

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА ІМ. О. М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА,  
ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

**КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: **МОЛОДША ШКОЛА У м. МАКАРІВ**

Виконав: студент 4 курсу, групи ПЦБ-2022-1  
Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія  
ОП «Промислове та цивільне будівництво»

 Многодетна А.Д.

Керівник



(підпис)

Калмиков О. О.

Рецензент



(підпис)

Резнік П. А.

Харків  
2026

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

НН Інститут Будівництва, землеустрою та цивільної інженерії  
Кафедра будівельних конструкцій  
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр  
Галузь знань – 19 Архітектура та будівництво  
Спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри БК  
к.т.н., доц. Спіранде К.В.  
«01» червня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

**МАНТИК СВІТЛАНІ ВОЛОДИМИРІВНІ**

1. Тема проекту: Молодша школа м. Макарів .

Керівник проекту : к.т.н., доц. Калмиков Олег Олександрович затверджені  
наказом вищого навчального закладу від “ 26 ” травня 2026 року № 447-03

2. Строк подання студентом проекту (роботи): “ 15 ” червня 2026 року.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) : генеральний план з прив'язкою до місцевості,  
інженерно-геологічні вишукування, архітектурно-планувальні та конструктивні  
рішення будівлі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно  
розробити): архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна  
частина, розділ технології будівельного виробництва, охорони праці на  
будівельному майданчику

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):  
генеральний план, фасади, плани та розрізи будівлі; креслення фундаментів із  
блоків ФБС, монолітних поясів, плит перекриття та вузлів; технологічна карта і  
будівельний генеральний план.

## 6. Консультанти розділів проекту

| Розділ                                          | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата                                                                         |                                                                                      |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 |                                           | завдання видав                                                                       | завдання прийняв                                                                     |
| Архітектурно-будівельний                        | доц. Калмиков О. О.                       |   |   |
| Розрахунково-конструктивний (підземна)          | доц. Александрович В.А.                   |   |   |
| Розрахунково-конструктивний (надземна)          | доц. Калмиков О. О.                       |   |   |
| Технологічні рішення та організація будівництва | проф. Ватуля Г.Л.                         |   |   |
| Охорона праці                                   | доц. Косенко Н.О.                         |   |   |
| Нормоконтроль                                   | доц. Пустовойтова О.М.                    |  |  |

7. Дата видачі завдання: 01 червня 2026 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту                 | Строк виконання етапів | Примітка |
|-------|-------------------------------------------------|------------------------|----------|
| 1.    | Архітектурно-будівельний                        | 01.06.26 – 10.06.26    | виконано |
| 2.    | Розрахунково- конструктивний (підземна)         | 05.06.26 – 15.06.26    | виконано |
| 3.    | Розрахунково- конструктивний (надземна)         | 05.06.26 – 15.06.26    | виконано |
| 4.    | Технологічні рішення та організація будівництва | 05.06.26 – 15.06.26    | виконано |
| 5.    | Охорона праці                                   | 10.06.26 – 15.06.26    | виконано |
| 6.    | Нормоконтроль                                   | 15.06.26 – 20.06.26    | виконано |

Студент



Многодетна А.Д.

Керівник проекту



Калмиков О. О.

## ЗМІСТ

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| РОЗДІЛ 1:АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....                                               | 6  |
| 1.1Початкові дані .....                                                                     | 6  |
| 1.2 Генеральний план.....                                                                   | 7  |
| 1.3 Об'ємно-планувальне рішення .....                                                       | 9  |
| 1.4 Конструктивне рішення.....                                                              | 16 |
| РОЗДІЛ 2 : РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....                                          | 19 |
| 2.1 Основи та фундаменти.....                                                               | 19 |
| 2.1.1 Аналіз інженерно-геологічних особливостей майданчика будівництва.....                 | 19 |
| 2.1.2 Нормативні та розрахункові характеристики фізико-механічних властивостей ґрунтів..... | 20 |
| 2.2.3 Оцінка ґрунтового шару як природної основи.....                                       | 23 |
| 2.2 Розрахунок конструкцій будівлі .....                                                    | 23 |
| 2.2.1 Розрахунок фундаменту.....                                                            | 23 |
| 2.2.2 Збір навантажень .....                                                                | 28 |
| 2.2.2.1 Снігове та вітрове навантаження.....                                                | 29 |
| 2.2.3 Розрахунок ферми .....                                                                | 31 |
| 2.2.4 Розрахунок монолітного перекриття та колони .....                                     | 35 |
| РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА .....                                         | 37 |
| 3.1 Обґрунтування методів виконання робіт та вихідні інженерно-геологічні умови             | 37 |
| 3.2 Підготовчий період та геодезичні розбивні роботи .....                                  | 37 |
| 3.3 Технологічний процес розробки котловану та механізована виїмка ґрунту .....             | 38 |
| 3.4 Опалубні роботи: типи опалубки, монтаж та демонтаж .....                                | 40 |

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.5 Монтаж несучих ферм покриття .....                                                                 | 41 |
| 3.6 Армування монолітних залізобетонних конструкцій каркаса .....                                      | 43 |
| 3.8 Штукатурні роботи .....                                                                            | 46 |
| 3.9 Малярні роботи .....                                                                               | 47 |
| 3.10 Влаштування підлог .....                                                                          | 48 |
| РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....                                                                          | 51 |
| 4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні .....                                            | 51 |
| 4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті<br>проєктування.....                | 51 |
| 4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті<br>проєктування.....                 | 53 |
| 4.4Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів<br>щодо покращення умов праці | 55 |
| 4.5 Висновки .....                                                                                     | 60 |
| Перелік використаних літературних джерел.....                                                          | 62 |

## РОЗДІЛ 1:АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Початкові дані

Місце будівництва: м Макарів, Київська область;

Площа забудови –  $4109 \text{ м}^2 = 0.4109 \text{ га}$ ;

Ступінь відповідальності – СС1, коефіцієнт надійності за відповідальністю 1.0;

Згідно ДБН В.1.2-2: 2006 «Навантаження і впливи» [8] і ДСТУ-Н Б В.1.1.27: 2010 «Будівельна кліматологія» [32]:

Місце будівництва знаходиться у І кліматичному районі, згідно з ДБН

В.2.6-31:2006 "Теплова ізоляція будівель";

Вітровий тиск – 390 Па;

Нормативне снігове навантаження – 1550 Па; Найбільша висота снігового покриву – 44 см;

Кількість опадів за добу (максимальна) – 64 мм.

Розрахункова температура зовнішнього повітря в зимовий період –  $22^{\circ}\text{C}$ ;

Температурна зона України – І

Напрямок вітрів – північно-західний, західний.

Ділянка робіт по сукупності факторів вказаних в ДБН А.2.1-1-2008 відноситься до ІІ (середньої складності) категорії складності інженерно-геологічних умов.

За технічними умовами будівля забезпечується опаленням і вентиляцією, холодною і гарячою водою, каналізацією, системою охоронної сигналізації, електроенергією.

Візуалізація проектуваного будинку наведена на рис. 1.1.

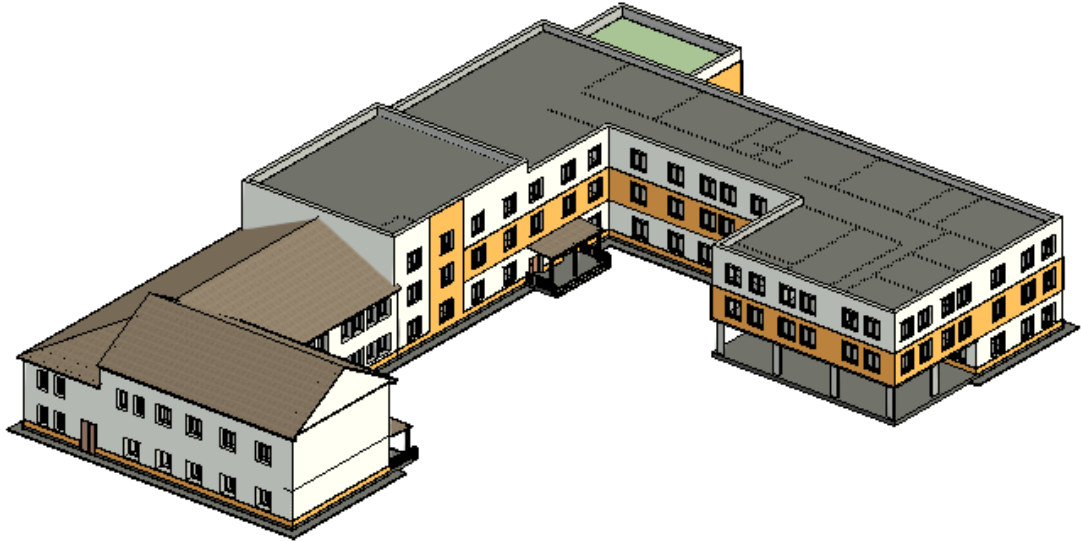


Рисунок 1.1 – Візуалізація будівлі

## **1.2 Генеральний план**

Об'єкт розташований по вулиці Освіти, 5, смт Макарів, Бучанський район, Київська область розташований Макарівський ліцей №1 Макарівської селищної ради Бучанського району Київської області; територія ліцею розташована у центральній частині смт Макарів, у межах сформованої громадської та житлової забудови. Поряд знаходяться адміністративні установи, торговельні об'єкти та житлова малоповерхова забудова. Під'їзд до території здійснюється з боку вулиці Освіти та прилеглих місцевих вулиць. (див. рис. 1.2).

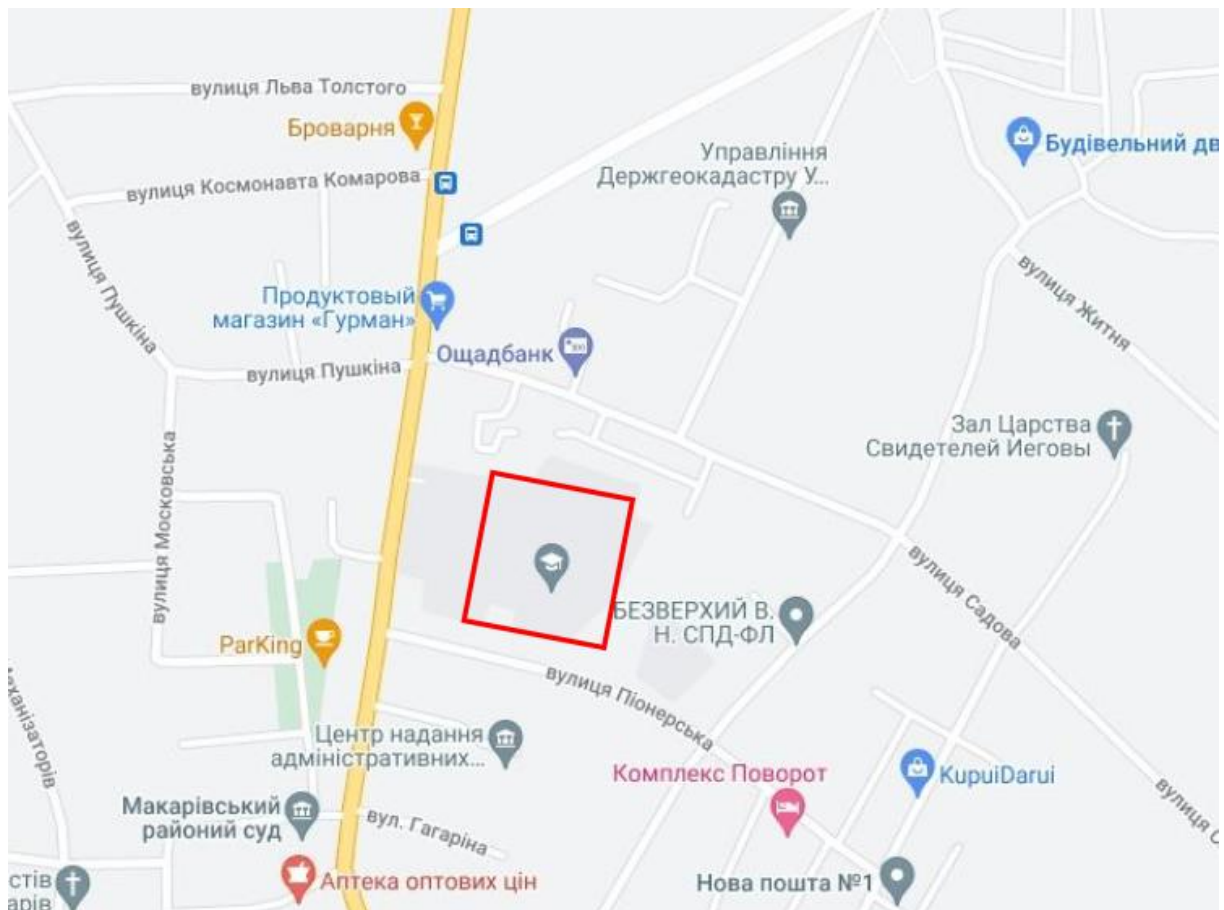


Рисунок 1.2 – Ситуаційна схема

Будівля має в плані складну форму, з розмірами в головних осях 61,6х86,93 м. Головний вхід буде розташовуватися в Західній частині будівлі, де знаходиться історична корпус ліцею до якої буде проєктуватися прибудова.

Рельєф ділянки спокійний, слабохвилястий, із незначними перепадами абсолютних відміток. Територія розташована в межах північно-східного схилу Українського кристалічного щита та приурочена до лесової рівнини. Загальний ухил поверхні простежується у напрямку пониження рельєфу місцевості, що забезпечує природний поверхневий стік атмосферних вод. Ерозійні форми рельєфу та значні деформації поверхні в межах ділянки відсутні.

У геоморфологічному відношенні ділянка складена лесовими породами (супісками) та алювіальними відкладами (пісками) першої надзапавної тераси верхньонеоплейстоценового віку. Поверхня території переважно перекрита сучасним насипним ґрунтом змінної потужності, представленим супіском сірувато-

бурого кольору з включеннями піску, дресви пісковика та будівельного сміття до 10 %. У результаті техногенного впливу поверхня частково спланована, однак несприятливі фізико-геологічні процеси, такі як зсуви, карстові явища чи підтоплення, на момент досліджень не виявлені.

Характеристика існуючої забудови, до якої проєктується прибудова, представлена двоповерховою безпідвальною будівлею складної, наближеної до Г-подібної форми у плані. Конструктивна схема будівлі — стінова, з несучими зовнішніми та внутрішніми поздовжніми і поперечними стінами, що забезпечують просторову жорсткість та стійкість споруди. Будівля зведена орієнтовно у 1927–1933 роках та належить до історично сформованої забудови району.

Існуюча будівля експлуатується тривалий час, її об'ємно-планувальні та конструктивні рішення характерні для цивільної забудови першої половини ХХ століття. Проєктована прибудова передбачається з урахуванням архітектурних, конструктивних та планувальних особливостей існуючої споруди.

