

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Центр перепідготовки та післядипломної освіти

(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

Магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Проект виробничого корпусу підприємства
з дослідженням впливу динамічних навантажень
на несучі конструкції

Виконав: студент (ка) 2 курсу, групи МБд-2

спеціальності (напряму підготовки) _____

192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Костецький Ю.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Крамар Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Данильченко С.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Чубик В.Ф.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Центр перепідготовки та післядипломної освіти
 Кафедра будівельної механіки
 Освітній ступінь магістр
 Напрямок підготовки _____
 (шифр і назва)
 Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
 (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Будівельної механіки
Ясній В.П.
 «_____» _____ 202__ р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Костецькому Ю.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект виробничого корпусу підприємства
з дослідженням впливу динамічних навантажень на несучі конструкції

Керівник проекту (роботи) к.т.н., доц. Крамар Г.М.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затвержені наказом по університету від «_____» _____ 2021 року № _____

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 13.12.2021

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на проектування

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

Вступ, Архітектурно-будівельна частина, Розрахунково-конструктивна частина

Наукова частина

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, Екологія, Висновки,

Бібліографія

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

Генплан, Фасади, Розрізи, Плани поверхів, Конструктивні схеми, Схеми армування, Детальні

вузли, Календарний план, Технологічні карти

ЗМІСТ

Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1. Архітектурно-будівельна частина.....	7
1.1 Адміністративно-географічне положення.....	7
1.2 Розміри ділянки.....	7
1.3 Рельєф, ґрунти, вітри.....	7
1.4 Місцеві будівельні матеріали.....	8
1.5 Зовнішні інженерні мережі.....	8
1.6 Опис генплану.....	10
1.7 Обґрунтування прийнятого об'ємно-планувального рішення.....	12
1.8 захист від шуму і вібрації.....	12
1.9 Природне освітлення.....	12
1.10. Вибір і розрахунок зовнішніх огорожуючих конструкцій.....	12
1.11 Техніко-економічні показники будівлі.....	16
РОЗДІЛ 2. Розрахунково-конструктивна частина.....	17
2.1 Розрахунок будівлі. Результати розрахунку.....	17
РОЗДІЛ 3. Наукова частина.....	50
3.1 Вступ.....	50
3.2 Вібраційні дослідження у будівлі.....	53
3.2 Вібраційні дослідження у будівлі.....	59
РОЗДІЛ 4: Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	61
4.1. Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях в ході проектної розробки.....	61
4.2. Аналіз будівельного процесу з метою виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	62
4.3. Основні нормативні вимоги при виконанні окремих видів робіт та експлуатації машин і механізмів.....	63
4.4. Розрахунок безпечності роботи механізмів та пристроїв електробезпеки...68	68
4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	70
4.5. Аналіз надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути.....	70
4.6. Розробка заходів і дій при виникненні надзвичайних ситуацій. Виконання долікарської допомоги у надзвичайних ситуаціях та при нещасних випадках...71	71
5. Бібліографія.....	74

ВСТУП

Швидкі темпи будівництва в Івано-Франківську, складність і архітектурна виразність будівель, що зводяться, говорять про новий щабель розвитку нашого міста.

Просторові резерви обраної ділянки для будівництва максимально використовуватимуться без шкоди для інсоляції навколишніх будинків, насаджень та асфальтованих проїздів прилеглої території.

Актуальність теми. Промислові підприємства є основою економічного розвитку міста, тим більше такого масштабу як Івано-Франківськ. В кваліфікаційній роботі запропоновано ряд сучасних архітектурних та конструктивних рішень при розробці промислового корпусу підприємства та приділено увагу розрахунку просторовим конструкціям.

Мета роботи: Розробка проекту промислового комплексу в Івано-Франківську з дослідженням залізобетонних конструкцій.

Об'єктом дослідження вплив динамічних навантажень в залізобетонних конструкціях.

Предметом дослідження є методика аналітичного визначення частотної характеристики в багатоповерхових будівлях.

Доцільність проведення досліджень викликана тим, що отримані результати досліджень дадуть можливість підвищити стійкість та надійність окремих будівельних конструкцій при виникненні динамічних навантажень.

Відповідно до поставленої мети потрібно вирішити такі **завдання**:

1. Розробити об'ємно-планувальні рішення будівництва відповідно до умов на відведеній ділянці у м. Івано-Франківськ.
2. Проаналізувати інженерно-геологічні умови будівельного майданчика та запроектувати фундаменти.
3. Розробити конструктивні рішення щодо несучих елементів конструкцій.
4. Розробити скінченно-елементу модель будівлі.

5. Запропонувати уточнену методику врахування впливу динамічних навантажень.

6. За результатами проведених розрахунків запропонувати заходи по підвищенню стійкості конструкцій.

7. Розробити заходи з охорони праці, техніки безпеки під час зведення мистецько-спортивного комплексу.

Методи досліджень. При вирішенні поставлених завдань застосовуються методи чисельного моделювання, в тому числі моделювання методом скінченних елементів.

Наукова новизна. Вдосконалена методика моделювання залізобетонних конструкцій. Отримала подальший розвиток методика визначення власних частот та періодів коливань залізобетонних конструкцій.

Практичні результати роботи можуть використовуватися проектними організаціями при виконанні міцнісних розрахунків та визначенні власних частот та періодів коливань залізобетонних конструкцій. Результати порівняльного аналізу можуть застосовуватися для оцінки ефективності проектних рішень. Наведена в роботі методика моделювання може використовуватися в навчальному процесі при підготовці студентів за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія».

Апробація результатів магістерської роботи виконана роботи виконана на X Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій»

Публікація результатів магістерської роботи здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

Ключові слова: динамічне навантаження, залізобетон, коливання.

РОЗДІЛ 1. Архітектурно-будівельна частина

1.1 Адміністративно-географічне положення

Ділянка будівництва промислового комплексу для виробництва електронних пристроїв знаходиться у місті Івано-Франківськ.

1.2 Розміри ділянки

Земельна ділянка відведена під будівництво має розміри в плані: 60х80 м. Ділянка будівництва з трьох обмежена промисловою забудовою.

1.3 Рельєф, ґрунти, вітри

На основі геологічної розвідки ділянка під будівництво складена ґрунтами:

Насипний ґрунт ;

Суглинки гумусований ;

Суглинок напівтвердий;

Гравійно галькові відкладення;

Глина напівтверда.

Ґрунтові води до глибини 13.0 м не зустрілися.

В якості основи використовуються ґрунти шару №3 – суглинки напівтвердий.

Ґрунти відносяться до першого типу ґрунтових умов по осіданню і тому перед влаштуванням фундаментів виконується ущільнення ґрунту важкими трамбівками.

Рельєф ділянки спокійний. Ґрунтово-рослинний шар 0,5м. Основні кліматичні

характеристики району будівництва відповідно з даними [1] наступні:

$t_1 = -26^{\circ}\text{C}$ – середня температура найбільш холодної доби;

$t_5 = -25^{\circ}\text{C}$ – середня температура найбільш холодної п'ятиденки;

нормативне снігове навантаження 123 кг/м^2 ;

швидкісний напір вітру в зимовий період $4,8 \text{ м/с}$;

нормативна глибина промерзання ґрунту $0,9 \text{ м}$.

Пануючі вітри

Взимку: північно-західного напрямку;

Влітку: південні.

1.4 Місцеві будівельні матеріали

До місцевих будівельних матеріалів відносяться: цегла силікатна, шлакобетон, цементно-глиняний розчин, цементний розчин, цементно-вапняний розчин, гравій керамзитовий, щебінь фракцій 5-70 мм. Бетон марок М50-600, розчин марок М25-400.

1.5 Зовнішні інженерні мережі

Водопостачання

Джерелом водопостачання слугує існуюча водопровідна мережа $d=200$ мм, яка проходить по вулиці Короленка. Тиск води у точці підключення складає 0,5 МПа., що забезпечує розрахунковий тиск на ввіді в будівлю. По трасі водопроводу в колодязях встановлюють пожежні гідранти. Водопровідна мережа запроектована з сталевих зварних водопровідних труб.

Каналізація

Відведення стічних вод від житлового будинку запроектоване в існуючий каналізаційний колектор $d=400$ мм, потім на існуючі місцеві очисні споруди.

Каналізаційна мережа запроектована з керамічних труб.

Енергопостачання

Електропостачання будівлі передбачається від трансформаторної підстанції

КТП-160, потужністю на ввіді 99 кВт. По ступеню надійності електропостачання споживач відноситься до II категорії.

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

Теплопостачання

Опалення приймається централізованим з місцевими нагрівальними пристроями-радіаторами МС-140.

Система опалення прийнята з верхньою розводкою вертикальними однострубними стояками.

В промислових будівлях передбачається комбінована система опалення: чергове опалення нагрівальними пристроями та повітряне опалення від системи кондиціонування повітря.

Джерелом тепlopостачання є квартальна котельня. Температура теплоносія $90/70^{\circ} \tilde{N}$.

Система вентиляції

В цехах передбачається кондиціонування повітря. Прийняті вентиляційно-зволожуючі установки ВУЧ-40М та ВУУ-60М.

В якості повітророзподілювачів прийняті ежекційні центробіжні повітророзподілювачі типу “ВЭЦ”.

В інших приміщеннях передбачається приточно-витяжна загально обмінна та місцева вентиляція, направлена на підтримку нормованих по санітарно-гігієнічним вимогам параметрів повітряного середовища.

Подача повітря в промислових приміщеннях прийнята “зверху-вверх” та “зверху-вниз” повітророзподілювачами.

Витяжні системи в промислових приміщеннях мають очистку повітря від пилу на рулонних фільтрах.

Розміщення кондиціонерів, вентагрегатів, фільтрів та іншого вентиляційного обладнання, передбачено в спеціальних приміщеннях.

Системи вентиляції монтуються з покрівельної оцинкованої та чорної сталі. Повітроводи з чорної покрівельної сталі підлягають фарбуванню олійною фарбою за 2 рази.

Пожежогасіння

Передбачуються заходи по внутрішньому та зовнішньому пожежогасінню, виходячи з категорії виробництва та ступеню вогнестійкості споруди.

Для забезпечення пожежного захисту передбачається комплекс протипожежних заходів:

- внутрішнє пожежогасіння – пожежними кранами з витратами -10л/с в виробничому корпусі та 2,5 л/с –в допоміжному.

- зовнішнє пожежогасіння – з зовнішньої кільцевої сітки високого тиску, витрати 25 л/с.

1.6 Опис генплану

Комплекс розміщений на відведеному майданчику по вимогам оптимальної орієнтації основних приміщень, головним фасадом на основну вулицю. Під'їзди до комплексу запроектовані зі сторони вулиці.

Вулиця Короленка є житловою вулицею з місцевим рухом транспорту.

Абсолютна відмітка поверхні змінюється в межах від 169,43 до 169,8.

Геологічний розріз ділянки складається на основі інженерно-геологічних вишукувань. Глибина залягання ґрунтових вод не потребує зниження.

Між комплексом і проїжджою частиною запроектовані насадження дерев, що поліпшує екологічну рівновагу повітряного середовища. Вся територія в межах відведеної ділянки упорядковується й озеленюється.

Для руху транспорту і людей передбачено мережу транспортних шляхів, які забезпечуватимуть зручність і безпеку пересування людей і транспорту. Ширина доріг складає 9 м, 6 м та 3,5 м.

Генеральний план розроблений в ув'язці з генеральним планом комплексу.

При цьому враховані такі фактори:

покращення планувальної структури, функціональне і санітарне зонування території;

підвищення ступеню благоустрою території;

організація руху транспорту з дотриманням принципу найменшого взаємного перетину транспортних комунікацій і людських потоків;

раціональна організація інженерних комунікацій;

скорочення території та підвищення щільності забудови.

Розміщення будівель і споруд на генеральному плані визначено технологією виробництва, їх взаємозв'язком і умовами архітектурно-планувального завдання. Прийняте планування відповідає таким вимогам, як функціональність і економічність.

Для створення нормальних умов праці та забезпечення вимог гігієни передбачено :

- виконання проїздів та проходів до будівлі, що проектується;
- виконання відводу дощових вод;
- насадження квітників, листяних дерев та чагарників;

Навколо ангару та інших будівель виконано дрібнозернисте асфальтобетонне покриття проїздів.

Генплан характеризується техніко-економічними показниками.

Таблиця 1.1 – ТЕП генплану

Найменування		Показник
Площа ділянки будівництва	$S_{дiл.}, м^2$	4800
Площа озеленення	$S_{озел.}, м^2$	935
Площа забудови	$S_{зabуд.}, м^2$	1512
Площа доріг	$S_{дор.}, м^2$	41
Коефіцієнт забудови	$K_{зabуд.}$	0,630
Коефіцієнт озеленення	$K_{озел.}$	0,195

1.7 Обґрунтування прийнятого об'ємно-планувального рішення

По мірі розвитку типізації проектування і індустріалізації будівництво виробничих комплексів набуло великих масштабів.

1.8 Захист від шуму і вібрації

Заходи по зниженню шуму і вібрації на робочих місцях прийнятої згідно рекомендацій.

Технологічне обладнання є маловіброактивним, тому фундаменти під нього не потрібні, а зменшення рівня вібрацій і шуму буде досягатися за рахунок встановлення під технологічне обладнання спеціальних віброізоляторів. Вентиляційні пристрої встановлюються в спеціальних окремих приміщеннях з влаштуванням звукоізоляції по стінах. Вентиляційні насоси встановлюються на металеві пружини. В будівлі влаштовуються підвісна стеля з гіпсокартонних плиток та гіпсокартонні перегородки, що поглинають звук.

1.9 Природне освітлення

Всі приміщення з постійним перебуванням людей, де глибина приміщення дозволяє забезпечити нормативний коефіцієнт освітлення проектується з природним боковим двостороннім освітленням. Розташування і розміри віконних прорізів визначаємо з врахуванням раціонального освітлення і економії електроенергії. В приміщеннях, де неможливо влаштувати природне освітлення використовуємо штучне. Вікна запроектовані з подвійним заскленням, з сталевим перепльотом, з площею вікон від 1,49 м².

