

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Факультет агротехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. геоєкології і землеустрою

доцент _____ Максим ГАНЧУК

“_19_” січня 2026 р.

Пояснювальна записка
до дипломної роботи здобувача СВО Магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему: **«Геодезичне забезпечення зведення монолітного залізобетонного каркасу нового об'єкта будівництва»**

25 ГЗ Д 007 000000 ПЗ

Виконав: здобувачка ВО 2М курсу, групи 21 МБГЗ
спеціальності 193 Геодезія та землеустрій
за ОПП Геодезія та землеустрій
(шифр і назва спеціальності та ОПП)

Здобувач вищої освіти _____ Марія ШАНЧЕВА
(підпис) (П.І.П.)

Керівник, професор _____ Віктор СИДОРЕНКО
(підпис) (П.І.П.)

Консультант, доцент _____ Михайло ЗОРЯ
(підпис) (П.І.П.)

Нормоконтроль, доцент _____ Вікторія СКИБА
(підпис) (П.І.П.)

Запоріжжя - 2026 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет факультет агротехнологій та екології
Кафедра геоекології і землеустрою

Ступінь вищої освіти Магістр
Галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма «Геодезія та землеустрій»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ГЕЗ
к.с.-г.н., доцент Максим ГАНЧУК
« 10 » січня 2026 р

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

студенту Шанчева Марія Вікторівна

1. Тема роботи **Геодезичне забезпечення зведення монолітного залізобетонного каркасу нового об'єкта будівництва**

керівник роботи д.т.н., професор Сидоренко Віктор Дмитрович

затверджені наказом Ректора університету від «31» жовтня 2025 р. № 585/3-С

Строк подання студентом роботи «30» січня 2026 р.

Вихідні дані до роботи дані відділу статистики, держгеокадастру; аналітичні доповіді.

Перелік питань, які потрібно розробити: теоретичні основи геодезичного забезпечення будівництва; практичне геодезичне забезпечення зведення монолітного залізобетонного каркасу нового об'єкта будівництва; удосконалення геодезичного супроводу монолітного будівництва.

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв
Розділ 4 Охорона праці в галузі	Михайло ЗОРЯ, к.т.н., доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки	15.10.2025	15.10.2025

Дата видачі завдання

15.10.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Розділ 1. Теоретичні основи геодезичного забезпечення будівництва	вересень	Виконано
Розділ 2. Практичне геодезичне забезпечення зведення монолітного залізобетонного каркасу нового об'єкта будівництва	жовтень	Виконано
Розділ 3. Удосконалення геодезичного супроводу монолітного будівництва	листопад	Виконано
Розділ 4. Охорона праці в галузі	грудень	Виконано
Висновки	січень	Виконано

Студентка _____ . М.В. Шанчева
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи В.Д. Сидоренко
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Шанчева М.В. Геодезичне забезпечення зведення монолітного залізобетонного каркасу нового об'єкта будівництва. Магістерська робота. Кафедра геоecології і землеустрою. Запоріжжя, ТДАТУ ім. Д. Моторного, 2026. С. 132

Текст викладений на 128 сторінках, містить 4 розділи, 12 таблиць, 31 рисунок, 5 формул, 76 літературних джерел та 7 додатків.

Актуальність теми дослідження

Монолітне залізобетонне будівництво сьогодні залишається одним із найпоширеніших і водночас технологічно ефективних напрямів спорудження сучасних будівель і об'єктів інфраструктури. Зростання темпів урбанізації, ускладнення архітектурно-конструктивних рішень, а також підвищені вимоги до надійності, міцності та довговічності будівель обумовлюють необхідність суворого контролю точності геометричних параметрів конструкцій на всіх етапах будівництва. Геодезичне забезпечення в цьому контексті виступає ключовим інструментом, що визначає просторову точність розташування фундаментів, колон, опорних елементів і каркасних конструкцій, а також гарантує відповідність виконаних робіт проектній документації та нормативам ДБН і ДСТУ.

Сучасні труднощі геодезичного супроводу монолітних конструкцій зумовлені рядом факторів: необхідністю виконання робіт у межах жорстких допусків (± 10 мм у плані, ± 5 – 6 мм по висоті для колон висотою до 3 м), високою інтенсивністю бетонування, складними схемами армування та обмеженими строками будівництва. На практиці це проявляється у проблемах точності розбивки осей, вертикальності колон, просторового положення опалубки та закладних елементів, а також в оперативності проведення виконавчої зйомки.

Метою роботи полягає в обґрунтуванні та аналізі підходів до підвищення точності геодезичного забезпечення зведення монолітного залізобетонного каркасу нового об'єкта будівництва та визначити практичні особливості виконання геодезичних робіт на цьому етапі.

Ключові слова: геодезичні роботи; GNSS-вимірювання; будівельна розбивочна основа; геодезичний контроль; моніторинг деформацій.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА	11
1.1. Нормативно-правова база та загальні принципи геодезичного забезпечення будівництва	11
1.2. Розбивочна основа та геодезичні роботи при зведенні монолітних конструкцій	15
1.3. Геодезичний контроль точності та виконавчі зйомки в будівництві.....	31
Висновки до розділу 1	38
РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНЕ ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО КАРКАСУ НОВОГО ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА	40
2.1. Загальна характеристика території та вихідні дані	40
2.2. Створення геодезичної розбивочної основи на об'єкті	43
2.2.1. Аналіз вихідної проєктно-картографічної документації	46
2.2.2. Формування геодезичної розбивочної основи	50
2.2.3. Винесення фундаментної плити ФМ-1	51
2.2.4. Геодезичне забезпечення встановлення колон	52
2.2.5. Геодезичний супровід влаштування балок та перекриттів	54
2.2.6. Виконавчі зйомки та контроль точності.....	55
2.3. Геодезичне забезпечення улаштування фундаментної плити	55
2.4. Геодезичний супровід монтажу колон та елементів каркасу	67
Висновки до розділу 2	75
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНОГО СУПРОВОДУ МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА.....	77

3.1. Використання сучасних технологій геодезичного контролю	77
3.2. Напрями підвищення точності та ефективності геодезичних робіт.....	84
Висновки до розділу 3	93
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ	95
4.1. Виробничі ризики під час геодезичних робіт	95
4.2. Організаційні та технічні заходи безпеки	98
Висновки до розділу 4	101
ВИСНОВКИ.....	102
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	104
ДОДАТКИ.....	113

ВСТУП

Актуальність теми. Монолітне залізобетонне будівництво сьогодні залишається одним із найпоширеніших і водночас технологічно ефективних напрямів спорудження сучасних будівель і об'єктів інфраструктури. Зростання темпів урбанізації, ускладнення архітектурно-конструктивних рішень, а також підвищені вимоги до надійності, міцності та довговічності будівель обумовлюють необхідність суворого контролю точності геометричних параметрів конструкцій на всіх етапах будівництва. Геодезичне забезпечення в цьому контексті виступає ключовим інструментом, що визначає просторову точність розташування фундаментів, колон, опорних елементів і каркасних конструкцій, а також гарантує відповідність виконаних робіт проектній документації та нормативам ДБН і ДСТУ.

Сучасні труднощі геодезичного супроводу монолітних конструкцій зумовлені рядом факторів: необхідністю виконання робіт у межах жорстких допусків (± 10 мм у плані, ± 5 – 6 мм по висоті для колон висотою до 3 м), високою інтенсивністю бетонування, складними схемами армування та обмеженими строками будівництва. На практиці це проявляється у проблемах точності розбивки осей, вертикальності колон, просторового положення опалубки та закладних елементів, а також в оперативності проведення виконавчої зйомки.

Для забезпечення високої точності застосовуються сучасні геодезичні прилади:

електронні тахеометри (наприклад, Trimble S7, Leica TS16) – для визначення планових координат точок та контролю просторового положення елементів каркасу;

GNSS-пристрої у режимі RTK – для швидкого винесення реперів та осей фундаментів у плані;

цифрові нівеліри (Leica DNA03, Trimble DiNi) – для передачі проектних висотних відміток та контролю вертикальності колон.

Актуальність теми визначається тим, що навіть незначні відхилення, допущені на ранніх етапах розбивки фундаментів або монтажу каркасу, можуть призвести до накопичення похибок, порушення геометрії будівлі та збільшення експлуатаційних ризиків. Встановлено, що контроль вертикальності колон методом $H/500$ та перевірка просторового положення елементів із застосуванням тахеометра і GNSS дозволяють досягти точності, що відповідає нормативним вимогам ДБН В.2.6-98:2009 та ДБН В.2.6-156:2010.

Комплексний геодезичний супровід передбачає:

Створення та закріплення геодезичної розбивочної основи з встановленням реперів та базових точок.

Планово-висотне прив'язування фундаментної плити та контроль її горизонтальності і площі.

Моніторинг просторового положення опалубки, монтаж колон і армування каркасу, включно з контролем вертикальності, відстаней між елементами та захисного шару бетону.

Виконавчу зйомку та порівняння фактичних координат і висот з проектними даними, забезпечуючи оперативне коригування монтажу.

Впровадження зазначених методів і застосування сучасної вимірювальної техніки дозволяє не лише забезпечити проектну точність, але й оптимізувати витрати матеріалів та часу, підвищити безпеку робіт та довговічність конструкцій. Крім того, суворе дотримання нормативів щодо армування, захисного шару бетону та контролю якості матеріалів гарантує формування просторово жорсткої і надійної конструктивної системи «фундамент – колони – ферми», що витримує проектні навантаження та забезпечує стабільність будівлі протягом експлуатаційного періоду.

Отже, геодезичне забезпечення є невід'ємною частиною технологічного процесу монолітного залізобетонного будівництва, що забезпечує точність планових і висотних параметрів, контроль просторового положення

конструктивних елементів та дотримання нормативних вимог, підвищуючи ефективність, безпеку та якість виконання будівельних робіт.

Об'єкт дослідження – процес геодезичного забезпечення будівництва під час зведення монолітного залізобетонного каркасу.

Предмет дослідження – методи, засоби та організаційні рішення геодезичного супроводу, що забезпечують точність розбивки та контролю положення елементів монолітного каркасу.

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні та аналізі підходів до підвищення точності геодезичного забезпечення зведення монолітного залізобетонного каркасу нового об'єкта будівництва та визначити практичні особливості виконання геодезичних робіт на цьому етапі.

Для досягнення поставленої мети визначено такі **завдання**:

1. Розглянути нормативно-правову базу та узагальнити теоретичні положення геодезичного забезпечення будівництва.
2. Охарактеризувати методи створення розбивочної основи та організацію геодезичних робіт у монолітному будівництві.
3. На основі наявних графічних матеріалів описати виконання геодезичного супроводу зведення фундаментної плити, колон, перекриттів та інших елементів каркасу.
4. Оцінити точність виконаних геодезичних робіт та визначити основні фактори, що впливають на неї.
5. Запропонувати напрями вдосконалення геодезичного забезпечення монолітних конструкцій із використанням сучасних технологій.

Методи дослідження. У роботі застосовано аналітичні методи для опрацювання наукових джерел та нормативно-правових документів; теоретичне узагальнення; геодезичні методи вимірювань і контролю; графоаналітичні методи для опрацювання креслень і виконавчих схем; елементи порівняльного аналізу.

Наукова новизна полягає в узагальненні особливостей геодезичного супроводу монолітного будівництва та у виділенні ключових аспектів, що визначають точність зведення залізобетонного каркасу в реальних умовах будівельного майданчика з урахуванням сучасних нормативних вимог та практики монолітного будівництва.

Практичне значення роботи полягає в можливості застосування отриманих рекомендацій та висновків для організації геодезичних робіт на аналогічних об'єктах будівництва. Матеріали роботи можуть бути корисними для студентів спеціальності «Геодезія та землеустрій» і використовуватися в навчальному процесі при вивченні дисциплін, пов'язаних з геодезичним забезпеченням будівництва.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА

1.1. Нормативно-правова база та загальні принципи геодезичного забезпечення будівництва

Геодезичні роботи у будівництві виконуються відповідно до вимог чинних державних будівельних норм, які регламентують порядок організації робіт, вимоги до точності вимірювань та контроль геометричних параметрів будівель і споруд. Базовим нормативним документом у цій сфері є ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві», що визначає загальні положення виконання геодезичних робіт на будівельному майданчику [11].

Згідно з ДБН В.1.3-2:2010, до складу геодезичних робіт належать створення геодезичної розмічувальної мережі, виконання розбивочних робіт у процесі будівництва, геодезичний контроль точності геометричних параметрів будівель і споруд, а також виконання виконавчих геодезичних знімачь. Усі геодезичні роботи повинні виконуватися на основі проєктної документації з дотриманням установлених нормативами допусків. Геодезичний контроль точності геометричних параметрів повинен здійснюватися на всіх етапах будівництва. Такий контроль передбачає перевірку відповідності фактичного положення конструктивних елементів проєктному положенню та оформлення результатів у вигляді виконавчої геодезичної документації [11].

Важливою складовою геодезичних робіт є геодезична розмічувальна мережа будівельного майданчика. Вона повинна забезпечувати необхідну точність винесення проєктних осей і висотних відміток на всіх стадіях будівництва. Закріплення пунктів розмічувальної мережі має виконуватися з урахуванням умов будівельного майданчика та забезпечувати їх збереження протягом усього періоду виконання будівельно-монтажних робіт [11].

Вимоги до бетонних і залізобетонних конструкцій, що враховуються під час геодезичного забезпечення будівництва, встановлені у ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення». Дані норми визначають вимоги щодо забезпечення несучої здатності, експлуатаційної придатності, надійності та довговічності конструкцій з урахуванням навантажень, що виникають під час зведення та експлуатації будівель і споруд [12].

У ДБН В.2.6-98:2009 зазначено, що встановлені вимоги повинні реалізовуватися на основі положень цих норм та інших нормативних документів. Це зумовлює необхідність забезпечення точного винесення проєктних осей, висотних відміток і положення елементів монолітного залізобетонного каркасу в процесі будівництва [12].

ДСТУ Б В.2.6-156:2010 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проєктування» регламентує правила проєктування бетонних і залізобетонних конструкцій з важкого бетону. Встановлює вимоги до розрахунків і конструктивних рішень елементів із важкого бетону з урахуванням умов виготовлення, зведення та експлуатації конструкцій [19].

У документі передбачено необхідність урахування можливих геометричних відхилень, що можуть виникати під час будівництва, а також їх впливу на роботу конструкцій і розподіл внутрішніх зусиль. Зазначені положення обумовлюють потребу в точному виконанні геодезичних вимірювань і дотриманні проєктного положення конструктивних елементів монолітного залізобетонного каркасу відповідно до встановлених нормативних вимог [19].

Навантаження та впливи, що діють на будівлі і споруди в процесі зведення та експлуатації, визначаються згідно з ДБН В.1.2-2-2006 «Навантаження та впливи». Положення цього нормативного документа використовуються при проєктуванні конструкцій і враховуються під час оцінювання допустимих відхилень геометричних параметрів, які контролюються геодезичними методами [10].

Врахування навантажень і впливів є необхідною умовою забезпечення просторової точності та стійкості конструктивних елементів під час зведення монолітного залізобетонного каркасу. У процесі будівництва геодезичний контроль дозволяє своєчасно виявляти відхилення, що можуть виникати внаслідок дії тимчасових або постійних навантажень, та забезпечувати відповідність геометричних параметрів конструкцій проектним вимогам [10].

ДСТУ Б В.2.6-145:2010 «Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії» встановлює вимоги до виконання робіт із захисту бетонних і залізобетонних конструкцій, які застосовуються при зведенні монолітних конструкцій відповідно до проектних рішень об'єкта будівництва. Дотримання положень цього стандарту передбачає контроль геометричних параметрів конструкцій з метою забезпечення нормативної товщини захисного шару бетону. Геодезичні роботи у цьому випадку забезпечують відповідність фактичних параметрів конструкцій нормативним вимогам і сприяють підвищенню довговічності монолітних залізобетонних елементів [18].

У ДСТУ 3760:2019 «Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови» визначені вимоги до арматурного прокату, який застосовується у залізобетонних конструкціях. У стандарті встановлено класифікацію арматури, її механічні характеристики та вимоги до якості. Застосування арматурного прокату є необхідною умовою забезпечення несучої здатності та експлуатаційної надійності конструкцій [16].

Виконання вимог ДСТУ 3760:2019 у поєднанні з точним геодезичним винесенням арматурних каркасів і закладних елементів забезпечує відповідність конструктивних рішень проекту та нормативним вимогам. Геодезичне забезпечення у цьому випадку сприяє дотриманню проектного положення елементів монолітного залізобетонного каркасу [16].

Національний стандарт ДСТУ 9258:2023 «Настанова з організації виконання будівельних робіт» встановлює комплексні вимоги до планування та здійснення будівельного виробництва під час нового будівництва,

реконструкції та капітального ремонту об'єктів. Ця державна норма регламентує порядок розроблення проєктно-технологічної документації, зокрема проєкту організації будівництва (ПОБ) та проєкту виконання робіт (ПВР), а також визначає етапи підготовки до будівництва, включаючи створення геодезичної розмічувальної основи та облаштування будівельного майданчика. Стандарт приділяє особливу увагу забезпеченню якості робіт через обов'язковий операційний контроль, ведення виконавчої документації (загальних і спеціальних журналів, актів на приховані роботи) та дотримання геометричних параметрів будівель на основі геодезичних вимірювань і виконавчих схем [17].

Таким чином, нормативно-правова база геодезичного забезпечення будівництва представлена системою державних будівельних норм і національних стандартів, які регламентують організацію геодезичних робіт, вимоги до точності, контроль геометричних параметрів та забезпечення надійності монолітних залізобетонних конструкцій під час зведення нових об'єктів будівництва.

Важливим елементом нормативно-правового забезпечення геодезичних робіт є застосування міжнародних стандартів та методичних рекомендацій, які сприяють уніфікації процедур, підвищенню точності вимірювань і забезпечують сумісність з сучасними технологіями будівництва [29, 60, 64-68]. Зокрема, міжнародні стандарти серії ISO 17123 [65] регламентують польові методики перевірки та калібрування геодезичних приладів, таких як електронні тахеометри, нівеліри та GNSS-пристрої, забезпечуючи достовірність результатів вимірювань у широкому діапазоні умов експлуатації. Також вагомим є врахування стандартів EN 1992-1-1 (Eurocode 2) [59], що визначають вимоги до проєктування бетонних та залізобетонних конструкцій з урахуванням допустимих відхилень, навантажень та геометричних характеристик, що дозволяє інтегрувати результати геодезичного контролю у процес перевірки відповідності виконаних робіт проєктним розрахункам.

Методичні рекомендації, розроблені профільними органами, такими як Міністерство розвитку громад та територій України [30] та Державна інспекція містобудування [13], визначають порядок організації геодезичних робіт на будівельному майданчику, правила закріплення реперів, створення розбивочних мереж та планово-висотного контролю фундаментів і надземних конструкцій. Такі рекомендації встановлюють також допустимі межі відхилень, процедури приймання прихованих робіт та методи документування результатів виконавчої зйомки.

Комплексне застосування міжнародних стандартів та методичних рекомендацій дозволяє реалізувати системний підхід до геодезичного супроводу будівництва, забезпечує достовірність вимірювань, підвищує якість просторової прив'язки конструктивних елементів, а також гарантує відповідність виконаних робіт проектним та нормативним вимогам. Такий підхід є необхідним для підвищення надійності та довговічності монолітних залізобетонних споруд сучасного типу.

1.2. Розбивочна основа та геодезичні роботи при зведенні монолітних конструкцій

Геодезичне забезпечення зведення монолітного залізобетонного каркасу представляє собою комплексну систему організаційних, технологічних та технічних заходів, спрямованих на точне перенесення проектних параметрів будівлі на будівельний майданчик із дотриманням нормативних вимог щодо точності. Центральним елементом цієї системи є розбивочна основа, яка формує просторову координатну та висотну базу для всіх наступних будівельних операцій.

Розбивочна основа складається з мережі закріплених у натурі геодезичних пунктів, які визначають положення будівлі в плані та за висотою,

забезпечуючи єдину систему координат на об'єкті. Такі пункти виступають базою для планово-висотного прив'язування фундаментів, колон, опорних елементів та інших конструктивних вузлів каркасу, а також для контролю вертикальності та просторової точності під час монтажу надземних конструкцій.

Основне призначення розбивочної основи полягає у створенні цілісного просторового каркасу, що забезпечує можливість виконання детальних розбивочних робіт на всіх стадіях будівництва – від облаштування котловану та фундаментної плити до монтажу колон, плит перекриття та елементів каркасу верхніх поверхів. Створення такої геодезичної мережі дозволяє значно зменшити ймовірність виникнення геометричних похибок, які, за даними досліджень, складають до 30 % усіх дефектів при зведенні монолітних споруд.

Крім того, розбивочна основа дозволяє організувати оперативний контроль якості виконання робіт, проводити виконавчу зйомку та коригування положення конструктивних елементів у реальному часі. Використання сучасних високоточних приладів – електронних тахеометрів, GNSS-пристроїв у режимі RTK та цифрових нівелірів – підвищує достовірність координатних і висотних відміток та забезпечує відповідність виконаних робіт вимогам ДБН та ДСТУ.

Таким чином, розбивочна основа є ключовим елементом геодезичного супроводу, що визначає точність і надійність зведення монолітного залізобетонного каркасу, мінімізує ризики накопичення похибок та сприяє дотриманню технологічної послідовності будівництва, забезпечуючи високу якість та довговічність споруди (рис. 1.1). [28].



Рис. 1.1 – Геодезичні розбивочні роботи

На рисунку 1.2 наочно представлено структурну ієрархію геодезичної підтримки будівельного майданчика, яка включає опорну геодезичну мережу, зовнішню мережу споруди та пункти закріплення основних осей будівлі. Опорна геодезична мережа формує базу найвищого рівня точності та служить відправною системою координат і висот для всіх подальших робіт. Вона закріплюється на довготривалих реперах і забезпечує стабільність просторових відліків протягом усього циклу будівництва.

Зовнішня мережа споруди, будучи наступним рівнем ієрархії, встановлюється відносно опорної мережі та визначає положення будівлі у плані і по висоті, забезпечуючи контрольні точки для фундаментів, колон та інших критично важливих конструктивних елементів. Пункти закріплення основних осей споруди виступають локальними базами, від яких здійснюється детальна розбивка конструктивних елементів, зокрема фундаментних плит, колон та плит перекриття.

Таким чином, ієрархічна структура геодезичної мережі дозволяє реалізувати послідовну систему планово-висотного контролю, де кожен рівень забезпечує підґрунтя для точності наступного. Такий підхід мінімізує накопичення похибок при перенесенні проектних координат у натуру, підвищує надійність встановлення конструкційних елементів та гарантує відповідність виконаних робіт вимогам ДБН і ДСТУ. Крім того, система ієрархії забезпечує ефективний контроль на всіх етапах будівництва: від закріплення фундаментів до монтажу колон і верхніх горизонтів каркасу, дозволяючи оперативно виявляти і коригувати відхилення від проектних параметрів.



Рис. 1.2 – Типова схема геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика [11]

Структурно геодезична розбивочна основа поділяється на зовнішню та внутрішню розбивочні мережі будинку, кожна з яких включає планову та висотну складові [11].



Рис. 1.3 – Ієрархія геодезичної мережі на будівельному майданчику

Рисунок 1.3 ілюструє ієрархічну структуру геодезичної мережі, яка застосовується для забезпечення точності будівництва монолітного залізобетонного каркасу. Візуалізація демонструє три взаємопов'язані рівні:

Опорна геодезична мережа – представлена стабільними реперами та контрольними пунктами, закріпленими на місцевості. Вона формує базу найвищого рівня точності, забезпечує єдину систему координат та висот для

всіх наступних робіт і служить відправною точкою для зовнішньої мережі споруди.

Зовнішня мережа споруди – включає точки, що визначають контур будівлі та контрольні точки фундаментів. Вона встановлюється відносно опорної мережі та забезпечує просторову прив'язку основних конструктивних елементів будівлі.

Пункти закріплення основних осей – локальні контрольні точки, від яких здійснюється розбивка фундаментних плит, колон та плит перекриття. Цей рівень дозволяє переносити проектні координати безпосередньо на будівельний майданчик та виконувати детальні розбивочні роботи.

Стрілки на схемі показують послідовність передачі координат і відміток від верхнього рівня (опорної мережі) до локальних пунктів розбивки, підкреслюючи логічну та технологічну взаємозалежність всіх елементів мережі.

Обґрунтування: застосування ієрархічної структури дозволяє мінімізувати накопичення похибок при перенесенні проектних параметрів у натуру, підвищує точність монтажу конструктивних елементів, забезпечує оперативний контроль і своєчасну корекцію відхилень. Такий підхід гарантує відповідність виконаних робіт вимогам ДБН і ДСТУ та підвищує якість і надійність зведеного каркасу.

У контексті формування розбивочної основи важливо визначити сутність і зміст геодезичних розбивочних робіт, які є ключовим елементом забезпечення просторової точності будівельних конструкцій. Геодезичні розбивочні роботи полягають у точному закріпленні на місцевості координатних точок та ліній, що визначають геометричні параметри споруди відповідно до проектної документації. Процес винесення проекту в натуру включає створення розбивочної мережі, геодезичну підготовку проекту та постійний контроль виконання будівельно-монтажних операцій для забезпечення нормативної точності.

У промисловому будівництві розбивочну основу зазвичай проєктують на генеральному плані об'єкта та переносять на місцевість у вигляді будівельної сітки прямокутної форми, сторони якої паралельні основним осям будівлі. Така сітка дозволяє забезпечити зручність розбивки фундаментів, колон, плит перекриття та інших критично важливих конструктивних елементів. Контроль правильності розбивки здійснюється шляхом перевірки довжин сторін прямокутників, рівності діагоналей (перевірка прямокутності) та відповідності фактичних координат проєктним значенням, із дотриманням допустимих відхилень ± 10 мм у плані та ± 5 мм по висоті для локальних елементів.

Вибір конкретного способу розбивки – застосування перпендикулярів, полярного методу або різних видів засічок – визначається типом споруди, плановою конфігурацією, наявністю опорних геодезичних пунктів та умовами будівельного майданчика. Наприклад, для фундаментної плити прямокутної форми часто застосовується метод перпендикулярів із використанням кутових та проміжних контрольних точок, що дозволяє забезпечити точну просторову прив'язку опалубки та армування, а також своєчасне виявлення та коригування відхилень.

Таким чином, формування розбивочної основи та виконання геодезичних розбивочних робіт забезпечують надійну планово-висотну прив'язку конструкцій, мінімізують накопичення похибок та гарантують відповідність виконаних робіт проєктним параметрам, що є критично важливим для точності і довговічності монолітних залізобетонних споруд [47].

Зовнішня розбивочна мережа створюється для винесення в натуру головних та основних осей споруди, а також для контролю стабільності пунктів протягом усього періоду будівництва. Вона може бути реалізована у формі будівельної сітки, червоних ліній або системи лінійно-кутових побудов, що спираються на пункти державної геодезичної мережі. Висотна складова зовнішньої основи базується на системі нівелірних реперів, кількість яких має

бути не менше двох на об'єкт, що забезпечує надійність передачі позначок на будівельний майданчик.

Внутрішня розбивочна мережа будівлі розвивається від пунктів зовнішньої мережі та являє собою систему геодезичних знаків безпосередньо на вихідному та наступних монтажних горизонтах. Її створення на нульовому циклі зазвичай передбачає закріплення пунктів металевими пластинами або спеціальними дюбелями на бетонній основі, що стає базисом для подальшого вертикального проектування осей [11].

У монолітному будівництві внутрішня мережа має забезпечувати високу точність взаємного положення вертикальних елементів, таких як стіни та колони, оскільки будь-які відхилення призводять до нерівномірного розподілу навантажень у каркасі. Точність побудови внутрішньої мережі регламентується нормативними допусками, які залежать від висотності будівлі та довжини прогонів [11].

Забезпечення необхідної точності геометричних параметрів конструкцій є безпосереднім завданням інженерної геодезії. Вона як наукова дисципліна забезпечує дотримання геометричних форм та елементів проекту як щодо розташування споруди на місцевості, так і стосовно її внутрішньої та зовнішньої конфігурації. Спеціальні високоточні методи, такі як створні вимірювання та мікронівелювання, застосовуються для вирішення особливих завдань під час будівельно-монтажних робіт і вивірки конструкцій. Теодолітне знімання дозволяє отримувати плани великого масштабу для складання проектів будівництва будівель та автомобільних доріг. Крім того, геометричне нівелювання забезпечує визначення перевищень між окремими точками з метою обчислення їх висот відносно прийнятої початкової поверхні [34].

В процесі монтажу монолітного каркасу геодезист здійснює супровід встановлення опалубки, арматурних каркасів та закладання бетонної суміші, орієнтуючись на винесені монтажні риски та маяки. Точне просторове положення елементів каркасу критично важливе для дотримання розрахункових схем, закладених у проекті, оскільки зміщення осей або

невертикальність конструкцій може викликати додаткові напруження, що не передбачені розрахунками за граничними станами. Тому геодезичне забезпечення виступає технологічним гарантом реалізації інженерних рішень у фізичному тілі бетону [12, 28].

Просторова геометрія монолітного каркасу формується через ієрархічну систему осей, де головні осі визначають загальну симетрію, основні осі – фіксують габарити, а детальні осі вказують на положення конкретних конструктивних вузлів. В свою чергу, детальні осі поділяють на поздовжні та поперечні (рис. 1.4). Поперечні осі прийнято позначати цифрами, а повздовжні – буквами українського алфавіту [28].

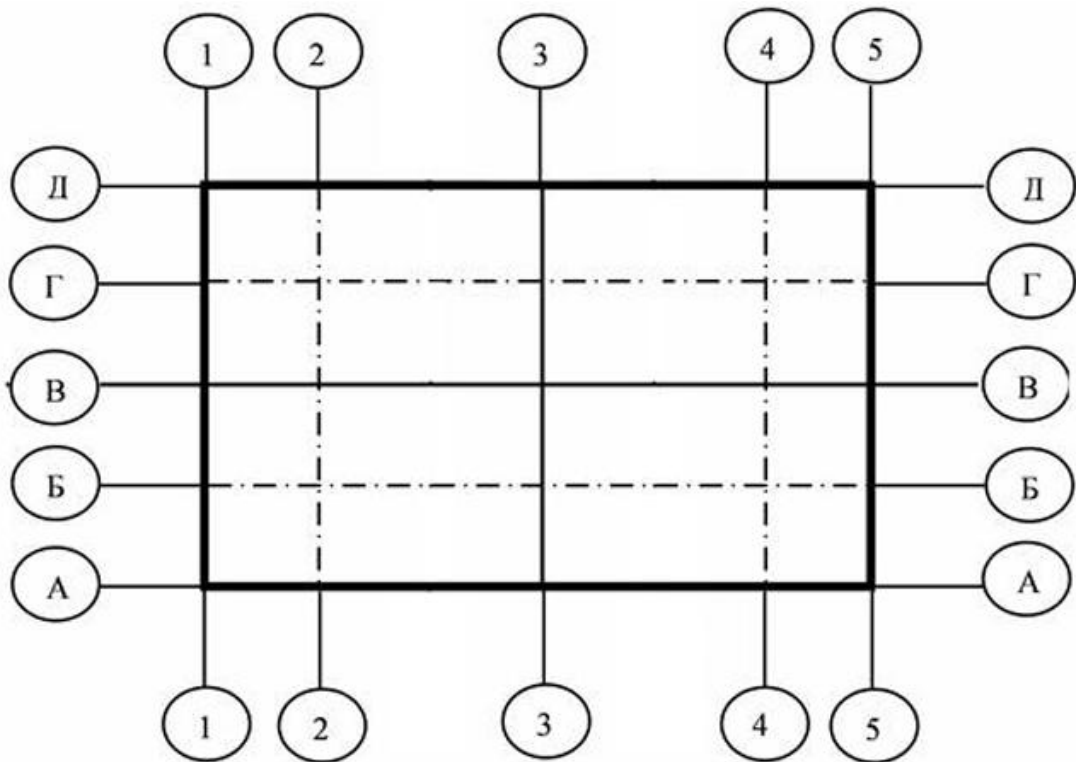


Рис. 1.4 – Осі будівельного об'єкта. 3-3, В-В – головні осі, 1-1, 5-5, А-А, Д-Д – основні осі, 2-2, 4-4, Б-Б, Г-Г – детальні осі [28]

Важливим елементом висотної геометрії є «будівельний нуль», що відповідає проектній позначці чистої підлоги першого поверху і служить вихідним рівнем для всіх подальших вертикальних вимірювань. Перенесення

висотних відміток на монтажні горизонти виконується методами геометричного або тригонометричного нівелювання, що забезпечує горизонтальність перекриттів та правильне розташування віконних і дверних прорізів. Використання сучасних приладів (рис. 1.5) дозволяє формувати просторову модель будівлі в режимі реального часу, враховуючи навіть мінімальні відхилення від проєкту [28].