### **1.3 Об'ємно-планувальне рішення**

Основою об'ємно-планувального рішення житлової будівлі є схема з несучими поперечними стінами, виконаними з силікатної цегли. Будинок має розміри в осях 61,6х86,93 м. Будівля трьохповерхова без підвала. Для учнів та працівників школи і відвідувачів вхід організований через центральний вхід з освітленими сходами. Проєктування будівлі здійснювалося з урахуванням існуючої забудови.



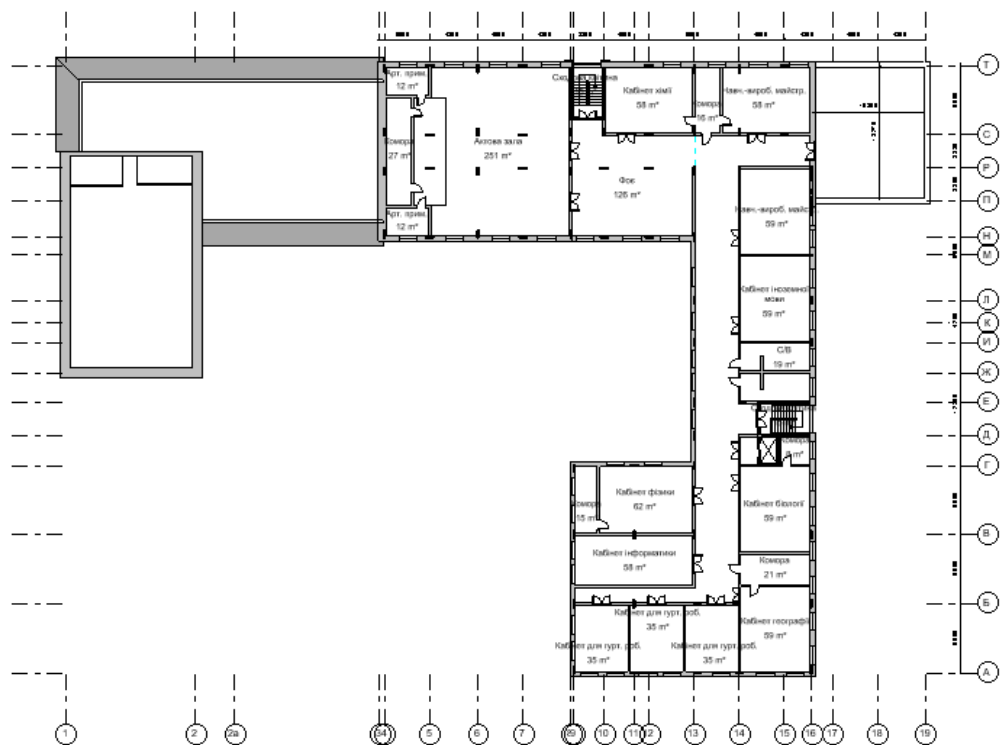


Рисунок 1.5 – План третього поверху

### Експлікація приміщень:

Таблиця 1.1 – Експлікація приміщень 1-го поверху

| № | Найменування          | Площа, м <sup>2</sup> |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 1 | Медпункт з ізолятором | 32                    |
| 2 | Психологія            | 33                    |
| 3 | Молодший клас         | 48                    |
| 4 | Спальня               | 45                    |
| 5 | Рекреаційна           | 113                   |
| 6 | Рекреаційна           | 109                   |
| 7 | Молодший клас         | 49                    |

|    |                  |    |
|----|------------------|----|
| 8  | Спальня          | 46 |
| 9  | Молодший клас    | 60 |
| 10 | Спальня          | 60 |
| 11 | Гардеробне       | 28 |
| 12 | С/В д.           | 28 |
| 13 | С/В ж.           | 28 |
| 14 | Спальня          | 60 |
| 15 | Молодший клас    | 60 |
| 16 | Молодший клас    | 60 |
| 17 | Спальня          | 60 |
| 18 | Вестибюль        | 50 |
| 19 | Кімната охоронця | 15 |
| 20 | Кімната вахтера  | 15 |
| 21 | Навчальний клас  | 59 |
| 22 | Навчальний клас  | 59 |
| 23 | С/В              | 19 |
| 24 | С/В              | 19 |
| 25 | Бухгалтерія      | 21 |
| 26 | Канцелярія       | 24 |
| 27 | Кабінет завуча   | 21 |

|    |                                   |    |
|----|-----------------------------------|----|
| 28 | Кабінет директора                 | 24 |
| 29 | Вчительська                       | 35 |
| 30 | Кабінет відпочинку для викладачів | 40 |

Таблиця 1.2 – Експлікація приміщень 2-го поверху

| <b>№</b> | <b>Найменування</b>    | <b>Площа, м<sup>2</sup></b> |
|----------|------------------------|-----------------------------|
| 1        | Роздягальня + душова ж | 33                          |
| 2        | Роздягальня + душова ч | 33                          |
| 3        | Навчальний клас        | 50                          |
| 4        | Навчальний клас        | 46                          |
| 5        | Комора інвентарю       | 15                          |
| 6        | Кабінет інструктора    | 15                          |
| 7        | Спортзал               | 227                         |
| 8        | Навчальний клас        | 52                          |
| 9        | Навчальний клас        | 48                          |
| 10       | Навчальний клас        | 60                          |
| 11       | Навчальний клас        | 60                          |
| 12       | Гардероб               | 28                          |
| 13       | С/В                    | 28                          |
| 14       | Навчальний клас        | 60                          |

|    |                    |     |
|----|--------------------|-----|
| 15 | Навчальний клас    | 60  |
| 16 | Навчальний клас    | 60  |
| 17 | Навчальний клас    | 60  |
| 18 | Гардероб           | 20  |
| 19 | Навчальний клас    | 58  |
| 20 | Навчальний клас    | 59  |
| 21 | Навчальний клас    | 59  |
| 22 | С/В                | 19  |
| 23 | С/В                | 19  |
| 24 | Сходова клітина    | 15  |
| 25 | Кімната чергування | 22  |
| 26 | Обідня зала        | 270 |
| 27 | Зберігання         | 6   |
| 28 | Зберігання         | 13  |
| 29 | Директор           | 8   |
| 30 | Персонал           | 15  |
| 31 | Мийна              | 15  |
| 32 | Зберігання         | 8   |
| 33 | Мийна              | 9   |
| 34 | Кухня              | 96  |

Таблиця 1.3 – Експлікація приміщень 3-го поверху

| <b>№</b> | <b>Найменування</b>    | <b>Площа, м<sup>2</sup></b> |
|----------|------------------------|-----------------------------|
| 1        | Арт. прим.             | 12                          |
| 2        | Комора                 | 27                          |
| 3        | Арт. прим              | 12                          |
| 4        | Актова зала            | 251                         |
| 5        | Сходова клітина        | 15                          |
| 6        | Кабінет хімії          | 58                          |
| 7        | Комора                 | 16                          |
| 8        | Навч.-вироб. майстерня | 58                          |
| 9        | Фое                    | 126                         |
| 10       | Навч.-вироб. майстерня | 59                          |
| 11       | Кабінет іноземної мови | 59                          |
| 12       | С/В                    | 19                          |
| 13       | Комора                 | 15                          |
| 14       | Кабінет фізики         | 62                          |
| 15       | Кабінет інформатики    | 58                          |
| 16       | Сходова клітина        | 15                          |
| 17       | Комора                 | 8                           |
| 18       | Кабінет біології       | 59                          |

|    |                        |    |
|----|------------------------|----|
| 19 | Комора                 | 21 |
| 20 | Кабінет географії      | 59 |
| 21 | Кабінет для гурт. роб. | 35 |
| 22 | Кабінет для гурт. роб. | 35 |
| 23 | Кабінет для гурт. роб. | 35 |

#### **1.4 Конструктивне рішення**

Проектована будівля — трьохповерхова громадська споруда освітнього призначення — школа, складної форми в плані. Конструктивна схема — стінова з несучими зовнішніми стінами по периметру та колони. Основні конструктивні елементи підібрані відповідно до чинних будівельних норм та з урахуванням типових рішень, що застосовувалися в аналогічних будівлях радянського періоду. Основні конструктивні рішення описані нижче:

##### **Стіни**

Зовнішні несучі стіни виконуються з глиняної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині марки М75. Товщина стін — 510 мм, що забезпечує достатню несучу здатність та теплоізоляційні характеристики з урахуванням подальшого утеплення. Внутрішні перегородки — з цегли товщиною 250 мм. Гідроізоляція стін у місці примикання до фундаменту передбачена із застосуванням двох шарів руберойду на бітумній мастиці.

##### **Перекриття**

Монолітне міжповерхове перекриття товщиною 200 мм виконане із монолітного залізобетону та спирається на несучі стіни товщиною 510 мм. Конструкція плити працює як суцільний горизонтальний жорсткий диск і призначена для сприйняття постійних та тимчасових навантажень від власної ваги конструкцій, підлог, перегородок, обладнання та перебування людей. Перекриття

виконується з бетону класу C20/25–C25/30 із армуванням сталеву арматурою класу A400C або A500C. Армування включає нижню та верхню робочі арматурні сітки, а також додаткове підсилення у приопорних зонах та місцях концентрації навантажень. Монолітне перекриття характеризується високою просторовою жорсткістю, вогнестійкістю, довговічністю та хорошими показниками шумоізоляції, що є важливим для громадських будівель, зокрема навчальних закладів.

### **Колони**

Монолітні залізобетонні колони перерізом 200×800 мм є вертикальними елементами каркаса та проходять через усі поверхи будівлі, забезпечуючи просторову жорсткість і стійкість конструктивної системи. Колони виконуються з монолітного залізобетону з поздовжнім та поперечним армуванням і працюють переважно на стиск та частково на згин. При цьому перекриття конструктивно не спирається безпосередньо на колони, а основне навантаження передається через несучі стіни. Колони можуть виконувати функцію додаткового підсилення каркаса, забезпечення стійкості будівлі та роботи конструкції при горизонтальних навантаженнях. Така змішана конструктивна схема є характерною для сучасних прибудов та громадських будівель, де поєднуються монолітні елементи каркаса та несучі стінові конструкції.

### **Покрівля**

**Зона А — зелений дах** передбачає влаштування системи збору дощових вод із поверхні покрівлі. Зібрана вода планується до повторного використання як технічна для потреб санітарно-технічного обладнання, зокрема туалетів, а також для поливу озелених ділянок на території школи. Озеленення покрівлі сприятиме покращенню мікроклімату, зменшенню перегріву покриття та частковому поглинанню атмосферних опадів.

**Зона В — основний плаский дах** є найбільшою за площею частиною покрівлі та також обладнується системою збору й накопичення дощової води для

подальшого використання як технічної. Окрім цього, у межах даної зони передбачається встановлення сонячних панелей, що забезпечуватимуть часткове покриття енергетичних потреб будівлі та сприятимуть підвищенню рівня енергоефективності й енергетичної незалежності закладу.

**Зона С — експлуатований дах** орієнтовною площею 150 м<sup>2</sup> запроєктована як багатофункціональний відкритий простір для потреб школи. Дана ділянка використовуватиметься для проведення навчальних занять на відкритому повітрі, організації відпочинку учнів та проведення громадських і просвітницьких заходів. При проєктуванні експлуатованого даху передбачаються заходи щодо безпечної експлуатації, благоустрою та забезпечення комфортного перебування користувачів. (див. рис. 1.6).

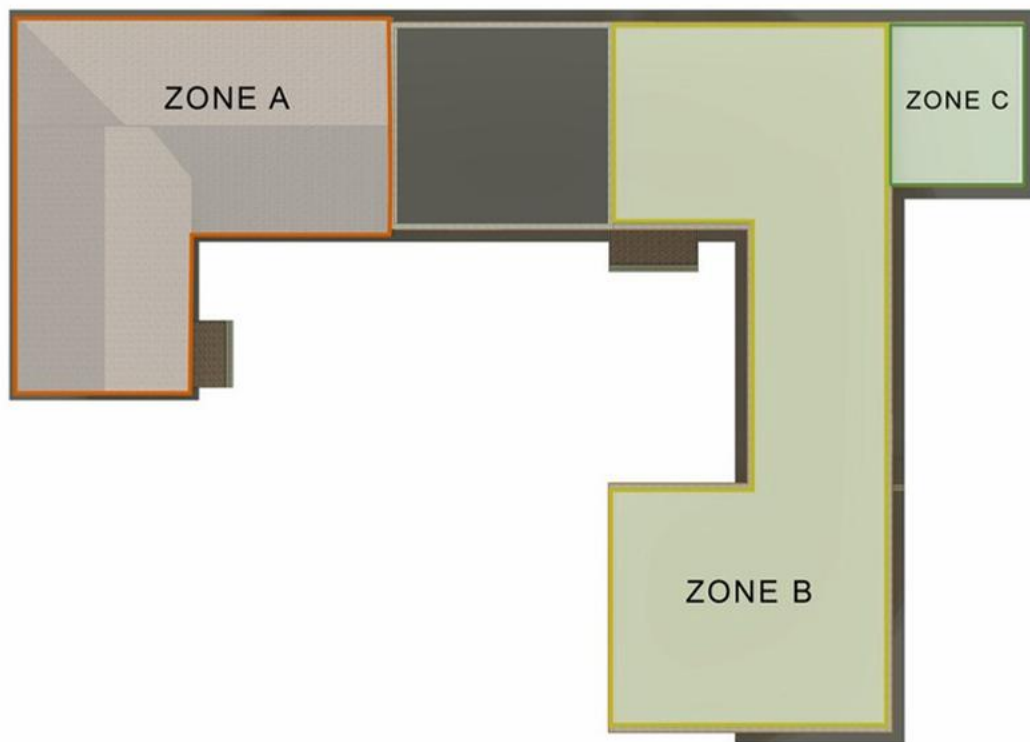


Рисунок 1.6 – План зон даху

## **РОЗДІЛ 2 : РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА**

### **2.1 Основи та фундаменти**

#### **2.1.1 Аналіз інженерно-геологічних особливостей майданчика будівництва**

Досліджувана ділянка розташована в межах Київської пластово-аккумулятивної рівнини Східноєвропейської рівнини та належить до зони мішаних (хвойношироколистяних) лісів. У геоморфологічному відношенні майданчик знаходиться в межах правого борту долини річки Здвиж. Рельєф ділянки похило-рівнинний, відмітки поверхні в устях свердловин змінюються від +165,60 до +166,00 м, що свідчить про незначний перепад висот та відносно спокійні умови рельєфу.

Згідно з ДБН А.2.1-1-2008 за сукупністю природних факторів ділянка належить до II (середньої складності) категорії інженерно-геологічних умов.