Поліпшення умов праці в безліхтарних будівлях передбачає рівномірність розподілу світлового потоку, створюваного люмінесцентними лампами; достатню освітленість робочої поверхні; відсутність сліпучої дії від джерел світла, різкої різниці в яскравості освітлення робочої поверхні і навколишнього фону; скорочення витрат на опалення через значне зменшення тепловитрат; сталість температури і вологості завдяки застосуванню спеціальної системи кондиціонування повітря, удосконаленого вентиляційного устаткування, ізоляційних і акустичних регулюючих засобів. Безліхтарні будівлі не пропускають дим, пил і запахи, а їхні глухі стіни захищають від шуму інших підприємств і транспорту. Сприятливі умови в цеху забезпечують високу продуктивність праці, випуск продукції відмінної якості.

1.10. Вибір і розрахунок зовнішніх огорожуючих конструкцій

Теплотехнічний розрахунок огородження

Вихідні дані

Визначається за теплотехнічними умовами товщина зовнішніх стін з скляних енергоефективних панелей в кліматичних умовах м. Івано-Франківськ.

Розрахункові коефіцієнти теплопровідності матеріалів кожного шару, при умовах експлуатації Б:

Виконання розрахунку

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд, обов'язкове виконання умов:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}},$$

де $R_{\Sigma \text{ пр}}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$R_{q \text{ min}}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

Мінімально допустиме значення, $R_{q \text{ min}}$, опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей та воріт промислових (сільськогосподарських) будинків встановлюється згідно [29, табл. 2] залежно від температурної зони експлуатації будинку, що приймається за [29, додаток В], тепловологісного режиму внутрішнього середовища, що визначають за [29, додаток Г] , і теплової інерції огорожувальних конструкцій, D , що розраховується за формулою:

$$D = \sum_{i=1}^n R_i S_i p = \frac{\delta_1}{\lambda_1} \cdot S_1 + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \cdot S_2 + \frac{\delta_3}{\lambda_3} \cdot S_3,$$

де R_i – термічний опір i -го шару конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м · К), що приймають згідно з [29, п 2.11];

s_{ip} – коефіцієнт теплосвоєння матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м² · К), що приймають згідно з [29, п 2.11].

$$D = \frac{0,0005}{58} \cdot 126,5 + \frac{0,13}{0,081} \cdot 1,11 + \frac{0,0005}{58} \cdot 126,5 = 1,784,$$

приймаємо $R_{q \min} = 1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ згідно з [29, табл. 2].

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} .$$

де α_b, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К), які приймаються згідно з [29, додатком Е];

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м · К) [29, додаток Л];

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0005}{58} + \frac{0,13}{0,081} + \frac{0,0005}{58} + \frac{1}{23} = 1,76 \text{ м}^2 \text{ К / Вт}.$$

$R_{\Sigma np} = 1,77 > R_{q \min} = 1,5$ – умова виконується.

Приймаємо проектну товщину зовнішньої огорожувальної конструкції 130 мм.

Короткий опис конструктивних схем будівлі

Фундаменти.

Фундамент виконано з залізобетонних стаканів і фундаментних балок. Основою фундаментів є піщана подушка товщиною $h = 150$ мм. Глибина закладання фундаментів складає 3 м.

Горизонтальна гідроізоляція виконується двох типів:

на рівні фундаментних подушок з цементного розчину складу 1 : 2;

на рівні низу плит перекриття з двох шарів гідроізолу.

Вертикальна гідроізоляція, виконується шляхом обмазки бокової поверхні фундаменту і стін, які дотикаються з ґрунтом, гарячим бітумом за 2 рази.

Перегородки.

В проекті передбачені перегородки товщиною $\delta = 80$ мм, які виготовляються з гіпсобетону. Кріплення перегородок до стін здійснюється за допомогою спеціальних анкерів.

Вікна. Двері.

Віконні пройми заповнені стальними, глухими перельотами. Засклення виконано подвійним, стрічковим.

Розміри дверей приймаються згідно ДБН, як внутрішні всередині приміщення так і зовнішні підсилені. Для забезпечення швидкої евакуації всі двері відкриваються на зовні по напрямку руху на вулицю виходячи з умов евакуації людей з будівлі при пожежі.

Підлоги.

Для будівлі приймається підлога з суцільним армованим бетонним покриттям, що виготовляється з марки бетону М400. Основа під підлоги виконується щебенева товщиною 100мм.

Оздоблення.

Зовнішнє оздоблення: цокольна частина з рельєфних цокольних блоків заводського виготовлення. Оздоблення стін – гіпсокартонний лист з декоративним покриттям із поліестеру. Віконні, дверні блоки, ворота фарбують масляними фарбами або емалями теплих тонів.

Внутрішнє оздоблення в проектуемій будівлі – гіпсокартонний профільований

лист з декоративним покриттям із поліестеру, в побутових санітарних приміщеннях - керамічна глазурована плитка.

1.11 Техніко-економічні показники будівлі

Економічні показники для промислово-виробничого будинку визначається його об'ємно-планувальними і конструктивними рішеннями. Проекти аеродромних будівель характеризуються наступними показниками (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Техніко-економічні показники

Найменування		Показник
Площа забудови	$S_{заб.}, м^2$	42850
Загальний об'єм будівлі	$V_{заг.}, м^3$	189000
Корисна площа будівлі	$S_{кор.}, м^2$	13790
Загальна площа будівлі	$S_{заг.}, м^2$	15120
Об'ємний коефіцієнт	$K = V_{буд.}/S_{кор.}$	13,71

РОЗДІЛ 2. Розрахунково-конструктивна частина

Формування моделі будівлі

Розрахунок об'ємно-просторового каркасу будинку виконували у ПК «Autodesk Robot Structural Analysis Pro» версії 2020р.

У програмі «Autodesk Robot Structural Analysis Pro» формували окремо кожен елемент конструкції. а саме: колони, стіни, монолітні плити перекриття, покрівлю та фундаменти привязано до плану будівлі.

2. Розрахунок будівлі. Результати розрахунку

2.1 Вихідні данні для проектування колон:

- Назва :
- Відносна відмітка : ---
- Коефіцієнт повзучості бетону : $j_p = 2.50$
- Клас цементу : N
- Клас доквілля : X0
- Клас структури : S1

2.1 Колонка: колонка 1

Кількість однакових елементів: 1

2.1.1 Властивості матеріалу:

- Бетон : C30/37 $f_{ck} = 3.00 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$
- Вага одиниці : 2501.36 (kG/m³)
- Сукупний розмір : 20.0 (mm)
- Поздовжнє армування: : B500 B $f_{yk} = 50.00 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$
- Клас пластичності : B

- Поперечне армування: : B500C $f_{yk} = 50.00 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$

2.1.2 Геометрія:

Прямокутний	40.0 x 35.0 (cm)
Висота: L	= 3.00 (m)
Товщина плити	= 0.00 (m)
Висота балки	= 0.00 (m)
Захисний шар	= 5.0 (cm)

2.1.3 Варіанти розрахунку:

- Розрахунки згідно з : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Сейсмічні диспозиції : Без вимог
- Збірна колона : ні
- Попереднє проектування : ні
- Врахована стійкість : так
- Стиснення : з вигином
- Зав'язки : до плити
- Клас вогнестійкості : I

2.1.4 Навантаження:

Case	Nature Mz(i)	Group	gf	N	My(s)	My(i)	Mz(s)
	(kN*m)			(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
DL1	dead load(Structural)	1	1.35	2500.0	5.0	0.0	10.0 0.0
LL1	live load(Category A)	1	1.50	400.0	0.0	0.0	0.0 0.0
WIND1	wind	1	1.50	0.0	15.0	0.0	0.0 0.0

gf - load factor

2.1.5 Результати розрахунку:

Фактори безпеки $Rd/Ed = 1.04 > 1.0$

Аналіз ULS/ALS

Комбінація дизайну: 1.35DL1+1.50LL1+0.90WIND1 (A)

Тип комбінації: ULS

Внутрішні сили:

$$N_{sd} = 3975.0 \text{ (kN)} \quad M_{sdy} = 20.3 \text{ (kN*m)} \quad M_{sdz} = 13.5 \text{ (kN*m)}$$

Проектні сили:

Верхній вузол

$$N = 3975.0 \text{ (kN)} \quad N^*_{etotz} = 79.5 \text{ (kN*m)} \quad N^*_{etoty} = 79.5 \text{ (kN*m)}$$

Eccentricity:		e_z (My/N)	e_y (Mz/N)
Initial	e_0 :	0.5 (cm)	0.3 (cm)
Imperfection	e_i :	0.8 (cm)	0.8 (cm)
I order ($e_0 + e_i$)	e_{0Ed} :	1.3 (cm)	1.1 (cm)
Minimal	e_{Edmin} :	2.0 (cm)	2.0 (cm)
Total	e_{Ed} :	2.0 (cm)	2.0 (cm)

Детальний аналіз-напряв Y:

Аналіз стрункости

Конструкція, що не розхитується

L (m)	L_0 (m)	l	l_{lim}	
3.00	3.00	29.69	14.19	Струнка колона

Аналіз вигину

$$M_A = 20.3 \text{ (kN*m)}$$

$$M_B = 0.0 \text{ (kN*m)}$$

Випадок: поперечний переріз на кінці колони (верхній вузол), стрункість
не врахована

$$M_0 = 20.3 \text{ (kN*m)}$$

$$e_a = q_1 * l_0 / 2 = 0.8 \text{ (cm)}$$

$$q_1 = q_0 * a_h * a_m = 0.01$$

$$q_0 = 0.01$$

$$a_h = 1.00$$

$$a_m = (0.5(1+1/m))^{0.5} = 1.00$$

$$m = 1.00$$

$$M_a = N * e_a = 29.8 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Edmin} = 79.5 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{0Ed} = \max(M_{Edmin}, M_0 + M_a) = 79.5 \text{ (kN*m)}$$

Детальний аналіз-Напряв Z:

Аналіз стрункості

Конструкція, що не розхитується

L (m)	Lo (m)	l	l _{lim}	
3.00	3.00	25.98	14.19	Slender column

Аналіз вигину

$$M_A = 13.5 \text{ (kN*m)}$$

$$M_B = 0.0 \text{ (kN*m)}$$

Випадок: поперечний переріз на кінці колони (верхній вузол), стрункість
не врахована

$$M_0 = 13.5 \text{ (kN*m)}$$

$$e_a = q_1 * l_0 / 2 = 0.8 \text{ (cm)}$$

$$q_1 = q_0 * a_h * a_m = 0.01$$

$$q_0 = 0.01$$

$$a_h = 1.00$$

$$a_m = (0,5(1+1/m))^{0.5} = 1.00$$

$$m = 1.00$$

$$M_a = N \cdot e_a = 29.8 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_{Edmin} = 79.5 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_{0Ed} = \max(M_{Edmin}, M_0 + M_a) = 79.5 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

Армування:

Реальна (надана) площа	$A_{sr} = 55.98 \text{ (cm}^2\text{)}$
Співвідношення:	$r = 4.00 \%$

2.1.6 Армування:

Основні шини (B500B):

- 22 f18 $l = 2.95 \text{ (m)}$

Поперечне армування: (B500C):

хомути:	11 f6	$l = 1.20 \text{ (m)}$
шпильки	44 f6	$l = 0.40 \text{ (m)}$
	33 f6	$l = 0.45 \text{ (m)}$

2.1.7 Огляд матеріалу:

- Об'єм бетону $= 0.42 \text{ (m}^3\text{)}$
- Опалубка $= 4.50 \text{ (m}^2\text{)}$
- Сталь B500B

- Загальна вага = 129.69 (kG)
- Густина = 308.78 (kG/m³)
- Середній діаметр = 18.0 (mm)
- По діаметрах:

Діамтр	Довжина	Вага	Кількість	Заг. вага
	(m)	(kG)	(No.)	(kG)
18	2.95	5.89	22	129.69

- Сталь B500C
 - Загальна вага = 10.15 (kG)
 - Густина = 24.16 (kG/m³)
 - Середній діаметр = 6.0 (mm)
 - По діаметрах:

Діамтр	Довжина	Вага	Кількість	Заг. вага
	(m)	(kG)	(No.)	(kG)
6	0.40	0.09	44	3.92
6	0.45	0.10	33	3.31
6	1.20	0.27	11	2.92

2.2 Вихідні данні для проектування колон:

- Назва :
- Відносна відмітка : ---
- Коефіцієнт повзучості бетону : $j_p = 2.50$
- Клас цементу : N
- Клас доквілля : X0
- Клас структури : S1

2.2 Колонка: колонка 1**Кількість однакових елементів: 1****2.2.1 Властивості матеріалу:**

• Бетон	: C30/37	$f_{ck} = 3.00 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$
Вага одиниці	: 2501.36 (kG/m ³)	
Сукупний розмір	: 20.0 (mm)	
• Поздовжнє армування:	: B500 B	$f_{yk} = 50.00 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$
Клас пластичності	: B	
• Поперечне армування:	: B500C	$f_{yk} = 50.00 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$

2.2.2 Геометрія:

Прямокутний	40.0 x 35.0 (cm)
Висота: L	= 3.00 (m)
Товщина плити	= 0.00 (m)
Висота балки	= 0.00 (m)
Захисний шар	= 5.0 (cm)

2.2.3 Варіанти розрахунку:

• Розрахунки згідно з	: EN 1992-1-1:2004/A1:2014
• Сейсмічні диспозиції	: Без вимог
• Збірна колона	: ні
• Попереднє проектування	: ні
• Врахована стійкість	: так
• Стиснення	: з вигином
• Зав'язки	: до плити
• Клас вогнестійкості	: I

2.2.4 Навантаження:

Case	Nature Mz(i)	Group	gf	N (kN)	My(s) (kN*m)	My(i) (kN*m)	Mz(s) (kN*m)
DL1	dead load(Structural)	1	1.35	2500.0	5.0	0.0	10.0
LL1	live load(Category A)	1	1.50	400.0	0.0	0.0	0.0
WIND1	wind	1	1.50	0.0	15.0	0.0	0.0

gf - load factor

2.2.5 Результати розрахунку:

Фактори безпеки $Rd/Ed = 1.04 > 1.0$

Аналіз ULS/ALS

Комбінація дизайну: $1.35DL1 + 1.50LL1 + 0.90WIND1$ (A)

Тип комбінації: ULS

Внутрішні сили:

$$N_{sd} = 3975.0 \text{ (kN)} \quad M_{sdy} = 20.3 \text{ (kN*m)} \quad M_{sdz} = 13.5 \text{ (kN*m)}$$

Проектні сили:

Верхній вузол

$$N = 3975.0 \text{ (kN)} \quad N^*_{etotz} = 79.5 \text{ (kN*m)} \quad N^*_{etoty} = 79.5 \text{ (kN*m)}$$

Eccentricity:

		ez (My/N)	ey (Mz/N)
Initial	e0:	0.5 (cm)	0.3 (cm)
Imperfection	ei:	0.8 (cm)	0.8 (cm)
I order (e0 + ei)	e0Ed:	1.3 (cm)	1.1 (cm)
Minimal	eEdmin:	2.0 (cm)	2.0 (cm)
Total	eEd:	2.0 (cm)	2.0 (cm)

Детальний аналіз-напряв Y:

Аналіз струнності

Конструкція, що не розхитується

L (m)	Lo (m)	l	l _{lim}	
3.00	3.00	29.69	14.19	Струнка колона

Аналіз вигину

$$M_A = 20.3 \text{ (kN*m)}$$

$$M_B = 0.0 \text{ (kN*m)}$$

Випадок: поперечний переріз на кінці колони (верхній вузол), струнність

не врахована

$$M_0 = 20.3 \text{ (kN*m)}$$

$$e_a = q_1 * l_0 / 2 = 0.8 \text{ (cm)}$$

$$q_1 = q_0 * a_h * a_m = 0.01$$

$$q_0 = 0.01$$

$$a_h = 1.00$$

$$a_m = (0.5(1+1/m))^{0.5} = 1.00$$

$$m = 1.00$$

$$M_a = N * e_a = 29.8 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Edmin} = 79.5 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{0Ed} = \max(M_{Edmin}, M_0 + M_a) = 79.5 \text{ (kN*m)}$$

Детальний аналіз-Напряв Z:**Аналіз струнності**

Конструкція, що не розхитується

L (m)	Lo (m)	l	l _{lim}	
3.00	3.00	25.98	14.19	Slender column

Аналіз вигину

$$M_A = 13.5 \text{ (kN*m)}$$

$$M_B = 0.0 \text{ (kN*m)}$$

Випадок: поперечний переріз на кінці колони (верхній вузол), стрункість не врахована

$$M_0 = 13.5 \text{ (kN*m)}$$

$$e_a = q_1 * l_0 / 2 = 0.8 \text{ (cm)}$$

$$q_1 = q_0 * a_h * a_m = 0.01$$

$$q_0 = 0.01$$

$$a_h = 1.00$$

$$a_m = (0,5(1+1/m))^{0.5} = 1.00$$

$$m = 1.00$$

$$M_a = N * e_a = 29.8 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Edmin} = 79.5 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{0Ed} = \max(M_{Edmin}, M_0 + M_a) = 79.5 \text{ (kN*m)}$$

Армування:

Реальна (надана) площа

$$A_{sr} = 55.98 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Співвідношення:

$$r = 4.00 \%$$

2.2.6 Армування:

Основні шини (B500B):

- 22 f18 $l = 2.95$ (m)

Поперечне армування: (B500C):

хомути: 11 f6 $l = 1.20$ (m)

шпильки	44 f6	l = 0.40 (m)
	33 f6	l = 0.45 (m)

2.2.7 Огляд матеріалу:

- Об'єм бетону = 0.42 (m³)
- Опалубка = 4.50 (m²)

- Сталь В500В
 - Загальна вага = 129.69 (kG)
 - Густина = 308.78 (kG/m³)
 - Середній діаметр = 18.0 (mm)
 - По діаметрах:

Діамтр	Довжина	Вага	Кількість	Заг. вага
	(m)	(kG)	(No.)	(kG)
18	2.95	5.89	22	129.69

- Сталь В500С
 - Загальна вага = 10.15 (kG)
 - Густина = 24.16 (kG/m³)
 - Середній діаметр = 6.0 (mm)
 - По діаметрах:

Діамтр	Довжина	Вага	Кількість	Заг. вага
	(m)	(kG)	(No.)	(kG)
6	0.40	0.09	44	3.92
6	0.45	0.10	33	3.31
6	1.20	0.27	11	2.92

2.3 Вихідні данні: Проєктування балок

- Назва : стандартна
- Відносна відмітка : ---
- Максимальне розтріскування : 0.40 (mm)
- Незахищеність : X0
- Коефіцієнт повзучості бетону : $j_p =$ Немає результатів
- Клас цементу : N
- Вік бетону (момент навантаження) : 28 (days)
- Вік бетону : 50 (years)
- Вік бетону після зведення конструкції : 365 (years)
- Структурний клас : S1
- Клас вогнестійкості : I
- • Рекомендації FFB 7.4.3(7) : 0.00

2.3 Балка: Балка1_1

Кількість однотипних: 6

2.3.1 Властивості матеріалів:

- Бетон : C30/37 $f_{ck} = 3.00$ (kN/cm²)
Прямокутний розподіл напружень [3.1.7(3)]
- Густина : 2501.36 (kG/m³)
- Калібр : 20.0 (mm)
- Повздовжнє армування: : B500C $f_{yk} = 50.00$ (kN/cm²)
Горизонтальна гілка діаграми напруження-деформація
Ductility class : C
- Поперечне армування: : B500C $f_{yk} = 50.00$ (kN/cm²)
Горизонтальна гілка діаграми напруження-деформація

Ductility class : C

- Додаткове армування: :

B500C $f_{yk} = 50.00$ (kN/cm²)

Горизонтальна гілка діаграми

напруження-деформація

2.3.2 Геометрія:

Проліт	Позиція	Л.опор.	L	Пр.опора.
		(m)	(m)	(m)

P1 **проліт** **0.40** **6.20** **0.40**

Довжина прольоту: $L_o = 6.60$ (m)

Перетин from 0.00 to 6.00 (m)

35.0 x 55.0 (cm)

without left slab

without right slab

Проліт	Позиція	Л.опор.	L	Пр.опора.
		(m)	(m)	(m)

P1 **проліт** **0.40** **6.20** **0.40**

Довжина прольоту: $L_o = 6.60$ (m)

Перетин from 0.00 to 6.00 (m)

35.0 x 55.0 (cm)

without left slab

without right slab

2.3.3 Основа розрахунку:

- Сполучення навантажень : EN 1990:2002
- Розрахунок згідно з : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Сейсмічні обмеження : Без вимог

- Збірна конструкція : по
- Захисний шар : низ $c = 4.0$ (cm)
: бік $c1 = 4.0$ (cm)
: верх $c2 = 4.0$ (cm)
- Похибка в зах. шару : $C_{dev} = 1.0$ (cm), $C_{dur} = 0.0$ (cm)
- коефіцієнт $b2 = 0.50$: довготривалі чи циклічні навантаження
- Методика для поперечної : нахил стійки

2.3.4 Навантаження:

2.4.1

Постійні:

Type	Nature	Pos.	Span	gf	X0	P ₀	X1	P ₁	X2	P ₂	X3	
						(m)	(kN/m)	(m)	(kN/m)	(m)	(kN/m)	(m)
uniform	dead load(Structural)	-		top	1-2		1.35	-	12.0	-	-	-
uniform	live(Category A)	-		top	1		1.50	-	2.0	-	-	-
uniform	live(Category A)	-		top	2		1.50	-	3.0	-	-	-

- gf - load factor

2.3.5 Результати:

Реакції

Опора V1

Case	F _x	F _z	M _x	M _y
	(kN)	(kN)	(kN*m)	(kN*m)
DL1(1)-		34.7	-	0.0
DL1(2)-		-4.9	-	0.0
DL1	-	5.8	-	0.0
LL2	-	-1.2	-	0.0

Опора V2

Case	F _x	F _z	M _x	M _y
	(kN)	(kN)	(kN*m)	(kN*m)

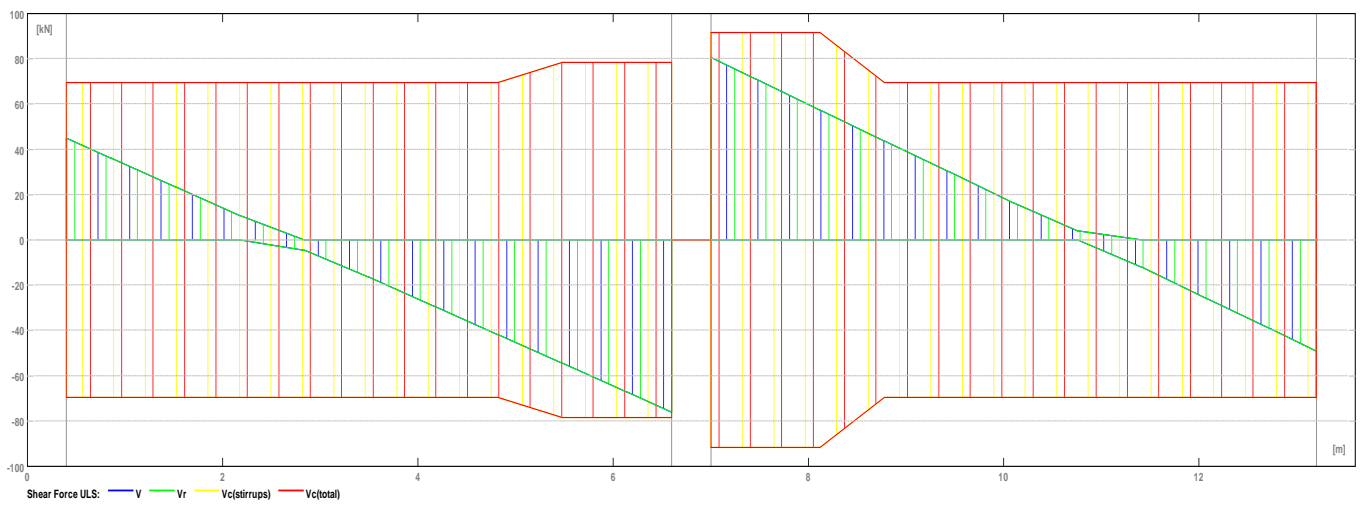
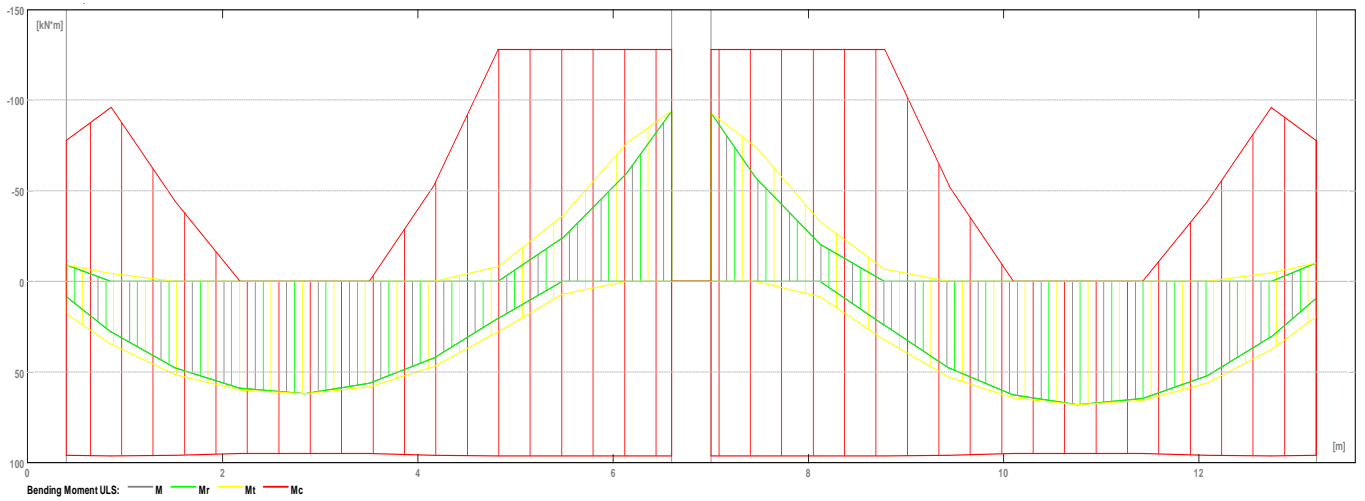
DL1(1)	-	49.5	-	0.0
DL1(2)	-	49.5	-	-0.0
DL1	-	8.3	-	-0.0
LL2	-	12.4	-	-0.0

Опора V3

Case	Fx	Fz	Mx	My
	(kN)	(kN)	(kN*m)	(kN*m)
DL1(1)	-	-5.0	-	-0.0
DL1(2)	-	34.7	-	-0.0
DL1	-	-0.8	-	0.0
LL2	-	8.7	-	-0.0