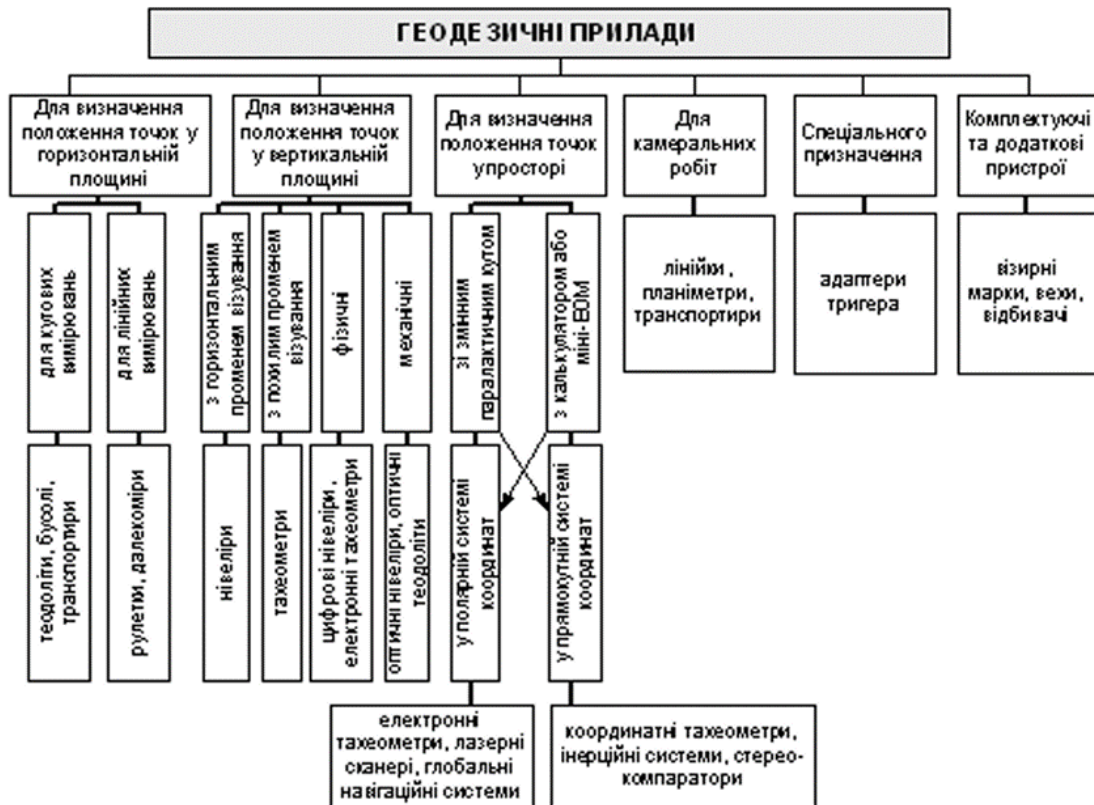


Рис. 1.5 – Класифікація геодезичних приладів [49]

Організаційні принципи виконання геодезичних робіт передбачають чітку регламентацію всіх процесів, що забезпечує контроль точності та надійності перенесення проєктних параметрів у натуру. Основним документом, який визначає порядок і технологію проведення геодезичного супроводу будівництва, є Проєкт виконання геодезичних робіт (ПВГР). Цей проєкт розробляється будівельною організацією у відповідності до чинних норм і стандартів і містить комплекс технологічних рішень, включаючи вибір методів розбивки, вимоги до точності побудови геодезичних мереж,

послідовність робіт, графік виконання робіт та перелік необхідного обладнання.

Особлива увага приділяється процедурі приймання-передачі розбивочної основи від замовника підряднику, яка оформлюється відповідним офіційним актом. Ця процедура гарантує відповідність натурних координат проєктним параметрам та створює юридично і технічно підтверджену базу для виконання будівельних робіт.

Геодезична служба повинна бути належним чином оснащена не тільки високоточними приладами, які пройшли обов'язкову метрологічну перевірку, а й спеціалізованими приміщеннями для камеральної обробки результатів вимірювань. Забезпечення таких умов дозволяє підтримувати технічну єдність вимірювань, достовірність результатів та оперативно здійснювати контроль просторового положення конструктивних елементів на будівельному майданчику.

Важливо зазначити, що ПВГР також передбачає визначення критеріїв контролю точності на різних етапах будівництва, включаючи перевірку фундаментів, колон, плит перекриття та інших конструктивних вузлів, а також способи усунення можливих відхилень. Такий системний підхід забезпечує високу надійність геодезичного супроводу, оптимізує процес будівництва та мінімізує ризики накопичення похибок, що критично для забезпечення відповідності зведених конструкцій проєктним вимогам [11].

Рисунок 1.6 ілюструє структурну організацію Проєкту виконання геодезичних робіт (ПВГР), що застосовується для забезпечення точності зведення монолітного залізобетонного каркасу. Схема демонструє логічну послідовність етапів геодезичного супроводу та взаємозв'язок між ними. Центральним елементом є ПВГР, який інтегрує:

Вибір методів розбивки – включає способи перпендикулярів, полярний метод та різні види засічок. Ці методи обираються залежно від типу споруди, конфігурації будівельної сітки та умов майданчика.

Вимоги до точності – визначають допустимі похибки для контрольних точок мережі ($\pm 2-3$ мм), фундаментів (± 10 мм), колон та плит перекриття (± 5 мм).

Комплектація обладнання – передбачає використання електронних тахеометрів, GNSS-приймачів, нівелірів та лазерних приладів, що пройшли метрологічну повірку.

Камеральна обробка – включає аналіз та корекцію результатів вимірювань, документування даних та підготовку матеріалів для контролю.

Порядок виконання робіт – регламентує черговість розбивочних етапів, процедури контролю точності та графік виконання робіт.

Акт приймання-передачі розбивочної основи – закріплює спільні координати, підтверджує відповідність реперів та пунктів геодезичної мережі нормам, забезпечуючи юридичне та технічне оформлення розбивочної основи.

Стрілки на схемі відображають послідовність передачі інформації та взаємодію між елементами ПВГР, що гарантує узгодженість всіх робіт на будівельному майданчику [11].

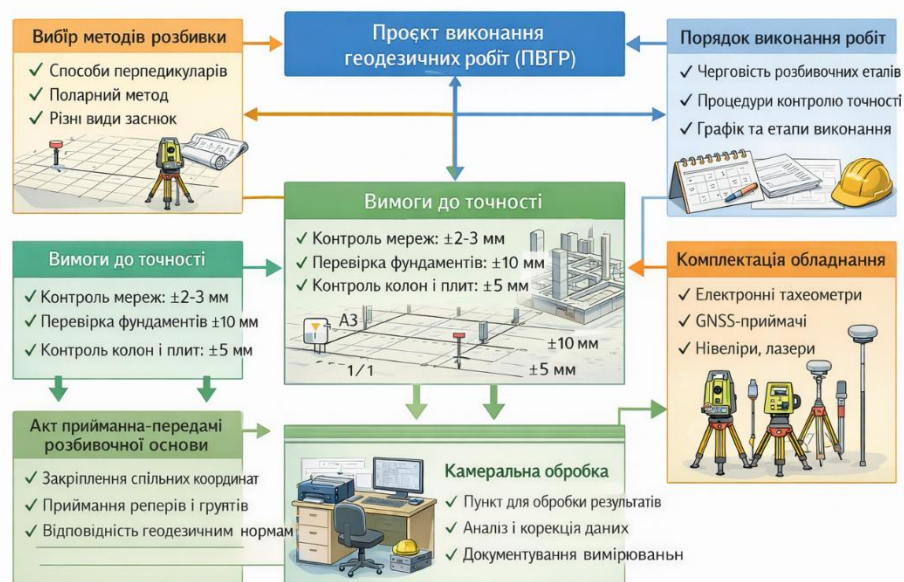


Рис. 1.6 – Структура Проєкту виконання геодезичних робіт

Запропонована структурна схема підкреслює важливість системного підходу до організації геодезичних робіт. Впровадження ПВГР дозволяє забезпечити узгодженість планово-висотної прив'язки, своєчасне виявлення

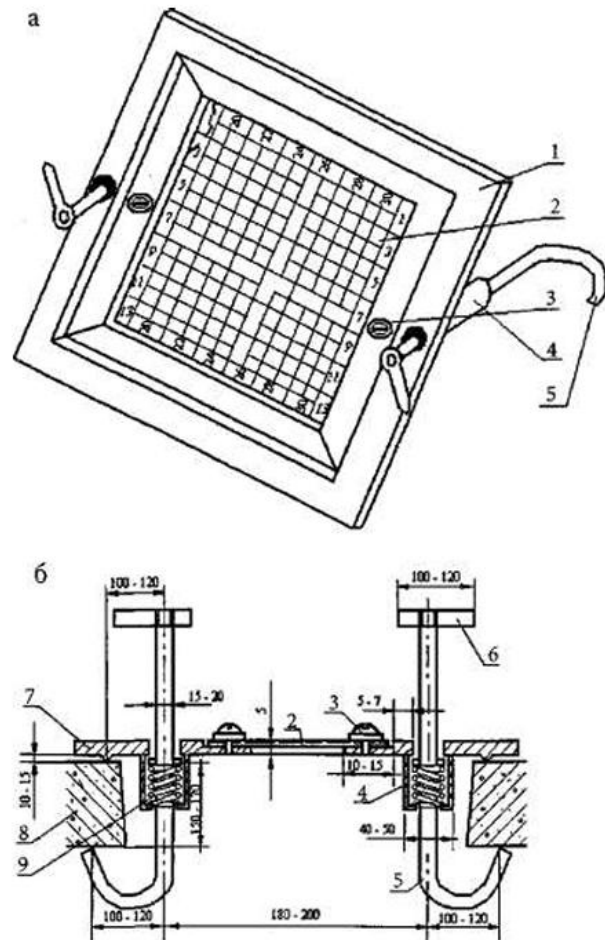
та корекцію відхилень, а також дотримання нормативних допусків на всіх етапах будівництва. Така організаційна модель сприяє підвищенню точності монтажу монолітних залізобетонних конструкцій, зменшенню ризику накопичення похибок та гарантує відповідність виконаних робіт проектній документації. Крім того, чітке регламентування етапів ПВГР і забезпечення необхідним обладнанням створює умови для ефективного контролю, документування та аналітичної обробки геодезичних даних, що є ключовим для підвищення якості та надійності споруди [11].

Ефективність зведення монолітних конструкцій безпосередньо пов'язана з якістю підготовчих геодезичних робіт, що включають аналітичну підготовку проекту та обчислення координат всіх характерних точок конструкцій. У процесі підготовки геодезисти перераховують проектні дані в будівельну систему координат, що спрощує розбивочні роботи та дозволяє уникнути грубих помилок при винесенні осей [2].

При будівництві висотних монолітних об'єктів особлива увага приділяється методам вертикального проектування пунктів внутрішньої мережі, оскільки від цього залежить співвісність каркасу на різних рівнях. Використання електронних тахеометрів та спеціалізованого програмного забезпечення дозволяє автоматизувати розрахунки та підвищити продуктивність праці [2].

Подальший розвиток геодезичного забезпечення пов'язаний із впровадженням високотехнологічних методів збору просторових даних. Сучасне геодезичне забезпечення включає використання роботизованих електронних тахеометрів та GNSS-технологій для встановлення локального контролю в умовах складного рельєфу. Для отримання детальних даних про об'єкти складної форми застосовується наземне лазерне сканування (Terrestrial Lidar), що дозволяє збирати сотні тисяч вимірювань за секунду та створювати інтерактивні тривимірні моделі з високою точністю. Отримані результати польових робіт опрацьовуються у спеціалізованому програмному забезпеченні для коригування значень координат пунктів первинного

контролю. Побудова точних цифрових моделей поверхні та контурних карт стає фундаментом, на основі якого розробляється дизайн фундаментів майбутніх споруд [56].



а – загальний вигляд палетки; б – розріз; 1 – рамка; 2 – палетка; 3 – утримуючий гвинт; 4 – напрямна втулка; 5 – гачок; 6 – ручка гачка; 7 – упори; 8 – плити перекриття; 9 – пружини

Рис. 1.7 – Координатна палетка для передачі координат та тимчасового закріплення пунктів внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі на монтажному горизонті [11]

Зв'язок геодезичних робіт із технологією зведення моноліту проявляється в необхідності адаптації методів вимірювань до циклічності бетонних робіт. Наприклад, винесення осей для встановлення опалубки стін та колон має відбуватися оперативно після затвердіння бетону на попередньому рівні, щоб не порушувати темпи будівництва. Рис. 1.8 наочно демонструє схему зведення монолітного залізобетонного каркасу, де: а) 1 – палі; 2 – монолітна залізобетонна фундаментна плита; 3 – підвальні технічні приміщення із залізобетону; 4 – залізобетонні колони 1-го поверху; 5 –

інвентарна оснастка (підпорки); 6, 7 – поперечні та поздовжні рейки (ребра жорсткості); 8 – плити перекриття монтажної оснастки; 9 – оснастка плити перекриття; 10 – коробка оснастки колон; 11 – металевий каркас б) установка опалубки колони: 1 – орієнтирні риски в) монтаж опалубки перекриття: 1 – опорна пластина горизонтального щита опалубки; 2 – штанги для монтажу щита по висоті; 3 – монтажні стійки [11, 21].

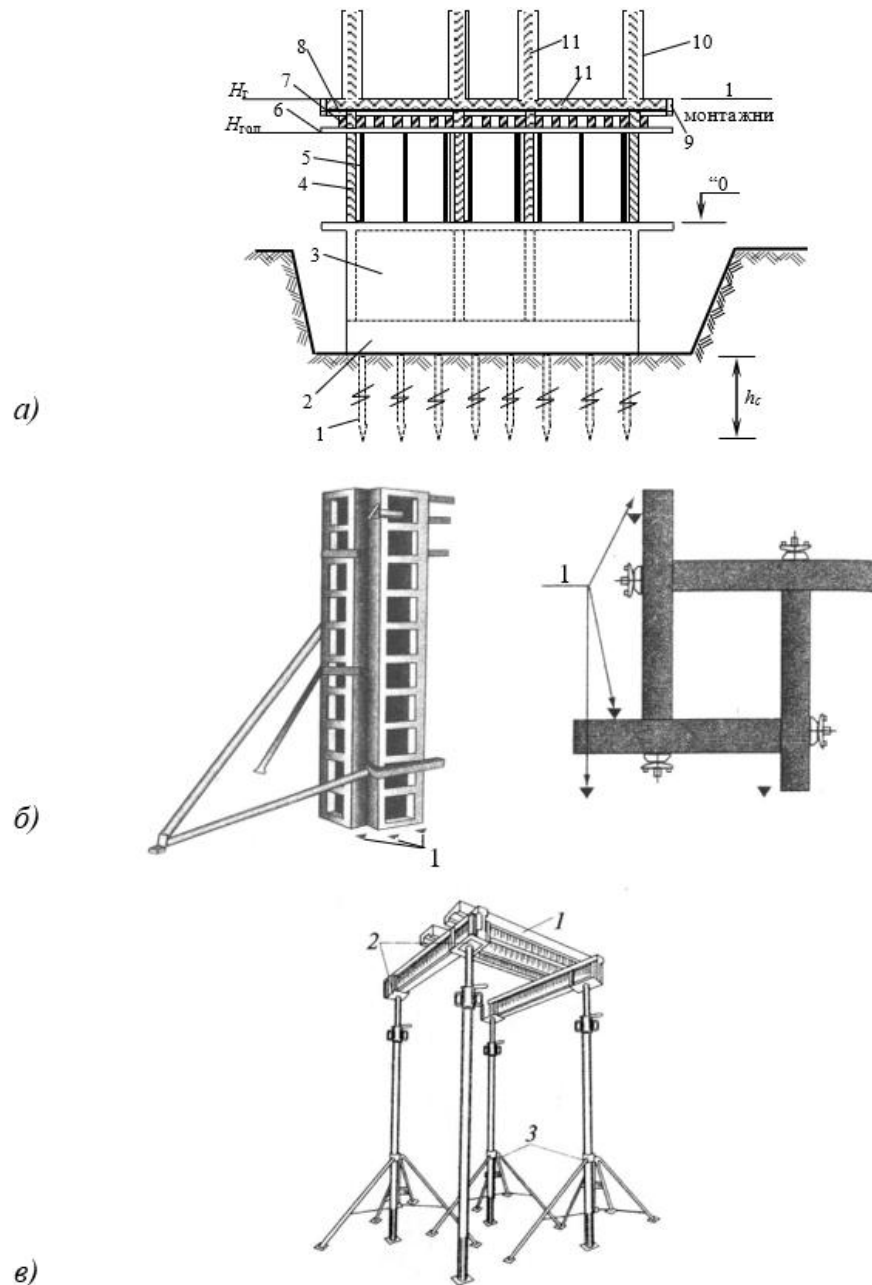


Рис. 1.8 – Схема зведення монолітного залізобетонного каркасу [21]

У сучасних умовах геодезичне забезпечення інтегрується в концепцію будівельного інформаційного моделювання (BIM), де результати розбивки

безпосередньо пов'язуються з цифровим двійником об'єкта. Це дозволяє здійснювати безперервний моніторинг геометричних параметрів та автоматизувати обмін даними між проєктною групою та виконавцями на майданчику.

Гнучкість сучасних геодезичних систем, зокрема методу вільної станції, забезпечує можливість проведення робіт у складних умовах насиченого армування та обмеженої видимості. Таким чином, розбивочна основа та відповідні геодезичні заходи утворюють надійний метрологічний фундамент для створення якісного монолітного залізобетонного каркасу [2, 26].

Аналіз точності розмічувальних робіт базується на теорії розмірних ланцюгів, де розбивочна основа виступає як початкова ланка в загальній системі допусків будівництва. Для забезпечення взаємозамінності елементів та правильності сполучень вузлів необхідно, щоб похибка побудови мережі не перевищувала встановленої частки від загального допуску на монтаж.

Математичне обґрунтування точності мережі виконується на стадії проєктування, що дозволяє раціонально підібрати клас точності приладів та методику вимірювань. Це забезпечує економічну ефективність робіт, запобігаючи виконанню надлишково точних вимірювань там, де це не вимагається технологією [2, 3].

Передача висотних позначок на монтажні горизонти супроводжується обов'язковим контролем від двох або більше реперів для виключення помилок. У монолітному будівництві часто використовують лазерні ротаційні нівеліри (рис. 1.9), які дозволяють монтажникам самостійно контролювати рівень горизонтальних поверхонь відносно геодезичних маяків. Весь цикл висотних побудов базується на стабільності вихідних пунктів, стан яких повинен систематично перевірятися фахівцями геодезичної служби [2, 11].



Рис. 1.9 – Ротаційний лазерний нівелір Bosch GRL 600 CHV Professional

Організація камерального опрацювання результатів польових вимірювань є завершальним етапом формування розбивочної основи, що забезпечує юридичне та технічне підтвердження точності побудов. Усі дані вимірювань заносяться до спеціальних журналів та реєстрів, які зберігаються на об'єкті протягом усього періоду будівництва. Сучасне програмне забезпечення дозволяє автоматизувати процес вирівнювання мереж та підготовку схем для винесення в натуру. Системний підхід до ведення документації гарантує можливість відновлення втрачених пунктів та осей у будь-який момент виробничого циклу [2].

Враховуючи динамічність зведення монолітних каркасів, геодезична розбивочна основа повинна бути стійкою до вібрацій від важкої техніки та температурних деформацій конструкцій. Розміщення знаків основи має бути таким, щоб забезпечити пряму видимість та зручність роботи приладами в умовах постійного переміщення вантажів і зміни конфігурації майданчика [44].

Використання методів супутникової геодезії (GNSS) на етапі створення зовнішньої мережі дозволяє швидко отримати координати на великих

територіях без необхідності прокладання традиційних ходів. Таким чином, комбінація класичних та новітніх методів дозволяє створити максимально надійну та адаптивну розбивочну основу [44].

Геодезичне забезпечення будівельно-монтажних робіт передбачає використання широкого парку приладів, включаючи електронні тахеометри, лазерні далекоміри та GPS-трекери. Діяльність геодезичної служби спрямована на обчислення координат характерних точок місцевості та аналіз отриманих даних для формування оперативного звіту. Важливим етапом організації робіт є контроль за незмінністю положення геодезичних пунктів та їх відновлення у разі втрати для забезпечення схоронності головних осей. Особливістю сучасних процесів є інтеграція результатів вимірювань у системи автоматизованого проектування (САПР) та геоінформаційні системи (ГІС), що дозволяє здійснювати наскрізне проектування від постановки задачі до випуску технічної документації [45].

Розбивочні роботи при формуванні просторової геометрії монолітного каркасу є сполучною ланкою між теоретичним проектом та реальною конструкцією. Суворе дотримання вертикальності та співвісності стін і колон гарантує безпечну експлуатацію будівлі протягом усього її життєвого циклу. Сформована за всіма правилами геодезична основа дозволяє якісно побудувати об'єкт і забезпечити необхідну інформаційну базу для подальшого сервейінгу та технічного обслуговування споруди. Кінцевим результатом цього процесу є геометрично досконала будівля, що відповідає найвищим інженерним стандартам [6, 26].

1.3. Геодезичний контроль точності та виконавчі зйомки в будівництві

Геодезичне забезпечення зведення монолітних залізобетонних конструкцій є невід'ємною частиною технологічного циклу сучасного

будівництва. Воно гарантує відповідність фактичних параметрів споруди проєктним рішенням. Відповідно до законодавства України, професійну топографо-геодезичну діяльність мають право виконувати виключно фахівці з відповідною вищою освітою та кваліфікаційними сертифікатами, які несуть повну відповідальність за точність і якість результатів вимірювань [32].

Інженерно-геодезичний супровід охоплює всі етапи реалізації об'єкта, починаючи від створення розбивочної основи та закінчуючи виконавчим зніманням завершених конструкцій. Це дозволяє мінімізувати ризики виникнення критичних відхилень від проєктних параметрів.

Процес зведення монолітного каркаса вимагає розроблення детального проєкту виконання геодезичних робіт, який узгоджується на підготовчому етапі до початку будівництва. Зазначений документ базується на аналізі проєктної документації, генерального плану та результатах інженерно-геодезичних вишукувань, що містять інформацію про систему координат, висотні позначки та наявні пункти державної геодезичної мережі. Проєкт виконання геодезичних робіт визначає парк використовуваного обладнання, технологію створення розбивочних мереж та графік проведення контрольних вимірювань, що корелюється із загальним планом будівельно-монтажних робіт [14].

Геодезичною основою для проведення виконавчих зйомок є розмічувальні осі споруди та точки геодезичної розбивочної мережі, що забезпечують необхідну точність визначення планового й висотного положення конструктивних елементів [4].

Сучасні вимоги до точності геодезичних вимірювань передбачають застосування високоточних електронних тахеометрів, цифрових нівелірів і GNSS-приймачів, які підлягають обов'язковій щорічній метрологічній повірці. Вибір методів вимірювань визначається класом об'єкта та складністю конструктивних елементів, а автоматизація геодезичних процесів дозволяє скоротити терміни виконання робіт і зменшити вплив людського фактора [14, 32].

Виконавчі зйомки являють собою комплекс топографічних робіт, під час яких фіксуються фактичні положення наземних і підземних частин споруди з метою виявлення всіх відхилень від проєкту. Технологія монолітного будівництва передбачає виконання поточних виконавчих знімань після кожного завершеного етапу, зокрема після облаштування фундаментів та зведення кожного наступного поверху. Такі вимірювання дозволяють оперативно вносити корективи в подальший процес будівництва для усунення помилок, допущених на попередніх стадіях [4, 70].

Результатом проведення геодезичного контролю є складання виконавчих креслеників або схем, на яких відображається фактичний стан зведеної частини споруди з наведенням цифрової інформації про відхилення. Для об'єктів, що потребують дозволу на будівництво, обов'язковою є підготовка карти геодезичної виконавчої інвентаризації, яка є фрагментом базової карти з нанесеними новими елементами [70].

На заключному етапі формується виконавчий генплан на основі проєктного. Якщо ситуація складна, то існуючі і побудовані елементи об'єкта наносять різним кольором, надземну і підземну частину так само. Зазначений документ є одним з основних матеріалів, що використовується під час подальшої експлуатації об'єкта [4].

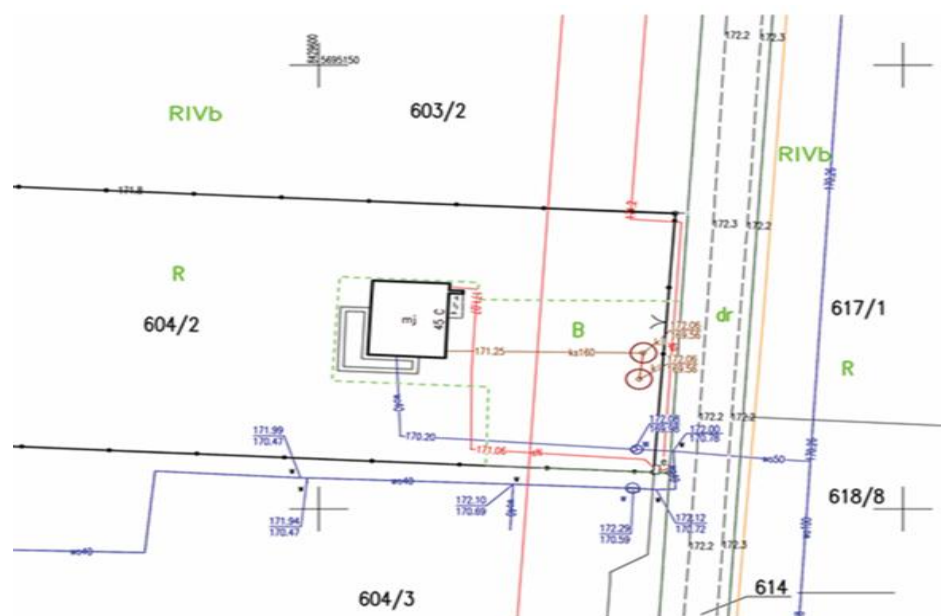


Рис. 1.10 – Карта геодезичної виконавчої інвентаризації [70]

Під час зведення монолітного залізобетонного каркаса необхідно враховувати фізичні властивості бетону, зокрема усадку та повзучість, які зумовлюють зміну об'єму й геометричних параметрів конструкцій у часі [74].

Повзучість бетону визначається як деформація конструкції під постійним навантаженням, що може тривати протягом багатьох років, спричиняючи перерозподіл напружень і збільшення прогинів балок. Геодезичний контроль дозволяє відстежувати ці часові зміни, забезпечуючи стабільність та експлуатаційну надійність будівлі [61].

Усадка бетону відбувається через втрату вологи та хімічні зміни під час твердіння, що часто призводить до виникнення розтягувальних напружень і тріщин, якщо деформації обмежені. Для мінімізації негативних наслідків цих процесів важливо контролювати якість бетонної суміші та дотримуватися режиму догляду за бетоном, оскільки невідповідний вологостійкий режим посилює усадкові явища. Похибки в геодезичному винесенні осей або передачі висотних позначок на монтажні горизонти в поєднанні з температурними деформаціями можуть критично вплинути на напружено-деформований стан всього каркаса [32, 61].

Оцінка якості монолітних конструкцій також включає контроль проникності та довговічності бетону, що безпосередньо впливає на термін служби споруди. Довговічність визначається здатністю бетону зберігати міцність та експлуатаційні характеристики в конкретному середовищі без незапланованих ремонтів. Якість захисного шару бетону (covercrete) безпосередньо впливає на довговічність залізобетону, оскільки він діє як перший бар'єр проти проникнення агресивних речовин. Найбільш ефективним неруйнівним методом контролю якості поверхневого шару на об'єкті є вимірювання коефіцієнта повітряпроникності за методом Торрента (kT). Цей індикатор дозволяє класифікувати бетон за категоріями проникності та прогнозувати термін служби споруди до початку корозії арматури [76].

Quality of the concrete cover	Index	$k_T [\times 10^{-4} \text{ m}^2]$
Very bad	5	>10
Bad	4	1.0–10
Medium	3	0.1–1.0
Good	2	0.01–0.1
Very good	1	<0.01

Рис. 1.11 – Оцінка якості захисного шару бетону за коефіцієнтом проникності за методом Торрента [76]

Швидкість проникнення агресивних речовин, зокрема хлоридів та вуглекислого газу, залежить від структури пор бетону, яка формується під впливом водоцементного відношення та якості ущільнення. Висока проникність бетону через наявність капілярних порожнин сприяє корозії арматури, що призводить до руйнування залізобетонного каркаса. Систематичний геодезичний моніторинг деформацій у поєднанні з оцінкою проникності захисного шару дозволяє розробити точні прогнозні моделі терміну служби конструкцій [61, 76].

Автоматизація геодезичних робіт при зведенні монолітних каркасів здійснюється із застосуванням сучасних програмних комплексів AutoCAD, Digital та CREDO, які забезпечують обробку, аналіз і візуалізацію результатів вимірювань. AutoCAD використовується для підготовки графічної документації та креслень на основі польових даних, Digital – для комплексної обробки результатів знімачів і створення цифрових планів, а CREDO DAT – для камеральної обробки інженерно-геодезичних даних, зрівноваження мереж і проєктування схем розбивок відповідно до національних стандартів. Опрацювання даних GNSS-вимірювань у режимі RTK забезпечує отримання координат із сантиметровою точністю в реальному часі, що є важливим для оперативного геодезичного контролю на будівельному майданчику [32].



Рис. 1.12 – Класифікація програмного забезпечення [32]

Для знімання складних геометричних форм монолітного каркаса та контролю вертикальності колон застосовується наземне лазерне сканування, результатом якого є тривимірна «хмара точок» з високою щільністю вимірювань. Метод забезпечує суцільну інвентаризацію конструкцій, виявлення мікродеформацій і порівняння фактичної геометрії каркаса з BIM-моделлю.

При геодезичному контролі необхідно враховувати температурні деформації бетону, що впливають на положення елементів каркаса. Температурні переміщення визначаються на основі теорії пружності та враховуються при призначенні допусків на розбивочні роботи, що зменшує ризик накопичення похибок. Оперативність контролю забезпечується використанням польових контролерів і мобільних застосунків. Вони дозволяють працювати з проєктними даними та виконувати первинну обробку вимірювань безпосередньо на будівельному майданчику [32].

Контроль вертикальності колон і стін виконується методом вертикального проєктування або створно-оберненими лінійно-кутовими засічками з використанням електронних тахеометрів. Метод «вільної станції» та роботизовані тахеометри забезпечують міліметрову точність фіксації осей і підвищують продуктивність геодезичних робіт [32].

Method/Component	Horizontal accuracy	Vertical accuracy
Tacheometry	2 mm + 2D ppm + determination accuracy of the center	
RTK	2–3 cm	5 cm

Рис. 1.13 – Порівняння точності методу RTK та тахеометрії [70]

Камеральне опрацювання результатів виконавчих зніманих включає імпорт первинних даних, обчислення координат, візуалізацію та формування звітної документації. Важливим етапом є контроль планового положення анкерних болтів і закладних деталей у монолітних фундаментах, оскільки їхні відхилення можуть ускладнити подальший монтаж конструкцій. Результати виконавчих зйомок відображаються на детальних схемах із зазначенням проєктних і фактичних координат, а геометричні параметри опалубки перед бетонуванням перевіряються із застосуванням лазерних далекомірів [32].

Геодезичний моніторинг після завершення зведення каркаса включає спостереження за осіданнями фундаментів і деформаціями конструкцій. Застосування інклінометрів та датчиків відхилень з дистанційною передачею даних дозволяє своєчасно виявляти деформаційні процеси та планувати заходи з підсилення [32].

Монолітний залізобетон як конструкційний матеріал забезпечує значну архітектурну свободу, однак якість і надійність таких конструкцій суттєво залежать від умов твердіння бетону та впливу зовнішніх чинників. У зв'язку з цим геодезичний контроль точності, доповнений оцінкою міцності й проникності бетону, формує комплексну систему управління якістю під час зведення та експлуатації будівельних об'єктів [61].

Висновки до розділу 1

Підсумовуючи проведений аналіз, можна констатувати, що геодезичний контроль точності та виконання виконавчих зйомок є невід'ємною і обов'язковою складовою процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій. Встановлено, що системне геодезичне забезпечення дозволяє забезпечити точну відповідність фактичних геометричних параметрів споруд проєктним рішенням, своєчасно виявляти та коригувати відхилення на всіх етапах будівництва, починаючи від закріплення фундаментної плити і закінчуючи монтажем колон, плит перекриття та елементів каркасу верхніх поверхів.