Основу досліджуваної товщі складають лесоподібні супіски (ІГЕ-3), дрібні піски середньої щільності (ІГЕ-4) та пластичні супіски (ІГЕ-5). Насипні ґрунти ІГЕ-2 характеризуються неоднорідністю складу та властивостей, тому при проектуванні фундаментів їх необхідно розглядати як малонадійну основу. Встановлено, що лесоподібні супіски ІГЕ-3 втратили просідні властивості внаслідок замочування ґрунтовими водами, що зменшує ризик виникнення додаткових деформацій основи під час експлуатації споруди. Піски ІГЕ-4 характеризуються середньою щільністю та задовільними деформаційними властивостями, а супіски ІГЕ-5 мають достатні показники міцності та стисливості для використання як природна основа фундаментів.

У гідрогеологічному відношенні ділянка розташована в межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. Під час виконання інженерно-геологічних вишукувань підземні води до глибини 6,0 м не були виявлені. Разом з тим не виключається можливість сезонного підвищення рівня ґрунтових вод та утворення локальних водоносних горизонтів типу «верховодка» внаслідок інфільтрації атмосферних опадів або витоків з підземних комунікацій. Відповідно до ДБН В.1.1-

24:2009 досліджувана територія належить до підтоплюваних, тому під час проєктування необхідно передбачати заходи інженерного захисту від підтоплення та організованого відведення поверхневих вод.

За сукупністю природних факторів, відповідно до ДБН А.2.1-1-2008, ділянка належить до II категорії складності інженерно-геологічних умов. Загалом інженерно-геологічні умови майданчика є сприятливими для будівництва та дозволяють використовувати природні ґрунти як основу фундаментів після врахування особливостей верхніх насипних шарів та можливих гідрогеологічних змін.

### **2.1.2 Нормативні та розрахункові характеристики фізико-механічних властивостей ґрунтів**

Нормативні та розрахункові характеристики фізико-механічних властивостей ґрунтів визначені відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.1-5-96 та ДСТУ Б В.2.1-2-96 на підставі результатів польових і лабораторних досліджень. Статистична обробка результатів випробувань виконувалася для кожного виділеного інженерно-геологічного елемента окремо.

За результатами інженерно-геологічних вишукувань у межах дослідженої товщі виділено один шар сучасних техногенних відкладів та чотири інженерно-геологічні елементи. Верхню частину розрізу складають техногенні відклади, представлені асфальтобетонним покриттям потужністю 0,05 м та гравійно-щебеневою підготовкою потужністю 0,05 м. Нижче залягають насипні ґрунти (ІГЕ-2), представлені супісками сірувато-бурого кольору з включеннями піску, дресви пісковику, рослинних залишків та марганцевих сполук. Потужність насипного шару становить від 0,40 до 1,30 м. Природні ґрунти представлені еолово-делювіальними та алювіальними відкладами. До них належать лесоподібні супіски (ІГЕ-3) буровато-сірого кольору з включеннями піску, пластичні, розкриті потужністю 1,00–1,20 м. Нижче залягають алювіальні піски (ІГЕ-4) жовтуватого-сірого кольору, маловодонасичені, середньої щільності, потужністю 1,90–2,20 м, а

також пластичні супіски (ПЕ-5) жовтувато-сірого кольору з включеннями піску потужністю 2,10–2,40 м.

Групи ґрунтів за трудністю розробки визначені відповідно до ДБН Д.2.4-1-2000. Їх значення враховуються при виборі технології виконання земляних робіт та визначенні трудомісткості розробки ґрунту.

Відповідно до ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» інтенсивність сейсмічних впливів для району будівництва за шкалою MSK-64 становить: за картою А – 5 балів з імовірністю перевищення 10 %, за картою В – 5 балів з імовірністю перевищення 5 %, за картою С – 6 балів з імовірністю перевищення 1 %.

Категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями визначається швидкістю поширення поперечних сейсмічних хвиль. Для ґрунтів II категорії швидкість становить 500–800 м/с, для ґрунтів III категорії – 200–500 м/с. Зазначені показники необхідно враховувати при розрахунку споруди на сейсмічні впливи.

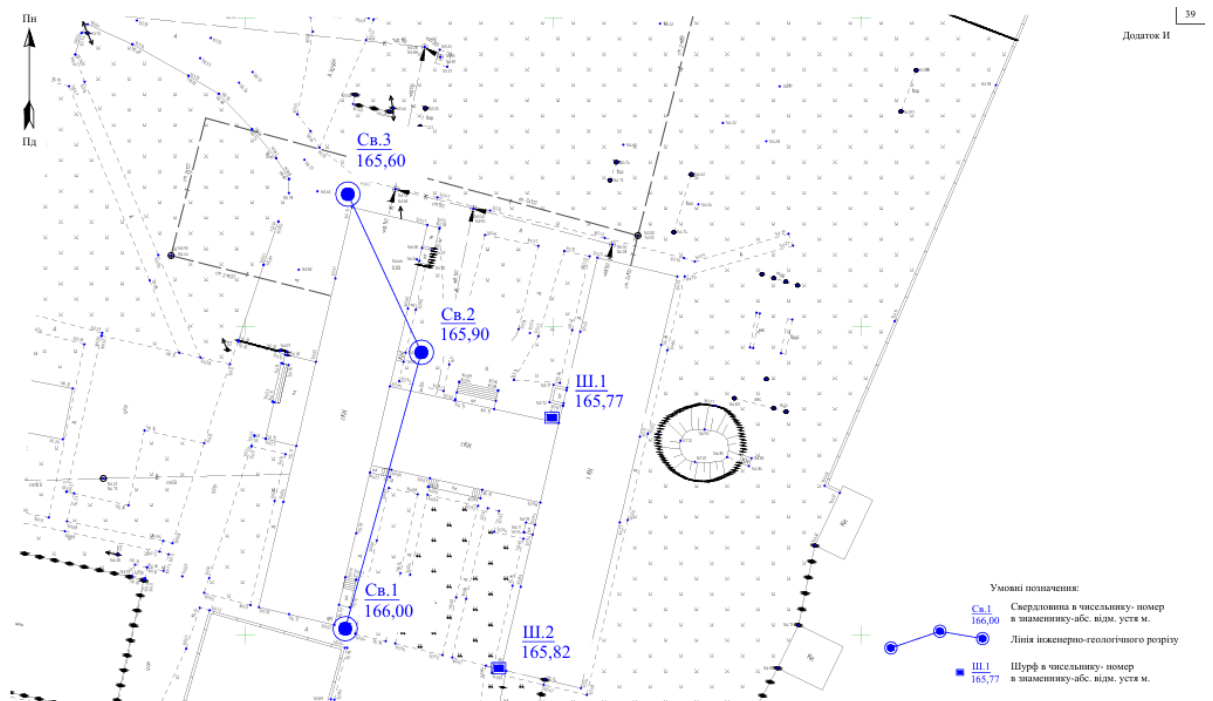
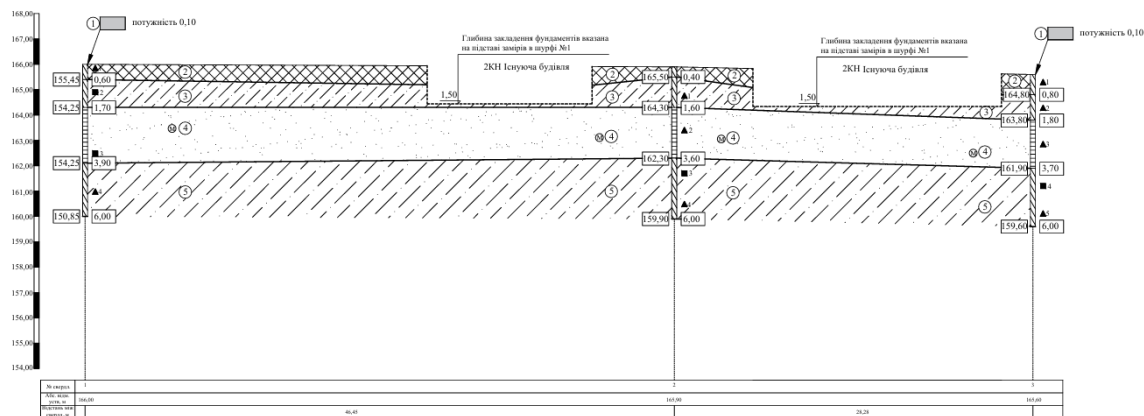


Рисунок 2.1 – План розташування інженерно-геологічних виробок



#### УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

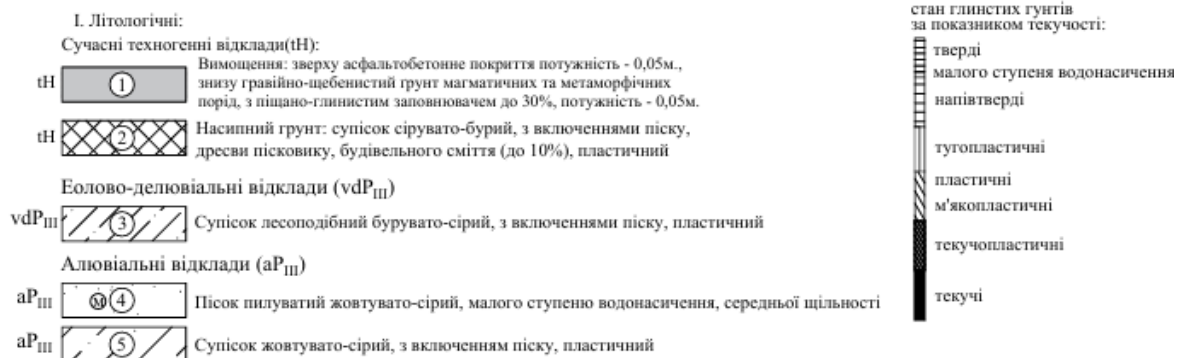


Рисунок 2.2 – Інженерно-геологічний розріз

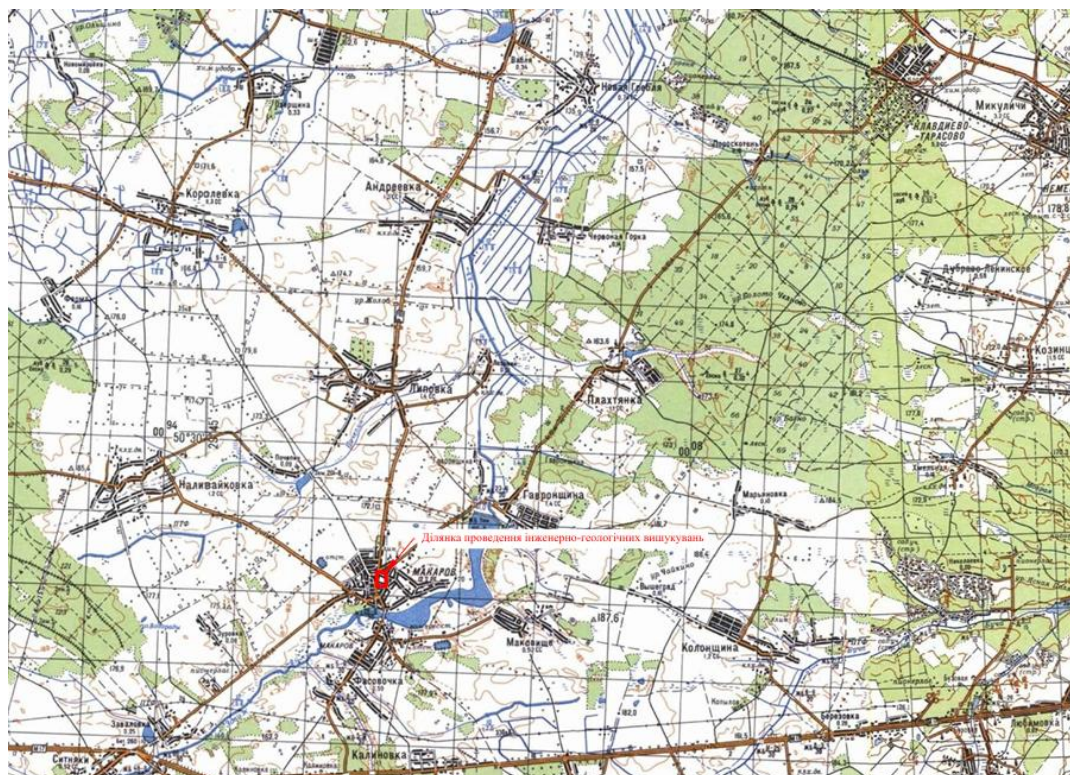


Рисунок 2.3 – Оглядова карта району робіт

### ***2.2.3 Оцінка ґрунтового шару як природної основи***

Після прийняття глибини закладання стрічкового фундаменту  $d=1,60$  м необхідно оцінити придатність ґрунтів, які залягають нижче подошви фундаменту, для сприйняття навантажень від будівлі. Оцінка виконується на підставі матеріалів інженерно-геологічних вишукувань, результатів лабораторних досліджень та інженерно-геологічного розрізу ділянки будівництва.

Для визначення придатності ґрунтової основи виконуються такі дії:

1. З геологічного розрізу виключається рослинний шар ґрунту та інші слабкі ґрунти, які не можуть використовуватися як природна основа фундаментів.
2. На інженерно-геологічному розрізі проводиться умовна планувальна відмітка поверхні землі.
3. Від планувальної відмітки відкладається проєктна глибина закладання стрічкового фундаменту 1,60 м та визначається положення подошви фундаменту відносно інженерно-геологічних елементів.
4. Аналізуються фізико-механічні характеристики ґрунтів, розташованих безпосередньо під подошвою фундаменту та в межах стисливої товщі основи.
5. Перевіряється відповідність розрахункового опору ґрунтів, їх деформаційних характеристик та умов роботи вимогам ДБН В.2.1-10:2018 «Основи та фундаменти будівель і споруд».

Оскільки подошва проєктованого стрічкового фундаменту розташована на глибині 1,60 м, тобто нижче нормативної глибини сезонного промерзання ґрунтів для району будівництва (1,05 м), вплив сил морозного здимання на фундаментні конструкції практично виключається.

