висновок .....	75
	СПИСОК ДЖЕРЕЛ .....	77

## ВСТУП

Сучасне містобудування в Україні потребує кардинального переосмислення безпекових стандартів. Архітектурне проектування житлового простору більше не може обмежуватися виключно критеріями естетики, економічності чи побутового комфорту. Захищеність людей стає домінуючим фактором при плануванні міських територій. Особливо гостро ця проблема постає під час освоєння сельбищних зон у прикордонних регіонах, де критично малий час підльоту засобів ураження унеможливорює використання віддалених загальноміських сховищ. Водночас технічні характеристики звичайних підвальних приміщень не здатні гарантувати належний рівень колективного захисту. За таких умов виникає об'єктивна інженерна потреба у проектуванні нових житлових кварталів, куди капітальні захисні споруди та об'єкти подвійного призначення інтегруються ще на стадії розробки генерального плану. Паралельно з цим необхідно підтримувати високу якість житлового середовища через реалізацію сучасних урбаністичних концепцій, таких як розділення транспортних і пішохідних потоків, забезпечення нормативної інсоляції та створення ефективного зеленого каркаса.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка архітектурно-планувальних, інженерних та конструктивних рішень для формування автономного житлового кварталу з інтегрованою системою об'єктів цивільного захисту в умовах прикордонного міста.

# 1. ПЛАНУВАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1. Аналіз містобудівного положення ділянки проєктування

Проєктний майданчик загальною площею 21,66 гектара розташований на північно-західній периферії міста Богодухів Харківської області. На сьогодні ця територія є повністю неосвоєною, оскільки в її межах відсутні капітальні будівлі, інженерні мережі чи зелені насадження загального користування. Ділянка віддалена від щільних міських кварталів, проте має чіткі просторові орієнтири та безпосередньо межує із сектором житлової забудови із західного боку. Зі східного напрямку до майданчика примикає територія колишньої військової частини, яка в перспективі розглядається як територіальний резерв для розширення міської інфраструктури та житлового фонду. На південній межі проєктування розташований локальний лісовий масив, що виконує роль природного екологічного бар'єру, у той час як із північного боку простягаються вільні від забудови природні ландшафти.

Планувальна структура майбутнього житлового кварталу розробляється з метою ліквідації дефіциту об'єктів громадського обслуговування, який наразі зафіксовано на чинному опорному плані міста Богодухова. Для створення самодостатнього та комфортного житлового середовища на території передбачено будівництво збалансованої мережі інфраструктурних об'єктів, що включатиме сучасні заклади дошкільної освіти, нову загальноосвітню середню школу та підприємства роздрібної торгівлі та побутового обслуговування.

Головним містобудівним принципом організації цього простору обрано концепцію «двір без машин», яка повністю виключає транзитний та регулярний рух приватного автотранспорту внутрішніми житловими зонами. Мережа під'їзних шляхів і наземних автостоянок виноситься за зовнішній периметр забудови або переводиться у підземний простір, завдяки чому внутрішні двори залишаються повністю пішохідними, безпечними та адаптованими для відпочинку й велосипедного руху, з можливістю доступу виключно для комунальних та аварійних служб.

## 1.2. Аналіз вихідного стану та кліматичних характеристик місцевості

Інженерно-геологічні та кліматичні параметри території є повністю сприятливими для житлового та цивільного будівництва. Рельєф місцевості спокійний, з плавним перепадом абсолютних висот у діапазоні від 190 до 200 метрів над рівнем моря, без виражених крутих схилів чи активних ерозійних процесів. Оскільки майданчик розташований на геоморфологічному підвищенні, ґрунтові води залягають стабільно глибоко, що повністю виключає ризик підтоплення території, суттєво спрощує проведення земляних робіт і дозволяє без обмежень проєктувати підземні споруди чи багаторівневі паркінги. Додатковою перевагою локації є високий рівень екологічної та техногенної безпеки, оскільки поблизу меж проєктування немає промислових підприємств, залізничних колій, великих транспортних вузлів чи автозаправних станцій.

Аналіз аеродинамічного режиму та специфіки циркуляції повітряних мас у межах досліджуваного будівельного майданчика виконувався на основі багаторічних метеорологічних спостережень [6]. Детальні розрахункові параметри, які включають нормативні значення вітрового тиску, повторюваність різних напрямків вітру за румбами, а також показники середньої та максимальної швидкості повітряних потоків за сезонами року, систематизовано й наочно відображено у табл. 1.1.

Стратегічним безпековим пріоритетом проєкту є організація ефективної системи цивільного захисту, оскільки місто Богодухів розташоване у двадцятикілометровій зоні від державного кордону, що обумовлює постійну загрозу виникнення надзвичайних ситуацій воєнного характеру. Мінімальний час підльоту сучасних засобів ураження вимагає впровадження децентралізованої системи колективної безпеки з максимальною швидкістю доступу до укриттів для всього населення кварталу. Захисний каркас кварталу формується з мережі капітальних підземних сховищ, розташованих

безпосередньо під житловою забудовою, а також із великих споруд подвійного призначення, інтегрованих у підвальні приміщення дитячих садків та шкіл. Ці заглиблені об'єкти соціальної інфраструктури в мирний час експлуатуватимуться для щоденних навчальних і виховних потреб, а в разі небезпеки оперативно трансформуватимуться в надійні захисні споруди.

Таблиця 1.1 – Відомість напрямків та сили вітру

Повторність напрямку вітру (чисельник), %							
Середні швидкості вітру по напрямках (знаменник), м/с							
Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
Січень							
$\frac{8,0}{4,5}$	$\frac{8,2}{4,2}$	$\frac{15,3}{4,7}$	$\frac{12,5}{4,2}$	$\frac{10,7}{4,4}$	$\frac{15,8}{4,6}$	$\frac{18,9}{4,6}$	$\frac{10,6}{4,2}$
Липень							
$\frac{16,9}{3,7}$	$\frac{14,5}{4,1}$	$\frac{14,2}{4,2}$	$\frac{8,8}{4,0}$	$\frac{6,0}{3,4}$	$\frac{7,4}{3,9}$	$\frac{16,4}{3,9}$	$\frac{15,9}{3,6}$

### 1.3. Генеральний план

#### 1.3.1. Розрахункова частина

Проектне рішення щодо формування житлової зони на периферійній території м. Богодухів базується на принципах створення комфортного середовища низької щільності. Площа ділянки в межах червоних ліній становить 21,66 га.

Для попереднього визначення сельбищної ємності території було використано метод укрупнених показників. Враховуючи тип забудови (багатоквартирна, поверховістю до 3-х поверхів), прийнято норматив потреби у території 10 га/1000 жителів.

$$N = \frac{T \cdot 1000}{q_T} = 2166 \text{ осіб}, \quad (1)$$

де, N – Чисельність населення, осіб;

$T$  – площа ділянки кварталу, га;

$q_T$  – потреба в території, 10 га/1000 жит.

Відповідно, територіальний ресурс ділянки дозволяє розмістити:

$$H = \frac{21,66 \cdot 1000}{10} = 2166 \text{ осіб.}$$

Підсумкова щільність населення (брутто) становить 100 люд/га. Дане значення є оптимальним для периферійної зони м. Богодухів.

Для освоєння проєктованої території прийнято рішення про влаштування багатоквартирної забудови малої поверховості, що представлена триповерховими трисекційними будинками.

Параметри житлової площі визначено відповідно до типових секцій: для кутової вона становить 714 м<sup>2</sup>, для рядової – 672 м<sup>2</sup>. Таким чином, сумарна житлова площа однієї споруди дорівнює 2100 м<sup>2</sup>.

Розрахунок необхідного обсягу житлового фонду виконано згідно з нормативним показником житлової забезпеченості (21 м<sup>2</sup> на особу):

$$Ж = 2166 \cdot 21 = 45486 \text{ м}^2.$$

На основі отриманих даних визначено проєктну кількість будинків для повної реалізації територіального потенціалу ділянки:

$$N_{\text{буд}} = \frac{45486}{2100} = 21,66 = 22 \text{ одиниці.}$$

Розрахунок місць дитячого садка:

$$N_{\text{д.с.}} = \frac{H}{1000} \cdot q_{\text{д.с.}}, \quad (2)$$

де,  $H$  – населення кварталу, осіб;

$q_{\text{д.с.}}$  – розрахункова норма на 1000 осіб.

$$N_{\text{д.с.}} = \frac{2166}{1000} \cdot 70 = 152 \text{ особи.}$$

Приймаємо два дитсадки по 80 місць.

Розрахунок школи:

$$N_{\text{шк}} = \frac{H}{1000} \cdot q_{\text{шк}}, \quad (3)$$

де,  $N_{\text{шк}}$  – розрахункова кі-ть учнів, осіб;

$N$  – населення кварталу, осіб;

$q_{\text{шк}}$  – розрахункова норма на 1000 осіб.

$$N_{\text{шк}} = \frac{2166}{1000} \cdot 120 = 260 \text{ учнів.}$$

Розрахунок місткості паркінгів:

Житловий фонд налічує 594 квартири 2 і більше кімнат та 330 квартир з 1-ю кімнатою. На основі цих даних розраховуємо необхідну кількість м-м для постійного зберігання:

$$M_{\text{п}} = N_1 \cdot n_{\text{п}} \cdot k + N_2 \cdot n_{\text{п}}, \quad (4)$$

де,  $N_1$  – кількість однокімнатних квартир;

$N_2$  – кількість двокімнатних і більше квартир;

$n_{\text{п}}$  – кількість м-м на квартиру в периферійній частину міста, що дорівнює 0,50;

$k$  – розрахунковий коефіцієнт для однокімнатних квартир прийнятий за 0,5.

$$M_{\text{п}} = 330 \cdot 0,5 \cdot 0,5 + 594 \cdot 0,5 = 380 \text{ м – м.}$$

Розраховуємо кількість м-м для тимчасового зберігання:

$$M_{\text{с}} = N_1 \cdot n_{\text{с}} \cdot k + N_2 \cdot n_{\text{с}}, \quad (5)$$

де,  $N_1$  – кількість однокімнатних квартир;

$N_2$  – кількість двокімнатних і більше квартир;

$n_{\text{с}}$  – кількість м-м на квартиру в периферійній частину міста, що дорівнює 0,15;

$k$  – розрахунковий коефіцієнт для однокімнатних квартир прийнятий за 0,5.

$$M_{\text{с}} = 330 \cdot 0,15 \cdot 0,5 + 594 \cdot 0,15 = 114 \text{ м – м.}$$

Розраховуємо кількість м-м для персоналу школи:

$$M_{\text{ш}} = n_{\text{ш}} \cdot q_{\text{ш}}, \quad (6)$$

де,  $n_{\text{ш}}$  – кількість персоналу школи;

$q_{\text{ш}}$  – м-м на кількість персоналу, 0,1 м-м/співробітника.

$$M_{\text{ш}} = 34 \cdot 0,1 = 4 \text{ м – м, приймаємо за 5.}$$

Розраховуємо кількість м-м для персоналу дитсадків:

$$M_d = n_d \cdot q_d, \quad (7)$$

де,  $n_d$  – кількість персоналу школи;

$q_d$  – м-м на кількість персоналу, 0,1 м-м/співробітника.

$$M_{ш} = 25 \cdot 0,1 = 3 \text{ м – м.}$$

Розрахунок площ сховищ цивільного захисту.

Оскільки макрорайон витягнуто вздовж магістральної вулиці, було прийняте рішення запроектувати 2 сховища, кожне з яких розраховане на 1100 осіб. Розрахунок площі наведено далі:

$$S_{с.ц.з.} = N_{сх} \cdot q_{сх}, \quad (8)$$

де,  $N_{сх}$  – кількість місць у сховищі;

$q_{сх}$  – питома загальна площа сховища на одну особу, складається з норми 0,6 м<sup>2</sup>/особу для розміщення людей та 0,37 м<sup>2</sup>/особу – площі стін, перегородок, технічних приміщень, систем забезпечення та внутрішніх проходів [10].

$$S_{с.ц.з.} = 1100 \cdot 0,97 = 1067 \text{ м}^2.$$

### 1.3.2. Розділ територій за функціональним призначенням

Схема функціонального зонування вміщує в себе інформацію про зони закладів дошкільної освіти, загальної середньої школи, об'єктів обслуговуючих та торгових установ.

Мікрорайон має 3 житлові квартали, два з яких розміщено на західній, а один на східній частині.

У центрі розміщено загальну середню школу на 260 учнів. Таке розташування повністю покриває радіус досяжності та робить її однаково доступною для всіх мешканців кварталу [4].

Розміщення дитячих дошкільних закладів місткістю по 80 місць передбачено в радіусі нормативної пішохідної доступності на східній та західній межах пришкільної ділянки. Таке просторове компонування всередині житлового кварталу ізолює шляхи руху дітей від інтенсивних транспортних

потоків, що повністю задовольняє вимогам безпеки та містобудівним критеріям проектування [3].

Зони обслуговування розташовано на північній частині мікрорайону, вздовж магістральної вулиці. Об'єкти представлено двома капітальними одноповерховими будівлями, що вміщують в себе всі необхідні установи побутового обслуговування, проєктовані згідно з відповідними нормативами [5]. Таким чином ми сформували два окремі центри тяжіння, зробивши безпосередньо житлові території більш спокійними та ненавантаженими.

Інженерні споруди розосереджено територією з дотриманням нормативних відстаней від житлової та громадської забудови.

Баланс території наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Баланс територій

№	Найменування	Площа, га	Площа, м <sup>2</sup> на 1 жителя	Процентна частка
1	Житлова територія всього	18,4	28,8	84,7
	У тому числі:			0,0
	а) житлова забудова	2,49	11,5	11,5
	б) проїзди та інші ділянки з асфальтованим покриттям	2,35	10,9	10,8
	в) озеленення та майданчики різного призначення	13,5	6,2	62,2
	г) наземні споруди підземного паркінгу	0,0104	0,048	0,0
	д) споруди цивільного захисту	0,0241	0,111	0,1
	Територія установ обслуговування всього	3,3	15,3	15,3
1	2	3	4	5

### Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5
2	У тому числі:			
	а) школа	2	9,2	9,2
	б) дошкільних освітніх установ	0,72	3,3	3,3
	в) установи обслуговування	0,6	2,8	2,8
	Всього:	21,7	44,1	100,0

#### **1.3.3. Транспортне обслуговування та організація пішохідних потоків**

На території мікрорайону реалізовано концепцію «дворовий простір без авто», що передбачає повну відсутність автотранспорту на житловій території. Вона робить простір в багато разів безпечніше та затишніше, адже доступ до проходів мають тільки екстрені та комунальні служби. Для їх безпеки та ефективності забезпечено роз'їзні майданчики кожні 70 метрів. Всі стояни для гостей розташовано по периметру мікрорайону. Для тривалого зберігання автівок передбачено 3 підземні двоярусні парковки, кожна з яких має вмістимість 130 м.м., що повністю задовольняє потреби кварталу [20].

Основні маршрути пішохідного руху проходять безпосередньо по запроектованим алеям, що дозволяє швидко та зручно добиратися основних об'єктів обслуговування, а також цивільного захисту.

Запроектовано зупинку для автобусного транспорту на магістральній вулиці у західній частині ділянки [7]. Ще одна зупинка повинна розміщуватися на сусідньому кварталі, та забезпечувати доступність останній частині мікрорайону.

#### **1.3.4. Організація благоустрою та озеленення житлової групи**

Для розробки та організації благоустрою та озеленення було обрано ділянку житлової групи на південному сході мікрорайону. Вона примикає до двох житлових вулиць і включає в себе три триповерхові житлові будинки.