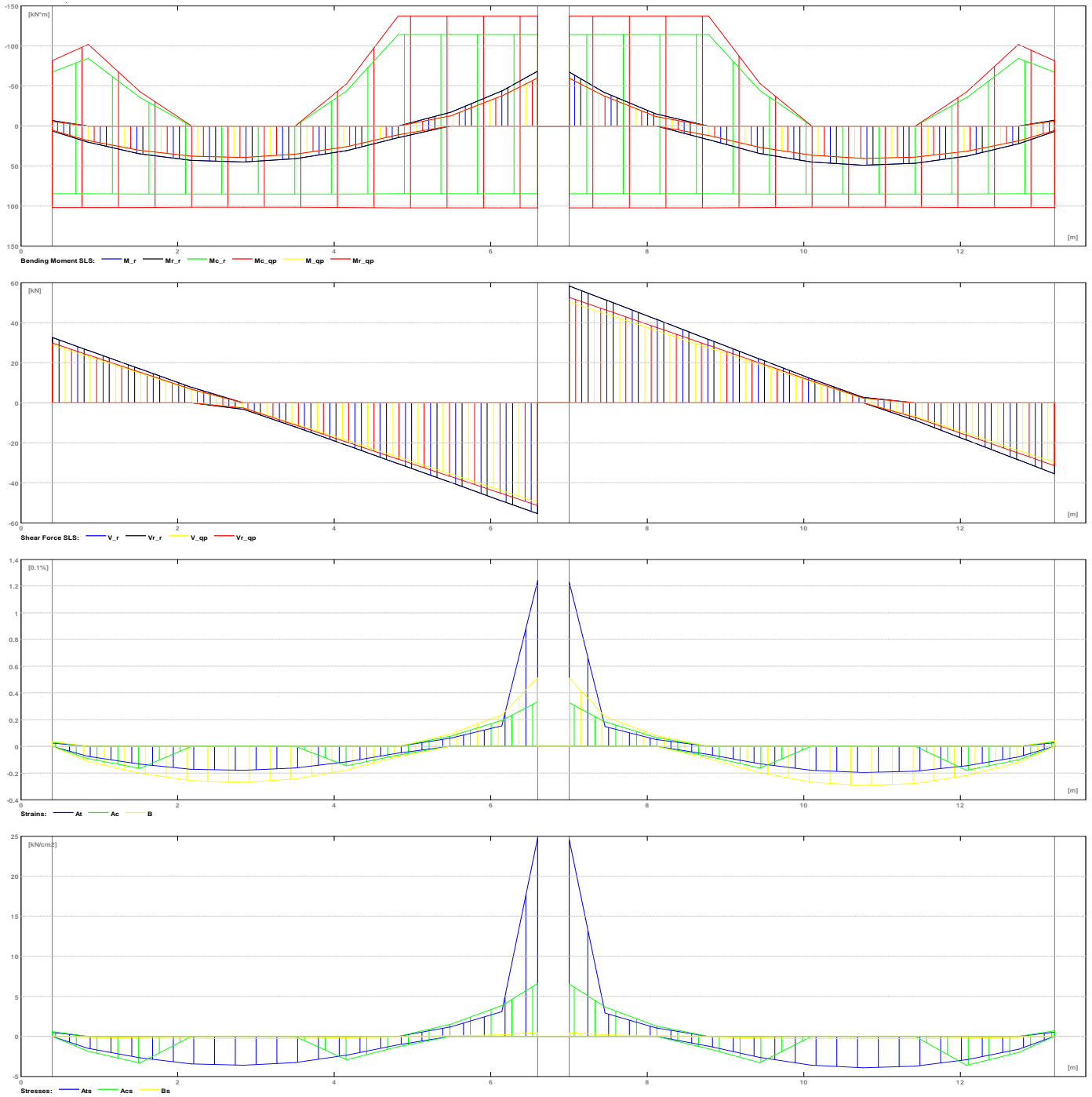
Внутрішні зусилля при ULS

Проліт	Mt max.	Mt min.	Ml	Mr	Ql	Qr
P1	61.8	-8.1	17.9	-93.9	44.9	-76.0
P2	68.0	-7.0	-93.0	19.6	80.6	-48.9



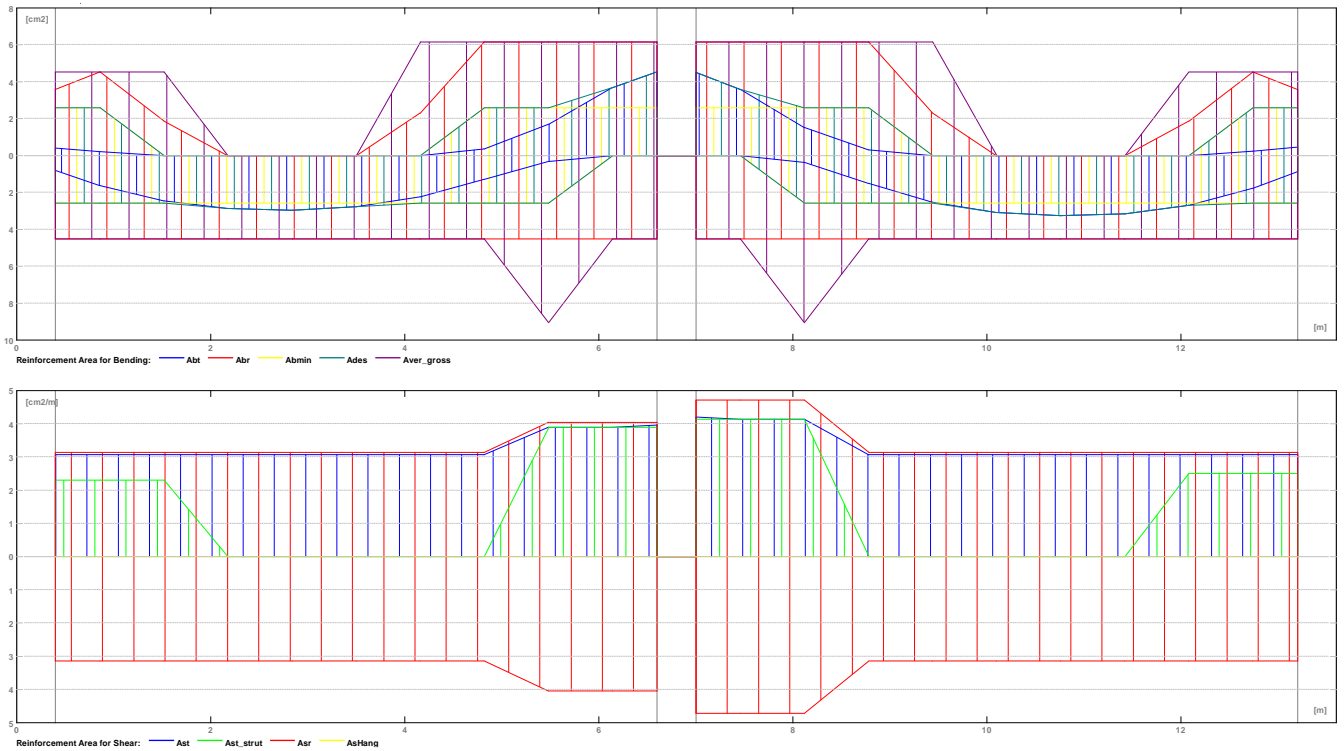
Внутрішні зусилля при стадії SLS

Проліт	Mt max.	Mt min.	Ml	Mr	Ql	Qr
	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN)	(kN)
P1	44.9	0.0	-6.7	-68.2	32.7	-55.4
P2	49.0	0.0	-67.6	-7.4	58.5	-35.4



Необхідна площа армування

Проліт	В пр-ті (см ²)					
	Ліва опора (см ²)		Права опора (см ²)			
	низ	верх	низ	верх	низ	верх
P1	2.96	0.00	0.80	0.41	0.00	4.54
P2	3.26	0.00	0.00	4.50	0.87	0.45



Прогини та тріщини

$w_t(QP)$ Всього за рахунок квазіпостійного поєднання

$w_t(QP)_{dop}$ Допускається через квазіпостійне поєднання

$Dw_t(QP)$ Приріст прогину від квазіпостійної комбінації навантажень після зведення конструкції.

$Dw_t(QP)_{dop}$ Допустимий приріст прогину від квазіпостійної комбінації навантажень після зведення конструкції.

w_k - ширина перпендикулярних тріщин

Проліт	$w_t(QP)$ (cm)	$w_t(QP)_{dop}$ (cm)	$Dw_t(QP)$ (cm)	$Dw_t(QP)_{dop}$ (cm)	w_k (mm)
P1	0.3	2.6	0.1	1.3	0.2
P2	0.3	2.6	0.1	1.3	0.0

2.3.6 Теоретичні результати - детальні результати:

P1 : Проліт 0.40 to 6.60 (m)

Abscissa (m)	ULS		SLS		A bottom (cm ²)	A top (cm ²)
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)		
0.40	17.9	-9.3	6.2	-6.7	0.80	0.41
0.86	34.6	-4.5	20.4	0.0	1.62	0.21
1.52	51.4	-0.0	34.6	0.0	2.45	0.00
2.18	59.9	-0.0	42.8	0.0	2.86	0.00
2.84	61.8	-0.0	44.9	0.0	2.96	0.00
3.50	58.2	-0.0	40.8	0.0	2.78	0.00
4.16	47.2	-0.0	30.7	0.0	2.25	0.00
4.82	27.8	-8.1	14.5	0.0	1.28	0.37
5.48	6.9	-36.1	0.0	-17.0	0.32	1.69
6.14	0.0	-76.5	0.0	-43.6	0.00	3.68
6.60	0.0	-93.9	0.0	-68.2	0.00	4.54

Abscissa (m)	ULS		SLS
	V max. (kN)	V max. (kN)	afp (mm)
0.40	44.9	32.7	0.0
0.86	36.1	26.2	0.0
1.52	23.4	17.0	0.0
2.18	10.7	7.8	0.0
2.84	-4.5	-3.2	0.0
3.50	-16.5	-12.0	0.0
4.16	-29.1	-21.2	0.0
4.82	-41.8	-30.4	0.0
5.48	-54.5	-39.7	0.0
6.14	-67.1	-48.9	0.0
6.60	-76.0	-55.4	0.2

P2 : Проліт 7.00 to 13.20 (m)

ULS SLS

Abscissa (m)	M max. (kN*m) (cm2)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	A bottom (kN*m)	A top (cm2)
7.00	0.0 4.50	-93.0	0.0	0.0	-67.6	0.00
7.46	0.0 3.58	-74.5	0.0	0.0	-41.7	0.00
8.12	8.2 1.53	-33.0	0.0	0.0	-14.8	0.38
8.78	32.3 0.32	-7.0	17.2	0.0	0.0	1.50
9.44	52.8 0.00	-0.0	34.3	0.0	0.0	2.52
10.10	64.4 0.00	-0.0	44.9	0.0	0.0	3.08
10.76	68.0 0.00	-0.0	49.0	0.0	0.0	3.26
11.42	65.7 0.00	-0.0	46.6	0.0	0.0	3.15
12.08	56.3 0.00	-0.0	37.6	0.0	0.0	2.69
12.74	37.8 0.23	-4.9	22.1	0.0	0.0	1.77
13.20	19.6 0.45	-10.2	6.7	0.0	-7.4	0.87

	ULS	SLS	
Abscissa (m)	V max. (kN)	V max. (kN)	afp (mm)
7.00	80.6	58.5	0.2
7.46	71.1	51.6	0.0
8.12	57.4	41.7	0.0
8.78	43.8	31.8	0.0
9.44	30.1	21.9	0.0
10.10	16.5	12.0	0.0

10.76	3.9	2.8	0.0
11.42	-12.1	-8.7	0.0
12.08	-25.8	-18.6	0.0
12.74	-39.4	-28.5	0.0
13.20	-48.9	-35.4	0.0

2.3.7 Армування:

P1 : Проліт 0.40 to 6.60 (m)

Повздожня:

- низ (B500C)

4 f121 = 5.54 from 0.04 to 5.58

4 f121 = 3.31 from 5.14 to 8.46

- верхня (top) (B500C)

2 f121 = 3.88 from 0.90 to 4.78

- на опорах (B500C)

4 f121 = 1.67 from 0.04 to 1.71

4 f141 = 5.71 from 3.94 to 9.66

Поперечна арматура:

- основна (B500C)

хомути 29 36 f6 l = 1.57

$$e = 27 \cdot 0.18 + 9 \cdot 0.14 \text{ (m)}$$

P1 : Проліт 7.00 to 13.20 (m)

Повздожня:

- низ (B500C)

4 f121 = 5.54 from 8.02 to 13.56

- верхня (top) (B500C)

2 f121 = 3.88 from 8.82 to 12.70

- на опорах (B500C)

4 f121 = 1.67 from 11.89 to 13.56

Поперечна арматура:

- основна (B500C)

хомути 29 38 f6 l = 1.57

$$e = 1*0.02 + 11*0.12 + 26*0.18 \text{ (m)}$$

2.3.8 Витрата матеріалів:

- Об'єм бетону = 2.62 (m3)
- Опалубка = 19.69 (m2)
- Сталь B500C
 - Загальна вага = 130.23 (kG)
 - Густина = 49.75 (kG/m3)
 - Середній діаметр = 9.1 (mm)
 - Окремо по діаметрах:

Діаметр (mm)	Довжина (m)	Вага (kG)	Кількість (No.)	Сумарна вага (kG)
6	1.57	0.35	74	25.85
12	1.67	1.48	8	11.84
12	3.31	2.94	4	11.78
12	3.88	3.45	4	13.79
12	5.54	4.92	8	39.34
14	5.71	6.91	4	27.63

2.4 Балка: Балка1_2**Кількість однотипних: 6****2.4.1 Властивості матеріалів:**

• Бетон	:	C30/37	$f_{ck} = 3.00 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$
		Прямокутний розподіл напружень [3.1.7(3)]	
Густина	:	2501.36	$\text{(kG/m}^3\text{)}$
Калібр	:	20.0	(mm)
• Повздовжнє армування:	:	B500C	$f_{yk} = 50.00 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$
напруження-деформація		Горизонтальна гілка діаграми	
		Ductility class : C	
• Поперечне армування:	:	B500C	$f_{yk} = 50.00 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$
напруження-деформація		Горизонтальна гілка діаграми	
		Ductility class : C	
• Додаткове армування:	:	B500C	$f_{yk} = 50.00 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$
напруження-деформація		Горизонтальна гілка діаграми	

2.4.2 Геометрія:

Проліт	Позиція	Л.опор.	L	Пр.опора.
		(m)	(m)	(m)

P1	проліт	0.40	6.20	0.40
-----------	---------------	-------------	-------------	-------------

Довжина прольоту: $L_o = 6.60 \text{ (m)}$

Перетин from 0.00 to 6.00 (m)

35.0 x 55.0 (cm)

without left slab

without right slab

Проліт	Позиція	Л.опор.	L	Пр.опора.
		(m)	(m)	(m)

P1	проліт	0.40	6.20	0.40
-----------	---------------	-------------	-------------	-------------

Довжина прольоту: $L_o = 6.60 \text{ (m)}$

Опора V1

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
DL1(1)-		34.7	-	0.0
DL1(2)-		-4.9	-	0.0
DL1	-	5.8	-	0.0
LL2	-	-1.2	-	0.0