## ***2.2 Розрахунок конструкцій будівлі***

### ***2.2.1 Розрахунок фундаменту***

Условная ширина подошвы фундамента:

$$b_0 = \frac{N_{II}}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot d} = \frac{810}{230 - 20 \cdot 1,6} = 3,8 \text{ м}$$

### 2.2.1.1 Визначення розрахункового опору ґрунту

Розрахунковий опір для слою ґрунту, розташованого під підшоною розраховуваного фундаменту визначаємо за формулою:

$$R_i = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \cdot [M_y k_z b_0 \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma_{II}^I + (M_q - 1) d_B \gamma_{II}^I + M_c C_{II}]$$

$b_0 = 3,8$  м – умовна ширина підшоки фундаменту

$\gamma_{cf} = 25$  кН/м<sup>3</sup> – розрахункове значення питомої ваги конструкції підлоги підвалу

$$k_z = 1; d_B = 2; k = 1.1$$

$$\gamma_{c1} = 1.2; \gamma_{c2} = 1.0 \rightarrow 0.25 \leq I_L \leq 0.5$$

$$M_y = 0.37; M_q = 2.51; M_c = 5.09 \rightarrow \varphi_n = 21^\circ$$

$$d_1 = h_s + \frac{h_{cf} \cdot \gamma_{cf}}{\gamma_{II}} = 1 + \frac{0.1 \cdot 25}{18.57} = 1.13 \text{ м}$$

$$\gamma_{II}' = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_{III} h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} = \frac{16.7 \cdot 1.6}{1.6} = 16.7 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma_{II} = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_{III} h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} = \frac{16.7 \cdot 6.5 + 18.9 \cdot 15}{6.5 + 15} = 18.8 \text{ кН/м}^3$$

$$R_0 = \frac{1.2 \cdot 1.0}{1.1} [0.37 \cdot 1 \cdot 3.8 \cdot 1.6 \cdot 18.8 + 2.51 \cdot 1.13 \cdot 16.7 + (2.51 - 1) \cdot 2 \cdot 16.7 + 5.09 \cdot 16.6] = 300.02 \text{ кПа}$$

### Розрахунок зусиль

$$N = N_{II} + G_{\phi} + G_{гр}$$

$$N = 810 + 121.6 = 931.6 \text{ кН}$$

$$(G_{\phi} + G_{гр}) = A \cdot d \cdot \phi \cdot \gamma_{mt} = 3.8 \cdot 1.6 \cdot 20 = 121.6 \text{ кН}$$

$$M = M_{II} \pm T_{II} d = 0 + 0 \cdot 1.6 = 0 \text{ кН/м}$$

$$A = b_0 = 3.8 \text{ м}^2$$

### 2.2.2.2 Визначення ступеня позацинровості прикладання навантаження і раціональної форми підшоки фундаменту

Для визначення ступеня позацинровості завантаження фундаменту потрібно розрахувати ексцентриситет прикладання навантаження за формулою:

$$e = \frac{M}{N} = 0$$

$$0.033 \cdot b_0 = 0.033 \cdot 3,8 = 0,1254$$

$e < 0,1254$  отже, фундамент центрально навантажений

### 2.2.2.3 Розрахунок осадки фундаменту

Розрахунок осідання фундаменту проводимо відповідно до вимог СНіП 2.02.01-83 методом пошарового підсумовування:

Задаємося шириною елементарного шару

$$h = 0.4 \cdot b = 0.4 \cdot 3,8 = 1,52 \text{ м}$$

Визначимо додатковий тиск по підшві кожного елементарного шару:

$\sigma_{zg(i)}$  – напруга від власної ваги ґрунту під підшвою фундаменту

$$\sigma_{zg(i)} = \gamma_{II} \cdot d$$

1) На поверхні

$$\sigma_{zg} = 0$$

2) На рівні підшви фундаменту

$$\sigma_{zg_0} = 16,7 \cdot 1,6 = 26,72 \text{ кПа}$$

3) Під підшвою

$$\sigma_{zg_1} = 26,72 + 16,7 \cdot 6,5 = 135,27 \text{ кПа}$$

4) На підшві (контакт 4<sup>го</sup> та 5<sup>го</sup> шару)

$$\sigma_{zg_2} = 172,26 + 17,5 \cdot 15 = 434,76 \text{ кПа}$$

$\sigma_{zp(i)}$  – напруга від зовнішнього навантаження

$$\sigma_{zp(i)} = p_0 \cdot \alpha_i$$

$\alpha_i$  – коефіцієнт прийнятий по СНіП в залежності від  $\xi$  і типу фундаменту  
(при  $\eta = \frac{l}{b} = 1$ )

$p_0$  – додатковий тиск на рівні підшви фундаменту

$$p_0 = p_{cp} - \sigma_{zg_0} = 260,61 - 26,72 = 209,05 \text{ кПа}$$

$$p_{cp} = \frac{N}{A} = \frac{931,6}{3,8} = 245,16 \text{ кПа}$$

Розрахунок проводиться по нижній межі товщини, що стискається, яку визначаємо аналітичним способом, при виконанні рівності:

$$\sigma_{zp(i)} = k \cdot \sigma_{zg(i)}$$

$$k = 0.2 \text{ при } b < 5 \text{ м}$$

1. На поверхні

$$\sigma_{zp} = 0$$

2. На рівні підшви фундаменту

$$\sigma_{zp_0} = 0.2 \cdot 26,72 = 5,34 \text{ кПа}$$

3. Під підшвою

$$\sigma_{zp_1} = 0.2 \cdot 135,27 = 27,05 \text{ кПа}$$

4. На підшві (контакт 4<sup>го</sup> та 5<sup>го</sup> шару)

$$\sigma_{zp_2} = 0.2 \cdot 434,76 = 87,55 \text{ кПа}$$

Загальна осадка основи, що дорівнює осаді фундаменту.

$$S_{max} = \sum_{i=1}^n S_i$$

При розрахунку осадку фундаменту слід виконувати перевірки за абсолютними деформаціями.

Перевірки за абсолютними деформаціями складається з виконання умови

$$S_{max} \leq S_{max, u},$$

де  $S_{max}$ , и  $S_{max, u}$  – максимальні величини осадку фундаменту - розрахункова та гранично допустима.

#### 2.2.2.4 Армування фундаменту

Армування здійснюють за результатами розрахунку нормальних перетинів на дію згинального моменту (у першому уступі ) таким чином:

$$p_{max} = p_{cp} + \frac{M_x}{W_x} = 245,16 + \frac{0}{\frac{3,8 \cdot 1}{6}} = 245,16$$

$$p_{min} = p_{cp} - \frac{M_x}{W_x} = 245,16 - \frac{0}{\frac{3,8 \cdot 1}{6}} = 245,16$$

$$\begin{aligned} M_{1-1} &= \frac{p_1 b c_1^2}{2} + \frac{(p'_{max} - p_1) c_1 b}{2} \cdot \frac{2 c_1}{3} = \\ &= \frac{245,16 \cdot 3,8 \cdot 1,5^2}{2} + \frac{(245,16 - 245,16) 1,5 \cdot 3,8}{2} \cdot \frac{2 \cdot 1,5}{3} = 1055,5 \text{ кНм} \end{aligned}$$

Перетин робочої арматури на всю ширину фундаменту обчислюється:

$$A_{s1} = \frac{M_{1-1}}{0.9h_{01}R_s} = \frac{10555}{0.9 \cdot 50 \cdot 36,5} = 6,4 \text{ см}^2$$

Приймаю повздовжню арматуру з кроком 200 6Ø12А400С ( $A_s = 6,79 \text{ см}^2$ ).

Розрахую армування в другому напрямі:

$$M'_{1-1} = \frac{p'_{\text{cp}} b c'_1{}^2}{2} = \frac{260,61 \cdot 3,6 \cdot 1,5^2}{2} = 1055,5 \text{ кНм}$$

$$A'_{s1} = \frac{M'_{1-1}}{0.9h'_{01}R_s} = \frac{10555}{0.9 \cdot 50 \cdot 36,5} = 6,4 \text{ см}^2$$

Приймаю повздовжню арматуру з кроком 200 12Ø12А400С ( $A_s = 6,79 \text{ см}^2$ ).

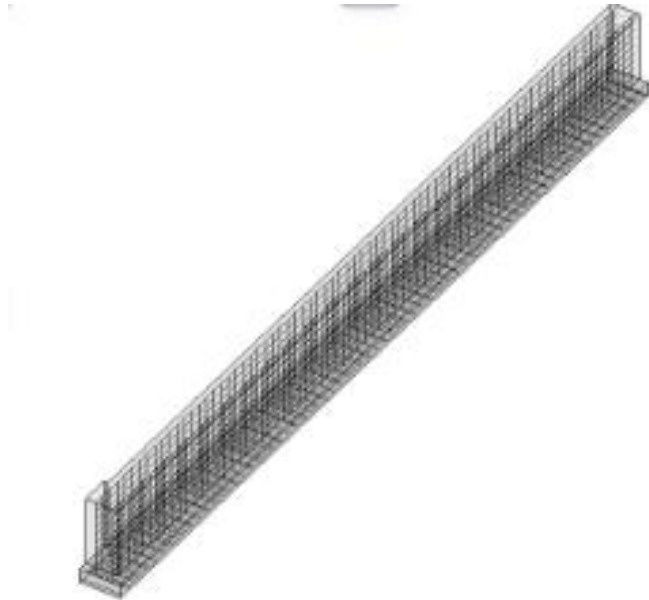


Рисунок 2.4 – Армування стрічкового фундаменту

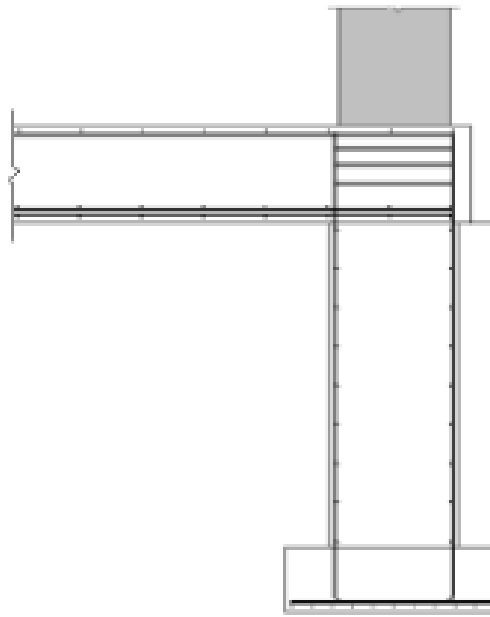


Рисунок 2.5 – Армування стрічкового фундаменту в розрізі

### 2.2.2 Збір навантажень

Табл. 2.1 Збір навантажень на перекриття типового поверху

| Навантаження                                                                  | Характеристичне значення навантаження $\text{кН/м}^2$ | Коеф. надійності за навантаженням $\gamma_{\text{fm}}$ | Коеф. надійності за призначенням $\gamma_n$ | Експлуатаційне розрахункове значення навантаження $\text{кН/м}^2$ |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Постійне                                                                      |                                                       |                                                        |                                             |                                                                   |
| Від перекриття:                                                               |                                                       |                                                        |                                             |                                                                   |
| - керамічна плитка $\delta=8\text{мм}$ , $\gamma=2000 \text{ кг/м}^3$ .       | 0,16                                                  | 1,3                                                    | 0,95                                        | 0,198                                                             |
| - цем-піщана стяжка $\delta=20\text{мм}$ , $\gamma=2000 \text{ кг/м}^3$ .     | 0,4                                                   | 1,1                                                    | 0,95                                        | 0,42                                                              |
| - з-б плита перекриття $\delta=200\text{мм}$ , $\gamma=2500 \text{ кг/м}^3$ . | 5,0                                                   | 1,1                                                    | 0,95                                        | 5,225                                                             |
| Всього                                                                        | 5,56                                                  |                                                        |                                             | $g_{01}=5,843$                                                    |

|                                                                                                |       |     |      |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|------|----------------|
| Змінні<br>- Навантаження від<br>перегородок<br>- Корисне від<br>обладнання, людей<br>та тварин | 3,0   | 1,1 | 0,95 | 3,135          |
|                                                                                                | 2,0   | 1,2 | 0,95 | 2,28           |
| Всього                                                                                         | 5,0   |     |      | $U_{02}=5,415$ |
| Всього від<br>перекриття                                                                       | 10,56 |     |      | 11,258         |

### 2.2.2.1 Снігове та вітрове навантаження

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття (конструкції) обчислюються за формулою згідно з ДБН- В.1.2-2.2006 «Навантаження та впливи»

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C = 1,1 \cdot 1,55 \cdot 1 = 1,70 \text{ кН/м}^2$$

де  $\gamma_{fm}$  - коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження ;  $S_0$  – характеристичне значення снігового навантаження ( Київ – 1,55 кН/м<sup>2</sup>);  $C$  – коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Де  $\mu$  - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю (приймаємо 1);  $C_e$  - коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі( приймаємо 1);  $C_a$  - коефіцієнт географічної висоти (приймаємо 1).

Табл. 2.2 Сумарне вітрове навантаження на фасад у вісях 1-19

| Позначка,<br>м | $\gamma_n$ | $\gamma_{fm}$ | $\gamma_{fe}$ | C         |       |           |           |           |       | $W_0$<br>(кГ/м <sup>2</sup> ) | $W_e$<br>(кГ/м <sup>2</sup> ) | $W_m$<br>(кГ/м <sup>2</sup> ) |
|----------------|------------|---------------|---------------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                |            |               |               | $C_{aer}$ | $C_h$ | $C_{alt}$ | $C_{rel}$ | $C_{dir}$ | $C_d$ |                               |                               |                               |
| 0.000          | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.5   | 1         | 1         | 1         | 1     | 43                            | 10.19                         | 55.29                         |
| 3.300          | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.5   | 1         | 1         | 1         | 1     | 43                            | 10.19                         | 55.29                         |
| 6.600          | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.5   | 1         | 1         | 1         | 1     | 43                            | 10.19                         | 55.29                         |
| 9.900          | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.5   | 1         | 1         | 1         | 1     | 43                            | 10.19                         | 55.29                         |

|        |   |     |     |     |     |   |   |   |   |    |       |       |
|--------|---|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|----|-------|-------|
| 13.200 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 1.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 10.19 | 55.29 |
| 16.500 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 1.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 10.19 | 55.29 |
| 19.800 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 1.7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 11.32 | 61.43 |
| 23.100 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 1.8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 11.78 | 63.96 |
| 26.400 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 1.8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 12.12 | 65.77 |
| 29.700 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 1.9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 12.78 | 69.38 |
| 33.000 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2   | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 13.31 | 72.28 |
| 36.300 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 14.11 | 76.61 |
| 39.600 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 14.51 | 78.78 |
| 42.900 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 14.91 | 80.95 |
| 46.200 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 15.84 | 86.01 |
| 49.500 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 16.44 | 89.26 |
| 52.800 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 16.51 | 89.62 |
| 56.100 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 43 | 16.64 | 90.34 |