Визначення населення:

$$N = \frac{S_{\Sigma}}{S_N}, \quad (9)$$

де,  $S_{\Sigma}$  - сумарна загальна площа секцій, м<sup>2</sup>;

$S_N$  – житлозабезпеченість, м<sup>2</sup>/особу.

$$N = \frac{3465 \cdot 3}{35} = 297 \text{ осіб.}$$

Потреби в площі на майданчики:

Для ігор дітей дошкільного віку:

$$0,5 \cdot 297 = 148,5 = 150 \text{ м}^2.$$

Для ігор дітей молодшого шкільного віку:

$$0,6 \cdot 297 = 178,2 = 180 \text{ м}^2.$$

Для тихого відпочинку:

$$0,05 \cdot 297 = 14,9 = 15 \text{ м}^2.$$

Для настільних ігор:

$$0,05 \cdot 297 = 14,9 = 15 \text{ м}^2.$$

Господарський для збирання побутових відходів:

$$0,05 \cdot 297 = 14,9 = 15 \text{ м}^2.$$

Розрахунок м-м для основного паркінгу:

$$N_{\text{м.}} = N * \frac{r}{1000}, \quad (10)$$

де,  $N$  – чисельність мешканців, осіб;

$r$  – рівень автомобілізації, прийнято 180 авт. На 1000 жителів.

$$N_{\text{м.}} = 297 * \frac{180}{1000} = 54 \text{ м – м. о.}$$

Розрахунок м-м гостьових стоянок:

$$N_{\text{м-м.}} = N_{\text{м.}} * \frac{15}{100}, \quad (11)$$

де,  $N_{\text{м-м.}}$  – кількість машино-місць на гостьових автостоянках;

$N_{\text{м.}}$  – кількість машино-місць на основній автостоянці.

$$N_{\text{м-м.}} = 54 * \frac{15}{100} = 9 \text{ м – м. г.}$$

Шумозахисні заходи:

Для розробки карти шуму необхідно прорахувати еквівалентний рівень шуму. Розрахунок наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Розрахунок еквівалентного рівня шуму

Показники	Дані		Розрахункові дані	
	для магістральної вулиці	для вулиці місцевого значення	для магістральної вулиці	для вулиці місцевого значення
Вихідні дані для визначення розрахункового рівня шуму ( $L_{розр.}$ )			Розрахунковий рівень шуму ( $L_{розр.}$ )	
Середня швидкість руху транспорту	40 км/год	30 км/год	74,00	71,00
Кількість одиниць вантажного та громадського транспорту	20%	5%		
Вихідні дані для визначення поправок			Поправки	
- Інтенсивність руху	200 авт./год	40 авт./год	-7,5	-14,00
- Подовжній ухил	10%	12%	+5	+6
- Кількість автомобілів з дизельним двигуном у потоці транспорту	20%	2%	+2	+0,2
- Наявність трамваю	-	-	0	0
- Тип дорожнього покриття	асфальт	асфальт	0	0
Сума поправок ( $\Sigma\Pi$ )			-0,5	-7,8
Еквівалентний рівень шуму ( $L_{екв.}$ )			73,5	63,2
Прийнятий еквівалентний рівень шуму $L_{екв.}$ для побудови карти шуму			74	64

Основними джерелами звукового впливу на ділянку є житлові вулиці Гарнізонна та Узлісна, які безпосередньо її оточують і характеризуються еквівалентним рівнем шуму в 64 дБА кожна. Окрім цього, для повноти акустичного аналізу території було додатково розраховано шумовий режим віддаленої магістральної вулиці Транзитної, показник якої становить 74 дБА.

Поперечні профілі наведені на рис. 1.1 та 1.2.

Магістраль:

Розрахунок шумозахисної смуги:

$$r = 2 \text{ м};$$

$$B_1 = 5 \text{ м};$$

$$B_2 = 1 \text{ м};$$

$$A_1 = 3,25 \text{ м};$$

$$A_2 = 8,5 \text{ м};$$



Таким чином, ми отримали ефективне поглинання шуму, що зменшило показники на 19 та 22%

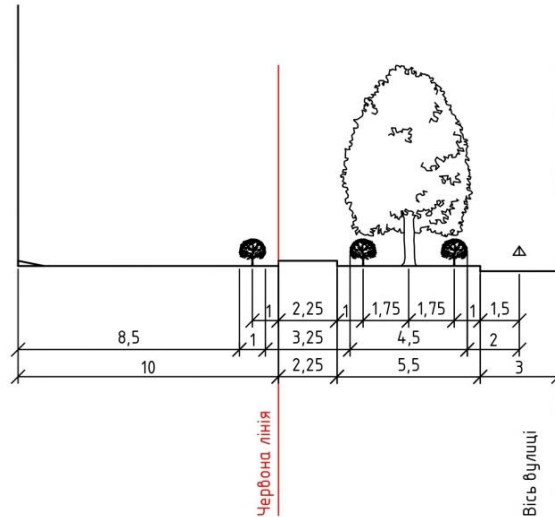


Рисунок 1.2 – Поперечний профіль житлової вулиці

Аналіз шумового режиму:

Оскільки житлові вулиці, що огинають проектовану ділянку створюють відносно невеликий шумовий фон, то режим на ділянці є досить сприятливий: майже вся дворова територія має показники нижче 54 дБА (див. рис. 1.3).

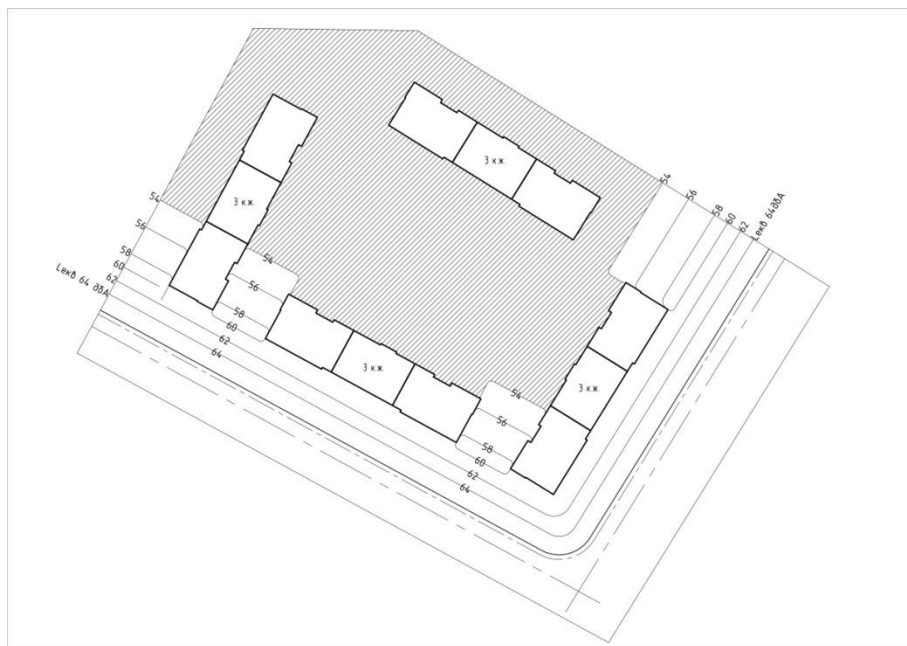


Рисунок 1.3 – Карта шуму ділянки

Оцінка та узагальнення показників природної освітленості проектованої ділянки.

Планувальна структура проєкту сформована чотирма окремо розташованими 3-поверховими житловими будинками рядної конфігурації. Розташування поздовжніх осей корпусів відносно сторін світу є комбінованим і поєднує як меридіальний, так і паралельний напрямки. Такий підхід дозволив досягти оптимальних світлокліматичних умов для всього житлового масиву. Більшість квартир у зазначених будівлях мають наскрізне двостороннє розпланування, завдяки чому кімнати, звернені на північний сектор, компенсуються належним світловим потоком з протилежного фасаду. Водночас у проєкті присутні житлові блоки з односторонньою орієнтацією віконних прорізів. Проте, завдяки вивіреним геометрії посадки та розрахунковим розривам між будинками, навіть у цих квартирах повністю витримана тривалість безперервного сонячного опромінення відповідно до чинних санітарно-гігієнічних стандартів.

Невелика поверховість споруд та значні планувальні розриви між ними гарантують високий рівень інсоляції дворового простору, який у деяких зонах навіть перевищує мінімальні нормативні вимоги. Ділянки з обмеженим або короткочасним інсоляційним режимом фіксуються виключно на локальних територіях, які безпосередньо прилягають до тіньових фасадів (див. рис. 1.4). Загальна площа таких зон є мінімальною і не створює перешкод для нормативного функціонування основних елементів благоустрою та рекреації, тоді як переважна частина мікрорайону залишається повністю відкритою для сонячного світла.

Проєктні рішення благоустрою та озеленення розроблені для житлової групи загальною площею 1,6 га, розрахованої на проживання 297 осіб. Об'ємно-просторову основу території формують три 3-поверхові житлові будинки на 3 секції кожен, які сумарно займають площу забудови у 0,34 га. Об'єкт інтегрований у структуру існуючих автошляхів та огинається житловими

вулицями Гарнізонною та Узлісною. Транспортні та пішохідні зв'язки забезпечуються мережею доріг і проїздів площею 0,17 га, а також доріжками й пішохідними зонами, що займають 0,14 га.

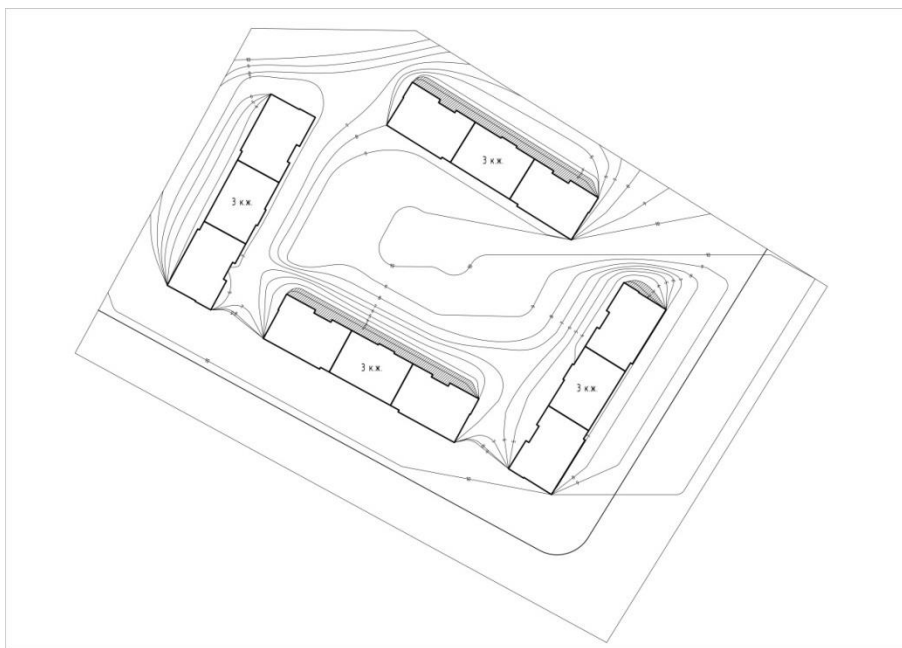


Рисунок 1.4 – Карта інсоляції ділянки

Для організації дозвілля та активного відпочинку різних вікових груп населення у внутрішньодворовому просторі запроєктовано комплекс спеціалізованих майданчиків:

- Дитяча ігрова інфраструктура: представлена трьома майданчиками для дітей дошкільного віку загальною площею 150 м<sup>2</sup> та одним ігровим простором для дітей молодшого шкільного віку площею 180 м<sup>2</sup>.
- Рекреаційні зони для дорослих: з метою забезпечення умов для спокійного відпочинку та інтелектуального дозвілля мешканців, на ділянці облаштовано майданчик для тихого відпочинку та відокремлену зону для настільних ігор по 15 м<sup>2</sup> кожен.

Усі рекреаційні та дитячі локації мають спеціалізоване захисне покриття, розміщені з дотриманням нормативних санітарних розривів від фасадів та розташовані в зонах з оптимальним інсоляційним режимом і низьким рівнем акустичного навантаження.

Збирання та тимчасове зберігання побутових відходів вирішено шляхом влаштування інноваційного підземного господарського майданчика площею 27 м<sup>2</sup>. Таке інженерне рішення дозволило мінімізувати поширення неприємних запахів, ізолювати відходи від зовнішнього середовища та естетично інтегрувати господарську зону в обмежений простір житлової групи без порушення екологічних вимог.

Проект характеризується надзвичайно високим рівнем озеленення: загальний коефіцієнт ефективності зеленого каркаса становить  $K1 = 54\%$ , що суттєво перевищує чинні містобудівні нормативи. Загальна площа насаджень обмеженого користування складає 0,86 га, що забезпечує високий показник питомої забезпеченості рослинністю – 28,96 м<sup>2</sup> на одного мешканця.

Проектний баланс рослинного покриву:

- Території під деревами – 0,42 га;
- Чагарникові насадження – 0,28 га;
- Газонні покриття – 0,14 га;
- Квітники багаторічних культур – 0,026 га.

Дендрологічний склад підібрано з урахуванням стійкості до міського середовища та високої архітектурно-художньої виразності (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Специфікація зелених насаджень

Номер за генпланом	Найменування породи	Вік, років	Од. виміру	Кількість	Примітки
Листяні дерева					
1	Гледичія безколючкова	3-4	шт.	36	3 грудкою, м 0,5×0,5×0,4
2	Дуб звичайний	4-6	шт.	53	3 грудкою, м 0,7×0,7×0,55
3	Клен гостролистий "Globosum"	4-5	шт.	101	3 грудкою, м 0,7×0,7×0,5
4	Липа дрібнолиста	3-4	шт.	40	3 грудкою, м

					0,6×0,6×0,45
5	Софора японська	3-4	шт.	35	3 грудкою, м 0,6×0,6×0,45
1	2	3	4	5	6

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6
<b>Чагарники листяні</b>					
6	Дерен білий	2-3	шт.	776	Саджанець
7	Гортензія волотиста	2-3	шт.	427	Саджанець
8	Перстач кущовий	2-3	шт.	505	Саджанець
<b>Квітники</b>					
9	Квітники багаторічники	-	м2	264	Розсадою

### 1.3.5. Архітектурно-просторове вирішення забудови мікрорайону

Візуальна гармонія мікрорайону досягається завдяки єдиній об'ємно-просторовій концепції, де вся житлова забудова запроектована однорідною за своєю секційністю та поверховістю і становить 3 рівні. Таке архітектурне рішення забезпечує ідеальну відповідність об'єкта містобудівному контексту місця його розташування – місту Богодухів, для якого характерна переважно малоповерхова та розосереджена забудова. Використання невисоких житлових корпусів дозволило уникнути візуального перевантаження території та гармонійно вписати новий комплекс у навколишнє середовище, зберігши традиційний масштаб міського ландшафту вздовж суміжних вулиць. Одночасно з цим, завдяки вибору саме малоповерхової моделі, досягається якісно новий рівень житлового комфорту та екологічності. Обмежена поверховість дозволила суттєво знизити щільність населення, внаслідок чого збільшився територіальний ресурс мікрорайону, і площа відкритого прибудинкового простору, зелені та майданчиків у розрахунку на одного мешканця стала значно більшою, ніж у типових високощільних кварталах.

При проектуванні просторової структури мікрорайону ключовим пріоритетом було повне задоволення повсякденних та побутових потреб майбутніх мешканців. Транспортна схема розроблена таким чином, щоб гарантувати комфортні та безпечні під'їзди до кожної вхідної групи житлових секцій. При цьому всі майданчики для тимчасового зберігання гостьового автотранспорту винесені за межі приватних внутрішньодворових просторів. Це дозволило повністю ліквідувати транзитний рух автомобілів у зонах відпочинку, виключивши ризики виникнення аварійних або дискомфортних ситуацій для людей. Паралельно у проєкті сформовано логічну мережу пішохідних алей та доріжок. Вони забезпечують найкоротший і безперешкодний зв'язок житлових будинків із ключовими елементами транспортного сполучення<sup>0</sup>, торговельно-побутовими закладами, навчальними установами, а також із запроектованими спорудами цивільного захисту, безперешкодний та оперативний доступ до яких гарантовано з будь-якої точки мікрорайону у разі надзвичайної ситуації.

Внутрішнє просторове планування кожної окремої житлової групи володіє значним територіальним ресурсом для реалізації комплексного благоустрою та масштабного ландшафтного проектування. Це дозволило безперешкодно інтегрувати у двори розвинену мережу спеціалізованих майданчиків для дитячих ігор, господарських потреб та відпочинку дорослого населення, оточивши їх густими масивами насаджень. Завдяки низькій 3-поверховій поверховості корпусів та вивірній геометрії їх посадки, внутрішньодворові зони забезпечені надлишковим сонячним опроміненням і надійно захищені від акустичного дискомфорту з боку навколишніх автошляхів. Впровадження підземних інженерних систем та винесення стоянок дозволило створити всередині мікрорайону повністю безпечне, екологічно чисте та максимально сприятливе середовище для тривалого проживання та дозвілля людей.

### 1.3.6. Техніко-економічні показники

1) Населення кварталу	2166 осіб
2) Житлозабезпеченість	35 м <sup>2</sup> /осіб
3) Житловий фонд	63354 м <sup>2</sup>
4) Площа мікрорайону	21,7 га
5) Щільність житлового фонду мікрорайону (брутто)	2920 м <sup>2</sup> /га
6) Щільність житлового фонду (нетто)	3443 м <sup>2</sup> /га
7) Густота населення (брутто)	100 осіб/га
8) Густота населення (нетто)	118 осіб/га
9) Щільність забудови мікрорайону	13,7%
10) Щільність забудови житлової території	11,5%
11) Середньозважена поверховість	3 поверхи
12) Питома вага житлової території	84,9%
13) Ступінь озеленення	67,9%
14) Питома площа дорожнього покриття	18,9%

## 1.4. Вертикальне планування

### 1.4.1. Параметри дорожньо-транспортної мережі мікрорайону

Ширину магістральної вулиці в межах проїзної частини визначили як 12 м, а кількість смуг – 4. Ширина тротуару складає 2,25 м, зеленої смуги – 5,5 м (рис. 1.5).

Житлова вулиця має проїзну частину шириною 6 м в 2 смуги руху. Тротуар завширшки 2,25 м, зелена смуга – 5,5 м (рис. 1.6).

Проїзді односкатні, завширшки 3,5 м. Кожні 70 метрів запроектовано роз'їзні майданчики, а в кінці кожного тупикового проїзду організовано розворотний майданчик розмірами 12 на 12 м.