Опора V2

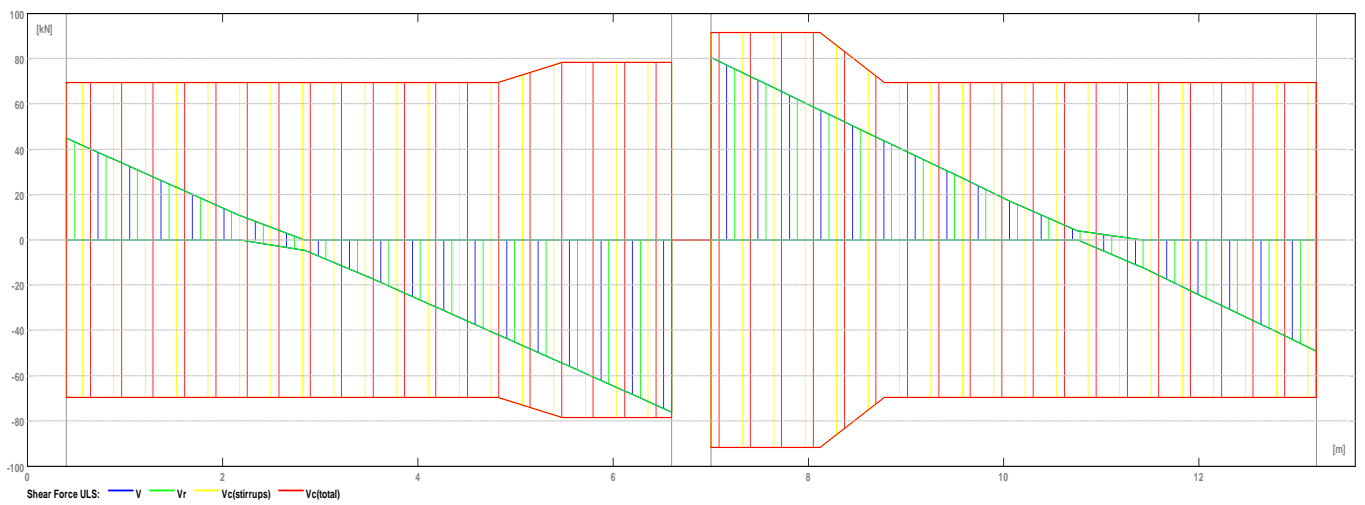
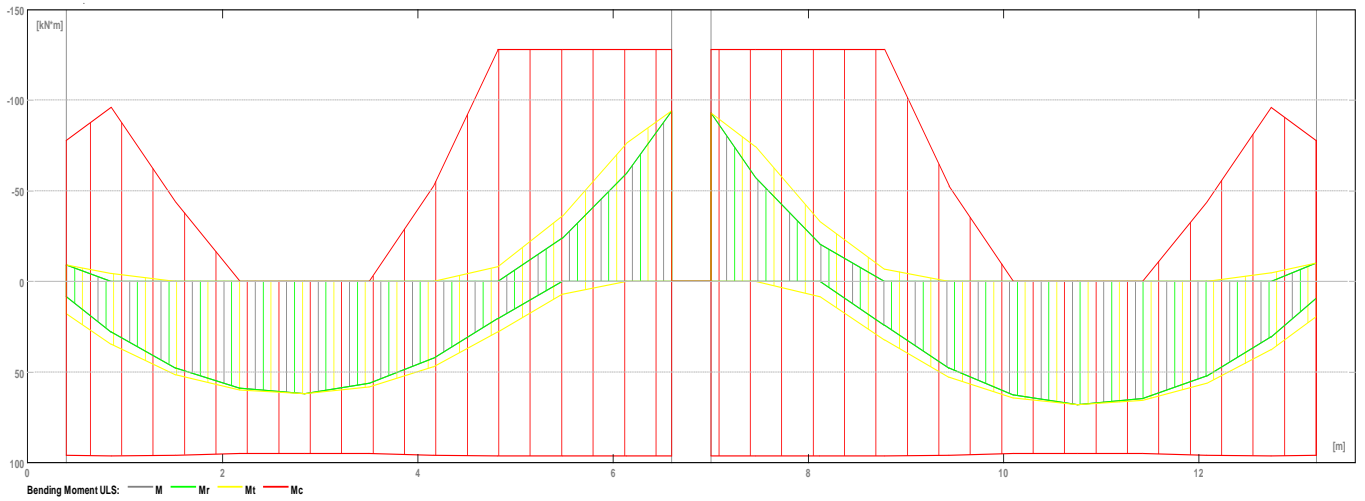
Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
DL1(1)	-	49.5	-	0.0
DL1(2)	-	49.5	-	-0.0
DL1	-	8.3	-	-0.0
LL2	-	12.4	-	-0.0

Опора V3

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
DL1(1)	-	-5.0	-	-0.0
DL1(2)	-	34.7	-	-0.0
DL1	-	-0.8	-	0.0
LL2	-	8.7	-	-0.0

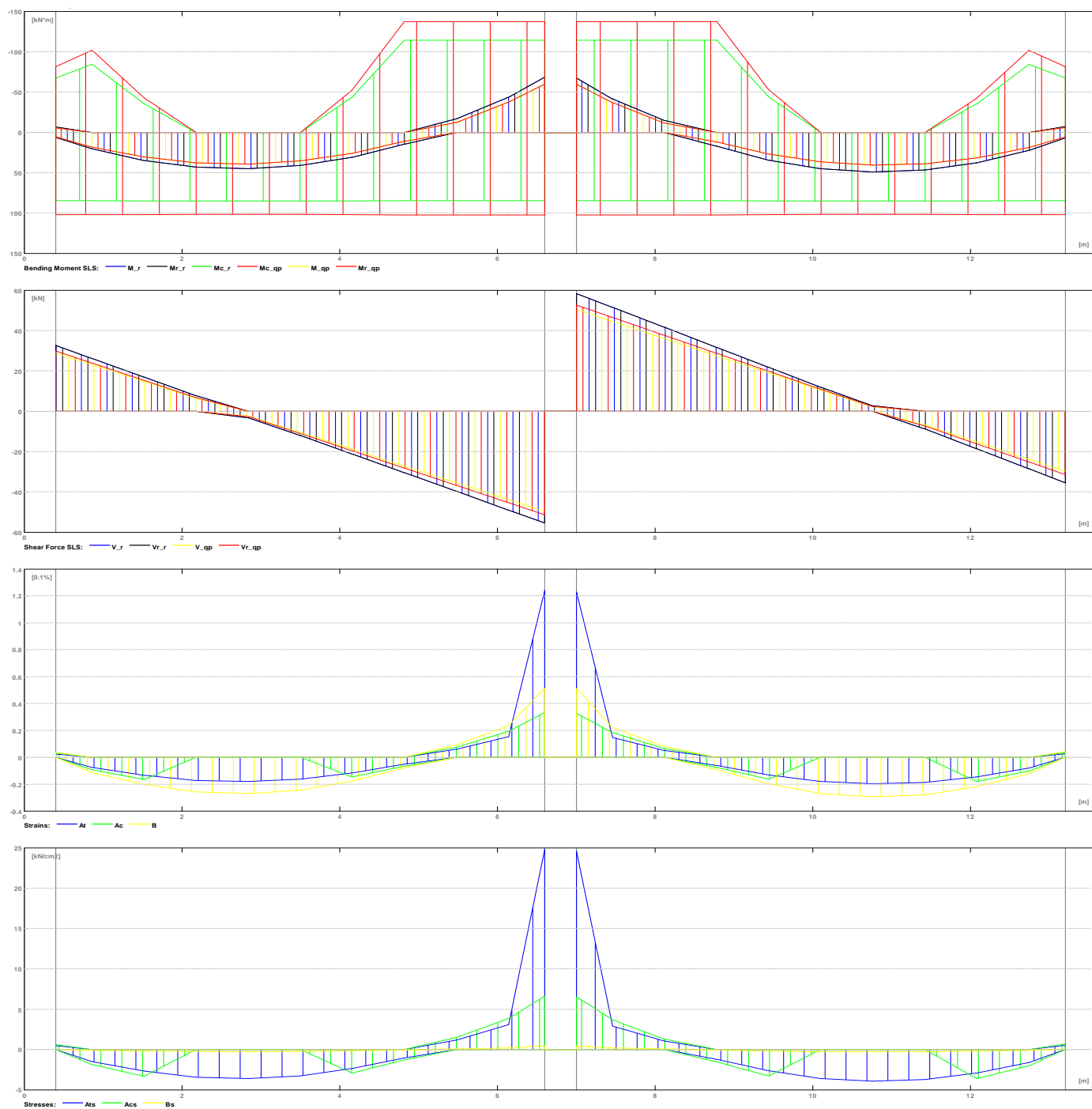
Внутрішні зусилля при ULS

Проліт	Mt max.	Mt min.	Ml	Mr	Ql	Qr
P1	61.8	-8.1	17.9	-93.9	44.9	-76.0
P2	68.0	-7.0	-93.0	19.6	80.6	-48.9



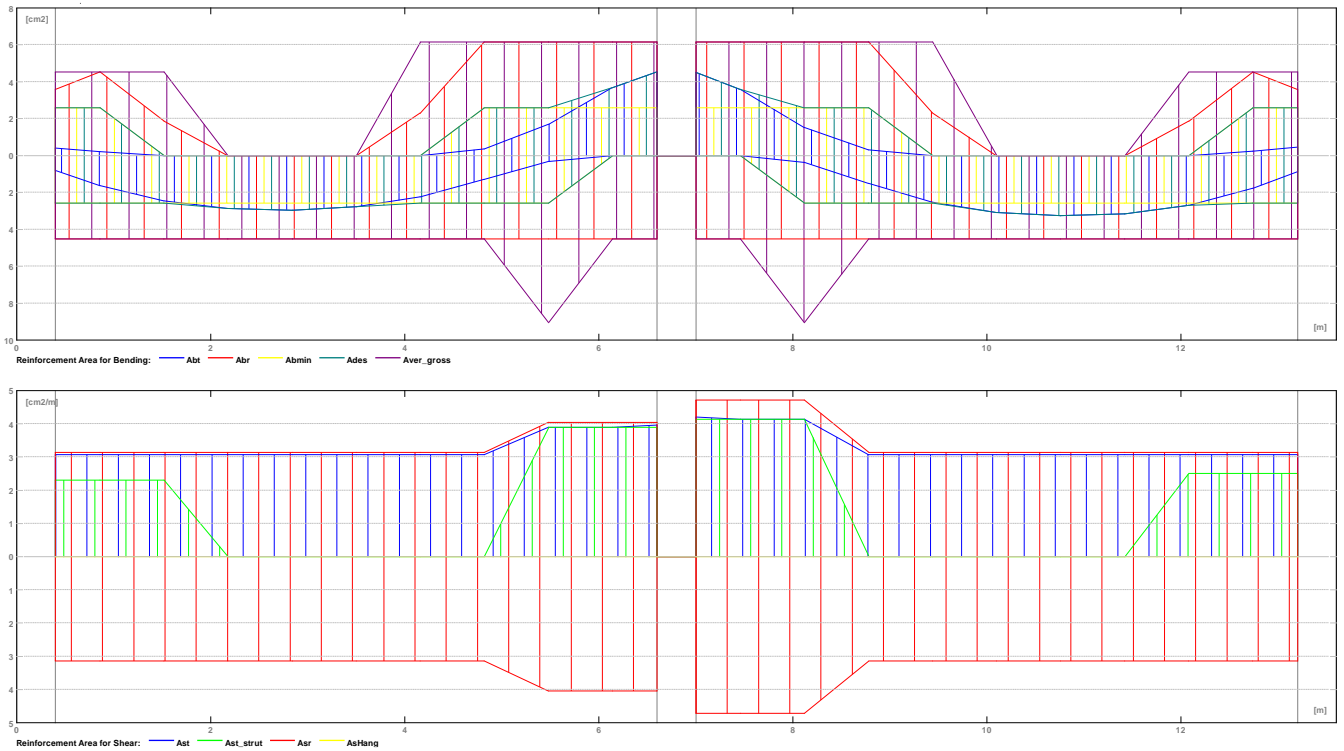
Внутрішні зусилля при стадії SLS

Проліт	Mt max.	Mt min.	Ml	Mr	Ql	Qr
	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN)	(kN)
P1	44.9	0.0	-6.7	-68.2	32.7	-55.4
P2	49.0	0.0	-67.6	-7.4	58.5	-35.4



Необхідна площа армування

Проліт	В пр-ті (см ²)					
	Ліва опора (см ²)		Права опора (см ²)			
	низ	верх	низ	верх	низ	верх
P1	2.96	0.00	0.80	0.41	0.00	4.54
P2	3.26	0.00	0.00	4.50	0.87	0.45



Прогини та тріщини

$w_t(QP)$ Всього за рахунок квазіпостійного поєднання

$w_t(QP)_{dop}$ Допускається через квазіпостійне поєднання

$Dw_t(QP)$ Приріст прогину від квазіпостійної комбінації навантажень після зведення конструкції.

