

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Будівництва, архітектури та дизайну
(повне найменування факультету)

Кафедра Будівельного виробництва та управління проектами
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему ОПТИМІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ ПРИ ЗВЕДЕННІ
ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

OPTIMIZATION OF CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS DURING THE
CONSTRUCTION OF A RESIDENTIAL BUILDING

Виконав: студент II курсу, групи БАД-113м

Спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

МОКІЄНКО В.М.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник СТОПЧАЙ Н.С.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент КАМЄНЄВ Н.С.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Будівництва, архітектури та дизайну

Кафедра Будівельного виробництва та управління проектами

Ступінь вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Промислове та цивільне будівництво

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри БВУП

к.т.н., доцент Олексій НАЗАРЕНКО

« _____ » _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

МОКІЄНКО Віталій Михайлович

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Оптимізація будівельно-монтажних робіт при зведенні житлової будівлі. Optimization of construction and installation works during the construction of a residential building

керівник проекту (роботи) д.т.н., доц. СТОРЧАЙ Надія Станіславівна,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « _____ » квітня 2024 року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 11 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) рекомендована література, технічне завдання, інженерно-геологічні умови

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

1. Архітектурно-будівельний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Організаційно-технологічний розділ. 4. Економіка будівництва. 5. Охорона праці та цивільна безпека. 6. Науково-дослідний розділ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів) Слайди презентації, графічний матеріал 9 аркушів А1 роздруковані на А3 з титульним аркушем та зброшуровані

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Архітектурно-будівельний розділ	СТОРЧАЙ Н.С., професор		
Розрахунково-конструктивний розділ	СТОРЧАЙ Н.С., професор		
Організаційно-технологічний розділ	СТОРЧАЙ Н.С., професор		
Економіка будівництва	СТОРЧАЙ Н.С., професор		
Охорона праці та цивільна безпека	ЯКІМЦОВ Ю.В., доцент		
Науково-дослідний розділ	СТОРЧАЙ Н.С., професор		
Нормоконтролер	БОБРАКОВ А.А., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» жовтня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Постановка завдань по роботі	1 тиждень	Завдання
2	Розробка архітектурно-будівельних рішень.	2-3 тижні	Розділ 1
3	Розробка розрахунково-конструктивної частини.	3-5 тижні	Розділ 2
4	Прийняття організаційно-технологічних рішень	5-6 тижні	Розділ 3
5	Розробка економічної частини роботи	7 тиждень	Розділ 4
6	Розробка заходів з охорони праці та цивільної безпеки.	8 тиждень	Розділ 5
7	Виконання науково-дослідної частини	9-10 тиждень	Розділ 6
8	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї	11 тиждень	
9	Оформлення графічної частини	12-13 тиждень	Розділи 1-5
10	Нормоконтроль та рецензування	13-14 тиждень	
11	Перевірка на плагіат	15 тиждень	
12	Захист роботи.	16 тиждень	

Студент

_____ (підпис)

Віталій МОКІЄНКО

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Надія СТОРЧАЙ

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи магістра: 108 с., 19 табл., 10 рис., 1 дод., 57 джерел.

Структура та обсяг роботи. Робота є науковим дослідженням на тему оптимізації будівельно-монтажних робіт при зведенні 15-поверхової житлової будівлі в Полтавській області. Дослідження спрямоване на розробку та впровадження сучасних методів управління будівельними процесами для підвищення ефективності будівництва та зниження витрат. Робота фокусується на оптимізації використання ресурсів та календарного планування в умовах сучасного будівельного середовища.

Методи дослідження – Дослідження проводилося з використанням методів аналізу наукових праць вітчизняних і зарубіжних авторів, а також вивчення нормативних документів, що регламентують будівельно-монтажні роботи і планування проектів. З метою досягнення оптимальних результатів було застосовано математичне моделювання з використанням методу критичного шляху (СРМ) і методів лінійного та нелінійного програмування, що дозволило розробити оптимізовану модель для планування ресурсів і скорочення термінів будівництва.

Об'єкт дослідження – проєкт будівництва житлової 15-поверхової будівлі в Полтавській області.

Предмет дослідження – оптимізація будівельно-монтажних робіт для підвищення ефективності і скорочення термінів зведення житлових будівель.

Актуальність теми зумовлена необхідністю вдосконалення управління будівельними проектами та оптимізації планування у контексті сучасних будівельних вимог. Потреба у швидкому та економічно ефективному зведенні житлових будинків у Полтавській області вимагає впровадження методів, що дозволяють мінімізувати витрати та забезпечити чітку координацію ресурсів. Застосування сучасних технологій календарного планування сприяє скороченню термінів будівництва.

ОПТИМІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА, ЗВЕДЕННЯ ТА МОНТАЖ, ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА, ЖИТЛОВА БУДІВЛЯ, КАЛЕНДАРНЕ ПЛАНУВАННЯ

ABSTRACT

Explanatory note to the master's thesis: 108 pages, 19 tables, 10 figures, 1 app, 57 sources.

Structure and Scope of Work. This work is a scientific study on the topic of optimizing construction and installation work during the erection of a 15-story residential building in the Poltava region. The research focuses on the development and implementation of modern management methods for construction processes aimed at increasing construction efficiency and reducing costs. The study centers on resource optimization and scheduling in the context of a modern construction environment.

Research Methods. The study was conducted using methods of analyzing the scientific works of domestic and foreign authors, as well as studying regulatory documents governing construction and installation work and project planning. To achieve optimal results, mathematical modeling was applied using the Critical Path Method (CPM) and methods of linear and nonlinear programming, which allowed for the development of an optimized model for resource planning and reducing construction time.

Object of research: The construction project of a 15-story residential building in the Poltava region.

Subject of research: The optimization of construction and installation work to increase efficiency and reduce the timeframe for residential building erection.

The relevance of this topic is due to the need to improve the management of construction projects and optimize planning in the context of modern building requirements. The demand for fast and economically efficient erection of residential buildings in the Poltava region necessitates the introduction of methods that minimize costs and ensure precise resource coordination. The use of modern scheduling technologies contributes to reducing construction timelines.

**CONSTRUCTION OPTIMIZATION, ERECTION AND INSTALLATION,
CONSTRUCTION ORGANIZATION, RESIDENTIAL BUILDING, SCHEDULING**

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	9
1.1 Кліматичні умови ділянки будівництва.....	9
1.2 Генеральний план та благоустрій території	10
1.3 Огляд об'ємно-планувальних рішень	14
1.4 Конструктивні рішення будівлі	18
1.5 Інженерні мережі та оснащення	20
1.6 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	22
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ	25
2.1 Розрахунок багатопустотної плити перекриття	25
2.1.1 Вихідні дані до розрахунку.....	25
2.1.2 Розрахунок міцності по нормальному перерізу.....	27
2.1.3 Визначення міцності по похилому перерізу	31
2.1.4 Розрахунок на появу тріщин.....	33
2.1.5 Розрахунок на розкриття тріщин.....	34
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	38
3.1 Розробка технологічної карти та основні процеси	38
3.2 Опис методології монтажу	39
3.2.1 Вибір монтажних пристосувань	41
3.2.2 Визначення необхідних параметрів крану	42
3.3 Технологічна послідовність виконання будівельних робіт	45
3.4 Календарне планування будівельного виробництва	47
3.5 Розробка будівельного генплану	51
3.5.1 Місцезнаходження основних механізмів	51
3.5.2 Визначення площ складських приміщень	52
3.5.3 Розрахунок площ тимчасових будівель та споруд	54
3.5.4 Визначення потреби у водопостачанні будмайданчику	55
3.5.5 Визначення потреби на електропостачання майданчику	58

	7
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	59
4.1 Розрахунок локального кошторису на БМР	59
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ	61
5.1 Протипожежні заходи.....	61
5.2 Виявлення основних причин травматизму при монтажних роботах на будівництві.....	65
5.3 Безпечна організація будмайданчика.....	67
5.4 Охорона праці при покрівельних роботах.....	68
5.5 Безпечне виконання штукатурних робіт.....	71
РОЗДІЛ 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ	73
6.1 Стан дослідження питання оптимізації БМР	73
6.2 Математична модель оптимізації будівельного процесу для житлової будівлі	76
6.3 Розширення математичної моделі	88
ВИСНОВКИ.....	92
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	93
Додаток А.....	99

ВСТУП

В сучасному будівництві вирішення завдань з оптимізації будівельно-монтажних робіт потребує впровадження інноваційних технологій і сучасних підходів як на етапі проектування, так і в процесі організації будівництва житлових об'єктів. Будівельна галузь є важливим рушієм економічного розвитку, і постійне вдосконалення методів планування та управління ресурсами сприяє успішній реалізації великих проектів, що має значення для розвитку як регіону, так і держави в цілому.

В умовах підвищеної складності будівельних проектів, таких як зведення житлових будівель, оптимізація календарного планування та скорочення термінів зведення будівлі є ключовими завданнями для забезпечення ефективного виконання робіт. Сучасне будівництво вимагає використання передових технологій, які дозволяють раціонально витратити матеріальні та трудові ресурси, гарантувати високу якість виконання робіт та скорочувати строки реалізації проекту.

Інструменти, такі як програмні засоби автоматизованого проектування та системи електронного управління будівництвом, надають фахівцям можливість підвищити точність планування та оптимізувати логістичні процеси. Завдяки впровадженню цих технологій вдається знизити загальні витрати, скоротити строки виконання будівельних робіт та підвищити надійність конструкцій, що особливо важливо для сучасних житлових проектів.

Таким чином, раціональне управління ресурсами, енергоефективні підходи та постійне вдосконалення календарного планування є ключовими чинниками успіху сучасного будівництва і забезпечують ефективність проектів, таких як будівництво житлової 15-поверхової будівлі в Полтавській області.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Кліматичні умови ділянки будівництва

Район будівництва розташований у Полтавській області, яка належить до першого кліматичного району згідно з ДБН В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». Для цього регіону характерна тривалість зимового періоду з середньодобовою температурою нижче 0 °С, яка становить 126 діб, а з температурою нижче 8 °С — 191 добу.

Розрахункова температура найхолоднішої п'ятиденної періоду з ймовірністю 0,92 дорівнює -23 °С. Середня температура січня становить -3,7 °С, а липня — +21,4 °С.

Середньорічна кількість опадів коливається в межах 480–580 мм, причому більшість опадів припадає на літній період. Переважаючі вітри в зимовий період мають південно-східний напрямок, а в літній — північно-західний. Детальна інформація про напрямок та швидкість вітру для січня та липня наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Напрями та швидкість вітру

№ п/п	Місяць	Напрямок вітру (%)							
		Середня швидкість вітру (м/с)							
		Пч	ПчСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПчЗх
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Січень	7.0	14.0	13.0	15.0	8.0	17.0	16.0	10.0
		4.2	4.3	4.1	4.9	4.1	5.3	4.9	4.4
2	Липень	14.0	16.0	10.0	9.0	5.0	10.0	17.0	19.0
		3.5	3.5	3.4	3.2	3.2	3.3	3.9	3.9

Район будівництва характеризується переважним напрямком вітру в січні — південно-західним, із середньою максимальною швидкістю 5,3 м/с,

тоді як у липні домінує північно-західний напрямок вітру. Розрахункова глибина промерзання ґрунту становить 1,20 м. Згідно з чинними нормативами (ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи»), ділянка будівництва відноситься до третього району за вітровим тиском із нормативним значенням 470 Па та до п'ятого району за навантаженням снігового покриву, де нормативна вага снігового покриву становить 1450 Па.

Ґрунт на ділянці не містить хімічних або біологічних речовин, потенційно небезпечних для людини, а також біологічних та мікробіологічних організмів. Ділянка відповідає нормативним вимогам щодо якості атмосферного повітря, радіаційного фону та показників радону. Розміри ділянки та розміщення будівлі визначаються відповідно до завдання на проєктування і чинних нормативів, а також узгоджуються з концепцією соціально-економічного та містобудівного розвитку адміністративного району.

1.2 Генеральний план та благоустрій території

Уздовж головного фасаду заплановані широкі тротуарні доріжки, які в разі пожежі слугуватимуть під'їзними шляхами для пожежних автомобілів. Уздовж цих доріжок встановлені ліхтарі для освітлення, а автодороги обладнані світильниками на щоглах. Між будинками передбачені проїзди, що забезпечують зручний рух пішоходів і транспортних засобів.

Основні приміщення будівлі орієнтовані на північ і південь, а головний вхід комплексу спрямований на південь. В'їзд до проєктованої будівлі розташований із боку двору, зокрема облаштовано дорогу для під'їзду до житлового будинку. Під'їзди та тротуари мають покриття з асфальтобетону. По периметру ділянки висаджуються дерева, що створюють природний захист від вітру та пилу. Територія озеленюється в ландшафтному стилі, а вибір деревно-чагарникових порід здійснено з урахуванням місцевих ґрунтово-кліматичних умов і наявності посадкового матеріалу в місцевих розсадниках.

На всій території будівельного майданчика спроектовано вертикальне планування та систему водовідведення з ухилом рельєфу в напрямку північного сходу. Геологічні дослідження ділянки виявили такі шари ґрунтів:

- насипний шар (чорнозем із битою цеглою) товщиною 0,4–0,6 м;
- чорнозем, товщина якого коливається в межах 0,4–0,7 м;
- мікропористий просадний суглинок завтовшки 3,1–4,0 м;
- напівтвердий суглинок товщиною 2,2–2,8 м;
- глинистий трепел товщиною 6,2–7,0 м.

Рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині до 17 м. При проведенні бурових робіт не зафіксовано відкритих водоносних шарів.

Рекультиваційні заходи на земельній ділянці передбачають відновлення до проєктних відміток із пониженням на 0,200 м. Після завершення будівництва будівлі, доріг, тротуарів та майданчиків рослинний шар ґрунту переміщується на газони з плануванням до проєктних відміток. За результатами геохімічного аналізу, ґрунт виявився неагресивним щодо бетонних та залізобетонних конструкцій за вмістом хлоридів і слабо агресивним за вмістом сульфатів.

Таблиця 1.2 – Вимоги до відстані від будівель та споруд

Будівля, споруда, об'єкт інженерного благоустрою	Відстань, м, від будівлі, споруди, об'єкта до осі	
	ствола дерева	чагарника
Зовнішня стіна будівлі та споруди	5,0	1,5
Край проїжджої частини вулиць, край укріпленої смуги узбіччя дороги або брівка каналу	2,0	1,0
Щогла та опора освітлювальної мережі	4,0	-
Підземні мережі:		
газопровід, каналізація	1,5	-
теплова мережа (стінка каналу, тунелю або оболонка при безканальній прокладці)	2,0	1,0
водопровід, дренаж	2,0	-
силовий кабель та кабель зв'язку	2,0	0,7
Примітки: 1. Наведені норми відносяться до дерев з діаметром крони не більше 5 м і мають бути збільшені для дерев із кроною більшого діаметру.		
2. Відстань від повітряних ліній електропередач до дерев слід приймати за правилами влаштування електроустановок.		
3. Дерева, що висаджуються біля будівель, не повинні перешкоджати інсоляції та освітленості громадських приміщень у межах необхідних вимог		

Система водовідведення передбачає відведення поверхневих вод від будівлі до водовідвідних лотків, що прокладені під проєктними позначками поверхні, та далі — на прилеглі вулиці за межі ділянки. Загальна площа забудови складає 15 380 м², площа озеленення — 9 650 м², а площа покриття дорогами становить 6 600 м². Переважаючий напрямок вітру — південно-західний.

Генеральний план проєкту містить геодезичну прив'язку осей запроєктованої будівлі до будівельної сітки, розташування входів, основні планувальні рішення, а також інформацію про благоустрій і обслуговування території забудови. Проєктована будівля прив'язана до існуючих споруд та вулиць, включаючи автостоянку, школу та житловий будинок. Майданчик перед головним входом влаштований із асфальтобетонним покриттям, основні дороги та тротуари також мають асфальтове покриття. Радіус закруглення у місцях під'їзду становить не менше 4 м.

Під час проєктування генерального плану було виконано вимоги до ділянки та території для розміщення житлової будівлі:

- Житлова будівля розміщена в межах житлової зони відповідно до функціонального зонування території.
- Ділянка розташована поза межами санітарно-захисної зони підприємств, а також першого поясу зони санітарної охорони джерел і водопроводів господарсько-питного призначення.
- На території не зафіксовано наявності хімічних або біологічних речовин, потенційно небезпечних для людини.
- Ділянка відповідає нормативам якості атмосферного повітря, радіаційного фону та показникам радону.
- Територія відповідає вимогам до фізичних параметрів довкілля, таких як шум, інфразвук, вібрація та електромагнітні поля.
- Площа ділянки дозволяє здійснити необхідний благоустрій, включаючи майданчики для відпочинку, ігрові зони, господарські ділянки та гостьові стоянки.

- Розміщення будівлі забезпечує допустимі рівні інсоляції та природного освітлення як для проєктованої будівлі, так і для навколишніх споруд.

План організації рельєфу ділянки враховує наявну ситуацію, забезпечуючи відведення поверхневих стоків із території в водовідвідні канали та кювети.

Скидання зливових вод із території здійснюється відкритим способом, з відведенням по рельєфу на прилеглі вулиці. Для цього передбачені тимчасові споруди водовідведення — кювети, канали та водопропускні труби.

Після завершення будівельно-монтажних робіт виконується облаштування проїздів, тротуарів, доріжок і майданчиків із покриттям різних типів, зокрема з удосконаленими покриттями та огорожами. Рослинний ґрунт розстиляється на газонах, проводиться висадка зелених насаджень, посів газонів та оформлення квітників. Для підготовки ділянки під благоустрій необхідно дотримуватись таких допусків:

- ухили тимчасових водовідвідних споруд мають становити не менше 3‰;
- товщина щебневих, гравійних та піщаних подушок під основи споруд благоустрою повинна бути не менше 10 см;
- товщина піщаних основ під збірні елементи покриттів має бути не менше 3 см;
- перепад висот суміжних збірних елементів не повинен перевищувати 5 мм;
- товщина швів збірних елементів покриттів має становити не більше 25 мм.

Коефіцієнт ущільнення ґрунтів для насипів має бути не менше 0,98 під покриттями та не менше 0,95 в інших зонах. Улаштування покриттів для внутрішньоквартальних проїздів, тротуарів і майданчиків допускається на будь-яких стійких ґрунтах, які під впливом природних факторів змінюють свою здатність не більше ніж на 20%. Як підстиляючі шари допускається використовувати дренаючі та недренаючі піщані, супіщані та глинисті ґрунти, а також шлаки, золошлакові суміші та неорганічне будівельне сміття.

Можливість застосування таких ґрунтів має бути обґрунтована у проєкті та підтверджена будівельною лабораторією.

Під час будівництва внутрішньоквартальних проїздів, тротуарів, пішохідних доріжок і майданчиків необхідно дотримуватись вимог ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги». Для пішохідних доріжок шириною понад 2 м передбачено можливість проїзду транспортних засобів із осьовим навантаженням до 8 т, таких як поливомийні машини чи техніка з підйомними вежами. Покриття внутрішньоквартальних проїздів, тротуарів і доріжок має забезпечувати ефективне відведення поверхневих вод, не створювати джерел бруду та пилу в суху погоду.

Проїзди, тротуари та майданчики повинні бути виконані з обгортальним профілем, а під час будівництва — обладнані тимчасовою системою відкритого водовідведення. Бордюрний камінь встановлюється після завершення планувальних робіт на прилеглих територіях на відстані не менше ніж 3 м.

1.3 Огляд об'ємно-планувальних рішень

Запроєктований 15-поверховий житловий будинок загальною площею 433,71 м² відповідає технічному завданню на проєктування.

Склад і площі приміщень розроблені відповідно до вимог ДБН щодо житлових будівель, зокрема, ДБН В.2.2-15-2005.

Проєкт передбачає розміщення однокімнатних, двокімнатних та дворівневих квартир. У кожній однокімнатній квартирі запроєктовано кухню, вітальню та суміщений санвузол. У дворівневих квартирах передбачено кухню, дві вітальні, дві спальні, санвузол, ванну кімнату та комору.

Житловий будинок розрахований на розміщення 15 однокімнатних, 30 двокімнатних, 55 трикімнатних і 3 дворівневих квартир.

Техніко-економічні показники будівлі наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – ТЕП об'єкту

Найменування	Показник
Об'єм будівлі під землею. [м ³]	2115,4
Об'єм будівлі над землею. [м ³]	27528,9
Загальний обсяг будівлі.	29644,3
Площа підвалу. [м ²]	416,3
Житлова площа. [м ²]	6244,5
Загальна площа. [м ²]	6660,8
Площа забудови. [м ²]	1540

Проектом передбачено зручний під'їзд та обладнання пандусу для осіб з інвалідністю. Запроектована будівля має прямокутну форму з розмірами в плані: довжина — 23,75 м, ширина — 18,3 м. За нульову позначку прийнято рівень підлоги першого поверху. Висота кожного поверху складає 3,0 м, а максимальна висотна відмітка будівлі становить +48,700 м.

Будівля належить до II ступеня відповідальності та II ступеня вогнестійкості. Зовнішня температура проектування становить -29 °С, а вологість у зоні експлуатації — нормальна. Клас капітальності будівлі — II.

Фундамент будівлі виконаний у вигляді забивних паль у осях 1-12 і А-Д, із застосуванням низького монолітного ростверку, відповідно до серії 1.011.1-10 вип.1.

У приміщеннях передбачені нормальні температурно-вологісні умови та неагресивне середовище. Згідно з класифікацією пожежної та вибухонебезпеки, будівля відноситься до категорій «В» і «Д». Встановлено пожежну сигналізацію, підключену до зовнішніх мереж. Електропостачання будівлі запроектоване від мережі напругою 380/220 В.

Проектована будівля має природне та штучне освітлення. Внутрішнє планування розроблено на основі централізованого об'ємно-планувального

рішення, яке відповідає технологічним та функціональним вимогам експлуатації.