Нормативно-правова база України, яка включає ДБН, ДСТУ та спеціалізовані методичні рекомендації, регламентує порядок виконання геодезичних робіт, вимоги до точності вимірювань, організацію розбивочної мережі та оформлення виконавчої документації. Це створює системний підхід до контролю якості будівельних робіт та забезпечує юридичну і технічну відповідність виконаних робіт встановленим стандартам. Особливу роль у цьому процесі відіграє створення, закріплення та збереження геодезичної розбивочної основи, яка слугує вихідною ланкою для всіх подальших розбивочних і контрольних вимірювань та формує єдину координатну систему будівельного майданчика.

Виконання виконавчих зйомок дозволяє не лише фіксувати фактичне положення конструктивних елементів будівлі, а й враховувати вплив фізико-механічних процесів, таких як усадка та повзучість бетону, температурні деформації та динамічні навантаження під час будівництва. Результати виконавчої зйомки формують достовірну інформаційну базу, яка є необхідною для подальшої експлуатації та технічного обслуговування об'єкта, а також для проведення аналітичних розрахунків та моніторингу деформацій у процесі експлуатації.

Застосування сучасних високоточних геодезичних приладів, включаючи електронні тахеометри, GNSS-приймачі, цифрові нівеліри та лазерні системи, у поєднанні з автоматизованими методами обробки даних і спеціалізованим програмним забезпеченням значно підвищує точність, оперативність і надійність геодезичних робіт. У комплексі геодезичний контроль та виконавчі зйомки формують ефективну систему управління якістю будівництва, яка забезпечує дотримання проектних допусків, мінімізує накопичення похибок, підвищує надійність і довговічність монолітних залізобетонних конструкцій, а також гарантує безпечну експлуатацію будівель упродовж усього строку служби.

Таким чином, інтегроване застосування нормативних вимог, сучасних геодезичних приладів та методик контролю забезпечує системний підхід до просторової точності, технологічної послідовності та якості монолітного будівництва, що є критично важливим фактором при реалізації складних архітектурних і інженерних рішень.

РОЗДІЛ 2

ПРАКТИЧНЕ ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО КАРКАСУ НОВОГО ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА

2.1. Загальна характеристика території та вихідні дані

Будівельний майданчик розташований у межах урбанізованої території з розвинутою інженерно-транспортною інфраструктурою та сформованою планувальною структурою забудови. Ділянка має впорядковані межі, визначені відповідно до правовстановлюючих документів на землю та містобудівної документації.

Функціональне призначення території відповідає умовам розміщення об'єкта нового будівництва згідно з чинним генеральним планом населеного пункту та планом зонування території.

Ділянка має прямокутну конфігурацію в плані та обмежена існуючими проїздами і забудовою. Територія характеризується відносно рівнинним рельєфом із незначними перепадами висот. Абсолютні відмітки поверхні змінюються в межах невеликого інтервалу, що створює сприятливі умови для виконання будівельно-монтажних робіт без значних обсягів вертикального планування. Загальний ухил поверхні забезпечує природний відвід поверхневих вод.

Геоморфологічно ділянка належить до техногенно трансформованих територій із частковим порушенням природного ґрунтового покриву внаслідок попередньої господарської діяльності. Верхній шар представлений насипними ґрунтами з включеннями будівельних матеріалів, нижче залягають природні ґрунти, придатні для сприйняття розрахункових навантажень.

За результатами інженерно-геологічних вишукувань встановлено, що основою фундаменту є ґрунти шару ІГЕ-4, представлені дрібними пісками середньої щільності з незначним ступенем водонасичення. Ґрунти характеризуються задовільними показниками міцності та деформативності (модуль деформації, кут внутрішнього тертя, зчеплення), що забезпечує їх достатню несучу здатність для сприйняття навантажень від монолітного залізобетонного каркаса.

Рівень ґрунтових вод залягає нижче проєктної відмітки подошви фундаменту, а сезонні коливання не мають критичного впливу на експлуатаційну надійність споруди. За ступенем агресивності до бетону ґрунтові води не перевищують допустимих значень, що враховано при виборі класу бетону та заходів захисту конструкцій відповідно до ДСТУ Б В.2.6-145:2010 [18].

Фундамент запроектовано у вигляді монолітної залізобетонної плити під стіни та колони. Використання плитного фундаменту є раціональним рішенням за однорідних інженерно-геологічних умов і забезпечує рівномірний розподіл навантаження на основу та мінімізацію нерівномірних осідань. Система «основа – фундамент – надземна частина» розглядається як єдиний просторовий комплекс, у якому напружено-деформований стан визначається взаємодією властивостей ґрунтового масиву та жорсткістю несучої системи будівлі.

Район будівництва належить до зони помірно континентального клімату з чітко вираженою сезонністю. Нормативні значення снігового та вітрового навантаження прийнято відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи» [10]. Глибина сезонного промерзання ґрунтів врахована при визначенні конструктивних рішень фундаменту та організації технології бетонування.

Ділянка забезпечена під'їзними шляхами, що дозволяє організувати безперешкодне транспортування будівельних матеріалів і техніки. У межах або поблизу майданчика проходять існуючі інженерні мережі

(водопостачання, каналізація, електропостачання, зв'язок), розташування яких враховано під час проектування та виконання розбивочних робіт.

Сусідня забудова представлена об'єктами громадського та житлового призначення, що зумовлює підвищені вимоги до точності геодезичного забезпечення та контролю можливих деформацій у процесі зведення монолітного каркаса.

Вихідними даними для виконання геодезичних робіт є:

- матеріали топографічної зйомки масштабу 1:500;
- координати пунктів державної або місцевої геодезичної мережі;
- результати інженерно-геологічних вишукувань;
- затверджена проектна документація (генеральний план, розбивочні креслення, плани армування фундаментної плити, схеми координаційних осей);
- дані щодо планово-висотної прив'язки об'єкта.

На території створюється розбивочна геодезична основа, що забезпечує передачу проектних координат і відміток на місцевість із нормативною точністю. Закріплення головних і допоміжних осей здійснюється з урахуванням вимог до стабільності пунктів і збереження їх протягом усього циклу будівництва.

Монолітні залізобетонні конструкції нового об'єкта запроєктовані відповідно до вимог:

- ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції» [12];
- ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи» [10];
- ДСТУ Б В.2.6-156:2010 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування» [19];
- ДСТУ Б В.2.6-145:2010 щодо захисту бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії [18].

Конструктивна схема будівлі передбачає зведення монолітного залізобетонного каркаса у поєднанні з металевими фермами покриття. Просторова жорсткість забезпечується жорсткими вузлами з'єднання колон із

ригелями та елементами перекриття, що забезпечує сприйняття вертикальних і горизонтальних навантажень та підвищує експлуатаційну надійність об'єкта.

За відносну висотну відмітку $\pm 0,000$ прийнято рівень чистої підлоги будівлі, що відповідає абсолютній відмітці 278,000 м. Зазначена позначка використовується як базова при виконанні геодезичних розбивочних робіт та контролю висотного положення конструктивних елементів.

З науково-технічної точки зору реалізація проєкту передбачає комплексну інтеграцію результатів інженерно-геологічних вишукувань, конструктивних розрахунків та геодезичного забезпечення. Просторова стабільність споруди визначається взаємодією трьох основних чинників:

1. фізико-механічних характеристик ґрунтової основи;
2. жорсткості та конфігурації несучої системи;
3. точності геометричного відтворення проєктних параметрів у натурі.

Таким чином, забезпечення відповідності фактичних показників будівництва проєктним значенням є ключовою умовою безпечної експлуатації об'єкта, його довговічності та економічної ефективності.

2.2. Створення геодезичної розбивочної основи на об'єкті

Створення геодезичної розбивочної основи є обов'язковим етапом інженерної підготовки будівництва та передбачає винесення проєкту в натуру шляхом закріплення на місцевості точок і ліній, що визначають планове й висотне положення споруди. Розбивочна основа формує єдину координатну систему, у межах якої здійснюється контроль геометричних параметрів конструкцій протягом усього періоду зведення будівлі [51].

Геодезична розбивочна мережа складається з планової та висотної частин і поділяється на зовнішню та внутрішню [31]. З урахуванням регулярної координаційної сітки досліджуваного об'єкта розбивочна мережа

сформована у вигляді будівельної сітки з прямокутними модулями, сторони яких паралельні головним координаційним осям будівлі. Така схема забезпечує зручність виконання розбивочних робіт і подальшого інструментального контролю положення колон та елементів каркаса [7].

Теоретичною базою створення розбивочної основи є положення інженерної геодезії, теорії похибок вимірювань та методи математичної обробки результатів спостережень. Процес винесення проєкту в натуру розглядається як обернена задача геодезії: якщо під час зйомки визначають координати точок за вимірними величинами, то при розбивці за відомими проєктними координатами визначають необхідні вимірювані параметри (кути, відстані, перевищення).

У загальному вигляді координатна прив'язка точок здійснюється в прямокутній системі координат за залежностями:

$$\Delta X = d \cos \alpha, \quad (1)$$

$$\Delta Y = d \sin \alpha, \quad (2)$$

де,

d - горизонтальна відстань,

α - дирекційний кут напрямку,

ΔX , ΔY - прирости координат.

Висотне положення визначається за формулою геометричного нівелювання:

$$H_2 = H_1 + h, \quad \text{де} \quad (3)$$

H_1 - відмітка вихідної точки,

h - перевищення,

H_2 - відмітка визначуваної точки.

Таким чином, геодезична розбивка базується на строгій математичній моделі просторового положення об'єкта.

Усі розбивочні роботи виконуються в єдиній державній або місцевій системі координат та висот, що забезпечує сумісність результатів вимірювань і коректність виконавчої документації.

Розбивочна мережа створюється поетапно: спочатку формується зовнішня планова та висотна основа, далі - внутрішня будівельна сітка, після цього виконується детальна розбивка конструктивних елементів.

Такий підхід забезпечує передачу точності від вищого рівня мережі до нижчого.

Точність побудови мережі повинна відповідати класу відповідальності споруди та нормативним вимогам. Надмірна точність є економічно недоцільною, а недостатня - може спричинити відхилення конструкцій від проєктного положення.

Пункти розбивочної основи закріплюються довготривалими знаками поза зоною можливих механічних впливів. Їх положення має залишатися незмінним протягом усього циклу будівництва.

Усі елементи розбивочної мережі підлягають перевірці незалежними вимірюваннями (контроль діагоналей, замикання ходів, повторні нівелювання).

Зовнішня мережа забезпечує прив'язку будівлі до державної геодезичної системи та складається з опорних пунктів, розташованих за межами зони земляних робіт.

Внутрішня мережа формується у вигляді будівельної сітки, що відповідає координаційним осям споруди. У випадку регулярної конструктивної схеми (як у даному об'єкті) використання прямокутної модульної сітки є найбільш раціональним, оскільки:

- спрощує винесення центрів колон;
- забезпечує симетричність розташування конструкцій;
- полегшує контроль геометрії каркаса;
- дозволяє застосовувати метод прямокутних координат.

Монолітний залізобетонний каркас розглядається як просторово жорстка система, геометрія якої визначається положенням колон, балок та плит перекриття. Відхилення у плані або по висоті окремих елементів можуть

призвести до: появи додаткових внутрішніх напружень; зміщення вузлів з'єднання; порушення суміщення металевих і залізобетонних елементів.

Тому розбивочна основа повинна забезпечувати просторову точність на всіх стадіях будівництва - від фундаментної плити до перекриттів верхніх поверхів.

Якість створення розбивочної основи визначається:

- класом точності електронних тахеометрів;
- точністю нівелірів;
- стабільністю закріплення пунктів;
- правильністю математичної обробки результатів вимірювань.

Оцінка точності виконується шляхом визначення середньоквадратичної похибки положення точок та аналізу замикання геодезичних ходів.

Таким чином, створення геодезичної розбивочної основи є науково обґрунтованим процесом, що базується на математичній моделі просторового положення споруди, принципах єдності координатної системи, ієрархічності побудови мережі, нормативної точності та постійного контролю.

Застосування будівельної прямокутної сітки для досліджуваного об'єкта забезпечує раціональну організацію розбивочних робіт, точне винесення 225 колон різних типів, фундаментної плити та елементів монолітного каркаса, а також створює основу для подальшого геодезичного моніторингу під час експлуатації будівлі [7].

2.2.1. Аналіз вихідної проєктно-картографічної документації

Створення геодезичної розбивочної основи об'єкта здійснюється на підставі затвердженої проєктної документації розділу КБ (конструкції бетонні), що включає комплекс робочих креслень та специфікацій конструктивних елементів. Перед початком польових геодезичних робіт було виконано аналіз проєктної документації, що включала генеральний план

об'єкта, план колон на відмітку $\pm 0,000$ (див. Додаток А), план колон на відмітку $+3,700$ (див. Додаток Б), розрізи будівлі (див. Додаток В) та робочі креслення частини КБ. Аналіз зазначених матеріалів дозволив визначити параметри координаційної сітки, просторову структуру каркаса та характер прив'язки конструктивних елементів до головних осей.

До складу вихідних матеріалів входять:

«Армування фундаментної плити ФМ-1. Опалубні креслення» (див. Додаток Г);

«Схеми розташування арматури нижньої зони вздовж цифрових та буквенних осей»;

«План колон на відмітку $\pm 0,000$ »;

«План колон на відмітку $+3,700$ »;

«Креслення армування та специфікації колон типів КМ-1 – КМ-11»;

«Розташування закладної ЗД-1 на колонах КМ-1»;

«План балок першого та другого поверхів»;

«План перекриття першого та другого поверхів»;

«Влаштування балки БМ-1»;

«Схеми додаткового верхнього та нижнього армування»;

«Влаштування монолітних ділянок»;

«Влаштування монолітних сходових маршів ММ-1»;

«Специфікація на зварні вироби»;

«Відомість витрат сталі»;

«Відомість елементів та матеріалів»;

«Розріз».

Аналіз креслень дозволив також уточнити геометричні параметри фундаментної плити, колон, балок і перекриттів та встановити особливості просторової системи каркаса.

Відповідно до планів колон та специфікацій, у проекті передбачено встановлення:

КМ-1 – 68 шт.;

КМ-2 – 60 шт.;
 КМ-3 – 4 шт.;
 КМ-4 – 14 шт.;
 КМ-5 – 8 шт.;
 КМ-6 – 4 шт.;
 КМ-7 – 37 шт.;
 КМ-8 – 14 шт.;
 КМ-9 – 4 шт.;
 КМ-10 – 8 шт.;
 КМ-11 – 4 шт.

Загальна кількість колон становить 225 одиниць.

Під час аналізу планів колон на відмітках $\pm 0,000$ та $+3,700$ (див. Додатки А, Б), встановлено, що проектна схема будівлі сформована на регулярній координаційній сітці з основним модулем 6 000 мм між головними осями (рис. 2.1). Зазначений крок прийнято як базовий при побудові зовнішньої розбивочної мережі, що забезпечило зручність контролю міжосьових відстаней під час польових вимірювань.

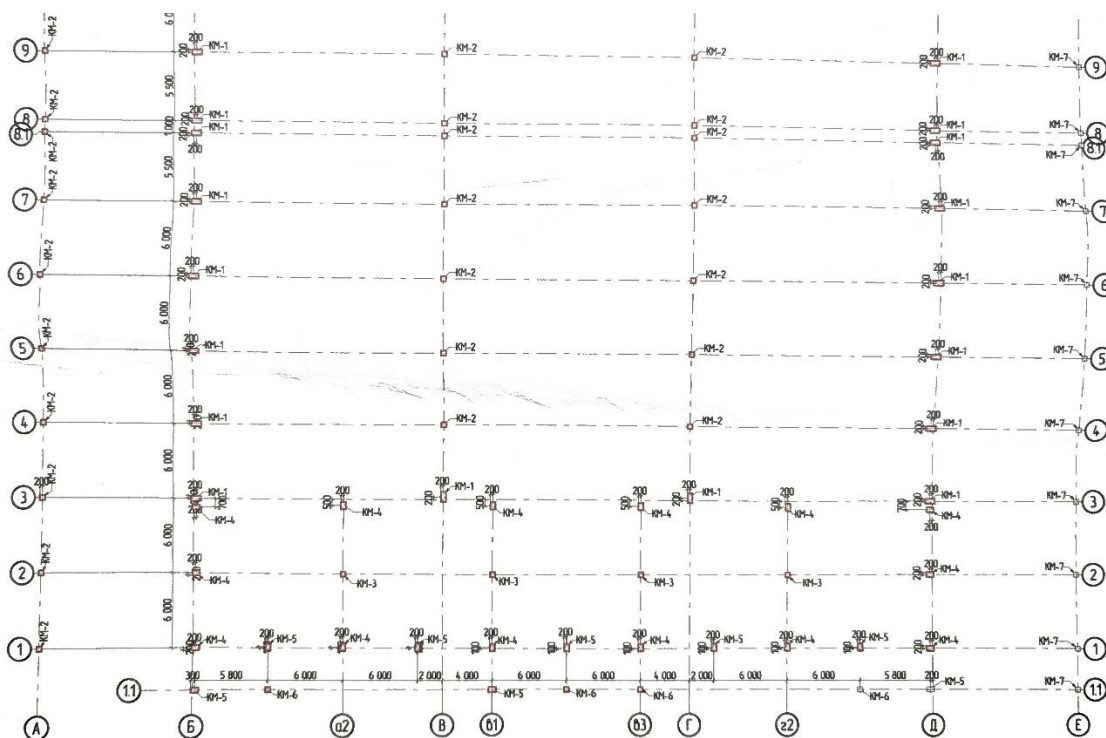


Рис. 2.1 – Фрагмент плану колон на відм. $\pm 0,000$

Разом із тим у межах окремих функціональних зон будівлі, зокрема в районі сходового вузла, на кресленнях зафіксовано зменшений крок 5 500 мм. Під час винесення цих ділянок у натуру зазначене відхилення від базового модуля було враховано окремо, з виконанням додаткового контролю міжосьових відстаней для запобігання накопиченню похибок при послідовному відкладанні модульних величин.

Поздовжні координаційні осі позначені цифровими індексами від 1 до 31, поперечні – літерами (А–Е), що забезпечило однозначну ідентифікацію вузлів сітки при виконанні розбивочних робіт. У процесі винесення осей на місцевість було встановлено, що більшість колон мають проєктну прив'язку 200 мм від координаційних ліній. У зв'язку з цим після закріплення осей додатково виконувалося відкладання проєктного зміщення для визначення фактичного центру колони, що дозволило забезпечити правильне просторове положення конструктивних елементів каркаса.

Аналіз маркування колон підтвердив застосування типів КМ-1–КМ-11, зокрема КМ-8, КМ-9, КМ-10 та КМ-11 (рис. 2.2). Під час польових робіт розбивка кожної колони здійснювалася з обов'язковою перевіркою відповідності її маркування конкретному вузлу координаційної сітки. Це дозволило уникнути помилок при розташуванні елементів різних типів та забезпечити відповідність фактичного монтажу проєктній документації.

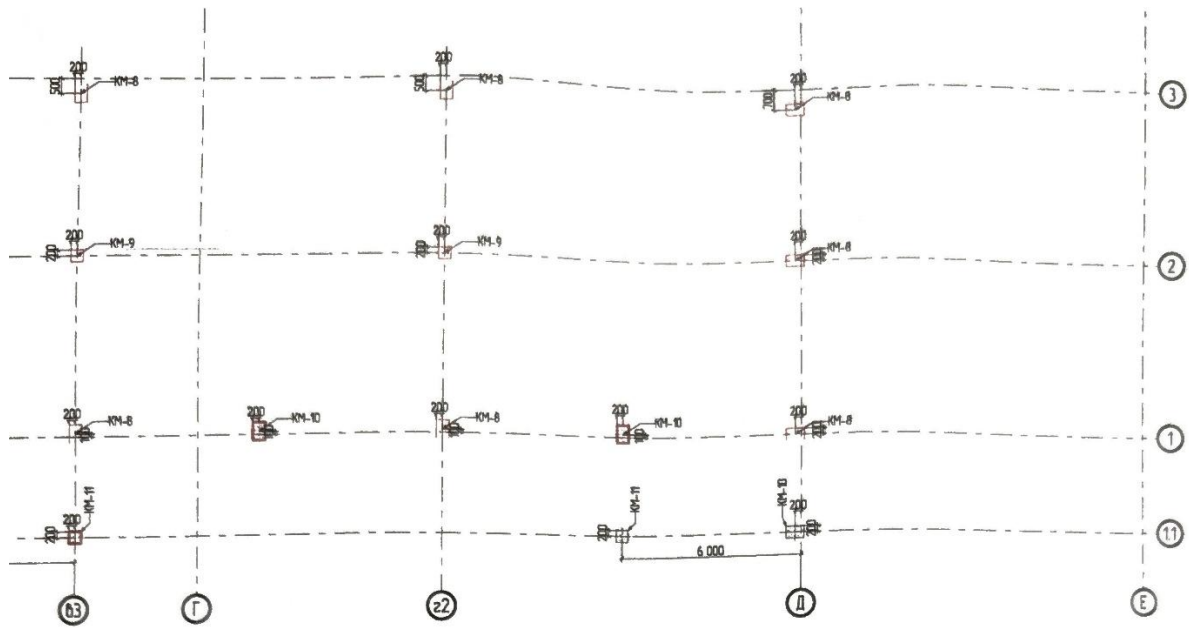


Рис. 2.2 – Фрагмент плану колон на відм. +3,700

Колони розташовані відповідно до координаційної сітки будівлі з цифровими та буквеними осями. Частина колон розміщена симетрично відносно координаційних осей, що вимагає особливої точності під час винесення їх центрів у натуру [20].

2.2.2. Формування геодезичної розбивочної основи

Геодезична розбивочна основа створюється з метою забезпечення передачі проєктних координат і висотних відміток у натуру з нормативною точністю відповідно до вимог ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві» [11] та ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» [6].

Точність геодезичного забезпечення повинна гарантувати відповідність фактичного положення конструкцій вимогам ДБН В.2.6-98:2009 [12] та ДСТУ Б В.2.6-156:2010 [19].

Процес формування розбивочної основи включає такі етапи:

1. Прив'язка об'єкта до державної або місцевої геодезичної мережі: виконується визначення координат вихідних пунктів із використанням GNSS-приймачів або електронного тахеометра.
2. Створення будівельної координатної сітки: на основі генерального плану та плану колон закладаються головні координаційні осі (поздовжні та поперечні), які закріплюються на місцевості довготривалими знаками.
3. Побудова внутрішньої розбивочної мережі: здійснюється закріплення допоміжних осей для винесення центрів колон, граней фундаментної плити, контурів балок та перекриттів.
4. Висотна прив'язка: передача проектної відмітки $\pm 0,000$ (що відповідає абсолютній відмітці 278,000 м) здійснюється методом геометричного нівелювання від існуючих реперів.

2.2.3. Винесення фундаментної плити ФМ-1

На основі опалубних креслень та схем армування фундаментної плити ФМ-1 виконується комплекс геодезичних робіт, спрямованих на точне перенесення проектних параметрів у природу та забезпечення просторової точності конструкції. Першим етапом є визначення зовнішнього контуру плити із закріпленням кутових і проміжних контрольних точок, що формують планову основу для монтажу опалубки та армування. Контур переноситься на майданчик із дотриманням проектних розмірів та встановлених допусків: ± 10 мм для сторін і ± 5 мм для діагоналей.

Важливим елементом є визначення положення деформаційних швів, призначених для компенсації температурних, усадкових та експлуатаційних деформацій. Їх винесення в природу виконується з підвищеною точністю, оскільки розташування швів безпосередньо впливає на роботу фундаментної плити та несучих елементів каркасу.

Окремо виконується винесення осей колон як основних конструктивних елементів будівлі. Для цього застосовується метод прямокутних координат із контролем довжин сторін і діагоналей, що дає змогу перевірити правильність геометрії та симетрію розташування колон відносно плити і суміжних елементів. Це створює умови для точного встановлення армувальних каркасів та подальшого монтажу балок і перекриттів.

Межі зон додаткового армування визначаються відповідно до конструктивних вимог і розрахункових навантажень. Їх перенесення здійснюється з урахуванням симетрії розташування арматури відносно колон і прольотів, що сприяє рівномірному розподілу напружень у плиті та запобігає локальним концентраціям у бетоні.

Контроль точності виконання зазначених робіт забезпечується комплексом вимірювань: перевіркою координатних відхилень, вимірюванням діагоналей, контролем планового та висотного положення армувальних каркасів і закладних елементів, а також проведенням виконавчих зйомок. Такий підхід гарантує відповідність фактичних параметрів проектним розмірам і формує надійну основу для подальшого зведення монолітного каркасу.

2.2.4. Геодезичне забезпечення встановлення колон

Винос центрів колон на будівельному майданчику здійснюється на основі координат перетину цифрових та буквених осей, передбачених проектною документацією. Для кожного типу колон (КМ-1–КМ-11) визначаються ключові параметри, що забезпечують точне просторове положення конструктивних елементів у фундаментній плиті та каркасі будівлі. Зокрема, визначаються:

Планове положення центру колони, що забезпечує відповідність розташування колон проектним осям та правильну прив'язку до суміжних елементів каркасу.

Висотна відмітка підосви колони, яка використовується для визначення точного рівня закріплення колон у бетоні фундаментної плити та забезпечення рівності висот всіх колон у межах конструктивного вузла.

Контроль вертикальності колон під час бетонування, що дозволяє уникнути відхилень від вертикалі, які можуть призвести до додаткових напружень у конструкції, перекосів балок та порушення просторової жорсткості каркасу.

Закладні деталі (ЗД-1), що монтуються на колоні КМ-1, виносяться з урахуванням їх просторового положення та прив'язки до граней колон. Такий підхід забезпечує точність монтажу арматурних каркасів, розташування анкерів і подальше кріплення конструктивних вузлів каркасу.

Контроль положення колон здійснюється у двох взаємно перпендикулярних напрямках із застосуванням високоточних приладів:

- електронних тахеометрів, що дозволяють визначити координати центру колони з точністю до $\pm 2-3$ мм;
- лазерних нівелірів, що забезпечують контроль відміток підосви та вертикальності колон у процесі монтажу.

Виконання вимірювань у двох взаємно перпендикулярних напрямках є обов'язковим, оскільки дозволяє точно встановлювати колони в плані та контролювати їх вертикальність відносно поверхні фундаментної плити. Допустимі відхилення координат центрів колон і закладних деталей регламентуються нормативними документами (ДБН В.2.6-98:2009, ДСТУ Б В.2.6-156:2010) та, як правило, не перевищують ± 10 мм у плані та ± 5 мм по висоті для забезпечення нормативної просторової точності будівлі.

Таким чином, комплексний підхід до винесення центрів колон, що включає планове та висотне визначення, контроль вертикальності та прив'язку закладних деталей, формує надійну геодезичну основу для подальшого монтажу монолітного залізобетонного каркасу та забезпечує відповідність виконаних робіт проєктним рішенням і нормативним вимогам.

2.2.5. Геодезичний супровід влаштування балок та перекриттів

Плани балок першого та другого поверхів, а також плани перекриттів виконують ключову функцію у процесі геодезичного забезпечення та монтажу монолітного каркасу будівлі. Вони слугують основою для точного винесення осей балок БМ-1 на майданчик, визначення положення додаткової верхньої та нижньої арматури, контролю геометрії монолітних ділянок, а також для правильного розташування сходових маршів ММ-1. В даному прикладі вони наведені в Додатку Ж.

Винос осей балок здійснюється із застосуванням координатної прив'язки до колон і контрольних точок фундаментної плити, що гарантує точність розташування несучих елементів і відповідність проєктним розмірам. Контроль положення арматурних елементів передбачає перевірку симетрії розташування стрижнів відносно центрів прольотів і осей колон, що є необхідною умовою рівномірного розподілу навантажень у бетонних конструкціях.

Під час бетонування перекриттів здійснюється систематичний контроль горизонтальності та товщини шару бетону, що гарантує задані конструктивні параметри та запобігає утворенню нерівностей або локальних дефектів. Геодезичний контроль включає перевірку рівності поверхні, положення елементів опалубки та правильності розташування закладних деталей, що дозволяє уникнути відхилень у плані та висоті.

Додаткові стрижні армування, згідно з робочими кресленнями, розміщуються симетрично відносно осей колон і центрів прольотів балок, що забезпечує оптимальний розподіл внутрішніх напружень та запобігає виникненню локальних концентрацій напружень у бетоні. Висока точність розмічування арматурних елементів, контроль вертикальності, горизонтальності та правильного розташування балок забезпечують необхідну просторову жорсткість монолітного каркасу та сприяють відповідності виконаних робіт проєктним рішенням.

Таким чином, плани балок і перекриттів є ключовим інструментом для забезпечення просторової точності, структурної надійності та контролю якості бетонних робіт, а систематичний геодезичний контроль під час монтажу й бетонування дозволяє своєчасно виявляти й усувати відхилення на ранніх етапах будівництва.

2.2.6. Виконавчі зйомки та контроль точності

Після завершення кожного конструктивного етапу проводиться виконавча геодезична зйомка з оформленням відповідної документації. Контролю підлягають:

- координати центрів колон;
- відмітки верху плит і балок;
- вертикальність колон;
- положення монолітних сходових маршів.

Середня квадратична похибка винесення основних осей не повинна перевищувати нормативних значень для будівель даного класу відповідальності.

Створення геодезичної розбивочної основи за даними робочих креслень фундаментної плити, колон, балок і перекриттів забезпечує точне відтворення проєктної просторової моделі об'єкта в натурі. Комплексний аналіз картографічних матеріалів дозволяє мінімізувати геометричні похибки, забезпечити відповідність фактичних параметрів проєктним рішенням та гарантувати надійність і довговічність монолітного залізобетонного каркаса.

2.3. Геодезичне забезпечення улаштування фундаментної плити

Геодезичне забезпечення улаштування фундаментної плити ФМ-1 включає комплекс робіт, спрямованих на досягнення точності планово-висотного положення конструкції відповідно до робочої документації, зокрема креслень: *«Армування фундаментної плити ФМ-1. Опалубні креслення»*, *«Армування фундаментної плити ФМ-1. Схема розташування арматури нижньої зони вздовж цифрових осей»*, *«Армування фундаментної плити ФМ-1. Схема розташування арматури нижньої зони вздовж буквенних осей»* та *«Влаштування плити. Відомість елементів та матеріалів»*.

Планово-висотне прив'язування фундаментної плити ФМ-1 здійснюється на основі системи вихідних геодезичних пунктів – основних реперів, які формують розбивочну основу будівельного майданчика. Саме ці пункти забезпечують просторову узгодженість проектних рішень із фактичним положенням об'єкта в натурі і слугують базою для виконання всіх наступних розбивочних і контрольних робіт.

Основні репери являють собою закріплені на місцевості точки з відомими плановими координатами (X, Y) та висотними відмітками (H), визначеними у прийнятій системі координат і висот. Вони можуть бути створені шляхом прив'язки до пунктів державної геодезичної мережі або сформовані як локальна будівельна мережа, пов'язана з існуючою топографічною основою. Закріплення реперів здійснюється довготривалими знаками (металевими марками, бетонними стовпчиками) або тимчасовими конструкціями, що забезпечують їх стабільність протягом усього періоду виконання робіт.

Функціональне призначення основних реперів полягає у забезпеченні:

- винесення в натуру проектних осей будівлі;
- визначення координат кутів фундаментної плити;
- передачі проектних висотних відміток на монтажний горизонт;
- контролю точності встановлення опалубки та армування;
- виконання виконавчої геодезичної зйомки після завершення бетонування.

Планове положення фундаментної плити визначається шляхом геодезичної побудови від основних реперів із застосуванням електронного тахеометра або GNSS-обладнання у режимі RTK. Висотне забезпечення реалізується методом геометричного або тригонометричного нівелювання з передачею проектних відміток на робочу поверхню.

Подана схема, рис. 2.3 відображає комплексне планово-висотне забезпечення улаштування фундаментної плити ФМ-1 із застосуванням сучасних геодезичних методів і приладів.



Рис. 2.3 – Схема планово-висотного геодезичного забезпечення улаштування фундаментної плити ФМ-1

У лівій частині схематично показано процес визначення планового положення конструкції, який здійснюється від основних реперів із відомими координатами. Електронний тахеометр забезпечує вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів та відстаней до кутових і проміжних точок плити, що дозволяє обчислювати їх координати та виконувати точну розбивку проектних осей у натурі. Додатково може застосовуватися GNSS-приймач у режимі RTK, який забезпечує оперативну координатну прив'язку об'єкта до державної або локальної системи координат із сантиметровою точністю визначення координат.