Табл. 2.3 Сумарне вітрове навантаження на фасад у вісях А-Т

| Позначка,м | $\gamma_n$ | $\gamma_{fm}$ | $\gamma_{fe}$ | C         |       |           |           |           |       | $W_0$<br>(кг/м <sup>2</sup> ) | $W_e$<br>(кг/м <sup>2</sup> ) | $W_m$<br>(кг/м <sup>2</sup> ) |
|------------|------------|---------------|---------------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|            |            |               |               | $C_{aer}$ | $C_h$ | $C_{alt}$ | $C_{rel}$ | $C_{dir}$ | $C_d$ |                               |                               |                               |
| 0.000      | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.5   | 1         | 1         | 1         | 0.9   | 43                            | 9.66                          | 52.44                         |
| 3.300      | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.5   | 1         | 1         | 1         | 0.9   | 43                            | 9.66                          | 52.44                         |
| 6.600      | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.5   | 1         | 1         | 1         | 0.9   | 43                            | 9.66                          | 52.44                         |
| 9.900      | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.5   | 1         | 1         | 1         | 0.9   | 43                            | 9.66                          | 52.44                         |
| 13.200     | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.5   | 1         | 1         | 1         | 0.9   | 43                            | 9.66                          | 52.44                         |
| 16.500     | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.5   | 1         | 1         | 1         | 0.9   | 43                            | 9.66                          | 52.44                         |
| 19.800     | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.7   | 1         | 1         | 1         | 0.9   | 43                            | 10.73                         | 58.27                         |
| 23.100     | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.8   | 1         | 1         | 1         | 0.9   | 43                            | 11.18                         | 60.67                         |
| 26.400     | 1          | 1.1           | 0.2           | 0.8       | 1.8   | 1         | 1         | 1         | 0.9   | 43                            | 11.49                         | 62.38                         |

|        |   |     |     |     |     |   |   |   |     |    |       |       |
|--------|---|-----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|----|-------|-------|
| 29.700 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 1.9 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 43 | 12.12 | 65.81 |
| 33.000 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2   | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 43 | 12.63 | 68.55 |
| 36.300 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.1 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 43 | 13.39 | 72.66 |
| 39.600 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.2 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 43 | 13.76 | 74.72 |
| 42.900 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.2 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 43 | 14.14 | 76.78 |
| 46.200 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.4 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 43 | 15.03 | 81.57 |
| 49.500 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.5 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 43 | 15.60 | 84.66 |
| 52.800 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.5 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 43 | 15.66 | 85.00 |
| 56.100 | 1 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 2.5 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 43 | 15.78 | 85.69 |

## 2.2.3 Розрахунок ферми

### 2.2.3.1 Визначення зусиль у стрижнях ферми

Табл. №2.4- Склад перекриття

| №                                                                         | Норм,<br>кН/м <sup>2</sup> | Коеф.<br>Надійн | Характ,<br>кН/м <sup>2</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|------------------------------|
| Гравійно-бітумний шар ( $\gamma = 24$ кН/м <sup>3</sup> )                 | 0,35                       | 1,3             | 0,455                        |
| Руберойдовий килим                                                        | 0,1                        | 1,2             | 0,12                         |
| Цементна-пісчана стяжка ( $\gamma = 20$ кН/м <sup>2</sup> ) товщиною 30мм | 0,30                       | 1,3             | 0,39                         |
| Утеплювач щільністю 5,6 кН/м <sup>3</sup>                                 | 1,15                       | 1,2             | 1,38                         |
| Пароізоляція питомою вагою 0,05 кН/м <sup>2</sup>                         | 0,05                       | 1,1             | 0,055                        |
| Профільний настил                                                         | 0,12                       | 1,1             | 0,132                        |
| Прогони                                                                   | 0,15                       | 1,05            | 0,157                        |

Сумарне навантаження на ригель від покриття та сніг дорівнює:

$$G = S_m + G_{\text{покp}} = 1,70 + 2,689 = 4,389$$

Знаходимо розрахункове значення погонного постійного навантаження:

Від покриття

$$g_{\text{покp}} = 4,389 \cdot 4,5 = 19,7 \text{ кН/м}$$

Від снігу

$$S_1 = 1,70 \cdot 4,5 = 7,65 \text{ кН/м}$$

Навантаженням ферми від власної ваги є розподілене навантаження по усій довжині.

Зусилля  $F$ , яке виникає в вузлах ферми від покриття розраховується за формулою:

$$F_{\text{покp}} = \frac{g_{\text{покp}}}{\cos \alpha} \cdot \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{19,7}{0,99} \cdot \frac{1,47 + 1,47}{2} = 29,25 \text{ кН}$$

У опорах:

$$F_{\text{покp}} = 0,5 \cdot F_{\text{покp}} = 0,5 \cdot 29,25 = 14,62 \text{ кН}$$

Зусилля  $F$  від снігового навантаження дорівнює:

$$F_{\text{сніг}} = \frac{g_{\text{сніг}}}{\cos \alpha} \cdot \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{7,65}{0,99} \cdot \frac{1,47 + 1,47}{2} = 11,35 \text{ кН}$$

У опорах:

$$F_{\text{оп сніг}} = 0,5 \cdot F_{\text{сніг}} = 0,5 \cdot 11,35 = 5,67 \text{ кН}$$

### 2.2.3.2 Аналіз результатів визначення зусиль у стрижнях ферми

Для визначення напружено-деформованого стану несучої ферми було виконано розрахунок у програмному комплексі **ЛІРА-САПР 2016** методом скінченних елементів. Розрахункова модель враховує геометричні характеристики конструкції, умови закріплення та дію постійних і тимчасових навантажень, передбачених чинними нормативними документами.

У результаті розрахунку отримано значення внутрішніх зусиль у стрижнях ферми, а також визначено переміщення вузлів конструкції. На рисунку 2.5 наведено табличні результати розрахунку, що містять значення поздовжніх сил, поперечних сил та інших розрахункових параметрів для кожного елемента ферми.

| sect. # | Forces   |             |             |           |             |           |             |             | FE type | load. # | Compon. |
|---------|----------|-------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-------------|---------|---------|---------|
|         | N<br>(t) | Mk<br>(t*m) | My<br>(t*m) | Qz<br>(t) | Mz<br>(t*m) | Qy<br>(t) | Ry<br>(t/m) | Rz<br>(t/m) |         |         |         |
| 1       | 3,451    | 0,000       | - 1,733     | 2,609     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | 3,451    | 0,000       | 2,093       | 2,609     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | - 0,017     | 1,490     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 2,168       | 1,490     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 0,614       | 1,178     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 2,342       | 1,178     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 1,287       | 0,742     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 2,376       | 0,742     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 1,816       | 0,309     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 2,269       | 0,309     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 2,144       | 0,128     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 2,331       | 0,128     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 2,331       | - 0,128   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 2,144       | - 0,128   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 2,269       | - 0,309   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 1,816       | - 0,309   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 2,376       | - 0,742   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 1,287       | - 0,742   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 2,342       | - 1,178   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 0,614       | - 1,178   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 2,168       | - 1,490   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | - 0,017     | - 1,490   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | 3,451    | 0,000       | 2,093       | - 2,609   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | 3,451    | 0,000       | - 1,733     | - 2,609   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | - 1,879     | 2,834     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 2,278       | 2,834     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | - 0,148     | 1,696     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 2,340       | 1,696     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 0,381       | 1,516     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 2,605       | 1,516     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 0,980       | 1,170     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 2,696       | 1,170     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 1,453       | 0,826     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 2,664       | 0,826     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 1,832       | 0,417     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 2,444       | 0,417     | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 2,444       | - 0,417   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 2       | #####    | 0,000       | 1,832       | - 0,417   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |
| 1       | #####    | 0,000       | 2,664       | - 0,826   | 0,000       | 0,000     | 0,000       | 0,000       | 10      | 1       | -       |

|   |        |       |         |         |       |       |       |       |    |   |   |
|---|--------|-------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|----|---|---|
| 2 | #####  | 0,000 | 0,379   | 0,833   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | 0,000   | 0,000   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | 0,000   | 0,000   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | 0,454   | - 0,833 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | - 0,379 | - 0,833 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | 0,809   | - 1,556 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | - 0,746 | - 1,556 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | 1,191   | - 2,325 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | - 1,134 | - 2,325 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | 1,546   | - 3,044 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | - 1,499 | - 3,044 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | 2,015   | - 3,998 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | - 1,983 | - 3,998 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | 1,733   | - 3,451 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | - 1,717 | - 3,451 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | 0,162   | - 0,144 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | - 0,095 | - 0,144 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | 0,443   | - 0,254 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | - 0,008 | - 0,254 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | 0,460   | - 0,183 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | 0,136   | - 0,183 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | 74,911 | 0,000 | 0,491   | - 0,136 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | 74,911 | 0,000 | 0,249   | - 0,136 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | 44,988 | 0,000 | 0,497   | - 0,095 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | 44,988 | 0,000 | 0,328   | - 0,095 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | 14,658 | 0,000 | 0,453   | - 0,002 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | 14,658 | 0,000 | 0,448   | - 0,002 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | 14,658 | 0,000 | 0,448   | 0,002   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | 14,658 | 0,000 | 0,453   | 0,002   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | 44,988 | 0,000 | 0,328   | 0,095   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | 44,988 | 0,000 | 0,497   | 0,095   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | 74,911 | 0,000 | 0,249   | 0,136   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | 74,911 | 0,000 | 0,491   | 0,136   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | 0,136   | 0,183   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | 0,460   | 0,183   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | - 0,008 | 0,254   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | 0,443   | 0,254   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 1 | #####  | 0,000 | - 0,095 | 0,144   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |
| 2 | #####  | 0,000 | 0,162   | 0,144   | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 10 | 1 | - |

Рисунок 2.6 – Розрахункови аналіз ферми

На рисунку 2.7 представлено мозаїку переміщень по осі Z, яка характеризує деформацію конструкції під дією прикладених навантажень. Аналіз результатів показав, що найбільші вертикальні переміщення виникають у центральній частині прольоту, де спостерігається максимальний прогин ферми. Отримані значення не перевищують допустимих нормативних величин.

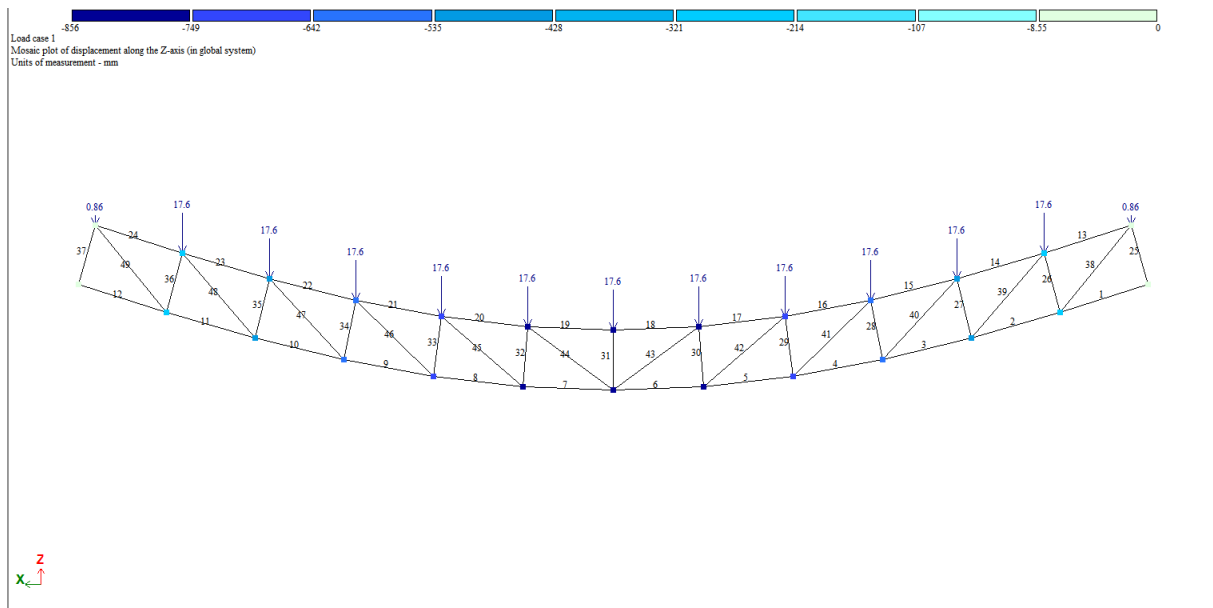


Рисунок 2.7 – мозаїка переміщень по Z

Епюра поздовжніх сил, наведена на рисунку 2.8, дозволяє оцінити розподіл розтягувальних і стискальних зусиль між окремими елементами ферми. За результатами аналізу встановлено, що найбільші стискальні зусилля виникають у верхньому поясі ферми, тоді як нижній пояс переважно працює на розтяг. Елементи решітки забезпечують передачу навантажень між поясами та сприймають як розтягувальні, так і стискальні зусилля залежно від їх розташування в конструкції.

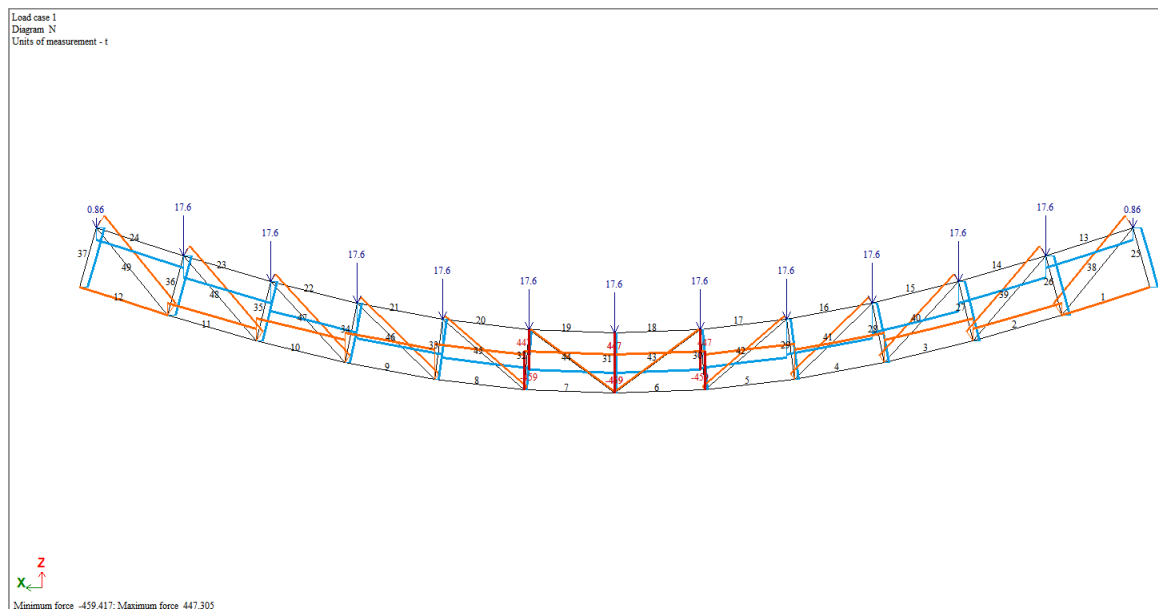


Рисунок 2.8 – Епюра поздовжніх сил

Отримані результати розрахунку в програмному комплексі **ЛІРА-САПР 2016** підтвердили працездатність прийнятої конструктивної схеми ферми та стали основою для подальшого підбору поперечних перерізів елементів відповідно до вимог міцності, жорсткості та стійкості.