Експлікація приміщень наведена в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Експлікація приміщень

Поз.	Найменування	Площа м2	Кат. приміщ
Однокімнатні			
1	Зал	17,5	Д
2	Кухня	10	Д
3	Поєднаний санвузол	4,5	Г
4	Коридор	6,35	Д
Двокімнатні			
5	Зал	20,5	Д
6	Спальня	16,8	Д
7	Кухня	10	Д
8	Ванна	3,66	Г
9	Санвузол	2,22	Г
10	Коридор	7,24	Г
Трикімнатні			
11	Зал 1	23,5	Д
12	Зал 2	27,12	Д
13	Спальня 1	11,1	Д
14	Спальня 2	16,1	Д
15	Кухня	10	Д
16	Ванна 1	3	Д
17	Ванна 2	4,32	Д
18	Санвузол	2,1	Г
19	Коридор 1	6,1	Г
20	Коридор 2	7,2	Г
21	Ліфтовий хол	12,9	Г
Дворівнева 1			
22	Зал 1	17,5	Д
23	Кухня	10	Д
24	Поєднаний санвузол	4,5	Г
25	Коридор	6,35	Г
26	Зал 2	25,9	Д
27	Сходовий майданчик	22,8	Г
Дворівнева 2			
28	Зал 1	20,5	Д
29	Спальня 1	16,8	Д
30	Кухня	10	Д
31	Ванна	3,66	Г
32	Санвузол	2,22	Г

33	Коридор	7,24	Г
34	Зал 2	20,3	Д
35	Спальня 2	20,1	Д
36	Сходовий майданчик	22,5	Г
Дворівнева 3			
37	Зал 1	23,5	Д
38	Зал 2	23,05	Д
39	Спальня 1	11,1	Д
40	Спальня 2	23,9	Д
41	Кухня	10	Д
42	Ванна	3	Г
43	Коридор	6,1	Г
44	Санвузол	2,1	Г
45	Сходовий майданчик	11,1	Г
Дворівнева 4			
46	Зал 1	27,12	Д
47	Зал 2	23,05	Д
48	Спальня 1	16,1	Д
49	Спальня 2	23,2	Д
50	Кухня	10	Д
51	Ванна	4,32	Г
52	Санвузол	2,1	Г
53	Коридор	7,2	Г
54	Сходовий майданчик	11,1	Г
55	Машинне приміщення ліфта	43,2	Г
56	Технічне приміщення	23,5	Г

Усі житлові кімнати забезпечені природним освітленням та мають окремі входи. Кухня обладнана витяжною природною вентиляцією, раковиною, а стіни біля кухонного обладнання облицьовані глазурованою плиткою. Решта стін оздоблена миються шпалерами. Підлога в квартирах виконана з лінолеуму, укладеного на розчинну стяжку.

Сходова клітка спроектована як внутрішня і призначена для повсякденної експлуатації, зібрана із збірних залізобетонних елементів. Вхідний вузол сходів виконаний з окремих бетонних набірних елементів. Сходи мають двомаршеву конструкцію, опираються на сходові майданчики з ухилом 1:2 і забезпечують як штучне, так і природне освітлення через віконні прорізи. Усі двері, що виходять на сходову клітку і в тамбурі, відчиняються у

бік виходу з будівлі. Огородження сходів виготовлене з металевих елементів, а поручні облицьовані пластиком.

Для вертикальних комунікацій передбачено ліфтову шахту з вантажопідйомністю ліфтової установки 400 кг. Машинне відділення ліфта розташоване на покрівлі, що дозволяє зменшити довжину провідних канатів майже втричі, спростити кінематичну схему, знизити навантаження на несучі конструкції та уникнути потреби в окремому приміщенні для блоків. Така конструкція сприяє зниженню вартості ліфта та експлуатаційних витрат, хоча верхнє розташування машинного відділення може мати недоліки з точки зору акустичного та шумового комфорту.

1.4 Конструктивні рішення будівлі

Несучі конструкції будівлі включають колони розміром 400x400 мм, збірні залізобетонні ригелі, перекриття, покриття та діафрагми жорсткості. Просторова жорсткість будівлі забезпечується роботою перекриттів і ригелів як незмінної горизонтальної діафрагми, а також діафрагмами жорсткості та колонами у вертикальній площині, відповідно до вимог ДБН В.2.6-98:2009 «Конструкції будівель і споруд. Конструкції залізобетонні».

Фундаменти будівлі запроєктовано у вигляді забивних паль довжиною 9 м із монолітним армованим ростверком над пальною основою, згідно з ДСТУ Б В.2.1-27:2010 Основи та фундаменти споруд. Палі. Використання пальових основ підвищує надійність фундаментів, зменшує обсяг земляних робіт, матеріалоємність, а також дозволяє виконувати роботи в зимовий період без ризику промерзання основи. У разі заповнення підвалу або замочування основи запобігається можливим осадкам під час експлуатації. Основним недоліком пальових фундаментів є підвищена трудомісткість забивання паль.

Основу під фундаменти утворює непросадний глинистий трепел із необхідними розрахунковими характеристиками. На поверхні паль

виконується монолітний ростверк. Під колони передбачено окремий квадратний ростверк, а під стіни — обв'язувальні балки.

Зовнішні стіни виконуються навісними на каркас будівлі. Зовнішня частина стіни виготовлена з облицювальної керамічної цегли товщиною 120 мм, яка спирається поперехово на обв'язувальні балки, а внутрішні стіни виконані з блоків легкого бетону товщиною 100 мм, які спираються на плити перекриття, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін. Товщина зовнішніх стін прийнята відповідно до розрахункової температури зовнішнього повітря і складає 340 мм.

Стіни цокольного поверху спираються на збірні залізобетонні фундаментні балки та виконані суцільною кладкою з утепленням блоками з легкого бетону, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-98:2009. Колони мають розмір 400x400 мм і висоту 3 м (серія II 04-2 ст. 3), а збірні залізобетонні ригелі виконані за серією 1.020-1/83 ст. 3-1.

Міжповерхові перекриття та покриття укладені на розчині М200 із застосуванням збірних залізобетонних багатопустотних панелей (серія 1.141.1 ст. 60, L=6,7 м; 1.141.1в.63 1, L=3,45 м). Шви між панелями заповнені розчином М100. Перегородки виконані з цегли та блоків легкого бетону товщиною 100 мм, з використанням розчину М50.

У плитах перекриття передбачені отвори розміром 150×150 мм для пропускання стояків, виконані без порушення несучих елементів панелей і подальшим заповненням цементним розчином М150. Кріплення цегляних перегородок до стін і перекриттів виконується відповідно до серії 2.230-1 в.2. У стінах, перегородках і перекриттях пробиті отвори діаметром до 70 мм для електропроводки.

Сходові конструкції виконані з використанням збірних залізобетонних маршів і майданчиків за серією 1.251.1-4 ст. 1. Перемички виготовлені зі збірного залізобетону за серією 1.038.1-1 в.1.

Покрівля будівлі прийнята плоска поєднана, рулонна, неексплуатована та невентильована, з внутрішнім водостоком. Для утеплення застосовані

мінераловатні плити, згідно з ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.

Вікна виконані відповідно до площі освітлюваних приміщень і мають потрібне скління для забезпечення оптимального теплоізоляційного захисту, що відповідає ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Верхня частина вікон розташована максимально близько до стелі для покращення освітленості глибин приміщень. Дерев'яні конструкції вікон потребують регулярного фарбування для запобігання гниттю, оскільки чутливі до зміни вологості.

Двері передбачені як однопільні та двопільні, висотою 2,1 м і шириною 1,3, 0,9 або 0,7 м. Для забезпечення безпечної евакуації всі двері відчиняються назовні, згідно з ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». Зовнішні дерев'яні двері та двері сходових кліток обладнані порогами, а внутрішні — без порогів. Дверні полотна кріпляться на знімних петлях для полегшення заміни. Для запобігання різкому закриванню дверей встановлюються пружинні механізми, які плавно повертають двері у закритий стан. Двері обладнані ручками, клямками та врізними замками.

1.5 Інженерні мережі та оснащення

Джерело тепла для будівлі — районна теплова мережа, яка живиться від місцевої ТЕЦ. Опалення забезпечується конвекторами, що встановлені в приміщеннях. Для кожної блок-секції та окремих вбудованих приміщень передбачено окремий тепловий вузол для контролю подачі та обліку теплоносія. Трубопроводи магістралей та стояки, що проходять у підвальній частині будівлі, утеплені та вкриті алюмінієвою фольгою для зменшення тепловтрат. Для опалення використовується гаряча вода з температурним режимом 70–95 °С, для гарячого водопостачання — 65 °С.

Забір холодної води здійснюється від міської водопровідної мережі діаметром 200 мм, з напором у точці підключення до 20 м. Подача води до

приміщень відбувається через підвальний магістральний трубопровід, що забезпечує живлення кожної блок-секції через окремі вводи. Навколо периметру будівлі прокладено пожежно-господарський водопровід із гідрантами в колодязях для оперативного доступу до води в разі пожежі.

Стічні води з будівлі відводяться до існуючого колектора діаметром 300 мм, розташованого по проїзду Сергєєва. Ця система забезпечує ефективне видалення господарсько-побутових стоків.

Енергопостачання об'єкта організовано від міської підстанції, з живленням через основний і резервний кабелі, що подають напругу на дві секції. Розміщення електрощитових передбачено на першому поверсі для зручного доступу та обслуговування.

Вентиляційна система складається з припливно-витяжних установок, що забезпечують циркуляцію повітря в приміщеннях. Кондиціонування повітря здійснюється за допомогою централізованих автоматизованих вентиляційних блоків, що підтримують комфортний мікроклімат.

Радіотрансляційне обладнання включає радіостійки та радіофідери, які забезпечують передачу сигналу від сусідніх об'єктів. У квартирах передбачені радіоточні підключення у вітальнях і кухнях.

Антенні системи для телевізійного сигналу встановлені на кожній блок-секції, орієнтовані на телецентр, з підсилювачами сигналу для забезпечення стабільного прийому. Квартири мають доступ до колективної антени.

Для телефонного зв'язку до кожної блок-секції та вбудованих приміщень прокладено кабелі з підключенням до міської телефонної мережі, що дає можливість підключення абонентів за наявності технічних умов міської станції.

1.6 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Для визначення необхідного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій, таких як стіни, необхідно провести розрахунок, який забезпечить оптимальні теплоізоляційні властивості будівлі, використовуючи формулу (1.1):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (1.1)$$

, де: n – коефіцієнт, що враховує розташування зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря. Для зовнішніх стін цей коефіцієнт приймається рівним 1.

t_{vn} – температура повітря всередині приміщення, встановлена за нормативами для комфортних умов, дорівнює $+18$ °С.

t_n – розрахункова температура зовнішнього повітря взимку, що визначається як середня температура найхолоднішої п'ятиденки з імовірністю 0,92; у цьому випадку вона становить -26 °С.

Δt_n – нормативний температурний перепад між температурою повітря всередині приміщення і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, прийнятий значенням 4 °С.

α_{vn} – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, який визначає теплообмін між внутрішньою поверхнею та повітрям у приміщенні, з прийнятим значенням $8,7$ Вт/(м²·°С).

Теплотехнічний розрахунок стіни житлової будівлі проводиться для визначення опору теплопередачі багатошарової конструкції, що дозволяє оцінити здатність стіни зберігати тепло та забезпечувати комфортний температурний режим у приміщеннях. Цей розрахунок є ключовим етапом при проєктуванні будівель, оскільки від нього залежить енергоефективність

будівлі, витрати на опалення та відповідність конструкції нормативним вимогам.

Мінімальний опір теплопередачі для Полтавської області складає (1.2):

$$R_{q \min} = 4,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (1.2)$$

Стіна житлової будівлі складається з наступних шарів (табл. 1.5)

Таблиця 1.5 – Склад стіни житлової будівлі

Шар	Товщина (δ)	Теплопровідність (λ)
1 шар – Облицювальна керамічна цегла	120 мм	0.41 Вт/(м ² ·°С)
2 шар – Утеплювач пінополістирол	X мм	0.037 Вт/(м ² ·°С)
3 шар – Блоки з легкого бетону	100 мм	0.21 Вт/(м ² ·°С)

Визначення невідомої товщини утеплювача проводиться за формулою (1.3):

$$d_3 = \left[R_{q \min} - \left(\frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{1p}} + \dots + \frac{d_2}{\lambda_{2p}} + \frac{1}{h_{se}} \right) \right] \times \lambda_{3p}, \text{ м} \quad (1.4)$$

Таким чином, визначаємо невідому товщину утеплювача за формулою:

$$\delta_2 = \left[R_0^{mp} - \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} \right) \right] \cdot \lambda_2 = \left[4,00 - \left(\frac{0,12}{0,41} + \frac{0,1}{0,21} \right) \right] \cdot 0,037 = 0,119 \text{ м}$$

приймаємо $\delta_2 = 120 \text{ мм}$

В якості утеплювача використовується пінополістирол товщиною 120 мм. Визначаємо загальну товщину стіни за формулою (1.5):

$$\delta_{cm} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 0.12 + 0.12 + 0.1 = 0.34 \text{ м} = 340 \text{ мм} \quad (1.5)$$

Таким чином, визначаємо фактичний опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{ факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,41} + \frac{0,12}{0,037} + \frac{0,1}{0,21} + \frac{1}{23} = 4,1 \frac{\text{м}^2 * \text{К}}{\text{Вт}}$$

Оскільки $R_{q \text{ min}} = 4,00 \frac{\text{м}^2 * \text{К}}{\text{Вт}} < R_{\text{пр факт}} = 4,1 \frac{\text{м}^2 * \text{К}}{\text{Вт}}$, то умова виконується.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

2.1 Розрахунок багатопустотної плити перекриття

2.1.1 Вихідні дані до розрахунку

Розрахувати та запроєктувати багатопустотну попередньо напружену панель перекриття.

Вихідні дані:

Панель виготовлена за потоково-агрегатною технологією з електричним натягом арматури на упори та тепло-вологовою обробкою. Корисне тимчасове навантаження становить 2000 Па, зокрема тривале навантаження — 700 Па. Коефіцієнт надійності по навантаженню $\gamma_u = 1.2$. Будівля належить до класу II за ступенем відповідальності, коефіцієнт надійності за призначенням $\gamma_n = 0.95$.

Бетон важкий класу по міцності на стиск С35/45:

- Коефіцієнт умов роботи бетону $\gamma^b = 0.9$
- Розрахунковий опір бетону на стиск $f_{cd} = 17.55$ МПа
- Розрахунковий опір бетону на розтяг $f_{ctd} = 1.17$ МПа
- Характеристичний опір бетону на стиск $f_{ck} = 25.5$ МПа
- Характеристичний опір бетону на розтяг $f_{ctk} = 1.95$ МПа
- Модуль пружності бетону $E_c = 34500$ МПа

Поздовжня арматура із сталі класу В500:

- Розрахунковий опір арматури $f_{yw} = 680$ МПа
- Модуль пружності сталі $E_y = 190000$ МПа

Поперечна арматура та зварні сітки зі сталі В500С:

- Розрахунковий опір арматури $f_{yw} = 785$ МПа
- Характеристичний опір арматури $f_{yk} = 405$ МПа
- Модуль пружності сталі $E_{y2} = 170000$ МПа

Збір навантажень наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Збір навантажень на м² перекриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження, Па.	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f	Коефіцієнт надійності щодо відповідальності будівлі γ_n	Розрахункове навантаження, Па
Постійна				
1. Лінолеум товщиною 6 мм $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$	108	1,2	0,95	123,12
1. Цементна стяжка $\delta = 20 \text{ мм}$, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$	360	1.2	0.95	410,4
Звукоізоляція $\delta = 54 \text{ мм}$, $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$	648	1.2	0.95	738,7
4. Залізнична панель $\delta = 220 \text{ мм}$	2850	1.1	0.95	2978.25
<i>Разом постійна:</i>	3966			4250,47
Тимчасова				
Довго діюча	1300	1.2	0.95	1482
Короткочасна	700	1.2	0.95	798
<i>Разом тимчасова:</i>				
<i>Разом:</i>	5966			6530,47

Визначаємо розрахункову довжину за формулою (2.1):

$$\ell_o = 6300 - 20 - \frac{4}{3} \cdot 140 = 6093 \quad (2.1)$$

Нормативне повне навантаження складає (2.2):

$$q_n = 5966 \cdot 1.2 \cdot 0.95 = 6801.24 \text{ Н/м} \quad (2.2)$$

Розрахункове повне навантаження (2.3):

$$q = 6530,47 \cdot 1.2 = 7836,56 \text{ Н/м} \quad (2.3)$$

Визначаємо максимальний згинальний момент (по розрах. навантаженням) за формулою (2.4):

$$M_{\max} = \frac{q \cdot \ell_o^2}{8} = \frac{7836,56 \cdot 6,093^2}{8} = 41297,74 \text{ Н} \times \text{м} \quad (2.4)$$

Поперечна сила $Q_{\max} = V_{\text{Ed}}$ визначається за формулою (2.5):

$$Q_{\max} = \frac{q \cdot \ell_o}{2} = \frac{7836,56 \cdot 6,093}{2} = 25441,39 \text{ Н} \quad (2.5)$$

Будуємо схему епюр (рис. 2.1).

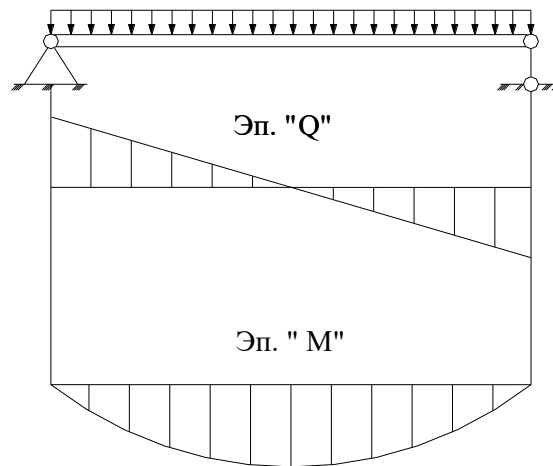


Рисунок 2.1 – Епюри поперечної сили та моментів

2.1.2 Розрахунок міцності по нормальному перерізу

Для розрахунку багатопустотної панелі її перетин зводимо до таврового типу з такими параметрами:

висота $h = 220 \text{ мм}$;

ширина верхньої полиці $b^f = 1160 \text{ мм}$;

ширина ребра $b = 332 \text{ мм}$ (отримано шляхом розрахунку $1190 - (6 \times 143)$),

а також товщина стискуваної частини полиці $h^f = 38,5 \text{ мм}$.

Момент інерції поперечного перерізу визначається як $S_{np} = \pi d^2/4$, а момент опору поперечного перерізу — $S_{ks} = h^2$.

Розрахункова схема плити наведена на рис. 2.2:

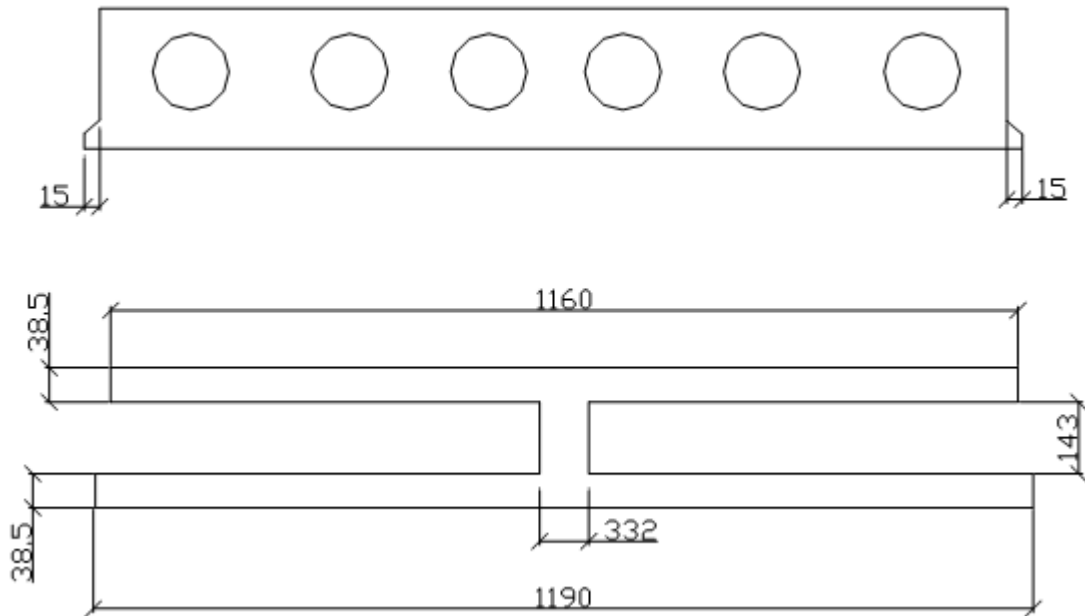


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема плити

Після підстановки значень отримуємо, що (2.6):

$$h = \sqrt{(\pi d^2/4)} = d\sqrt{(\pi/2)} \approx 143 \text{ мм} \quad (2.6)$$

Для початкової попередньої напруги арматури, яка передається на піддон, використовуємо наступні умови:

$$\sigma_{pe} + p \leq f_{s,ser}, \text{ що дає } \sigma_{pe} \leq 695 \text{ МПа,}$$

де σ_{pe} — напруга в арматурі,

$f_{s,ser}$ — розрахунковий опір сталі в умовах сервісного навантаження.

Це значення перевищує мінімально допустиме напруження, яка становить:

$$\sigma_{pe} - p \geq 0.7 f_{s,ser}, \text{ отже, } \sigma_{pe} \geq 325.5 \text{ МПа,}$$

, де: $p = 30 + 360/\ell = 90$ МПа, а ℓ — відстань між зовнішніми гранями упорів.

Оскільки:

$$325.5 \leq \sigma_{sp} \leq 695 \text{ МПа,}$$

то приймаємо $a = 20$ мм, отримаємо $h_o = 220 - 20 = 200$ мм.

Проводимо послідовні обчислення для визначення необхідних параметрів, які допоможуть оцінити несучу здатність попередньо напруженої багатопустотної панелі перекриття. Кожен розрахунок спрямований на оцінку окремих характеристик матеріалів і конструкції, що впливають на міцність і стійкість панелі.

Обчислюємо коефіцієнт ω , який враховує вплив бетону на стійкість перетину під навантаженням (2.7):

$$\omega = \alpha - 0.008 \cdot R_b = 0.85 - 0.008 \cdot 17.55 = 0.7096, \text{ де } \alpha = 0.85 \quad (2.7)$$

Розраховуємо зміну напруги арматури $\Delta\sigma_{sp}$, що характеризує втрати попередньої напруги арматури через натяг (2.8):

$$\Delta\sigma_{sp} = 1500 \frac{\sigma_{sp}}{R_s} - 1200 = 1500 \frac{620}{680} - 1200 = 167.65 \text{ МПа} \quad (2.8)$$

Визначаємо залишкову напругу σ_{sr} , яка залишається в арматурі після врахування втрат (2.9):

$$\sigma_{sr} = R_s + 400 - \sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp} = 680 + 400 - 620 - 167.75 = 292.24 \text{ МПа} \quad (2.9)$$

Розраховуємо коефіцієнт впливу ξ_r , який використовується для визначення площі арматури та розподілу напруги в поперечному перерізі панелі (2.10):

$$\xi_r = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1.1}\right)} = \frac{0.7096}{1 + \frac{292.24}{500} \left(1 - \frac{0.7096}{1.1}\right)} = 0.588 \quad (2.10)$$

Визначаємо площу арматури $A_s = A_R$, яка впливає на здатність панелі витримувати навантаження (2.11):

$$A_r = \xi_r (1 - 0.5\xi_r) = 0.588(1 - 0.5 \cdot 0.588) = 0.415 \quad (2.11)$$

Розраховуємо згинальний момент M'_f , що є критичним показником міцності панелі (2.12):

$$M'_f = f_{cd} \cdot b'_f \cdot h'_f (h_o - 0.5h'_f) = 17.55 \cdot 1.16 \cdot 0.0385 \cdot (0.2 - 0.5 \cdot 0.0385) = 0.141 \text{ МН} \times \text{м} \quad (2.12)$$

Оскільки $0,141 \text{ МН} \times \text{м} > 0,041 \text{ МН} \times \text{м}$, то нейтральні вісь розміщена в межах полиці, а значить, що переріз розраховується як прямокутний, що має ширину $b = b_f = 116 \text{ см}$.