$Dw_t(QP)_{dop}$ Допустимий приріст прогину від квазіпостійної комбінації навантажень після зведення конструкції.

w_k - ширина перпендикулярних тріщин

Проліт	$w_t(QP)$ (cm)	$w_t(QP)_{dop}$ (cm)	$Dw_t(QP)$ (cm)	$Dw_t(QP)_{dop}$ (cm)	w_k (mm)
P1	0.3	2.6	0.1	1.3	0.2
P2	0.3	2.6	0.1	1.3	0.0

2.4.6 Теоретичні результати - детальні результати:

P1 : Проліт 0.40 to 6.60 (m)

Abscissa (m)	ULS		SLS		A bottom (cm ²)	A top (cm ²)
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)		
0.40	17.9	-9.3	6.2	-6.7	0.80	0.41
0.86	34.6	-4.5	20.4	0.0	1.62	0.21
1.52	51.4	-0.0	34.6	0.0	2.45	0.00
2.18	59.9	-0.0	42.8	0.0	2.86	0.00
2.84	61.8	-0.0	44.9	0.0	2.96	0.00
3.50	58.2	-0.0	40.8	0.0	2.78	0.00
4.16	47.2	-0.0	30.7	0.0	2.25	0.00
4.82	27.8	-8.1	14.5	0.0	1.28	0.37
5.48	6.9	-36.1	0.0	-17.0	0.32	1.69
6.14	0.0	-76.5	0.0	-43.6	0.00	3.68
6.60	0.0	-93.9	0.0	-68.2	0.00	4.54

Abscissa (m)	ULS		SLS
	V max. (kN)	V max. (kN)	afp (mm)
0.40	44.9	32.7	0.0
0.86	36.1	26.2	0.0
1.52	23.4	17.0	0.0
2.18	10.7	7.8	0.0
2.84	-4.5	-3.2	0.0
3.50	-16.5	-12.0	0.0
4.16	-29.1	-21.2	0.0
4.82	-41.8	-30.4	0.0
5.48	-54.5	-39.7	0.0
6.14	-67.1	-48.9	0.0
6.60	-76.0	-55.4	0.2

P2 : Проліт 7.00 to 13.20 (m)

ULS SLS

Abscissa (m)	M max. (kN*m) (cm2)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	A bottom (kN*m)	A top (cm2)
7.00	0.0	-93.0	0.0	0.0	-67.6	0.00
	4.50					
7.46	0.0	-74.5	0.0	0.0	-41.7	0.00
	3.58					
8.12	8.2	-33.0	0.0	0.0	-14.8	0.38
	1.53					
8.78	32.3	-7.0	17.2	0.0	0.0	1.50
	0.32					
9.44	52.8	-0.0	34.3	0.0	0.0	2.52
	0.00					
10.10	64.4	-0.0	44.9	0.0	0.0	3.08
	0.00					
10.76	68.0	-0.0	49.0	0.0	0.0	3.26
	0.00					
11.42	65.7	-0.0	46.6	0.0	0.0	3.15
	0.00					
12.08	56.3	-0.0	37.6	0.0	0.0	2.69
	0.00					
12.74	37.8	-4.9	22.1	0.0	0.0	1.77
	0.23					
13.20	19.6	-10.2	6.7	0.0	-7.4	0.87
	0.45					

	ULS	SLS	
Abscissa (m)	V max. (kN)	V max. (kN)	afp (mm)
7.00	80.6	58.5	0.2
7.46	71.1	51.6	0.0
8.12	57.4	41.7	0.0
8.78	43.8	31.8	0.0
9.44	30.1	21.9	0.0
10.10	16.5	12.0	0.0

10.76	3.9	2.8	0.0
11.42	-12.1	-8.7	0.0
12.08	-25.8	-18.6	0.0
12.74	-39.4	-28.5	0.0
13.20	-48.9	-35.4	0.0

2.4.7 Армування:

P1 : Проліт 0.40 to 6.60 (m)

Повздожня:

- низ (B500C)

4 f121 = 5.54 from 0.04 to 5.58

4 f121 = 3.31 from 5.14 to 8.46

- верхня (top) (B500C)

2 f121 = 3.88 from 0.90 to 4.78

- на опорах (B500C)

4 f121 = 1.67 from 0.04 to 1.71

4 f141 = 5.71 from 3.94 to 9.66

Поперечна арматура:

- основна (B500C)

хомути 29 36 f6 l = 1.57

e = 27*0.18 + 9*0.14 (m)

P1 : Проліт 7.00 to 13.20 (m)

Повздожня:

- низ (B500C)

4 f121 = 5.54 from 8.02 to 13.56

- верхня (top) (B500C)

2 f121 = 3.88 from 8.82 to 12.70

- на опорах (B500C)

4 f121 = 1.67 from 11.89 to 13.56

Поперечна арматура:

- основна (B500C)

хомути 29 38 f6 l = 1.57

$$e = 1*0.02 + 11*0.12 + 26*0.18 \text{ (m)}$$

2.4.8 Витрата матеріалів:

- Об'єм бетону = 2.62 (m3)
- Опалубка = 19.69 (m2)
- Сталь B500C
 - Загальна вага = 130.23 (kG)
 - Густина = 49.75 (kG/m3)
 - Середній діаметр = 9.1 (mm)
 - Окремо по діаметрах:

Діаметр (mm)	Довжина (m)	Вага (kG)	Кількість (No.)	Сумарна вага (kG)
6	1.57	0.35	74	25.85
12	1.67	1.48	8	11.84
12	3.31	2.94	4	11.78
12	3.88	3.45	4	13.79
12	5.54	4.92	8	39.34
14	5.71	6.91	4	27.63

РОЗДІЛ 3. Наукова частина

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ІСНУЮЧІ БУДІВЛІ.

3.1 Вступ

Як система швидкого транспорту, метро є передовою системою громадського транспорту в міських районах з високою пропускнуою здатністю та частотою. Він також швидкий і не піддається впливу інших транспортних засобів завдяки підземним тунелям та віадукам (надземні лінії транзиту). Завдяки таким перевагам лінії метро є перевагою для вирішення проблеми з транспортом в урбанізованих містах, таких як Київ чи Харків. Під час розробки нових інфраструктурних планів необхідні дослідження щодо сильного впливу на навколишнє середовище, щоб гарантувати реалізацію проекту. Слід проаналізувати не тільки наслідки будівництва тунелів метро, але й наслідки їх експлуатації, оскільки люди та цивільні об'єкти можуть постраждати як від будівництва, так і від експлуатації підземних об'єктів.

Хоча конструкції тунелів метро відбуваються під землею з використанням тунельних бурових машин (ТБМ), будівлі та інші споруди, які знаходяться над рівнем землі, часто постраждають. Це питання є більш чутливим, коли лінія метро проходить через історичні райони міста і необхідні додаткові запобіжні заходи для збереження цілісності історичних споруд. З цих причин важливий аналіз наслідків будівництва з використанням ТБМ та експлуатації метрополітену.

Підземна діяльність ТБМ може призвести до пошкодження будівель або інших типів споруд на землі через осідання ґрунту та/або викликані вібраціями великої величини, які, у свою чергу, впливають на загальну стійкість конструкцій. Чисельні дослідження показали, що структурна реакція на усадки ґрунту, викликані земляними роботами, сильно залежить від типу конструкції, тріщин у конструкції та умов ґрунту; отже, їх вплив слід враховувати, щоб краще оцінити реакцію будівель на наземні поселення, викликані. Hager GeoScience Inc. (HGI) провела програму моніторингу ТБМ для моніторингу рівнів вібрації в житлових конструкціях, щоб оцінити, чи може ТБМ викликати пошкодження конструкції. Другою проблемою було визначення порогу резонансу вібрації, спричиненої ТБМ, для людей і тварин, які проживають над місцем буріння тунелю. Повідомляється, що більшість пікових швидкостей часток в усталеному стані ТБМ і частоти пов'язаних вібрацій, виміряні для проекту тунелю, не повинні викликати структурних пошкоджень.

Шум і вібрація, викликані поїздами метро, також можуть вплинути на людей та сусідні об'єкти над коридором тунелю. Вони можуть викликати дві основні проблеми в міських районах. Перша проблема пов'язана з поширенням наведеної вібрації через навколишній ґрунт у сусідні будівлі. В результаті може порушитися комфорт людей і навіть пошкодитися конструкції. По-друге, тривалі вібрації можуть змінити мікроструктуру та механічні властивості колії, тунелю

та ґрунту. Ці негативні зміни можуть перешкодити безпеці та ефективній експлуатації поїздів метро. Нежитлові об'єкти, такі як лікарні, лабораторії, студії звукозапису, театри, суди та лекційні зали, більш чутливі до наземного шуму від експлуатації залізниці. Для прогнозування наземного шуму та вібрації використовуються чисельні методи. Який би підхід до прогнозування не використовувався, важливо, щоб він був перевірений на основі реальних вимірюваних даних про тунелювання. У звіті експерта, надісланому громадському запиту Dublin Metro North, зазначено, що теоретичні моделі недостатньо надійні для прогнозування поширення вібрації від різних джерел будівельної діяльності через геологічні утворення. Таким чином, прогнози вібрацій і наземного шуму, представлені в звіті про вплив на навколишнє середовище (EIS), є попередніми за своєю природою і повинні бути перевірені польовими вимірюваннями вібрації. Прогнозні моделі мають бути відкалібровані та оновлені на основі польових випробувань (Hiller 2011). У дослідженні Міжнародного союзу залізничників «Звіт про стан сучасної вібрації, викликані залізницею», підкреслюється, що методи прогнозування, доступні в даний час, мають високий ступінь невизначеності та покращують точність прогнозування, подальшу перевірку методу розрахунку та введених даних. змінні необхідні (Hiller 2011). У цьому відношенні важливе значення має також моніторинг вібрацій, спричинених діючою системою підземного метро.

При будівництві та експлуатації міських залізниць метрополітену передача наземних вібрацій від систем метрополітену на будівлю регулюється взаємодією ґрунт-фундамент, зниженням рівня вібрації між поверхами та посиленням через резонанси будівлі. елементів. На це впливають тип будівлі, його конструкційні матеріали, ґрунт фундаменту та частотний вміст збудження (Konstantinos 2018; Melke and Kraemer 1983; Heckl et al. 1996; Ju et al. 2009; International Union of Railways 2017). У цьому відношенні тема досить складна, а ефект вібрації, викликані метрополітеном, унікальний для кожної конструкції.

Крім того, деякі польові експерименти та опитування були проведені у Великобританії (Thompson 2009), США (Sanayei et al. 2014), Бельгії (Connolly et al. 2015; Kouroussis et al. 2013), Іспанії (Torija et al. 2011). , Греції (Vogiatzis 2012), Німеччині (Degen et al. 2006; Elmenhorst et al. 2012) та Китаю (Zhai et al. 2015; Ling et al. 2010), щоб спробувати подолати вібрацію на землі та будівлі та проблеми з шумом. Крім того, Zou et al., польові вимірювання вібрації та шуму на землі та всередині сусідньої 3-поверхової будівлі, під час руху поїздів метрополітену, були проведені в депо метро Гуанчжоу, Китай. (2015) (Зоу та ін. 2015). Янг та ін. (2019) спрогнозував вібрації великої будівлі, викликані поїздом, за різних умов експлуатації поїзда; для оцінки вібрацій будівлі прийнято два відповідні стандарти. Результати аналізу показують, що взаємодія метрополітену та колії може призвести до надмірної вібрації будівлі. Поїзд, що рухається з більшою швидкістю, погіршить рівень вібрації колії та призведе до більш серйозних перевищених вібрацій великої будівлі. Крім того, захід ізоляції основи може ефективно зменшити надмірну вібрацію будівлі та забезпечити вібрацію

будівлі, викликану поїздом, щоб задовольнити відповідні стандартні вимоги в найгірших умовах експлуатації поїзда. Для пом'якшення надмірної вібрації будівлі була використана ізоляція основи, яка складається з встановлення сталевих пружин між надбудовою та основою (Yang et al. 2019).

Як правило, лінії міського метро повинні проходити нижче існуючих будівель. Є два варіанти зменшення впливу вібрації, викликаной метрополітенем, на критичні будівлі до введення лінії метро в експлуатацію або після її введення в експлуатацію. По-перше, якщо ви можете виявити критичні будівлі, які страждають від вібрацій, викликаних ТБМ, то під час будівництва тунелю можна вжити запобіжних заходів до введення лінії метро в експлуатацію, при будівництві залізниці шляхом розміщення базових ізоляторів під стінами самої залізниці. По-друге, якщо ви не можете виявити критичні будівлі, чутливі до вібрації під час будівництва тунелю за допомогою ТБМ, то ізоляція фундаменту може бути виконана під існуючими конструкціями; однак цей варіант не є ані простим завданням, ані економічним, і це взагалі малозастосовне рішення. Іноді критичні будівлі легко визначити, наприклад лікарні та концертні зали; однак іноді, навіть якщо немає ніякого структурного ризику, простий житловий будинок може стати критичним через серйозний вплив вібрації на комфорт людини. Визначення цих несподіваних критичних будівель можна виявити за відгуками людей, які живуть на лінії тунелю. Виявлення цих критично важливих будівель під час будівництва тунелів стає настільки важливим, життєво важливим, що дає цінну можливість спланувати та застосувати дешевші та більш реалізовані запобіжні заходи, які необхідно вжити під час будівництва залізниці до введення в експлуатацію ліній метро. Отже, визначення критичних будівель та вжиття запобіжних заходів щодо вібрації, спричиненої метро, є важливим перед обслуговуванням метрополітену. Визначення того, що критичні будівлі до введення в експлуатацію лінії метрополітену, може дати можливість вжити більш економічних заходів для зменшення вібрацій, спричинених метро, для критичних споруд під час будівництва лінії метро.

Крім того, запис даних прискорення, викликаного тунелюванням, на критично очікуваних будівлях, таких як лікарні, може дати можливість калібрувати моделі аналізу вібрації з реальними даними випадку. Динамічні моделювання будівель, що піддаються впливу вібрації, мають деякі початкові припущення, прогнозовані значення та деякі параметри, які необхідно перевірити та виміряти за реальними даними. У деяких чисельних методах, які використовуються для моделей динамічної взаємодії ґрунт-структура для отримання вібрацій будівлі, коливання ґрунту спочатку розраховуються за допомогою методів прогнозування вібрації ґрунту, а потім вібрації ґрунту вводяться в моделі динамічної взаємодії ґрунт-структура. У зв'язку з цим дані про прискорення, викликані ТБМ, записані на критичних будівлях, можна використовувати як модель для перевірки прогнозованих коливань ґрунту, які використовуються як вхідні дані для аналізу динамічної взаємодії ґрунт-структура. Порівняння прогнозованого виходу моделі та реальних даних вібрації

ТБМ, отриманих з будівлі, можна використовувати для перевірки моделі та підвищення точності прогнозів.

Це дослідження має стати кроком у дослідженнях використання впливу вібрацій, спричинених ТБМ, на наземні будівлі для прогнозування майбутніх наслідків вібрацій, спричинених трафіком метро, на ті самі будівлі. З цієї причини багатоповерхова залізобетонна будівля, розташована між двома тунелями метро, була обрана для моніторингу індукованих вібрацій ТБМ та руху транспорту в обох тунелях метро. По-перше, два записи прискорень були зібрані з досліджуваної будівлі під час будівництва двох тунелів проекту, коли ТБМ проходили під будівлею. Після трьох років перших вимірювань, коли лінії метрополітену працювали, були зібрані записи прискорень, щоб виявити вплив вібрацій, спричинених рухом метро, на досліджувану будівлю. Дані були проаналізовані, щоб виявити зміни величини вібрацій та домінуючих частот будівлі. Аналіз показує, що вплив виїмки ТБМ на будівлю сильно залежить від виїмки пласта. Крім того, рух метро збільшує вібрацію більше, ніж розкопки ТБМ.

3.2 Вібраційні дослідження у будівлі

Записи прискорень були зняті з будівлі до, під час та після проходження ТБМ з чутливим обладнанням акселерометра. Як місце вимірювання вибирається третій рівень поверху. Лінійний діапазон повного прискорення датчика становить $\pm 3G$, а рівень його шуму становить $0,3 \text{ мкг}/\sqrt{\text{Гц}}$. Записи знімалися 200 вибірками в секунду. І величини прискорення, і частота забудови оцінюються відповідно до розташування будівлі та тунельних ліній, існуючих умов ґрунту та методу, що використовується при бурінні.