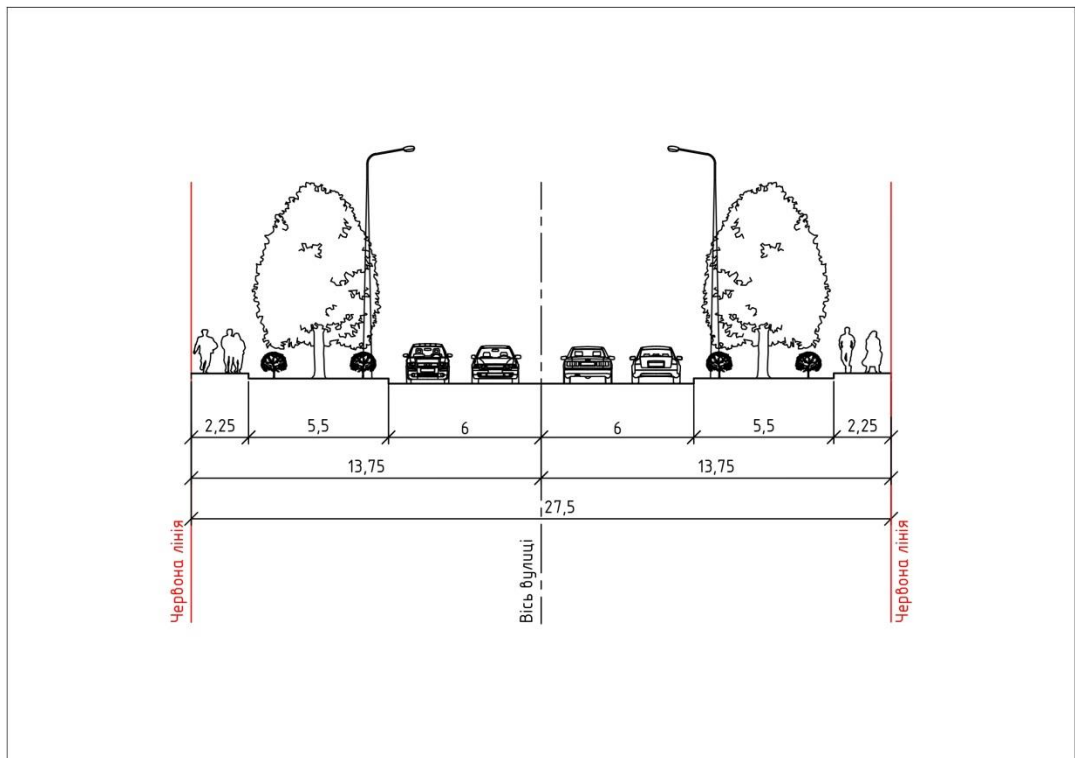


Рисунок 1.5 – Композиційна структура поперечного профілю магістральної вулиці

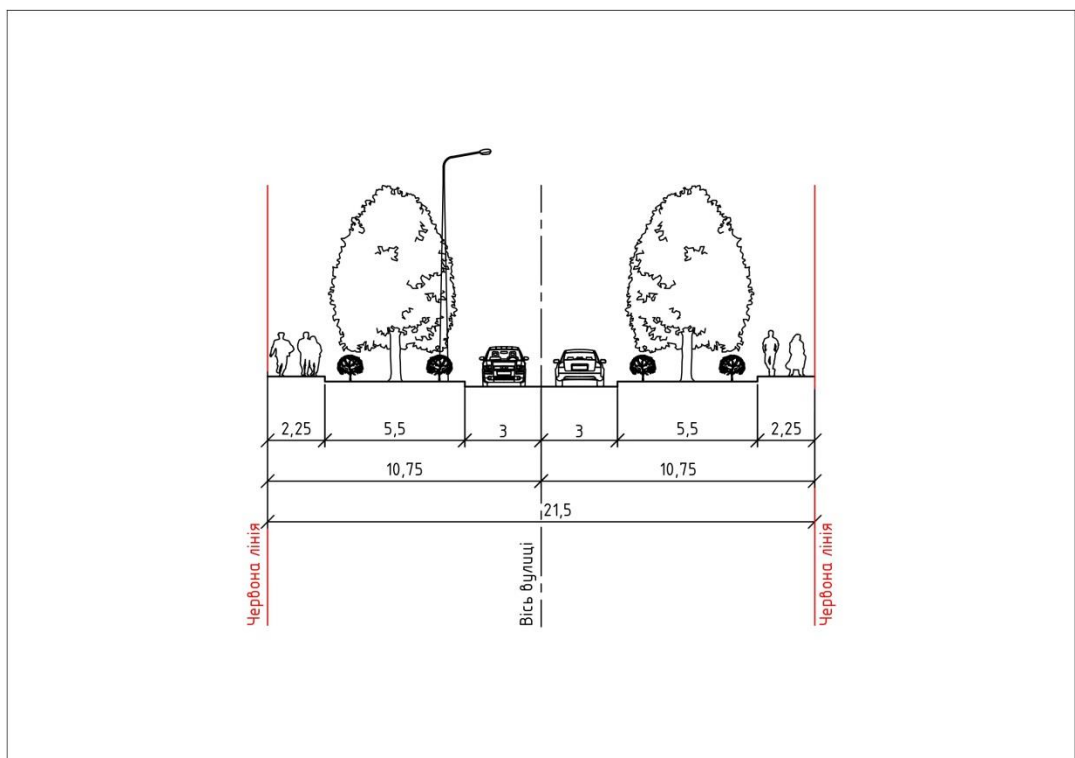


Рисунок 1.6 – Композиційна структура поперечного профілю житлової вулиці

#### 1.4.2. Вертикальне планування вулиць

Вертикальне планування виконується за методикою червоних горизонталей. Приймаємо поперечний ухил в розмірі 20 ‰, а поздовжній не менше за 5 ‰.

Визначаємо поздовжні ухили:

$$i = \frac{h}{l} = \frac{H_A - H_B}{L} \quad (12)$$

де,  $H_A, H_B$  – позначки точок А і В, м;

$L$  – відстань між точками А і В, м.

Вул. Гарнізонна:

$$i = \frac{189,77 - 188,93}{125,24} = 7 \text{ ‰};$$

Вул. Узлісна:

$$i = \frac{191,93 - 188,93}{178,83} = 17 \text{ ‰};$$

Рахуємо відстані до першої горизонталі:

Відстань до першої значущої горизонталі:

$$a = (H_A - H_1)/i \quad (13)$$

де,  $a$  – відстань до першої значущої горизонталі, м;

$H_A, H_1$  – позначки точки А і першої значущої горизонталі, м;

$i$  – поздовжній ухил, тис. частки.

Вул. Гарнізонна:

$$a = \frac{189,77 - 189,70}{0,007} = 10 \text{ м};$$

Вул. Узлісна:

$$a = \frac{191,93 - 191,90}{0,017} = 1,76 \text{ м}.$$

Знаходимо крок між горизонталями:

$$d = \frac{\Delta h}{i}, \quad (14)$$

де,  $d$  – відстань між горизонталями, м;

$\Delta h$  - крок горизонталей, м.

Вул. Гарнізонна:

$$d = 0,1/0,007 = 14,29, \text{ м};$$

Вул. Узлісна

$$d = 0,1/0,017 = 5,88 \text{ м.}$$

Знаходимо відхилення горизонталей:

$$b_1 = \frac{i_{\text{non}}}{i} \cdot \frac{B}{2}, \quad (15)$$

де,  $b_1$  – відхилення горизонталей, м;

$i_{\text{non}}$  – поперечний ухил, тис. частки;

$B$  – ширина проїзної частини, м.

Вул. Гарнізонна:

$$b_1 = \frac{0,020}{0,007} \cdot \frac{6}{2} = 8,57 \text{ м};$$

Вул. Узлісна:

$$b_2 = \frac{0,020}{0,017} \cdot \frac{6}{2} = 3,53 \text{ м};$$

Таким же чином проектуємо всі інші проїзди.

### 1.4.3. Відведення водяних опадів

Відведення поверхневих та талих вод передбачено поверхневим методом за рахунок проектних ухилів території в бік понижених ділянок рельєфу та прилеглих вулиць.

## 1.5. Інженерні системи

Подача питної води мешканцям проектуваного кварталу організована через інтеграцію в загальноміську водопровідну систему м. Богодухів. Потреби мікрорайону в електроенергії та природному газі задовольняються шляхом підключення до діючих комунікацій суміжних районів.

Об'єкти енергозабезпечення: трансформаторна підстанція, тепловий та газорозподільний пункти.

## 2. АРХІТЕКТУРНІ ТА КОНСТРУКТОРСЬКІ РІШЕННЯ ПРОЄКТУ

### 2.1. Об'ємно-просторова структура та компонування приміщень

Проектована рядна 3-поверхова житлового 12-квартирна цегляна секція має розміри 22,8 м в осях 1-8, та 15,5 м в осях А-Д.

Кожен поверх має однакове компонування. Перелік кімнат наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Експлікація приміщень

№	Найменування	К-ть на поверсі	Площа забудови, м кв.			
			1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
1	Житлова кімната	8	45,55	22,14	10,98	30,55
2	Кухня-вітальня	4	18,26	16,79	16,59	20,19
3	Ванна кімната	3	3,96	3,66	-	4,27
4	Вбиральня	3	1,75	1,35	-	1,75
5	Санвузол	1	-	-	4,19	-
6	Коридор	4	13,09	6,79	3,72	7,09
Всього			82,63	50,73	35,48	63,85

### 2.2. Інженерно-конструктивні параметри

Проектним рішенням визначено безкаркасну конструктивну схему будівлі, де сприйняття навантажень забезпечується системою поздовжніх і поперечних цегляних стін. Зведення підвального ярусу та горищного простору не планується, у зв'язку з чим об'єкт запроєктовано триповерховим із суміщеним покриттям плоского типу [2].

Стіни зовнішні, що не мають примикання з сусідніми секціями мають товщину 510 мм та 100 мм утеплення, що мають примикання – 380 мм без утеплення. Внутрішні стіни варіюються від 380 до 630 мм. Перекриття збірні з залізобетонних плит.

Дах прийнято плоским з ухілами в межах 1,5-2,6 %. Дахове переkritтя також виконано з стандартних залізобетонних плит завтовшки 220 мм. Піріг дахового утеплення включає в себе: капсульований керамзит для влаштування потрібного ухилу, 0-128 мм; вирівнювальна стяжка з армувальною сіткою,

виконана з цементно-піщаного розчину, 40 мм; бітумна пароізоляція, щоб захистити утеплювач від внутрішньої вологи, 3 мм; базальтова вата щільністю 100 кг/м<sup>3</sup>, 150 мм; базальтова вата 160 кг/м<sup>3</sup> вкладена нахльост для запобігання містків холоду, 100 мм; двошарова бітумно-полімерна гідроізоляція, 8 мм.

Фундамент стрічковий монолітний, без підвального приміщення. Глибина залягання фундаменту складає 1,5 м, його товщина – 450 мм, а стопи – 1,45 м.

Вікна представлено трьома основними розмірами: 2000x1600, 1500x1600 та 1000x1600 мм. Матеріал металопластик, колір білий, а кількість стулок варіюється від 1 до 3 в залежності від розміру віконного полотна.

Конструкція віконного блоку складається з багатокамерного металопластикового (ПВХ) профілю, надійно зафіксованого в цегляному прорізі за допомогою анкерних пластин. До складу системи входять рама, рухомі стулки з поворотно-відкидним механізмом, а також внутрішнє пластикове підвіконня та зовнішній металевий відлив. Стики між стіною та рамою ретельно герметизовані монтажною поліуретановою піною та захищені пароізоляційними стрічками по периметру. Скління виконане у вигляді двокамерного енергоефективного склопакета загальною товщиною 40 мм, де між трьома склами витримано оптимальну відстань у 14–16 мм з аргоновим наповненням.

Двері мають основні 6 розмірів: 700, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 мм завширшки та всі 2000 мм заввишки. Також передбачено різні типи: міжкімнатні, міжкімнатні вологостійкі, вуличні і т.д.

Конструкція вхідних дверних блоків складається з жорсткої сталеві коробки (рами) та навішеного на неї посиленого дверного полотна з інтегрованою системою замикання. Монтаж коробок у прорізах цегляних несучих стін здійснюється за допомогою сталевих анкерних болтів або арматурних штирів, що забиваються безпосередньо в тіло кладки через монтажні отвори. Технологічні зазори по периметру між цегляною стіною та рамою ретельно заповнюються вогнестійкою поліуретановою монтажною піною, згідно з критеріями захисту об'єкта від вогневого впливу [14], яка

виконує роль тепло- та звукоізолятора. Всі металеві елементи блоку проходять антикорозійну обробку та мають порошкове або полімерне захисно-декоративне покриття.

Сходи збираються з готових залізобетонних сходових маршів на 11 сходинок кожен, спираючись на також залізобетонні готові сходові площадки. Ширина маршів складає 1,2 м, висота сходинок 0,15 м, а глибина сходинок 0,3 м. Такі параметри задовольняють нормативним вимогам та забезпечують найбільший комфорт при використанні.

### 2.3. Техніко-економічні показники будівлі

Техніко-економічні показники розгорнуто наведені в табл. 2.2:

Таблиця 2.2 Техніко-економічні показники будівлі

№	Показники	Одиниці виміру	Величина			
			1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
1	Загальна площа квартири	м	82,63	50,73	35,48	63,85
2	Житлова площа квартири	м	45,55	22,14	10,98	30,55
3	Поверховість будівлі	поверхи	3			
4	Житлова площа будинку	м	109,22			
5	Площа забудови	м	351,69			
6	Будівельний об'єм будівлі	надземний	3538,00			
		підземний	369,27			
		загальний	3907,28			

## 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1. Постановка задачі

Завдання розділу полягає у комплексному проєктуванні та технічному обґрунтуванні конструктивних рішень підземної частини будівлі. Це включає розробку детального плану стрічкового фундаменту мілкового закладання з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика та просторового розміщення капітальних стін споруди.

У межах роботи виконується графоаналітичне обґрунтування геометричних параметрів конструкції та проводиться розрахунок її взаємодії з ґрунтовою основою. Розрахункова частина передбачає збір експлуатаційних

навантажень, визначення оптимальної ширини підшви методом послідовних наближень, а також обов'язкову перевірку крайових і середніх напружень під підшвою для гарантування міцності, стійкості та експлуатаційної надійності всієї будівлі.

### **3.2. Технологія влаштування залізобетонного монолітного стрічкового фундаменту**

Технологія влаштування залізобетонного монолітного стрічкового фундаменту:

1. На початковому етапі на будівельному майданчику встановлюється технологічна обноска. За допомогою теодолітів та лазерних нівелірів на місцевість переносяться точні планово-висотні позначки фундаментних стрічок.

2. Виконується механізована виїмка ґрунту екскаватором до позначки, яка на 10–15 см вища за проектне дно. Останній шар зачищається та добирається вручну, щоб уникнути порушення природної структури ґрунту основи.

3. На зачищеному дні траншей формується ущільнений пошаровим трамбуванням шар із піску та щебеню товщиною 100–200 мм. Він виконує роль дренажного шару та вирівнює площину під заливку бетону.

4. Поверх подушки влаштовується тонкий підстилаючий шар із бетону низьких марок (зазвичай В7.5) товщиною 50–100 мм. Це створює жорстку гідроізольовану поверхню для точного монтажу арматури та запобігає витіканню цементного молока в ґрунт.

5. У котлован встановлюються знімні щити (дерев'яні чи металеві), які фіксуються підпорами та розпірками. Внутрішню геометрію вивіряють за проектною шириною підшви.

6. У середині опалубки збирається просторовий залізобетонний скелет із робочих стержнів періодичного профілю та гладких хомутів. На цьому ж

етапі виставляються вертикальні арматурні випуски для жорсткого зв'язку підосви зі стінами фундаменту.

7. Подача проектного класу бетону здійснюється автобетононасосами чи міксерами безперервно. Суміш укладається шарами з обов'язковим вібруванням глибинними вібраторами для видалення пустот.

8. Конструкція залишається для природного твердіння. Протягом перших 7–14 діб виконується догляд за бетоном до досягнення ним не менше 70% проектної міцності.

9. Проводиться акуратний демонтаж елементів опалубки. Готові вертикальні та горизонтальні грані очищаються від напливів, раковин або дефектів, готуючи основу під захисні шари.

10. Поверхня моноліту покривається праймерами, обмазувальними бітумними мастиками чи рулонними оклеювальними матеріалами. Це захищає залізобетон від руйнування ґрунтовими водами та капілярної вологи.

11. Вільний простір між стінками фундаменту та котлованом засипається раніше вийнятим чи привізним непучинистим ґрунтом. Засипка виконується шарами по 15–20 см із механічним пошаровим трамбуванням.

### **3.3. Розрахунок елементів підземних конструкцій будівлі та взаємодії їх з основою**

Для проведення конструктивних та геотехнічних розрахунків фрагменту стрічкового фундаменту було використано комплекс вихідних даних, що базуються на інженерно-геологічних вишукуваннях будівельного майданчика, об'єкту будівництва та зборі навантажень від надземної частини будівлі. Детальна інформація про напластування ґрунтових шарів, їхню потужність за результатами буріння свердловин, а також точний рівень залягання підземних вод наведена в таблиці 3.1. Розрахункові показники міцності та деформативності шарів основи, серед яких щільність, природна вологість, кут внутрішнього тертя, питоме зчеплення та модуль деформації, зафіксовані в таблиці 3.2. Розрахункові значення коефіцієнта пористості, ступеня вологості,

індексів консистенції та нормативні типи ґрунтів основи відображені в таблиці 3.3. Значення вертикальної сили та перекидального моменту, що діють на рівні обрізу фундаменту від тримальних стін та перекриттів будівлі, вказані наприкінці вступної частини вишукувань. Цей масив інформації є основою для подальшого визначення геометричних розмірів підшви фундаменту та перевірки напружень по його контактній поверхні.