Визначаємо необхідний для розрахунку параметр A_o за формулою (2.13):

$$A_o = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{0.041}{17.55 \cdot 1.16 \cdot 0.2^2} = 0.051 \quad (2.13)$$

Використовуючи ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону знаходимо значення:

$$\xi = 0.06, \eta = 1 - 0.5\xi = 1 - 0.5 \cdot 0.06 = 0.97$$

Таким чином, визначається коефіцієнт умов роботи арматури за формулою (2.14):

$$\begin{aligned} \gamma_{s6} &= \eta - (\eta - 1) \cdot \left(\frac{2\xi}{\xi_r} - 1 \right) \leq \eta \\ \gamma_{s6} &= 1.2 - (1.2 - 1) \cdot \left(\frac{2 \cdot 0.06}{0.588} - 1 \right) = 1.358 \leq 1.2 \end{aligned} \quad (2.14)$$

Необхідна площа перерізу арматури розраховується за формулою (2.15):

$$A_{sp} = \frac{M}{R_s \cdot h_o \cdot \eta} = \frac{0.041}{680 \cdot 0.2 \cdot 0.97} = 0,00032 \text{ м}^2 \quad (2.15)$$

Використовуючи таблиці сортаменту арматурного прокату визначаємо площу арматури 4d12 A800, $A_{sp} = 4,52 \text{ см}^2$.

2.1.3 Визначення міцності по похилому перерізу

Припустимо, що на приопорних ділянках панелі довжиною 1.2 м з кожного боку встановлюються по 4 каркаси ($n = 4$). Кожен каркас містить поперечні стрижні діаметром 4 мм. Відстань між поперечними стрижнями визначається з розрахунку необхідної міцності та жорсткості конструкції, щоб забезпечити достатню стійкість панелі у приопорних ділянках.

Загальна кількість поперечних стрижнів у кожному каркасі залежить від їхнього кроку, який можна обчислити для рівномірного розподілу стрижнів на довжині приопорної ділянки (1.2 м).

Коефіцієнт α визначається як відношення модулів пружності сталі і бетону (2.16):

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{170000}{34500} = 4.93 \quad (2.16)$$

Коефіцієнт μ_w обчислюється для розрахунку площі поперечного перерізу арматури відносно площі перерізу бетону, враховуючи кількість арматурних каркасів і відстань між ними (2.17):

$$\mu_w = \frac{A_{s\omega}}{b \cdot s} = \frac{4 \cdot 0.126 \cdot 10^{-4}}{0.322 \cdot 0.1} = 0.00103 \quad (2.17)$$

Коефіцієнт φ_{b1} використовується для оцінки ефективності роботи арматури в умовах попереднього напруження, а також Коефіцієнт φ_{bw2} використовується для врахування зниження міцності бетону (2.18):

$$\begin{aligned} \varphi_{b1} &= 1 - \beta \cdot R_b = 1 - 0.01 \cdot 17.55 = 0.825 \\ \varphi_{\omega1} &= 1 + 5\alpha \cdot \mu_w = 1 + 5 \cdot 4.93 \cdot 0.00103 = 1.025 \end{aligned} \quad (2.18)$$

Оскільки дотримується умова (2.19):

$$\begin{aligned} Q &\leq 0.3 \cdot \varphi_{\omega1} \cdot \varphi_{b1} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h_0, \text{ МН} \\ 0.02714 &\leq 0.3 \cdot 1.025 \cdot 0.825 \cdot 17.55 \cdot 0.322 \cdot 0.2 = 0.286 \text{ МН} \end{aligned} \quad (2.19)$$

, то прийняті розміри перерізу задовольняють вимоги. Для перевірки використовуємо коефіцієнт (2.20):

$$\begin{aligned} \phi_n &= 0.1 \cdot \frac{P}{f_{cd} \cdot b \cdot h_0} \leq 0.5 \\ \phi_m &= 0.1 \frac{0.2350}{1.17 \cdot 0.322 \cdot 0.2} = 0.3119 < 0.5 \end{aligned} \quad (2.20)$$

То в такому випадку перевірка (2.21):

$$Q \leq \phi_{b3} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h_o (1 + \phi_n) \quad (2.21)$$

$$0.027400 \leq 0.6 \cdot 1.17 \cdot 0.322 \cdot 0.2(1 + 0.188) = 0.0537\text{МН}$$

Розрахункове зусилля q_s визначається для того, щоб оцінити навантаження, яке повинні витримувати поперечні стрижні, розташовані в приопорній зоні конструкції. Формула враховує параметри навантаження Q , розрахунковий опір бетону f_{cd} , а також геометричні характеристики перерізу (2.22):

$$q_{s\omega} = \frac{Q^2}{[4 \cdot \phi_{b2} (1 + \phi_f + \phi_n) \cdot f_{cdt} \cdot b \cdot h_o^2]} = \quad (2.22)$$

$$= \frac{0.02714^2}{4 \cdot 2(1+0.188) \cdot 1.17 \cdot 0.322 \cdot 0.2^2} = 5,13 \cdot 10^{-3} \text{МН/м}$$

Крок поперечних стрижнів визначається за формулою (2.23):

$$S = \frac{f_{yw\omega} \cdot A_{s\omega}}{q_{s\omega}} = \frac{265 \cdot 0.165 \cdot 10^{-4}}{5,13 \cdot 10^{-3}} = 0,852\text{м} \quad (2.23)$$

Таким чином, приймаємо крик поперечних хомутів 100 мм.

2.1.4 Розрахунок на появу тріщин

Для забезпечення тріщиностійкості даної конструкції, яка відповідає вимогам 3-ї категорії, необхідно визначити момент утворення тріщин у бетоні. Це дозволяє оцінити, при якому навантаженні в бетоні почнуть з'являтися тріщини, що впливає на довговічність та міцність конструкції.

Для цього розраховуємо величини максимальних напружень у стислій зоні бетону, де відбувається найбільше навантаження. Максимальні

напруження визначаються на основі прикладеного згинального моменту та характеристик матеріалу, включаючи міцність бетону на стиск (2.24):

$$\sigma_c = \frac{M}{I_{red}} y + \frac{P_2}{A_{red}} - \frac{P_2 \cdot e_{op}}{I_{red}} y$$

$$\sigma_b = \frac{0.041}{8.346 \cdot 10^{-4}} (0.22 - 0.106) + \frac{0.2350}{0.139} - \frac{0.2350 \cdot 0.086}{8.346 \cdot 10^{-4}} (0.22 - 0.106) = 3.064 \quad (2.24)$$

Оскільки коефіцієнт $\varphi = 1.6 - \frac{\sigma_b}{R_{b,ser}} = 1.6 - \frac{3.064}{25.5} = 1.48 > 1$, приймаємо $\varphi = 1$

Відстань r складає (2.25):

$$r = \varphi \frac{W_{red}}{A_{red}} = 1 \cdot \frac{7.874 \cdot 10^{-3}}{0.139} = 0.0566 \text{ м} \quad (2.25)$$

У даній конструкції тріщини можуть виникати в перерізі, що перпендикулярний до поздовжньої осі елемента, через згинальні навантаження, які перевищують міцність бетону на розтяг.

Робимо висновок, що необхідний розрахунок на ширину розкриття тріщин, щоб переконатися, що вона не перевищує допустимих значень.

2.1.5 Розрахунок на розкриття тріщин

Коефіцієнт μ характеризує відношення площі поперечного перерізу арматури A_s до добутку ширини і висоти перерізу бетону. Він обчислюється за формулою (2.26):

$$\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_o} = \frac{4.32 \cdot 10^{-4}}{0.322 \cdot 0.2} = 0.0067 < 0.02 \quad (2.26)$$

Це значення показує, що відносний вплив арматури на конструкцію невеликий, оскільки значення μ менше 0.02.

Коефіцієнт ϕ_f враховує параметри перерізу та розташування арматури (2.27):

$$\phi_f = \frac{(b'_f - b) \cdot h'_f + (A'_s + A'_{sp})^{\alpha/2} \cdot v}{b \cdot h_0} \quad (2.27)$$

$$= \frac{(1.16 - 0.322) \cdot 0.0385 + 5.5 \cdot 0.628 \cdot 10^{-4} / 0.9}{0.322 \cdot 0.2} = 0.383$$

, де: $v = 0.45$; $\alpha = 5,5$;

$A'_s = 0,628 \text{ см}^2$ — площа поздовжніх стрижнів арматури класу Вр500.

Коефіцієнт λ враховує відношення висоти стиснутої зони до загальної висоти перерізу (2.28):

$$\lambda = \phi_f \left(1 - \frac{h'_f}{2 \cdot h_0} \right) = 0.383 \left(1 - \frac{0.0385}{2 \cdot 0.2} \right) = 0.346 \quad (2.28)$$

, де: $e_{sp} = 0$;

Момент від навантаження включає повний момент і додатковий момент від ексцентриситету (2.29):

$$M_{ttot} = M + P_2 \cdot e_{sp} = 0.041 \text{ НМ} \times \text{м} \quad (2.29)$$

Розрахунок величини, що характеризує навантаження δ_m (2.30):

$$\delta_m = \frac{M_{tot}}{b \cdot h_0^2 \cdot f_{cdt}} \quad (2.30)$$

$$\delta_m = \frac{0.041}{0.322 \cdot 0.2^2 \cdot 25.5} = 0.1458$$

Поздовжнє зусилля N_{tot} включає коефіцієнт точності $\gamma_{sp} = 1.102$ для уточнення розрахунку (2.31):

$$N_{tot} = P_2 \cdot \gamma_{sp} = 1.102 \cdot 0.2350 = 0.2589 \text{ МН} \quad (2.31)$$

Ексцентриситет поздовжнього зусилля визначає відстань між центром тяжіння арматури і центром перерізу під дією навантаження (2.32):

$$e_{s,tot} = \frac{M_{tot}}{N_{tot}} = \frac{0.041}{0.2598} = 0.185 \text{ м} \quad (2.32)$$

Обчислюємо відносну висоту стиснутої зони за формулою (2.32):

$$\begin{aligned} \xi &= \frac{1}{\beta + [1 + 5(\delta_m + \lambda)] / 10 \cdot \mu \cdot \alpha} + \frac{1.5 + \varphi_f}{11.5 \cdot e_{s,tot} / h_0 - 5} = \\ &= \frac{1}{1.8 + \frac{1 + 5(0.087 + 0.346)}{10 \cdot 0.0048 \cdot 5.5}} + \frac{1.5 + 0.383}{11.5 \cdot 0.185 / 0.2 - 5} = 0.515 \end{aligned} \quad (2.33)$$

Таким чином, необхідно розрахувати збільшення напружень в розтягнутій арматурі за формулою (2.34):

$$\sigma_s = \frac{M - N_{tot} (z - e_{sp})}{(A_s + A_{sp}) \cdot z} = \frac{0.041 - 0.2598 \cdot 0.162}{4,32 \cdot 10^{-4} \cdot 0.162} = 0,008 \text{ МПа} \quad (2.34)$$

Середнє значення діаметра арматури визначається за формулою (2.35):

$$d = \frac{6 \cdot 10^{-2}}{6} = 0.01 \quad (2.35)$$

Залишилось перевірити, чи перевищує значення ширини нетривалого розкриття тріщини допустиму, що розраховується за формулою (2.36):

$$\begin{aligned}
 a_{cr} &= \delta \cdot \varphi_{el} \cdot \eta \cdot \frac{\sigma_s}{E_c} 20(3.5 - 100 \cdot \mu) \sqrt[3]{d} \\
 &= \frac{0,008}{190000} \cdot 20(3.5 - 100 \cdot 0.0048) \cdot \sqrt{0.01} = 0.00001 < 0.4
 \end{aligned}
 \tag{2.36}$$

У результаті виконаних розрахунків було визначено основні параметри, що характеризують стійкість і тріщиностійкість попередньо напруженої залізобетонної панелі під дією навантажень.

Отримані результати показують, що конструкція забезпечує необхідну тріщиностійкість і відповідає вимогам третьої категорії щодо ширини розкриття тріщин.

Вона здатна витримувати розрахункове навантаження без перевищення допустимих напружень і деформацій у матеріалах. Залізобетонна панель має належну міцність і надійність, що підтверджує її відповідність нормативним вимогам, і може експлуатуватися в заданих умовах без ризику виникнення критичних тріщин.

Проведені розрахунки підтверджують, що панель розроблена відповідно до всіх вимог з тріщиностійкості та міцності, що гарантує її безпечну і надійну експлуатацію.

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розробка технологічної карти та основні процеси

Технологічна карта розроблена на будівництво поверху 15-поверхового житлового будинку (поверх 14). Будівля має розміри в плані 18×24 м, висота поверху становить 3,0 м.

Каркас будівлі включає колони з поперечним перерізом 400×400 мм і висотою 3,45 м, які забезпечують вертикальну несучу здатність та передають навантаження від плит перекриття та інших конструктивних елементів на фундамент. Ригелі з довжиною прольоту 6,7 м використовуються для підтримки плит перекриття і забезпечення горизонтальної жорсткості конструкції.

Основні елементи перекриття складаються з плит розміром $1,2 \times 6,7$ м, які формують міжповерхове перекриття, забезпечуючи рівномірний розподіл навантаження. Для облаштування балконів передбачені балконні плити. Сходові марші та майданчики забезпечують вертикальні комунікації між поверхами. Обв'язувальні балки використовуються для зв'язку колон і підтримки жорсткості каркасу.

Зовнішні стіни будівлі складаються з облицювальної цегли, утеплювача та газосилікатних блоків, що разом забезпечують необхідні теплоізоляційні характеристики і довговічність конструкції. Для перекриття віконних і дверних прорізів використовуються перемички, які додатково посилюють конструкцію стін.

Відомість потреби в матеріалах та конструкціях розрахована за робочими кресленнями в залежності від технологічних процесів, а також в майбутньому може використовуватись для розробки будівельного генплану ділянки, в тому числі й для календарного планування будівельного виробництва (графіки завезення та використання ресурсів, визначення площі складських приміщень тощо), наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Потреба в матеріалах та конструкціях

№ п/п	Найменування конструкцій, матеріалів.	Марка	Од. вим.	К-сть	Об'єм, м ³		Маса од., кг.	
					один.	разом	одиниц і	всього о
1	Колона	К-1	шт.	22	0,57	8,58	1,425	21450
2	Рігель	Р-1	шт.	8	1,22	9,79	3060	24480
3	Плита перекриття	П-1	шт.	38	0,94	35,57	2340	88920
4	Плита балконна	ПБ-1	шт.	4	0,6	2,4	1500	6000
5	Плита балконна	ПБ-2	шт.	2	0,36	0,72	900	1800
6	Сходовий марш	ЛМ-1	шт.	2	0,6	1,2	1500	3000
7	Сходовий майданчик	ЛП-1	шт.	2	0,6	1,2	1500	3000
8	Балка обв'язувальна	Б-1	шт.	16	0,12	1,92	300	4800
9	Цегла		т.шт.	10,7			5	5350
10	Газосилікат		м ³	22,2				13320
11	Утеплювач		м ³	44,4				
12	Перемичка	Пр-1	шт.	28	0,06	1,57	140	3920
13	Розчин	М50	м ³	22,5				

3.2 Опис методології монтажу

Монтаж конструкції 14-го поверху будівлі виконується з використанням баштового крана КБ-503 з наступними характеристиками:

$$L_{\text{стр}} = 25 \text{ м};$$

$$H_6 = 56 \text{ м};$$

Кран встановлений вздовж осі «Д» будівлі, а його рейкова колія має довжину 25 м. Таке розташування дозволяє ефективно охопити всю необхідну зону монтажу конструкцій.

Монтаж конструкцій поверху ведеться в такій послідовності: спершу встановлюються колони, які є основою каркасу будівлі. Далі монтуються ригелі, що забезпечують горизонтальну жорсткість каркасу і підтримують

плити перекриття. Після цього виконується кладка зовнішніх стін із встановленням перемичок, які посилюють віконні та дверні прорізи. Наступним етапом є укладання плит перекриття та покриття, що формують міжповерхові перекриття. Завершується монтаж встановленням сходових маршів та майданчиків, які забезпечують вертикальні комунікації.

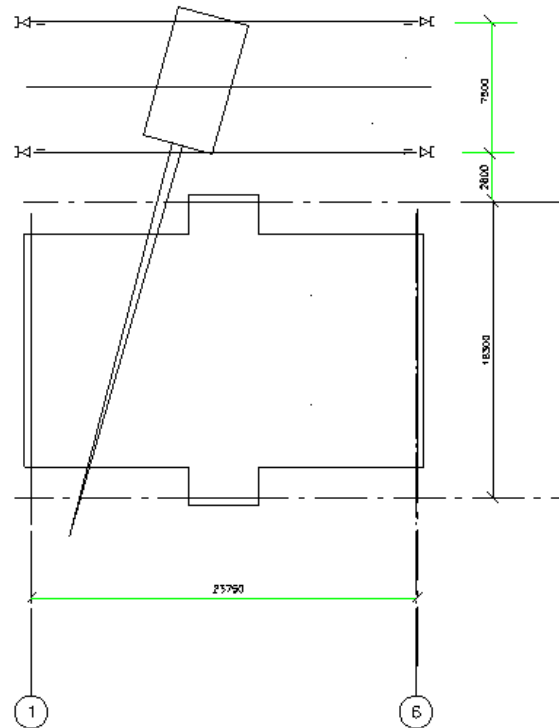


Рисунок 3.1 – Схема захваток при бетонуванні плити

Баштовий кран КБ-503 був обраний для монтажу конструкцій цього поверху на основі типових проєктів і аналізу характеристик будівлі. За допомогою графічних методів було визначено, що стріла крана довжиною 25 м та висота підйому 55,95 м є достатніми для забезпечення доступу до всіх елементів конструкції 14-го поверху. Розташування крана вздовж ряду «Д» забезпечує оптимальний радіус дії, що дозволяє виконувати монтаж без потреби в зміні положення крана або додаткових заходах з підйому вантажів.

КБ-503 є ефективним вибором з точки зору вантажопідйомності та маневровості. Його вантажопідйомність та радіус роботи відповідають вимогам для підйому важких елементів каркасу, таких як колони, ригелі та




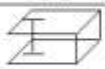

плити перекриття. Цей кран також здатен працювати з високою точністю при встановленні конструкційних елементів на великій висоті, що особливо важливо для забезпечення стійкості та точності монтажу.

3.2.1 Вибір монтажних пристосувань

На будівельному майданчику для монтажу конструктивних елементів 14-го поверху використовуються кілька типів монтажних пристроїв, які підібрані з урахуванням вимог до вантажопідйомності, висоти підйому та призначення.

Для підйому колон використовується напівавтоматичне захоплення з вантажопідйомністю 5,0 т і масою 0,096 т, яке дозволяє безпечно транспортувати колони на висоту до 2,0 м. Підйом плит здійснюється за допомогою чотиригілкового стропа з вантажопідйомністю 5,0 т і масою 0,065 т, що забезпечує монтажну висоту до 4,0 м. Ригелі підіймаються двогілковим стропом з вантажопідйомністю 5,0 т і масою 0,050 т, що дозволяє здійснювати підйом на висоту до 3,5 м.

Таблиця 3.2 – Вибір монтажних пристосувань

№ п/п	Найменування	Схема	Характеристики		Призначення	Кількість
			Вантажопідйомність, тн.	Маса, тн. Монт. вис. м.		
1	Напівавтоматичне захоплення		5,0	<u>0,096</u> 2,0	Підйом колон	1
2	4-х гілковий строп		5,0	<u>0,065</u> 4,0	Підйом плит	1
3	2-х гілковий строп		5,0	<u>0,050</u> 3,5	Підйом ригеля	1
4	Виделковий захоплення		2,0	<u>0,050</u> 0,3	Підйом сходів, марша	2
5	Скринька метал.		0,25 м3	<u>0,040</u> 0,30	Місткість для розчину	2

3.2.2 Визначення необхідних параметрів крану

При зведенні житлових будівель вибір монтажного крана є критичним рішенням, оскільки від цього залежить ефективність, швидкість та безпека виконання монтажних робіт.

Монтажний кран забезпечує підйом і транспортування великих та важких конструктивних елементів, таких як колони, ригелі, плити перекриття, сходові марші та інші компоненти каркасу будівлі, які неможливо встановити вручну.

Необхідна вантажопідйомність крану визначається за формулою (3.1):

$$Q_{\text{необ}} = P_{\text{ел}} + P_{\text{вант.пр}}, \text{ Т}$$

$$Q_{\text{необ}} = 3,06 + 0,05 = 3,11 \text{ Т} \quad (3.1)$$

, де $P_{\text{ел}}$ – максимальна вага елемента, т;

$P_{\text{вант. прис}}$ – вага захопл. пристрою, т.

Вага ригеля є найбільшою серед збірних елементів,

За допомогою графічних методів розрахунку визначаються оптимальні параметри розташування крана на майданчику, що дозволяє мінімізувати час і витрати на підйом конструкцій (рис. 3.2). Кран розташовують так, щоб він охоплював максимально можливу зону будівлі без потреби частої зміни положення.

Необхідна висота підйому гака розраховується за формулою (3.2):

$$H_{\text{кртр}} = h_0 + h_e + h_z + h_c, \text{ м} \quad (3.2)$$

, де: h_0 – перевищення опори елемента над рівнем стоянки крана, м;

h_e – висота елемента, м;

h_z – запас по висоті, м;

h_c – висота стропування.

Монтаж колон:

$$H_{кр}^{мп} = 40,15 + 3,45 + 0,5 + 2,0 = 46,1 м.$$

Монтаж ригеля:

$$H_{кр}^{мп} = 41,6 + 0,4 + 0,5 + 3,5 = 46,0 м.$$

Монтаж балконної плити:

$$H_{кр}^{мп} = 42,4 + 0,22 + 0,5 + 3,5 = 46,62 м.$$

Для виборі крану можна використовувати схему, наведену на рис. 3.2.