Такий підхід гарантує правильність геометричної форми фундаменту, контроль довжин сторін і діагоналей, а також відповідність положення конструкції проектним параметрам у горизонтальній площині.

У правій частині схеми відображено висотне забезпечення будівництва, яке реалізується методом геометричного або тригонометричного нівелювання. За допомогою нівеліра та нівелірної рейки здійснюється передача проектних відміток від вихідного репера на робочу поверхню фундаментної плити. Це дає змогу контролювати відмітку низу плити, товщину конструкції та проектний рівень її верхньої поверхні після бетонування.

Поєднання планових координат (X , Y) та висотних позначок (H) формує повну просторову характеристику об'єкта та дозволяє досягти нормативної точності будівельно-монтажних робіт. Таким чином, схема ілюструє технологічно узгоджену систему геодезичного контролю, спрямовану на мінімізацію похибок та забезпечення відповідності зведеної конструкції вимогам проектної документації.

Створення надійної системи реперів має принципове значення для забезпечення необхідної точності будівництва. Відхилення у положенні вихідних пунктів безпосередньо впливають на точність розбивки всієї конструкції. Тому перед початком робіт виконується перевірка замкненості геодезичної мережі, оцінювання середньоквадратичної похибки визначення координат і висот, а також контроль стійкості закріплення пунктів.

Табл. 2.1 містить інформацію про основні реperi – вихідні геодезичні пункти, від яких здійснюється розбивка фундаментної плити в натурі. Саме ці точки є базою для планового та висотного забезпечення будівництва.

Таблиця 2.1

Основні реperi

№	Назва репера	X, м	Y, м	H, м (відмітка)	Призначення
1	Репер А	100.00	50.00	10.00	Базова точка для розбивки осей

2	Репер В	120.00	50.00	10.00	Контрольна точка для опалубки
3	Репер С	100.00	70.00	10.05	Висотний репер

Без створення надійної розбивочної основи неможливо гарантувати точність положення фундаменту.

Табл. 2.2 – Кутів фундаментної плити містить координатні та висотні характеристики її вершин і визначає проектне положення конструкції у плані та по висоті в межах прийнятої системи координат. Кожна кутова точка має встановлені значення X , Y та H , що забезпечує однозначну просторову фіксацію контуру плити відносно розбивочної геодезичної основи будівельного майданчика.

Таблиця 2.2

Куті фундаментної плити ФМ-1

Кут	X , м	Y , м	H , м	Примітка
К1 (пн-зх)	102.00	52.00	10.00	Початковий кут по осях А-1
К2 (пн-сх)	118.00	52.00	10.00	
К3 (пд-сх)	118.00	68.00	10.00	
К4 (пд-зх)	102.00	68.00	10.00	

Геодезичне значення кутових точок полягає в тому, що вони формують геометричний каркас фундаментної плити та є вихідними пунктами для виконання всіх наступних будівельно-монтажних операцій. Від цих точок виконується винесення проектних осей та подальший контроль геометрії плити. Координатне визначення вершин дозволяє забезпечити відповідність фактичного положення конструкції проектним параметрам і гарантувати правильність орієнтації об'єкта відносно генерального плану.

Контроль геометричних параметрів фундаментної плити виконується шляхом вимірювання довжин сторін між суміжними кутами та перевірки

рівності діагоналей. Для прямокутної плити умова рівності діагоналей є критерієм прямокутності, а їх розбіжність свідчить про наявність кутового перекосу.

Розрахункові довжини сторін і діагоналей визначаються аналітично за координатами кутів із використанням формул евклідової відстані, після чого порівнюються з результатами польових вимірювань, отриманими за допомогою електронного тахеометра. Допустиме відхилення положення кутових точок від проектних координат, як правило, не повинно перевищувати ± 10 мм для об'єктів цивільного та промислового будівництва середнього класу відповідальності.

Крім того, координатний спосіб визначення вершин дає можливість аналітично обчислити площу забудови методом координат (за формулою Гауса), що дозволяє виконати додаткову перевірку відповідності геометричних параметрів проектним рішенням.

Таким чином, таблиця кутів є ключовим елементом геодезичного забезпечення, оскільки забезпечує точність просторового положення фундаментної плити, контроль її форми та створює основу для виконавчої геодезичної документації.

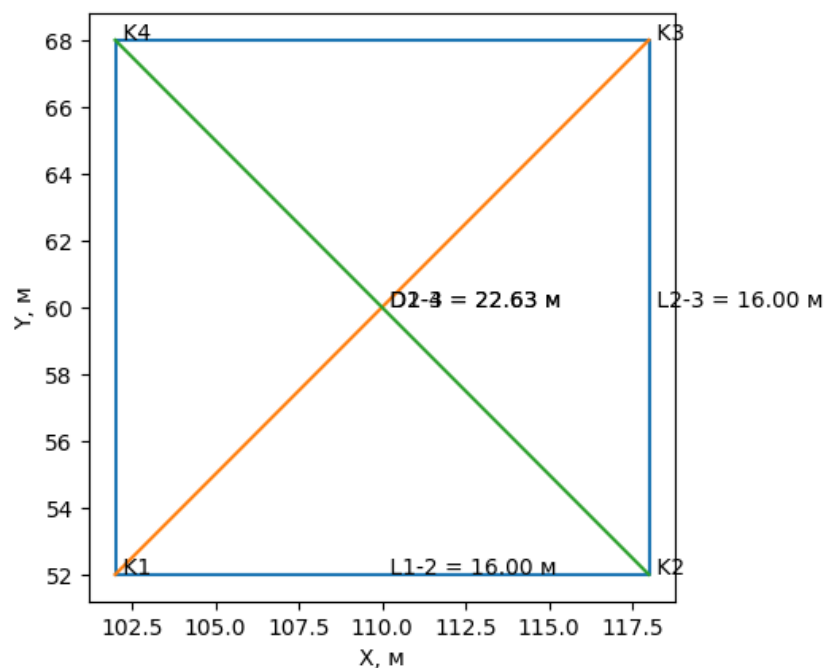


Рис. 2.4 – Схема геодезичного контролю геометрії фундаментної плити
ФМ -1

Наведена схема геодезичного контролю геометрії фундаментної плити ФМ-1 відображає координатний підхід до перевірки відповідності фактичних параметрів конструкції проектним значенням. Контур плити представлений чотирма кутовими точками К1–К4, положення яких задане прямокутними координатами у прийнятій системі (X, Y). Такий спосіб фіксації забезпечує однозначне визначення просторового положення кожної вершини та дозволяє виконувати аналітичний контроль геометричних характеристик.

Довжини сторін фундаментної плити визначаються як евклідова відстань між суміжними точками за формулою:

$$L_{ij} = \sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2} , \quad (4)$$

що дозволяє порівнювати розрахункові значення з результатами польових вимірювань, отриманих електронним тахеометром. Узгодженість фактичних та проектних довжин свідчить про правильність винесення осей і відсутність лінійних зміщень.

Контроль прямокутності конструкції здійснюється шляхом перевірки рівності діагоналей D1–3 та D2–4. Для ідеально прямокутної форми виконується умова

$$D13=D24. \quad (5)$$

Розбіжність між вимірними значеннями діагоналей характеризує величину кутового перекосу та дозволяє оцінити геометричну точність розбивки. Нормативні допуски для положення кутових точок становлять до ± 10 мм для об'єктів середнього класу відповідальності.

Графічне поєднання контуру, сторін і діагоналей на координатній площині забезпечує наочну інтерпретацію результатів вимірювань та дозволяє оперативно виявляти систематичні або випадкові похибки. Таким чином, схема виконує функцію аналітико-графічного інструменту контролю, що поєднує координатний метод перевірки, оцінювання геометричної

правильності форми та підтвердження відповідності фундаментної плити проєктним параметрам. За даними магістерської роботи геодезичне улаштування фундаментної плити представлено в Додатку Д.

Проміжні контрольні точки армування фундаментної плити ФМ-1 призначені для забезпечення точного розташування арматурного каркаса нижньої зони відповідно до проєктної документації. Ці точки формують внутрішню розбивочну мережу всередині контуру плити та служать додатковими геодезичними пунктами, які дозволяють контролювати положення кожного стержня армування у площині фундаменту.

Координати проміжних контрольних точок (X, Y) визначаються відносно основних кутових точок плити і проєктних осей, що забезпечує точність планового положення арматури. Висотні відмітки (H) проміжних точок відповідають проєктній товщині плити та дозволяють перевірити горизонтальність монтажного рівня арматурного каркаса перед бетонуванням.

Геодезичне значення проміжних контрольних точок полягає в наступному:

Забезпечення точності розташування арматурних сіток відповідно до цифрових та буквених осей;

Контроль кроку та взаємного розташування стержнів арматури;

Попередження зміщень або перекосів армування під час монтажу;

Створення бази для виконавчої геодезичної зйомки після встановлення армування.

Контрольні вимірювання виконуються за допомогою електронного тахеометра або геодезичного GPS/RTK обладнання. Для цього визначаються координати проміжних точок, які порівнюються з проєктними значеннями. Допустимі відхилення положення арматурних точок зазвичай не перевищують $\pm 5-10$ мм, що відповідає нормам точності для фундаментів середнього класу відповідальності.

Таким чином, проміжні контрольні точки армування є критичною складовою системи геодезичного забезпечення, яка гарантує правильність

розташування арматурного каркаса, відповідність його проектним параметрам та створює основу для подальшого контролю якості бетонування фундаментної плити та відображені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Проміжні контрольні точки армування

Пункт	X, м	Y, м	Призначення
P1	104.00	54.00	Нижня зона арматури по осі 1
P2	106.00	54.00	Нижня зона арматури по осі 2
P3	110.00	60.00	Нижня зона арматури по осі 3
P4	114.00	64.00	Нижня зона арматури по осі 4

Рис. 2.5 ілюструє схематичне геодезичне прив'язування арматурного каркаса фундаментної плити ФМ-1.



Рис.2.5 – Схематичне геодезичне прив'язування арматурного каркаса фундаментної плити ФМ-1

На зображенні представлено контур плити у вигляді прямокутника K1–K4, який відтворює проектні межі фундаментної плити та служить базовою геодезичною основою для монтажу армування.

Всередині контуру позначені проміжні контрольні точки армування P1–P8, які виконують функцію внутрішньої розбивочної мережі. Координатне визначення цих точок дозволяє забезпечити точне розташування арматурних стержнів у нижній зоні плити відповідно до цифрових і буквених осей проекту. Розташування контрольних точок дає змогу перевіряти крок арматури, симетричність сітки та відповідність фактичного монтажу проектним параметрам.

На рисунку також зображено геодезичне обладнання, що використовується для визначення координат:

електронний тахеометр (ліворуч) демонструє вимірювання кутів і відстаней до кутових та проміжних точок;

GNSS-приймач у режимі RTK (праворуч) забезпечує швидке прив'язування фундаменту до системи координат будівельного майданчика.

Прямокутна система координат X–Y показана для візуалізації положення точок у плані, а підписи координат і позначення цифрових та буквених осей дозволяють інтегрувати дані вимірювань у виконавчу документацію. Діагональні та прямокутні зв'язки між кутовими і проміжними точками забезпечують контроль геометричної правильності форми плити та дозволяють оперативно виявляти відхилення від проектних параметрів, які повинні залишатися в межах допустимого відхилення $\pm 5\text{--}10$ мм.

Таким чином, рис. 2.5 відображає комплексний метод планово-висотного контролю арматурного каркаса, який забезпечує точність монтажу, мінімізацію похибок і відповідність фундаментної плити проектним рішенням.

На розробленій геодезичній схемі (рис. 2.6) відображено планове положення фундаментної плити ФМ-1 у прийнятій прямокутній системі координат.

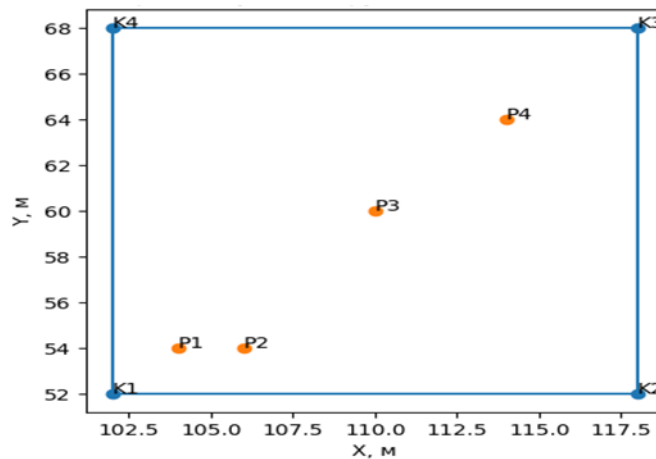


Рис. 2.6 – Схема розташування фундаментної плити ФМ-1

Контур фундаментної плити представлений у вигляді замкнутого прямокутника К1–К2–К3–К4, який відповідає проектним мемам конструкції згідно з робочою документацією. Геометричні параметри прямокутника визначаються координатами його вершин, що забезпечує можливість однозначного відтворення положення плити в натурі. Такий спосіб подання дозволяє здійснювати контроль довжин сторін, перевірку рівності діагоналей та оцінку відповідності фактичних розмірів проектним значенням.

Кутові точки К1–К4 є основними розбивочними пунктами. У процесі винесення в натуру вони закріплюються довготривалими або тимчасовими знаками (дерев'яними кілками, металевими штирями або марками), що забезпечує стабільність їх положення протягом усього циклу будівельно-монтажних робіт. Саме ці точки формують базову геодезичну основу для встановлення опалубки, монтажу армування та подальшого виконавчого контролю.

Всередині контуру плити нанесено контрольні точки армування Р1–Р4. Їх координатне визначення дозволяє виконувати перевірку правильності розташування арматурної сітки нижньої зони відповідно до цифрових та буквених осей проекту. Наявність таких пунктів забезпечує можливість оцінювання кроку арматурних стержнів, контролю їх зміщення від проектного положення та підтвердження геометричної точності монтажу перед

бетонуванням. Таким чином, внутрішні контрольні точки виконують функцію проміжного геодезичного контролю конструктивних елементів.

Схема побудована у прямокутній системі координат з поданням осей X та Y у метрах. Використання координатного способу фіксації положення об'єкта дозволяє інтегрувати результати розбивочних робіт у загальну геодезичну мережу будівельного майданчика, а також забезпечує можливість подальшої цифрової обробки даних та формування виконавчої документації.

Масштаб схеми є умовним, однак геометричні пропорції збережені завдяки встановленню однакового масштабу по обох координатних осях. Це гарантує коректне візуальне відображення форми та взаємного розташування елементів без спотворення їх конфігурації.

Отже, запропонована схема виконує функцію графічного відображення результатів планового геодезичного забезпечення фундаментної плити та слугує основою для контролю точності виконання будівельних робіт.

Використання координатного методу розбивки, електронного тахеометра та GNSS-приймача у режимі RTK забезпечує можливість точного визначення координат кутових і проміжних точок, а застосування геометричного та тригонометричного нівелювання гарантує відповідність відміток фундаментної плити проектній товщині та горизонтальності монтажного рівня. Контроль довжин сторін, діагоналей та положення проміжних точок дозволяє своєчасно виявляти відхилення та забезпечує дотримання допустимих похибок у межах $\pm 5-10$ мм, що відповідає нормам точності для будівель середнього класу відповідальності.

Отже, застосований комплекс геодезичних заходів формує завершену систему контролю точності улаштування фундаментної плити, оскільки дозволяє досягти необхідної точності планово-висотного положення фундаментної плити, забезпечити правильне розташування арматурного каркаса, контроль діагоналей та площі забудови, а також формує надійну основу для виконавчої геодезичної документації. Реалізація такого підходу мінімізує ризики геометричних похибок, підвищує якість будівельно-

монтажних робіт та підтверджує відповідність конструкції проектним параметрам.

2.4. Геодезичний супровід монтажу колон та елементів каркасу

Геодезичний супровід монтажу колон та елементів каркасу є складовою частиною комплексного геодезичного забезпечення будівництва, що спрямоване на точне відтворення проектних параметрів у натурі та контроль просторового положення конструктивних елементів будівлі. Основною метою такого супроводу є забезпечення відповідності розташування колон, ригелів, балок та інших несучих елементів проектним координатам і висотам, що гарантує правильність конструктивної схеми каркасу та стабільність подальшого навантаження на фундамент.

Виконання робіт передбачає поетапне визначення координат і відміток монтажних точок за допомогою електронного тахеометра, нівеліра або GNSS-приймача у режимі РТК, а також контролю взаємного розташування елементів відносно проектних осей. В процесі виконання робіт здійснюється:

- винесення в природу осей колон і монтажних точок каркасу;
- контроль вертикальності встановлених колон та горизонтальності монтажних відміток (опорних площин);
- перевірка взаємного розташування елементів та відповідності їх довжини, кутів та діагоналей проектним значенням;
- фіксація відхилень і оперативне коригування монтажу для забезпечення допустимих похибок.

Науково-технічне значення геодезичного супроводу полягає у забезпеченні високої точності просторової орієнтації несучих елементів каркасу, попередженні деформацій і перекосів під час монтажу, а також у створенні надійної основи для подальшого контролю та виконавчої геодезичної документації. Реалізація такого підходу сприяє оптимізації

будівельного процесу, підвищенню якості конструкції та забезпеченню її відповідності проєктним технічним вимогам.

Процес армування колон та елементів каркасу виконується відповідно до вимог ДСТУ 3760:2019 [16], який регламентує технічні умови на сталеву арматуру для залізобетонних конструкцій, а також із дотриманням положень робочої документації та вимог до просторової жорсткості каркаса. Даний аналіз виконано за процесом армування колон, що наведений у Додатку Е. У розглянутій конструкції застосовуються арматурні стержні довжиною 5580 мм та 1600 мм у кількості відповідно 4 і 4 одиниці для формування поздовжнього армування, а також 48 поперечних елементів (хомутів або рамок), із загальною масою арматури 85 кг, 66 кг та 30 кг відповідно до специфікації.

На першому етапі здійснюється підготовка матеріалів та вхідний контроль арматурної сталі. Перевіряється відповідність маркування, діаметра, класу міцності та сертифікатів якості вимогам ДСТУ 3760:2019. Контролюється геометрія стержнів, відсутність механічних пошкоджень, корозії та відхилень за довжиною. Після цього виконується розкрій і підготовка стержнів заданої довжини 5580 мм та 1600 мм згідно зі специфікацією, а також виготовлення поперечних хомутов у кількості 48 шт. із забезпеченням нормативних радіусів згину.

Другий етап передбачає формування просторового арматурного каркаса колони. Чотири поздовжні стержні довжиною 5580 мм виконують функцію основного несучого армування, яке сприймає осьові стискуючі та згинальні зусилля. Додаткові чотири стержні довжиною 1600 мм застосовуються як елементи посилення у зонах анкерування або стикування з ригелями. Розрахунок маси поздовжньої арматури з урахуванням довжини та кількості стержнів представлено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Розрахунок маси поздовжньої арматури

№	Показник	Формула	Розрахунок	Результат
1	Маса 1 м стержня	$m=\rho A$	$7850 \times 3,14 \times 10^{-4}$	2,46 кг/м

2	Маса 1 стержня 5,58 м	$m_1=m \cdot L$	$2,46 \times 5,58$	13,75 кг
3	Маса 4 стержнів	$m=4m_1$	$4 \times 13,75$	55 кг
4	Маса 4 стержнів 1,6 м	$m=2,46 \times 1,6 \times 4$	—	15,7 кг

Поперечне армування у вигляді 48 хомутів забезпечує обмеження поперечних деформацій бетону, підвищує стійкість поздовжніх стержнів від втрати місцевої стійкості та формує замкнену просторову систему. Крок розташування хомутів приймається відповідно до розрахункових вимог і проектної документації. Параметри поперечного армування та визначення кількості хомутів наведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Розрахунок поперечного армування

№	Показник	Формула	Розрахунок	Результат
1	Макс. допустимий крок	$s \leq 15d$	15×20	300 мм
2	Прийнятий крок	-	—	100 мм
3	Кількість хомутів	$n=H/s$	$3000/100$	30 шт*
4	Прийнято проектом	—	—	48 шт

*Збільшення кількості обумовлено зонами анкерівки та підсилення.

Третій етап полягає у збиранні каркаса з використанням в'язального дроту або контактного зварювання (за умови відповідності нормативним вимогам). Забезпечується точність взаємного розташування стержнів, контроль захисного шару бетону за допомогою фіксаторів, а також перевірка геометричних параметрів: прямолінійності, вертикальності та відповідності перерізу проектним розмірам. Маса окремих груп арматури (85 кг, 66 кг, 30 кг) враховується під час організації монтажу та транспортування, що забезпечує безпечність і раціональність виконання робіт.

Четвертий етап включає встановлення зібраного арматурного каркаса у проектне положення з геодезичним контролем координат і висотних відміток. Виконується перевірка вертикальності колон, відповідності їх осей проектним значенням та правильності анкерування випусків у суміжні елементи каркаса.

Фіксуються допустимі відхилення згідно з нормативними вимогами, після чого здійснюється остаточне закріплення каркаса перед бетонуванням.

Заключний етап передбачає оформлення виконавчої документації, що містить відомості про фактичну кількість, довжину та масу використаної арматури, результати контролю якості та відповідність виконаних робіт проєктним рішенням. Таким чином, поетапна організація процесу армування колон та елементів каркаса забезпечує формування надійної просторової несучої системи, підвищення міцності та довговічності конструкції, а також відповідність вимогам чинних нормативних документів і технічних стандартів.

Наведена схема, рис. 2.7 відображає поетапний процес армування колон та елементів каркасу відповідно до вимог ДСТУ 3760:2019 із паралельним геодезичним супроводом, що забезпечує точність просторового положення арматурного каркаса. Геодезична складова є обов'язковим елементом технологічного процесу, оскільки формування просторової жорсткої системи колон потребує суворого дотримання координатних та висотних параметрів.

У процесі виконання робіт застосовується наступна приладова база:

Електронний тахеометр – основний прилад для визначення планового положення осей колон, координат монтажних точок та контролю вертикальності встановленого арматурного каркаса. За допомогою тахеометра здійснюється:

- винесення проєктних осей у натуру;
- перевірка положення випусків арматури від фундаментної плити;
- контроль відхилення колон від вертикалі у двох взаємно перпендикулярних площинах;
- фіксація фактичних координат для виконавчої зйомки.

GNSS-приймач (RTK-режим) – використовується для прив'язування об'єкта до державної або локальної системи координат будівельного майданчика. Забезпечує оперативне створення розбивочної основи та контроль положення колон у межах всієї споруди.

Цифровий або оптичний нівелір – застосовується для визначення висотних відміток опорних поверхонь, контролю монтажного рівня арматурного каркаса та перевірки відміток верху колон перед бетонуванням.

Лазерні рівні та вертикалі – використовуються як допоміжні засоби для оперативного контролю вертикальності під час тимчасового закріплення каркаса.

На етапі формування арматурного каркаса (4 стержні $L=5580$ мм, 4 стержні $L=1600$ мм та 48 хомутів) геодезичний контроль забезпечує правильність розташування поздовжніх стержнів відносно проектних осей та дотримання захисного шару бетону. Після встановлення каркаса у проектне положення виконується перевірка його просторової орієнтації: вимірюються координати нижніх і верхніх точок, визначається кут відхилення від вертикалі та порівнюється з допустимими значеннями, встановленими нормативними документами.

Особлива увага приділяється:

- співвісності колон різних поверхів;
- точності анкерування випусків арматури;
- відповідності кроку хомутів проектним параметрам;
- контролю маси та кількості арматури згідно зі специфікацією (85 кг, 66 кг, 30 кг).

Завершальним етапом є виконавча геодезична зйомка змонтованих елементів із документальним оформленням результатів вимірювань. Отримані координатні та висотні дані порівнюються з проектними значеннями, що дозволяє об'єктивно оцінити якість монтажу та забезпечити відповідність конструкції вимогам точності.

Таким чином, інтеграція приладової геодезичної бази в процес армування колон та елементів каркасу забезпечує системний контроль геометричних параметрів, мінімізацію монтажних похибок та формування надійної просторової несучої системи будівлі.



Рис. 2.7 – Процес армування колон

Геодезичний супровід монтажу колони КМ4 (Додаток Е) з перерізом 400×400 мм, розрахунковим осьовим навантаженням 1500 кН та висотою 3,0 м виконується з метою забезпечення відповідності просторового положення конструкції проектним координатам і висотним відміткам. Монтаж арматурного каркаса (4Ø20 довжиною 5580 мм, 4 додаткові стержні довжиною

1600 мм та 48 хомутів Ø8) потребує точного винесення осей, контролю вертикальності та перевірки висотного положення перед бетонуванням. Геометричні характеристики перерізу колони, включаючи площу бетону, площу арматури та відсоток армування, наведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Геометричні характеристики перерізу

№	Показник	Формула	Розрахунок	Результат
1	Площа перерізу бетону	$Ab=b \cdot h$	$0,4 \times 0,4$	$0,16 \text{ м}^2$
2	Площа 1 стержня Ø20 мм	$As1=4\pi d^2$	$3,1416 \times 0,02^2 / 4$	$3,14 \times 10^{-4} \text{ м}^2$
3	Площа 4 стержнів	$As=4/As1$	$4 \times 3,14 \times 10^{-4}$	$1,256 \times 10^{-3} \text{ м}^2$
4	Відсоток армування	$\mu=Ab/As$	$1,256 \times 10^{-3} / 0,16$	0,785 %

На основі визначених геометричних характеристик виконується перевірка несучої здатності колони за умовою $N_{Rd} > N$, результати якої наведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Перевірка несучої здатності

№	Показник	Формула	Розрахунок	Результат
1	Опір бетону	R_b	—	14,5 МПа
2	Опір арматури	R_s	—	435 МПа
3	Несуча здатність	$N_{Rd}=R_b A_b + R_s A_s$	$14,5 \times 0,16 + 435 \times 1,256 \times 10^{-3}$	2,866 МН
4	Перевірка	$N_{Rd} > N$	$2,866 > 1,5$	Умова виконується

Геодезичні роботи виконуються на основі розбивочної мережі будівельного майданчика із застосуванням електронного тахеометра для координатного визначення осей і контрольних точок, а також цифрового нівеліра для передачі проектних відміток. Допустимі відхилення приймаються відповідно до нормативних вимог до монтажу монолітних та збірних залізобетонних конструкцій.

Геодезичний супровід монтажу колони КМ4 забезпечує точне відтворення проектного положення конструкції у плані та по висоті. Використання координатного методу розбивки та інструментального контролю дозволяє визначати відхилення від проектних осей з точністю до кількох міліметрів. Розрахунок допустимого відхилення вертикальності ($H/500$) встановлює граничне значення 6 мм для висоти 3,0 м, що відповідає нормативним вимогам до монтажу залізобетонних колон.

Результати геодезичного контролю планового положення та вертикальності колони наведені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Геодезичний контроль

№	Показник	Формула	Розрахунок	Результат
1	Допустиме відхилення	$\Delta = H/500$	3000/500	6 мм
2	Контроль вертикальності	$\tan\alpha = \Delta/H$	6/3000	0,002

Узагальнення основних розрахункових та контрольних показників наведено в табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Підсумкова таблиця основних результатів

Параметр	Значення
Площа бетону	0,16 м ²
Площа арматури	$1,256 \times 10^{-3}$ м ²
Відсоток армування	0,785 %
Несуча здатність	2,866 МН
Розрахункове навантаження	1,5 МН
Маса поздовжньої арматури	≈ 70 кг
Кількість хомутів	48 шт
Допустиме відхилення	6 мм

Контроль планового положення, вертикальності та висотних відміток, представлених у таблицях, підтверджують відповідність монтажу встановленим допускам (± 10 мм у плані та $\pm 5-6$ мм по висоті). Такий підхід мінімізує накопичення геометричних похибок при зведенні каркаса будівлі та забезпечує формування просторово жорсткої та надійної конструктивної системи.

Висновки до розділу 2

У розділі 2 виконано комплексне дослідження та практичну реалізацію системи геодезичного забезпечення зведення монолітного залізобетонного каркасу нового об'єкта будівництва з урахуванням вимог чинної нормативної бази України, зокрема ДБН В.2.6-98:2009, ДБН В.1.2-2:2006, ДСТУ Б ДБН В.2.6-156:2010 та ДСТУ Б В.2.6-145:2010.

Проведений аналіз вихідних даних та інженерно-геологічних умов (основа фундаментів – ґрунти шару ІГЕ-4) дозволив визначити необхідні параметри точності розбивочних робіт та сформувавши раціональну схему геодезичного контролю на всіх етапах будівництва. Прийняття відносної відмітки $\pm 0,000$ (278) як рівня чистої підлоги забезпечило єдину висотну систему координування для виконання фундаментних і надземних робіт.

У підрозділі 2.2. обґрунтовано створення геодезичної розбивочної основи як ключового елемента забезпечення точності будівництва. Побудована локальна планово-висотна мережа забезпечила нормативну точність винесення осей, закріплення реперів та контроль просторового положення конструктивних елементів. Це дозволило мінімізувати накопичення систематичних і випадкових похибок при переході від нульового циклу до монтажу каркасу.

У підрозділі 2.3. доведено, що геодезичне забезпечення улаштування фундаментної плити є критичним етапом формування геометричної основи

всієї споруди. Контроль відміток котловану, щебеневої підготовки, опалубки та арматурних виробів із забезпеченням нормативного захисного шару бетону створив умови для правильного сприйняття розрахункових навантажень. Виконання актів на приховані роботи підтвердило відповідність підготовчих і бетонних процесів проектним вимогам.

У підрозділі 2.4. встановлено, що геодезичний супровід монтажу колон та елементів каркасу забезпечує точне відтворення проектних осей, контроль вертикальності та висотних відміток при формуванні просторово жорсткої системи «фундаментна плита – колони – металеві ферми». Розрахунок допустимих відхилень ($H/500$) та інструментальний контроль координат підтвердили відповідність монтажу нормативним допускам. Це є визначальним фактором у забезпеченні просторової жорсткості, що досягається жорсткими вузлами між колонами та фермами.

Окрему увагу приділено технології бетонування (укладання шарами до 300 мм з безперервним ущільненням), контролю якості бетонної суміші та дотриманню вимог антикорозійного захисту конструкцій. Забезпечення фіксації арматурних виробів і витримування захисного шару бетону відповідає вимогам довговічності та експлуатаційної надійності конструкції.

Таким чином, результати виконаного практичного геодезичного забезпечення підтверджують, що інтеграція координатного контролю, висотного нівелювання та виконавчої зйомки у технологічний процес зведення монолітного залізобетонного каркасу забезпечує:

- дотримання проектних геометричних параметрів будівлі;
- нормативну точність монтажу конструктивних елементів;
- запобігання накопиченню похибок на різних етапах будівництва;
- формування просторово жорсткої та надійної конструктивної системи;
- відповідність виконаних робіт вимогам чинних державних норм і стандартів.

Отже, запропонована система геодезичного забезпечення є технічно обґрунтованою, нормативно узгодженою та ефективною для реалізації при

зведенні монолітних залізобетонних каркасів сучасних будівель, зокрема об'єктів громадського призначення.

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНОГО СУПРОВОДУ МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА

3.1. Використання сучасних технологій геодезичного контролю

Сучасний етап розвитку будівельної галузі в Україні характеризується стрімким переходом до каркасно-монолітної технології, що обумовлено необхідністю створення жорстких та архітектурно гнучких конструкцій.

Зведення об'єктів із монолітного залізобетону забезпечує високу сейсмостійкість споруд, здатність витримувати значні динамічні навантаження та можливість реалізації складних планувальних рішень із великими прольотами [69].

Використання абсолютно жорсткого каркасу, що складається з пілонів, колон та плит перекриття, дозволяє мінімізувати кількість монтажних швів, що позитивно впливає на теплотехнічні та звукоізоляційні характеристики будівлі [69].

Технологічний прогрес у сфері інженерної геодезії вимагає впровадження високоточних радіо- та оптоелектронних комплексів, які здатні замінити традиційні методи вимірювань. Сучасне приладобудування орієнтоване на створення інтегрованих комплектів обладнання, що поєднують у собі функції електронного теодоліта, світлодалекоміра та мікропроцесора з відповідним програмним забезпеченням. Використання таких пристроїв дозволяє виконувати складні виробничі завдання з вищою точністю та у значно коротші терміни, забезпечуючи автоматизацію процесу створення цифрових моделей місцевості та об'єктів будівництва [1].