Таблиця 3.1 – Геологічна будова та гідрогеологічні умови будівельного майданчика

№ шару	Ґрунт	Номер свердловини та потужність шару, м			
		1	2	3	4
1	Рослинний шар	0,4	0,4	0,4	0,4
2	Просідаючий ґрунт	5,3	5,2	5,0	5,1
3	Пісок дрібний	3,4	3,5	3,6	3,5
4	Суглинок	3,8	3,9	3,9	4,0
5	Глина	8,7	8,9	8,8	8,7
	Глибина залягання підземних вод	9,2	9,1	9,4	9,3
	Відмітка свердловини, м				

Таблиця 3.2 – Фізико-механічні характеристики властивостей ґрунтів основи

Найменування	Умов. позн.	Один. виміру	Номер шару				
			1	2	3	4	5
Щільність	$\rho_{II}$	т/м <sup>3</sup>	1,38	1,68	2,00	2,10	2,06
Щільність часток	$\rho_s$	т/м <sup>3</sup>		2,7	2,66	2,65	2,70
Природна вологість	w			0,16	0,24	0,18	0,22
Вологість на межі текучості	w <sub>L</sub>			0,25		0,26	0,40
Вологість на межі розкочування	w <sub>p</sub>			0,20		0,17	0,20
Кут внутрішнього тертя	$\varphi_{II}$	град		25	31	21	15
Питоме зчеплення	c <sub>II</sub>	кПа		10	1	20	80
Модуль деформації	E	мПа		22	28	21	50
Відносна просадочність при тиску p, МПа	$\varepsilon_{sl}$	p=0,1		0,041			
		p=0,2		0,079			
		p=0,3		0,090			

Таблиця 3.3 – Розрахункові показники консистенції та класифікація ґрунтів

№ шару	e	S <sub>r</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>	Властивості ґрунтів
1					Рослинний шар
2	0,86		0,05	-0,8	Супісок твердий
3	0,65	0,49			Пісок середньої щільності, маловологий
4			0,09	0,1	Суглинок напівтвердий
5			0,2	0,1	Глина напівтверда

Для розрахунку навантажень на 1 м погонний візьмемо фрагмент стіни на осі А від 2 до 7 осей. Він складе 15,3 м.

Розраховуємо вагу стіни на ділянці:

$$Q_{\text{стіни}} = V \cdot \rho_{\text{стіни}}, \quad (16)$$

де, V – об’єм стіни, м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{стіни}}$  – питома вага цегляної стіни, 0,018 МН/м<sup>3</sup>.

$$Q_{\text{стіни}} = 65,2 \cdot 0,018 = 1,17 \text{ МН.}$$

Розраховуємо вагу перекриттів:

$$Q_{\text{пер}} = x \cdot \left(\frac{L_{\text{пер}}}{2}\right) \cdot (g_{\text{п}} + p), \quad (17)$$

де, x – ширина ділянки розрахунку, м;

$L_{\text{пер}}$  – відстань між несучими стінами межуючих перекриття, м;

$g_{\text{п}}$  – вага перекриття, 0,0031 МН/м<sup>2</sup>;

p – вага перекриття, 0,002 МН/м<sup>2</sup>.

$$Q_{1\text{пер}} = 15,3 \cdot \left(\frac{6}{2}\right) \cdot (0,0031 + 0,002) = 0,23 \text{ МН.}$$

Оскільки в нас 3 аналогічні перекритті, то навантаження перекриттів буде складати  $Q_{\text{пер}} = 0,7 \text{ МН.}$

Розраховуємо вагу плоского даху:

$$Q_{\text{пер}} = x \cdot \left(\frac{L_{\text{пер}}}{2}\right) \cdot (g_{\text{п}} + g_{\text{пиріг}} + g_{\text{сніг}}), \quad (18)$$

де,  $g_{\text{пиріг}}$  – середня вага покрівельного пирогу, МН/м<sup>2</sup>;

$g_{\text{сніг}}$  – вага снігового покриву, визначена для даного регіону, МН/м<sup>2</sup>.

$$Q_{\text{пер}} = 15,3 \cdot \left(\frac{6}{2}\right) \cdot (0,0031 + 0,0035 + 0,0018) = 0,39 \text{ МН.}$$

Сумуємо всі значення та ділимо на довжину ділянки, щоб визначити навантаження на 1 погонний метр ділянки:

$$N = \frac{1,17 + 0,7 + 0,39}{15,3} = 0,15 \text{ МН.}$$

Розраховуємо перекидальну силу, що виникла внаслідок обпирання перекриттів та даху з одного боку фундаменту.

Оскільки плита на даній ділянці обпирається на 0,125 м, то сила буде прикладатися рівно на половині цієї відстані – 0,063 м. Від осі фундаменту до точки прикладання сил  $0,255 - 0,063 = 0,1925$  м. Сила, що буде діяти, дорівнює загальній вазі перекриттів та даху на 1 м.п. і дорівнюватиме  $\frac{(0,97+0,38)}{15,3} = 0,088$  МН. Отже:

$$M = 0,088 \cdot 0,1925 = 0,017 \text{ МН} \cdot \text{м.}$$

Таким чином, на нашу ділянку фундаменту будуть діяти наступні сили:

- вертикальна сила N, 0,15 МН
- перекидальна сила M, 0,005 МНм

Розрахунок та проектування стрічкового фундаменту мілкового закладання:

Приймаємо  $R_0$ : 325кПа;

Ширина підшви фундаменту:

$$b_1 = \frac{N \cdot 1000}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot d}; \quad (19)$$

де, b – ширина підшви, м;

N – розрахункове вертикальне погонне навантаження від ваги стін та перекриття будинку, кН/м;

$R_0$  – розрахунковий опір ґрунту основи, кН/м<sup>2</sup>;

$\gamma_{mt}$  – середня питома вага матеріалу фундаменту та ґрунту на його уступах, прийнятий за 20 кН/м<sup>3</sup>;

d – конструктивна глибина залягання фундаменту, м.

$$b_1 = \frac{0,15 \cdot 1000}{325 - 20 \cdot 1,5} = \frac{150}{295} = 0,51 \text{ м};$$

Визначаємо розрахунковий опір  $R_1$ :

$$R_1 = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_\gamma \cdot k_z \cdot b_1 \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}]; \quad (20)$$

де,  $R_0$  – розрахунковий опір ґрунту основи,  $\text{кН/м}^2$ ;

$\gamma_{c1}$  – коефіцієнт умов роботи ґрунтової основи;

$\gamma_{c2}$  – коефіцієнт умов роботи будівлі;

$k$  – коефіцієнт надійності за призначенням споруди;

$M_\gamma, M_q, M_c$  – Безрозмірні коефіцієнти тримальної здатності;

$k_z$  – коефіцієнт, що враховує жорсткість фундаменту;

$b_1$  – ширина підшви стрічкового фундаменту;

$d$  – конструктивна глибина залягання фундаменту, м;

$\gamma_{II}$  – Середня питома вага ґрунту, що залягає нижче підшви фундаменту,  $\text{кН/м}^3$ ;

$\gamma'_{II}$  – Середня питома вага ґрунту, що залягає вище підшви фундаменту,  $\text{кН/м}^3$ ;

$c_{II}$  – Питоме зчеплення ґрунту,  $\text{кПа}$ .

$$R_1 = \frac{1,25 \cdot 1,07}{1,1} \cdot [0,78 \cdot 1 \cdot 0,51 \cdot 16,8 + 4,11 \cdot 1,5 \cdot 13,8 + 6,67 \cdot 1] = 119,69 \text{ кН/м}^2$$

$$\gamma_{c1} = 1,25$$

$$M_q = 4,11$$

$$\gamma_{c2} = 1,07$$

$$d = 1,5 \text{ м}$$

$$M_\gamma = 0,78$$

$$\gamma'_{II} = 13,8 \text{ кН/м}^3$$

$$k_z = 1$$

$$M_c = 6,67$$

$$k = 1,1$$

$$d_b = 0$$

$$b_1 = 0,51 \text{ м}$$

$$c_{II} = 1$$

$$\gamma_{II} = 16,8 \text{ кН/м}^3$$

Уточнюємо ширину підшви фундаменту  $b_2$ :

$$b_2 = \frac{0,15 \cdot 1000}{119,69 - 20 \cdot 1,5} = 1,67 \text{ м}$$

Розраховуємо  $R_2$ :

$$R_2 = \frac{1,25 \cdot 1,07}{1,1} \cdot [0,78 \cdot 1 \cdot 1,67 \cdot 16,8 + 4,11 \cdot 1,5 \cdot 13,8 + 6,67 \cdot 1] = 138,17 \text{ kH/m}^2$$

Розраховуємо  $b_3$ :

$$b_3 = \frac{0,15 \cdot 1000}{138,17 - 20 \cdot 1,5} = 1,38 \text{ м}$$

Розраховуємо  $R_3$ :

$$R_2 = \frac{1,25 \cdot 1,07}{1,1} \cdot [0,78 \cdot 1 \cdot 1,38 \cdot 16,8 + 4,11 \cdot 1,5 \cdot 13,8 + 6,67 \cdot 1] = 133,55 \text{ kH/m}^2$$

Розраховуємо  $b_4$ :

$$b_4 = \frac{0,15 \cdot 1000}{133,55 - 20 \cdot 1,5} = 1,45 \text{ м}$$

Знаходимо розбіжність  $b_3$  та  $b_4$ :

$$|1,45 - 1,38| = 0,07;$$

$0,07 < 0,1$  отже приймаємо ширину фундаменту 1,45 м.

Перевірка крайових напружень:

Розраховуємо  $R_3$ :

$$R_{\text{фінальне1}} = \frac{1,25 \cdot 1,07}{1,1} \cdot [0,78 \cdot 1 \cdot 1,45 \cdot 16,8 + 4,11 \cdot 1,5 \cdot 13,8 + 6,67 \cdot 1] =$$
$$134,67 \text{ kH/m}^2$$

$$W = \frac{b^2 \cdot l}{6}, \quad (21)$$

де,  $W$  – момент опору підшви фундаменту для ділянки довжиною 1 метр,  $\text{м}^3$ ;

$b_1$  – ширина підшви стрічкового фундаменту;

$l$  – розрахункова довжина ділянки стрічкового фундаменту, прийнята за 1 м.

$$W = \frac{1,45^2 \cdot 1}{6} = 0,35 \text{ м}^3;$$

$$A = b_4 \cdot l, \quad (22)$$

де,  $A$  – площа підшви одного погонного метра стрічкового фундаменту,  $\text{м}^2$ ;

$$A = 1,45 \cdot 1 = 1,45 \text{ м}^2;$$

Розраховуємо середній тиск на підшві:

$$P_{\text{сер}} = \frac{N}{A} + \gamma_{\text{mt}} \cdot d, \quad (23)$$

де,  $P_{\text{сер}}$  – середній тиск під подошвою фундаменту від розрахункових навантажень,  $\text{кН/м}^2$ ;

$$P_{\text{сер}} = \frac{150}{1,45} + 20 \cdot 1,5 = 133,45 \text{ кН/м}^2;$$

$$P_{\text{макс}} = P_{\text{сер}} + \frac{M}{W}; \quad (24)$$

де,  $P_{\text{макс}}$  – максимальний крайовий тиск під подошвою фундаменту з урахуванням дії моменту,  $\text{кН/м}^2$ ;

$$P_{\text{макс}} = 133,45 + \frac{17}{0,35} = 182,02 \text{ кН/м}^2;$$

$$P_{\text{мін}} = P_{\text{сер}} - \frac{M}{W}; \quad (25)$$

де,  $P_{\text{мін}}$  – мінамальний крайовий тиск під подошвою фундаменту з урахуванням дії моменту,  $\text{кН/м}^2$ ;

$$P_{\text{мін}} = 133,45 - \frac{17}{0,35} = 84,87 \text{ кН/м}^2;$$

Перевірка

Щоб остаточно прийняти ширину підшви треба, щоб задовольнялося наступні умови:

$$P_{\text{сер}} \leq R_{\text{фінальне}};$$

$$133,45 \leq 134,67, \text{ задовільняється};$$

$$P_{\text{макс}} \leq 1,2 \cdot R_{\text{фінальне}};$$

$$182,02 \leq 161,61, \text{ не задовільняється};$$

$$P_{\text{мін}} > 0;$$

$$84,87 > 0, \text{ задовільняється}.$$

Тобто наш фундамент буде прогинати основу під дією перекидальної сили. Збільшимо ширину фундаменту до 1,6 м.

$$R_{\text{фінальне2}} = \frac{1,25 \cdot 1,07}{1,1} \cdot [0,78 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 16,8 + 4,11 \cdot 1,5 \cdot 13,8 + 6,67 \cdot 1] = 137,05 \frac{kH}{m^2};$$

$$W = \frac{1,6^2 \cdot 1}{6} = 0,43 m^3;$$

$$A = 1,6 \cdot 1 = 1,6 m^2;$$

Розраховуємо середній тиск на підшві:

$$P_{\text{сер}} = \frac{150}{1,6} + 20 \cdot 1,5 = 123,75 kH/m^2;$$

$$P_{\text{макс}} = 123,75 + \frac{17}{0,43} = 163,28 kH/m^2;$$

$$P_{\text{мін}} = 123,75 - \frac{17}{0,43} = 84,22 kH/m^2;$$

Перевірка

$$P_{\text{сер}} \leq R_{\text{фінальне}};$$

$$123,75 \leq 137,05, \text{ задовільняється};$$

$$P_{\text{макс}} \leq 1,2 \cdot R_{\text{фінальне}};$$

$$163,28 \leq 164,46, \text{ задовільняється};$$

$$P_{\text{мін}} > 0;$$

$$84,22 > 0, \text{ задовільняється}.$$

Отже, для ділянки фундаменту на осі А в межах 2 – 7 осей було розраховано ширину стрічкового фундаменту та отримано розмір 1,6 м при глибині залягання 1,5 м, переріз фундаменту наведено на рис. 3.1.

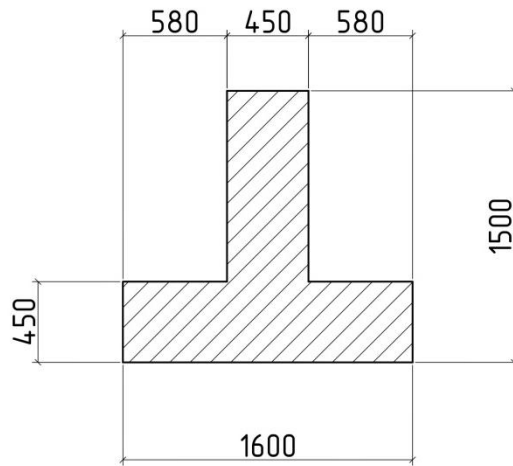


Рисунок 3.1 – Поперечний переріз розрахованого фундаменту

### **Висновок**

У межах розробки конструктивного розділу кваліфікаційної роботи було виконано комплексне проектування та технічне обґрунтування параметрів підземної частини будівлі. Основну увагу приділено технологічним етапам зведення монолітного стрічкового фундаменту, специфіці підготовки надійної основи, а також детальній послідовності виконання земляних і бетонних робіт. У ході аналізу детально розглянуто процеси утворення жорстких конструктивних зв'язків між елементами підстави та надземними тримальними стінами будівлі з урахуванням сучасних будівельних регламентів.

На основі вихідних інженерно-геологічних умов майданчика було проведено розрахунок взаємодії фундаментної стрічки з ґрунтовою основою за граничними станами другої групи. Шляхом послідовних наближень визначено оптимальну ширину подошви конструкції, яка забезпечує рівномірний розподіл експлуатаційних навантажень. Виконана перевірка середнього та крайового тиску підтвердила міцність, стійкість будівлі проти перекидання та відповідність напружень тримальній здатності шарів основи, що гарантує загальну надійність споруди під час довготривалої експлуатації.

## **4. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА**

### **4.1. Постановка завдань проєктування**

Проєктні рішення організаційно-технологічного блока деталізують зведення цегляних стін та монтаж збірних перекриттів першого поверху будівлі. Приділено увагу вибору раціональних методів виконання робіт. Організація робочих місць базується на чіткому розподілі праці у ланках мулярів і монтажників із дотриманням нормативів з охорони праці. Розрахункова частина містить обчислення обсягів мурування і влаштування перекриттів, визначення трудовитрат і машино-годин, параметричний підбір крана та побудову лінійного графіка. Результатом проєктування є комплексна технологічна карта на суміщене виконання кам'яних та монтажних процесів під час спорудження першого поверху (схема на рис. 4.1).