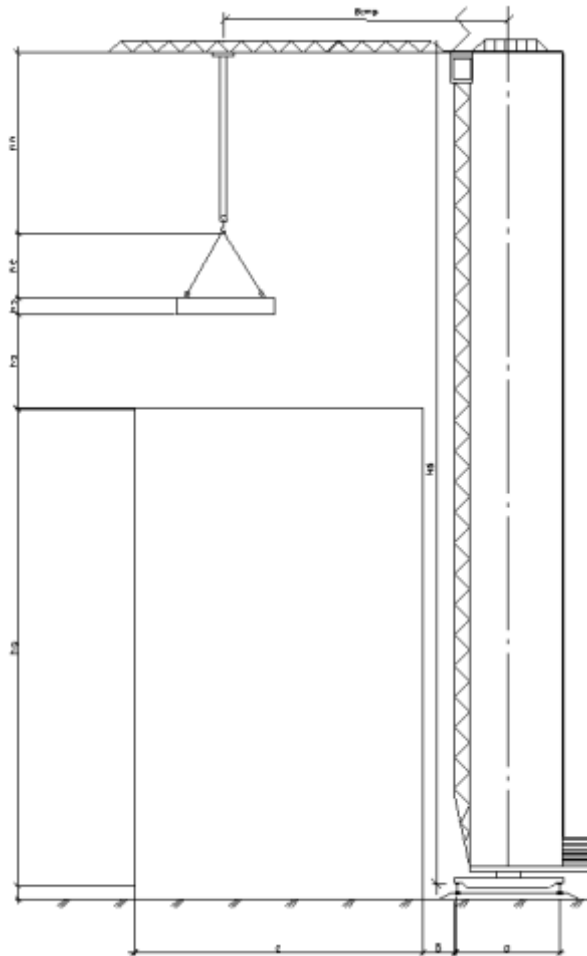


Рисунок 3.2 – Графічна схема визначення характеристик крану

Висота підйому стріли визначається за формулою (3.3):

$$H_{стр}^{mp} = H_{кр}^{mp} + h_n, \text{ м} \quad (3.3)$$

, де: $H_{кр}^{tp}$ – висота підйому гака, м;

h_n – висота поліспасти, м;

Монтаж колон:

$$H_{стр}^{mp} = 46,1 + 1,5 = 47,6 \text{ м.}$$

Ригель:

$$H_{стр}^{mp} = 46,0 + 1,5 = 47,5 \text{ м.}$$

Балконна плита:

$$H_{стр}^{mp} = 46,62 + 1,5 = 48,12 \text{ м.}$$

Вибір крану наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Варіанти крану по необхідним характеристикам

№ п/п	Найменування елементів	Монтажні характеристики			Крани, придатні за технічними параметрами	
		$Q_{тя}$	$H_{стр}^{mp}, \text{ м}$	$B_{стр}, \text{ м}$	1 вар.	2 вар.
1	Колона	1,075	47,5	24,8	КБ-503 $L_{стр} = 25 \text{ м.}$	КБ-674 $L_{стр} = 25 \text{ м.}$
2	Ригель	3,11	47,5	18,5		
3	Балконна плита	1,565	48,12	23,6		

Обираємо кран баштовий КБ-503.

3.3 Технологічна послідовність виконання будівельних робіт

Монтаж конструкцій поверху починається з встановлення колон, які монтуються на оголовки колон попереднього поверху. Для їх підйому використовується напівавтоматичне захоплення, що забезпечує надійність під час транспортування. Перед підйомом такелажник наносить на торці колони осьові ризики, використовуючи шаблон для точного суміщення.

Кран підвозить колону до місця установки, після чого монтажники приймають її на висоті 20-30 см над опорною поверхнею та орієнтують у потрібному напрямку. Повільне опускання дозволяє поєднати ризики на оголовку попередньої колони з ризиками на нижньому торці нової колони. Колону тимчасово фіксують у вертикальному положенні за допомогою кондуктора, регулюючи гвинти верхньої обойми. Після цього, не знімаючи стропів, монтажники коригують положення колони, використовуючи монтажні ломики та гвинти середньої обойми для точного поєднання ризиків. Завдяки регульовальним гвинтам верхньої обойми, колону остаточно приводять у вертикальне положення та закріплюють гвинти кондуктора. Після перевірки точності установки за допомогою теодоліта, машиніст крана опускає захоплення, яке монтажники знімають із колони.

Після цього проводиться монтаж ригелів. Ригелі транспортуються та укладаються за допомогою двогілкового стропа. Монтаж ригелів починається з підведення їх до місця встановлення, причому спочатку на місце укладається нижній кінець ригеля. Особливу увагу приділяють відповідності довжини опорної поверхні ригеля проєктним розмірам. Точність укладання перевіряється за допомогою причалки, осьових ризиків та візування на маячні точки або вже встановлені ригелі. Ригель розміщують на полицях колон та ретельно вивіряють його положення.

У поперечному напрямку ригелі встановлюються так, щоб осі ригелів і колон (з випусками верхньої арматури) збігалися. У поздовжньому напрямку монтажники забезпечують рівномірне спирання кінців ригеля на консолі колон, щоб досягти належної стабільності конструкції та точного монтажу згідно з проектними вимогами.

Після завершення вивіряння ригелів їхні опорні заставні деталі приварюються прихватками до закладних деталей консолей колон, після чого ригель розстропують. Коли монтажники впевнені, що колони та ригелі встановлені у проектному положенні, вони остаточно закріплюють ригелі за допомогою ванного зварювання випусків арматури, зварювання закладних деталей і замонолічування стиків. Всі зварювальні роботи здаються за актом, що підтверджує їхню відповідність технічним вимогам.

Цегляна кладка має певні вимоги щодо товщини швів: горизонтальні шви повинні бути 12 мм, а вертикальні – 10 мм. У випадках вимушених перерв у кладці її необхідно виконувати у вигляді похилої або вертикальної штраби. Якщо розрив кладки виконується вертикальною штрабою, у шви штраби потрібно закласти арматуру у вигляді сітки з поздовжніх стрижнів діаметром не більше 6 мм і поперечних стрижнів діаметром до 3 мм, розміщуючи їх на відстані до 1,5 м по висоті кладки, а також на рівні кожного перекриття.

Горизонтальні і вертикальні шви цегляної кладки стін, а також шви у перемичках, простінках і стовпах повинні бути заповнені розчином, за винятком випадків кладки "впустошовку". При кладці "впустошовку" глибина незаповнених розчином швів з лицьового боку не повинна перевищувати 15 мм для стін і 10 мм (лише для вертикальних швів) для стовпів.

Ділянки стін між рядовими цегляними перемичками при простінках шириною менше 1 м необхідно викладати на тому ж розчині, що і перемички, для забезпечення єдності матеріалу. Під час виконання кладки слід перевіряти вертикальність граней і кутів, а також горизонтальність рядів кожні 0,5-0,6 м. Всі виявлені відхилення усуваються в межах поточного ярусу. Після завершення кладки кожного поверху виконується інструментальна перевірка

горизонтальності та рівня верху кладки, що дозволяє усунути можливі похибки перед початком наступних робіт.

Тичкові ряди в кладці повинні укладатися з цілої цегли або каменю незалежно від типу перев'язки швів. Укладання тичкових рядів обов'язкове в першому і останньому рядах конструкцій, на рівні обрізів стін і стовпів, а також у виступаючих рядах кладки, таких як карнизи та пояси.

3.4 Календарне планування будівельного виробництва

Календарне планування в будівництві є ключовим етапом організації будівельного процесу, оскільки воно визначає порядок виконання робіт, їхню послідовність, а також розподіл ресурсів у часі. Головною метою календарного планування є забезпечення своєчасного і ефективного виконання всіх етапів будівельного проєкту з мінімальними витратами часу та ресурсів.

Основою календарного планування є розробка графіку виконання робіт, який визначає час початку і завершення кожного етапу будівництва. У цьому графіку враховуються такі важливі аспекти, як сезонність робіт, наявність матеріальних ресурсів, техніки та робочої сили, а також залежність між різними видами робіт. Календарне планування дозволяє уникнути простоїв, сприяє координації роботи різних підрядників і забезпечує належну послідовність будівельних операцій.

Календарний план-графік будівництва наведено в графічній частині дипломного проєкту.

Завдяки календарному плануванню можна контролювати хід будівництва, оцінювати виконання проєкту в реальному часі та своєчасно вносити корективи для дотримання графіка. Важливим інструментом є також використання діаграм (наприклад, діаграми Ганта), які візуально відображають тривалість кожного етапу і дозволяють відстежувати, чи відповідає фактичне виконання робіт запланованим термінам.

Обсяги будівельно-монтажних робіт згідно їх технологічній послідовності наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Калькуляція трудових витрат згідно обсягів БМР

№ п/п	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм	Норма часу чол. годину.	Норма часу Маш. годину.	виконавці			Шифр
				Трудомісткість чол. дн.	Машиноємність маш.с м.	професія	розряд	число	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Зрізання рослинного шару ґрунту бульдозером, ґрунт Ігр.	1000 м2	2,6	$\frac{1,9}{0,62}$	$\frac{1,9}{0,62}$	Машин	5	1	2-1-5
2	Розробка ґрунту екскаватором, ємк. ковша 0,5 м3, ґрунт 2 гр.	100 м3	16,96	$\frac{29}{6,15}$	$\frac{29}{6,15}$	Машин	5	1	2-1-8
3	Занурення паль дизель молотом	м3 ні	$\frac{132,8}{164}$	$\frac{3,6}{59,78}$	$\frac{3,6}{59,78}$	Машин поміч	5 4	1 1	5-1-9
4	Вирубвання бетону з арматури паль	ні	164	$\frac{0,48}{9,84}$	-	бетонщик	3,2	1,1	5-1-31
5	Ручна доробка ґрунту	м3	32	$\frac{1,15}{4,6}$	-	земляк	2	1	21-31
6	Влаштування піщаної підготовки	м3	26	$\frac{0,29}{0,94}$	-	бетонщик	3,2	1,1	19-26
7	Влаштування бетонної підготовки	м3	9,75	$\frac{0,53}{0,65}$	-	бетонщик	3,2	1,1	19-26
8	Пристрій опалубки	м2	296	$\frac{0,53}{19,61}$	-	щільно	4,3	1,1	4-1-27
9	Укладання арматури	т	2,809	38	-	арматур	4,3	1,1	4-1-34
10	Укладання бетону	м3	129,9	$\frac{1,2}{19,5}$	-	бетонщик	4,3	1,1	4-1-37

11	Розбирання опалубок	м3	296	$\frac{0,23}{8,51}$	-	щільно	3,2	1,1	4-1-27
12	Монтаж фундаментних блоків ФБС	шт	98	$\frac{0,72}{8,82}$	$\frac{0,23}{2,726}$	монтаж машин	4,3,2 5	1,2 ,1 1	4-1-2
13	Зворотнє засипання ґрунту бульдозером, ґрунт 1,2 гр	100м2	7,02	$\frac{0,98}{1,22}$	0,98	машин	5	1	2-1-21
14	Зворотнє засипання ґрунту вручну	м2	32	$\frac{1,15}{3,63}$	-	землекоп	2	1	2-1-31
15	Монтаж фундаментних балок	ні	14	$\frac{2,1}{4,2}$	$\frac{0,43}{1,08}$	монтаж машин	4,3,2 5	1,2 ,1 1	4-1-2
16	Ущільнення ґрунту пневмотрамбуванням	100м3	10,7	$\frac{0,48}{0,64}$	$\frac{0,68}{0,64}$	трактор	4	1	2-1-2
17	Пристрій гідроізоляції	100м2	4,8	$\frac{8}{4,8}$	-	ізомер	3	1	3-1
18	Монтаж колон масою до 4 т	ні	22	$\frac{6,29}{11,8}$	$\frac{0,95}{2,61}$	монтаж машин	5,4,3, 2 5	1,1 ,2, 1 1	4-1-4
19	Закладення стиків	ні	22	$\frac{0,83}{2,28}$	-	монтаж	4,3	1,1	4-1-1
20	Монтаж колон нижчестоящих	ні	300	$\frac{4,29}{165,2}$	$\frac{0,95}{36,58}$	монтаж машин	5,4,3, 2 5	1,1 ,2, 1 1	4-1-3
21	Монтаж ригелів	ні	225	$\frac{2,7}{75,94}$	$\frac{0,54}{15,19}$	монтаж машин	5,4,3, 2 5	1,1 ,2, 1 1	4-1-6
22	Закладення стиків ригель-колона	ні	450	$\frac{1,09}{61,31}$	-	монтаж	4,3	1,1	4,1,1 8
23	Монтаж обв'язувальних балок	шт	16	$\frac{1,0}{2}$	$\frac{0,2}{0,4}$	монтаж машин	5,4,3, 2 5	1,1 ,2, 1 1	4-1-6
24	Електрозварювання	10м шва	1,44	$\frac{2,7}{0,49}$	-	зварювальник	5	1	22-1-1
25	Укладання балкових плит	шт	90	$\frac{2,0}{22,5}$	$\frac{0,5}{5,65}$	монтаж машин	4,3,2 6	1,2 ,4 1	4-1-6

26	Монтаж плит покриття чол до 10м2 15*6м	ні	190	<u>0,76</u> 18,05	<u>0,19</u> 4,15	монта ж машин	4,3,2 5	1,2 ,1 1	4-1-7
27	Заливка швів плит покриття	100м шва	2,73	<u>1,4</u> 0,48	<u>0,35</u> 0,12	монта ж	4,3	1,1	4-1-18
28	Зварювальні роботи	10 шва	11,66	<u>3,9</u> 5,68	-	зварюв альник	5	1	22-1-23
29	Монтаж сходових маршів та майданчиків	шт	60	<u>1,4</u> 10,5	<u>0,35</u> 2,63	монта ж машин	4,3,2	1,2 ,1	4-1-9
30	Кладка цегляних стін	м3	1465, 5	<u>3,5</u> 659,48	-	камінь	4,3	1,1	3-3
31	Влаштування перегородок з блоків	м3	566	<u>3,2</u> 226,6	-	камінь	4,3	1,1	8-24
32	Пристрій перемичок	ні	640	<u>0,13</u> 10,4	<u>0,03</u> 2,4	монта ж машин	4,3,2 4	1,2 ,1 1	4-1-1
33	Пристрій пароізоляції	100м2	3,52	<u>10,5</u> 4,62	-	покріве ль	3,2	1,1	7-16
34	Укладання утеплювача	100м2	3,52	<u>14,8</u> 6,51	-	покріве ль	4,3	1,1	7-16
35	Влаштування цементної стяжки	100м2	3,52	<u>19,7</u> 8,67	-	покріве ль	4,3	1,1	7-16
36	Укладання техноласта 2-х шарів	100м2	3,52	<u>21,3</u> 10,69	-	покріве ль	4,3	1,1	7-16
37	Встановлення віконних блоків	м2	256,2 5	<u>1,02</u> 33,95	-	тесляр	4,3	1,1	6-1-1
38	Встановлення дверних блоків	м2	652,1	<u>0,98</u> 79,88	-	тесляр	4,3	1,1	6-1-1
39	Скління вікон	100м	2,7	<u>68</u> 22,7	-	стекол	3	1	8-20
40	Облицювання стін плиткою	м2	1200	<u>1,55</u> 232,5	-	обл- плит	4,3	1,1	8-20
41	Оздоблення поверхні із збірних елементів під фарбування стель	м2	5025, 5	<u>0,23</u> 44,60	-	штукат	5,4,3, 2	1,1 ,2, 1	8-6
42	Штукатурні роботи	м2	7450	<u>0,76</u> 707,75	-	штукат	5,4,3, 2	1,1 ,2, 1	8-6
43	Забарвлення стін клейовими складами	м2	5650	<u>0,11</u> 77,69	-	маляр	5,4,3, 2	1,1 ,2, 1	8-24
44	Забарвлення стель клейовими складами	м2	7450	<u>0,13</u> 121,06	-	маляр	5,4,3, 2	1,1 ,2, 1	8-24

45	Забарвлення стін масляними складами	м2	1800	<u>0,58</u> 130,5	-	маляр	5,4,3, 2	1,1 ,2, 1	8-24
46	Ущільнення ґрунту щебенем	м2	382	<u>0,23</u> 10,98	-	бетонщик	3,2	1,1	19-26
47	Влаштування бетонної підготовки	м2	382	<u>0,31</u> 14,8	-	бетонщик	3,2	1,1	19-26
48	Влаштування бетонної підлоги	м2	382	<u>0,402</u> 9,35	-	бетонщик	4,3	1,1	19-30
49	Влаштування підлоги з лінолеуму	м2	6025	<u>9,31</u> 233,47	-		4,3	1,1	19-16
50	Влаштування підлоги з плитки	м2	1425	<u>1,55</u> 276,1	-	обл.плит	4,3	1,1	19-20
51	Забарвлення вікон масляною фарбою	м2	266,2 5	<u>0,72</u> 23,96	-	маляр	5,4,3, 2	1,1 ,2, 1	8-24
52	Забарвлення дверей масляною фарбою	м2	652,1	<u>0,57</u> 46,46	-	маляр	5,4,3, 2	1,1 ,2, 1	8-24
53	Електромонтаж і роботи	т.руб 2	5478, 42	120		електр		15	
54	Сантехнічні роботи	т.руб 2	842,3 4	140		сантех		15	
55	Пристрій вентиляції	т.руб 8	80,31	40		вентиль		10	55
Разом 4022,0									
зокрема: трудомісткість зведення – 1700,72 чол.дн. трудомісткість обробки - 2021,28 чол.дн. трудомісткість спецробіт - 300 чол.									

3.5 Розробка будівельного генплану

Будівельний генеральний план було розроблено на зведення надземної частини будівлі та наведено в графічній частині дипломного проєкту в масштабі 1:200.

3.5.1 Місцезнаходження основних механізмів

Для виконання робіт з облаштування підземної частини будівлі планується використати баштовий кран КБ-503, що має достатню вантажопідйомність та радіус дії для забезпечення ефективного монтажу на заданій ділянці. Монтажна зона для крана визначена на відстані 10 м від зовнішнього контуру будівлі, що дозволяє зручно розміщувати матеріали та забезпечувати безперешкодну роботу крана.

Радіус зони роботи крана прийнято 20,1 м, що забезпечує охоплення всієї необхідної ділянки для виконання монтажу підземних конструкцій. Для безпеки встановлено небезпечну зону радіусом 7 м, де рух та знаходження людей обмежено під час роботи крана. Загальний радіус дії з урахуванням усіх вимог складає 30,1 м (20,1 м зони роботи крана + 3 м запасу для безпечного монтажу плит перекриття + 7 м зони безпеки).

Запас безпеки в 7 м доданий для запобігання можливим ризикам, пов'язаним із падінням вантажів або іншими непередбачуваними ситуаціями, що можуть виникнути під час підйомних операцій.

3.5.2 Визначення площ складських приміщень

Планується організація робіт із використанням приоб'єктного складу. Для цього передбачено підтримку запасу матеріалу, який розраховується відповідно до встановленої формули. Величина запасу визначається з урахуванням таких параметрів: загальна кількість матеріалу (Q), необхідного для виконання робіт протягом визначеного періоду (T), тривалості використання конкретного виду матеріалу, а також норми запасу, що зберігається на складі, яка становить 3 дні.

Для розрахунку враховуються коефіцієнти нерівномірності надходження матеріалу на склад ($K_1 = 1,2$) і споживання матеріалу ($K_2 = 1,2$).

Площа складського приміщення також визначається на основі встановлених параметрів за формулою (3.4):

$$П = \frac{З_{ски} \times H_{хр}}{K_n} = \frac{П_{пол}}{K_n}, \text{ м}^2 \quad (3.4)$$

Загальна площа (П) залежить від запасу матеріалу ($Z_{ски}$), корисної площі складу ($П_{пол}$), норми зберігання матеріалу на одиницю площі ($H_{хр}$) і коефіцієнта використання складської площі (K_n).

Визначення потреби матеріалів, необхідних для виконання БМР, наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Визначення обсягів матеріалів для складування

№ п/п	Найменування матеріалів, конструкцій, деталей	Од. вим.	Загальна кількість	Добова витрата	Норм а запасу дн	Бережи мій запас
1	Арматура	т	2,809	2,809	3	2,809
2	Фундаментні блоки	шт	98	49	3	98
3	Цегла, блоки	т.шт , м ³	732,6; 566	18,50; 14,05	3; 3	55,5; 42,45
4	Плити перекриття	шт	190	10	3	30
5	Сходові марші	шт	60	2	3	6
6	Перемички	шт	620	30	3	90
7	Віконні блоки	м ²	266,25	26,63	3	79,89
8	Дверні блоки	м ²	652,1	65,21	3	195,63
9	Скло віконне	м ²	312,4	90	3	312,4
10	Колони	шт	330	11	3	33
11	Рігелі	шт	241	10	3	50
12	Палі	шт	164	11	3	33

Розрахунок складських приміщень виконано в табличному вигляді та наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок складських приміщень

№ п/п	Найменування матеріалів, конструкцій, виробів	Спосіб збе- рігання	Кп	Площа м ²	
				корисна	загальна
1	Арматура	відкритий	0,6	28,8	48
2	Фундаментні блоки	відкритий	0,6	36,4	61
3	Цегла, блоки	на піддонах	0,6	48,32	60
4	Плити перекриття	відкритий	0,6	49,25	82
5	Сходові марші	відкритий	0,6	22,25	20,37
6	Перемички	відкритий	0,6	18,96	30
7	Віконні блоки	навіс	0,5	9,1	18
8	Дверні блоки	навіс	0,5	9,1	18
9	Скло віконне	закритий	0,5	2,0	4
10	Колони	відкритий	0,6	29,96	50,0
11	Рігелі	відкритий	0,6	18,96	32
12	Оздоблювальні матеріали	закритий	0,5	10,1	20

Таким чином, загальна площа закритих складів = 24 м².

Склади під навісом = 36 м².

Загальна площа відкритих складів 400 м².

Тимчасові дороги виконані із бетонних плит за серією ПД, мають розміри 3 x 6 м, ширина проїжджої частини = 6 м, радіус закруглення = 12 м.

3.5.3 Розрахунок площ тимчасових будівель та споруд

Максимальна кількість працюючих на будівельному майданчику розраховується за формулою (3.5):

$$\phi_{ой} = \phi + 0,15\phi, \text{ чол} \quad (3.5)$$

, де: ϕ – максимальна кількість працівників в зміну, визначається за календарним планом.

Площа необхідних будівель та споруд визначається за формулою (3.6):

$$P = \varphi_{об} \times H, \text{ м}^2 \quad (3.6)$$

, де: H – норма площі на одного працівника, м².