Таблиця 3.1

Класифікація сучасних електронних тахеометрів за точністю та дальністю вимірювання [1]

Марка	Leica FlexLine TS09	Nikon NPL 632	Sokkia SRX1	Pentax W822NX	South NTS-662	Topcon IS-1	Trimble S8
Вимір ліній (mm+ppm) з призмою без призми	1+1,5 1+1,5	3+2 3+2	1,5+2 3+2	2+2 5+2,5	2+2 5+3	2+2 2+2	1+1 3+2
Вимір віддалі в м На 1 призму На 3 призми	3500 5400	5000 5000	5000 6000	4500 5600	1800 2600	4000 5300	3000 5000
Дальність роботи приладу без відбивача в м	1000	210	500	270	180	2000	800

Для удосконалення геодезичного супроводу на етапі зведення монолітного каркасу доцільним є впровадження автоматизованих систем контролю, що базуються на роботизованих тахеометрах. Така система включає спостережний модуль із роботизованою станцією та монтажний

модуль для візуалізації даних, зв'язок між якими здійснюється через радіоінтерфейс за протоколом Zig-Bee [75].

Автоматичне наведення приладу на візирну ціль та дистанційне керування дозволяють оператору зосередитися на результатах вимірювань, виключаючи похибки ручного фокусування та прискорюючи процес позиціонування елементів опалубки.

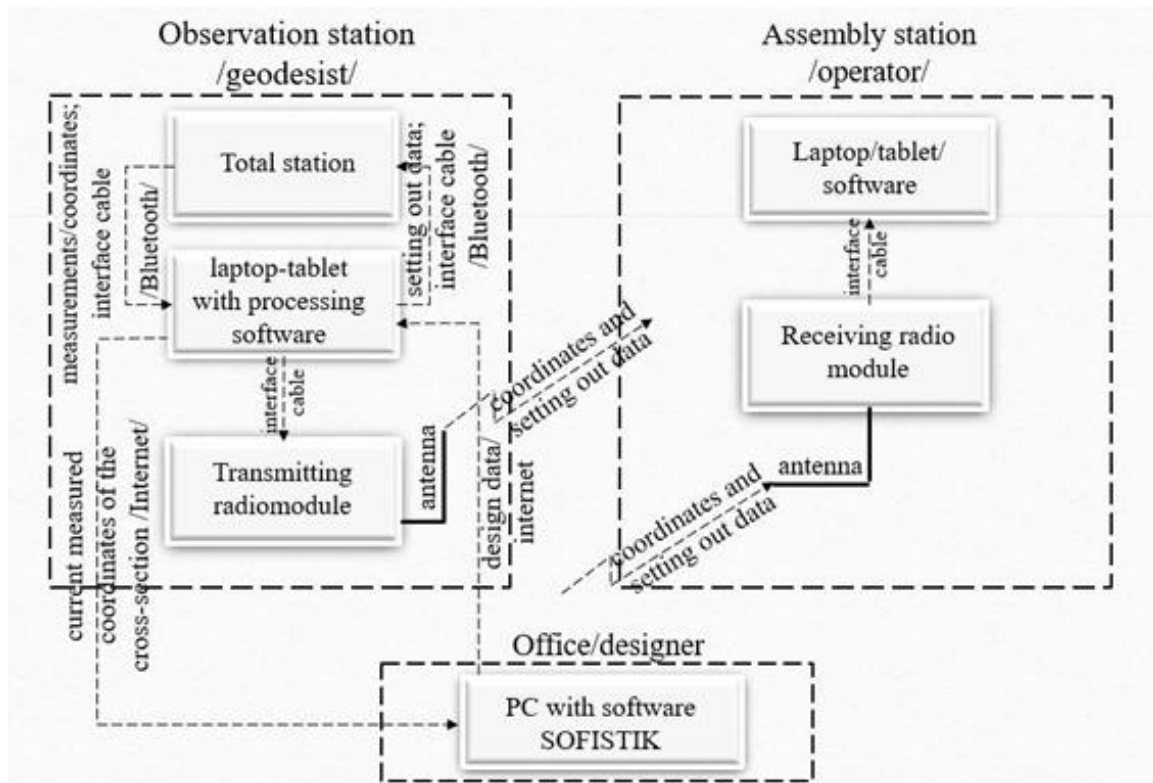


Рис. 3.1 – Функціональна блок-схема системи геодезичного контролю [75]

Цифрова трансформація будівельного процесу нерозривно пов'язана з впровадженням технології інформаційного моделювання будівель (BIM). Геодезичне забезпечення в системі BIM передбачає не лише фіксацію координат, а й інтеграцію результатів 3D-сканування у територіальні інформаційні системи для постійної верифікації відповідності фактично зведених конструкцій їх цифровим моделям. Це вимагає від фахівців швидкої адаптації до нових операційних процедур та стандартів, що регламентують точність просторового визначення об'єктів на всіх стадіях життєвого циклу споруди [25].

Ефективність моніторингу будівельного майданчика значно підвищується при використанні безпілотних літальних апаратів (БПЛА), оснащених системами LiDAR. Застосування дронів у поєднанні з 4D BIM-моделями дозволяє здійснювати автоматизовану оцінку прогресу робіт та перевірку геометричної відповідності конструктивних елементів проектним даним [58].

Використання аерофотозйомки та наземного лазерного сканування дає змогу генерувати детальні хмари точок, які слугують основою для створення точних виконавчих схем та виявлення колізій на ранніх етапах монтажу [58].



Рис. 3.2 – Зображення будівлі НДГТКІ, отримане із хмари точок під час лазерного сканування [25]

Важливим аспектом сучасного контролю є впровадження імерсивних технологій, таких як доповнена (AR) та змішана (MR) реальність. Використання AR-інструментів на мобільних пристроях дозволяє інженерно-технічному персоналу накладати цифрові моделі на реальні об'єкти безпосередньо на будівельному майданчику, що спрощує процес ідентифікації дефектів та перевірку відповідності встановленої арматури проектним специфікаціям. Інтеграція віртуальних елементів у реальне середовище сприяє покращенню комунікації між учасниками проекту та підвищує загальну безпеку виконання робіт шляхом візуалізації небезпечних зон [62].

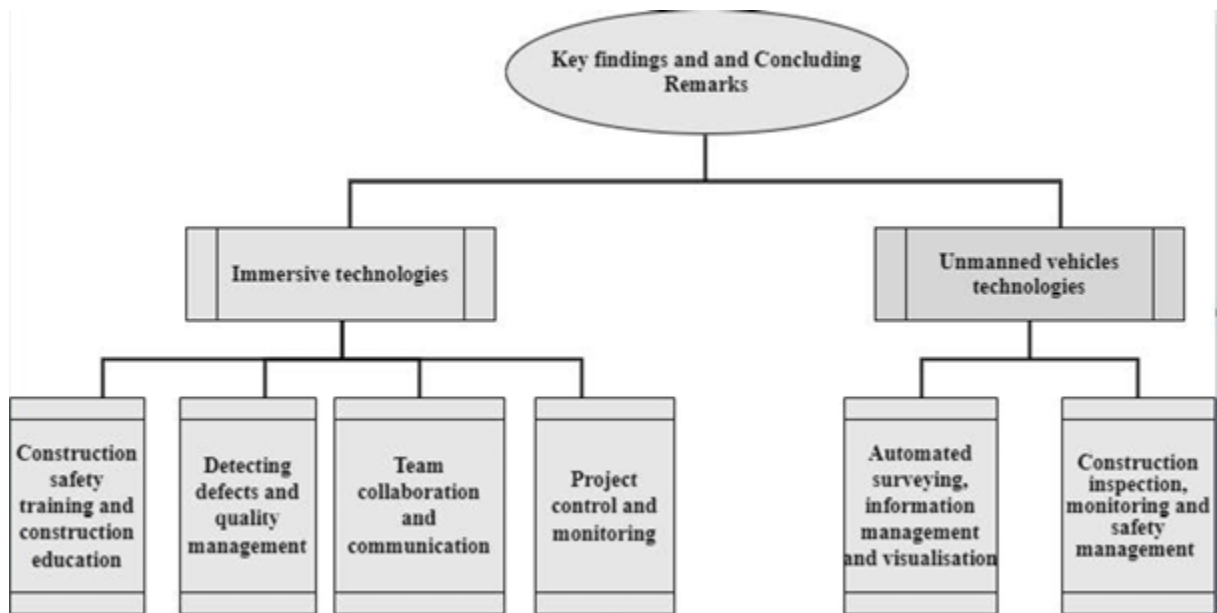


Рис. 3.3 – Области застосування імерсивних технологій та безпілотних систем у будівництві [58]

Планування геодезичного супроводу має враховувати значний вплив кліматичних факторів та логістичних процесів на календарний графік зведення каркасу. Аналіз фактичного ходу будівництва монолітних об'єктів свідчить, що затримки часто виникають через несприятливі погодні умови (опади, вітер понад 11 м/с) або непередбачений відклик робочих бригад на інші об'єкти [57].

Постійний геодезичний моніторинг критичних етапів, таких як бетонування фундаментної плити та типових поверхів, дозволяє оперативно коригувати часові резерви та мінімізувати відхилення від контрактних термінів здачі об'єкта.

Таблиця 3.2

Огляд дотримання контрактних термінів, частина 1, 2 [57]

construction	contract	reality	days	contract	reality	days
	working shot 1-4			working shot 5-7		
baseplate - concreting	15.04.2018	30.03.2018	16	25.04.2018	08.04.2018	17

construction	contract	reality	days	contract	reality	days
	working shot 1			working shot 2		
ceiling 2 nd	30.04.2018	25.04.2018	5	10.05.2018	29.04.2018	11
basement concreting						
ceiling 1 st	30.05.2018	19.05.2018	11	10.06.2018	30.05.2018	11
basement concreting						
ceiling 1 st	20.06.2018	28.06.2018	-8	30.06.2018	07.07.2018	-7
floor concreting						
ceiling 2 nd	11.07.2018	18.07.2018	-7	19.07.2018	25.07.2018	-6
floor concreting						
ceiling 3 th	01.08.2018	01.08.2018	0	06.08.2018	10.08.2018	-4
floor concreting						
ceiling 4 th	19.08.2018	18.08.2018	1	25.08.2018	25.08.2018	0
floor concreting						
ceiling 5 th	08.09.2018	02.09.2018	6	15.09.2018	11.09.2018	4
floor concreting						
ceiling 6 th	28.09.2018	21.09.2018	7	01.10.2018	27.09.2018	4
floor concreting						
attic 6 th floor	08.10.2018	05.10.2018	3	12.10.2018	12.10.2018	0
ceiling 7 th	14.10.2018	28.10.2018	-14	24.10.2018	06.11.2018	-13
floor concreting						
construction site	31.10.2018	23.11.2018	-23	14.11.2018	08.12.2018	-24
cleaning						
handover of the work	30.11.2018	08.12.2018	-8			

Якість монолітних залізобетонних конструкцій безпосередньо залежить від точності встановлення опалубних систем та контролю за процесом набору міцності бетону, особливо в зимовий період. При виконанні робіт за від'ємних температур необхідно забезпечувати безперервний моніторинг температурних режимів прогріву бетонної суміші, оскільки зниження температури нижче +5°C зупиняє процес гідратації цементу. Геодезичний контроль деформацій опалубки під тиском свіжоукладеного бетону є критично важливим для забезпечення прямолінійності поверхонь та дотримання проектних геометричних параметрів каркасу [69].

Особливого підходу до геодезичного забезпечення вимагає впровадження збірно-монолітних систем (SMP), що поєднують переваги монолітного будівництва з полегшеними блоковими елементами. Такі конструкції, що використовують легкі блоки-заповнювачі (газобетон, пінобетон) між монолітними балками, дозволяють суттєво зменшити власну вагу перекриттів при збереженні високої несучої здатності.

Геодезичний супровід монтажу таких систем повинен гарантувати точність розбивки опорних вузлів та контроль за рівномірним розподілом навантажень, що є запорукою відсутності тріщин у вузлах спряження [53].

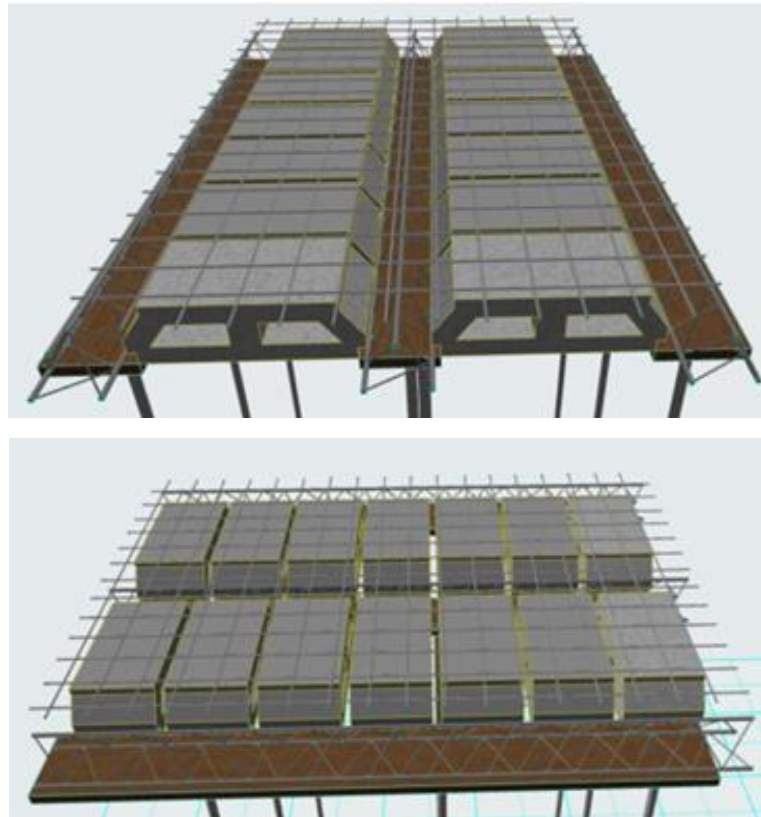


Рис. 3.4 – Тип збірно-монолітної конструкції «KOSON-N» [53]

Розрахунок збірно-монолітних конструкцій за методом граничної рівноваги передбачає врахування виникнення пластичних шарнірів у розтягнутій арматурі, що вимагає прецизійного геодезичного контролю за положенням арматурних каркасів перед бетонуванням. Використання інноваційних матеріалів, таких як пористі бетони з синтетичними добавками, ставить перед геодезичною службою завдання щодо довготривалого моніторингу осідань та можливих деформацій каркасу в процесі його експлуатації. Це забезпечує верифікацію теоретичних розрахунків несучої здатності фактичною поведінкою споруди під навантаженням [54].

Інтеграція результатів геодезичних вимірювань із хмарними обчисленнями та ГІС-технологіями дозволяє автоматизувати підготовку виконавчої документації та забезпечує прозорість взаємодії між замовником, проектувальником та підрядником. Геодезист у сучасному будівництві

трансформується у менеджера просторових даних, який відповідає за перетворення польових вимірювань у цифрові активи, необхідні для управління об'єктом протягом усього життєвого циклу. Таким чином, використання відкритих стандартів передачі даних та систем електронного врядування (E-Government) значно спрощує процес узгодження проектних змін та фіксації прихованих робіт [25].

3.2. Напрями підвищення точності та ефективності геодезичних робіт

Сучасне будівництво монолітних залізобетонних конструкцій висуває підвищені вимоги до точності та оперативності геодезичного забезпечення, оскільки відхилення геометричних параметрів безпосередньо впливають на несучу здатність та експлуатаційну надійність об'єктів. Основними цілями розвитку промислового та цивільного будівництва на поточному етапі є суттєве підвищення технічного рівня робіт, що досягається через впровадження високоточних методів вимірювань та автоматизацію процесів контролю. Використання сучасних приладів, спроможних працювати в автоматичному режимі, дозволяє мінімізувати вплив людського фактора та забезпечити стабільну якість зведення каркасу будівлі [5, 33].

Ефективність геодезичного супроводу значно зростає при інтеграції системи «конструкція – технологія – механізоване устаткування», де кожен компонент впливає на точність виконання робіт. При використанні безкранових методів монтажу, наприклад, під час підйому перекриттів за допомогою спеціальних гідравлічних модулів, геодезичний контроль стає невід'ємною частиною технологічного циклу, забезпечуючи моніторинг положення конструкцій у режимі реального часу. Такий підхід дозволяє оперативно коригувати положення елементів відносно проектних осей, що

критично важливо для забезпечення жорсткості всього монолітного каркасу [73].

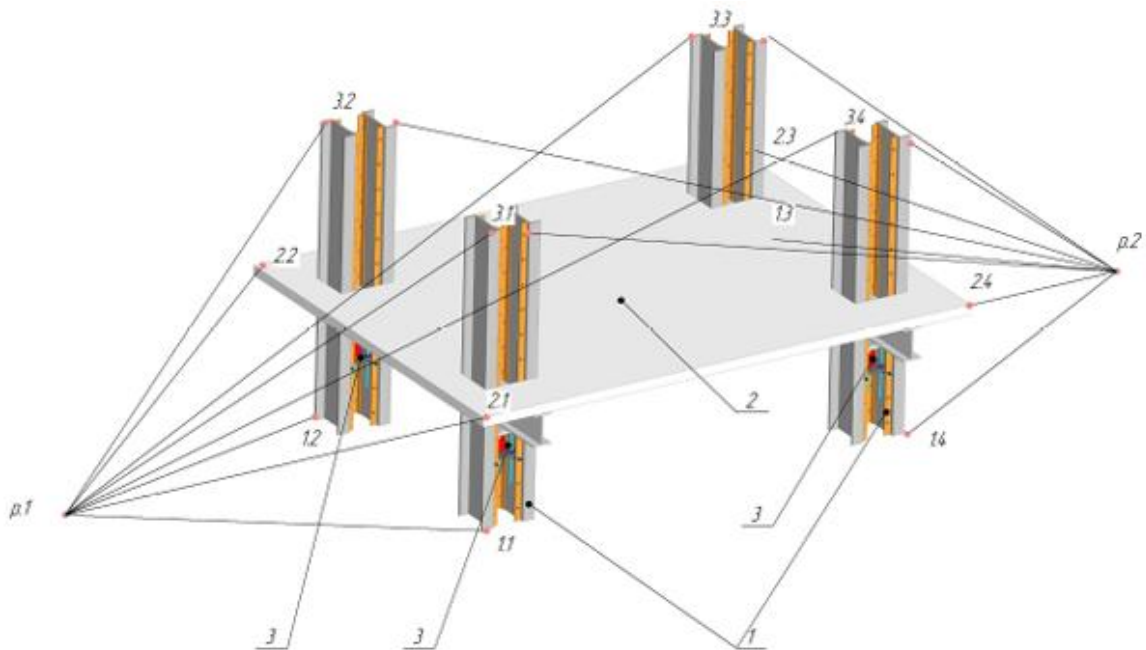


Рис. 3.5 – Схема моніторингу процесу монтажу покриття будівлі: 1 – несучий елемент; 2 – покриття; 3 – підйомний модуль; п.1, п.2 – відповідні точки розміщення геодезичних приладів моніторингу (тахеометрів); 1.1-3.4 – базові контрольні точки (маркери) [73]

Одним із пріоритетних напрямів підвищення точності є вдосконалення методик використання глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС). Впровадження режиму кінематики у реальному часі (RTK) дозволяє досягати сантиметрової точності визначення координат, що цілком достатньо для глобальної прив'язки інженерних об'єктів. Проте для підвищення достовірності результатів доцільно застосовувати методику синхронних RTK-векторів, яка базується на одночасному використанні двох роверних приймачів, що дозволяє вилучити значну частину систематичних похибок та підвищити точність визначення положення на 75% [5, 55].

Підвищення точності розбивочних робіт при орієнтуванні головних осей споруд вимагає врахування збіжності меридіанів та використання відповідних проєкційних моделей, таких як поперечно-циліндрична проєкція Гаусса-Крюгера або UTM. Важливим аспектом є встановлення допустимих похибок

(Construction tolerance), які для відповідальних конструкцій (несучих та просторово визначальних елементів каркаса) можуть становити десяті частки міліметра. Координатне забезпечення за допомогою ГНСС-технологій у поєднанні з попередньою оцінкою точності дозволяє досягати лінійної точності позиціонування на рівні ± 3 мм на коротких відстанях [55]

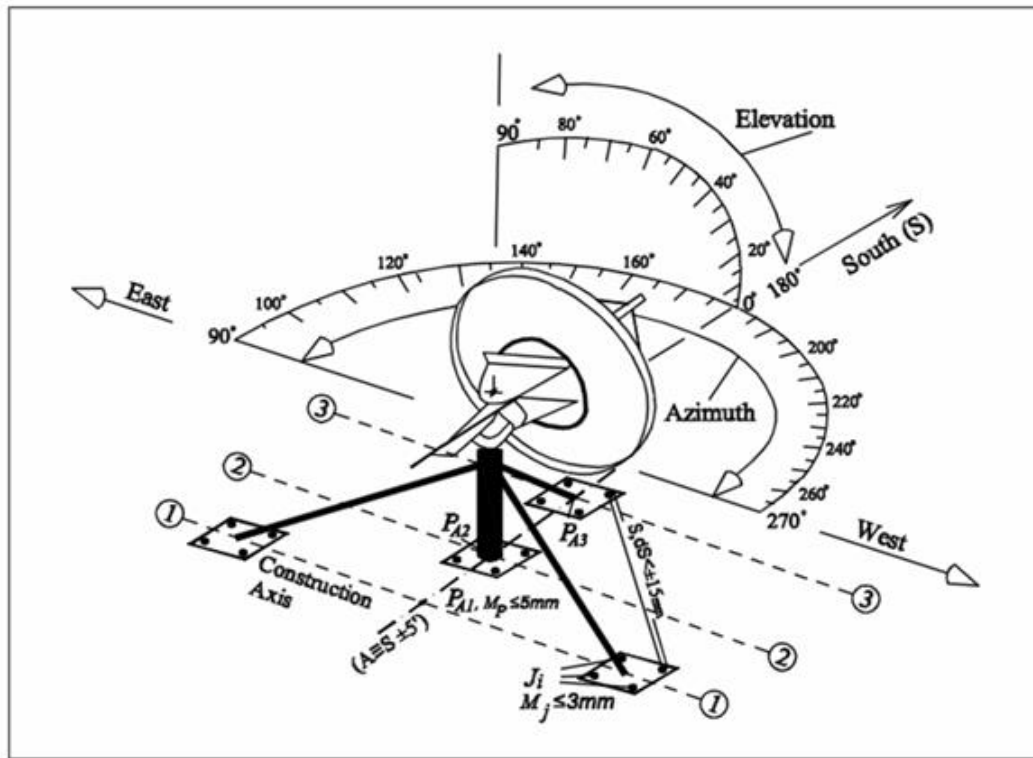


Рис. 3.6 – Схема установки наземної антени з визначенням азимуту та кута піднесення [55]

Для вимірювання віддалей лінійно-кутовим способом за допомогою електронних тахеометрів розроблено методики, що дозволяють послабити вплив інструментальних похибок, зокрема похибки перефокусування візирної труби. Експериментальні дослідження підтверджують, що на відстанях до 8 метрів вплив перефокусування на колімаційну похибку є значним, тому для високоточних робіт слід обирати оптимальні плечі вимірювань. Використання спеціалізованого приладдя, такого як сферичні відбивачі та тривимірні тримачі візирних цілей, забезпечує стабільність центрування та підвищує точність визначення координат точок до 0,2–0,3 мм [5].



Рис. 3.7 – Призма з маркою CST\Berger (відбивач геодезичний)

Ефективність геодезичних робіт при зведенні збірно-монолітних систем перекриттів залежить від точності встановлення балок та пустотних блоків-вкладишів. Такі технології, як польська система «TERIVA» або німецька «ALBERT», вимагають прецизійної розбивки монтажних прогонів для забезпечення рівномірного розподілу навантаження на несучі стіни та фундаменти. Геодезичний контроль на етапі монтажу дозволяє уникнути нерівномірних осадок будівлі, які можуть призвести до появи тріщин та руйнування несучих конструкцій через надмірну вагу монолітної плити [3].

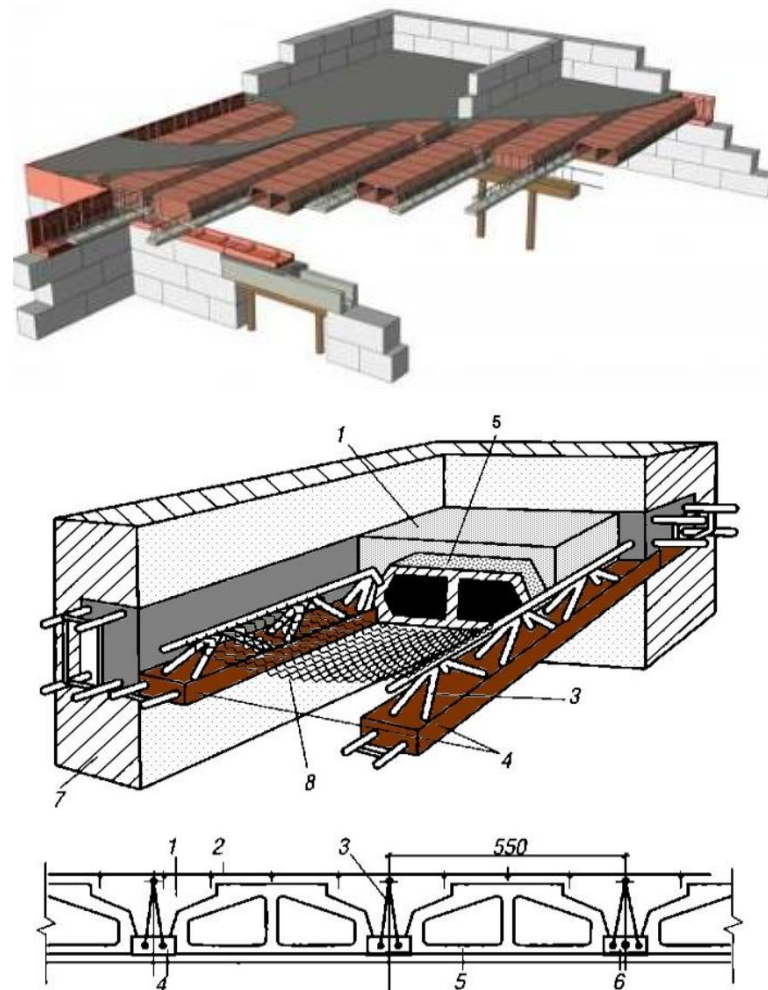


Рис. 3.8 – Фрагменти збірномонолітного перекриття із порожнистих бетонних та керамічних блоків: 1 – шар бетону, 2 – армуюча сітка, 3 – вільна арматура балки, 4 – монтажна залізобетонна балка, 5 – пустотілий блок, 6 – підсилена залізобетонна балка, 7 – арматура розподільчого армованого поясу, 8 – арматурна сітка [3]

В умовах ущільненої міської забудови критичне значення має геотехнічний моніторинг, який поєднує геодезичні методи з інклінометричними спостереженнями. Використання автоматизованих систем дозволяє здійснювати онлайн контроль за станом огорожувальних конструкцій котлованів («стіна в ґрунті») та будівель навколишньої забудови. Це забезпечує раннє попередження несприятливих деформаційних процесів, таких як просідання ґрунту або розвиток тріщин, що виникають внаслідок динамічних навантажень від будівельної техніки [52, 63].

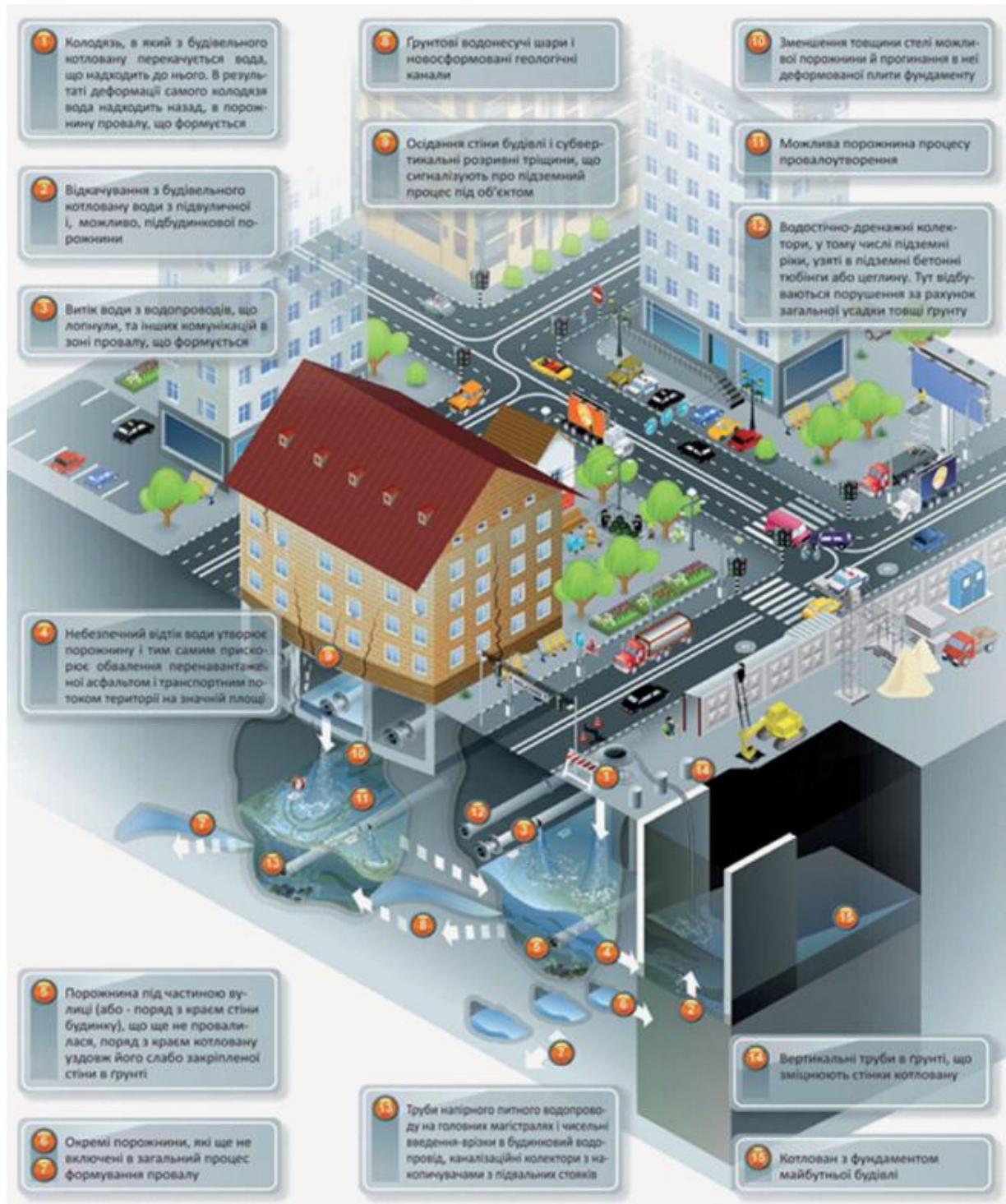


Рис. 3.9 – Виникнення провалів ґрунту в умовах щільної міської забудови [63]

Для контролю висотного положення елементів в обмежених умовах, де пряме візування неможливе, доцільно використовувати метод гідростатичного нівелювання. Сучасні конструкції гідростатичних нівелірів, оснащені підпружиненими поплавками та електронними датчиками, дозволяють визначати перевищення з похибкою не більше 0,1 мм. Вдосконалена методика

оцінювання точності при такому нівелюванні враховує поправки на температурні зміни робочої рідини та неvertикальність посудин, що гарантує високу якість монтажу технологічного обладнання [43].

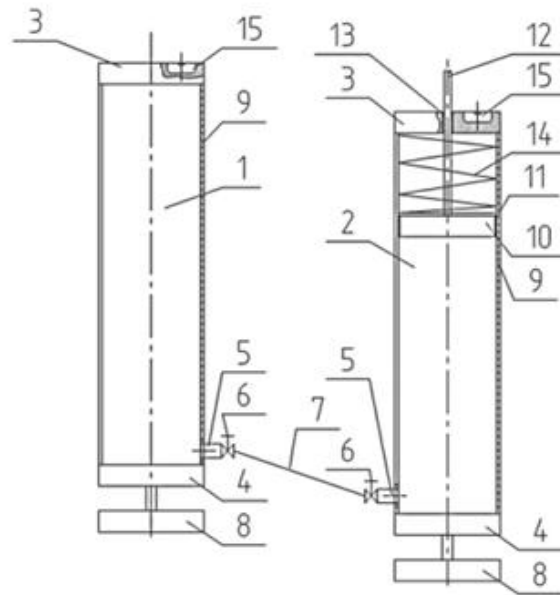


Рис. 3.10 – Конструктивна схема гідростатичного нівеліра [43]

Інноваційним напрямом підвищення ефективності геодезичного моніторингу є синергія наземного лазерного сканування та фотограмметрії. Створення детальних 3D-моделей об'єктів (хмар точок) у поєднанні з аерофотозйомкою з БПЛА дозволяє здійснювати комплексний аналіз геометричної відповідності конструкцій проєктним даним. Порівняння хмар точок, зібраних у різні часові проміжки, дає змогу виявляти мікродеформації та прогнозувати розвиток небезпечних геологічних процесів, таких як зсуви або карстоутворення [33, 72].