### **4.2. Вихідні дані та загальні відомості про проєкт**

Зводиться житлова триповерхова секція. Матеріалом для мурування стін виступає керамічна цегла. Переkritтя, залежно від призначення, виконуються з керамічної цегли та газоблоку. Ширина несучих стін складає 380, 510 та 630 мм, перекриттів 80, 120 та 300 мм. Висота поверху – 3 м, просвіт між перекриттями – 2,78 м. Монтажні роботи включають в себе монтаж збірних залізобетонних перекриттів. Кам'яні роботи: зведення стін та перегородок.

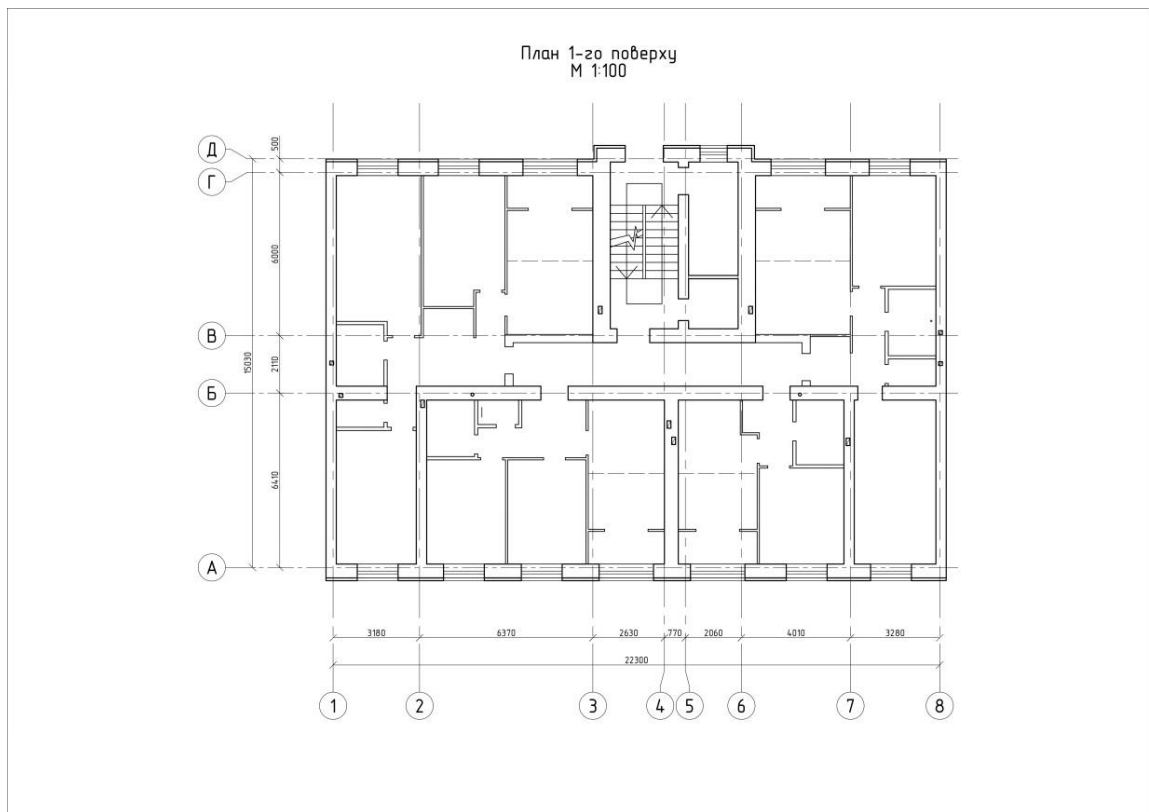


Рисунок 4.1 – План першого поверху

#### 4.3. Розрахунок об'ємів будівельних робіт

Обчислення масштабів монтажних та кам'яних процесів є базою для точного визначення матеріально-технічної потреби та формування кошторисної вартості будівництва. Розрахунок кубатури цегляного мурування стінових конструкцій та перегородок виконано геометричним методом за зовнішніми габаритами будівлі, віднімаючи площу віконних і дверних прорізів. Обчислення кам'яних робіт проводилися на основі галузевих норм часу [12]. Монтаж перекриттів, улаштування швів – кошторисних норм [11]. Отримані підсумкові показники занесені до табл. 4.1.

Для перекриттів проєкту прийняті плити ПК товщиною 220 мм. Специфікацію перекриттів на 1 поверх наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 – Розрахунок об'ємів кам'яних робіт

№	Найменування	Площа	Площа прорізів, м <sup>2</sup>	Площа за	Обсяг,	Обсяг,
---	--------------	-------	--------------------------------	----------	--------	--------

	видів кладки, товщина	стіл, м <sup>2</sup>	вікон	дверей	загальні	винятком прорізів, м <sup>2</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>2</sup>
1	Кладка зовнішніх стіл, 380 мм	91,8	-	-	-	91,8	34,88	-
2	Кладка зовнішніх стіл, 510 мм	131,4	35,84	-	35,84	95,56	48,74	-
3	Кладка внутрішніх стіл, 380 мм	54,57	-	3,6	3,6	50,97	19,37	-
4	Кладка внутрішніх стіл, 510 мм	80,22	-	10,34	10,34	69,88	35,64	-
5	Кладка внутрішніх стіл, 630 мм	33,78	-	-	-	33,78	21,28	-
6	Кладка цегляних перегородок, 120 мм	72,22	-	11,4	11,4	60,82	-	60,82
7	Кладка перегородок з газоблоку, 80 мм	156,71	-	29,4	29,4	127,31	-	127,31
8	Кладка перегородок з газоблоку, 300 мм	21,85	-	4	4	17,85	5,36	-
	Разом						165,27	188,13

Таблиця 4,2 – Визначення об’ємів монтажних робіт

№	Позначення	Найменування	Кількість	маса, т	Маса на поверсі, т
1	ПК 19-10-8	Плита перекриття	2	0,63	1,26
2	ПК 19-12-8	Плита перекриття	2	0,80	1,60
3	ПК 19-15-8	Плита перекриття	1	0,95	0,95
4	ПК 32-15-8	Плита перекриття	4	1,58	6,32
5	ПК 33-15-8	Плита перекриття	4	1,60	6,40
6	ПК 63-12-8	Плита перекриття	1	2,25	2,25
7	ПК 63-15-8	Плита перекриття	9	3,00	27,00
8	ПК 80-10-8	Плита перекриття	1	2,50	2,50
9	ПК 80-12-8	Плита перекриття	5	2,83	14,15
10	ПК 80-15-8	Плита перекриття	6	3,75	22,50
	Разом		35		84,93

#### 4.4. Розрахунок трудомісткості та витрат машинного часу

Наступним етапом є калькуляція трудовитрат людей та техніки. Її наведено в табл. 4.2. Всі стіни є простої складності та без розшивки швів.

Таблиця 4.2 – Калькуляція трудовитрат

№	Найменування робіт	Од. виміру	К-ть	Норма часу		Працевитрати та машиновитрати нормативні	
				люд.- год	маш.- год	люд. - зм.	маш.- зм.
1	Кладка зовнішніх стін, 380 мм	м <sup>3</sup>	34,88	4,1	-	17,88	-
1	2	3	4	5	6	7	8

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
2	Кладка зовнішніх стін, 510 мм	м <sup>3</sup>	48,74	4,4	-	26,88	-
3	Кладка внутрішніх стін, 380 мм	м <sup>3</sup>	19,37	5,0	-	12,13	-
4	Кладка внутрішніх стін, 510 мм	м <sup>3</sup>	35,64	4,4	-	19,63	-
5	Кладка внутрішніх стін, 630 мм	м <sup>3</sup>	21,28	4,1	-	11,13	-
6	Кладка цегляних перегородок, 120 мм	м <sup>2</sup>	60,82	0,8	-	6,75	-
7	Кладка перегородок з газоблоку, 80 мм	м <sup>2</sup>	127,31	0,6	-	10,5	-
8	Кладка перегородок з газоблоку, 300 мм	м <sup>3</sup>	5,36	3,3	-	2,5	-
9	Монтаж плит перекриття	100 шт.	0,35	332,8	46,98	14,56	2,06
10	Улаштування швів	100 м	2,3	3	-	0,9	-
11	Влаштування захисних козирків	100 м	0,76	31,1	0,25	3	0,02
	Разом					125,86	2,08

#### 4.5. Обґрунтування та вибір монтажного крану

Враховуючи специфіку будівництва, будівництво потребує автокран. Для його підбору необхідно поетапно перевірити наступні характеристики: виліт стріли, максимальну вантажопідйомність та висоту підйому.

Розраховувати максимальну вантажопідйомність будемо за найважчим елементом конструкції, використаної в будівництві об'єкту. В нашому випадку це плита перекриття ПК 80-15-8 масою 3,75 т [28].

Отже, потреба в вантажопідйомності дорівнює:

$$Y = Q + q, \quad (26)$$

де,  $Q$  – маса найважчого елемента, т;

$q$  – вага строп, 0,5 т.

$$Y = 3,75 + 0,5 = 4,25 \text{ т}$$

Висота підйому складає 10,6 м.

Габаритні розміри об'єкту будівництва 22,8x15,5 м. Для мобільного крану приймаємо виліт 13 м. Прив'язку крану до будівлі наведено на рис. 4.2

Таким чином, вантажопідйомність повинна складати не менше 4,25 т, виліт – 13 м, висота підйому - 11 м.

Обираємо кран КТА-32 [27].

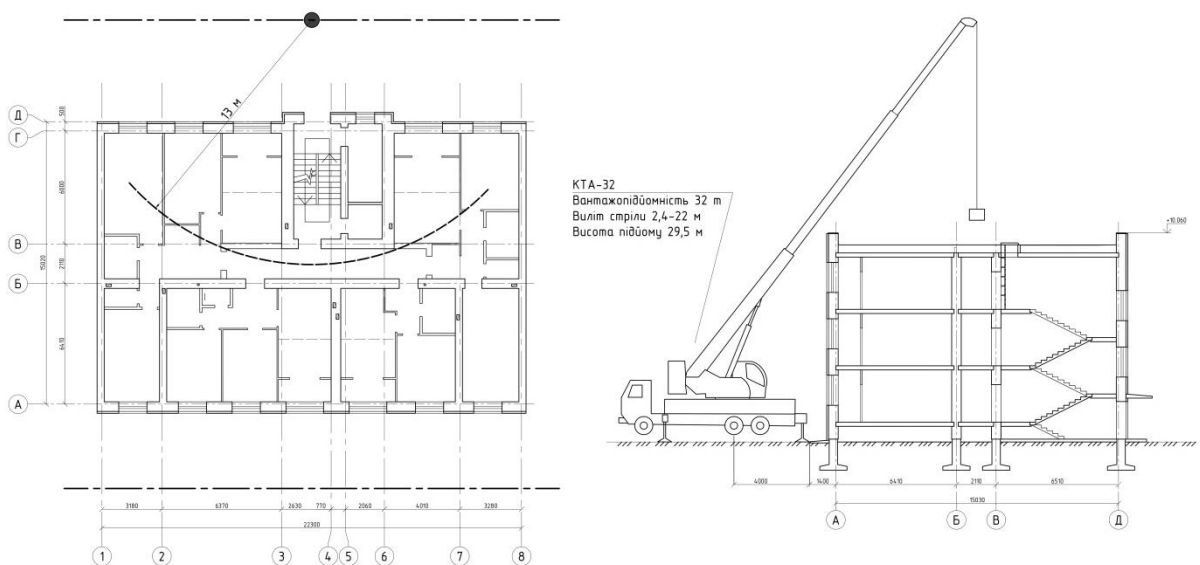


Рисунок 4.2 – Прив'язка крану до будівлі

#### **4.6. Технологічна послідовність виконання процесів**

Для монтажу несучих та огорожувальних елементів застосовується рядова керамічна цегла (формату 250×120×65 мм) на цементно-піщаному розчині. Товщина цегляних стін диференціюється залежно від їхнього конструктивного призначення і становить 380 мм (у 1,5 цеглини), 510 мм (у 2 цеглини) та 640 мм (у 2,5 цеглини). Огороджувальні конструкції санвузлів та приміщень із підвищеною вологістю виконуються з повнотілої керамічної цегли завтовшки 120 мм (у півцеглини). Внутрішні ненесучі міжкімнатні перегородки передбачено виконувати з газобетонних блоків розміром 600×240×80 мм. Міжквартирні перегородки (між загальним коридором та житловими приміщеннями квартир) зводяться з газобетонних блоків розміром 610×200×300 мм (мурування завтовшки 300 мм) із застосуванням спеціальної клейової суміші для тонкошарового мурування.

Зведення стінових конструкцій будівлі здійснюється потоково-розчленяльним методом із розподілом об'єкта на технологічні захватки, ділянки та яруси. Організація праці ланок каменярів розрахована на ведення процесів в одну зміну. За висотою процес мурування кожного поверху розбивається на окремі технологічні яруси висотою по 1200 мм. Зведення конструкцій першого ярусу виконується безпосередньо з позначки плити перекриття (+0.100). Для переходу на наступні рівні передбачено циклічне встановлення інвентарних шарнірно-панельних підмостей. Перше підняття риштувань (1-й рівень помостів) здійснюється на відмітку +1.100, з якої виконується викладання другого ярусу стіни заввишки 1200 мм. Наступний етап передбачає нарощування конструкцій підмостей (2-й рівень помостів) із переміщенням робочого настилу на відмітку +2.100. Схему розбивки ярусів наведено на рис. 4.3. Перестановка підмостей за висотою та вертикальне транспортування матеріалів на робочі горизонти реалізується за допомогою крану КТА-32.

У межах кожної ділянки безпосередньо вздовж фронту робіт організовується робоче місце каменяра загальною шириною 2600 мм, яке

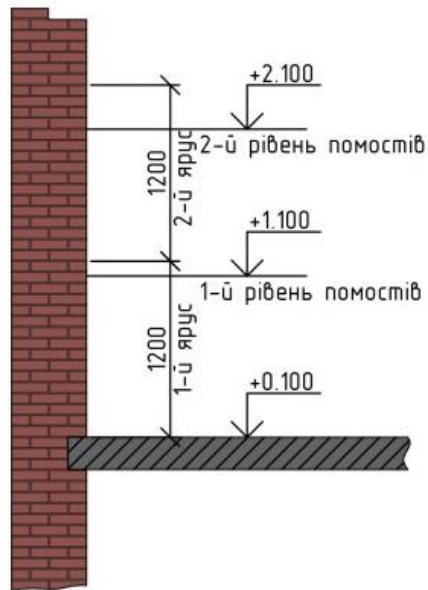


Рисунок 4.3 – Схема розбивки цегляної кладки стіни на яруси

функціонально розподіляється на три паралельні технологічні зони. Безпосередньо біля стіни товщиною 510 мм розташовується робоча зона шириною 700 мм, призначена для вільного пересування робітників і безперешкодного виконання операцій із укладання цегли. За нею облаштовується зона складування матеріалів шириною 1600 мм. У цій зоні за чіткою схемою розміщуються інвентарні ящики для розчину завдовжки 1420 мм та піддони з цеглою. Розподіл матеріалів координується з архіметрією фасадних прорізів: ящики з розчином встановлюються навпроти віконних прорізів, завдовжки 1500 мм, а піддони з цеглою розміщуються навпроти простінків завширшки 1360 мм. Для забезпечення зручності стропування та безпеки праці між ящиками та піддонами витримується фіксований технологічний розрив у 200 мм. Зовнішній край робочого простору займає вільна прохідна зона шириною 300 мм, яка забезпечує переміщення лінійного персоналу та безпечне переміщення вантажів краном.

Щоб рівномірно розподілити робітників ділянками, проводимо розрахунок довжин ланок:

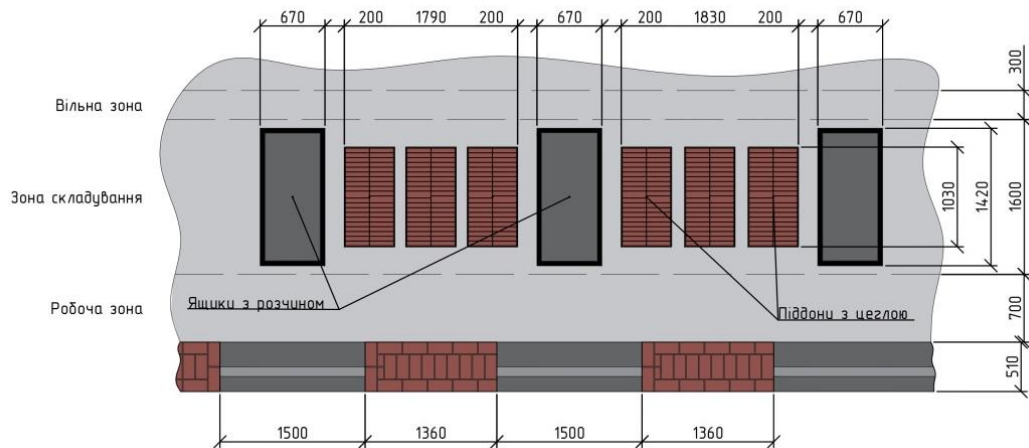


Рисунок 4.4 – Схема організації робочого місця каменяря

$$L = \frac{n_k \times t_{см} \times k_{пр}}{a \times h \times H_{вр}}, \quad (27)$$

де,  $t_{см}$  – тривалість зміни, год;

$n_k$  – склад ланки, осіб;

$k_{пр}$  – коефіцієнт прорізів стін;

$a$  – товщина стіни, м;

$h$  - висота ярусу, м;

$H_{вр}$  – норма часу.