Розрахунок потреби в тимчасових будівлях та спорудах проведено в табличному вигляді та наведено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Розрахунок площ тимчасових будівель

№ п/п	Найменування будівель	Кількість робітників	Норма площ. на одного роб. м ²	Потріб. площ. м ²	Площ. типових будівель м ²	Марка, тип будівлі	Кількість
1	Вбиральня	59	0,5	29,5	18	контейнер	2
2	Душові	30	0,82	24,6	27	контейнер	1
3	Умивальні	59	0,067	3,95	27	контейнер	1
4	Приміщення для сушіння одягу	59	0,3	17,7	18	контейнер	1
5	Приміщення для їди	59	0,25	14,75	18	контейнер	1
6	Приміщення для відпочинку	59	0,75	44,25	21	контейнер	2
7	Прорабська	3	4	12	12	контейнер	1
8	Туалет	62	0,075	4,65	4,0	контейнер	1

3.5.4 Визначення потреби у водопостачанні будмайданчику

Визначення потреби у водопостачанні будівельного майданчику враховує технологічну потребу в воді, яка потрібна для виконання будівельних робіт, таких як приготування бетонних сумішей, зволоження матеріалів і очищення обладнання.

Також враховується побутова потреба, що забезпечує санітарно-гігієнічні умови для робітників, включаючи душові, санвузли та питну воду.

Окрім цього, важливим є протипожежний резерв води, який має бути доступним у випадку надзвичайних ситуацій, таких як пожежі. До загальної потреби додаються втрати води під час транспортування і через випаровування, що може вплинути на її остаточний обсяг. Додатково планується резервний запас, щоб забезпечити безперебійність робіт у разі можливих перебоїв у водопостачанні.

Визначення витрати води на виробничі потреби наведено в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Розрахунок витрати на виробничі потреби

№ п/п	Споживачі води	Обсяг		Коеф. нерівності поверхні	Витрата води		
		Од. вим.	К-ть		На од. робіт л.	На весь об'єм л.	Весь л/см.
1	2	3	4	5	6	7	7
1.	Поливка цегли	т. шт.	732,6	1,5	150	164835	4,53
2.	Догляд за бетоном	м3	220	1,5	200	66000	1,81
3.	Штукатурні роботи	м2	7450	1,5	7	78225	2,15
4.	Облицювання стін. плит	м2	1200	1,5	5	9000	0,03
5.	Заправка автомобілів	1 маш.	4	1,5	200	1200	0,01
6.	Робота екскаватора	1 маш.	1	1,5	200	1300	0,01
7.	Робота дизель молота	1 маш	1	1,5	200	300	0,01
8	Малярні роботи	м2	13100	1,5	10	196504	5,4
							14,1

Розрахунок виконується за формулою (3.7):

$$Q_{np} = \sum \frac{Q_{cp} \cdot K_1}{8 \cdot 3600} \cdot K_2, \text{ л/с} \quad (3.7)$$

, де: K_2 – коефіцієнт, що враховує непередбачені витрати води = 1,2;

Q_{cp} – середня витрата води за одну зміну, л/с;

K_1 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність споживання води;

8 – кількість годин в зміні.

Визначення потреби води на господарські потреби наведено в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Визначення витрат води на господарсько-побутові потреби

№ п/п	Споживачі води	Кількість робіт.	Норма витрати	Коеф. нерівності по-вір.	Витрата води	
					На од.	Весь л/с
1	Господарські потреби	53	25	2	3150	0,12
2	Душові установки	30	40	1	1200	0,75
						0,17

Витрата води на господарські потреби будівельного майданчику розраховується за формулою (3.8):

$$Q_{госп} = \frac{K_p \cdot (П_1 \cdot K_2 + П_2 \cdot K_3)}{3600 \cdot 8}, \text{ л/с} \quad (3.8)$$

, де: K_p – максимальна кількість працівників в одну зміну, чел;

$П_1$ – норма споживання на одного працівника в зміну;

$П_2$ – норма споживання на одне використання душевої;

K_3 – відношення використання душа до працівників в одну зміну;

Витрата води на пожежні потреби визначається за проектом-аналогом на прийнята в розмірі $Q_{пож} = 10$ л/с.

Таким чином, визначаємо загальну витрату води на будівельному майданчику за формулою (3.9):

$$Q_{розр} = (Q_{пр} + Q_{хоз}) \cdot 0,5 + Q_{пож}, \frac{\text{л}}{\text{с}} \quad (3.9)$$

$$Q_{розр} = (0,06 + 0,13) \cdot 0,5 + 10 = 13,1 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Діаметр трубопроводу визначається за формулою (3.10):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{розрах}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}}, \text{ мм} \quad (3.10)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 17,19 \times 1000}{2 \times 3,14}} = 104,6 \text{ мм}$$

, де: V – швидкість руху води в трубопроводі, м/с.

Обираємо діаметр трубопроводу $D = 110$ мм.

3.5.5 Визначення потреби на електропостачання майданчику

Витрати на електропостачання будівельного майданчика охоплюють необхідність забезпечення енергією всього обладнання, такого як генератори, трансформатори, інструменти та освітлення, для безперервного проведення будівельних робіт. Витрата електроенергії наведена в табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Визначення витрати на електропостачання

№ п/п	Споживачі електроенергії	Обсяг робіт		Потужність	
		Од. змін.	Кількість	на од.	Усього
1	Вібратор глибинний ІВ-91	шт	1	1,8	1,8
2	Бетононасос СО-49Б	шт	1	5,4	5,4
3	Зварювальний апарат СТН-350	шт	1	25	25
4	Кран баштовий	шт	1	216	216
5	Віброрейка СО-47	шт	1	0,6	0,6
6	Зовнішнє освітлення	1000 м2	2,6	1,2	3,12
7	Склади	1000 м2	0,460	1,2	0,55
8	Побутові приміщення	100 м2	1,57	1	1,57
					254,04

Необхідна потужність трансформатора визначається (3.11):

$$W_{\text{тр}} = 254,04 \times 1,1 = 279,45 \text{ кВт} \quad (3.11)$$

Для забезпечення потреб майданчику обираємо трансформатор ТМ 320/6, потужність якого складає 320 кВт.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

4.1 Розрахунок локального кошторису на БМР

Розділ присвячений обґрунтуванню вартості, необхідної для реалізації проекту. Складання локального кошторису є етапом економічного планування, що дозволяє визначити загальні витрати на виконання будівельно-монтажних робіт. Головна мета цього кошторису полягає у визначенні фінансових потреб для закупівлі матеріалів, оплати праці, забезпечення технічних засобів, а також покриття накладних витрат і прибутку підрядної організації, що дозволяє не тільки спланувати витрати, але й забезпечити ефективне управління ресурсами проекту.

Розрахунок локального кошторису здійснюється на основі різних методик, таких як ресурсний метод, який базується на визначенні обсягів ресурсів і їх вартості, або базисно-індексний метод, що дозволяє врахувати поточні ціни та відповідні індекси. Вибір методу залежить від специфіки проекту і вимог замовника, а також від доступності інформації про ринкові ціни на ресурси. Для обґрунтування точності кошторису важливим є дотримання нормативних документів, зокрема державних стандартів, які регулюють методику розрахунку кошторисів, та офіційних розцінок на будівельно-монтажні роботи.

Вихідними даними для розрахунку є проектна документація, що включає обсяги та специфікації робіт, технічні вимоги до матеріалів і конструкцій, а також інформація про ринкову вартість матеріалів, обладнання та трудових ресурсів. При складанні кошторису враховується реальна вартість ресурсів на момент розрахунку, що допомагає уникнути непередбачених витрат та забезпечує точність планування бюджету.

Окрім базових витрат, у кошторисі необхідно врахувати потенційні фактори, що можуть вплинути на загальну вартість будівництва, такі як зміна цін на ресурси, сезонні коливання, складність виконання робіт, а також особливості місцевості будівельного майданчика. Наявність детально

розрахованого кошторису дозволяє не лише оцінити економічну ефективність проєкту, але й здійснювати контроль за витратами на кожному етапі, виявляючи статті, які потребують оптимізації для зменшення загальних витрат.

Розрахунок локального кошторису проведено в табличному вигляді та наведено в Додатку А пояснювальної записки.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ

5.1 Протипожежні заходи

Перелік основних документів, які регламентують вимоги щодо пожежної безпеки та вогнестійкості будівельних конструкцій:

1. ДБН В.1.1-7:2016 – *Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.* Цей норматив встановлює основні вимоги до пожежної безпеки для всіх об'єктів будівництва, включаючи житлові, громадські та промислові будівлі.
2. ДБН В.2.2-15:2019 – *Житлові будинки. Основні положення.* Містить вимоги до житлових будинків, зокрема щодо забезпечення пожежної безпеки, евакуації та вогнестійкості конструкцій.
3. ДБН В.2.5-56:2014 – *Системи протипожежного захисту.* Визначає вимоги до проектування та обладнання систем протипожежного захисту в будівлях і спорудах.
4. ДСТУ-Н-ПБ В.1.1-29:2010 *Захист від пожежі. Вогнезахисне оброблення будівельних конструкцій. Загальні вимоги та методи контролювання* ДСТУ Б В.2.6-78:2009 – *Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість.* Цей стандарт містить методи випробувань будівельних конструкцій на відповідність вимогам вогнестійкості.
5. ДСТУ EN 13501-2:2016 – *Класифікація будівельних виробів і конструкцій за показниками вогнестійкості. Частина 2. Класифікація на основі даних випробувань (окрім вентиляційних систем).* Надає класифікацію будівельних виробів та елементів конструкцій на основі показників вогнестійкості.

Розроблена будівля відноситься до категорії житлових споруд – багатоквартирних житлових будинків, для яких передбачені підвищені вимоги щодо пожежної безпеки. Оскільки будівля зведена із застосуванням природних і штучних кам'яних матеріалів, бетону та залізобетону, а також

інших негорючих матеріалів, вона належить до I ступеня вогнестійкості, з класом пожежної небезпеки конструкцій C0. Такі характеристики дозволяють проектувати житлові будівлі висотою до 75 метрів та площею пожежного відсіку до 2500 м², що відповідає вимогам українських нормативів. Параметри проєктованої будівлі менші за зазначені, що відповідає вимогам чинних нормативних документів.

Визначення ступеня вогнестійкості будівлі здійснюється на основі показників вогнестійкості її конструкцій. Вогнестійкість визначається за межами допустимих значень часу (у хвилинах), протягом якого конструкція зберігає свою несучу здатність, цілісність і теплоізоляційні властивості. Для основних конструкцій вогнестійкість забезпечується наступними межами: несучі елементи будівлі – R 120; зовнішні ненесучі стіни – E 30; перекриття, включаючи горищні і над підвалами – REI 60; внутрішні міжквартирні стіни – REI 120; сходові марші і майданчики – R 60. Усі ці характеристики дозволяють не застосовувати додатковий вогнезахист, що узгоджується з чинними нормативами (показники R – несуча здатність, I – теплоізолююча здатність, E – цілісність).

Огороджувальні конструкції ліфтових шахт, машинних відділень ліфтів (за винятком розміщених на покрівлі), а також канали і шахти для прокладання комунікацій повинні відповідати вимогам для протипожежних перегородок 1-го типу (REI 150) та перекриттів 3-го типу (R 45).

Що стосується заповнення отворів (двері, вікна, люки), вимоги до меж їхньої вогнестійкості не нормуються. В усіх житлових будинках, незалежно від ступеня вогнестійкості, покрівлю, підлогу, двері, ворота, віконні рами та оздоблення стін і стель допускається виконувати з горючих матеріалів, якщо це не призводить до розповсюдження вогню.

Огородження балконів і системи сонцезахисту у проєкті виконуються з негорючих матеріалів, що відповідає вимогам ДБН В.1.1-7:2016. Для сміттєзбірної камери передбачено окремий вихід.

Покрівля будівлі має нахил до 12%, а висота від рівня землі до карниза перевищує 10 м. У такому випадку необхідно встановити огороження на покрівлі відповідно до ДСТУ Б EN 14122-3:2017, що регулює безпеку доступу до покрівельних конструкцій.

Для будівель заввишки 10 м і більше від планувальної позначки землі до карниза або верху зовнішньої стіни передбачають виходи на покрівлю зі сходових кліток або зовнішні пожежні сходи, що реалізовано в проекті. Згідно з нормативами, для житлових будинків виходи на покрівлю мають бути облаштовані через кожні 100 м довжини будівлі. У проекті передбачені пожежні сходи типу 1, що є вертикальними сталевими конструкціями шириною 0,7 м, з виходом на покрівлю.

Інформація щодо евакуаційних виходів наведена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Характеристики евакуаційних виходів

Тип аварійного виходу	Умови та характеристики
Вихід на відкритий балкон або лоджію	Глухий простінок не менше 1,2 м від торця балкона (лоджії) до вікна або 1,6 м між заксленими отворами
Вихід на відкритий перехід до сусідньої секції будівлі або пожежного відсіку	Ширина переходу не менше 0,6 м; веде до сусідньої секції будівлі класу Ф1.3 або через повітряну зону
Вихід на балкон або лоджію зі зовнішніми сходами	З'єднує балкони або лоджії кожного поверху, обладнані зовнішніми сходами
Вихід назовні через вікно, двері або люк	Розмір вікна або дверей не менше 0,75х1,5 м, люк — не менше 0,6х0,8 м; вихід через прямок або люк має мати драбини

У випадку будівлі класу Ф1.3 допускається облаштування одного евакуаційного виходу на кожному поверсі за умови, що загальна площа

квартир на поверсі не перевищує 500 м². Якщо площа більша, передбачено аварійний вихід з кожної квартири, розташованої на висоті понад 15 м.

Коридори та проходи проєктовані з мінімальною кількістю поворотів, що сприяє швидкій евакуації. По всій довжині проходів і коридорів відсутні пороги або проміжні сходинок, а для невеликих перепадів рівня підлоги передбачено встановлення пандусів з ухилом трохи більшим за 1:8.

У сходових клітках не передбачено розміщення приміщень для робочих потреб, складів або інших призначень, а також відсутні технологічні пристрої (трубопроводи тощо), які у разі аварії могли б заблокувати евакуацію. Сходові клітки мають вікна для провітрювання та видалення диму. Сходи та сходові клітки, призначені для евакуації, розташовані всередині будівлі. Тип сходів — Н2, з передбаченою системою підпору повітря у випадку пожежі.

Ширина маршу сходів, розрахованих для евакуації, не менша за ширину будь-якого евакуаційного виходу на неї і зазвичай складає не менше 1,35 м для будівель класу Ф1. Ухил сходів на шляхах евакуації трохи перевищує 1:1. Ширина проступи (сходинок) не менша за 25 см, а висота сходинок не перевищує 22 см.

Проміжні майданчики в прямому марші сходів мають ширину не менше 1 м, що відповідає вимогам безпеки. Огороджувальні конструкції ліфтових шахт, машинних відділень, а також каналів і ніш для комунікацій виконані відповідно до норм: вони відповідають вимогам протипожежних перегородок 1-го типу та перекриттів 3-го типу.

Двері, що виходять на сходову клітку, у відкритому положенні не зменшують ширину сходових майданчиків і маршів. Також двері з приміщень у сходові клітки розташовані так, щоб не зменшувати розрахункову ширину евакуаційного шляху.

Отвори у внутрішніх стінах сходових кліток, окрім дверних, не допускаються. Рекомендовано, щоб ширина дверей на шляху евакуації відповідала ширині коридору або проходу, допускаючи відхилення не більше ніж на 5%. Висота проходу по всьому евакуаційному шляху становить не

менше 2 м, а дверні прорізи розташовані по осі проходу, коридору або сходової клітки для зручності евакуації.

Дверні прорізи на шляхах евакуації розташовані по осі коридору, проходу або сходової клітки, що забезпечує прямий і зручний шлях до виходу. Ширина зовнішніх дверей сходових кліток, а також дверей зі сходових кліток у вестибюль не менша за ширину маршу сходів, щоб гарантувати вільний прохід. Усі евакуаційні виходи спроектовані з урахуванням вимог, які дозволяють безперешкодно транспортувати носилки з лежачою людиною.

На шляхах евакуації двері відчиняються у напрямку виходу з будівлі. Двері, що ведуть із поверхових коридорів і сходових кліток, не мають запорів, які перешкоджають їхньому відкриванню зсередини без ключа, що є важливою умовою безпеки.

Двері сходових кліток, які виходять у загальні коридори, обладнані пристроями для самозакривання та ущільнення у притворах, що допомагає запобігти поширенню диму у разі пожежі. Виходи, які не відповідають вимогам евакуаційних, розглядаються як аварійні й передбачені для додаткового захисту людей під час пожежі, хоча вони не враховуються у розрахунках основного шляху евакуації.

5.2 Виявлення основних причин травматизму при монтажних роботах на будівництві

Монтажні роботи в будівництві є одними з найскладніших і найнебезпечніших, оскільки до 80% часу монтажники працюють на висоті, що створює додаткові ризики. Праця монтажників має особливі умови, серед яких – робота при низьких або високих температурах, інтенсивному сонячному випромінюванні, сильному вітрі або за наявності атмосферних опадів. Робота на висоті також супроводжується високою нервово-психологічною напругою, оскільки монтажники мають постійно контролювати своє положення у просторі та усвідомлювати небезпеку падіння або травмування. Виконання

погоджених трудових операцій і необхідність підтримувати узгодженість дій між членами команди є важливим аспектом їхньої роботи.

Умови праці монтажників часто обмежені, адже рухатися доводиться на тимчасових підмостках з обмеженим простором. В зоні монтажу вони мають швидко переміщуватися по вертикальних сходах, монтажних містках та зведених конструкціях. Це включає також роботу у вимушених і незручних позах, що додає додаткове навантаження на тіло і призводить до фізичного стомлення. Окрім того, розгойдування конструкцій через вітер або рух крана створює додаткові труднощі. Кранівник, у свою чергу, не завжди має пряму видимість для точного встановлення збірних елементів, що також ускладнює процес.

Таблиця 5.2 – Технологічні операції при монтажних роботах

№ п/п	Робочі процеси	Робочі операції
1.	Підготовка місця монтажника і подачі елемента	Стропування елемента. Переміщення монтажного пристосування. Подача елемента до місця монтажу
2.	Попередня установка елемента	Установка. Попередня вивірка. Тимчасове закріплення елемента
3.	Остаточне вивіряння і закріплення елемента	Перевірка положення елемента. Остаточне вивіряння. Виправлення положення деталі та закріплення її. Розстропування
4.	Зварювання закладних деталей	Вирівнювання арматурних випусків. Очищення закладних деталей. Установка анкерів і накладок. Зварювання закладних деталей
5.	Замонолічування стиків	Пристрій гідроізоляції. Установка інвентарної опалубки. Антикорозійне покриття закладних деталей. Бетонування стиків

Монтажні роботи складаються з комплексу операцій: спершу виконується установка елемента з його тимчасовим закріпленням, далі здійснюється остаточне вивіряння встановленого елемента, а завершуються роботи зварюванням стиків і замонолічуванням конструкцій. Ця технологічна структура монтажних робіт представлена у таблиці 5.2, де детально описані основні етапи і порядок виконання монтажних операцій для зведення будівель і споруд різного призначення.

Травматизм під час монтажних робіт у будівництві виникає через різноманітні причини, пов'язані зі складністю та ризиками роботи на висоті. Основними факторами, що обумовлюють травматизм, є падіння або обвалення конструкцій, що монтуються. Працівники часто зазнають небезпеки падіння з висоти під час наведення, встановлення та закріплення елементів збірних конструкцій, а також при розстроповці, остаточному оформленні вузлів і переміщенні на нове робоче місце.

травматизм може бути спричинений недоліками або помилками у виборі монтажної оснастки, особливо при виконанні такелажних робіт. Додаткові фактори ризику включають несправності механізмів, машин і електроустановок, недостатнє освітлення робочих зон, а також порушення послідовності виконання робіт, що створює небезпечні ситуації на майданчику. Операції з розвантаження елементів на приоб'єктний склад також мають високий рівень ризику.

Аналіз травматизму в монтажних роботах показує, що розподіл інцидентів виглядає наступним чином:

10% нещасних випадків трапляються під час розвантажувальних робіт,
35% — на етапі попередньої установки елементів,
20% — під час підготовки монтажного місця і подачі елементів,
20% — під час остаточної вивірки та зварювання закладних деталей,
і ще 10% — на післямонтажних роботах, пов'язаних із замонолічуванням конструкцій та закладенням стиків.

5.3 Безпечна організація будмайданчика

Монтаж конструкцій слід розпочинати тільки після повного завершення всіх будівельних робіт, пов'язаних з нульовим циклом. Це забезпечує стабільну основу та необхідні умови для безпечного проведення монтажних операцій. Перед початком монтажу необхідно завершити зведення фундаментів як для будівлі, що монтується, так і для тимчасових опор. Також

повинні бути виконані всі земляні та підземні роботи, включаючи засипку котлованів і планування майданчика. Майданчик має бути очищений від будівельного сміття і зайвих матеріалів.

Необхідно підготувати всі тимчасові приміщення для забезпечення роботи монтажної дільниці, зокрема, приміщення для контор, комор, компресорної, механічної майстерні та побутові приміщення для робітників. До місця робіт повинна бути підведена електроенергія та вода, а також забезпечено освітлення майданчика. Прокладаються тимчасові залізничні колії та автодороги для транспортування матеріалів, а також встановлюються шляхи для монтажних кранів. Складаються умови для організації складу металоконструкцій з пристроями для складування та укрупнювального складання, забезпечується монтаж та випробування монтажних кранів, а також встановлення компресорів і прокладка трубопроводів стисненого повітря до місць споживання.

На монтажному майданчику має бути створений спеціальний склад для розвантаження прибуваючих конструкцій. Його основні функції включають облік, сортування, виправлення виявлених дефектів, зберігання та комплектацію конструкцій для подальшого монтажу. На складі облаштовуються стелажі для укрупнювального складання, клепки та зварювання, а також підвісні риштування для підготовки конструкцій до монтажу.

5.4 Охорона праці при покрівельних роботах

Конструкція покрівлі визначається видом використовуваних матеріалів і може бути сполученою або горищною. У сполучених покрівлях покрівельний килим укладається безпосередньо на елементи покрівельного покриття або на теплоізоляційний шар. У горищних конструкціях покрівельні матеріали розташовуються на спеціальній підкроквяній системі, яка створює необхідний уклон і покращує умови експлуатації покрівельного килиму. Такі конструкції

є надійнішими, оскільки дозволяють використовувати довговічні покрівельні матеріали. Проте їх монтаж не завжди доцільний у промислових будівлях з великими прольотами, де зазвичай використовуються м'які покрівельні килими у складі сполученої конструкції.