#### **2.2.4 Розрахунок монолітного перекриття та колони**

У даному проєкті розраховано монолітне безбалкове залізобетонне перекриття, яке спирається безпосередньо на монолітні залізобетонні колони. Розрахунок виконано відповідно до вимог ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення», ДСТУ Б В.2.6-156:2010 та ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи».

На першому етапі виконано збір навантажень на перекриття. До постійних навантажень віднесено власну вагу монолітної плити, конструкцій підлоги та інженерних мереж. Тимчасове навантаження прийнято згідно з призначенням приміщень відповідно до чинних нормативних документів.

Плита перекриття товщиною 200 мм працює як безбалкова система та передає навантаження безпосередньо на колони каркаса. У процесі розрахунку визначено розрахункові згинальні моменти та поперечні сили в характерних перерізах плити. Особливу увагу приділено ділянкам біля колон, де виникають найбільші від'ємні моменти та концентрація напружень.

Розрахунок плити виконано за першою групою граничних станів на міцність та за другою групою граничних станів на тріщиностійкість і деформативність. За результатами розрахунку встановлено, що прийнята товщина перекриття забезпечує необхідну жорсткість та несучу здатність конструкції.

Армування плити передбачено у верхній та нижній зонах у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Основна робоча арматура прийнята із стрижнів класу А400С діаметром 12 мм з кроком 200 мм. У зоні примикання плити до колони, де спостерігається підвищена концентрація зусиль, передбачено додаткове верхнє армування. У зоні примикання плити до колони передбачено встановлення

додаткових поперечних стрижнів (хомутів). Необхідність їх застосування обумовлена виникненням значних концентрованих зусиль у вузлі спирання перекриття на колону. Хомути підвищують просторову жорсткість арматурного каркаса, забезпечують надійне закріплення поздовжньої арматури та запобігають її випучуванню під дією стискальних навантажень.

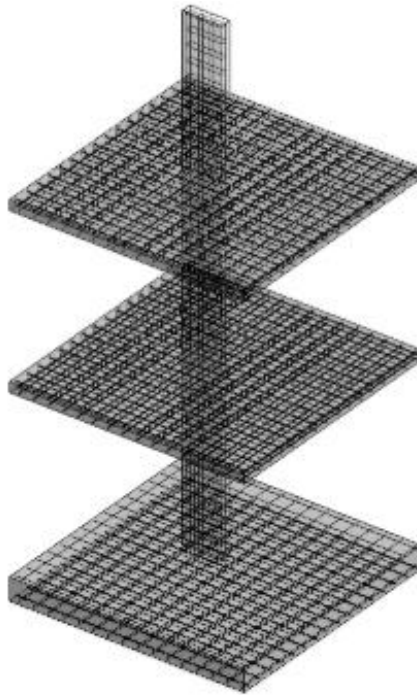


Рисунок 2.9 – Армування колони та монолітного перекриття

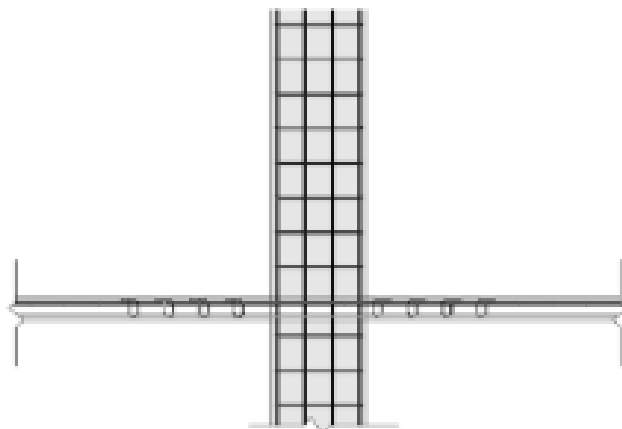


Рисунок 2.10 – Армування колони та монолітного перекриття

## **РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

### **3.1 Обґрунтування методів виконання робіт та вихідні інженерно-геологічні умови**

Об'єкт будівництва розташований у смт Макарів Київської області. Площа забудови становить 4109 м<sup>2</sup> (0,4109 га). Згідно з результатами інженерно-геологічних вишукувань ділянка належить до II категорії складності інженерно-геологічних умов. У межах дослідженої товщі ґрунтів виділено

сучасні техногенні відклади, насипні ґрунти (ІГЕ-2), лесоподібні супіски (ІГЕ-3), дрібні піски середньої щільності (ІГЕ-4) та пластичні супіски (ІГЕ-5).

Рівень ґрунтових вод під час проведення вишукувань на глибині до 6,0 м не виявлено, що створює сприятливі умови для виконання земляних робіт відкритим способом без застосування спеціальних заходів водозниження.

Основою фундаментної плити прийнято лесоподібний супісок ІГЕ-3, який за результатами досліджень втратив просідні властивості внаслідок замочування та має достатні фізико-механічні характеристики для сприйняття навантажень від споруди. Насипні ґрунти верхньої частини розрізу не використовуються як природна основа і підлягають видаленню або ущільненню в межах плями забудови. Будівельно-монтажні роботи рекомендується виконувати потоковим методом із послідовним виконанням підготовчих, геодезичних, земляних, арматурних, опалубних, бетонних, гідроізоляційних та завершальних робіт.

### **3.2 Підготовчий період та геодезичні розбивні роботи**

Організація підготовчого періоду здійснюється відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» та передбачає виконання комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення готовності будівельного майданчика до виконання основних будівельно-монтажних робіт. Відповідно до результатів інженерно-геологічних вишукувань об'єкту школи розташований у сприятливих інженерно-геологічних умовах. Рельєф території похило-рівнинний, абсолютні відмітки поверхні змінюються від +165,60 до +166,00 м. За сукупністю природних факторів ділянка належить до II категорії

складності інженерно-геологічних умов, що дозволяє виконувати будівельно-монтажні роботи без застосування спеціальних заходів щодо стабілізації основи.

Очищення території та планування поверхні виконується бульдозером Caterpillar D5 або аналогічною машиною. Розробку ґрунту під час улаштування траншей, приямків та інших земляних споруд рекомендується виконувати одноковшовим екскаватором JCB JS22 (див.рис.3.1) з місткістю ковша 1,0–1,25 м³. Для ущільнення основ під тимчасові дороги, майданчики складування та підготовку під фундаментну плиту застосовується самохідний вібраційний коток НАММ 3411 масою близько 11 т. Переміщення матеріалів на території будівельного майданчика може виконуватися фронтальним навантажувачем JCB 426 або телескопічним навантажувачем JCB 535-95.



Рисунок 3.1 – Одноковшовим екскаватором JCB JS220

### **3.3 Технологічний процес розробки котловану та механізована виїмка ґрунту**

Розробка котловану під монолітну фундаментну плиту виконується механізованим способом відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація

будівельного виробництва». Земляні роботи здійснюються після завершення підготовчого періоду, виконання геодезичної розбивки осей споруди та закріплення висотних відміток на будівельному майданчику. Проектом передбачено влаштування фундаментної плити з відміткою підшви на глибині 1,60 м від рівня планувальної поверхні. Основою фундаменту слугують ґрунти ІГЕ-3, представлені лесоподібними супісками, які характеризуються достатньою несучою здатністю для сприйняття навантажень від споруди.

Розробку ґрунту доцільно виконувати одноковшовим гідравлічним екскаватором типу JCB JS220, обладнаним зворотною лопатою з місткістю ковша 1,0–1,2 м<sup>3</sup>. Враховуючи відносно невелику глибину котловану та відсутність ґрунтових вод у межах проєктної відмітки, виїмка ґрунту здійснюється відкритим способом без застосування систем водозниження. Для транспортування ґрунту передбачається використання автосамоскид КамАЗ-6520 (див.рис.3.2) вантажопідйомністю 20–25 т. Основна частина ґрунту вивозиться за межі будівельного майданчика на санкціоновані місця складування, а частина може бути використана для подальшого зворотного засипання пазух фундаменту після завершення бетонних та гідроізоляційних робіт.



Рисунок 3.2 – Автосамоскид КамАЗ-6520

Оскільки нова фундамент стрічковий примикає до існуючої будівлі ліцею, особливу увагу приділяють зоні стикування з наявним стрічковим фундаментом, закладеним на глибині 1,60 м. На ділянці примикання протяжністю близько 18 м розробка ґрунту виконується поетапно з обмеженням одночасно відкритої довжини існуючого фундаменту. Безпосередньо біля існуючих конструкцій остаточне добирання ґрунту виконується вручну для запобігання пошкодженню фундаментів та порушенню природної структури основи. Після завершення механізованої розробки виконується ручне доопрацювання дна котловану на товщину 10–15 см із забезпеченням проєктних відміток.

Після приймання котловану виконується геодезична перевірка планового положення та висотних відміток. Далі влаштовується підготовка під фундаментну плиту з пошаровим ущільненням основи механізованими засобами, після чого розпочинаються роботи з бетонної підготовки, гідроізоляції та армування фундаментної конструкції.

### **3.4 Опалубні роботи: типи опалубки, монтаж та демонтаж**

Для забезпечення проєктних геометричних параметрів стрічкового фундаменту передбачено застосування інвентарної щитової опалубки багаторазового використання. Використання збірно-розбірної опалубної системи дозволяє забезпечити необхідну точність розмірів конструкції, зменшити трудомісткість робіт та підвищити якість поверхні бетону.

При виконанні фундаментних робіт доцільно використовувати дрібнощитову металеву опалубку з ламінованою палубою, яка характеризується достатньою жорсткістю, невеликою масою та можливістю багаторазового використання. Конструкція опалубки складається зі щитів, з'єднувальних замків, стяжних елементів, підкосів та опорних деталей, які забезпечують стійкість системи під час бетонування. Монтаж опалубки виконується після завершення земляних робіт, геодезичної перевірки положення осей та підготовки основи фундаменту. Перед

установленням опалубних елементів перевіряється відповідність відміток дна траншеї проєктним значенням, а також якість ущільнення ґрунтової основи.

Установлення опалубки здійснюється відповідно до розбивочних осей будівлі. Спочатку монтуються крайні щити, після чого встановлюються проміжні елементи та виконуються їх з'єднання між собою. Для забезпечення незмінності геометричних розмірів фундаменту щити закріплюються розпівками та підкосами. Вертикальність і положення опалубки контролюються геодезичними приладами та будівельним рівнем. Після завершення монтажу виконується перевірка міцності кріплень, герметичності стиків та відповідності внутрішніх розмірів опалубки проєктним параметрам. Внутрішня поверхня щитів очищується від забруднень та покривається спеціальною емульсією, що запобігає прилипанню бетону та полегшує подальше розпалублення конструкції.

Бетонування стрічкового фундаменту виконується після приймання опалубки відповідальною особою та оформлення відповідної виконавчої документації. Під час укладання бетонної суміші необхідно контролювати стан опалубки та не допускати її зміщення або деформації під дією тиску свіжоукладеного бетону.

Демонтаж опалубки проводиться після досягнення бетоном міцності, достатньої для сприйняття власної ваги та навантажень, що виникають під час розпалублення. Розбирання виконується у зворотній послідовності до монтажу. Спочатку знімаються підкоси, розпівки та з'єднувальні елементи, після чого демонтуються основні щити опалубки.

Після розпалублення проводиться візуальний контроль якості бетонної поверхні, перевіряються геометричні розміри фундаменту та відсутність дефектів бетонування. Демонтовані елементи очищаються від залишків бетону, сортуються та готуються до повторного використання на наступних ділянках будівництва.

### **3.5 Монтаж несучих ферм покриття**

Проектом передбачено монтаж металевих ферм прольотом 17,6 м, які спираються на залізобетонні колони каркаса будівлі. Передача навантаження від покриття здійснюється через опорні вузли ферм на закладні деталі оголовків колон, що забезпечує спільну роботу всіх несучих елементів конструкції.

До початку монтажних робіт виконують перевірку відповідності змонтованих залізобетонних колон проєктному положенню. Контролюються відмітки оголовків колон, положення закладних деталей та геометричні параметри опорних вузлів. Одночасно проводиться огляд металевих ферм, перевіряється якість виготовлення конструкцій, стан антикорозійного покриття, комплектність монтажних елементів та відповідність конструкцій робочим кресленням. Монтаж ферм виконується автомобільним краном необхідної вантажопідйомності. Перед підйомом ферму оснащують монтажними відтяжками та виконують її стропування у вузлах верхнього пояса відповідно до проєкту виконання робіт. Прийнята схема стропування повинна забезпечувати рівномірний розподіл навантажень та виключати можливість деформації елементів ферми під час підйому і транспортування.

Підготовлену конструкцію підіймають краном, переводять у проєктне положення та подають до місця встановлення. Ферма встановлюється на закладні деталі оголовків залізобетонних. Після наведення на опорні вузли конструкцію тимчасово закріплюють монтажними пристроями або болтами, що забезпечує її стійкість до виконання остаточного закріплення.

Першу змонтовану ферму додатково закріплюють, які запобігають втраті стійкості під дією вітрових навантажень та монтажних впливів. Після встановлення другої ферми між ними монтують елементи горизонтальних і вертикальних зв'язків покриття. Надалі монтаж виконується послідовно по всій довжині будівлі з одночасним встановленням системи зв'язків, що забезпечує просторову жорсткість та стійкість каркаса покриття. Положення кожної ферми контролюється геодезичними приладами шляхом перевірки її положення в плані, відміток опорних вузлів та відповідності проєктним координатам. У разі виявлення відхилень

виконується коригування положення конструкції до початку остаточного закріплення.

Після завершення вивірки виконується остаточне кріплення ферм до закладних деталей залізобетонних колон. З'єднання виконуються зварюванням відповідно до проєктних рішень та вимог нормативних документів. Після завершення монтажу здійснюється контроль якості зварних швів, перевіряється правильність геометричних параметрів конструкцій та відповідність виконаних робіт вимогам проєктної документації. Для забезпечення безпечного виконання монтажних робіт зона дії крана огорожується попереджувальними знаками, а персонал забезпечується необхідними засобами індивідуального захисту. Монтаж конструкцій дозволяється виконувати лише після завершення робіт із влаштування колон та досягнення бетоном необхідної проєктної міцності. Прийнята технологія монтажу забезпечує надійне встановлення металевих ферм прольотом 17,6 м на залізобетонні колони каркаса, необхідну точність монтажу та формування просторово жорсткої системи покриття будівлі.

### **3.6 Армування монолітних залізобетонних конструкцій каркаса**

Арматурні роботи є одним із основних етапів улаштування монолітного залізобетонного каркаса будівлі, оскільки саме арматура забезпечує сприйняття розтягувальних зусиль та спільну роботу конструкції під дією експлуатаційних навантажень. Для армування монолітних колон і плит перекриття проєктом передбачено використання арматури класу А400С, яка характеризується високими показниками міцності, доброю зварюваністю та широко застосовується в монолітному будівництві громадських будівель.