Для зовнішніх стін 0,38 м:

$$L_1 = \frac{2 \times 8 \times 1}{0,38 \times 1,2 \times 4,1} = 8,6 = 9 \text{ м.}$$

Для зовнішніх стін 0,51 м:

$$L_2 = \frac{2 \times 8 \times \frac{131,4}{95,56}}{0,51 \times 1,2 \times 4,4} = 8,2 = 9 \text{ м.}$$

Для внутрішніх стін 0,38 м:

$$L_3 = \frac{2 \times 8 \times \frac{54,57}{50,97}}{0,38 \times 1,2 \times 5} = 8,2 = 9 \text{ м.}$$

Для внутрішніх стін 0,51 м:

$$L_3 = \frac{2 \times 8 \times \frac{80,22}{69,88}}{0,51 \times 1,2 \times 4,4} = 6,8 = 7 \text{ м.}$$

Для внутрішніх стін 0,63 м:

$$L_3 = \frac{2 \times 8 \times 1}{0,63 \times 1,2 \times 4,1} = 5,2 = 6 \text{ м.}$$

Для перегородок цегляних 0,12 м:

$$L_3 = \frac{2 \times 8 \times \frac{72,22}{60,82}}{1,2 \times 0,8} = 19,8 = 20 \text{ м.}$$

Для перегородок з газоблоку 0,08 м:

$$L_3 = \frac{2 \times 8 \times \frac{156,71}{121,31}}{1,2 \times 0,6} = 28,7 = 29 \text{ м.}$$

Для перегородок з газоблоку 0,3 м:

$$L_3 = \frac{2 \times 8 \times \frac{21,85}{18,85}}{0,3 \times 1,2 \times 3,3} = 15,6 = 16 \text{ м.}$$

Таким чином, на кожній захватці працює по 2 муляри. Ділянки для ланок варіюються від 7 метрів для внутрішніх стін 0,51 м, до 29 метрів для перегородок з газоблоку 0,08 м.

План перекриттів наведено на рис. 4.5.

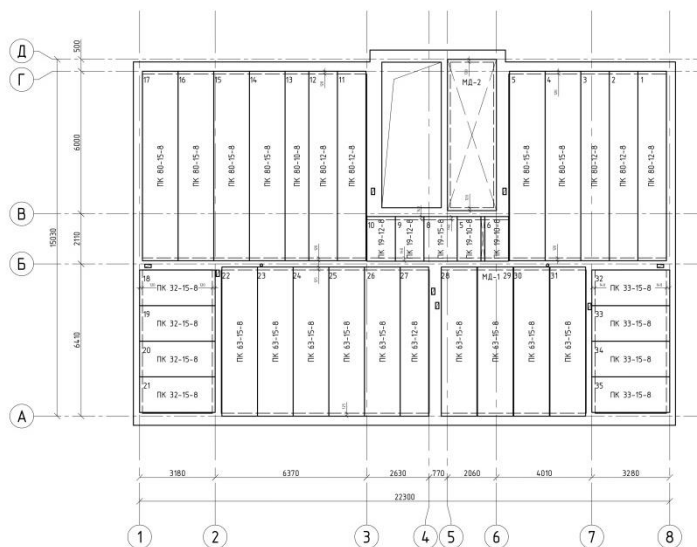


Рисунок 4.5 – План перекриттів секції

#### **4.7. Проектування графіку виконання робіт**

Моделювання часових параметрів будівництва за допомогою календарного графіка виступає ключовим інструментом координації та раціонального структурування виробничих процесів. Його розробка спрямована на покрокове планування будівельного циклу, регламентацію строків виконання окремих технологічних операцій, а також оперативний моніторинг і коригування ходу робіт у разі виникнення відхилень. Інформаційним підґрунтям для формування часової матриці проєкту слугують деталізована номенклатура процесів, встановлена черговість та взаємозв'язок їх реалізації (суміщення або послідовність), тривалість кожної процедури, а також обсяги залучення трудових і матеріально-технічних засобів. Результати проведених розрахунків систематизовано й узагальнено у табл. 4.4.

Побудувавши календарний графік, ми бачимо, що термін виконання поставлених робіт займе 36 діб.

Таблиця 4.4 – Графік виконання робіт

Найменування робіт	Од. вим.	Кількість	Грудовитрати				Прийняті механізми	Склад бригади	Зміни	Дні
			нормативні		фактичні					
			люд.-зм.	маш.-зм.	люд.-зм.	маш.-зм.				
Монтаж перекриття	100 шт.	0,35	14,56	2,06	15	2	КТА-32	5	1	2
Улаштування швів	100 м	2,3	0,9	-	1	-	-	1	1	1
Кладка зовнішніх стін	м <sup>3</sup>	83,62	44,76	-	44	-	-	4	1	11
Кладка внутрішніх стін	м <sup>3</sup>	76,31	42,9	-	44	-	-	4	1	11
Кладка перегородок з цегли	м <sup>2</sup>	60,82	6,8	-	6	-	-	2	1	3
Кладка перегородок з газоблоку 0,08 м	м <sup>2</sup>	127,3	10,5	-	10	-	-	2	1	5
Кладка перегородок з газоблоку 0,3 м	м <sup>3</sup>	5,36	2,5	-	2	-	-	2	1	2
Улаштування захисних козирків	100 м козирків	0,76	3	0,02	3	1	КТА-32	3	1	1

Продовження таблиці 4.4

Найменування робіт	Дні																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
Монтаж перекриття																																								
Улаштування швів																																								
Кладка зовнішніх стін																																								
Кладка внутрішніх стін																																								
Кладка перегородок з цегли																																								
Кладка перегородок з газоблоку 0,08 м																																								
Кладка перегородок з газоблоку 0,3 м																																								
Улаштування захисних козирків																																								

#### 4.8. Оцінка техніко-економічної ефективності

Оцінка результативності розробленого проекту організації робіт, рівня використання залучених ресурсів та ефективності праці персоналу базується на аналізі ТЕП будівництва. Розрахунок цих критеріїв дозволяє підтвердити доцільність обраної технології та оптимізувати витрати на реалізацію проекту. Підсумкові інженерно-економічні параметри наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.4 – Інженерно-економічні параметри

№ п/п	Найменування	Кам'яні роботи		Од. вим.	Монтажні роботи
		Од. вим.	Стіни		
1	Обсяг робіт	м <sup>3</sup>	165,27	од.	35
2	Загальні працевитрати	люд.-зм.	90,2	люд.-зм.	14,6
3	Питома працестійкість	люд.-зм./м <sup>3</sup>	0,6	люд.-зм./од.	0,4
4	Виробіток працівника за зміну	м <sup>3</sup> /люд.-зм.	1,8	од./люд.-зм.	2,4
5	Виробіток на бригаду працівників	м <sup>3</sup>	41,31	од.	7
На весь обсяг робіт					
6	Працевитрати	люд.-зм.	125		
7	Загальна тривалість робіт	днів	39		

#### 4.9. Забезпечення матеріально-технічними ресурсами

У цьому пункті перераховано всі матеріально-технічні ресурси для бригади каменярів з 4-х робітників. Склад нормокомплекту підібрано відповідно до технології виконання мулярських робіт, організації праці в

ланках та специфіки використання дрібноштучних матеріалів. Весь інструмент забезпечує дотримання геометричної точності мурування, високу продуктивність праці та вимоги техніки безпеки. Дані занесено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 Забезпечення матеріально-технічними ресурсами

№	Найменування	Кількість
Виробничий інструмент		
1	Кельма будівельна	4
2	Молоток-кирка	4
3	Шнур-причалка	4
Спеціальний виробничий інструмент для робіт з газоблоком		
4	Ківш-шарпак	2
5	Ножівка	2
6	Штроборіз ручний	1
7	Гумова киянка	2
Контрольно-вимірювальні прилади		
8	Будівельний рівень, 0,6 м	2
	1,5 м	1
9	Висок будівельний	2
10	Кутник будівельний	1
11	Рулетка вимірювальна, 10 м	2
Інвентар		
12	Ящик для розчину	3
13	Лопата ковшова	1
Засоби індивідуального захисту		
14	Каска будівельна	4
15	Прогумовані рукавиці, пар	8

#### **4.10. Контроль якості та приймання робіт**

Процедура кінцевого та проміжного оцінювання виконаних обсягів мурування огорожувальних елементів і внутрішніх перегородок базується на неухильному дотриманні положень чинних вітчизняних регламентів у будівельній галузі. Організація цього процесу передбачає трирівневий моніторинг, який охоплює перевірку сертифікатів відповідності штучних матеріалів на початковому етапі, безпосередній операційний нагляд під час формування стінового масиву ланками мулярів, а також підсумкову інспекцію об'єкта. Протягом покрокового ведення робіт відповідальні інженерно-технічні працівники систематично вимірюють товщину горизонтальних і вертикальних швів, заповнення розчином міжблокових просторів, а також контролюють збереження цілісності обраної системи перев'язки. Геометрична точність геометричних параметрів споруди визначається шляхом інструментального вимірювання відхилень поверхонь, кутів і простінків від вертикальної осі за допомогою будівельних висків і рівнів різної довжини. Згідно з встановленими технічними допусками, загальна похибка площини від вертикалі в межах одного поверху не може перевищувати встановлені нормами десять міліметрів, а горизонтальність рядів на кожні десять метрів стіни перевіряється на відсутність зміщень понад п'ятнадцять міліметрів. Крім того, окрема увага приділяється товщині швів, середній показник яких повинен утримуватися в межах дванадцяти міліметрів для горизонтальних рядів та десяти міліметрів для вертикальних стиків із можливим коливанням у кілька міліметрів в обидва боки. Особливістю капітального будівництва є необхідність документального оформлення процесів, які стають недоступними для візуальної перевірки після влаштування суміжних конструктивних елементів. До таких критичних етапів належать процеси встановлення металевих закладених деталей, анкерування, улаштування арматурних сіток у швах газобетонних блоків, а також зони безпосереднього обпирання залізобетонних плит перекриття на несучі цегляні стіни за допомогою крана. Усі зазначені операції в обов'язковому порядку

фіксуються в актах огляду прихованих робіт, що підписуються представниками технічного нагляду замовника, авторського нагляду та виконавцем робіт безпосередньо на майданчику. Повне та остаточне приймання зведених кам'яних конструкцій відбувається під час підписання комплексного акта здачі-приймання готового об'єкта, який підтверджує повну відповідність зведеної будівлі затвердженим робочим кресленням та стандартам надійності.

#### **4.11. Безпека праці та життєдіяльності на будівництві**

Проведення будь-яких кам'яних робіт із монтажу огорожувальних та внутрішніх стінових конструкцій, монтажу перегородок, зміни положення робочих риштувань, а також виконання пов'язаних із ними вантажопідйомних і транспортних операцій регламентується суворим дотриманням положень ДБН. Правила безпеки повністю виключають можливість ведення кладки зовнішніх стінових огорожень товщиною менше 0,75 м, якщо каменяр перебуває безпосередньо на конструкції, що зводиться. Весь комплекс монтажних процесів дозволено реалізовувати виключно з міжповерхових залізобетонних перекриттів або з настилів інвентарних шарнірно-панельних підмостей, які пройшли відповідні випробування.

Зважаючи на те, що загальна висота триповерхової житлової будівлі становить понад 7 метрів, безпека праці на прилеглій території забезпечується монтажем уловлювальних захисних козирків по всьому зовнішньому контуру споруди. Проектний виліт таких захисних екранів має становити щонайменше 1,5 м від площини фасаду. Їх кріплення виконується з обов'язковим ухилом у напрямку до будівлі, при цьому кутовий параметр між нижньою ділянкою стіни та робочою площиною уловлювача має дорівнювати  $110^\circ$ . Гранична величина технологічного зазору в місці примикання настилу екрана до конструкції фасаду обмежена значенням 50 мм.

Початкова лінія захисних козирків, обладнана суцільним дощатим або металевим щитовим покриттям, монтується на рівні, що не перевищує 6 м від нульової позначки землі. Цей захисний пояс залишається нерухомим у

змонтованому стані до повного завершення мурування стін верхнього ярусу. Наступний лінійний ряд уловлювачів, який може бути виконаний як суцільним, так і з міцної металевої сітки з розміром чарунок не більше 50×50 мм, фіксується на висоті від 6 до 7 м над першим рівнем екранів. Надалі, паралельно з нарощуванням висоти будівлі, цей ряд циклічно переміщується вантажопідйомним краном через кожні 6–7 м вертикального підйому. Кронштейни та вузли кріплення козирків до стін повинні мати запас міцності, розрахований на динамічне навантаження від падіння випадкових предметів, а крайня кромка екранів маркується сигнальним кольором.

Персонал, залучений до процесів монтажу, періодичного очищення від накопиченого сміття, залишків розчину чи атмосферних опадів, а також до демонтажу елементів захисту, в обов'язковому порядку забезпечується випробуваними запобіжними поясами, які фіксуються до надійних анкерних точок споруди. Використання площини захисних козирків як ходових містків, опорних майданчиків під риштування чи місць для тимчасового складування цегли, газобетону, тари з розчином або відходів матеріалів суворо заборонено.

## **5. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ**

### **5.1. Ключові цілі**

Державна політика у сфері безпеки життєдіяльності персоналу орієнтована на створення безкомпромісно захищених умов на кожному робочому місці. Реалізація цієї стратегії спирається на розгалужену систему національних законодавчих актів та будівельних регламентів, серед яких засадничими є Закон України «Про охорону праці», чинні вимоги [21] щодо експлуатації екранних пристроїв, нормативи проєктування офісних просторів [1], а також профільні стандарти мікрокліматичного режиму [9] та інсоляції [19]. Відповідно до правових норм вітчизняного законодавства, саме на керівництво підприємства покладається персональна відповідальність за організацію виробничого середовища, що повністю відповідає діючим

стандартам, та за неухильне дотримання законних прав колективу на безпечні умови праці. У межах цієї кваліфікаційної роботи метою розробки спеціалізованого розділу є моделювання та інженерне обґрунтування ергономічного, здорового та безпечного простору всередині архітектурно-конструкторського відділу під час тривалого комп'ютерного моделювання, високоточних інженерних розрахунків та інтенсивного випуску великоформатних креслярських матеріалів.

## **5.2. Специфікація будівельного майданчика**

У межах виконання кваліфікаційної роботи базовим об'єктом дослідження визначено архітектурно-конструкторський відділ.

## **5.3. Технологічний регламент операцій, що здійснюються на майданчику проєктування**

Трудова діяльність інженера-конструктора в умовах сучасного проєктного відділу є складним багатокомпонентним процесом, який поєднує високу інтелектуальну напругу, аналітичне мислення та тривалу роботу з ПЕОМ і спеціалізованою оргтехнікою. У межах розробки архітектурно-конструктивної та містобудівної документації для житлового кварталу з інтеграцією об'єктів цивільного захисту використовуються:

- 3D-модель будинку, фасадів та складних підземних конструкцій;
- аналіз міцності фундаментів і стін сховища на вибухову хвилю;
- розробка транспортних схем, рельєфу та радіусів доступності;
- друк великоформатних креслень, специфікацій та пояснювальних записок.

## **5.4. Комплексна оцінка факторів виробничого середовища та робочих місць**

Специфіка професійних обов'язків фахівців архітектурно-конструкторського бюро формує особливі умови праці, насичені специфічними несприятливими чинниками, що комплексно впливають на організм проєктувальників.

У групі фізичних небезпек ключова роль належить порушенням параметрів робочого мікроклімату та відхиленням від норм систем штучного освітлення. Одночасна робота п'яти потужних персональних комп'ютерів, що оснащені моніторами з високою роздільною здатністю, разом із великоформатними копіювальними апаратами генерує значні обсяги теплової енергії. За умови недостатнього чи неефективного повітрообміну це призводить до перегріву повітряного середовища та порушення балансу вологості. Створення складних тривимірних ВІМ-моделей і деталізація графічних матеріалів потребують стабільного та якісного освітлення робочих поверхонь, мінімальна межа якого за чинними будівельними нормативами має сягати 500 лк. Нестача світла, поява відблисків або прямого засліплення від дисплеїв перевантажують зорову систему, викликаючи швидку втому очей та розвиток астенотичного синдрому. Додатковим деструктивним елементом є підвищений акустичний тиск, що виникає через роботу механічних вузлів та охолоджувальних систем лазерних плотерів під час роздрукування проєктних матеріалів великих форматів в умовах замкнутого кабінету. Окрім цього, тривала експлуатація комп'ютерного обладнання супроводжується формуванням низько- та високочастотних електромагнітних полів, накопиченням статичних зарядів на папері й меблях, а також створює ризики електротравматизму в разі пошкодження ізоляційного шару кабелів живлення.

Суттєву загрозу в межах конструкторського відділу становлять хімічні шкідливі чинники, які безпосередньо пов'язані з процесами друку. Під час інтенсивної роботи лазерних плотерів у повітря робочої зони потрапляє дрібнодисперсний тонерний пил, який через дрібну фракцію легко проникає глибоко в органи дихання, накопичуючись там і провокуючи появу хронічних респіраторних патологій. Паралельно з цим, високовольтні блоки іонізації друкарської техніки стають причиною утворення озону, який діє як агресивний окисник і у разі перевищення допустимих концентрацій подразнює слизові оболонки очей та дихальних шляхів. Процес термічного запікання фарби на паперових носіях у термовалах принтерів також супроводжується емісією

летких органічних сполук та токсичних парів смол, які без використання локальних систем витяжки швидко концентруються в об'ємі офісу.