М'які покрівлі з рулонних матеріалів та азбестоцементних листів складають основну частину покрівельних робіт. Ці матеріали мають невелику вагу та поставляються на будівельний майданчик у рулонах або пакетах. Рулонні матеріали наклеюють пошарово, використовуючи гарячі або холодні бітумні мастики, а азбестоцементні листи кріплять на дерев'яну або металеву обрешітку

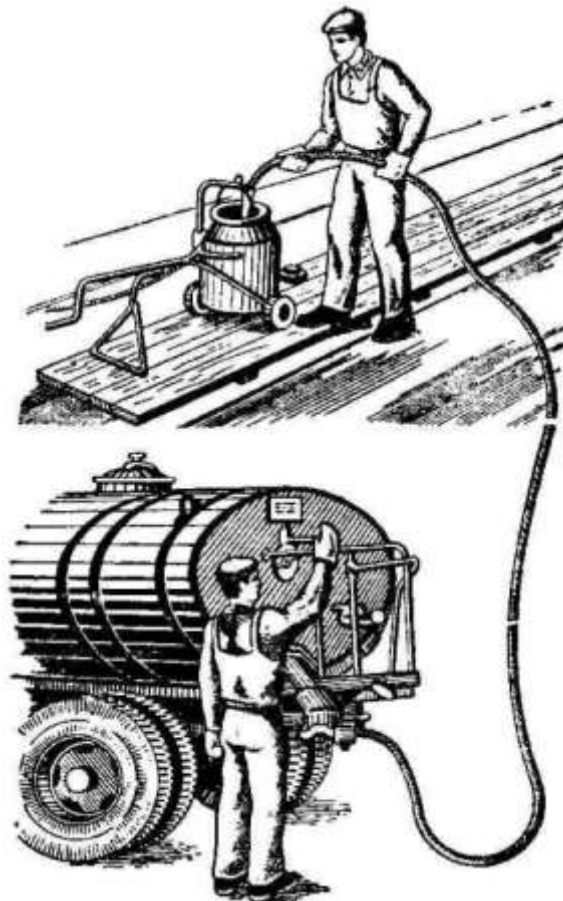
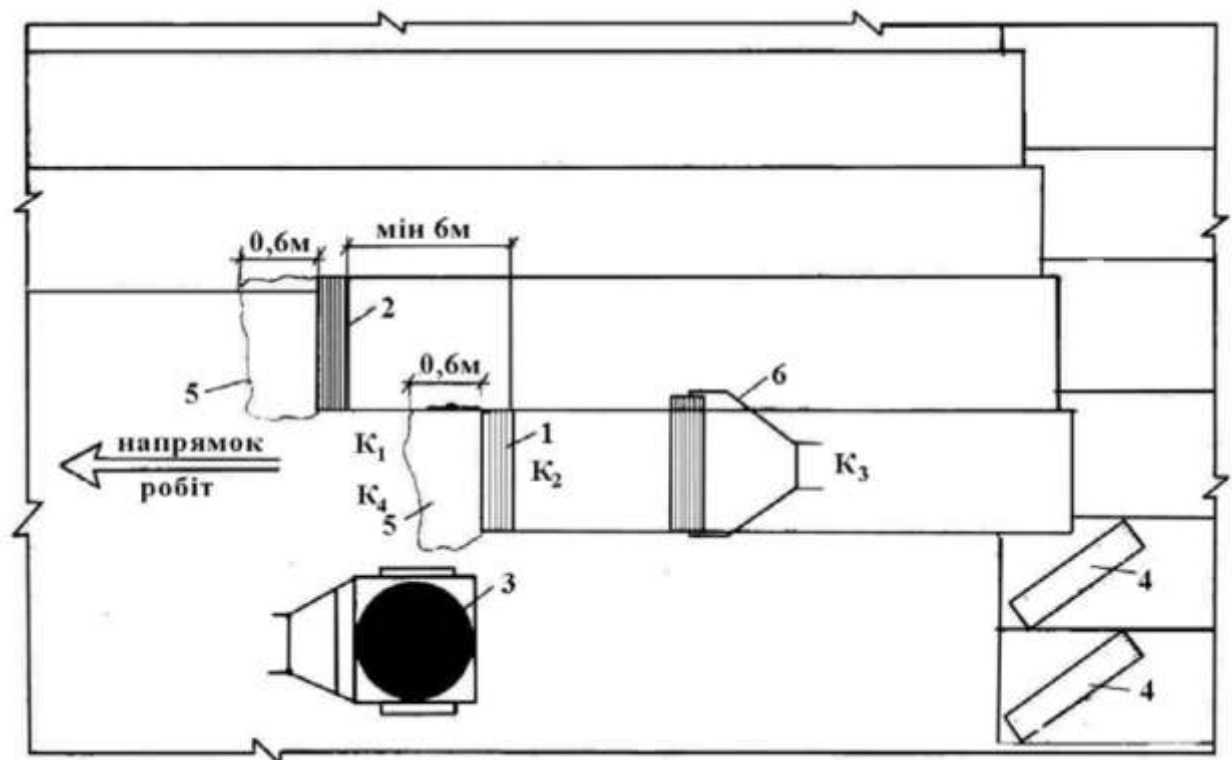


Рисунок 5.1 – Влаштування бітумної мастики

Влаштування покрівельних конструкцій, особливо рулонних покрівель із використанням гарячих бітумних мастик, вимагає підвищеної уваги до

безпеки, оскільки умови роботи можуть бути небезпечними і шкідливими для працівників. Процес укладання рулонної покрівлі включає три основні етапи: підготовку основи, пошарове наклеювання водоізоляційного килиму, а також облаштування місць прилягання та захисного шару.

Для підготовки основи використовуються електричні або пневматичні інструменти для вирівнювання поверхні, компресори для видалення сміття і пилу, установки для нанесення ґрунтовки. Наклеювання водоізоляційного килиму виконується з використанням установок для розігріву і нанесення бітумних мастик, малогабаритних котлів, газових горілок для підплавлення покрівельного матеріалу, обладнання для прикати рулонних матеріалів, підйомників для транспортування матеріалів на покриття та візків для перевезення покрівельних матеріалів.



1 – рулон, що наклеюється; 2 – нерозгорнута частина рулону; 3 – візок з бачком для мастики; 4 – положення рулонів перед виміром; 5 – шар нанесеної мастики; 6 – каток; К₁, К₂, К₃, К₄ – розташування робітників при наклеюванні рулону.

Рисунок 5.2 – Організація робочих захваток при покрівельних роботах

5.5 Безпечне виконання штукатурних робіт

Під час виконання штукатурних робіт існує підвищений ризик нещасних випадків. Основні причини включають падіння робітників з риштувань, засобів підмашування та люльок, а також падіння предметів з висоти. Травми можуть бути спричинені несправностями засобів механізації, які використовуються для транспортування матеріалів або нанесення розчинів, недостатньою підготовкою працівників та потраплянням на шкіру чи в очі агресивних речовин (наприклад, частинок вапна), особливо при роботі взимку. До виконання таких робіт допускаються тільки кваліфіковані особи, які пройшли спеціальне навчання. Зокрема, до приготування хлорованих розчинів допускаються особи старше 18 років, які пройшли медичний огляд і навчання з безпечного поводження з хімічними речовинами.

Зовнішні штукатурні роботи дозволяється виконувати з інвентарних наземних або підвісних риштувань, а також з пересувних баштових підмостків. За відсутності риштувань зовнішні відкоси вікон обробляють з люльок або спеціальних настилів, які кріпляться до пальців, випущених з отворів стін. Внутрішні роботи виконуються з підмостків або пересувних столиків, які встановлюються на підлогу або суцільні настили. Заборонено використовувати як основу підмостків будь-які нестійкі предмети (ящики, бочки) чи сантехнічне обладнання (ванни, радіатори).

На сходових маршах штукатурні роботи виконуються з використанням спеціальних столиків з ніжками різної довжини, що дозволяє встановлювати їх горизонтально. Настили таких столиків повинні бути захищені бортовою дошкою. Для забезпечення безпеки при нанесенні кольорових розчинів заборонено використовувати шкідливі для здоров'я пігменти, такі як свинцевий сурик, свинцевий крон та мідянку.

Заходи профілактики травматизму при штукатурних роботах наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Аналіз травматизму при штукатурних роботах

Заходи профілактики травматизму при штукатурних роботах	Опис заходу
Навчання та інструктаж робітників	Проведення обов'язкового інструктажу з техніки безпеки для всіх працівників, що виконують штукатурні роботи.
Використання інвентарних риштувань та підмостків	Застосування лише перевірених і надійно закріплених риштувань і підмостків з огороженням для захисту від падіння з висоти.
Забезпечення захисного обладнання	Робітники мають бути забезпечені захисним одягом, окулярами, рукавицями для захисту від агресивних речовин і падіння матеріалів.
Безпечна організація робочого місця	Організація робочого місця з урахуванням захисту від падіння інструментів і матеріалів, включаючи бортові огороження на настилах.
Обмеження вікових вимог	До роботи з хлорованими розчинами допускаються працівники віком від 18 років, які пройшли медичний огляд і навчання.
Контроль за обладнанням	Регулярна перевірка манометрів, клапанів, шлангів та дозаторів перед початком кожної зміни для запобігання несправностей.
Заборона використання відкритого вогню	Заборона використання обладнання з відкритим вогнем у місцях приготування бітумних сумішей та інших матеріалів.
Сигналізація на робочих місцях	Забезпечення звукової та світлової сигналізації для координації між операторами та мотористами машин.

При механізованому нанесенні розчинів до управління розчинонасосом і штукатурними машинами допускаються тільки особи старше 18 років, які пройшли навчання та атестацію. Перед кожною зміною перевіряється справність запобіжних клапанів, манометрів, шлангів, дозаторів та іншого обладнання, які повинні бути опломбовані. Оператор зобов'язаний контролювати показники тиску: при перевищенні допустимого значення розчинонасос слід негайно вимкнути.

Забороняється чистити, змащувати або ремонтувати розчинонасоси під час їхньої роботи, перегинати шланги або затягувати сальники на працюючому обладнанні. Оператори, які працюють з соплом, повинні бути забезпечені захисними окулярами, а робочі місця штукатурів-операторів мають бути зв'язані зі світловою і звуковою сигналізацією для координації з мотористами машин.

РОЗДІЛ 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ

6.1 Стан дослідження питання оптимізації БМР

Сучасні міста стикаються з численними викликами, які включають питання екологічної стійкості, виснаження природних ресурсів і зростаюче споживання енергії, що є особливо актуальним у світлі сучасних криз та конфліктів. У післякризовий період відновлення та реконструкції зростає потреба у впровадженні інноваційних та ресурсоефективних рішень, що сприяють економічному та соціальному зростанню. Особлива увага приділяється інтеграції підходів, які забезпечують стійкість інфраструктури, впровадження екологічних технологій та розвиток співпраці на рівні різних галузей і регіонів для досягнення сталого розвитку.

Будівельна галузь має значний вплив на довкілля і потребує глибоких змін у бік впровадження економічно ефективних та екологічно безпечних рішень. Сучасне будівництво спрямоване на ресурсозбереження, що включає використання нових матеріалів і технологій, які знижують рівень ресурсозатратності, зменшують вплив на природу та створюють комфортні, безпечні умови для проживання і праці. Використання енергоефективних матеріалів, впровадження систем повторного використання води та застосування екологічних конструкцій дозволяє створювати будівлі, які відповідають вимогам сталого розвитку.

Останні дослідження підтверджують, що екологічні будівлі, збудовані за принципами енергоефективності, можуть забезпечити значні економічні переваги. Такий підхід дозволяє зменшити експлуатаційні витрати на комунальні послуги, знизити витрати на утримання будівель та продовжити їх термін експлуатації, водночас підвищуючи ринкову вартість нерухомості. Крім того, екологічне будівництво позитивно впливає на зайнятість, створюючи нові робочі місця та стимулюючи економічне зростання.

У глобальному контексті підхід до ресурсоефективного будівництва включає інтеграцію інноваційних технологій, що дозволяють мінімізувати

витрати енергії та водних ресурсів. Також сприяє покращенню умов життя для населення, знижуючи рівень викидів і забруднення навколишнього середовища. Екологічно орієнтоване будівництво є одним із ключових компонентів сучасної урбаністики, який сприяє формуванню стійкої міської інфраструктури.



Рисунок 6.1 – Віртуальна реальність у контексті проєктування

Сьогодні необхідно переглянути традиційні методи будівництва, зосередившись на використанні відновлюваних джерел енергії, повторному використанні матеріалів та впровадженні «розумних» технологій, які оптимізують енерговитрати.

Питання ресурсозбереження в будівництві є актуальними й у вітчизняній науковій спільноті, де низка дослідників присвятили свої роботи цій темі [49-56]. Наприклад, дослідження вказують, що застосування сучасних технологій у будівництві дозволяє значно оптимізувати витрати ресурсів і скорочувати час реалізації проєктів завдяки автоматизації процесів. Це сприяє розробці ефективних стратегій, швидкому пристосуванню до змін у

зовнішньому середовищі та загальній оптимізації будівельних процесів, що забезпечує високу продуктивність і економію.

Соціальні аспекти ресурсозбереження охоплюють питання впливу екологічних будівель на здоров'я та добробут населення. Зокрема, дослідження підкреслюють, що «зелені» будівлі здатні поліпшити якість повітря, підвищити продуктивність праці та загальне самопочуття людей, які мешкають і працюють у них. Інші дослідження звертають увагу на зв'язок між екологічно орієнтованим будівництвом та соціальною справедливістю. Вони показують, що такі будівлі сприяють зниженню нерівності в умовах здоров'я, покращуючи якість життя у малозабезпечених районах і сприяючи рівному доступу до екологічно безпечного житла.

Наукові роботи вказують на значний потенціал ресурсозбереження як важливий інструмент для підвищення економічної ефективності, поліпшення умов життя та забезпечення соціальної рівності. Екологічно орієнтовані підходи в будівництві можуть бути не тільки засобом для економії ресурсів, а й важливим чинником у створенні стійких і справедливих громад.

Будівельна галузь є одним із найбільших джерел забруднення навколишнього середовища та викидів парникових газів. Вона відповідає за значну частку світових викидів парникових газів, споживання енергії, виробництва відходів та вирубки лісів. Такий вплив будівництва на навколишнє середовище зумовлює потребу в інноваційних підходах, які орієнтовані на зниження ресурсозатратності та підвищення екологічної стійкості.

Інноваційне будівництво означає впровадження передових технологій, матеріалів і методів, що спрямовані на покращення ефективності, якості та довговічності будівель. Ефективне використання ресурсів у будівництві дозволяє оптимізувати витрати матеріалів, енергії та праці, а також зменшити кількість відходів, що суттєво знижує негативний вплив на екологію. Цей підхід вимагає застосування інтегрованих процесів, які дозволяють

максимально використовувати наявні ресурси та мінімізувати шкоду навколишньому середовищу.



Рисунок 6. – Індійський досвід сталого будівництва

Принципи сталого будівництва передбачають екологічну відповідальність і ресурсозбереження на всіх етапах життєвого циклу будівлі — від проектування до її експлуатації та знесення. Основними складовими сталого будівництва є застосування екологічно безпечних матеріалів, зниження кількості відходів, забезпечення високого рівня енергоефективності, а також створення комфортного і здорового середовища для мешканців. Стале будівництво орієнтоване на адаптацію до кліматичних змін, забезпечення доступності будівель, інтеграцію інноваційних технологій, а також підвищення якості життя в містах.

6.2 Математична модель оптимізації будівельного процесу для житлової будівлі

Метою цієї роботи є розробка детальної математичної моделі, яка дозволить оптимізувати будівельні роботи при зведенні 15-поверхового житлового будинку. Ми будемо фокусуватися на прискоренні технологічних процесів, ефективному використанні ресурсів та зменшенні загального часу будівництва без втрати якості та безпеки. Кожен етап будівництва буде

детально описаний, включаючи пояснення кожного кроку, одиниці вимірювання та значення всіх параметрів.

Основні параметри та змінні

- N_p – кількість поверхів будівлі (15 поверхів).
- H_p – висота одного поверху (3 метри).
- S_p – площа одного поверху (500 квадратних метрів, m^2).
- V_s – загальний обсяг будівництва (m^3).
- $T_{\text{ф}}$ – загальний час будівництва (дні).
- T_i – час виконання технологічного процесу i (дні).
- $C_{\text{ф}}$ – загальна вартість будівництва (гривень, грн).
- C_i – вартість виконання процесу i (грн).
- R_k – кількість ресурсів типу k .
- P_i – продуктивність процесу i (одиниць роботи на день).
- E_i – коефіцієнт ефективності процесу i (безрозмірна величина).

Етапи будівництва та їх детальний опис

1. Підготовчі роботи

Опис етапу:

Підготовчі роботи є початковим етапом будівництва і включають:

- Очищення будівельного майданчика від сміття та рослинності.
- Розмітку території згідно з генеральним планом.
- Встановлення тимчасових споруд (офіси, склади, побутові приміщення).
- Підведення тимчасових комунікацій (електрика, вода).

Обсяг робіт:

- $V_1 = 1,000 m^3$ (обсяг земляних робіт для вирівнювання майданчика).

Продуктивність та ефективність:

- $P_1 = 200 m^3/\text{день}$ (середня продуктивність техніки).
- $E_1 = 1.2$ (коефіцієнт ефективності, який враховує використання сучасної техніки та оптимізацію процесів).

Розрахунок часу виконання (6.1):

$$T_1 = \frac{V_1}{P_1 \times E_1} = \frac{1,000 \text{ м}^3}{200 \text{ м}^3/\text{день} \times 1.2} = \frac{1,000}{240} \approx 4.17 \text{ днів} \quad (6.1)$$

Ділимо обсяг робіт на ефективну продуктивність, щоб отримати час, необхідний для виконання цього етапу. Коефіцієнт ефективності E_1 враховує покращення процесу за рахунок використання сучасного обладнання.

Оптимізація:

1. Використання високопродуктивної техніки.
2. Паралельне виконання робіт (наприклад, одночасне встановлення тимчасових споруд і очищення майданчика).

2. Земляні роботи

Опис етапу:

Земляні роботи включають виїмку ґрунту для майбутнього фундаменту будівлі:

- Розробка котловану.
- Вивезення ґрунту.
- Укріплення стінок котловану при необхідності.

Обсяг робіт:

- $V_2 = 5,000 \text{ м}^3$ (обсяг ґрунту, який потрібно вилучити).

Продуктивність та ефективність:

- $P_2 = 300 \text{ м}^3/\text{день}$.
- $E_2 = 1.1$ (враховує використання сучасних екскаваторів та оптимізовані маршрути вивезення).

Розрахунок часу виконання визначаємо за формулою (6.2):

$$T_2 = \frac{V_2}{P_2 \times E_2} = \frac{5,000}{300 \times 1.1} = \frac{5,000}{330} \approx 15.15 \text{ днів} \quad (6.2)$$

Пояснення:

- Ефективна продуктивність враховує можливі затримки та оптимізації.
- Час обчислюється як відношення обсягу до продуктивності.

Оптимізація:

- Використання GPS-навігації для техніки для підвищення точності робіт.
- Підготовка маршруту для безперервного вивезення ґрунту.

3. Влаштування фундаменту

Опис етапу:

Фундамент є основою будівлі, від його якості залежить стійкість всього об'єкта. Роботи включають:

- Монтаж опалубки.
- Армування (встановлення сталевих арматури).
- Заливка бетону.
- Витримка бетону до набору необхідної міцності.

Обсяг робіт:

- $V_3 = 2,000 \text{ м}^3$ (обсяг бетону для фундаменту).

Продуктивність та ефективність:

- $P_3 = 150 \text{ м}^3/\text{день}$.
- $E_3 = 1.3$ (завдяки використанню швидкотвердіючих бетонів та модульної опалубки).

Розрахунок часу виконання (6.3):

$$T_3 = \frac{V_3}{P_3 \times E_3} = \frac{2,000}{150 \times 1.3} = \frac{2,000}{195} \approx 10.26 \text{ днів} \quad (6.3)$$

Пояснення:

- Використання швидкотвердіючого бетону дозволяє зменшити час витримки.
- Модульна опалубка прискорює монтаж та демонтаж.

Оптимізація:

- Планування роботи так, щоб заливка бетону відбувалася безперервно, мінімізуючи перерви.
- Контроль якості матеріалів для запобігання можливим дефектам.

4. Зведення каркасу будівлі

Опис етапу:

Цей етап включає будівництво несучих конструкцій:

- Монтаж колон та балок.
- Улаштування перекриттів між поверхами.
- Використання залізобетонних або сталевих елементів.

Обсяг робіт:

- $V_4 = 15,000 \text{ м}^3$ (загальний обсяг каркасу будівлі).

Продуктивність та ефективність:

- $P_4 = 250 \text{ м}^3/\text{день}$.
- $E_4 = 1.2$ (завдяки використанню попередньо виготовлених елементів та сучасної підйомної техніки).

Розрахунок часу виконання (6.4):

$$T_4 = \frac{V_4}{P_4 \times E_4} = \frac{15,000}{250 \times 1.2} = \frac{15,000}{300} = 50 \text{ днів} \quad (6.4)$$

Пояснення:

- Ефективна продуктивність враховує підвищення швидкості монтажу за рахунок використання кранів з великою вантажопідйомністю.

Оптимізація:

- Збільшення кількості монтажних бригад.
- Використання методів конвеєрного будівництва, коли роботи виконуються безперервно.

5. Монтаж огорожувальних конструкцій

Опис етапу:

Огорожувальні конструкції включають зовнішні та внутрішні стіни:

- Встановлення фасадних систем.
- Монтаж внутрішніх перегородок.
- Утеплення та звукоізоляція.

Обсяг робіт:

- $V_5 = 9,000 \text{ м}^2$ (площа стін).

Продуктивність та ефективність:

- $P_5 = 200 \text{ м}^2/\text{день}$.
- $E_5 = 1.1$ (враховує використання сучасних матеріалів та методів монтажу).

Розрахунок часу виконання (6.5):

$$T_5 = \frac{V_5}{P_5 \times E_5} = \frac{9,000}{200 \times 1.1} = \frac{9,000}{220} \approx 40.91 \text{ днів} \quad (6.5)$$

Пояснення:

- Використання великоформатних блоків зменшує кількість елементів та швів, що прискорює монтаж.

Оптимізація:

- Застосування технології "сухого" монтажу (наприклад, гіпсокартонні системи).
- Паралельне виконання робіт на різних поверхах.

6. Покрівельні роботи

Опис етапу:

Влаштування покрівлі забезпечує захист будівлі від атмосферних опадів:

- Монтаж несучої конструкції покрівлі.
- Влаштування гідро- та теплоізоляції.
- Укладання покрівельного покриття.

Обсяг робіт:

- $V_6 = 600 \text{ м}^2$ (площа покрівлі).

Продуктивність та ефективність:

- $P_6 = 100 \text{ м}^2/\text{день}$.
- $E_6 = 1.2$.

Розрахунок часу виконання (6.6):

$$T_6 = \frac{V_6}{P_6 \times E_6} = \frac{600}{100 \times 1.2} = \frac{600}{120} = 5 \text{ днів} \quad (6.6)$$

Пояснення:

- Використання модульних покрівельних систем дозволяє швидко змонтувати покрівлю.

Оптимізація:

- Планування робіт з урахуванням погодних умов для запобігання затримок.
- Використання попередньо виготовлених покрівельних елементів.