Каркас триповерхової школи виконаний за монолітною залізобетонною схемою, в якій колони є основними вертикальними несучими елементами. Колони проходять через усі поверхи будівлі та забезпечують передачу навантажень від плит перекриття, покриття та власної ваги конструкцій на фундамент. Просторова жорсткість каркаса досягається спільною роботою колон і монолітних перекриттів. Армування колон виконується просторовими каркасами заводського або

майданчикowego виготовлення. Каркас складається з поздовжніх робочих стержнів класу А400С та поперечних хомутів, які забезпечують стійкість поздовжньої арматури та сприймають поперечні зусилля. Монтаж арматурних каркасів колон здійснюється автомобільним краном або вручну залежно від маси елементів.

У процесі монтажу каркас встановлюють у проєктне положення та з'єднують із випусками арматури нижнього поверху. Для забезпечення проєктного положення каркаса використовуються тимчасові розкоси та фіксатори. Особлива увага приділяється дотриманню величини захисного шару бетону, який забезпечує довговічність конструкцій та захист арматури від корозії. Після завершення армування колон виконують монтаж опалубки та бетонування конструкцій. Після досягнення бетоном необхідної міцності розпочинають роботи з улаштування монолітного перекриття наступного поверху. Таким чином забезпечується безперервність вертикальних несучих елементів по всій висоті будівлі.

Армування плит перекриття виконується сітками з арматури класу А400С, які укладаються відповідно до робочих креслень. Нижня арматура призначена для сприйняття основних розтягувальних напружень у прольотних ділянках плити, тоді як верхня арматура встановлюється над опорами та в місцях концентрації зусиль. Для фіксації проєктного положення верхньої сітки використовуються спеціальні підтримувальні елементи та фіксатори. Монтаж арматури перекриття починається після завершення встановлення опалубки та перевірки її геометричних параметрів. Спочатку укладаються нижні сітки, після чого встановлюються фіксатори захисного шару та монтується верхня арматура. У місцях примикання плит до колон передбачаються додаткові арматурні стержні для підвищення тріщиностійкості та забезпечення надійної роботи вузлів сполучення.

Перед бетонуванням здійснюється контроль якості арматурних робіт, перевіряється діаметр і кількість стержнів, крок їх розташування, якість з'єднань та відповідність проєктним рішенням. Також контролюється товщина захисного шару бетону та правильність встановлення закладних деталей. Застосування арматури класу А400С для колон і плит перекриття забезпечує необхідну несучу здатність,

жорсткість та довговічність монолітного каркаса триповерхової школи. Прийнята технологія армування дозволяє створити надійну просторову конструктивну систему, здатну ефективно сприймати вертикальні та горизонтальні навантаження протягом усього терміну експлуатації будівлі.

### **3.7 Влаштування зовнішніх та внутрішніх стін із газобетонних блоків**

Зовнішні та внутрішні стіни будівлі передбачено виконувати з автоклавних газобетонних блоків розміром 600×300×200 мм. Використання газобетонних виробів дозволяє зменшити навантаження на несучі конструкції, забезпечити необхідні теплоізоляційні характеристики огорожувальних конструкцій та підвищити продуктивність мурувальних робіт завдяки значним розмірам блоків і точності їх геометричних параметрів. До початку мурування виконують перевірку геометричних розмірів монолітного перекриття, положення колон, відміток поверхні та якості гідроізоляційного шару. По завершенні геодезичної розбивки на перекриття наносять осі майбутніх стін і перегородок, що забезпечує правильне розташування конструкцій відповідно до проєктних рішень. Мурування першого ряду газобетонних блоків виконується по вирівнювальному цементно-піщаному розчину. Перший ряд є базовим для всієї кладки, тому його положення ретельно контролюється за допомогою нівеліра, рівня та шнура-причалки. Нерівності основи компенсуються товщиною розчину, що дозволяє отримати горизонтальну поверхню для подальшого зведення стін.

Наступні ряди блоків укладаються на спеціальну клейову суміш для газобетону. Клей наносять тонким рівномірним шаром за допомогою зубчастого шпателя або каретки, що забезпечує мінімальну товщину швів та зменшує утворення містків холоду. Вертикальні стики між блоками також заповнюються клейовим розчином відповідно до рекомендацій виробника. Під час виконання кладки блоки встановлюють із перев'язкою вертикальних швів. Зміщення стиків сусідніх рядів повинно становити не менше 80 мм. Правильність розташування кожного ряду контролюють рівнем, виском та шнуром-причалкою. За необхідності коригування положення блоків використовують гумовий молоток.

Для підвищення тріщиностійкості кладки через кожні три-чотири ряди передбачається армування стін. Для цього у верхній поверхні блоків виконують штраби, в які укладають арматурні стержні з подальшим заповненням клейовою сумішшю або дрібнозернистим розчином. Додаткове армування також передбачається під віконними прорізами, у зонах підвищених навантажень та в місцях примикання стін до залізобетонних конструкцій. Особливу увагу приділяють вузлам сполучення газобетонних стін із монолітними залізобетонними колонами каркаса. Для забезпечення надійної спільної роботи конструкцій використовують гнучкі металеві зв'язки або анкерні елементи, які закріплюються до колон і заводяться в горизонтальні шви кладки. Таке рішення запобігає утворенню тріщин у місцях примикання та забезпечує стійкість стінових конструкцій. У місцях дверних і віконних прорізів установлюються збірні або монолітні перемички відповідно до проєктних рішень. Після завершення кладки поверху виконується перевірка вертикальності стін, відповідності геометричних розмірів та якості заповнення швів. Подача газобетонних блоків до робочої зони здійснюється автомобільним краном або телескопічним навантажувачем у піддонах. Безпосереднє встановлення блоків у проєктне положення виконується мулярами вручну. Завдяки невеликій масі та точній геометрії блоків забезпечується висока швидкість виконання робіт і зменшується трудомісткість процесу. Після завершення мурування виконують очищення поверхні стін від залишків клейової суміші та проводять контроль якості виконаних робіт. Перевіряються геометричні параметри кладки, товщина швів, вертикальність поверхонь та відповідність виконаних конструкцій вимогам проєктної документації. Прийнята технологія зведення зовнішніх і внутрішніх стін із газобетонних блоків розміром 600×300×200 мм забезпечує необхідні показники міцності, довговічності та енергоефективності будівлі, а також дозволяє скоротити тривалість будівництва завдяки високій продуктивності мурувальних робіт.

### **3.8 Штукатурні роботи**

Після завершення мурування зовнішніх і внутрішніх стін із газобетонних блоків, монтажу інженерних мереж та закінчення основних будівельно-монтажних робіт виконуються штукатурні роботи. Їх призначенням є вирівнювання поверхонь стін і стель, усунення незначних дефектів кладки, а також створення основи для подальшого декоративного оздоблення приміщень. Перед початком штукатурення поверхні очищають від пилу, залишків розчину та інших забруднень. Оскільки газобетон характеризується підвищеним водопоглинанням поверхню попередньо ґрунтують спеціальними складами глибокого проникнення для покращення зчеплення штукатурного шару з основою.

Для внутрішніх приміщень школи передбачається застосування сухих штукатурних сумішей на гіпсовій основі. Такі розчини забезпечують рівну поверхню, мають добру паропроникність та створюють сприятливий мікроклімат у навчальних приміщеннях. У приміщеннях з підвищеною вологістю, таких як санвузли та технічні приміщення, використовують цементно-піщані штукатурні суміші. Нанесення штукатурного розчину здійснюється механізованим способом за допомогою штукатурних станцій, що дозволяє підвищити продуктивність праці та забезпечити рівномірність покриття. Після нанесення розчин розрівнюють правилом по встановлених маяках, а після початкового тужавіння виконують затирку поверхні до отримання необхідної якості.

Контроль якості штукатурних робіт включає перевірку вертикальності та площинності поверхонь, товщини штукатурного шару, відсутності тріщин, раковин і відшарувань. Готова поверхня повинна відповідати вимогам щодо подальшого фарбування та експлуатації приміщень навчального закладу.

### **3.9 Малярні роботи**

Малярні роботи виконуються після завершення штукатурних робіт, монтажу інженерних систем та повного висихання оздоблювальних шарів. Основною метою фарбування є захист поверхонь від впливу навколишнього середовища,

покращення санітарно-гігієнічних умов експлуатації приміщень та надання їм завершеного архітектурного вигляду.

Перед нанесенням фарби поверхні ретельно готують. Підготовка включає очищення від пилу, усунення нерівностей, шпаклювання дрібних дефектів та нанесення ґрунтувального шару. Особлива увага приділяється якості підготовки поверхонь, оскільки саме вона визначає довговічність та естетичний вигляд фарбувального покриття.

Для оздоблення навчальних приміщень, коридорів та адміністративних кімнат застосовуються водоемульсійні фарби, які є екологічно безпечними, не мають різкого запаху та відповідають санітарним вимогам до громадських будівель. У приміщеннях з підвищеною вологістю використовуються вологостійкі лакофарбові матеріали.

Нанесення фарби виконується механізованим способом із використанням безповітряних фарборозпилювачів, а у важкодоступних місцях — вручну за допомогою валиків і пензлів. Фарбування здійснюють у два шари з витримуванням технологічної перерви для висихання попереднього покриття. Після завершення малярних робіт проводять контроль якості оздоблення. Пофарбовані поверхні повинні мати рівномірний колір, бути без патьоків, плям, пропусків та видимих слідів інструменту. Виконання малярних робіт відповідно до технологічних вимог забезпечує довговічність оздоблення та належний санітарно-естетичний стан приміщень школи.

### **3.10 Влаштування підлог**

Підлога є важливим конструктивним елементом будівлі, який сприймає експлуатаційні навантаження від людей, меблів та обладнання. Конструкція підлоги повинна забезпечувати міцність, довговічність, гігієнічність, безпечність пересування та відповідати функціональному призначенню приміщень. Вибір типу покриття здійснюється з урахуванням умов експлуатації окремих приміщень школи. Роботи з улаштування підлог виконують після завершення монтажу

інженерних мереж, штукатурних робіт та закінчення основних будівельно-монтажних процесів. До початку виконання робіт поверхню перекриття очищають від сміття, пилу та залишків будівельних матеріалів. За необхідності виконують вирівнювання основи цементно-піщаною стяжкою.

Конструкція підлоги включає основу, вирівнювальний шар, ізоляційні прошарки та чисте покриття. У приміщеннях школи передбачено застосування різних типів підлог залежно від їх функціонального призначення. У навчальних кабінетах, адміністративних приміщеннях та учительських рекомендується використання комерційного лінолеуму. Дане покриття характеризується високою зносостійкістю, простотою догляду та хорошими санітарно-гігієнічними показниками. Перед укладанням лінолеуму основу ретельно вирівнюють, ґрунтують та очищають від пилу. Полотнища матеріалу розкладають по підготовленій поверхні, після чого приклеюють спеціальними клейовими складами та герметизують стики. У коридорах, вестибюлях, сходових клітках, санітарних вузлах та технічних приміщеннях застосовується керамічна плитка. Вона має високу міцність, стійкість до стирання, вологи та механічних пошкоджень. Плитку укладають на цементно-клейові суміші по вирівняній основі з обов'язковим контролем горизонтальності покриття. Після набору міцності клею шви заповнюють спеціальними затирочними сумішами.

У санвузлах перед улаштуванням плиткового покриття додатково виконують гідроізоляцію підлоги для захисту конструкцій перекриття від проникнення вологи. Гідроізоляційний шар наносять на підготовлену основу з заведенням на стіни на висоту, передбачену проектом. У спортивних та актових залах можуть застосовуватися спеціальні спортивні покриття або комерційний лінолеум підвищеної міцності, який забезпечує комфортне пересування та стійкість до інтенсивних навантажень.

Після завершення робіт виконують контроль якості підлогових покриттів. Перевіряють горизонтальність поверхні, якість з'єднання елементів покриття, відсутність тріщин, здуттів, відшарувань та інших дефектів. Готові підлоги повинні

відповідати вимогам проєктної документації, забезпечувати безпечну експлуатацію та тривалий термін служби.

Застосування різних видів підлогових покриттів залежно від призначення приміщень дозволяє забезпечити належні санітарно-гігієнічні умови, довговічність конструкцій та комфортні умови перебування учнів і персоналу навчального закладу.

## **РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні**

Будівельна галузь належить до сфер господарської діяльності з підвищеним рівнем виробничого ризику, оскільки більшість технологічних процесів пов'язана з виконанням робіт на висоті, використанням будівельних машин і механізмів, вантажопідіймального обладнання, електроінструменту та інших технічних засобів, які можуть становити небезпеку для працівників. Внаслідок цього особливого значення набуває створення безпечних та здорових умов праці, спрямованих на збереження життя і здоров'я працівників, запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням [1].

Будівля розташовується на сформованій території громадської забудови в центральній частині селища Макарів. Проєктом передбачається виконання комплексу земляних, бетонних, арматурних, монтажних та оздоблювальних робіт із використанням сучасної будівельної техніки та механізмів [2]. Особливістю даного об'єкта є виконання будівельних робіт на території діючого навчального закладу. У зв'язку з цим підвищені вимоги пред'являються не лише до безпеки працівників будівельної організації, а й до захисту учнів, педагогічного персоналу та відвідувачів ліцею від можливого впливу небезпечних виробничих факторів [2, 3].

Для забезпечення безпечних умов праці на об'єкті повинні застосовуватися колективні та індивідуальні засоби захисту, виконуватися вимоги щодо організації будівельного майданчика, забезпечення пожежної безпеки, електробезпеки, належного освітлення та санітарно-гігієнічних умов праці. У сучасних умовах особливого значення набувають питання безпеки працівників під час воєнного стану. Будівельна організація повинна передбачати порядок дій персоналу під час повітряної тривоги, забезпечити можливість евакуації працівників до захисних споруд та організувати проведення відповідних інструктажів і тренувань [1, 4].

### **4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проєктування**

#### **4.2.1 Аналіз умов праці під час виконання бетонних робіт**

Одним із найбільш відповідальних процесів є укладання та ущільнення бетонної суміші із застосуванням автобетононасоса та електричних глибинних вібраторів [4,8]. Під час виконання бетонних робіт працівники піддаються впливу комплексу небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які відповідно до ДСТУ 2293:2014 поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні [3].

Особливістю бетонних робіт є використання значної кількості будівельної техніки, електрообладнання та ручного інструменту, а також контакт працівників із цементовмісними матеріалами. Усе це потребує впровадження комплексу заходів безпеки на всіх етапах технологічного процесу [4]. Під час подачі бетонної суміші автобетононасосом працівники перебувають у зоні дії стріли та бетонопроводу. У разі порушення правил експлуатації обладнання можливе травмування працівників рухомими частинами механізму або руйнування окремих елементів системи подачі бетону [4,18]. Значну небезпеку становлять роботи на висоті під час бетонування перекриттів, балок та інших конструкцій. Відсутність захисних огорожень або засобів страхування може призвести до падіння працівника з висоти та отримання тяжких травм [4, 3].