Найбільш специфічними для інтелектуальної праці інженерів є психофізіологічні та нервово-емоційні навантаження. Процес розрахунку просторової стійкості будівель, аналіз міцності фундаментів і стін захисних споруд під дією вибухової хвилі вимагають від конструктора колосальних інтелектуальних зусиль та високої персональної відповідальності за безпеку людей, що відбувається в умовах обмеженого часу та дедлайнів. Опрацювання дрібних елементів фасадів, транспортних мереж та радіусів доступності на екранах моніторів змушує фахівця безперервно фіксувати увагу та тримати зоровий апарат у максимальній напрузі протягом усього робочого дня. Цей процес нерозривно пов'язаний із гіподинамією та тривалим перебуванням у вимушеній сидячій позі. Статичне навантаження на хребет і шийно-комірцеву зону призводить до застійних явищ у судинах та виникнення м'язових болів, що суттєво знижує загальний рівень працездатності всієї проєктної групи.

У межах комплексної ідентифікації та аналітичного аналізу чинників виробничого середовища конструкторського відділу першочерговим завданням є проведення наглядової діяльності щодо геометричних та просторово-планувальних параметрів робочої зони. Комфортність умов праці, збереження високого рівня працездатності інженерів-конструкторів та запобігання розвитку професійної патології опорно-рухового апарату безпосередньо залежать від відповідності площі та об'єму приміщення чинним санітарно-гігієнічним регламентам України.

Для об'єктивного математичного аналізу та перевірки умов праці штатної проєктної групи у складі 5 осіб (4 інженери-конструктори та 1 керівник проєкту) досліджено ізольоване офісне приміщення. Згідно з архітектурно-планувальними рішеннями, кімната має прямокутну форму з лінійними розмірами 6,0 x 7,5 м та висотою стелі 3,3 м. Забезпечення природного інсоляційного режиму реалізовано через два віконні блоки шириною 1,8 м,

розташовані на довшій (7,5 м) стороні огорожувальної конструкції, що гарантує рівномірне освітлення та унеможливорює утворення затінених зон [20] (рис. 5.1).

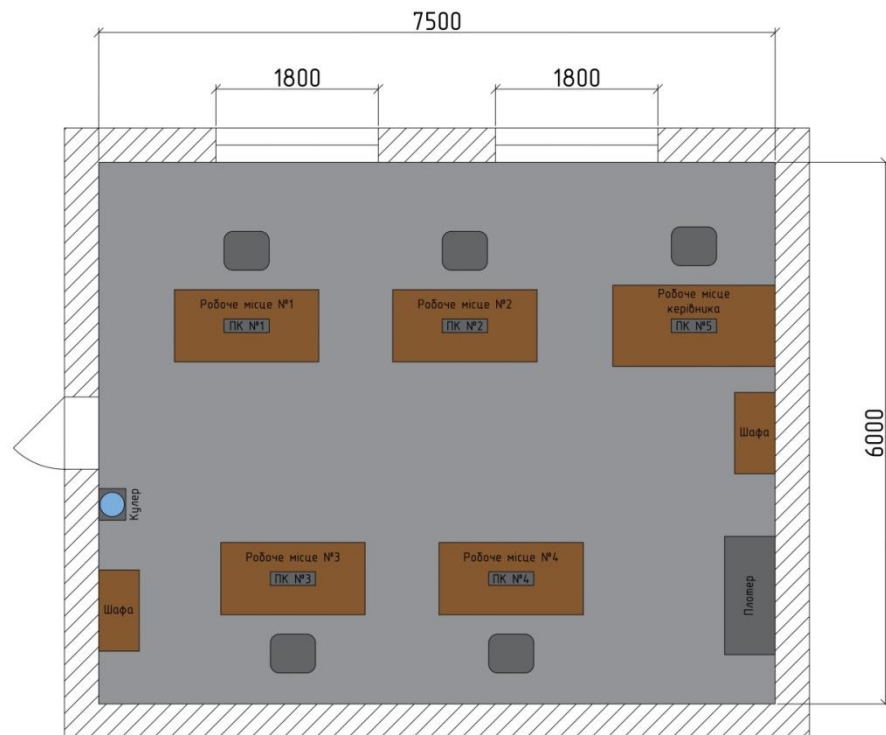


Рисунок 5.1 – План-розріз виробничого приміщення

Для теоретичного підтвердження гігієнічної відповідності та безпеки даного простору виконано інженерний наглядний розрахунок лінійних параметрів приміщення.

Визначення фактичних геометричних показників здійснюється за формулами:

$$S_{\phi} = 6 \cdot 7,5 = 45 \text{ м}^2;$$

$$V_{\phi} = 6 \cdot 7,5 \cdot 3,3 = 148,5 \text{ м}^3.$$

Відповідно до нормативів [1, 22], мінімальний поріг корисного простору на одного працівника ПЕОМ становить не менше  $7,65 \text{ м}^2$  площі та  $20 \text{ м}^3$  об'єму, а для керівника в межах даного методичного підходу закладено регламент у  $6 \text{ м}^2$  та  $20 \text{ м}^3$ . Розрахунок гранично допустимих нормативних лімітів для наявного штату групи виконується за математичними залежностями:

$$S_{\text{н}} = 7,65 \cdot 4 + 6 \cdot 1 = 36,6 \text{ м}^2;$$

$$V_H = 20 \cdot 5 = 100 \text{ м}^2;$$

Зіставлення отриманих аналітичних результатів доводить, що фактична площа має запас в  $8,4 \text{ м}^2$ , об'єм – на  $48,5 \text{ м}^3$ .

### **5.5. Формування комплексу організаційних рішень щодо мінімізації виробничого травматизму**

У рамках формування комплексу організаційних рішень, спрямованих на запобігання травматизму та збереження здоров'я персоналу конструкторського відділу, першочергова увага приділяється впровадженню багаторівневої системи адміністративного контролю та оптимізації трудового процесу. Базовим елементом цієї діяльності є розробка інструкцій з безпеки праці для інженерно-технічних працівників і систематичне проведення інструктажів, що включають вступний, первинний безпосередньо на робочому місці, а також повторні цикли перевірки знань кожні шість місяців. Зважаючи на специфіку діяльності підрозділу, яка пов'язана з тривалою експлуатацією персональних комп'ютерів та іншої офісної оргтехніки, обов'язковою умовою є проходження персоналом спеціального навчання з електробезпеки з присвоєнням відповідної групи допуску.

Важливою складовою управлінських заходів виступає раціоналізація режиму праці та відпочинку користувачів електронно-обчислювальних машин, яка передбачає диференційоване введення регламентованих перерв тривалістю по десять-п'ятнадцять хвилин через кожні дві години безперервної роботи, що дозволяє суттєво знизити загальну втому, нервово-психічне напруження та запобігти виникненню професійних захворювань зорового і опорно-рухового апаратів.

Паралельно з цим на рівні керівництва відділу реалізуються заходи щодо ергономічного планування робочих зон і правильного просторового розміщення меблів, де столи орієнтують відносно джерел природного освітлення таким чином, щоб сонячне світло падало з лівого боку, виключаючи появу дзеркальних відблисків на екранах моніторів. При цьому суворо

контролюється дотримання нормативних відстаней між суміжними робочими місцями задля мінімізації впливу сумарних електромагнітних полів від сусіднього обладнання.

Комплекс організаційних рішень також охоплює координацію проходження співробітниками обов'язкових попередніх під час прийому на роботу та регулярних періодичних медичних оглядів із залученням профільних спеціалістів, зокрема офтальмолога та невропатолога. Завершальним етапом побудови безпечного середовища є чіткий розподіл повноважень, що закріплюється офіційним призначенням посадових осіб, відповідальних за загальний стан охорони праці, пожежну безпеку та своєчасне усунення виявлених небезпечних чинників у межах усього конструкторського бюро.

## 5.6. Обґрунтування та інженерний розрахунок параметрів захисного устаткування

### Розрахунок вентиляції приміщення

Оскільки у нашому конструкторському відділі присутній широкоформатний плотер [29], ми будемо розраховувати сумарний об'єм повітрообміну, що буде складатися з обміну захисного боксу (рис. 5.2) плотера та загального обміну.

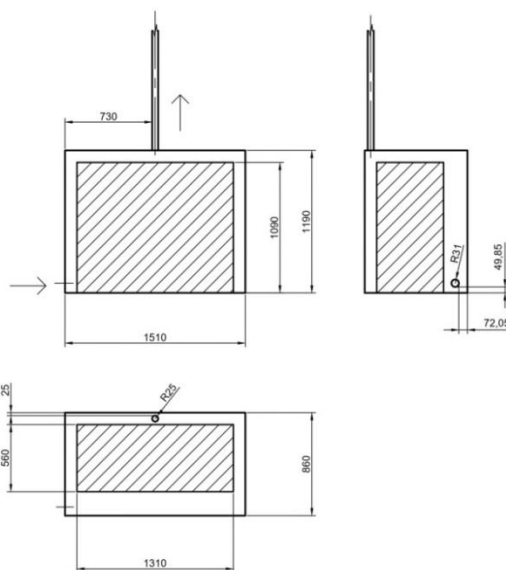


Рисунок 5.2 – Захисний короб для лазерного плотера

Загальний повітрообмін:

$$L_3 = n \cdot q, \quad (28)$$

де,  $n$  – кількість працюючих у приміщенні, осіб;

$q$  – витрати повітря одним працівником, приймається  $20 \text{ м}^3/\text{год}$ .

$$L_3 = 5 \cdot 20 = 100 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Повітрообмін для захисного куба:

$$L_{3.к.} = V \cdot k, \quad (29)$$

де,  $V$  – об'єм захисного куба;

$k$  – кратність повітрообміну, разів/год.

$$L_{3.к.} = 2,35 \cdot 4 = 9,4 \frac{\text{м}^3}{\text{год}};$$

$$V = 1,51 \cdot 1,31 \cdot 1,19 = 2,35 \text{ м}^3.$$

Вибір кратності повітрообміну  $k = 4$  рази на годину обумовлений відсутністю в офіційній документації плотера точних кількісних показників емісії небезпечних сполук, що унеможливорює проведення класичного хімічного розрахунку за масою виділень. Такий режим вентиляції є технологічно необхідним для запобігання застоюванню ультрадисперсних часток тонера, озону та летких органічних сполук у замкненому просторі, що захищає оптику і механічні вузли обладнання від передчасного псування, а також повністю виключає накопичення специфічних запахів.

$$L = L_3 + L_{3.к.} = 109,4 = 110 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Отже, для комфортних та, головне, безпечних умов праці необхідно, щоб вентиляція мала продуктивність повітрообміну у розмірі не менше ніж  $110 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Розрахунок кондиціонування

Починаємо з розрахунків теплопритоків:

$$Q = S \cdot h \cdot q, \quad (30)$$

де,  $S$  = площа приміщення;

$h$  – висота стелі;

$q$  – коефіцієнт теплопритоків приміщення,  $35 \text{ Вт/м}^3$ .

$$Q = 45 \cdot 3,3 \cdot 35 = 5198 \text{ Вт} = 5,2 \text{ кВт};$$

Розрахунок потужності кондиціонеру:

$$P_{\text{хп}} = \frac{S}{10} + Q + (0,1 \cdot n_{\text{п}}) + (0,3 \cdot n_{\text{е.п}}), \quad (31)$$

де,  $n_{\text{п}}$  – кількість працюючих у приміщенні, осіб;

$n_{\text{е.п}}$  – кількість електричних приладів у приміщенні, шт.

$$P_{\text{хп}} = \frac{45}{10} + 5,2 + (0,1 \cdot 5) + (0,3 \cdot 6) = 12 \text{ кВт}.$$

Приймаємо напівпромисловий інверторний кондиціонер NCSI48EH1, потужністю 14 кВт (рис. 5.3) [26].



Рисунок 5.3 – Напівпромисловий інверторний кондиціонер NCSI48EH1

## **5.7. Порядок надання невідкладної першої допомоги при виникненні травматичних ситуацій**

Алгоритм невідкладних дій у разі ураження електричним струмом на території інженерно-конструкторського бюро підпорядкований суворому регламенту, де ключовим фактором є швидкість реакції та особиста безпека особи, яка надає допомогу. Оскільки під впливом напруги виникає мимовільний судомний спазм м'язових тканин, що позбавляє постраждалого можливості самостійно розірвати контакт із лінією живлення, першочерговим завданням є примусове припинення дії струму на організм. Оптимальний метод полягає в оперативній деактивації локального сегмента мережі через знеструмлення групового щитка, вимкнення автоматичного запобіжника або витягування шнура живлення ПК чи периферійних пристроїв із розетки. За відсутності швидкого доступу до комутаційних апаратів, звільнення людини здійснюється за допомогою підручних сухих ізоляційних матеріалів – дерев'яного креслярського приладдя, пластикових елементів меблів чи цупкого текстилю, при цьому особі, яка рятує, суворо заборонено торкатися відкритих ділянок шкіри або вологого взуття травмованого.

Після евакуації потерпілого за межі небезпечної зони виконується моментальний моніторинг його базових життєвих показників: оцінюється рівень притомності через вербальний контакт і перевіряється наявність стабільного дихання за рухом грудної клітки протягом десяти секунд. Одночасно організовується екстрений виклик оперативно-рятувальної медичної служби із чітким зазначенням специфіки нещасного випадку, оскільки проходження струму через тіло здатне спровокувати відстрочену фібриляцію шлуночків серця. У критичній ситуації, коли природне дихання відсутнє, негайно розгортається протокол серцево-легеневої реанімації, що передбачає безперервний цикл із тридцяти компресійних натискань на грудину (глибиною до шести сантиметрів і темпом понад сто рухів на хвилину) та двох штучних вдихів, який продовжується до моменту відновлення автономних функцій або появи медичної бригади.

Коли людина перебуває у свідомості, але демонструє ознаки колапсу чи больового шоку, її необхідно розмістити на рівній площині, послабити комір сорочки чи краватку для вільного припливу кисню та забезпечити вентиляцію кімнати. За наявності локальних термічних уражень у точках входу й виходу електричного заряду, на пошкоджені зони накладаються сухі марлеві пов'язки без обробки медикаментозними засобами, а самого працівника загортають у теплу ковдру задля терморегуляції. Контроль стану потерпілого не припиняється ні на хвилину до передачі його лікарям, оскільки ризик раптового погіршення кардіодинаміки та втрати притомності залишається критично високим навіть за умови первинної адекватності людини.

## **5.8. Забезпечення пожежної безпеки**

Комплекс протипожежних заходів в інженерно-конструкторському бюро реалізується відповідно до вимог правил пожежної безпеки [16]. Згідно з класифікацією [8], робочі приміщення відділу, де зосереджена значна кількість обчислювальної техніки, графічних станцій та паперової документації, відносяться до пожежонебезпечної категорії В, що зумовлює встановлення суворого протипожежного режиму. Основними превентивними кроками в підрозділі є заборона експлуатації несправної оргтехніки, недопущення перевантаження силових електромереж та використання несертифікованих побутових нагрівальних приладів. Крім того, наказом керівництва обов'язково призначається посадова особа, відповідальна за протипожежний стан, а з персоналом проводяться регулярні інструктажі з відпрацюванням евакуаційних схем, які розміщуються на видимих місцях уздовж вільних для проходу шляхів виходу.

Згідно з вимогами Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників [17], приміщення відділу укомплектовуються первинними засобами пожежогасіння, де через наявність дорогого цифрового обладнання пріоритет надається вуглекислотним вогнегасникам класу ВВ, які дозволяють ліквідувати локальні осередки займання під напругою до 1000 В без ризику

пошкодження плати та мікросхем. Засоби гасіння фіксують у доступних зонах на нормативній висоті до 1,5 метра від підлоги та позначають інформаційними знаками безпеки. Належний рівень автоматичного захисту інженерного простору забезпечується інтеграцією локальних кімнат у загальнобудинкову систему протипожежного захисту, що передбачає встановлення чутливих стельових оптико-електронних димових сповіщувачів для виявлення загрози на ранній стадії та своєчасного запуску блоків мовного оповіщення про евакуацію.

### **Висновок**

Попри поширене упередження щодо повної безпеки умов праці в офісних приміщеннях, детальний аналіз робочих місць персоналу конструкторського бюро засвідчив наявність комплексу прихованих фізичних, хімічних та психофізіологічних шкідливих чинників. Основними деструктивними факторами в підрозділі визначено тривалу гіподинамію, викликану сидячим характером роботи, підвищене зорове й нервово-психічне напруження інженерів, а також емісію токсичних дрібнодисперсних сполук і газів у повітряне середовище під час експлуатації лазерного плотера. Задля досягнення нормативних параметрів виробничого середовища у проєкті виконано верифікацію питомих площ та кубатури приміщення з розрахунку на одного працівника. Для локалізації джерела хімічного забруднення спроектовано спеціальний герметичний захисний кожух для плотера, а також проведено інженерний розрахунок параметрів локальної витяжної вентиляції та загальної системи кондиціонування повітря. Окрім технічних рішень, у роботі детально регламентовано комплекс організаційно-управлінських заходів з охорони праці, алгоритми домедичної допомоги та систему протипожежного захисту проєктуємого об'єкта.