7. Внутрішні оздоблювальні роботи

Опис етапу:

Цей етап включає:

- Штукатурні роботи.
- Фарбування стін і стель.
- Укладання підлогових покриттів.
- Монтаж дверей та вікон.

Обсяг робіт:

- $V_7 = 15,000 \text{ м}^2$ (загальна площа оздоблювальних робіт).

Продуктивність та ефективність:

- $P_7 = 400 \text{ м}^2/\text{день}$.
- $E_7 = 1.3$ (завдяки використанню готових сумішей та сучасних інструментів).

Розрахунок часу виконання (6.7):

$$T_7 = \frac{V_7}{P_7 \times E_7} = \frac{15,000}{400 \times 1.3} = \frac{15,000}{520} \approx 28.85 \text{ днів} \quad (6.7)$$

Пояснення:

- Залучення декількох бригад дозволяє виконувати роботи паралельно на різних поверхах.

Оптимізація:

- Використання методів швидкого оздоблення (наприклад, нанесення шпаклівки механічним способом).
- Планування постачання матеріалів "точно вчасно" для уникнення затримок.

8. Монтаж інженерних систем

Опис етапу:

Включає встановлення:

- Електропостачання.
- Систем водопостачання та каналізації.
- Опалення, вентиляції та кондиціонування.

Обсяг робіт:

- $V_8 = 9,000 \text{ м}^2$ (площа приміщень з інженерними системами).

Продуктивність та ефективність:

- $P_8 = 150 \text{ м}^2/\text{день}$.
- $E_8 = 1.2$ (завдяки використанню модульних систем).

Розрахунок часу виконання (6.8):

$$T_8 = \frac{V_8}{P_8 \times E_8} = \frac{9,000}{150 \times 1.2} = \frac{9,000}{180} = 50 \text{ днів} \quad (6.8)$$

Пояснення:

- Використання попередньо зібраних модулів скорочує час монтажу та зменшує кількість помилок.

Оптимізація:

- Планування монтажу інженерних систем паралельно з оздоблювальними роботами там, де це можливо.

- Використання систем автоматизованого управління будівлею (BMS).

9. Завершальні роботи

Опис етапу:

Завершальний етап перед введенням будівлі в експлуатацію:

- Генеральне прибирання.
- Тестування всіх систем.
- Усунення дрібних недоліків (ремонт, коригування).

Обсяг робіт:

- $V_9 = 15,000 \text{ м}^2$ (загальна площа будівлі).

Продуктивність та ефективність:

- $P_9 = 500 \text{ м}^2/\text{день}$.
- $E_9 = 1.1$.

Розрахунок часу виконання (6.9):

$$T_9 = \frac{V_9}{P_9 \times E_9} = \frac{15,000}{500 \times 1.1} = \frac{15,000}{550} \approx 27.27 \text{ днів} \quad (6.9)$$

Пояснення:

- Паралельне виконання прибирання та тестування систем дозволяє скоротити час.

Оптимізація:

- Використання професійних клінінгових служб.
- Застосування сучасних методів діагностики інженерних систем.

Розрахунок загального часу будівництва

Планування паралельного виконання робіт:

- T_1 та T_2 можуть частково виконуватися паралельно, оскільки після очищення майданчика можна починати виїмку ґрунту.
- T_7 (внутрішні оздоблювальні роботи) та T_8 (монтаж інженерних систем) також можуть виконуватися паралельно на різних поверхах.

Загальний час будівництва без оптимізації (6.10):

$$T_{tp} = T_1 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_9, \text{ дн} \quad (6.10)$$

$$T_{tp} = 4.17 + 10.26 + 50 + 40.91 + 5 + 28.85 + 27.27 \approx 166.46 \text{ днів}$$

Пояснення:

- Ми сумуємо часи критичних етапів, які не можуть виконуватися паралельно.
- Етапи, які можуть виконуватися одночасно з іншими, не додаються до загального часу.

Оптимізація загального часу:

- Збільшення кількості бригад на етапах T_4 та T_5 дозволяє скоротити час цих етапів на 20%.

Нові значення часу:

1. $T_4^{\text{опт}} = T_4 \times 0.8 = 50 \times 0.8 = 40$ днів
2. $T_5^{\text{опт}} = T_5 \times 0.8 = 40.91 \times 0.8 \approx 32.73$ днів

Оновлений загальний час будівництва (6.11):

$$\begin{aligned} T_{tp}^{\text{опт}} &= T_1 + T_3 + T_4^{\text{опт}} + T_5^{\text{опт}} + T_6 + T_7 + T_9 \\ &= 4.17 + 10.26 + 40 + 32.73 + 5 + 28.85 + 27.27 \approx 148.28 \text{ днів} \end{aligned} \quad (6.11)$$

Економія часу (6.12):

$$166.46 \text{ днів} - 148.28 \text{ днів} = 18.18 \text{ днів} \quad (6.12)$$

Це становить приблизно 11% від початкового часу.

Розрахунок загальної вартості будівництва

Вартість кожного етапу:

1. C_1 – вартість підготовчих робіт.
2. C_2 – вартість земляних робіт.

3. C_3 – вартість влаштування фундаменту.
4. C_4 – вартість зведення каркасу.
5. C_5 – вартість монтажу огорожувальних конструкцій.
6. C_6 – вартість покрівельних робіт.
7. C_7 – вартість внутрішніх оздоблювальних робіт.
8. C_8 – вартість монтажу інженерних систем.
9. C_9 – вартість завершальних робіт.

Формули розрахунку вартості:

$$C_i = V_i \times c_i \quad (6.13)$$

, де: c_i – вартість виконання одиниці обсягу робіт на етапі.

Приклад розрахунку для етапу зведення каркасу (C_4):

- $c_4 = 2,000$ грн/м³
- $C_4 = V_4 \times c_4 = 15,000$ м³ \times $2,000$ грн/м³ = $30,000,000$ грн

Розрахунок вартості інших етапів:

Припустимо, що маємо наступні вартісні коефіцієнти:

- $c_1 = 500$ грн/м³
- $c_2 = 300$ грн/м³
- $c_3 = 1,500$ грн/м³
- $c_5 = 1,000$ грн/м²
- $c_6 = 800$ грн/м²
- $c_7 = 600$ грн/м²
- $c_8 = 1,200$ грн/м²
- $c_9 = 400$ грн/м²

Розрахунки:

1. $C_1 = V_1 \times c_1 = 1,000$ м³ \times 500 грн/м³ = $500,000$ грн
2. $C_2 = V_2 \times c_2 = 5,000$ м³ \times 300 грн/м³ = $1,500,000$ грн
3. $C_3 = V_3 \times c_3 = 2,000$ м³ \times $1,500$ грн/м³ = $3,000,000$ грн

$$4. C_5 = V_5 \times c_5 = 9,000 \text{ м}^2 \times 1,000 \text{ грн/м}^2 = 9,000,000 \text{ грн}$$

$$5. C_6 = V_6 \times c_6 = 600 \text{ м}^2 \times 800 \text{ грн/м}^2 = 480,000 \text{ грн}$$

$$6. C_7 = V_7 \times c_7 = 15,000 \text{ м}^2 \times 600 \text{ грн/м}^2 = 9,000,000 \text{ грн}$$

$$7. C_8 = V_8 \times c_8 = 9,000 \text{ м}^2 \times 1,200 \text{ грн/м}^2 = 10,800,000 \text{ грн}$$

$$8. C_9 = V_9 \times c_9 = 15,000 \text{ м}^2 \times 400 \text{ грн/м}^2 = 6,000,000 \text{ грн}$$

Загальна вартість будівництва:

$$C_{\text{гр}} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8 + C_9$$

$$C_{\text{гр}} = 500,000 + 1,500,000 + 3,000,000 + 30,000,000 + 9,000,000 + 480,000 + 9,000,000 + 10,800,000 + 6,000,000 = 70,280,000 \text{ грн}$$

Оптимізація вартості:

- Застосування сучасних технологій може зменшити вартість окремих етапів.
- Переговори з постачальниками для отримання знижок на матеріали.
- Зменшення витрат на робочу силу за рахунок підвищення продуктивності.

Висновки

- Загальний час будівництва після оптимізації зменшено на 18.18 днів, що становить 11% економії часу.
- Загальна вартість будівництва становить 70,280,000 грн.
- Оптимізація процесів дозволяє не тільки зменшити час, але й потенційно знизити витрати.
- Детальний опис кожного етапу та розуміння процесів допомагає виявити можливості для покращення та ефективного планування.

Розроблена математична модель з детальним описом кожного кроку надає можливість ефективно планувати та оптимізувати будівельні роботи при зведенні 15-поверхового житлового будинку.

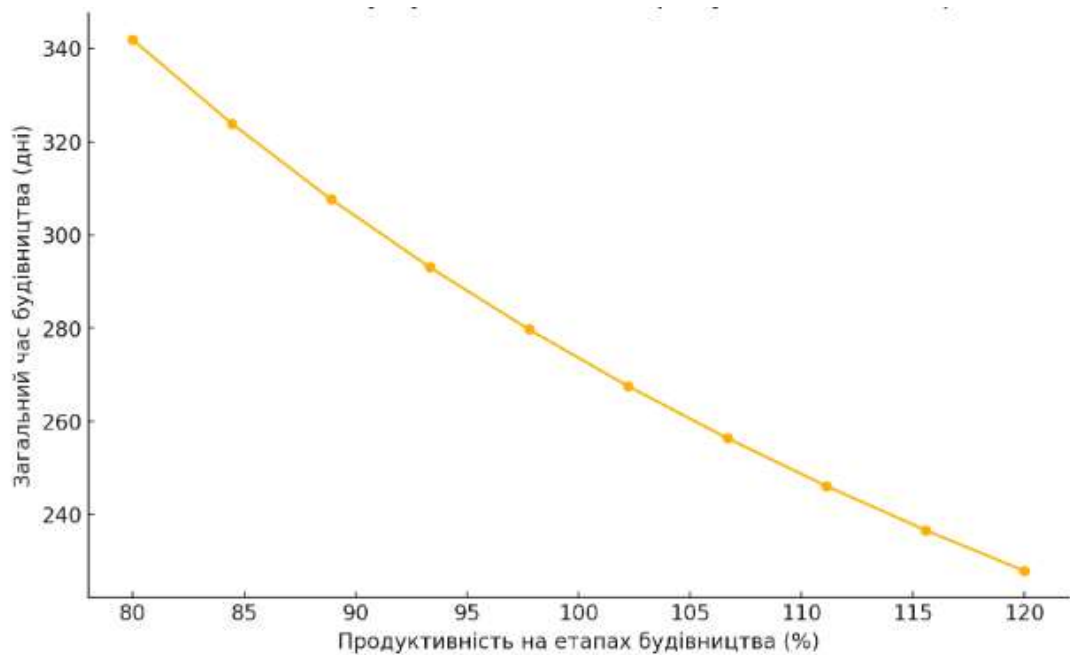


Рисунок 6.3 – Графік залежності загального часу будівництва від продуктивності на критичних етапах

На графіку 6.3 видно, що зі збільшенням продуктивності на окремих етапах (від 80% до 120% від початкової) загальний час будівництва скорочується. Така залежність допомагає зрозуміти, як інвестиції в підвищення продуктивності можуть впливати на ефективність виконання проекту в цілому.

Використання цієї моделі сприятиме зниженню загального часу будівництва, оптимізації витрат та забезпеченню високої якості будівельних робіт.

6.3 Розширення математичної моделі

Об'єднаємо функцію цілі та обмеження в загальну оптимізаційну задачу (6.14):

$$Z = w_1 \times \frac{\sum_i C_i}{C_{\text{норм}}} + w_2 \times \frac{T}{T_{\text{норм}}} \quad (6.14)$$

Вводимо наступні обмеження:

$$T_i = \frac{V_i}{P_i \times E_i}, \quad \forall i$$

$$C_i = V_i \times c_i, \quad \forall i$$

$$T \geq \text{Максимум} \left(\sum_{\text{на критичному шляху}} T_i \right)$$

$$\sum_i r_{ki} \leq R_k, \quad \forall k$$

Пояснення моделі

- Функція цілі Z комбінує два основні критерії оптимізації: загальну вартість C та загальний час T , нормовані та зважені відповідно до пріоритетів проекту.
- Обмеження забезпечують виконання ресурсних, технологічних та якісних вимог проекту.
- Час виконання етапів T_i залежить від обсягу робіт V_i , продуктивності P_i та коефіцієнта ефективності E_i .
- Вартість етапів C_i визначається як добуток обсягу робіт на вартість одиниці робіт.

Якщо потрібно отримати загальну формулу для оцінки загального часу будівництва з урахуванням паралельного виконання робіт, можна використовувати метод критичного шляху (CPM):

$$T = \max_{\text{всі шляхи}} \left(\sum_{i \in \text{шлях}} T_i \right) \quad (6.15)$$

Для обчислення загальної вартості з урахуванням можливих інвестицій в підвищення продуктивності (6.16):

$$C = \sum_i (V_i \times c_i + I_i) \quad (6.15)$$

Де I_i — інвестиції в етап i для підвищення продуктивності або ефективності.

У ході цієї роботи була розроблена детальна математична модель оптимізації будівельних робіт при зведенні 15-поверхового житлового будинку. Модель включає в себе повний опис кожного етапу будівництва, враховуючи обсяги робіт, продуктивність, час виконання, вартість та можливості для оптимізації. Було проведено розрахунок загального часу будівництва з урахуванням паралельного виконання робіт і оптимізації критичних етапів, а також розрахунок загальної вартості будівництва з використанням вартості одиниці обсягу робіт на кожному етапі.

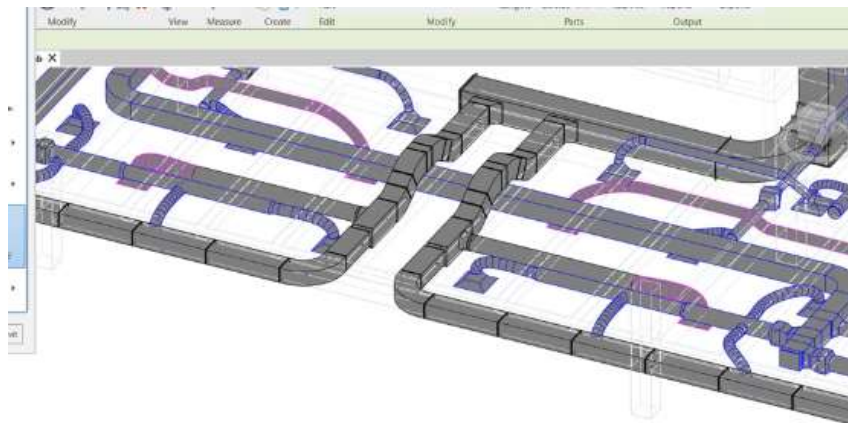


Рисунок 6.4 – Можливості застосування інформаційного моделювання для оптимізації розробки проєктної документації

Основним досягненням роботи є створення універсальної математичної моделі, що дозволяє оптимізувати будівельні процеси з урахуванням часу, вартості та ресурсних обмежень. Визначено ключові параметри та змінні, які впливають на ефективність будівництва, і

продемонстровано можливості оптимізації через використання сучасних технологій, підвищення продуктивності та ефективне планування. Доведено, що оптимізація процесів може призвести до значної економії часу (близько 11%) та потенційного зниження витрат.

Розроблена модель має широкі можливості для подальшого використання. Вона може бути адаптована до інших типів будівель, таких як офісні будівлі або промислові об'єкти, шляхом зміни вхідних даних та параметрів. Модель може бути розширена шляхом додавання додаткових критеріїв оптимізації, наприклад, екологічного впливу, ризиків або соціальних аспектів. У сфері управління проектами модель може служити основою для систем підтримки прийняття рішень, допомагаючи менеджерам ефективно планувати ресурси та терміни.

Також вона може бути використана як навчальний матеріал для студентів і фахівців у галузі будівництва та управління проектами.

Розроблена математична модель є потужним інструментом для розуміння та кількісної оцінки впливу різних факторів на процес будівництва. Вона дозволяє аналізувати вплив змін у продуктивності, ефективності та ресурсах на загальний час і вартість будівництва. Модель допомагає ідентифікувати критичні етапи, що найбільше впливають на тривалість проекту, і сфокусувати зусилля на їх оптимізації.

Це дає змогу приймати обґрунтовані рішення щодо інвестування в підвищення продуктивності або впровадження нових технологій, а також планувати ресурси таким чином, щоб уникнути перевищення доступних лімітів і забезпечити безперебійний хід будівництва.

Застосування розробленої математичної моделі на практиці може значно підвищити ефективність будівельних проектів, знизити витрати та скоротити терміни реалізації.

Подальший розвиток моделі та її інтеграція з сучасними інформаційними системами, такими як BIM-технології, відкриває широкі перспективи для інновацій у будівельній галузі.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено проєкт будівництва 15-поверхової житлової будівлі в Полтавській області, що охоплює планування будівельно-монтажних робіт, конструктивні та архітектурні рішення, організацію будівництва, заходи з охорони праці та економічні аспекти. Проєкт є комплексним інженерно-будівельним завданням, яке включає детальний аналіз етапів робіт, розробку технологічних процесів будівництва, охорону праці та економіку.

2. Визначено ключові параметри оптимізації планування та управління будівельними роботами, що спрямовані на підвищення ефективності процесу будівництва. Основні фактори включають точне календарне планування, оптимальне використання ресурсів, своєчасне виконання критичних етапів, а також раціональне управління робочою силою і технікою. Дотримання цих параметрів сприяє зниженню витрат, оптимальному використанню ресурсів і підвищенню продуктивності будівельних робіт.

3. Проведено математичне моделювання для оптимізації будівельно-монтажних робіт, що забезпечує основу для подальшого розвитку методів управління проектами. Модель враховує ключові фактори, такі як доступність ресурсів, технологічні обмеження, ефективну послідовність робіт та вплив інвестицій у підвищення продуктивності на загальний час і вартість будівництва. Результати моделювання дозволяють визначити оптимальні стратегії планування, що забезпечують економію витрат та своєчасне завершення проєкту.

4. Результати цього дослідження є базою для вдосконалення підходів до управління проектами у будівельній галузі. Запропоновані методи оптимізації дозволяють будівельним організаціям ефективніше управляти ресурсами, скорочувати терміни виконання робіт, знижувати витрати та підвищувати якість реалізації проєктів, що сприятиме загальному розвитку галузі та впровадженню сталих практик у будівництві.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ Б А.2.4-6:2009 Правила виконання робочої документації генеральних планів, – 30с.
2. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», К.: Мінрегіон України, 2017, – 47с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія [Чинний від 01.11.2011], 80с. (Інформація та документація).
4. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 01.09.2022]. Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП «ДНДІБК»), 23с. (Інформація та документація).
5. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель [Чинний від 01.03.2023]. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 60с. (Інформація та документація).
6. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT)
7. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності) [Чинний від 01.12.2019]. Технічний комітет стандартизації «Експертиза містобудівної та проектної документації на будівництво» (ТК 319), 19с. (Інформація та документація).
8. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції» (для слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.06010101 – «Промислове та цивільне будівництво») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова; уклад.: Є. С. Сєдишев. – Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2013. – 50 с.
9. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011, 71с.

10. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення Архітектура громадських і промислових будівель / Укл.: Т.Г. Маклакова. – М.: Стройиздат, 1981. – 386с.

11. Методичні вказівки до виконання з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції». Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Є. Г. Стоянов, Н. О. Псурцева. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 35 с.

12. Проектування залізобетонних конструкцій: Довідник / О.Б. Голишев, В.Я. Бачинський, В.П. Поліщук; Ред. А.Б. Голишева. – К.: Будівельник, 1985. – 496с.

13. Конспект лекцій з курсу «Проектування залізобетонних конструкцій» (для студентів 4 і 5 курсів всіх форм навчання напряму підготовки 6.060101 / Є. Г. Стоянов, Н. О. Псурцева; Харків. НУ міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 105с.

14. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови, 28с.

15. Технологія будівельного виробництва, Курсове й дипломне проектування / Хамзин С. К., | Карасев А. К. Для будів, спец. внз. — М.: ООО «БАСТЕТ», 2006, 216с., 62с.

16. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. 0-64 Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.

17. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник / А. М. Дорош. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 255 с.

18. Система проектної документації для будівництва. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів: ДСТУ Б В.1.2-3:2006. – [Чинний від 1 січня 2007]. – К. : Держстандарт України, 2007. – 14 с. – (Національні стандарти України).

19. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва, 62с.

20. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.

21. Організація і планування будівництва / В.М. Майданов, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін. – К.: Урожай, 1993. – 384с.
22. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
23. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарних будівельних площ і ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови (ГОСТ 23407-78, MOD), К.: Мінрегіон України, 2012. – 12с.
24. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва, 57с.
25. Головацька С.І. Облік і контроль витрат на виконання робіт в підрядних будівельних організаціях (на матеріалах підрядних будівельних організацій споживчої кооперації): дис. ... кандидата екон. наук: 08.06.04 / Головацька Світлана Іванівна. – Львів, 1998. – 199 с.
26. Конспект лекцій дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі», змістовний модуль «Цивільний захист», для студентів усіх спеціальностей та всіх форм навчання / Укл.: М. О. Журавель – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». Каф. ОП і НС, 2020 р. – 49 с.
27. Залізобетонні конструкції. Методичні рекомендації до практичних занять для студентів напряму підготовки 6.060101 Будівництво/ В.Є. Волкова. – Д.: ДВНЗ Національний гірничий університет, 2013. – 25 с
28. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту, 131 с.
29. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», К.: Мінрегіон України, 2016 – 39с.
30. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
31. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги, К.: Держбуд України, 2012. – 14с.

32. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення», К.: Мінрегіон України, 2018. – 137с.
33. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD)», К.: Мінрегіон України, 2012. – 31с.
34. Заїченко В. І. Конспект лекцій з курсу «Безпека праці в будівництві» (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 – «Будівництво», спеціалізація «Охорона праці в будівництві») / В. І. Заїченко; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 98 с.
35. О.Ф. Осипов, Є.В. Літнарівч / Технологія влаштування буронабивних паль на складному рельєфі // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, Вип. 39, Технічний, 2019, С. 116-123.
36. Осипов О. Ф. Технологічні аспекти зведення конструкцій підземної частини з поруч розташованими будинками [Текст] / О. Ф. Осипов, Ф. Н. Акимов, І. Т. Гладун // Строительство и техногенная безопасность: сб. науч. трудов. – Симферополь: КАПКС, 2008. – Вип. 22. – С. 70-75 (концепція та методика дослідження, узагальнення результатів)
37. Шерешевський І. А. Конструювання промислових будівель та споруд. – М.: «Архітектура-С», 2005.– 186 с
38. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
39. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», К.: Держбуд України, 2012. – 202с.
40. Конспект лекцій з курсу «Безпека праці в будівництві» / Заїченко В. І // 2014 – 97с.
41. ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терmini и визначення основних понять», Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці, 2014, 13с.