Під час використання глибинних вібраторів працівники піддаються впливу локальної вібрації та шуму. Тривалий вплив зазначених факторів може негативно впливати на функціональний стан організму та призводити до розвитку професійних захворювань [7]. Небезпеку становить також використання електрообладнання в умовах підвищеної вологості. Пошкодження ізоляції кабелів або відсутність захисного заземлення можуть спричинити ураження електричним струмом [4, 5].

До шкідливих виробничих факторів належать несприятливі параметри мікроклімату, підвищена запиленість повітря робочої зони та недостатня освітленість окремих робочих місць. Роботи виконуються переважно на

відкритому повітрі, тому працівники зазнають впливу низьких та високих температур, атмосферних опадів і вітрових навантажень [9].

Вони пов'язані з необхідністю постійного контролю технологічного процесу, роботою в умовах дефіциту часу, фізичним навантаженням та підвищеною відповідальністю за якість монолітних конструкцій.

#### **4.2.2 Висновки щодо аналізу небезпек**

Проведений аналіз умов праці показав, що під час виконання бетонних робіт на об'єкті будівництва прибудови до Макарівського ліцею №1 працівники піддаються впливу комплексу фізичних, хімічних та психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів [8]. Найбільш небезпечними факторами є роботи на висоті, використання електрообладнання, експлуатація автобетононасоса та можливість травмування рухомими частинами будівельних машин. Серед шкідливих факторів переважають шум, вібрація, цементний пил, контакт із бетонною сумішшю та несприятливі метеорологічні умови [7,8].

Повністю усунути вплив усіх небезпечних факторів неможливо, однак їх негативний вплив може бути значно знижений шляхом впровадження комплексу організаційних, технічних та архітектурно-планувальних заходів, що розглядаються у наступних підрозділах [4].

### **4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування**

#### **4.3.1 Методика оцінювання ризиків**

Одним із основних напрямків сучасної системи управління охороною праці є оцінювання професійних ризиків. Метою такого оцінювання є своєчасне виявлення небезпечних виробничих факторів, визначення рівня їх небезпеки та розроблення заходів щодо зниження ризику до прийнятного рівня [1]. Для оцінювання ризиків використовується матричний метод, наведений у методичних вказівках до виконання розділу «Охорона праці». Метод базується на визначенні категорії серйозності наслідків небезпечної події та імовірності її виникнення [2].

Категорія I відповідає катастрофічним наслідкам, що можуть призвести до загибелі працівника. Категорія II характеризується тяжкими травмами та стійкою втратою працездатності. Категорія III включає травми середньої тяжкості, а категорія IV – незначні ушкодження без тривалих наслідків для здоров'я працівника [2]. Імовірність виникнення небезпеки оцінюється за п'ятьма рівнями: від А (часта) до Е (неймовірна) [2].

Для дослідження ризиків було обрано робоче місце бетонщика, який виконує роботи з укладання та ущільнення бетонної суміші під час зведення монолітних конструкцій прибудови [4].

Під час бетонування перекриттів та інших монолітних конструкцій працівники виконують роботи на висоті понад 1,3 м від рівня землі або перекриття. За відсутності захисних огорожень, страхувальних систем або порушенні вимог технології існує небезпека падіння працівника [4].

Наслідками такої події можуть бути переломи кінцівок, черепно-мозкові травми, пошкодження хребта або летальний випадок [4].

Категорія наслідків – I (катастрофічна).

Імовірність виникнення – С (можлива).

Індекс ризику:

**1С – неприпустимий ризик.**

Такий рівень ризику потребує обов'язкового впровадження технічних і організаційних заходів безпеки [4].

#### **4.3.2 Оцінювання ризику ураження електричним струмом**

Під час бетонування перекриттів та інших монолітних конструкцій працівники виконують роботи на висоті понад 1,3 м від рівня землі або перекриття. За відсутності захисних огорожень, страхувальних систем або порушенні вимог технології існує небезпека падіння працівника. Наслідками такої події можуть бути

переломи кінцівок, черепно-мозкові травми, пошкодження хребта або летальний випадок [4].

Категорія наслідків – I (катастрофічна).

Імовірність виникнення – C (можлива).

Індекс ризику:

**1C – неприпустимий ризик.**

Такий рівень ризику потребує обов'язкового впровадження технічних і організаційних заходів безпеки.

#### **4.4 Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів щодо покращення умов праці**

На підставі проведеного аналізу умов праці та оцінювання професійних ризиків на об'єкті будівництва прибудови до Макарівської школи розроблено комплекс організаційних, технічних та архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на підвищення рівня безпеки праці та зниження виробничого травматизму. Основною метою запропонованих заходів є усунення або мінімізація впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час виконання земляних, арматурних, бетонних та монтажних робіт [4,8].

##### **4.4.1 Організаційні заходи з охорони праці**

Організаційні заходи є основою системи управління охороною праці на будівельному майданчику та спрямовані на створення безпечних умов праці для всіх учасників будівельного процесу. До виконання будівельно-монтажних робіт допускаються особи віком не молодше 18 років, які пройшли попередній медичний огляд, вступний інструктаж з охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці та навчання безпечним методам виконання робіт [1, 10].

Працівники, які виконують роботи підвищеної небезпеки, повинні проходити спеціальне навчання та перевірку знань відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.12-05 [10].

**На будівельному майданчику повинні бути призначені:**

- відповідальний виконавець робіт;
- відповідальний за безпечну експлуатацію вантажопідіймальних механізмів;
- відповідальний за електрогосподарство;
- відповідальний за пожежну безпеку.

**Усі працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту:**

- захисними касками;
- сигнальними жилетами;
- спецодягом;
- спецвзуттям;
- захисними окулярами;
- рукавицями;
- страхувальними поясами при виконанні робіт на висоті [1,4].

На території будівельного майданчика повинні бути обладнані місця для відпочинку працівників, санітарно-побутові приміщення, пункти забезпечення питною водою та аптечки першої медичної допомоги [1, 6].

#### **4.4.2 Заходи безпеки під час виконання земляних робіт**

Перед початком виконання земляних робіт необхідно виконати геодезичну розбивку території та визначити місця проходження підземних інженерних мереж і комунікацій [4]. Земляні роботи в охоронних зонах підземних комунікацій допускається виконувати лише після отримання письмового дозволу організацій, які експлуатують відповідні мережі. Розроблення котлованів і траншей необхідно виконувати відповідно до вимог нормативних документів із забезпеченням

стійкості укосів та попередження обвалення ґрунту [3]. У місцях можливого перебування людей траншеї та котловани повинні бути огорожені захисними бар'єрами висотою не менше 1,2 м та обладнані попереджувальними знаками безпеки [4]. У темний час доби огороження повинні освітлюватися сигнальними ліхтарями відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-15:2011.

Забороняється складувати будівельні матеріали, конструкції та ґрунт у межах призми можливого обвалення. Перебування працівників у зоні роботи екскаватора допускається лише після повної зупинки робочого обладнання машини .

Для захисту працівників від ураження електричним струмом необхідно передбачити систему захисного заземлення та занулення електрообладнання відповідно до вимог чинних нормативних документів . Усі електроустановки повинні бути оснащені пристроями захисного відключення, які автоматично вимикають живлення при виникненні аварійних режимів роботи .

Електричні кабелі повинні прокладатися таким чином, щоб виключити можливість їх механічного пошкодження транспортом або будівельними механізмами. Працівники, які обслуговують електрообладнання, повинні використовувати діелектричні рукавиці, гумові килимки та інші засоби захисту від ураження електричним струмом . Періодично повинна проводитися перевірка опору ізоляції кабелів та справності заземлювальних пристроїв [5].

#### **4.4.3 Заходи безпеки під час виконання бетонних робіт**

Під час роботи будівельної техніки, електрообладнання та вібраторів виникають шум та вібрація, рівні яких можуть перевищувати нормативні значення [7].

**Для зниження шумового навантаження необхідно:**

- використовувати сучасне обладнання зі зниженими шумовими характеристиками;
- своєчасно проводити технічне обслуговування машин;

- обмежувати час перебування працівників у зоні підвищеного шуму.

Для захисту від локальної вібрації рекомендується використовувати віброзахисні рукавиці та регламентувати тривалість роботи з вібраційним обладнанням [ 7].

Пожежна безпека будівельного майданчика повинна забезпечуватися відповідно до вимог НАПБ Б.01.008-2018 та інших нормативних документів [24].

**На території об'єкта необхідно встановити:**

- пожежний щит;
- порошкові вогнегасники;
- ящики з піском;
- лопати;
- багри;
- сокири .

Усі евакуаційні шляхи повинні утримуватися вільними від будівельних матеріалів та обладнання. Паління дозволяється лише у спеціально відведених місцях, обладнаних урнами та знаками безпеки .Працівники повинні бути ознайомлені з порядком дій у разі виникнення пожежі та місцями розташування первинних засобів пожежогасіння.

**4.4.4 Заходи безпеки в умовах воєнного стану**

У зв'язку із запровадженням воєнного стану на території України питання безпеки працівників під час виконання будівельних робіт набувають особливого значення. Організація будівництва прибудови до Макарівського ліцею №1 повинна враховувати можливість виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із ракетними ударами, застосуванням безпілотних літальних апаратів та іншими загрозами воєнного характеру [1, 4].

На будівельному майданчику повинен бути розроблений та затверджений порядок дій працівників під час оголошення сигналу «Повітряна тривога». Усі

працівники повинні бути ознайомлені з маршрутами евакуації та місцем розташування найближчого укриття під особистий підпис. Перед початком виконання робіт необхідно провести інструктаж щодо дій персоналу в разі виникнення надзвичайної ситуації. Періодично повинні проводитися практичні тренування з евакуації працівників [1, 10].

**У разі отримання сигналу повітряної тривоги необхідно:**

- негайно припинити виконання робіт;
- зупинити роботу будівельних машин та механізмів;
- відключити електроживлення обладнання;
- припинити виконання вантажопідіймальних операцій;
- організовано покинути небезпечну зону;
- перейти до найближчої захисної споруди цивільного захисту .

Після відбою повітряної тривоги відповідальна особа повинна провести огляд території будівельного майданчика, перевірити технічний стан обладнання та переконатися у відсутності пошкоджень, які можуть створювати додаткову небезпеку для працівників. У випадку виявлення вибухонебезпечних предметів роботи повинні бути негайно припинені, а місце виявлення небезпечного предмета огорожене та позначене попереджувальними знаками. Подальші дії здійснюються відповідно до вимог органів ДСНС України. Запровадження зазначених заходів дозволить підвищити рівень безпеки працівників та зменшити ризики, пов'язані з виконанням будівельних робіт в умовах воєнного стану [1, 4].

**4.4.5 Рекомендації щодо впровадження запропонованих заходів**

Для забезпечення ефективності запропонованих заходів необхідно впровадити систему постійного контролю за станом охорони праці на будівельному майданчику. Контроль повинен здійснюватися керівником робіт, службою охорони праці та відповідальними особами підприємства. Одним із найважливіших напрямків профілактики виробничого травматизму є підвищення

рівня підготовки працівників. Для цього необхідно проводити регулярні інструктажі, навчання та перевірку знань з питань охорони праці відповідно до вимог чинного законодавства [10].

Особливу увагу слід приділяти контролю технічного стану будівельних машин, механізмів та електрообладнання. Усі несправності повинні усуватися до початку виконання робіт, а експлуатація несправного обладнання повинна бути заборонена [4, 5].

Для підвищення рівня безпеки рекомендується впровадити систему щоденного контролю робочих місць із фіксацією виявлених порушень та заходів щодо їх усунення. Такий підхід дозволяє своєчасно виявляти потенційні небезпеки та запобігати виникненню аварійних ситуацій [1]. Ефективним заходом є також проведення періодичного аналізу виробничих ризиків з урахуванням змін технології виконання робіт, застосування нового обладнання або зміни умов праці на будівельному майданчику. Комплексне впровадження запропонованих організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів дозволить забезпечити належний рівень безпеки праці під час будівництва прибудови до Макарівського ліцею №1 та мінімізувати ризик виникнення виробничого травматизму [1, 4]

#### **4.5 Висновки**

У розділі проведено аналіз умов праці під час будівництва прибудови до Макарівського ліцею №1 Макарівської селищної ради Бучанського району Київської області та визначено основні небезпечні й шкідливі виробничі фактори, характерні для виконання земляних, бетонних та монтажних робіт [4, 8].

Установлено, що найбільшу небезпеку для працівників становлять роботи на висоті, експлуатація вантажопідіймальних механізмів, використання електрообладнання, виконання бетонних робіт із застосуванням автобетононасоса та вплив несприятливих факторів виробничого середовища. На основі матричного методу проведено оцінювання професійних ризиків для робочого місця бетонщика. Результати дослідження показали, що найбільш небезпечними є ризики падіння

працівника з висоти, ураження електричним струмом та травмування обладнанням автобетононасоса [1, 4].

Для зниження рівня виробничого травматизму розроблено комплекс організаційних, технічних та архітектурно-планувальних заходів, які включають удосконалення організації будівельного майданчика, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, підвищення рівня електробезпеки, пожежної безпеки, нормалізацію умов праці та заходи цивільного захисту в умовах воєнного стану. Запропоновані рішення відповідають вимогам чинного законодавства України та нормативним документам з охорони праці і можуть бути впроваджені під час будівництва прибудови до Макарівській школі для забезпечення безпечних та здорових умов праці працівників [1, 4].

## **Перелік використаних літературних джерел**

1. Закон України «Про охорону праці».
2. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій.
3. ДБН В.1.2-12-2008. Будівництво в умовах ущільненої забудови.
4. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві.
5. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів.
6. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
7. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
8. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів під час виконання будівельних робіт.
9. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів під час виконання будівельних робіт.
10. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.
11. Методичні рекомендації до виконання та оформлення бакалаврських робіт (для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» освітня програма «Промислове та цивільне будівництво») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : О. М. Пустовойтова – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020 – 30с.
12. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
13. ДСТУ-Н Б В.1.1.-27: 2010 «Будівельна кліматологія» - Київ: Міністерство розвитку і будівництва України, 2011. – 130 с.

14. ДБН А.3.1–5–2009. Організація будівельного виробництва. – Чинний від 2012–01–01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с.
15. ДСТУ Б В.2.6-156 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону» - Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
16. ДБН В.1.2-2:2006 «**Навантаження і впливи**». – Київ: Мінбуд України, 2006.
17. ДБН В.2.6-198:2014 «**Сталеві конструкції. Норми проектування**». – Київ: Мінрегіон України, 2014.
18. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
19. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 28 с.
20. Золотова Н. М., Супрун О. Ю. Технологія будівельного виробництва : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Міське будівництво і господарство». – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. с.