## **6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ**

### **6.1. Постановка аналітичних задач та вихідні параметри розрахунку**

Сучасне цивільне будівництво у прифронтових та деокупованих регіонах України потребує принципово нових підходів до просторового планування територій. Безпекова компонента перестає бути додатковим елементом благоустрою й перетворюється на базовий інфраструктурний базис, що регламентується оновленими державними будівельними нормами.

Даний економічний аналіз присвячений оцінці доцільності фінансування будівництва житлового кварталу в м. Богодухів Харківської області. Головною концептуальною особливістю проєкту є створення замкненого безпекового контуру: інтеграція споруд подвійного призначення під об'єктами соціальної інфраструктури та спорудження двох окремих капітальних сховищ класу захисту А-IV, що забезпечують 100% укриття всього населення мікрорайону (2 166 осіб).

Для приватного девелопера подібна комплексна система цивільного захисту виступає як унікальна торгова пропозиція, яка дозволяє максимізувати темпи реалізації нерухомості, мінімізувати термін експозиції об'єктів на ринку та сформувати стійку безпекову премію до вартості квадратного метра.

### **6.2. Маркетинговий аналіз ринку та механізм формування безпекової премії**

Географічне розташування об'єкта проєктування висуває підвищені вимоги до цивільної безпеки з боку потенційних покупців житла. Стандартні девелоперські проєкти без підземної захисної інфраструктури втрачають ліквідність.

Проведений моніторинг первинного ринку нерухомості східних регіонів України дозволяє зафіксувати такі закономірності:

1. Середня вартість 1 м<sup>2</sup> у новозбудованих житлових комплексах стандартного комфорт-класу в регіоні без спеціалізованих сховищ становить  $C_{\text{баз}} = 34000$  грн/м.

2. Наявність повноцінної автономної системи захисту, що гарантує збереження життя як дітей у закладах освіти, так і дорослого населення в капітальних сховищах, дозволяє девелоперу закласти безпекову премію у розмірі 18% відносно середньоринкових цін.

Розрахунок ринкової ціни реалізації 1 м<sup>2</sup> житла для досліджуваного об'єкта з урахуванням безпекової премії:

$$C_{\text{проект}} = C_{\text{баз}} \cdot (1 + C_{\text{безп}}), \quad (32)$$

де,  $C_{\text{проект}}$  – проектна ціна 1 м<sup>2</sup> житлової площі у безпечному кварталі, грн/м<sup>2</sup>;

$C_{\text{баз}}$  – середня базова ринкова вартість 1 м<sup>2</sup> житла у типовій новобудові в даному регіоні, грн/м<sup>2</sup>;

$C_{\text{безп}}$  – розмір безпекової цінової премії, виражений у десяткових дробах.

$$C_{\text{проект}} = C_{\text{баз}} \cdot (1 + 0,18) = 34000 \cdot 1,18 = 40120 \frac{\text{грн}}{\text{м}}.$$

Комерційний ефект від інтеграції об'єктів цивільного захисту полягає в отриманні додаткового доходу в розмірі 6 120 грн з кожного реалізованого квадратного метра житлової площі.

### **6.3. Розрахунок капітальних вкладень**

Згідно з методичними рекомендаціями, визначення первинних інвестиційних витрат здійснюється комбінованим методом укрупнених нормативів-аналогів.

Базою для розрахунку вартості надземної частини житлових будинків є офіційні показники опосередкованої вартості спорудження житла за регіонами України, затверджені Наказом Міністерства розвитку громад та територій України. Станом на поточний період нормативна вартість 1 м<sup>2</sup> для Харківської області становить [15]:

$$B_{\text{Мінрег}} = 27982 \frac{\text{грн}}{\text{м}}.$$

Загальна площа всіх квартир у мікрорайоні, що підлягає реалізації, становить  $F_{\text{житл}} = 63354 \text{ м}^2$ .

Сукупні капітальні вкладення в житлову частину становить:

$$K_{\text{житл}} = F_{\text{житл}} \cdot B_{\text{Мінрег}}; \quad (33)$$

$$K_{\text{житл}} = 63354 \cdot 28 = 1772772 \text{ тис. грн.}$$

Проект передбачає зведення однієї школи загальною площею  $2842 \text{ м}^2$  та двох дитячих садків площею  $418 \text{ м}^2$  кожен. Загальна площа соціальних об'єктів:

$$F_{\text{соц}} = 2842 + 418 \cdot 2 = 3678 \text{ м}^2.$$

Опосередкована вартість будівництва громадських та освітніх будівель із урахуванням улаштування у підвальних поверхах споруд подвійного призначення (посилені залізобетонні перекриття, герметичні двері, системи вентиляції) за укрупненими показниками становить  $32 \text{ тис. грн/м}^2$ . Капітальні вкладення в соціальну інфраструктуру з СПП:

$$K_{\text{соц}} = F_{\text{соц}} \cdot B_{\text{укр.соц.}}; \quad (34)$$

$$K_{\text{соц}} = 3678 \cdot 32 = 115857 \text{ тис. грн.}$$

Для забезпечення 100% захисту населення мікрорайону проєктуються два окремо розташовані підземні сховища класу А-IV. Згідно з архітектурно-планувальним рішенням проєкту, площа одного сховища становить  $1067 \text{ м}^2$ , відповідно загальна площа двох об'єктів цивільного захисту дорівнює:

$$F_{\text{схов}} = 1067 \cdot 2 = 2134 \text{ м}^2.$$

Укрупнена кошторисна вартість зведення капітальних підземних фортифікаційних споруд цивільного захисту класу А-IV (товстостінний монолітний залізобетон, противибухові пристрої, автономні дизель-генератори, фільтровентиляційні установки ФВУ-300, резервуари технічної води) становить  $42 \text{ тис. грн/м}^2$ .

Капітальні вкладення в повноцінні сховища:

$$K_{\text{схов}} = F_{\text{схов}} \cdot B_{\text{укр.схов.}}; \quad (35)$$

$$K_{\text{соц}} = 2134 \cdot 42 = 89628 \text{ тис. грн.}$$

За умовою завдання, фінансування здійснюється одномоментно власними коштами інвестора, без залучення зовнішніх кредитів.

$$I_0 = K_{\text{житл}} + K_{\text{соц}} + K_{\text{схов}}; \quad (36)$$

$$I_0 = 1772772 + 115857 + 89628 = 1978257 \text{ тис. грн.}$$

Оскільки соціальні та безпекові об'єкти є внутрішньою некомерційною інфраструктурою мікрорайону, всі витрати на їх будівництво девелоперу закладає у собівартість комерційних квадратних метрів:

$$C_{1\text{м}} = \frac{I_0}{F_{\text{житл}}}; \quad (37)$$

$$C_{1\text{м}} = \frac{1978257}{63354} = 31 \frac{\text{тис. грн}}{\text{м}}.$$

#### 6.4. Фінансове моделювання доходів та прибутковості проєкту

Операційний дохід формується за рахунок реалізації житлової площі за проєктною ціною, яка включає в себе безпекову премію.

Валовий дохід від реалізації макрорайону:

$$GI = F_{\text{житл}} \cdot C_{\text{проєкт}}; \quad (38)$$

$$GI = 63354 \cdot 40 = 2541762 \text{ тис. грн.}$$

Валовий прибуток до оподаткування:

$$GP = GI - I_0, \quad (39)$$

$$GP = 2541762 - 1978257 = 563506 \text{ тис. грн.}$$

Податок на прибуток підприємств:

$$IT = GP \cdot CT, \quad (40)$$

Де,  $CT$  – чинна ставка податку на прибуток, виражена у десятковому дробі.

$$IT = 563506 \cdot 0,18 = 101431 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток інвестора:

$$NP = GP - IT, \quad (41)$$

$$NP = 563506 - 101431 = 462075 \text{ тис. грн.}$$

## 6.5. Оцінка показників економічної ефективності

Коефіцієнт покриття інвестицій прибутком:

$$SRR = \frac{NP}{I_0}; \quad (42)$$

$$SRR = \frac{462075}{1978257} = 0,236, \text{ або } 23,36\%.$$

Отримане значення перевищує середньогалузеві вимоги, що підтверджує високу фінансову спроможність.

Індекс рентабельності інфраструктурних інвестицій:

$$PI = \frac{NP+I_0}{I_0}; \quad (43)$$

$$PI = \frac{462075 + 1978257}{1978257} = 1,2336.$$

Це означає, що за виконаної умови комерційної ефективності  $PI = 1,2336 > 1,0$ , інвестор отримує 23,36 копійки чистого прибутку на кожен вкладений гривню.

Термін окупності капіталовкладень:

$$PP = \frac{I_0}{CF_{\text{річ}}}, \quad (44)$$

де,  $CF_{\text{річне}}$  – умовний річний операційний потік грошових коштів від реалізації нерухомості, грн/рік.

$$PP = \frac{1978257}{847254} = 2,33 \text{ року.}$$

Об'єкт повністю окупиться за 2 роки та 4 місяці.

## 6.6. Зведені таблиці техніко-економічних показників

З метою систематизації отриманих результатів та формування цілісного уявлення про фінансову складову проєкту, всі ключові фінансово-економічні дані було акумульовано та зведено у відповідні форми. Це дозволяє наочно відобразити співвідношення між різними статтями витрат та оцінити загальний кошторис будівництва житлового кварталу. Загальна структура капітальних вкладень та показники повної собівартості представлені у табл. 6.1, а показники ефективності у табл. 6.2.

Таблиця 6.1 Розрахунок структури капітальних вкладень та повної собівартості

№	Елемент витрат	Площа, м <sup>2</sup>	Вартість, грн/м <sup>2</sup>	Загальні капітальні вкладення, тис. грн
1	Житло	63354	27982	1772772
2	Школа із інтегрованою СПП	2842	31500	89523
3	Дитячі садки з інтегрованою СПП	836	31500	26334
4	Автономні підземні сховища	2134	42000	89628
5	Сукупні інвестиційні витрати	-	-	1978257
6	Повна інвестиційна собівартість 1 м <sup>2</sup> житла	-	31225	-

Таблиця 6.2 Підсумкові показники комерційної ефективності та доцільності

№	Економічний показник	Од. вим.	Величина
1	Проектна ціна продажу 1 м <sup>2</sup>	грн/м <sup>2</sup>	40120
2	Потенційний валовий дохід	тис. грн	2541762
3	Сукупні капітальні вкладення девелопера	тис. грн	1978257
4	Валовий прибуток проекту до оподаткування	тис. грн	563506
5	Податок на прибуток	тис. грн	101431
6	Фінальний чистий прибуток інвестора	тис. грн	462075
7	Проста норма прибутку проекту	%	23,36
8	Індекс рентабельності	коєф.	1,2336
9	Простий строк окупності	роки	2,33

### Висновок

Проведене техніко-економічне обґрунтування дозволяє стверджувати, що фінансування будівництва житлового кварталу у місті Богодухів за запропонованою концепцією є комерційно вигідним та інвестиційно стійким рішенням.

Головна аналітична цінність проекту полягає в доведенні того, що безпекова інфраструктура у сучасних реаліях Харківської області виступає не статтею додаткових збитків для девелопера, а його ключовою ринковою перевагою. Створення повноцінного безпекового контуру – інтеграція споруд

подвійного призначення під закладами освіти та зведення двох капітальних автономних сховищ класу А-IV – повністю ліквідує маркетингові ризики, гарантує стовідсоткове укриття населення мікрорайону та забезпечує високі темпи реалізації квадратних метрів.

Згенерована ринком «безпекова премія» дозволила встановити вищу ціну продажу житла, яка з надлишком перекриває витрати на капітальне підземне будівництво. Розраховані коефіцієнти фінансової ефективності підтверджують високий запас міцності моделі: індекс рентабельності впевнено перевищує одиницю, проста норма прибутку випереджає середньогалузеві показники, а термін повного повернення капіталу є оптимальним для девелоперських проєктів такого масштабу.

Таким чином, розроблений інженерно-економічний підхід повністю спростовує упередження щодо фінансової неефективності захисних споруд. Об'єкт є зразком балансу між високою комерційною маржинальністю для приватного інвестора та виконанням стратегічних завдань національної безпеки й соціального захисту громадян.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення : ДБН В.2.2-28:2010. [Чинний від 2011-04-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 33 с.
2. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення : ДБН В.2.2-15:2019. [Чинний від 2019-12-01]. Київ : Мінрегіон України, 2019. 48 с.
3. Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти : ДБН В.2.2-4:2018. [Чинний від 2018-08-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 35 с.
4. Будинки і споруди. Заклади освіти : ДБН В.2.2-3:2018. [Чинний від 2018-09-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 40 с.
5. Будинки і споруди. Підприємства торгівлі : ДБН В.2.2-23:2009. [Чинний від 2010-04-01]. Київ : Мінрегіон України, 2010. 34 с.
6. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. [Чинний від 2011-11-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с.
7. Вулиці та дороги населених пунктів : ДБН В.2.3-5:2018. [Чинний від 2018-09-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 52 с.
8. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою : ДСТУ Б В.1.1-36:2016. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 44 с. (Національний стандарт України).
9. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : ДСН 3.3.6.042-99 : затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 № 42. Київ : МОЗ України, 1999.
10. Захисні споруди цивільного захисту : ДБН В.2.2-5:2023. [Чинний від 2023-11-01]. Київ : Мінрегіон України, 2023. 115 с. (Державні будівельні норми України).
11. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 7. Бетонні та залізобетонні конструкції збірні : КНУ [Чинний від 01.11.2021]. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. 214 с.

12. Галузеві норми часу на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи. Збірник ГН 3 : Кам'яні роботи. Київ : УкрНДЦ «Екобуд», 2006. 68 с.
13. Планування і забудова територій : ДБН Б.2.2-12:2019. [Чинний від 2019-10-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. 177 с. (Державні будівельні норми України).
14. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги : ДБН В.1.1-7:2016. [Чинний від 2017-06-01]. Київ : Мінрегіон України, 2017. 49 с.
15. Про затвердження показників опосередкованої вартості спорудження житла за регіонами України (розрахованих станом на 01 квітня 2026 року) : Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 15.01.2026 № 60. *Офіційний вісник України*. 2026.
16. Правила пожежної безпеки в Україні : НАПБ А.01.001-2014 : затв. наказом МВС України від 30.12.2014 № 1417. *Офіційний вісник України*. 2015. № 24. Ст. 67.
17. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників : НАПБ Б.01.008-2018 : затв. наказом Міністерства внутрішніх справ України від 15.01.2018 № 25. Київ : МВС України, 2018.
18. Склад та зміст містобудівної документації на місцевому рівні : ДБН Б.1.1-14:2021. [Чинний від 2022-10-01]. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 77 с.
19. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28:2018. [Чинний від 2019-03-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 104 с.
20. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів : ДБН В.2.3-15:2007. [Чинний від 2007-08-01]. Київ : Мінрегіон України, 2007. 57 с.
21. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями : НПАОП 0.00-7.15-18 : затв. наказом

Міністерства соціальної політики України від 14.02.2018 № 207. Київ : Мінсоцполітики, 2018.

22. Безлюбченко О. С., Гордієнко С. М., Завальний О. В. Планування міст і транспорт : навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 271 с.

23. Методичні рекомендації до проведення практичних занять та виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Планування та благоустрій міст» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Міське будівництво та господарство») / уклад. : Т. О. Черноносова, А. М. Панкєєва. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. 51 с.

24. Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту «Інженерна підготовка міських територій» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Міське будівництво та господарство») / уклад. : І. Е. Линник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 27 с.

25. Основи та фундаменти : методичні рекомендації до виконання практичних робіт із навчальної дисципліни (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / уклад. : Ю. І. Кобзар, О. В. Гаврилюк, В. А. Александрович. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. 69 с.

26. Касетна спліт-система Neoclima NCSI48EH1 / NUI48EH3 : офіційний сайт компанії. URL: <https://neoclima.in.ua/ua/ncsi48eh1-nui48eh3> (дата звернення: 07.06.2026).

27. Автокран Силач КТА-32 на базі КрА3-65053 : каталог продукції Дрогобицького автокранового заводу. URL: <https://dak.com.ua/product/КТА-32> (дата звернення: 07.06.2026).

28. Розміри і вага плит покриття ПК : блог компанії Роялбуд. URL: [https://royalbud.com.ua/blog/rozmiri-i-vaga-plit-perekrittya?srsltid=AfmBOoohQjm6FkwWP\\_EmwbBgO1xAK5XF7HvZvTx8H5KCPy20TDDyc\\_s3](https://royalbud.com.ua/blog/rozmiri-i-vaga-plit-perekrittya?srsltid=AfmBOoohQjm6FkwWP_EmwbBgO1xAK5XF7HvZvTx8H5KCPy20TDDyc_s3) (дата звернення: 07.06.2026).

29. Широкоформатний БФП Херох 6204 : каталог товарів E-Katalog. URL: [ek.ua](http://ek.ua) (дата звернення: 07.06.2026).