42. Охорона праці в будівництві: підручник / Сухачов О.А. // 2013 – с. 229 – 232.
43. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи: ДБН В.1.2-2:2006.
44. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98-2009. – [Чинні з 01.06.2011 р.]. СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації: ДСТУА.2.4-4-2009. – [Чинний з 24.01.2009 р.]
45. Геодезичні роботи в будівництві: ДБН В.1.3-2:2010. - К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 36с.
46. ДСТУ EN ISO 12100:2016 «Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків», ДП «УкрНДНЦ», 2016. 110с.
47. Система нормування та стандартизації у будівництві. Основні положення: ДБН А.1.1-1:2009. – [Чинні з 01.01.2011р.].
48. Алтухова Д. В., Тугай О. А. Календарне планування в сучасних умовах //Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2016. – №. 34. – С. 31-39.
49. Чечель М.В., Герасименко І.О., Познанський Д.В., Кушнір Д.Р. / Оптимізація розробки проектної документації за допомогою технології BIM // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди, вип. №45 (2024), С. 448-458.
50. Д.С, Іваненко & М.В, Кулік & А.А, Бобраков & А.В, Москальова. (2023). BIM як база для механізму управління будівельними проектами. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 175-184. 10.31713/budres.v0i42.020.
51. The Business Case for Green Building: A Review of the Costs and Benefits for Developers, Investors and Occupants [Електронний ресурс] – URL: <https://worldgbc.org/article/the-business-case-for-green-building-a-review-of-the->

costs-and-benefits-for-developers-investors-and-occupants/.

<https://worldgbc.org/article/the-business-case-for-green-building-a-review-of-the-costs-and-benefits-for-developers-investors-and-occupants/> (дата звернення 20.04.2024).

52. A. comprehensive cost benefit analysis of green building, (2017), NUSHRAT SHABRIN, SAAD BIN ABUL KASHEM University Malaysia Sarawak, Swinburne University of Technology Sarawak. URL: https://www.worldresearchlibrary.org/up_proc/pdf/811-149302733207-15.pdf

53. Ries, Robert & Bilec, Melissa & Gokhan, Nuri & Needy, Kim. (2006). The Economic Benefits of Green Buildings: A Comprehensive Case Study. The Engineering Economist. 51. 259-295. 10.1080/00137910600865469. URL: https://www.researchgate.net/publication/238317394_The_Economic_Benefits_of_Green_Buildings_A_Comprehensive_Case_Study

54. Доненко В.І., Бобраков А.А., Іваненко Д.С. Удосконалення ресурсозабезпечення при відновленні будівель з використанням Artificial Intelligence. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2023. № 52(1). С. 62-72. URL: <http://ways.knuba.edu.ua/article/view/297637>

55. Impact of Green Buildings on Occupants Wellbeing [Електронний ресурс] // CII-Indian Green Building Council (IGBC). – 2017. – URL: <https://www.infinityitpark.com/assets/img/project/infinityitlagoon/CII-Impact-of-Green-Buildings.pdf>.

56. Ojo- Fafore, Elizabeth & Aigbavboa, Clinton & Ramaru, Pretty (2018). Benefits of Green Buildings. URL: https://www.researchgate.net/publication/330262511_Benefits_of_Green_Buildings

57. Annual Report 2022 [Електронний ресурс] // World Green Building Council. – 2022. – URL: https://worldgbc.org/wp-content/uploads/2023/08/WorldGBC-Annual-Report-2022_FINAL.pdf.

Додаток А

Локальний кошторис на БМР

Додаток 1
до Настанови (пункт 3.11)

ОПТИМІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ ПРИ ЗВЕДЕННІ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-001

на ОПТИМІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ ПРИ ЗВЕДЕННІ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:
креслення(специфікації)№

Кошторисна вартість	47 212,004	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	102,32942	тис. люд.-год
Кошторисна заробітна плата	8 394,641	тис. грн.
Середній розряд робіт	3,5	розряд

Складений в поточних цінах станом на 16 листопада 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розділ № 1 А - Підземна частина											
1	КБ1-10-2			2,76	23 726,78	23 478,37	65 486	686	64 800	3,1500	8,69

		Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами 'драглайн' одноковшовими електричними крокуючими з ковшом місткістю 15 м3, група ґрунтів 2	1000 м3 ґрунту		248,41	4 417,80			12 193	49,6264	136,97
2	КБ1-162-2	Розробка ґрунту вручну з кріпленням у траншеях шириною до 2 м, глибиною до 2 м, група ґрунтів 2	100м3 ґрунту	2,0	22 568,11	-	45 136	45 136	-	321,3000	642,60
3	КБ1-10-2	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами 'драглайн' одноковшовими електричними крокуючими з ковшом місткістю 15 м3, група ґрунтів 2	1000 м3 ґрунту	2,96	23 726,78	23 478,37	70 231	735	69 496	3,1500	9,32
					248,41	4 417,80			13 077	49,6264	146,89
4	КБ1-27-2	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2	1000 м3 ґрунту	1,11	7 520,20	7 520,20	8 347	-	8 347	-	-
					-	1 578,10			1 752	17,6730	19,62
5	КБ1-166-2	Засипка вручну траншей, пазах котлованів і ям, група ґрунтів 2	100м3 ґрунту	1,5	10 360,55	-	15 541	15 541	-	165,2400	247,86
					10 360,55	-			-	-	-
6	КБ1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100 м3 ущільненого ґрунту	11,0	2 685,52	1 372,78	29 541	14 440	15 101	18,3600	201,96
					1 312,74	403,53			4 439	5,1175	56,29
7	КБ6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	0,65	292 571,54	2 459,78	190 172	6 691	1 599	150,7000	97,96
					10 294,32	965,14			627	10,6641	6,93
8	КБ6-1-16	Улаштування фундаментних плит залізобетонних плоских	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	2,5	518 127,64	9 007,38	1 295 319	46 315	22 518	249,4100	623,53
					18 526,17	2 938,19			7 345	32,7235	81,81
9	КБ6-13-3			0,59	649 941,07	25 216,76	383 465	47 201	14 878	1 077,0400	635,45

		Улаштування стін підвалів і підпірних стін залізобетонних висотою до 3 м, товщиною до 300 мм	100 м3 залізобетона в ділі		80 002,53	8 825,73			5 207	97,8795	57,75
10	КБ6-13-4	Улаштування стін підвалів і підпірних стін залізобетонних висотою до 3 м, товщиною понад 300 мм до 500 мм	100 м3 залізобетона в ділі	0,34	580 805,10	17 831,37	197 474	18 291	6 063	724,2400	246,24
					53 796,55	6 133,42			2 085	68,0511	23,14
11	КБ8-6-3	Мурування перегородок армованих товщиною в 1/2 цегли при висоті поверху до 4 м	100 м2 перегородок [з відрахуванням прорізів]	0,79	67 576,35	1 267,25	53 385	13 101	1 001	212,7400	168,06
					16 583,08	525,55			415	5,8072	4,59
12	КБ7-11-1	Укладання перемичок масою від 0,3 до 0,7 т при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 5 т	100 шт збірних конструкцій	0,43	115 129,37	17 090,23	49 506	3 719	7 349	117,8900	50,69
					8 649,59	6 276,06			2 699	72,5867	31,21
13	КБ15-50-2	Суцільне вирівнювання бетонних поверхонь стін [одношарове штукатурення] цементно-вапняним розчином, товщина шару 10 мм	100 м2 поверхні штукатурення	4,38	7 887,14	134,12	34 546	18 626	587	57,2500	250,76
					4 252,53	111,41			488	1,5840	6,94
14	КБ15-152-2	Поліпшене фарбування приміщень клейовими розчинами стель	100 м2 поверхні фарбування	2,48	2 811,36	1,08	6 972	2 993	3	15,8500	39,31
					1 206,98	0,92			2	0,0111	0,03
15	КБ15-179-2	Фарбування полівінілацетатними водоемульсійними сумішами просте по штукатурці та збірних конструкціях, підготовлених під фарбування стель	100 м2 поверхні фарбування	1,74	13 841,82	1,08	24 085	3 367	2	25,4100	44,21
					1 934,97	0,92			2	0,0111	0,02
16	КБ15-50-2	Суцільне вирівнювання бетонних поверхонь стін [одношарове штукатурення] цементно-вапняним розчином, товщина шару 10 мм	100 м2 поверхні штукатурення	10,01	7 887,14	134,12	78 950	42 568	1 343	57,2500	573,07
					4 252,53	111,41			1 115	1,5840	15,86
17	КБ15-36-2			4,37	13 880,24	139,70	60 657	37 875	610	101,2400	442,42

		Поліпшене штукатурення цементно-вапняним розчином по каменю стін вручну	100 м2 поверхні штукатурення		8 667,16	106,95			467	1,5228	6,65
18	КБ15-37-2	Високоякісне штукатурення цементно-вапняним розчином по каменю стін гладких вручну	100 м2 поверхні штукатурення	1,17	24 815,41	189,24	29 034	20 809	221	196,5200	229,93
					17 785,06	144,87			169	2,0628	2,41
19	КБ15-152-1	Поліпшене фарбування приміщень клейовими розчинами стін	100 м2 поверхні фарбування	9,35	2 576,29	1,08	24 088	10 018	10	14,0700	131,55
					1 071,43	0,92			9	0,0111	0,10
20	КБ15-55-2	Підготовки поверхонь зі збірних елементів і плит під фарбування або обклеювання шпалерами стін і перегородок із блоків і плит	100 м2 поверхні опорядження	1,25	5 336,41	19,52	6 671	4 559	24	48,5100	60,64
					3 646,98	16,62			21	0,1998	0,25
21	КБ15-251-1	Обклеювання стін по монолітній штукатурці і бетону, по листових матеріалах, гіпсобетонних і гіпсолітових поверхнях шпалерами простими та середньої цупкості	100 м2 поверхні обклеювання і оббивання	1,25	4 761,83	1,08	5 952	3 477	1	35,6800	44,60
					2 781,26	0,92			1	0,0111	0,01
22	КБ10-26-1	Установлення дверних блоків у зовнішніх і внутрішніх прорізах кам'яних стін, площа прорізу до 3 м2	100 м2 прорізів	0,18	473 807,03	6 914,31	85 285	1 937	1 245	139,6700	25,14
					10 761,57	2 404,95			433	23,5338	4,24
23	КБ10-31-3	Установлення дверних коробок у прорізи дерев'яних рублених стін, площа прорізу до 3 м2	100 м2 прорізів	0,18	749 585,07	-	134 925	8 081	-	562,4800	101,25
					44 897,15	-			-	-	-
24	КБ11-11-1	Улаштування стяжок цементних з розчину товщиною 20 мм	100 м2 стяжки	0,61	11 011,34	100,86	6 717	2 453	62	56,2500	34,31
					4 021,88	85,89			52	1,0323	0,63
25	КБ11-39-1	Улаштування покриттів з лінолеуму полівінілхлоридного на клеї 'Бустилат'	100 м2 покриття	0,61	50 663,33	6,51	30 905	2 592	4	55,7900	34,03
					4 248,41	5,54			3	0,0666	0,04
		Разом прямих витрат по розділу № 1					2 932 390	371 211	215 264		4 943,58
									52 601		602,38

		Разом прямі витрати по розділу			грн.	2 932 390					
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів			грн.	2 345 915					
		вартість ЕММ			грн.	215 264					
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ			грн.		52 601				
		заробітна плата робітників			грн.		371 211				
		всього заробітна плата			грн.		423 812				
		Загальновиробничі витрати			грн.	243 018					
		трудоємність в загальновиробничих витратах			люд-г					665,52	
		заробітна плата в загальновиробничих витратах			грн.		83 258				
		Всього по розділу			грн.	3 175 408					
		Кошторисна трудоємність			люд-г					6 211,48	
		Кошторисна заробітна плата			грн.		507 070				
		Розділ № 2 Б - Надземна частина									
26	КБ6-17-1	Улаштування залізобетонних стін і перегородок бетонних висотою до 3 м, товщиною до 100 мм	100 м3 залізобетону в ділі	6,72	#####	60 131,10	7 018 214	1 605 202	404 081	3 177,3000	21 351,46
						238 869,41	22 368,43		150 316	247,7578	1 664,93
27	КБ6-17-3	Улаштування залізобетонних стін і перегородок бетонних висотою до 3 м, товщиною понад 150 мм до 200 мм	100 м3 залізобетону в ділі	3,41	#####	39 646,65	3 535 161	427 102	135 195	1 666,0000	5 681,06
						125 249,88	13 108,77		44 701	145,7471	497,00
28	КБ6-17-2	Улаштування залізобетонних стін і перегородок бетонних висотою до 3 м, товщиною понад 100 мм до 150 мм	100 м3 залізобетону в ділі	5,13		859 123,67	4 407 304	830 702	247 371	2 153,9000	11 049,51
						161 930,20	17 826,46		91 450	197,4430	1 012,88
29	КБ6-22-2	Улаштування перекриттів безбалкових товщиною до 200 мм, на висоті від опорної площадки понад 6 м	100 м3 залізобетону в ділі	4,13		724 227,70	2 991 060	529 329	67 883	1 704,8000	7 040,82
						128 166,86	6 093,48		25 166	67,7750	279,91
30	КБ7-21-3			0,14		726 445,33	35 345,67	101 702	4 948	423,4000	59,28

31	КБ8-5-3	Установлення сходових маршів при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 5 т Конструкції з цегли. Мурування стін зовнішніх середньої складності при висоті поверху до 4 м	100 шт збірних конструкцій 1 м3 мурування	831,0	31 831,21	13 689,28	3 917 251	597 639	1 916	155,1297	21,72
					4 713,90	133,55			110 980	9,0100	7 487,31
32	КБ7-48-10	Установлення блоків парпетних масою до 1 т	100 шт збірних конструкцій	0,51	95 537,14	25 529,59	48 724	7 224	46 029	0,6120	508,57
					14 164,08	8 872,23			13 020	175,4500	89,48
33	КБ8-6-5	Мурування перегородок неармованих товщиною в 1/2 цегли при висоті поверху до 4 м	100 м2 перегородок [з відрахуванням прорізів]	0,19	61 389,48	1 252,41	11 664	2 831	238	191,1800	36,32
					14 902,48	519,40			99	5,7392	1,09
34	КБ8-5-7	Конструкції з цегли. Мурування стін внутрішніх при висоті поверху до 4 м	1 м3 мурування	573,0	4 160,72	133,55	2 384 093	368 588	76 524	8,6600	4 962,18
					643,26	55,39			31 738	0,6120	350,68
35	КБ8-20-1	Мурування стін із легкобетонних каменів без облицювання при висоті поверху до 4 м	1 м3 мурування	251,0	7 789,16	83,10	1 955 079	108 286	20 858	5,8800	1 475,88
					431,42	34,46			8 649	0,3808	95,58
36	КБ7-3-4	Укладання плит перекриття площею до 5 м2 при найбільшій масі монтажних елементів до 5 т	100 шт збірних конструкцій	5,2	523 524,16	26 562,96	2 722 326	87 848	138 127	221,8500	1 153,62
					16 893,88	8 454,86			43 965	91,3911	475,23
37	КБ7-11-1	Укладання перемичок масою від 0,3 до 0,7 т при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 5 т	100 шт збірних конструкцій	7,82	68 529,37	17 090,23	535 900	67 640	133 646	117,8900	921,90
					8 649,59	6 276,06			49 079	72,5867	567,63
38	КБ12-22-1	Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних товщиною 15 мм	100 м2 стяжок	4,69	9 697,23	1 895,58	45 480	11 637	8 890	38,3900	180,05
					2 481,15	592,63			2 779	6,4686	30,34
39	КБ12-20-1	Улаштування пароізоляції обклеювальної в один шар	100 м2 поверхні, що ізолюється	4,69	17 830,92	147,55	83 627	9 058	692	24,4900	114,86
					1 931,28	45,90			215	0,4915	2,31
40	КБ12-18-3			4,69	121 043,78	527,02	567 695	23 835	2 472	63,6700	298,61

41	КБ12-19-2	Утеплення покриттів плитами з мінеральної вати або перліту на бітумній мастиці в один шар Утеплення покриттів керамзитом	100 м2 покриття, що утеплюється 1 м3 утеплювача	469,0	5 082,14	172,22	1 031 214	127 807	808	1,8756	8,80
					2 198,75	313,93			147 233	4,2800	2 007,32
42	КБ12-22-1	Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних товщиною 15 мм	100 м2 стяжок	4,69	272,51	93,39	45 480	11 637	43 800	1,0143	475,71
					9 697,23	1 895,58			8 890	38,3900	180,05
43	КБ10-20-2	Заповнення віконних прорізів готовими блоками площею до 2 м2 з металлопластику в кам'яних стінах житлових і громадських будівель	100 м2 прорізів	2,25	2 481,15	592,63	605 009	27 986	2 779	6,4686	30,34
					268 892,84	865,91			1 948	149,5000	336,38
44	КБ10-26-1	Установлення дверних блоків у зовнішніх і внутрішніх прорізах кам'яних стін, площа прорізу до 3 м2	100 м2 прорізів	0,98	12 438,40	555,24	279 209	10 546	1 249	6,4856	14,59
					284 907,03	6 914,31			6 776	139,6700	136,88
45	КБ14-21-1	Улаштування підстиляючого шару підлоги з керамзитобетону	1 м3 підстиляючого шару	6,3	10 761,57	2 404,95	28 465	1 362	2 357	23,5338	23,06
					4 518,20	136,06			857	3,3200	20,92
46	КБ11-37-1	Улаштування покриттів з щитів паркетних	100 м2 покриття	17,59	216,17	43,18	5 087 643	128 925	272	0,4902	3,09
					289 234,99	55,31			973	89,4600	1 573,60
47	КБ11-39-1	Улаштування покриттів з лінолеуму полівінілхлоридного на клеї 'Бустилат'	100 м2 покриття	27,12	7 329,46	47,10	881 599	115 217	828	0,5661	9,96
					32 507,33	6,51			177	55,7900	1 513,02
48	КБ11-28-3	Улаштування покриттів із плиток керамічних однокольорових з барвником	100 м2 покриття	10,59	4 248,41	5,54	408 530	126 167	150	0,0666	1,81
					38 577,00	143,30			1 518	160,3900	1 698,53
49	КБ11-15-1	Улаштування покриттів бетонних	100 м2 покриття	0,59	11 913,77	103,70	8 074	2 437	1 098	1,2489	13,23
					13 685,42	151,83			90	57,0400	33,65
50	КБ15-50-4	Суцільне вирівнювання бетонних поверхонь стель [одношарове штукатурення] цементно-вапняним розчином, товщина шару 10 мм	100 м2 поверхні штукатурення	4,05	4 130,27	129,29	36 530	20 330	76	1,5540	0,92
					9 019,83	151,31			613	67,5800	273,70
51	КБ15-36-2			18,93	5 019,84	125,69	262 753	164 069	509	1,7873	7,24
					13 880,24	139,70			2 645	101,2400	1 916,47

		Поліпшене штукатурення цементно-вапняним розчином по каменю стін вручну	100 м2 поверхні штукатурення		8 667,16	106,95			2 025	1,5228	28,83
52	КБ15-45-4	Штукатурення поверхонь вапняним розчином просте по каменю і бетону стель вручну	100 м2 поверхні штукатурення	14,02	10 662,85	144,80	149 493	83 418	2 030	76,3300	1 070,15
					5 949,92	120,26			1 686	1,7120	24,00
53	КБ15-50-2	Суцільне вирівнювання бетонних поверхонь стін [одношарове штукатурення] цементно-вапняним розчином, товщина шару 10 мм	100 м2 поверхні штукатурення	5,88	7 887,14	134,12	46 376	25 005	789	57,2500	336,63
					4 252,53	111,41			655	1,5840	9,31
54	КБ15-152-2	Поліпшене фарбування приміщень клейовими розчинами стель	100 м2 поверхні фарбування	18,26	2 822,72	1,08	51 543	22 039	20	15,8500	289,42
					1 206,98	0,92			17	0,0111	0,20
55	КБ15-152-1	Поліпшене фарбування приміщень клейовими розчинами стін	100 м2 поверхні фарбування	14,46	2 576,29	1,08	37 253	15 493	16	14,0700	203,45
					1 071,43	0,92			13	0,0111	0,16
56	КБ15-251-4	Обклеювання стель шпалерами простими та середньої цупкості	100 м2 поверхні обклеювання і оббивання	30,42	5 682,40	1,08	172 859	107 785	33	43,8900	1 335,13
					3 543,24	0,92			28	0,0111	0,34
57	КБ15-23-1	Гладке облицювання плитками керамічними глазурованими стін, стовпів, пілястрів і укосів [без карнизних, плінтусних і кутових плиток] без установлення плиток туалетної гарнітури по цеглі і бетону	100 м2 поверхні облицювання	8,69	67 448,41	53,24	586 127	220 638	463	325,7200	2 830,51
					25 389,87	33,12			288	0,3997	3,47
58	КБ29-164-1	Затирання поверхонь стін та стель	100м2 поверхонь	42,03	4 286,29	44,69	180 153	124 664	1 878	41,8700	1 759,80
					2 966,07	5,58			235	0,0734	3,09
Разом прямих витрат по розділу № 2							40 223 590	6 016 902	1 541 874		79 417,95
									559 500		6 219,04

	Разом прямі витрати по розділу	грн.	40 223 590			
	в тому числі:					
	вартість матеріалів, виробів і комплектів	грн.	32 664 814			
	вартість ЕММ	грн.	1 541 874			
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.		559 500		
	заробітна плата робітників	грн.		6 016 902		
	всього заробітна плата	грн.		6 576 402		
	Загальновиробничі витрати	грн.	3 813 006			
	трудоємність в загальновиробничих витратах	люд-г				10 480,95
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.		1 311 169		
	Всього по розділу	грн.	44 036 596			
	Кошторисна трудоємність	люд-г				96 117,94
	Кошторисна заробітна плата	грн.		7 887 571		
	Разом прямих витрат по кошторису		43 155 980	6 388 113	1 757 138	84 361,53
					<u>612 101</u>	<u>6 821,42</u>
	Разом прямі витрати	грн.	43 155 980			
	в тому числі:					
	вартість матеріалів, виробів і комплектів	грн.	35 010 729			
	вартість ЕММ	грн.	1 757 138			
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.		612 101		
	заробітна плата робітників	грн.		6 388 113		
	всього заробітна плата	грн.		7 000 214		
	Загальновиробничі витрати	грн.	4 056 024			
	трудоємність в загальновиробничих витратах	люд-г				11 146,47
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.		1 394 427		
	Всього по кошторису	грн.	47 212 004			
	Кошторисна трудоємність	люд-г				102 329,42

	Кошторисна заробітна плата	грн.	8 394 641
--	----------------------------	------	-----------

Склав

Мокієнко В.М.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]