Таблиця 3.3

Основні порівняльні характеристики методів моніторингу з використанням об'єктного сканування [72]

Characteristics	LiDAR	Structured light	Photogrammetry
Accuracy	High	Average	Average
Speed	High	Medium	Low
Scanning range	Large	Medium	Low
Equipment cost	High	Medium	Low
Lighting effect	Low	Average	Large
Detail	High	High	Medium
Data processing	Complex	Medium	Medium

Значної уваги потребує моніторинг висотних та вежових споруд, особливо в умовах підвищеної небезпеки, спричиненої воєнним екоцидом. Алгоритм підготовки управлінських рішень у таких умовах передбачає використання аерокосмічних знімків високої роздільної здатності для оцінки пошкоджень та прогнозування ризиків. Застосування роботизованих тахеометрів, встановлених у стабільних зонах, дозволяє проводити безперервні вимірювання кренів та зміщень вежових споруд без присутності персоналу в небезпечних зонах [42].

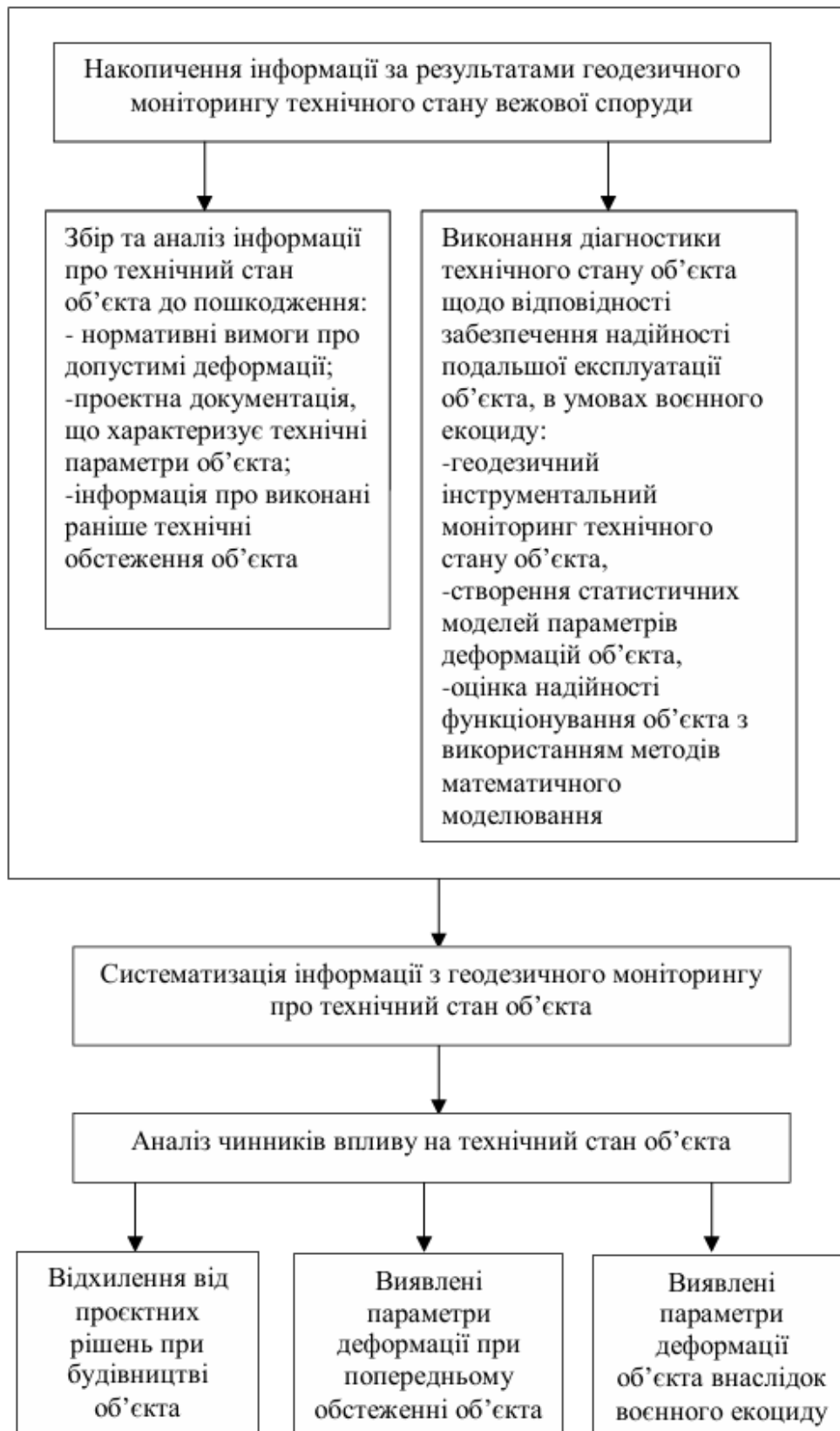


Рис. 3.11 – Алгоритм підготовки прийняття управлінських рішень стосовно оцінювання технічного стану вежових споруд за результатами геодезичного моніторингу [42]

Для обробки великих масивів моніторингових даних необхідно використовувати спеціалізоване програмне забезпечення, інтегроване з ГІС-технологіями. Сучасні програмні комплекси дозволяють виконувати автоматичне вирівнювання просторових мереж, фільтрацію «шуму» в хмарах точок та візуалізацію результатів у вигляді інтерактивних графіків і 3D-моделей. Це забезпечує оперативне прийняття рішень щодо стабілізації конструкцій та мінімізації ризиків аварійних ситуацій протягом усього життєвого циклу об'єкта [33, 72].

Висновки до розділу 3

З третього розділу можна дійти висновку, що удосконалення геодезичного супроводу монолітного будівництва є одним із ключових чинників забезпечення точності, надійності та якості зведення сучасних будівель і споруд. Встановлено, що поєднання традиційних методів високоточного нівелювання з інноваційними цифровими технологіями, зокрема роботизованими геодезичними системами, методами супутникової навігації, лазерного сканування, цифрового моделювання та аеромоніторингу, дозволяє значно підвищити ефективність виконання геодезичних робіт на всіх етапах будівництва.

Слід підкреслити, що інтеграція результатів геодезичного контролю в інформаційні моделі будівель забезпечує своєчасне виявлення відхилень, оперативне прийняття технічних рішень та сприяє зниженню ризиків виникнення деформацій і технологічних помилок, особливо в складних інженерно-геологічних та безпекових умовах.

Підсумовуючи, можемо стверджувати, що подальший розвиток геодезичного супроводу монолітного будівництва пов'язаний із глибшою автоматизацією вимірювальних процесів, впровадженням інтелектуальних датчиків та використанням автоматизованих алгоритмів обробки даних у

єдиному інформаційному середовищі будівельного об'єкта, що в цілому сприяє підвищенню техніко-економічної ефективності будівельних проєктів.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Виробничі ризики під час геодезичних робіт

Геодезичне забезпечення зведення монолітного залізобетонного каркаса будівлі є складним технологічним процесом, що реалізується в умовах активного будівельного майданчика, де на працівників впливає комплекс небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Згідно з вимогами Закону України «Про охорону праці», створення безпечних умов праці є обов'язком роботодавця, тоді як сертифікований інженер-геодезист зобов'язаний неухильно дотримуватися нормативно-правових актів, дбати про особисту безпеку та здоров'я оточуючих [39].

Правове регулювання топографо-геодезичної діяльності також вимагає суворого додержання норм технічної документації та стандартів метрологічного забезпечення, що мінімізує ризики виникнення помилок, які можуть призвести до аварійних ситуацій на об'єкті [41].

Класифікація виробничих факторів при виконанні геодезичних робіт здійснюється відповідно до Державних санітарних норм та правил (ДСН), що розподіляють умови праці на оптимальні, допустимі, шкідливі та небезпечні [38].

Фізичні фактори на будівельному майданчику включають підвищені рівні шуму від роботи техніки, вібрацію, несприятливі мікрокліматичні умови (низькі або високі температури повітря), а також електромагнітні випромінювання від електронних приладів та ліній електропередач. Окрему групу становлять психофізіологічні фактори, такі як важкість та напруженість праці, що характеризуються високим ступенем зосередження уваги під час прецизійних вимірювань, тривалим перебуванням у незручних позах та

інтелектуальним навантаженням при опрацюванні даних у режимі реального часу [35, 38].

Підхід до оцінки ризиків ґрунтується методології оцінювання небезпек [70] та передбачає послідовну ідентифікацію небезпек, їх квантифікацію та аналіз імовірності настання небажаних подій. Процес оцінювання дозволяє визначити категорію критичності наслідків: від ефектів, якими можна знехтувати, до катастрофічних наслідків, що призводять до загибелі людей або руйнування конструкцій. Специфіка монолітного будівництва вимагає проведення попереднього аналізу небезпек (РНА) для кожної операції, зокрема виявлення станів, пов'язаних із помилками персоналу або відмовами високотехнологічного геодезичного обладнання [35, 38].

Виконання робіт у котловані під час закладання фундаментної плити пов'язане з високим ризиком обвалення ґрунту, особливо за наявності крутих відкосів або під час роботи екскаваторів. Геодезисту категорично забороняється встановлювати прилади на краю виїмок, під навісним ґрунтом або в безпосередній близькості до працюючих механізмів, оскільки динамічні навантаження можуть призвести до нестабільності штатива та падіння фахівця у котлован [48].

Статистика свідчить, що значна частина нещасних випадків у топографо-геодезичному виробництві припадає саме на будівельні майданчики через порушення правил перебування в небезпечних зонах [46].

Робота на монтажних горизонтах монолітного каркаса характеризується критичним ризиком падіння з висоти, що згідно з гігієнічною класифікацією може бути віднесено до небезпечних умов 4 класу.

Підйом геодезистів із приладами дозволяється виключно по справних сходових маршах із огороженням, а пересування по стінах, перемичках або незакріплених конструкціях суворо заборонено [48].

При передачі осей на висоту методом вертикального проектування працівники повинні використовувати запобіжні пояси та перебувати на

безпечній відстані від країв перекриттів, які ще не мають постійного огороження [46].

Особливу небезпеку становить робота в зоні дії вантажопідіймальних кранів, де існує вірогідність травмування падаючими предметами або конструкціями, що переміщуються. Небезпечні зони повинні бути чітко позначені попереджувальними знаками («Зона роботи крана»), а перебування геодезиста під стрілою або в радіусі повороту платформи крана під час виконання розбивочних робіт не допускається без погодження з оператором машини та відповідальною особою [46, 48].

Будь-яка затримка у виконанні завдань через загрозу безпеці повинна розцінюватися як пріоритетна над графіком будівництва, що узгоджується з положеннями Кодексу законів про працю України щодо забезпечення здорових умов праці [23].

Під час нівелювання перекриттів та винесення осей колон геодезисти часто стикаються з механічними ризиками, такими як гострі краї арматури або виступаючі елементи опалубки. Згідно з аналізом травматизму, значна частка нещасних випадків пов'язана з використанням небезпечних прийомів роботи з інструментами, наприклад, при перекиданні шпильок або неправильному натягуванні сталевих рулеток поблизу струмоведучих частин [46].

В зимовий період, коли проводиться електропрогрів бетону, виникає специфічний ризик ураження електричним струмом через контакт металевого обладнання з арматурою під напругою, що вимагає проведення вимірювань поза межами таких ділянок [48].

Використання електронних тахеометрів, лазерних приладів та ГНСС-приймачів вносить додаткові ризики, пов'язані з лазерним випромінюванням та електромагнітними полями радіочастот. При роботі з лазерними приладами обов'язковим є встановлення екранів у місцях проходження людей та заборона дивитися безпосередньо у бік випромінювання без спеціальних окулярів, щоб уникнути пошкодження зору [35, 46].

Несправність оригінальної упаковки приладів або робота у вологих умовах без належного захисту блоків живлення може стати причиною короткого замикання та виходу дороговартісного обладнання з ладу, що також розцінюється як технічний ризик [46].

Можливі наслідки реалізації виробничих ризиків для геодезиста включають травми різного ступеня тяжкості, професійні захворювання (наприклад, погіршення зору або розлади опорно-рухового апарату) та, у найгірших випадках, смертельні наслідки. Рівень ризику оцінюється як вірогідний у ситуаціях, де відповідальність за безпеку інших осіб покладається безпосередньо на виконавця робіт, що вимагає постійного моніторингу стану робочого місця [38].

Законодавство України [39] чітко визначає відповідальність працівника за порушення вимог охорони праці, що може призвести не лише до адміністративних стягнень, а й до кримінальної відповідальності у разі аварій із жертвами.

4.2. Організаційні та технічні заходи безпеки

Для мінімізації впливу ідентифікованих ризиків при зведенні монолітного каркаса впроваджується комплексна система організаційних заходів, що базується на обов'язковому навчанні та перевірці знань персоналу. До виконання топографо-геодезичних робіт підвищеної небезпеки допускаються лише особи, які досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд та мають відповідний допуск, підтверджений результатами спеціальної технічної підготовки. Система інструктажів (вступний, первинний, повторний, цільовий) забезпечує ознайомлення геодезистів із конкретними небезпеками на об'єкті, причому результати фіксуються у журналах встановленої форми, що є юридичним підтвердженням проведення навчання [46].

Технічне забезпечення виконавців робіт має відповідати затвердженим вимогам, згідно з якими суб'єкт господарювання зобов'язаний мати на праві власності або інших підставах справні засоби вимірювальної техніки та ліцензоване програмне забезпечення [37].

Регулярність повірок інструментів та виконання обов'язкових технологічних перевірок (юстировок) є критичною умовою не лише для точності будівництва, а й для безпеки, оскільки несправність приладу може призвести до неправильного позиціонування колон і подальшого обвалення конструкцій. [22, 37].

Роботодавець несе повну відповідальність за безпечність і належний технічний стан обладнання, що передається працівнику [39].

Важливим етапом організації праці є атестація робочих місць за умовами праці, яка проводиться атестаційною комісією з метою виявлення шкідливих факторів та розробки заходів щодо їх усунення [40].

Під час атестації складаються карти умов праці, де відображаються фактичні значення параметрів (шум, освітленість, мікроклімат), порівнюються з гігієнічними нормативами (ГДК, ГДР) та визначається право працівників на пільги та компенсації за роботу у важких умовах. Для геодезистів, які працюють із відеотерміналами (ВДТ) під час опрацювання даних, умови праці повинні відповідати 1 або 2 класу згідно з гігієнічною класифікацією [35].

Технічні заходи безпеки на будівельному майданчику включають обов'язкове використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), зокрема захисних касок, спеціального взуття на жорсткій підошві та одягу, що не обмежує рухів.

Для запобігання падінню обладнання штативи геодезичних приладів мають бути надійно закріплені на місцевості, особливо на гладких бетонних поверхнях плит перекриття, де доцільно використовувати спеціальні тримачі або накладки. Встановлення огорожень навколо прорізів у перекриттях, шурфів та на краях будівлі є обов'язковим організаційно-технічним заходом перед початком вимірювань [46, 48].

Електробезпека при виконанні геодезичних робіт забезпечується шляхом ізоляції струмовідних частин, заземлення металевих корпусів обладнання та дотримання безпечних відстаней до ліній електропередач [35].

При проведенні обмірних робіт поблизу електрифікованих ділянок забороняється використовувати металеві рулетки; натомість застосовуються тесьмяні або дерев'яні мірила [46].

У разі необхідності виконання робіт у безпосередній близькості до неізольованих ліній, вони мають бути знеструмлені, що фіксується у наряді-допуску [48].

Пожежна безпека під час будівництва монолітного каркаса охоплює як експедиційні заходи, так і правила експлуатації обігрівальних приладів у побутових приміщеннях геодезичної служби.

Працівники повинні знати місця розташування засобів пожежогасіння, вміти користуватися ними та дотримуватися режиму куріння лише у спеціально відведених місцях [46].

При проведенні робіт у лісових районах або на територіях із підвищеною мінною небезпекою, маршрути пересування та місця базування мають бути узгоджені з органами ДСНС та місцевою владою [48].

Контроль і приймання геодезичних робіт є складовою частиною системи управління якістю та безпекою. Керівники підприємств зобов'язані організувати технічні відділи (підрозділи з якості), які перевіряють відповідність методів виконання польових робіт технічним проектам та вимогам охорони праці..

Результати польового контролю, включаючи оцінку точності побудови розбивочних мереж та стан пунктів, оформлюються відповідними актами та підписуються сертифікованими інженерами-геодезистами.

Виконані роботи пред'являються на приймання безпосередньому керівнику, який оцінює їх якість та придатність для подальшого зведення каркаса [22].

Документальне оформлення безпеки праці є завершальним етапом організаційних заходів. Роботи підвищеної небезпеки, такі як вимірювання на висоті або в зонах залягання підземних комунікацій, проводяться виключно за нарядом-допуском, у якому зазначаються небезпечні зони, заходи захисту та склад бригади [46].

Ведення польових журналів із відображенням результатів технологічних перевірок приладів, а також наявність схем розміщення прихованих об'єктів забезпечує прозорість процесу та дозволяє оперативно вживати заходів у разі виникнення аварійних ситуацій [37].

Висновки до розділу 4

Узагальнюючи викладене, слід зазначити, що геодезичне забезпечення зведення монолітного залізобетонного каркаса має здійснюватися з одночасним дотриманням вимог точності вимірювань і норм охорони праці. Виконання розбивочних та контрольних робіт у складних умовах будівельного майданчика потребує системного управління виробничими ризиками та чіткого дотримання встановлених правил безпеки.

Застосування передбачених законодавством організаційних і технічних заходів, використання справного обладнання та засобів індивідуального захисту дозволяє мінімізувати травматизм і запобігти відхиленням конструкцій від проєктного положення. Це забезпечує стабільність геометричних параметрів споруди та надійність її подальшої експлуатації.

ВИСНОВКИ

У роботі досліджено теоретичні та практичні аспекти геодезичного забезпечення зведення монолітного залізобетонного каркасу нового об'єкта будівництва. Аналіз чинної нормативно-правової бази підтвердив, що геодезичні роботи є обов'язковою складовою будівельного процесу та визначають допустимі межі відхилень і порядок контролю геометричних параметрів конструкцій.

Було обґрунтовано значення розбивочної основи як базового елементу планово-висотної прив'язки, від якого залежить точність перенесення проєктних осей у натуру та узгодженість конструктивних елементів у процесі зведення каркасу. Встановлено, що послідовна побудова геодезичної мережі дозволяє мінімізувати накопичення похибок на різних етапах будівництва.

У практичній частині проаналізовано виконання геодезичних робіт при улаштуванні фундаментної плити, монтажі колон і перекриттів. За результатами виконавчих вимірювань підтверджено відповідність фактичного положення конструкцій нормативним допускам у плані та по висоті. Розрахунок відхилення вертикальності колон засвідчив дотримання встановлених граничних значень.

Оцінка геометричних характеристик перерізу колони, перевірка її несучої здатності та аналіз параметрів армування підтвердили відповідність конструктивних рішень проєктним вимогам. Це свідчить про взаємозв'язок розрахункових процедур і геодезичного контролю у забезпеченні надійності монолітного каркасу.

Проведене дослідження показало, що систематичний інструментальний контроль із застосуванням сучасних приладів і програмного забезпечення забезпечує необхідну точність, своєчасне виявлення відхилень та підвищує ефективність організації робіт на будівельному майданчику.

Отже, отримані результати підтверджують, що комплексне геодезичне забезпечення є необхідною умовою формування просторово стабільної та довговічної конструктивної системи будівлі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анисенко О. В., Платонова К. А. Сучасні геодезичні прилади, їх значення і роль у геодезичних вимірюваннях. Інвестиції: практика та досвід. 2019. № 4. С. 80–83. DOI: 10.32702/2306-6814.2019.4.80.
2. Бачишин Б. Д. Інженерна геодезія: навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2020. 196 с.
3. Бондар А. В., Загіка В. М. Сучасні технології збірно-монолітних перекриттів для реконструкції громадських будівель // Сучасні технології будівництва. 2021. Т. 2, вип. 29. С. 35–44.
4. Виконавчі зйомки при геодезичних роботах. Державні будівельні норми України: веб-сайт. URL: <https://dbn.co.ua/publ/2-1-0-211> (дата звернення: 15.12.2025).
5. Віват А. Й. Удосконалення геодезичних методів підвищення точності вимірювань в інженерно-геодезичних роботах : дис. ... канд. техн. наук : 05.24.01. – Львів : Національний університет «Львівська політехніка», 2023. – 136 с.
6. Гайда С.В. Навчально-методичний посібник «Підбір нормативноконструкторської документації на фундаментні роботи» з дисципліни «Система нормативно-конструкторської документації в будівництві» спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія». Львів : НЛТУ України, 2025. – 49 с.
7. Геодезичні роботи в будівництві / за ред. О. Л. Козлова. – Київ : КНУБА, 2015. – 312 с.
8. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ : Мінрегіон України, 2016.
9. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. – Київ: Мінрегіон України, 2019.
10. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження та впливи. Норми проектування. – Київ : Мінбуд України, 2006.

11. ДБН В.1.3-2:2010. Геодезичні роботи у будівництві. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010.
12. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009.
13. Державна інспекція містобудування України. Методичні вказівки з виконання планово-висотних та розбивочних робіт на будівельних майданчиках. – Київ, 2018.
14. Дорожко Є. В., Сучков А. О., Корнілова З. В. Обґрунтування вимог до змісту проєкту геодезичного виробництва в дорожньому будівництві // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2025. Вип. 109. С. 145–154. DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2025.109.0.145.
15. Дорожко Є. В., Янкін О. Є. Особливості складу і змісту геодезичних робіт в дорожньому будівництві // Комунальне господарство міст. – 2022. – Т. 4, вип. 171. – С. 82–86.
16. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.
17. ДСТУ 9258:2023. Настанова з організації виконання будівельних робіт. Київ, 2024.
18. ДСТУ Б В.2.6-145:2010. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010.
19. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010.
20. Інженерна геодезія / за ред. В. Д. Барановського. – Київ : Вища школа, 2012. – 528 с.
21. Інженерна геодезія : підручник / за ред. проф. С. П. Войтенка. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2022. – 700 с.
22. Інструкція про порядок контролю і приймання топографо-геодезичних та картографічних робіт : затв. наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України від 17.02.2000 № 19. URL:

<http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=3601> (дата звернення: 10.12.2025)

23. Кодекс законів про працю України : Закон України від 10.12.1971 № 322-VIII (зі змін. та допов.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08> (дата звернення: 10.12.2025)

24. Конституція України : Закон України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР (зі змін. та допов.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 10.12.2025)

25. Коцаб М., Вілім Д., Лехнер І., Радей К., Дрбал А. Роль геодезистів у будівництві методом BIM // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2019. Вип. 2. С. 15–19.

26. Крошка Ю. В., Мурсьова О. В., Бородиня В. В., Григоровський А. П., Бень О. В. Геодезичні роботи під час будівництва та експлуатації конструкцій будинків як складова частина концепції сервейінгу // Будівельне виробництво. 2025. № 81. С. 11–17.

27. Матеріали X-ї міжнародної науково-практичної конференції «Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні та природокористуванні». Ужгород, 2020. 186 с.

28. Мельник С. Р., Оболонков Д. Ф. Геодезичні розбивочні роботи у процесі будівництва // Збірник наукових праць Донбаської національної академії будівництва і архітектури, 2024. – № 2 (33). С. 29-34.

29. Міністерство регіонального розвитку України. Рекомендації щодо контролю точності винесення осей і відміток фундаментів. – Київ, 2015.

30. Міністерство розвитку громад та територій України. Методичні рекомендації щодо організації геодезичного забезпечення будівництва. – Київ, 2016.

31. Монолітні залізобетонні конструкції будівель / за ред. П. М. Ковальчука. – Львів : Львівська політехніка, 2014. – 420 с.

32. Нестеренко С. Г. Методи і засоби автоматизації геодезичних робіт : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти

зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій / С. Г. Нестеренко, О. В. Афанасьєв ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 131 с.

33. Нестеренко С. Г. Технології геодезичного моніторингу територій, будівель і споруд : конспект лекцій для здобувачів третього (освітньонаукового) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій / С. Г. Нестеренко, О. В. Афанасьєв ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 87 с. 29

34. О. Ф. Інженерна геодезія : конспект лекцій. Любешів : ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2023. 45 с.

35. Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький [та ін.]; ред. В. В. Березуцький. Харків : НТУ "ХП", 2018. 553 с.

36. Палієнко О. Методологія оцінки геодезичних ризиків у мостобудуванні // Товарознавство. Технології. Інжиніринг. 2025. № 4(56). С. 82–90. DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2025\(56\)07](https://doi.org/10.31617/2.2025(56)07).

37. Про затвердження Вимог до технічного і технологічного забезпечення виконавців топографо-геодезичних і картографічних робіт : Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11.02.2014 № 65. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0260-14> (дата звернення: 10.12.2025)

38. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14> (дата звернення: 10.12.2025)

39. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ (зі змін. та допов.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 10.12.2025)

40. Про Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці : Постанова Кабінету Міністрів України від 01.08.1992 № 442 (зі змін. та допов.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/442-92-%D0%BF> (дата звернення: 10.12.2025)

41. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність : Закон України від 23.12.1998 № 353-XIV (зі змін. та допов.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14> (дата звернення: 10.12.2025)

42. Ратушняк Г. С. Геодезичний моніторинг технічного стану вежових споруд в умовах воєнного екоциду // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2025. № 1. С. 143–150. DOI: 10.31649/2311-1429-2025-1-143-150.

43. Ратушняк Г. С., Лялюк А. О. Геодезичний контроль гідростатичним нівелюванням якості будівельно-монтажних робіт // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2024. № 1. С. 173–176. DOI: 10.31649/2311-1429-2024-1-173-176.

44. Рій І.Ф., Бочко О.І., Біда О.Ю. Електронні геодезичні прилади: навч. пос. Львів : «ГАЛИЧ-ПРЕС», 2021. – 336 с.

45. Розум Р. І., Буряк М. В., Вітровий А. О., Волошин Р. В. та ін. Геодезія та землеустрій : монографія / за заг. ред. Р. І. Розума. Тернопіль : Тернопільський національний економічний університет, 2020. 247 с.

46. Романова Н. М. Охорона праці в галузі : навчально-методичний посібник для здобувачів освіти IV курсу спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» / Бобринецький коледж ім. В. Порика Білоцерківського НАУ. Бобринець, 2019. 134 с.

47. Руденко В. Р. Методи виконання розбивочних робіт // Інноваційні методи проектних та геодезичних робіт : матеріали 83-ї Міжнар. студент. наук. конф. (14 квіт. 2021). Харків, 2021. С. 229–236.

48. Савченко О. А., Дударь Н. І. Техніка безпеки геодезиста при роботі на будівельних майданчиках // Інноваційні аспекти систем безпеки праці, цивільного захисту та захисту інтелектуальної власності : матеріали X Всеукр.

наук.-практ. Інтернет-конференції (Полтава, 8–9 квітня 2025 р.). Полтава : ПДАУ, 2025. С. 71–73.

49. Стасенко В. О., Воробйов А. В. Систематизація методів геодезичного забезпечення дорожнього будівництва // Інноваційні методи проєктних та геодезичних робіт : матеріали 82-ї міжнародної студентської наукової конференції (14 травня 2020 р.). – Харків : Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 2020. С. 232–238.

50. Табачников С. В. Апробація моделі ґрунтової основи зі «ступінчастою» стисливою товщею для розрахунку різноповерхових будівель у системі «основа – фундаменти – споруди» // Науковий вісник будівництва. 2024. Вип. 111. С. 122–134. DOI: 10.33042/2311-7257.2024.111.1.16.

51. Технологія будівельного виробництва / за ред. С. А. Ушацького. – Київ : Ліра-К, 2018. – 496 с.

52. Яковенко М. С., Нестеренко О. В. Огляд видів геодезичного моніторингу будівель і споруд в складних інженерно-геологічних умовах // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2019. Вип. 55. С. 341–350.

53. Abdullaev I., Alakhanov Z. Assembled-monolithic block media systems analysis, calculation method and technology // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 452. Art. 06008. DOI: 10.1051/e3sconf/202345206008.

54. Abdullayev I., Alakhanov Z. Prefabricated monolithic gas block system // Journal of Construction and Engineering Technology. 2023. Vol. 1, No. 2. P. 1–5. DOI: 10.5281/zenodo.10609089.

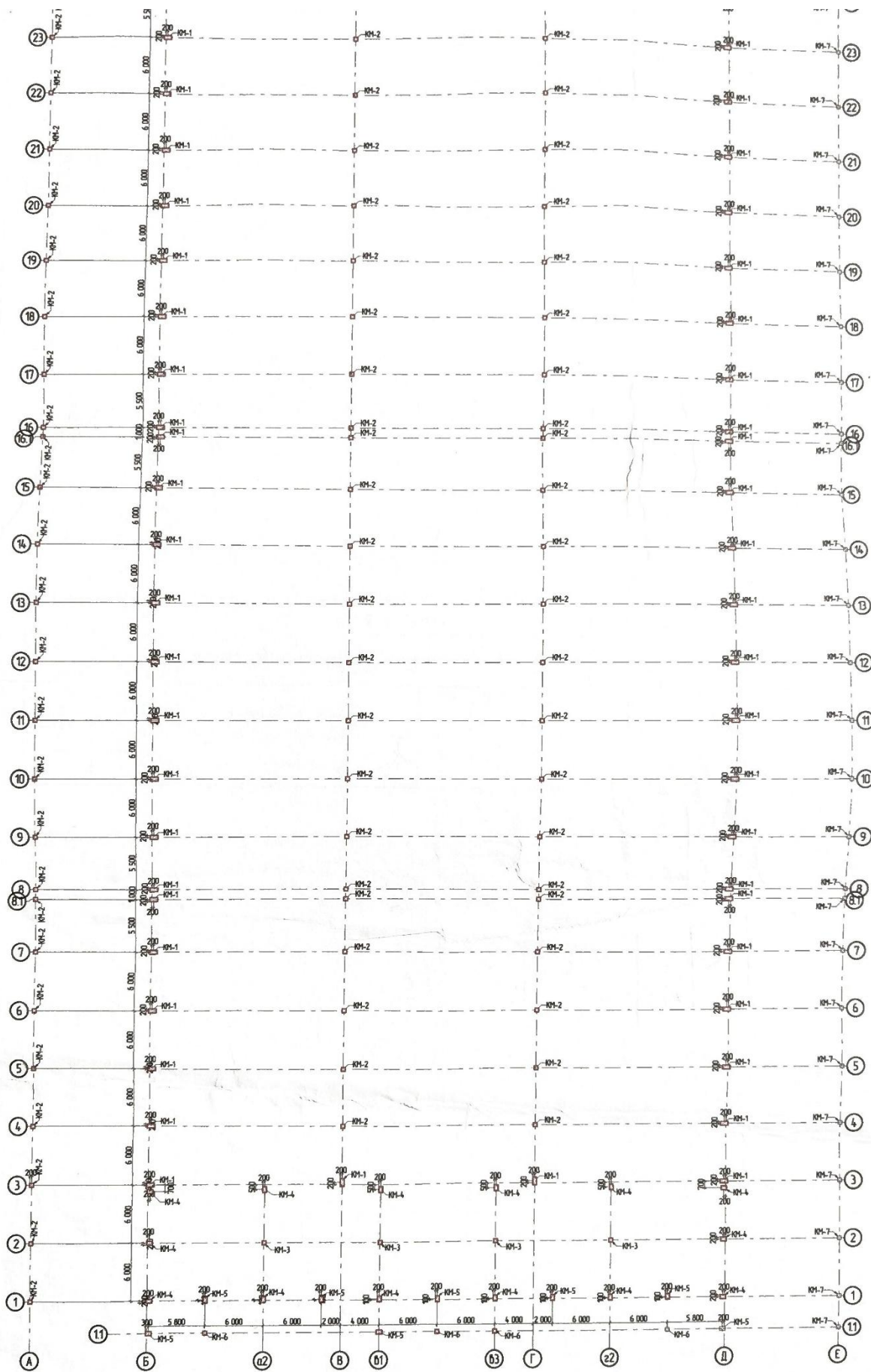
55. Angelov A. Precise geodetic setting-out activities in the construction of engineering structures with orientation in predetermined direction // Inżynieria Mineralna – Journal of the Polish Mineral Engineering Society. 2024. January–June. P. 1–8. DOI: 10.29227/IM-2024-01-42.