Вимірювання під час проходження першої ТБМ

Відстань між першим ТБМ і будівлею 3,80 м. Перший замір було зроблено 2 березня 2020 року, коли під будівлею була перша ТБМ. Загалом були записані дані за 1 годину (3600 секунд), які включали як активний, так і пасивний час ТБМ. На малюнку 1 показано акселерометр, використаний у дослідженні, а на рис. 2 показані дані прискорення, отримані з будівлі.



Рис. 1 Аксельрометри для вимірювання прискорення в будівлі під час проходження першої ТБМ

Аналіз рис. 2 чітко виявляє ефект ТБМ. Очевидно, що між 1700 і 2700 секундами запису ТБМ був активним. На цьому етапі ТБМ пробурила 1 метр тунелю, а потім зупинилася для монтажу сегментів. Для порівняння величини сигналу до, під час і після робіт ТБМ записи були поділені на три частини; для кожної частини використовували квадратний корінь із середнього квадрата записаних сигналів. Оскільки запис прискорення був взятий з будівлі, він містить вібрацію будівлі, яка містить позитивні та негативні записи близько нуля. Видно, що середнє прискорення на початковій ділянці дорівнює $0,0012 \text{ м/с}^2$. На ділянці активної зони ТБМ вона зростає до $0,0029 \text{ м/с}^2$. Нарешті, коли ТБМ зупиняється, вона зменшується до $0,0014 \text{ м/с}^2$. Повідомлені середні значення були розраховані як квадратний корінь із середнього квадрата вібраційного запису. Слід зазначити, що ці прискорення були записані з будівлі, і вони містять вплив зовнішніх умов, таких як вітер і рух транспорту. Проте відмінності між цими трьома частинами безпосередньо викликані ТБМ. Можна зробити висновок, що ТБМ збільшив величину вібрації в будівлі в 2,4 рази. Відчуття виниклої вібрації в будівлі також відчували автори.

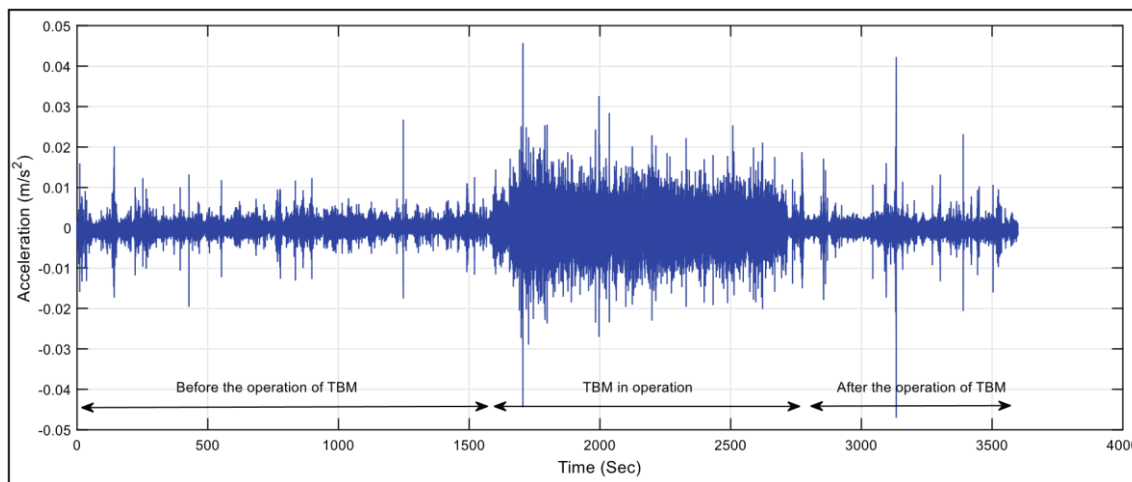


Рис. 2 Запис даних з будівлі під час проходження першої ТБМ

Отримана історія прискорень також переноситься в частотну область для аналізу домінуючих частот вібрацій. Оскільки вібраційні записи були взяті з будівлі, їх можна використовувати для оцінки динамічних властивостей будівлі. Цей метод, відомий як операційний модальний аналіз, часто використовується для визначення динамічних характеристик різних структур. Однак проведений аналіз може виявити лише домінуючі частоти будівлі разом із напрямком вимірювання, оскільки було проведено лише одне вимірювання. Завдяки властивості жорсткої підлоги, яку мають звичайні залізобетонні будівлі, як і у досліджуваній будівлі, домінуючі частоти, визначені на довільній точці перекриття, можуть відображати динамічні властивості будівлі. Тому моніторинг зміни цих частот протягом терміну служби будівлі використовується як інструмент моніторингу стану конструкції. У зв'язку з цим моніторинг

домінуючих частот існуючих будівель на ділянці тунелювання виявляє вплив виконаних будівельних робіт на ці споруди. Важливе зниження домінуючих частот є ознакою пошкодження конструкції, що може призвести до вжиття додаткових заходів безпеки для сусідніх. На малюнку 3 показано представлення записаних сигналів у частотній області. Визначаються три піки до 10 Гц. Фільтрування не застосовується. Перші два піки помітно гостріші за третій. Можна зробити висновок, що в напрямку вимірювання перша модальна частота будівлі становить 3,42 Гц, друга модальна частота будівлі становить 4,77 Гц, а третя модальна частота будівлі становить близько 8 Гц.

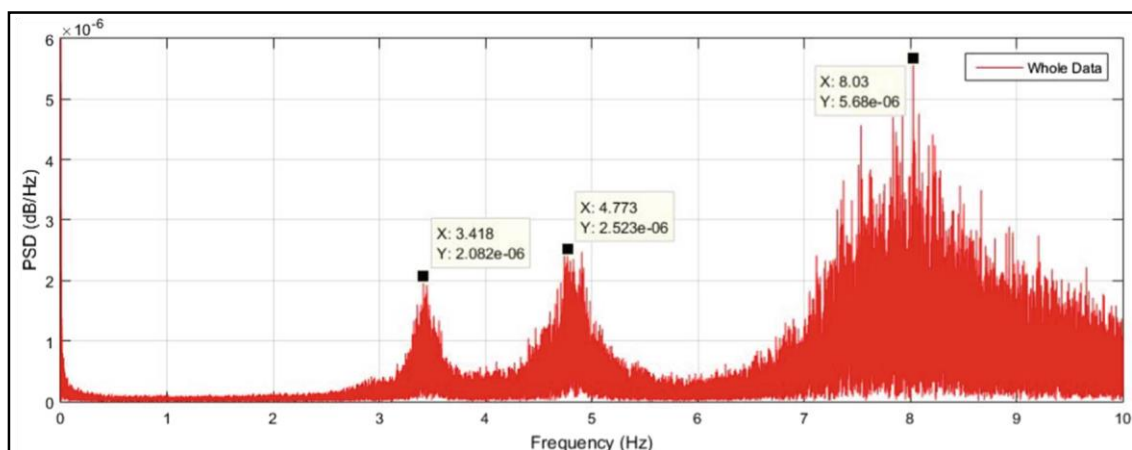


Рис. 3 Домінуючі частоти будівлі під час проходження першого ТБМ

Вимірювання під час проходження другого ТБМ

Відстань між другою трасою ТБМ і досліджуваною будівлею 11,24 м. Цей ТБМ досяг проекції будівлі 28 червня 2020 року. Коли ТБМ перебував у спокої, акселерометр був активований у тому самому місці будівлі, що й під час попереднього вимірювання. Запис прискорення за годину (3600 секунд) показаний на рис. 4.

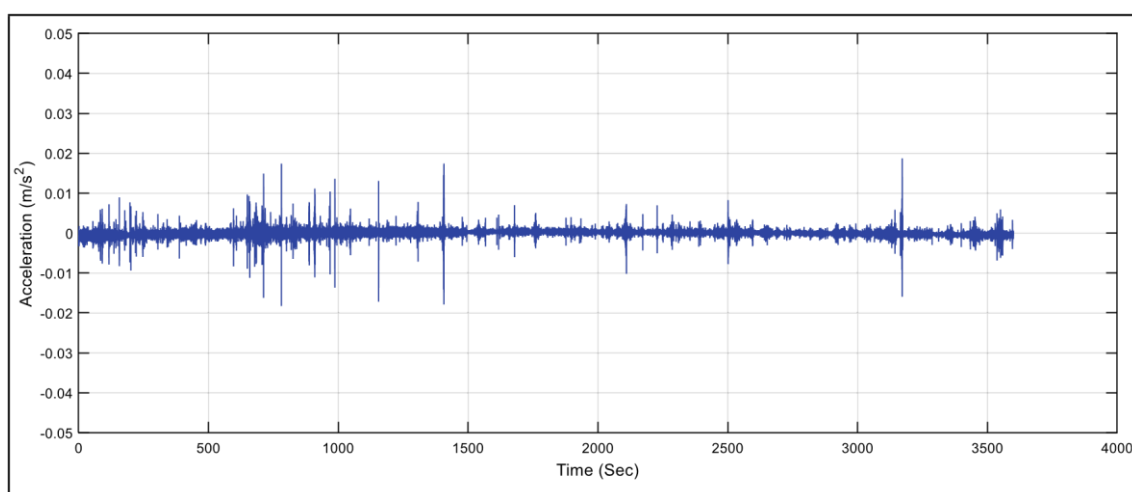


Рис. 4 Запис даних з будівлі під час проходження другого ТБМ

Аналіз рис. 4 виявляє відсутність зони збільшення величини для підтвердження роботи другої ТБМ. У попередньому вимірюванні, яке проводилося для проходження першого ТБМ, показаного на рис. 2, чітко помітна зона

дії. Однак у цій справі немає чітких доказів. У записах прискорень спостерігаються окремі поодинокі піки. Хоча ці піки залишаються в зоні дії ТБМ, їх важко віднести до діяльності ТБМ. Очікується, що збільшення величини, викликане ТБМ, буде безперервним протягом часу роботи. Ці поодинокі піки можуть бути викликані діяльністю людини або вібраціями на автомагістралях, які існують поблизу. У результаті робиться висновок, що друга операція ТБМ не вплинула на будівлю. Квадратний корінь із середнього квадрата цілих сигналів обчислюється як $0,00064 \text{ м/с}^2$. Це значення становить приблизно половину значення, розрахованого для пасивної зони запису, як показано на рис. 2. Найефективнішим параметром різниці між середніми величинами двох сигналів має бути вітрове навантаження. Перший запис з досліджуваної будівлі було зроблено в березні, а другий запис – у червні.

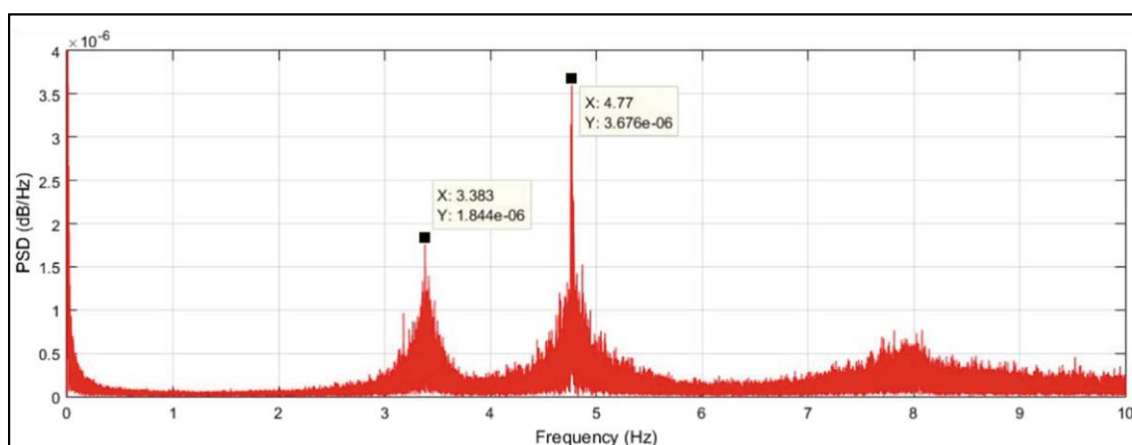


Рис. 5 Домінуючі частоти будівлі під час проходження другого ТБМ

Записи вібрації переносяться в частотну область для визначення домінуючих частот будівлі разом із напрямком вимірювання. Три домінуючих частоти були визначені між 0 і 10 Гц як 3,38 Гц, 4,77 Гц і 8 Гц, як показано на рис. 5. Якщо ці значення порівняти з тими, що були отримані під час першого вимірювання, помічається невелика різниця між частотами перший і другий піки. Частоти третіх піків залишаються такими ж.

Інтерпретація вібраційного аналізу з наявним профілем ґрунту, геометрією та методом ТБМ буріння

Детальне вивчення ґрунтового профілю ґрунту також виконано за допомогою ґрунтових свердловин та видобутого матеріалу з ТБМ.

Перший ТБМ розкопав аргіллотно-пісковикові утворення при проході під будівлею. Середня амплітуда сигналів зросла з $0,0012$ до $0,0029 \text{ м/с}^2$. ТБМ збільшив величину вібрації в будівлі в 2,4 рази. Незважаючи на те, що другий ТБМ знаходиться лише приблизно на 25 м паралельно першому ТБМ, ефект другого ТБМ був не помітним і різко слабшим, ніж перший. Оскільки другий ТБМ розкопав м'яку глиняну формацію, ці записи чітко показали, що вплив того ж самого розкопу ТБМ на будівлю залежить від розкопаної формації. Хоча амплітуда вібрацій, викликаних ТБМ до конструкції через аргіліток-пісковик, була очевидною, ефект другого ТБМ, який проводив розкопки в м'якій глині, не

був помітним. Таким чином, результат неспостереження помітних даних про вібрацію на будівлі є постійним, що ТБМ не викликав жодної помітної вібрації в глині.