56. Department of Civil and Environmental Engineering, Michigan Technological University. Special Edition: Surveying Engineering Newsletter. Michigan Technological University, 2019.

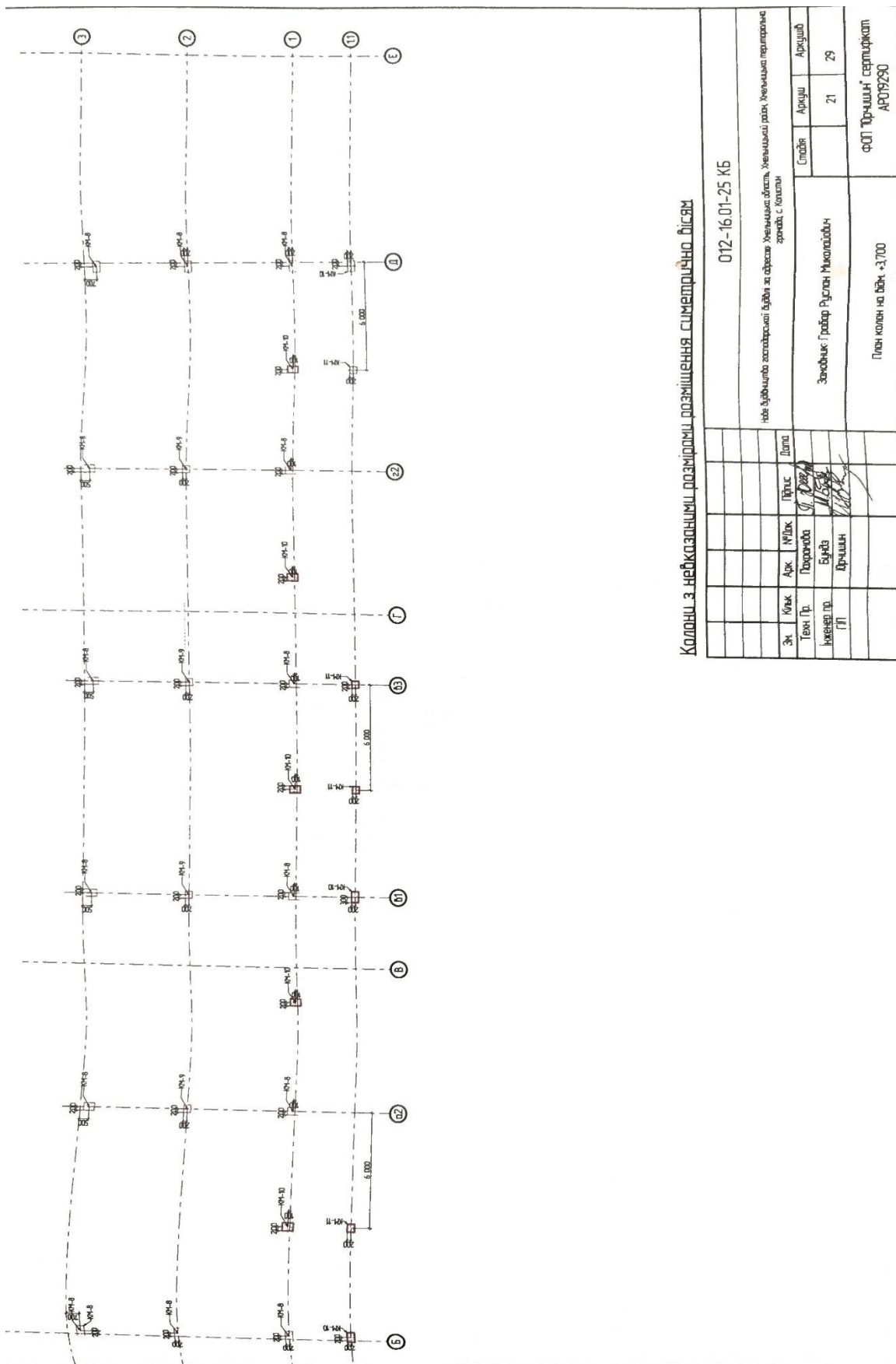
57. Doubek R. Comparison of the planned and actual course of construction of reinforced concrete monolithic structures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1209. Art. 012011. DOI: 10.1088/1757-899X/1209/1/012011.
58. Elghaish F., Matarneh S., Talebi S., Kagioglou M., Hosseini M. R., Abrishami S. Toward digitalization in the construction industry with immersive and drones technologies: a critical literature review // Smart and Sustainable Built Environment. 2021. Vol. 10, No. 3. P. 345–363. DOI: 10.1108/SASBE-06-2020-0077.
59. EN 1992-1-1:2004 – Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. – European Committee for Standardization, Brussels, 2004.
60. European Committee for Standardization (CEN). EN 1990: Eurocode – Basis of structural design. – Brussels, 2002.
61. Ghosh S., Ghosh K. Reinforced concrete design. Boca Raton : CRC Press, 2025. 512 p.
62. Habib M., Malkawi A., Awwad M. Proposed approach for positioning anchorage system in concrete // Archives of Civil Engineering. 2020. Vol. 66, No. 3. P. 239–252. DOI: 10.24425/ace.2020.134395.
63. Ishchenko, Y., Slyusarenko, Y., Melashenko, Y., Yakovenko, M., & BenI. (2020). Геотехнічний моніторинг в умовах ущільненої міської забудови. Наука та будівництво, 25(3), 13-25. DOI: <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v25i3.2>
64. ISO 12858-1:2007 – Hydraulic instruments – Part 1: Principles of measurement and calibration. – ISO, Geneva, 2007.
65. ISO 17123:2014 – Field procedures for testing of surveying instruments. – International Organization for Standardization, Geneva, 2014.
66. ISO 18674-2:2017 – Geotechnical investigation and testing – Geotechnical monitoring by field instrumentation – Part 2: Selection, installation and monitoring of extensometers. – ISO, Geneva, 2017.

67. ISO 19901-5:2016 – Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures – Part 5: Monitoring of loads, movements and structural performance. – ISO, Geneva, 2016.
68. ISO 8637:2011 – Geometrical product specifications (GPS) – Geodetic networks – Accuracy and reliability requirements. – ISO, Geneva, 2011.
69. Khalupka Y. M., Oryshchenko V. V. Comparison of monolithic reinforced concrete structures in civil construction // *Building Production*. 2024. № 77. P. 92–95. DOI: 10.36750/2524-2555.77.92-95.
70. Król A., Sisman Y., Rudyk Y., Maciuk K. As-built assessment survey workflow – problems and challenges // *Geodetski list*. 2022. Vol. 76, No. 2. P. 121–134.
71. Nadzir Z. A., Irfansyah M. Using geodetic methods in road construction planning: to what extent will it be effective? // *Journal of Infrastructure Policy and Management*. 2024. Vol. 7, No. 2. P. 167–180. DOI: 10.35166/jipm.v7i2.58.
72. Rashkivskyi V., Demianenko R., Ignatenko O., Zajets Y. Formation of a system for monitoring construction processes during the construction of buildings // *Transfer of Innovative Technologies*. 2024. Vol. 7, No. 2. P. 68–75. DOI: 10.32347/tit.2024.7.2.03.8.
73. Rashkivskyi V.P., Ignatenko O.O., Demianenko R.A., Kozak A.A., Dubovyk I.V., Zaiets Yu.V. Research of the interconnections of the "structure - technology - mechanized equipment" system in the construction of frame buildings // *Strength of Materials and Theory of Structures: Scientific-&-Technical collected articles*. – Kyiv: KNUBA, 2024. – Issue 113. – P. 337-344.
74. Sozen M. A., Ichinose T., Pujol S. Principles of reinforced concrete design. 2nd ed. Boca Raton : CRC Press, 2025. 346 p.
75. Stefanova A. Automated system for geodetic control in construction of cantilever concrete bridges // *Facta Universitatis. Series: Architecture and Civil Engineering*. 2025. Vol. 23, No. 1. P. 1–14. DOI: 10.2298/FUACE2501001S.

76. Torrent R. J., Neves R. D., Imamoto K.-i. Concrete permeability and durability performance: from theory to field applications. – Boca Raton : CRC Press, 2022. – 543 p.

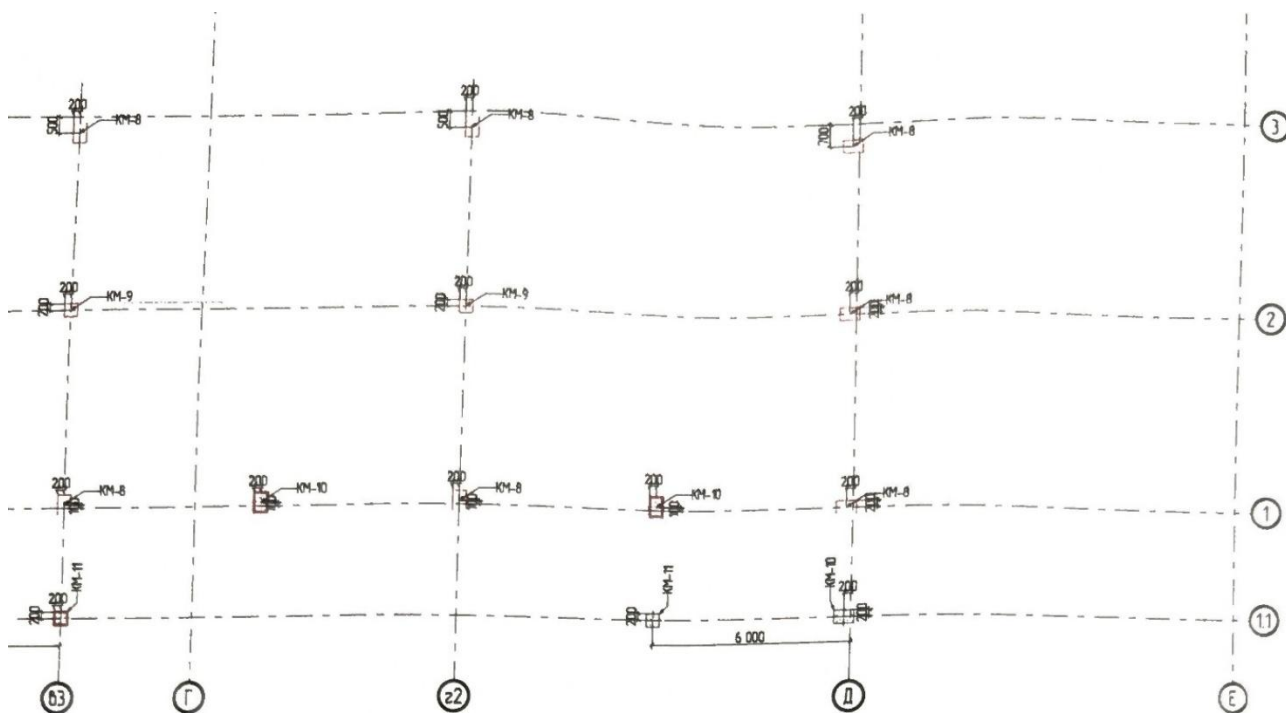


План колон на відм. +3,700



Колони з неквадратними розмірами розміщеня симетрично білям

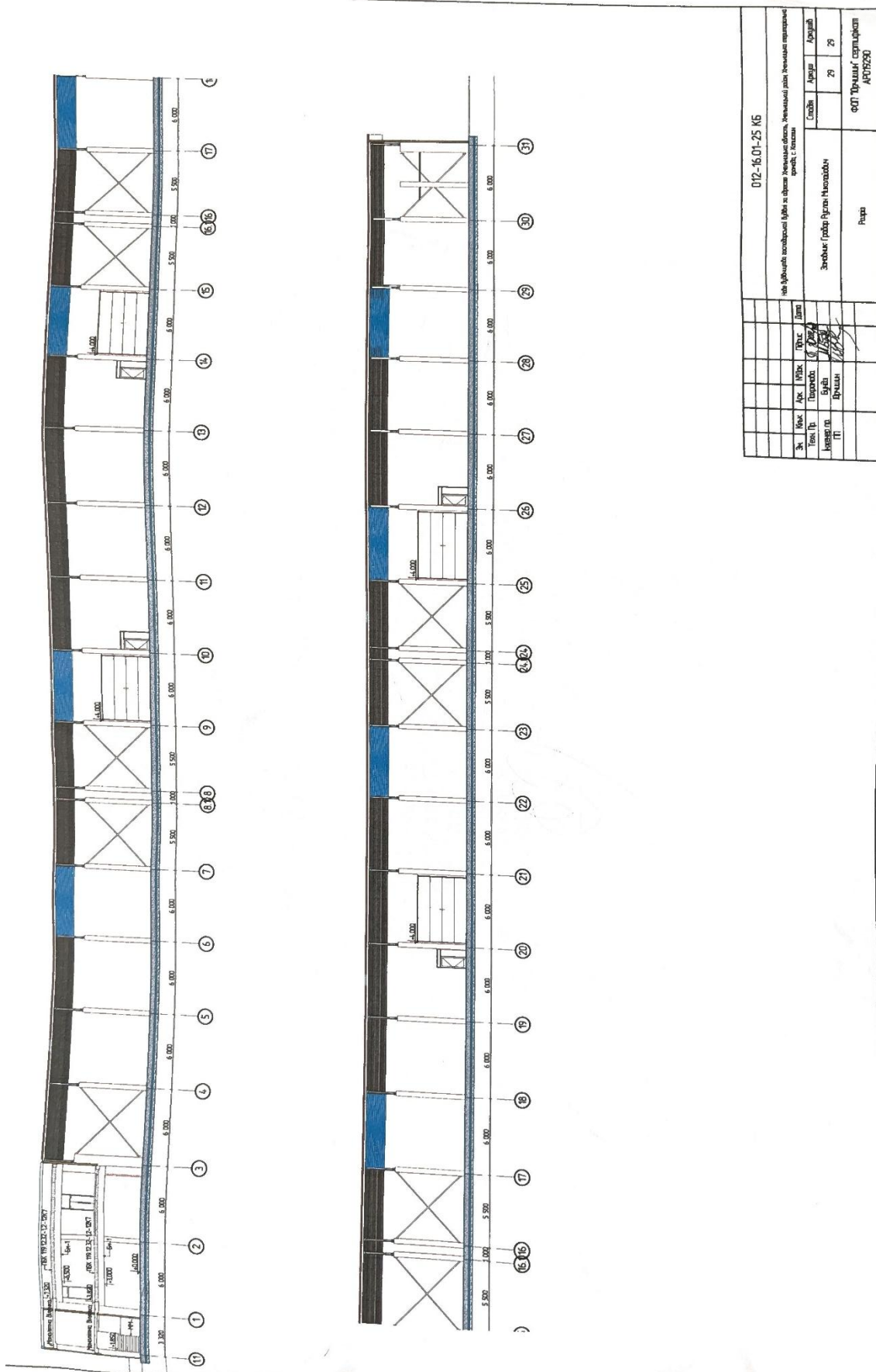
012-16.01-25 КБ	
Нале ділячка господарської будівлі за адресою: Мельницька область, Мельницький район, Мельницька територіальна громада, с. Копилки	
Замовник: Гравар Руслан Миколайович	Архитектор: Архитектор
План колон на відм. +3,700	ФОРТ "Арчизин" сертифікат АР019290

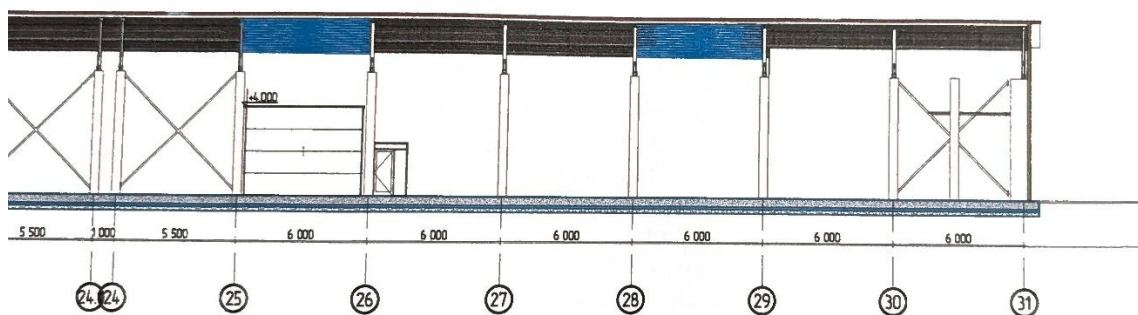
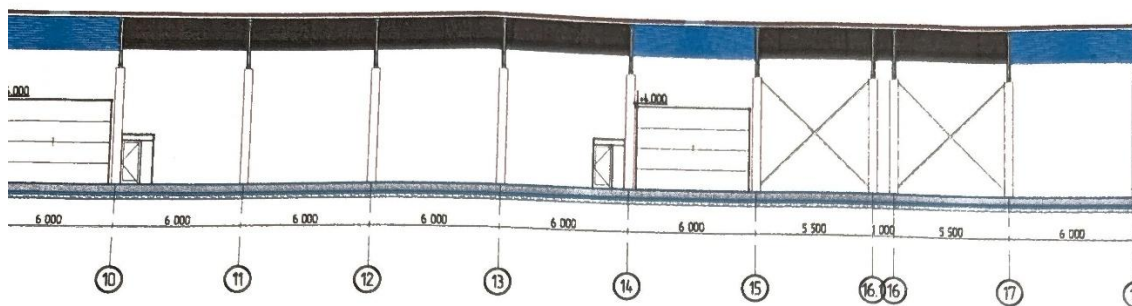


Колони з невказаними розмірами розміщення симетрично вісям

						012-16.01-25 КБ			
						Наве будівництво господарської будівлі за адресою: Хмельницька область, Хмельницький район, Хмельницька територіальна громада, с. Кописин			
Зм.	Кільк.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата	Замовник: Грабар Руслан Миколайович	Стадія	Аркуш	Аркушів
Техн. Пр.		Пахранова		<i>[Signature]</i>					21
Інженер пр.		Бундз		<i>[Signature]</i>		План колон на відм. +3,700	ФОП "Юрчишин" сертифікат АР019290		
ГП		Юрчишин		<i>[Signature]</i>					

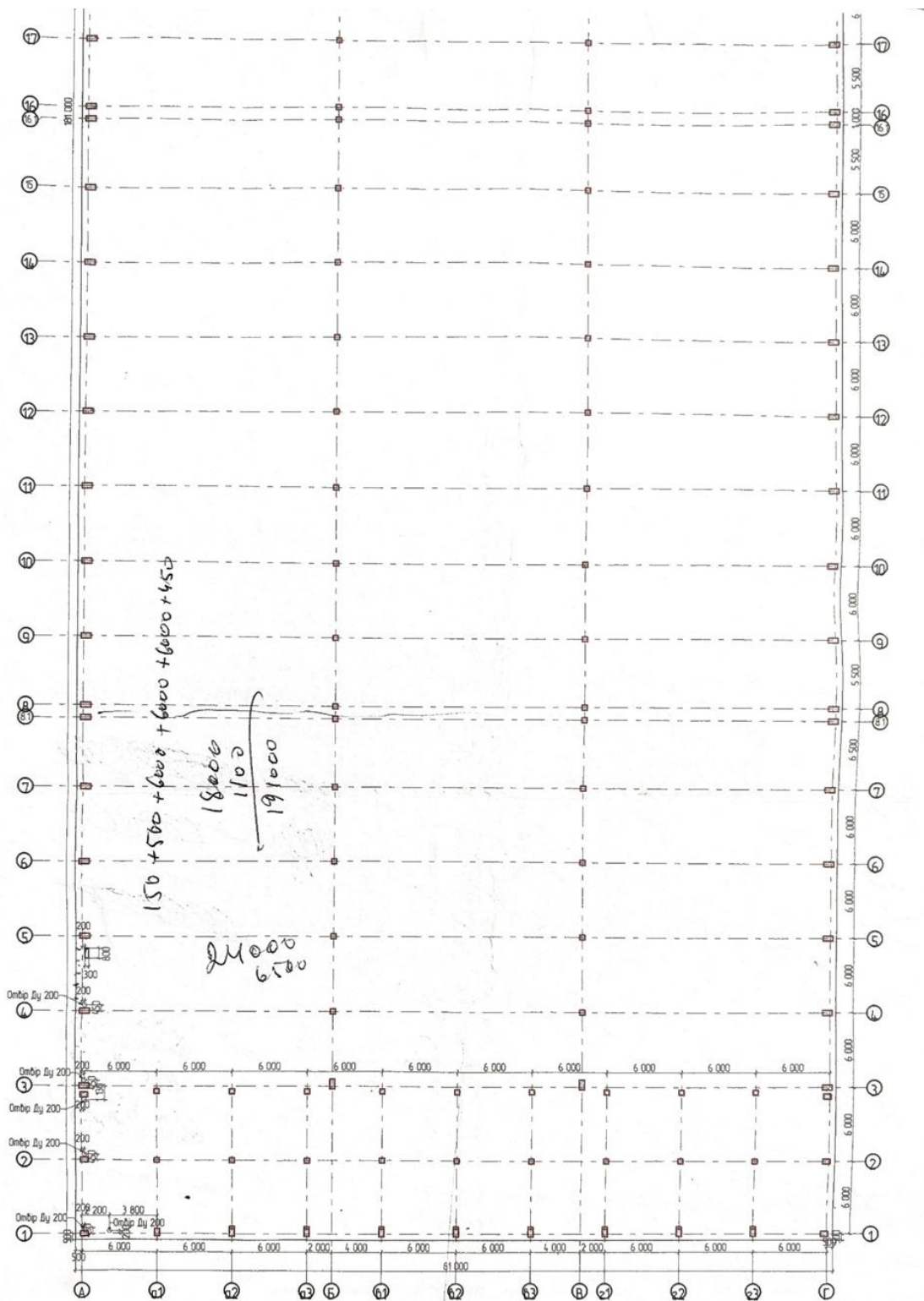
Розрізи будівлі





						012-16.01-25 КБ			
						Назва будівництва: господарської будівлі за адресою: Хмельницька область, Хмельницький район, Хмельницька територіальна громада, с. Копистин			
Зм.	Кільк.	Арок	№Док.	Підпис	Дата	Замовник: Грабар Руслан Миколайович	Сталія	Аркуш	Аркушів
Техн. Пр.		Покрива		<i>Г. Демид</i>				29	29
Інженер по		Будівз		<i>М. Бондар</i>		Розріз	ФОРМ "Юрчишин" сертифікат АР019290		
ГП		Юрчишин		<i>М. Бондар</i>					

Армування фундаментної плити ФМ-1. Опалубні креслення

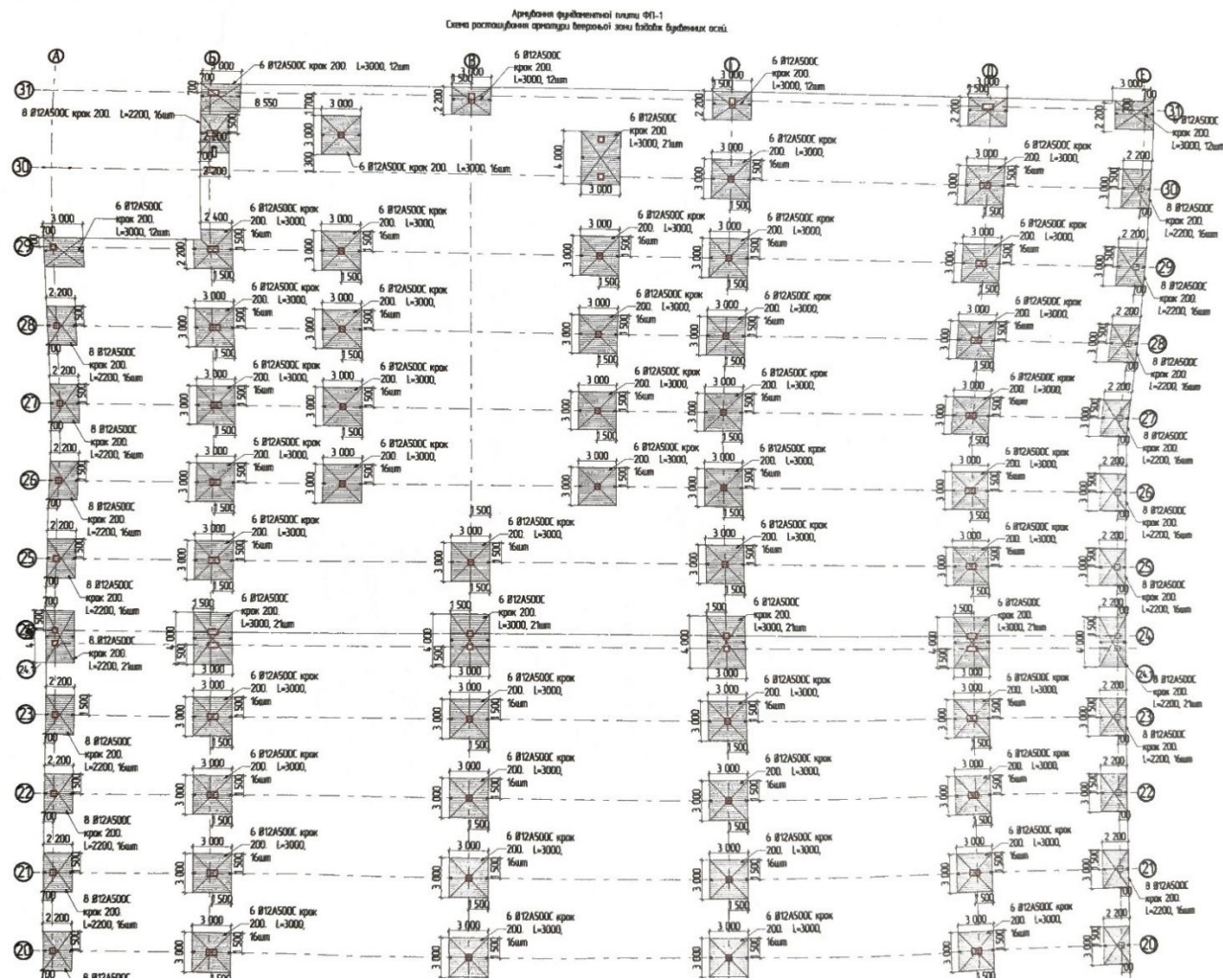


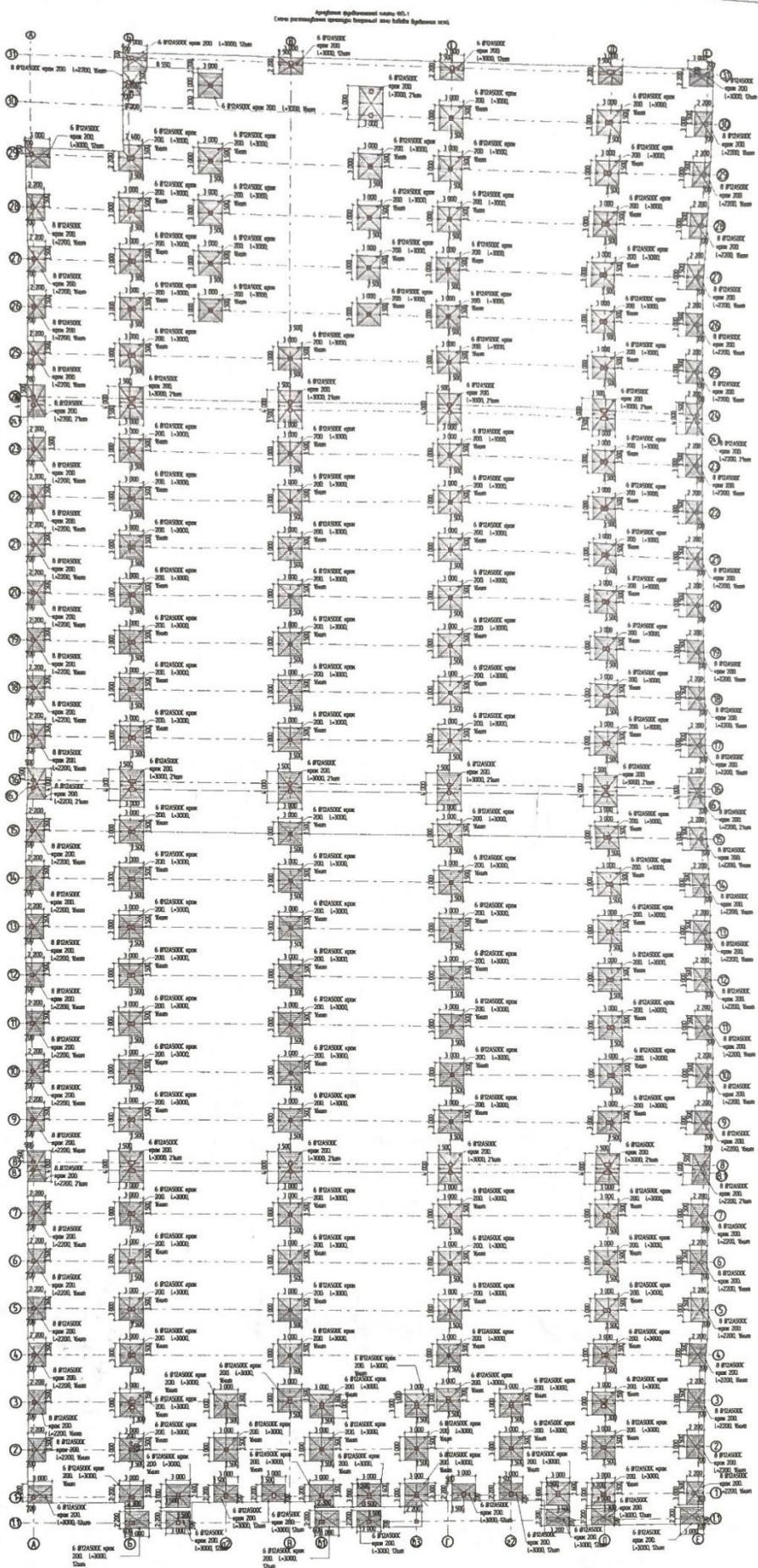
9.0.2024 + 0.6

04.02/2024 КБ					
Назва будівництва будівлі: <small>будівлі спеціального призначення</small>					
Эк.	Кільк.	Арк.	№ Док.	Підпис.	Дата
Техніч. Пр.	Покращена	Будівля	№ 150	<i>[Signature]</i>	
Інженер по ГП	Юрчишин			<i>[Signature]</i>	
Замовник: Грабов Руслан Миколайович				Сталія	Аркуші
					12
Армування фундаментної плити ФМ-1 Опалубні креслення				ФОП "Юрчишин" сертифікат АР019290	

Додаток Д

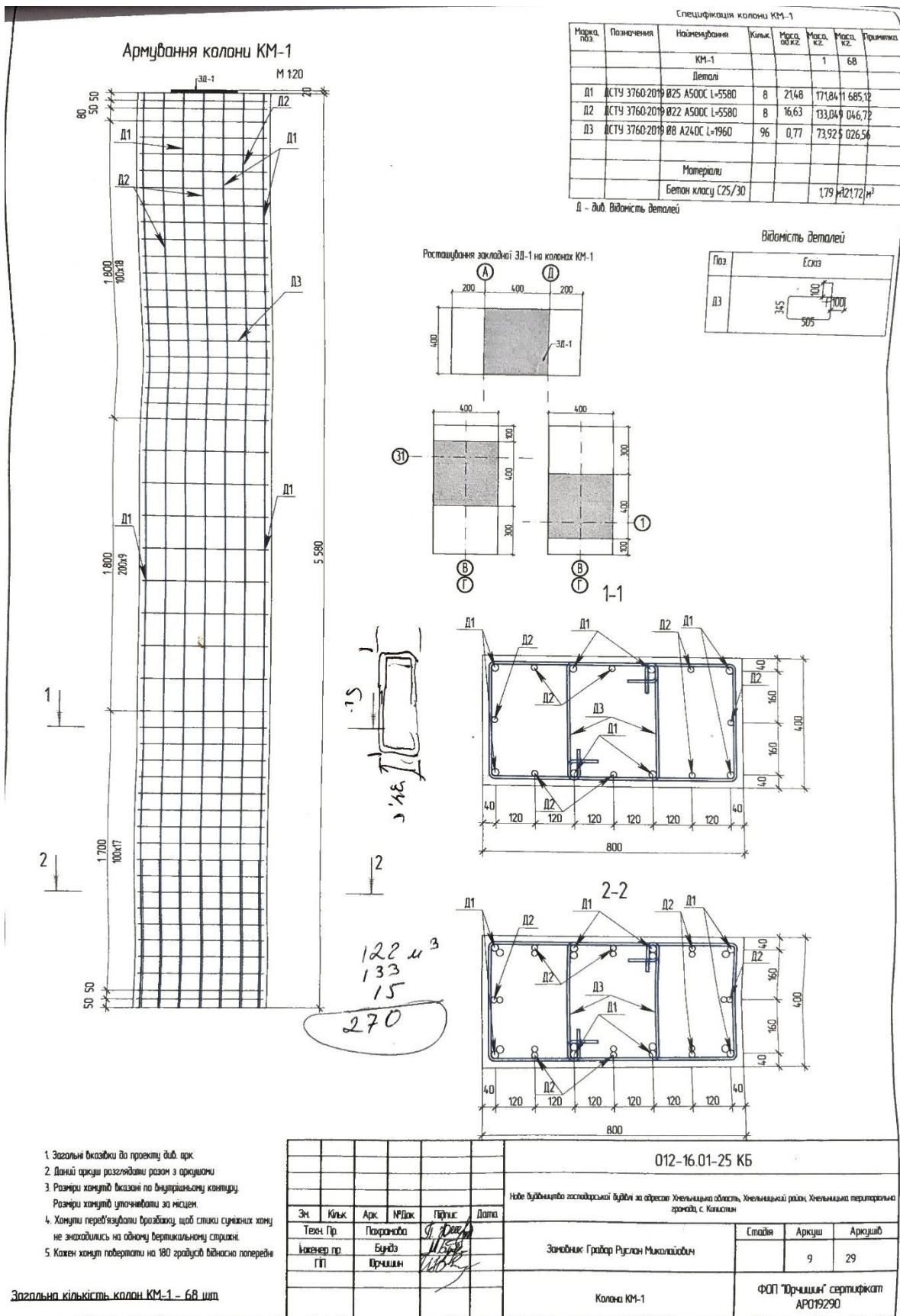
Армування фундаментної плити





№ 01.1-01.1-01.1		01.1-01.1-01.1	
Исполн.	Провер.	Исполн.	Провер.
Иванов И.И.	Петров П.П.	Иванов И.И.	Петров П.П.
Дата	Дата	Дата	Дата
11	11	11	11
Этаж: 1 Этаж: 2 Этаж: 3 Этаж: 4 Этаж: 5 Этаж: 6 Этаж: 7 Этаж: 8 Этаж: 9 Этаж: 10 Этаж: 11 Этаж: 12 Этаж: 13 Этаж: 14 Этаж: 15 Этаж: 16			
Этаж: 16 Этаж: 17 Этаж: 18 Этаж: 19 Этаж: 20			
Этаж: 21 Этаж: 22 Этаж: 23 Этаж: 24 Этаж: 25 Этаж: 26 Этаж: 27 Этаж: 28 Этаж: 29 Этаж: 30			
Этаж: 31 Этаж: 32 Этаж: 33 Этаж: 34 Этаж: 35 Этаж: 36 Этаж: 37 Этаж: 38 Этаж: 39 Этаж: 40			
Этаж: 41 Этаж: 42 Этаж: 43 Этаж: 44 Этаж: 45 Этаж: 46 Этаж: 47 Этаж: 48 Этаж: 49 Этаж: 50			
Этаж: 51 Этаж: 52 Этаж: 53 Этаж: 54 Этаж: 55 Этаж: 56 Этаж: 57 Этаж: 58 Этаж: 59 Этаж: 60			
Этаж: 61 Этаж: 62 Этаж: 63 Этаж: 64 Этаж: 65 Этаж: 66 Этаж: 67 Этаж: 68 Этаж: 69 Этаж: 70			
Этаж: 71 Этаж: 72 Этаж: 73 Этаж: 74 Этаж: 75 Этаж: 76 Этаж: 77 Этаж: 78 Этаж: 79 Этаж: 80			
Этаж: 81 Этаж: 82 Этаж: 83 Этаж: 84 Этаж: 85 Этаж: 86 Этаж: 87 Этаж: 88 Этаж: 89 Этаж: 90			
Этаж: 91 Этаж: 92 Этаж: 93 Этаж: 94 Этаж: 95 Этаж: 96 Этаж: 97 Этаж: 98 Этаж: 99 Этаж: 100			

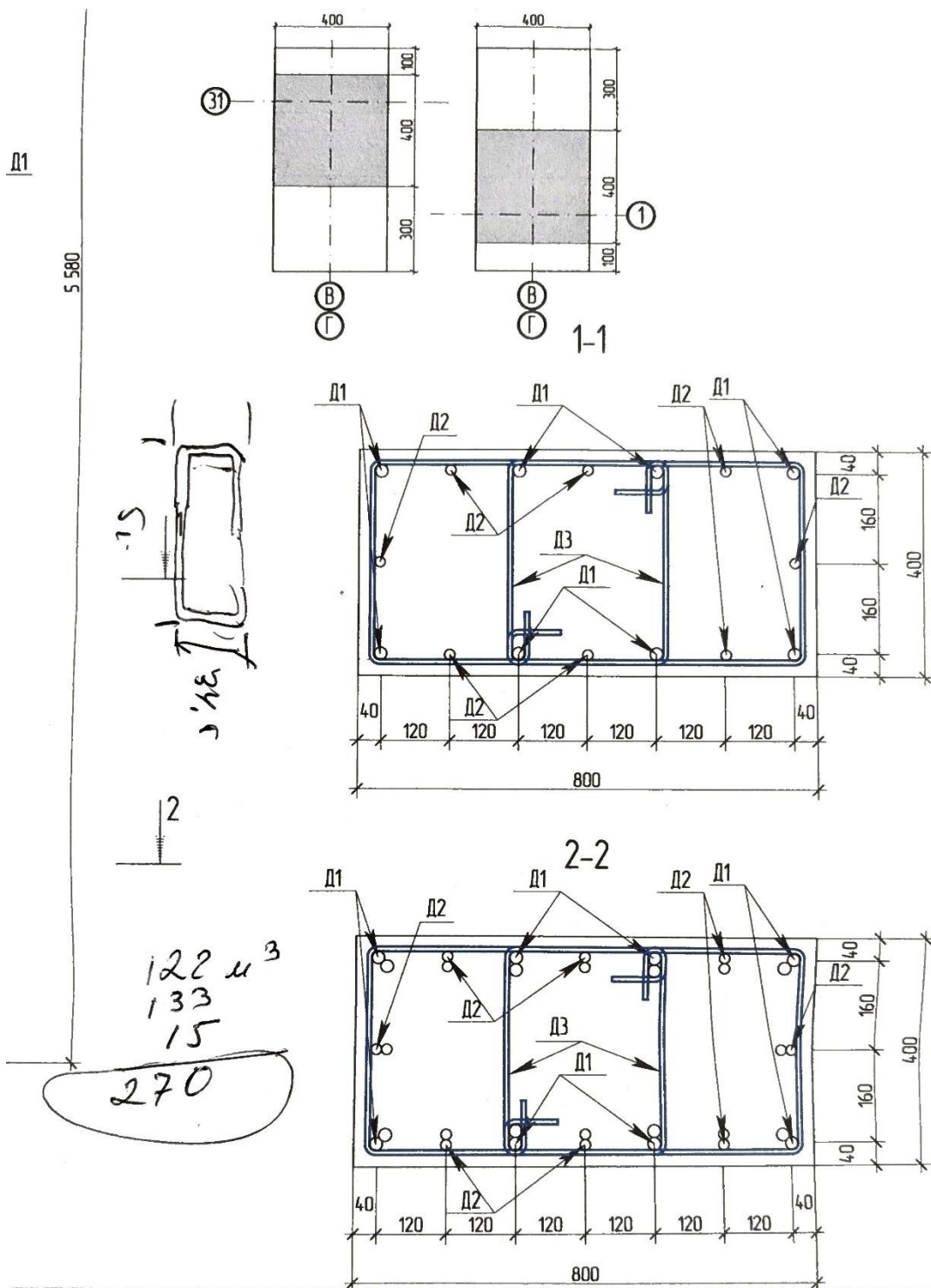
Армування колон та елементів каркасу



1. Загальні вказівки до проекту діаб. арк.
2. Дані аркуші розглядати разом з аркушами
3. Розміри хвостів вказані по внутрішній контуру. Розміри хвостів уточнювати за місцем.
4. Хвосту переб'язувати брешкою, щоб стики суміжних хвостів не знаходились на одному вертикальному напрямку.
5. Кожен хвіст повертати на 180 градусів відносно попереднього.

Загальна кількість колон КМ-1 - 68 шт.

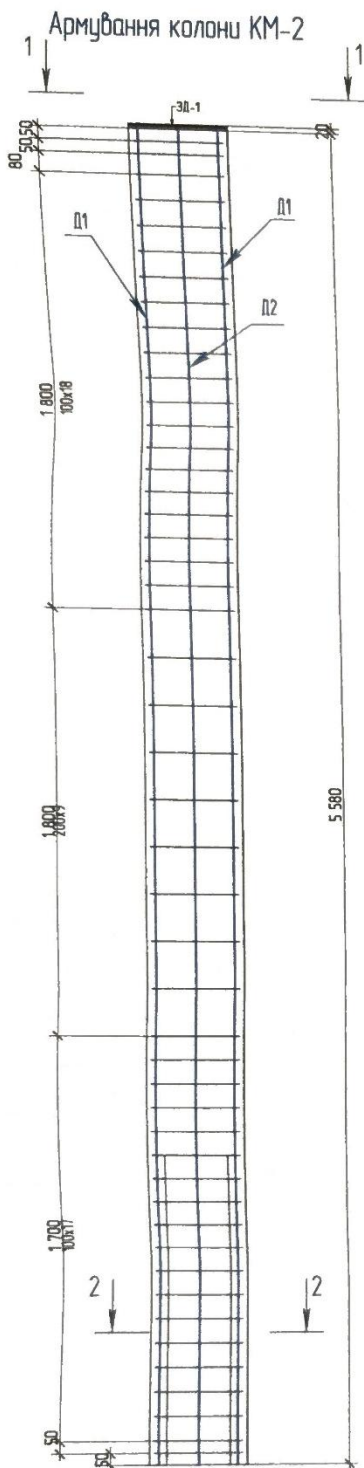
012-16.01-25 КБ					
Наві будівництво господарської будівлі за адресою Хмельницька область, Хмельницький район, Хмельницька територіальна громада, с. Копистин					
Зм.	Кільк.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата
Техніч. Пр.		Паромітова		<i>С. Демчук</i>	
Інженер по ГП		Бундз		<i>М. Бундз</i>	
		Прийшлин		<i>В. Пришлин</i>	
Зачеписник: Грабар Руслан Миколайович				Сторінка	Аркуші
Колони КМ-1				9	29
				ФОП "Юрчишин" сертифікат АР019290	



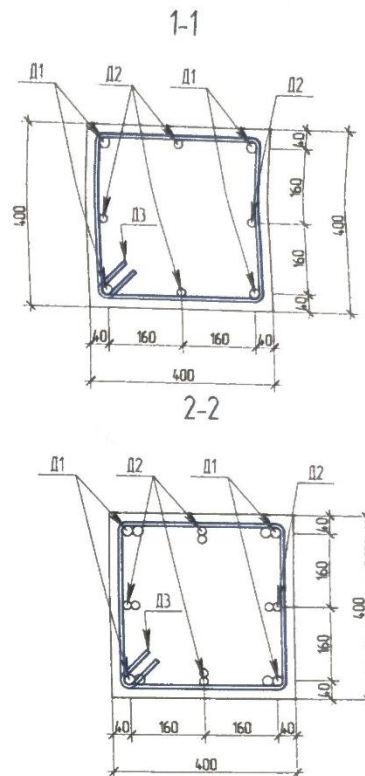
						012-16.01-25 КБ			
						Назва будівництва господарської будівлі за адресою: Хмельницька область, Хмельницький район, Хмельницька територіальна громада, с. Колястин			
Зм.	Кільк.	Арк.	№Док.	Піріс	Дата	Замовник: Грабар Руслан Миколайович	Стадія	Аркуш	Аркушів
Техн. Пр.		Похромоба		<i>Г. Довгала</i>				9	29
Інженер пр.		Бундз		<i>М. Бундз</i>		Колана КМ-1	ФОП "Юрчишин" сертифікат АРО19290		
ГП		Юрчишин		<i>М. Юрчишин</i>					

Специфікація колон КМ-2

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса, об'єд.	Маса, кг.	Маса, кг.	Примітка
		КМ-2				1	60
		Деталі					
Д1	ДСТУ 3760:2019	Ø25 А500С L=5580	4	2148	85,92	5 85,2	
Д2	ДСТУ 3760:2019	Ø22 А500С L=5580	4	16,63	66,52	3 991,2	
Д3	ДСТУ 3760:2019	Ø8 А240С L=1600	48	0,63	30,24	1 816,4	
		Матеріали					
		Бетон класу С25/30				0,89 м³	53,4 м³



Д - дія Відомість деталей



Відомість деталей

Поз.	Екзамп.
Д3	

122

1. Загальні вказівки до проекту діб. арк.
2. Дані аркуші розглядати разом з аркушами.
3. Розміри хомутів вказані по внутрішньому контуру. Розміри хомутів уточнювати за місцем.
4. Хомуту переважувати вразомку, щоб стики сусідніх хому не знаходились на одному вертикальному стрижні.
5. Кожен хомут повертати на 180 градусів відносно попередня.

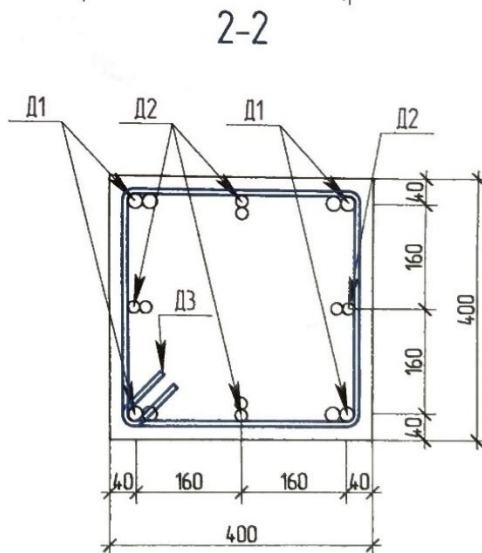
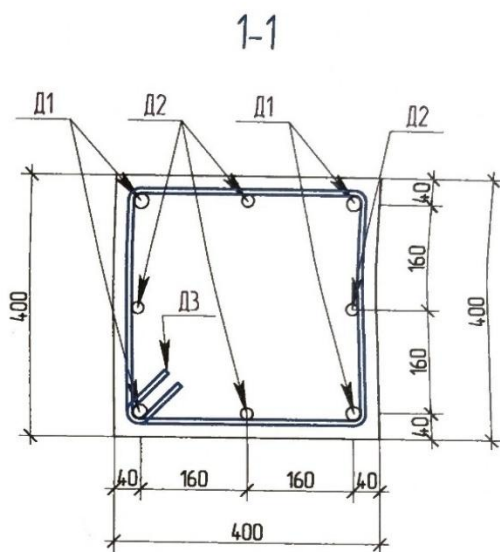
Загальна кількість колон КМ-2 - 60 шм

						012-16.01-25 КБ		
						Назва будівництва: загальноосвітній будинок за адресою Житомирська область, Житомирський район, Житомирська територіальна громада, с. Копистин		
Зм.	Кільк.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата	Стаття	Аркуші	Аркушів
Техн. Пр.		Покривоноба		<i>[Signature]</i>			10	29
Інженер пр. ГП		Бурда		<i>[Signature]</i>				
		Врншин		<i>[Signature]</i>				
						Заповічник: Грабар Руслан Миколайович		
						Колонна КМ-2		
						ФОП "Юрчишин" сертифікат АР019290		

Специфікація колони КМ-2

Марка, пвз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса, од.кз.	Маса, кг.	Маса, кг.	Примітка
		КМ-2				1	60
		Деталі					
Д1	ДСТУ 3760:2019	Ø25 А500С L=5580	4	21,48	85,92	5 155,2	
Д2	ДСТУ 3760:2019	Ø22 А500С L=5580	4	16,63	66,52	3 991,2	
Д3	ДСТУ 3760:2019	Ø8 А240С L=1600	48	0,63	30,24	1 814,4	
		Матеріали					
		Бетон класу С25/30			0,89 м ³	53,4 м ³	

Д - див. Відомість деталей

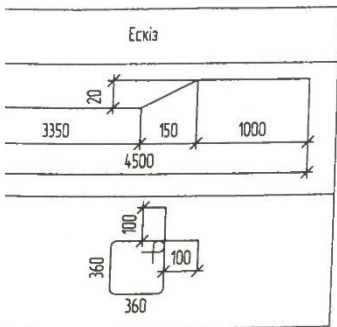


Відомість деталей

Поз.	Ескіз
Д3	

127

Відомість деталей

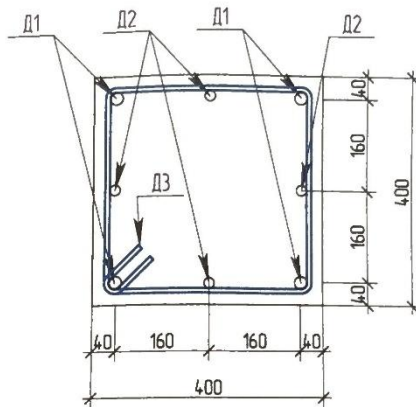


Специфікація колони КМ-3

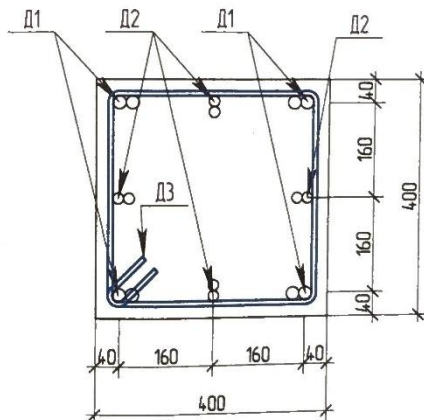
Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса, од.кг.	Маса, кг.	Маса, кг.	Примітка
		КМ-3			1	4	
		Деталі					
Д1	ДСТУ 3760:2019	Ø18 А500С L=4500	4	9,0	36	144	
Д2	ДСТУ 3760:2019	Ø16 А500С L=4500	4	7,11	28,44	113,76	
Д3	ДСТУ 3760:2019	Ø8 А240С L=1600	23	0,63	14,49	57,96	
		Матеріали					
		Бетон класу С25/30			0,48 м³	152 м³	

Д - вид. Відомість деталей

1-1



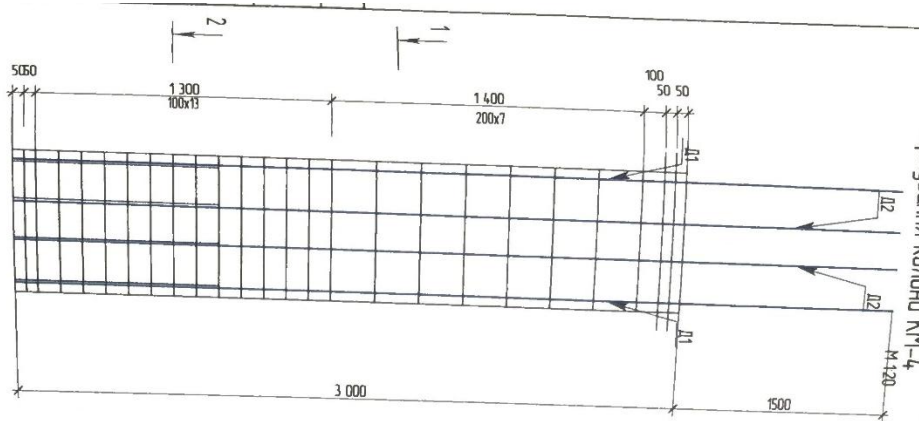
2-2



1. Загальні вказівки до проекту див. арк.
2. Даний аркуш розглядати разом з аркушами
3. Розміри хомутів вказані по зовнішньому контуру.
Розміри хомутів уточнювати за місцем.
4. Хомути перев'язувати брозбіжкою, щоб стики суміжних хомутів не знаходились на одному вертикальному стрижні.
5. Кожен хомут повертати на 180 градусів відносно попереднього.

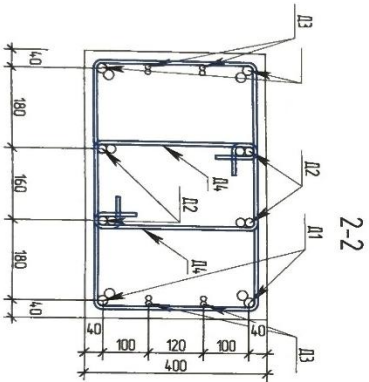
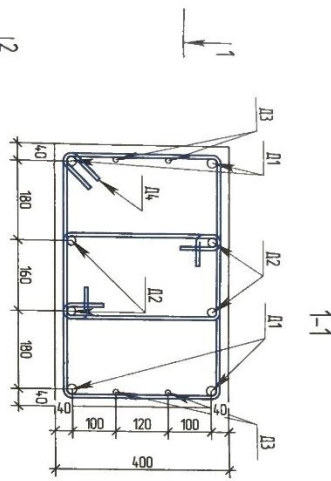
						012-16.01-25 КБ			
						Нове будівництво господарської будівлі за адресою: Хмельницька область, Хмельницький район, Хмельницька територіальна громада, с. Копистин			
Зм.	Кільк.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата	Замовник: Грабар Руслан Миколайович	Ставля	Аркуш	Аркушів
Техн. Пр.		Пахомова		<i>[Signature]</i>				11	29
Інженер пр.		Бундз		<i>[Signature]</i>					
ГІП		Юрчишин		<i>[Signature]</i>					
						Колана КМ-3	ФОРМ "Юрчишин" сертифікат АРО19290		

Адмудбонья колонну КМ-4



Таб	Сезу
D1	3350
D2	4500
D3	150
D4	1000

Резерв диаметра по заданным нормам



Марка бетона	Расчетная марка	Нормативная марка	Класс бетона	Марка бетона	Марка бетона	Примечание
		КМ-4		1	1	
		Детали				
D1	BC19 3760/2019	B18 A500C 1-4500	4	9,0	3,6	50%
D2	BC19 3760/2019	B18 A500C 1-4500	4	9,0	3,6	50%
D3	BC19 3760/2019	B12 A500C 1-4500	4	4,01	16,04	224,56
D4	BC19 3760/2019	B8 A200C 1-2040	23	0,96	22,08	309,12
		Нормативная марка				
		Бетон класса B25/B30				

1. Заданы размеры до проекции для стержней.
2. Даны размеры расположения стержней в сечении.
3. Размеры стержней указаны по заданным нормам.
4. Указаны нормативные значения для стержней.
5. Критерии выбора марок бетона по заданным нормам.

№ п/п	Значение	Единица	Длина
3х	Коллектор	шт	1000
Техн. Тр.	Технический	шт	1000
Каналы по	Каналы	шт	1000
ТТ	Технический	шт	1000

Итого: 012-16.01-25 КБ

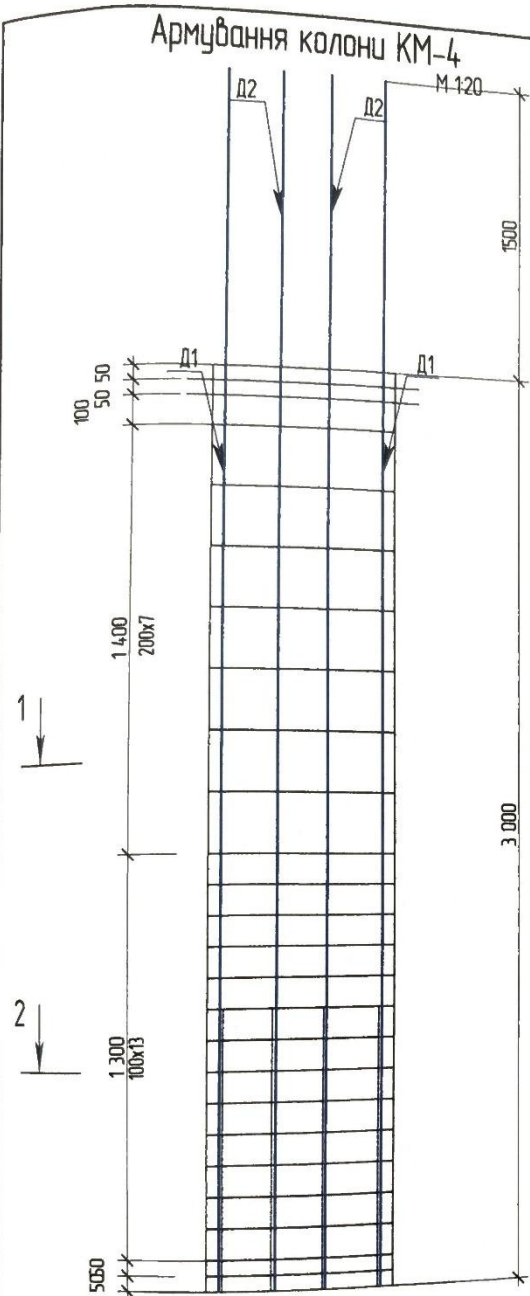
Экземпляр: Гродно, Руденко, Николай

Копия КМ-4

Ф01 "Прямой" сертификат АР019290

Заданы размеры колонны КМ-4 - 1х, 1х

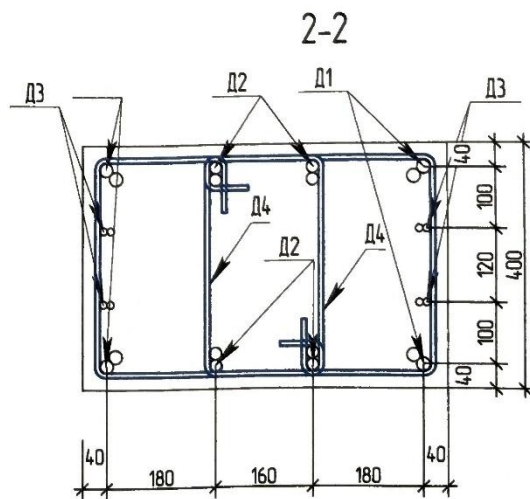
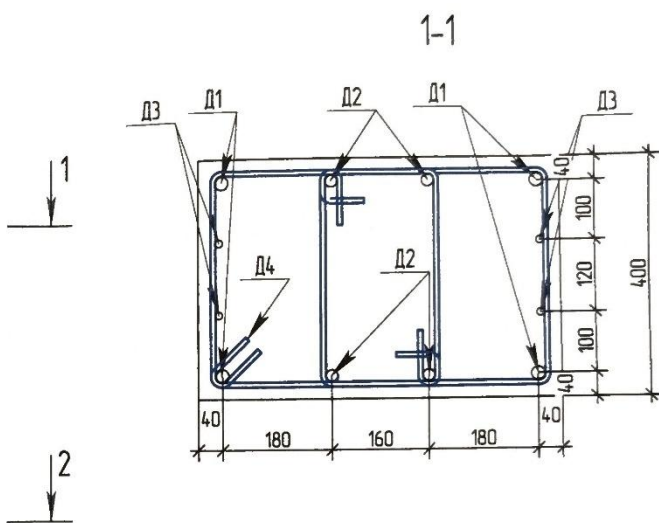
Армування колони КМ-4



Відомість деталей

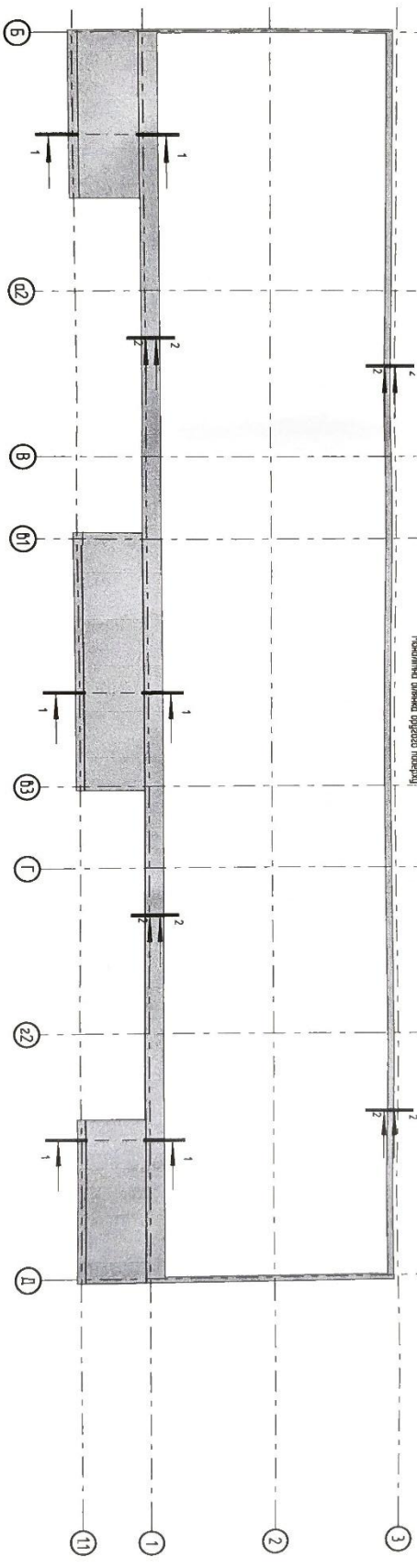
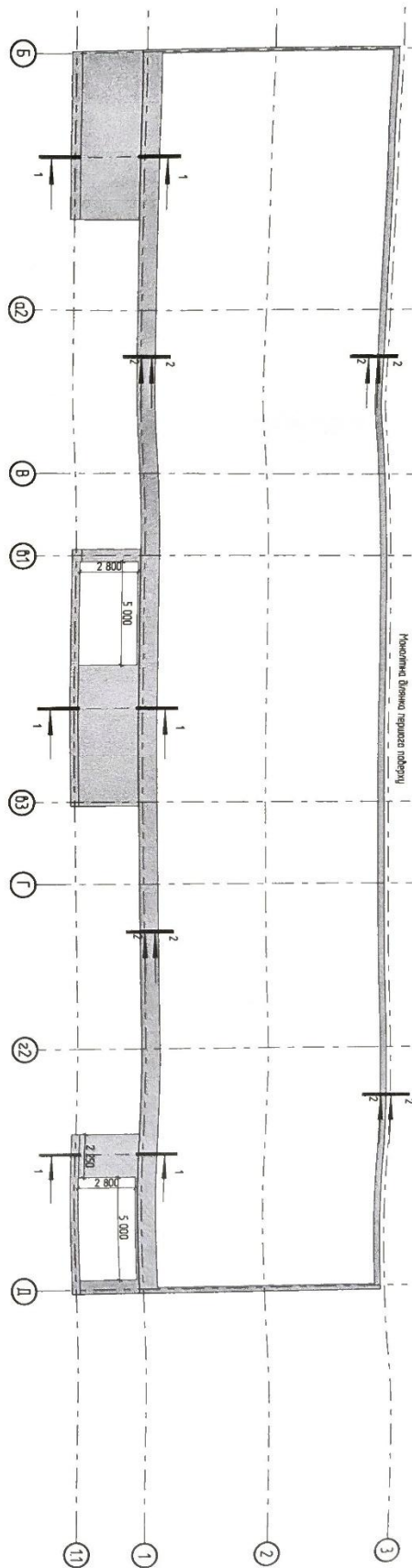
Поз.	Ескіз
Д1 Д2 Д3	
Д4	

Розміри вказані по зовнішній грані

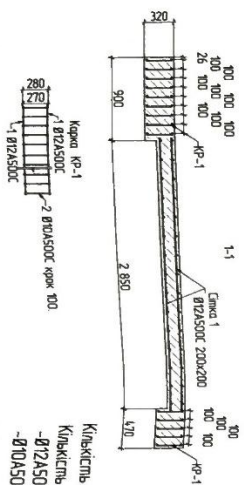


Згідно кількості колон КМ-4 - 14 шт

Влаштування монолітних ділянок



2-2



Кількість арматури Ø12A500C на сітку С1 - 84,8 м.п. (755,4 кг)
 Кількість арматури на КР-1
 - Ø12A500C - 8 289,2 м.п. (7 360,8 кг)
 - Ø10A500C - 1 881,0 м.п. (1 560,6 кг)
 Кількість бетону кл. С20/25 на монолітні ділянки 83,1 м³

Зм.	Клас	Аж.	Мілк.	Піпс.	Діпс.	Спеція	Архив.	Архив.
Ген. Др.	Подокода	Врхдз	Пр-шин				20	29
ГП								

Необхідно заповнити будівлі за адресою: Хмельницька обл., Хмельницький район, Хмельницький міський район, с. Білозілля

Завдання: Робота Проект. Укладання

Виконав: [Signature]

Влаштовані монолітні ділянки

ФДП Пр-шин, Сертифікат АРП9290

012-16.01-25 КБ