Є дві змінні, а саме відстань та типи ґрунтів, які можуть спричинити різницю між величинами вібрацій через ТБМ у двох тунелях. Згідно з Гіллером (2011) (Hiller 2011) «Тунелювання через крейду (слабкий дрібнозернистий вапняк) викликає проміжний рівень вібрації, тоді як найнижчі дані вібрації отримані від тунелювання в глинах та пісках». Згідно з даними випадку в Англії (Hiller 2011), розкопки більш компетентних порід генерують найвищу вібрацію. На такій же відстані від ТБМ вібраційний ефект ТБМ у гірських породах у 20 разів більший, ніж вібраційний ефект у глині (Hiller2011). У цьому представленому дослідженні відстань між досліджуваною будівлею та тунелем у глинистих пластах приблизно втричі більше, ніж відстань між будівлею та тунелем у гірському утворенні. Якщо оцінити згідно з дослідженням, про яке повідомляє Hiller (2011) для тих самих відстаней (Hiller 2011), то вібраційний ефект ТБМ у формуванні порід набагато більший, ніж у порівнянні з утворенням глини.

Вимірювання під час роботи лінії метро.

Третє вимірювання було зафіксовано після завершення етапів повного будівництва та введення в рух ліній метро 2 вересня 2021 року. Під час роботи метрополітену ті самі виміри зроблені з будівлі тим же акселерометром. На малюнку 6 показані записані дані. Запис проводився з 21:00 до 22:00 до півночі, коли рух метро активний, а автомобільний рух обмежений.

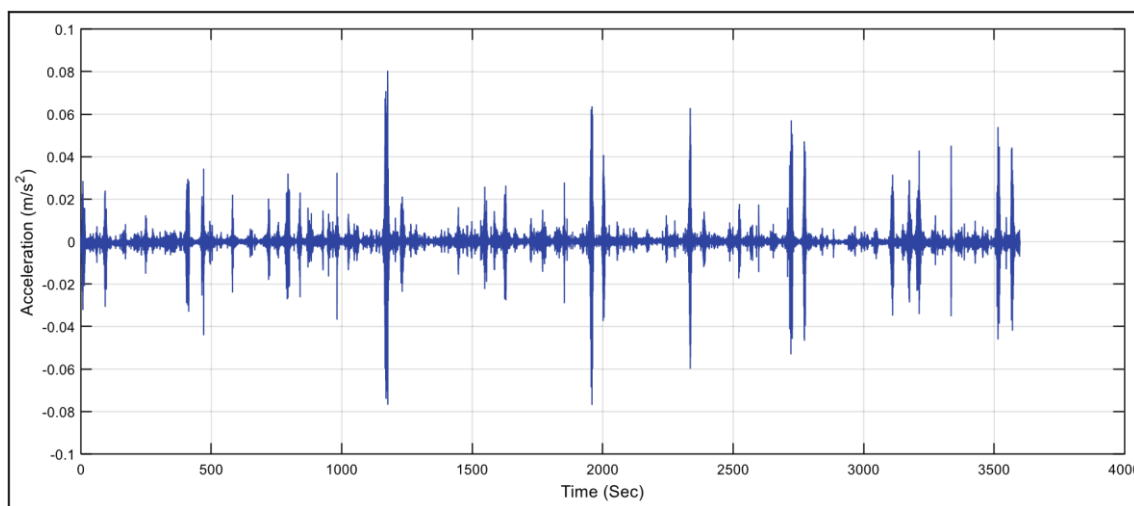


Рис. 6 Запис даних, знятий з будівлі під час роботи МП

Добре видно, що випадкових піків в історії прискорень немає. Для оцінки впливу руху метрополітену в органі влади було отримано розклад руху поїздів на вказаний інтервал часу. Часи проходження поїздів для обох напрямків були додані до графіка прискорення. На малюнку 7 показаний запис прискорення та розклад часу поїзда на хвилинній осі. Червоні круглі маркери вказують на прохід поїздів з першого тунелю, викопаного першим ТБМ, а зелені ромбові маркери

представляють прохід поїздів з другого тунелю, пробуреного другим ТБМ. Причиною незначних зсувів між піками прискорення та маркерами є відстань між станцією метро, на яку належить розклад, і досліджуваною будівлею, яка становить близько 100 м.

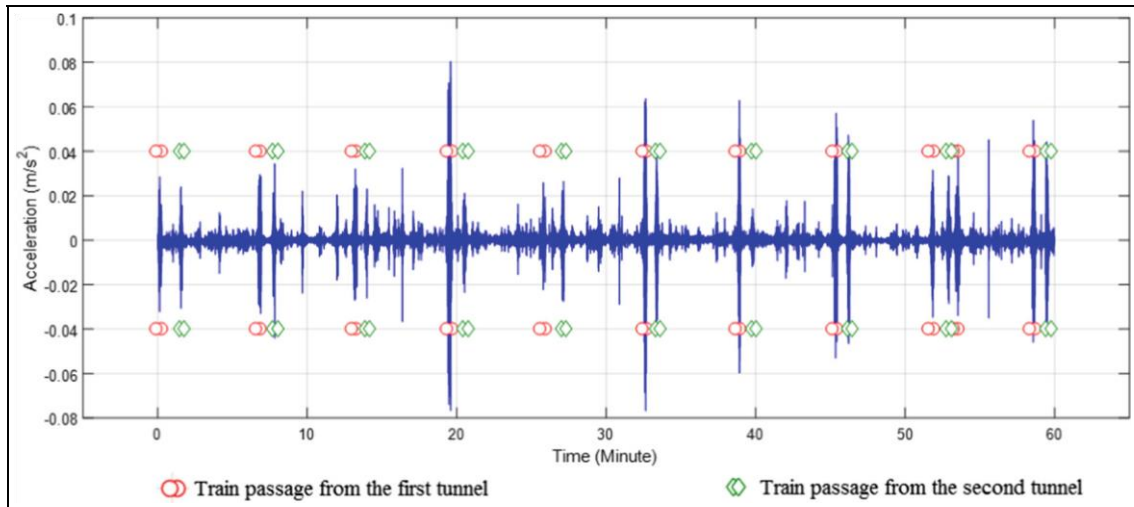


Рис. 7 Дані прискорення від руху МП

Чітко видно, що рух метро впливає як вібрації на досліджувану будівлю. У межах досліджуваного інтервалу часу максимальна величина вібрації визначається як $0,08 \text{ м/с}^2$. Також очевидно, що рух у першому тунелі ефективніше, ніж у другому. Як пояснювалося раніше, цей факт обумовлений наявним ґрунтовим профілю та відстані між тунелями та досліджуваною будівлею. Інший важливий висновок стосується неперевірених піків в історії прискорень. Піки не збігаються з розкладом часу, який має формуватися іншими зовнішніми ефектами, наприклад, рухом на автомагістралі. Максимальна величина цих піків становить більше половини максимальної величини вібрацій, викликаних поїздом метро.

Для інтерпретації величини збільшення, викликаного трафіком метрополітену, аналізується конкретна частина, включаючи максимальну величину прискорення. Побачений трохи раніше 20 хв на осі часу на рис. 7, цей сегмент показано на рис. 8. Як видно, ефекти потягу тривають приблизно 15–20 с. Він має форму безперервного сигналу, а не удару. На рис. 8 також показано два значення прискорення для оцінки величини збільшення, викликаного трафіком у метро. Якщо перше прискорення, $0,006 \text{ м/с}^2$, прийняти за прискорення навколишнього середовища, то можна зробити висновок, що рух метро збільшив його до $0,08 \text{ м/с}^2$. Це збільшення відноситься до 13-разового збільшення для досліджуваного сегмента.

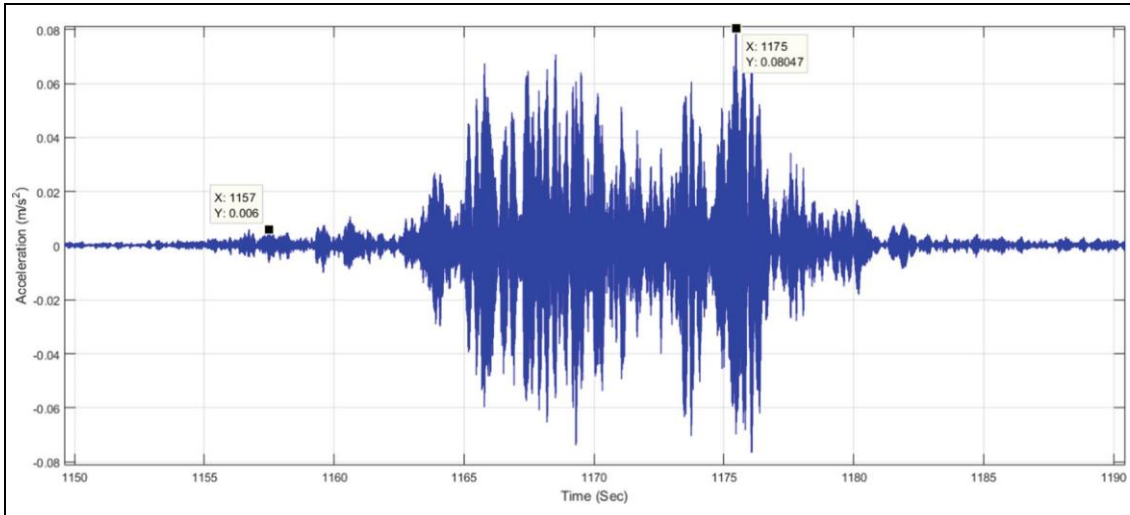


Рис. 8 Деталі збільшення величини вібрації, викликані поїздом метро

Домінуючі частоти будівлі також оцінюються для проїздів транспортних засобів метро. Як видно на рис. 9, отримані значення дещо вищі за отримані під час розкопок ТБМ. Основна причина збільшення пов'язана зі зменшенням маси будівлі. Оскільки будівля покинута, в будівлі немає живого навантаження, як маси. Як зазначено в екв. 1 (Снорга 2007), частота (f) є функцією маси (m) і жорсткості (k). Якщо структурна маса, яка містить також масу живого навантаження, зменшується, то домінуючі частоти зростають. Тому згадане зменшення маси розглядається як основна причина збільшення домінуючих частот будівлі.

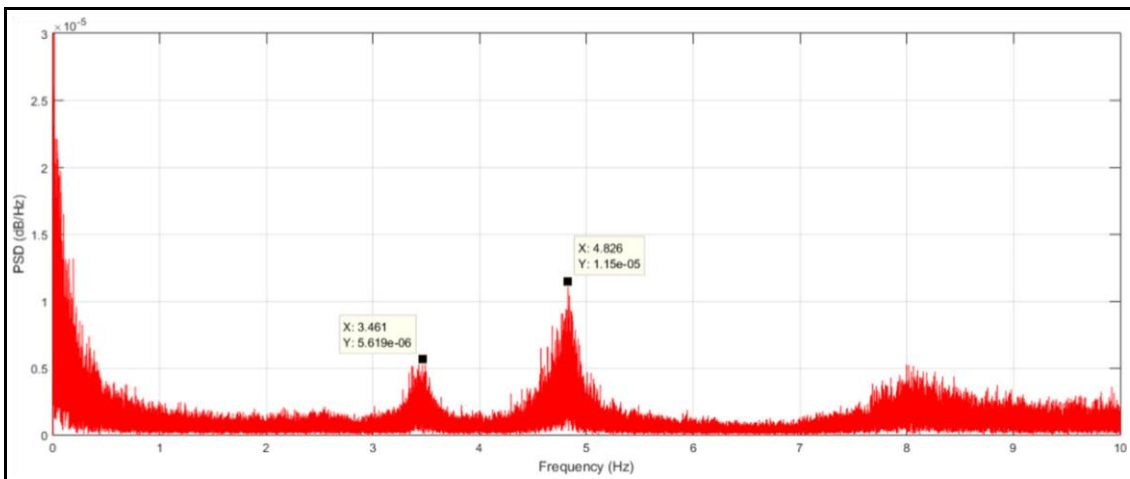


Рис. 9 Домінуючі частоти будівлі під час роботи метрополітену

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$

3.2 Вібраційні дослідження у будівлі

Записи коливань, зняті із залізобетонної будівлі, розташованої між двома лініями тунелю метро, під час та після будівництва МП були проаналізовані, щоб виявити вплив ТБМ та руху метро на існуючі будівлі. Основні висновки цього дослідження можна перерахувати таким чином;

1. Експлуатація першого ТБМ викликала явне збільшення величини вібрації, що знімається з будівлі. Отримані дані показують, що відношення середньої величини вібрації при активному ТБМ до того, коли ТБМ знаходиться в спокої становить 2,4.

2. Робота другого ТБМ не спричинила явного збільшення величини вібрацій, що знімаються від будівлі.

3. Детальне дослідження ґрунту, проведене під будівлею, показує, що існуючий профіль ґрунту між першим тунелем та будівлею є утворенням з глиняного пісковика, тоді як профіль ґрунту між другим тунелем та будівлею складається з м'якої глини. Якщо результати вібраційної зйомки інтерпретувати з наявним профілем ґрунту, можна зробити висновок, що існуючий профіль ґрунту відіграє важливу роль у створенні та передачі вібрації.

4. Другий ТБМ пройшов через м'яку глину. Під час розкопок диски ТБМ застрягли в м'якій глині, тому розпушувачі викопали м'яку глину, щоб не було суттєвої вібрації. Отже, аналіз вібраційних даних, записаних під час проходження другого ТБМ, показав, що операція ТБМ на м'якій глині не мала помітного впливу на будівлю.

5. Записи вібрації, зроблені під час роботи ліній метро, показали, що рух метро збільшує вібрацію навколишнього середовища в будівлі. У частині прискорення, в якій існує максимальна величина, коефіцієнт збільшення, викликаного трафіком метрополітену, визначається як 13.

6. Під час цього дослідження також відстежувалися домінуючі частоти будівлі. Було зроблено висновок, що при побудові та експлуатації МП не відбувається надзвичайних змін домінуючих частот.

7. Результати цього дослідження свідчать про те, що аналіз вібрації, отриманої від конструкцій, корисний для оцінки ліміту здоров'я і працездатності конструкції будівлі. Оскільки це питання було б більш критичним для чутливих споруд, таких як лікарні, концертні будівлі та лабораторії, для цих споруд слід розробити та провести спеціальні дослідницькі роботи. Рекомендується провести аналогічні аналізи перед введенням ліній метро в експлуатацію, щоб можна було вжити проактивних заходів, щоб зменшити вплив руху метрополітену на чутливі споруди над лініями метро.

РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

4.1. Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях в ході проектної розробки

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Вирішення питань з охорони праці в ході проектної розробки має на меті зменшити виробничі травми та професійні захворювання, які виникають в результаті дії небезпечних та шкідливих факторів, таких як вплив шкідливих речовин, неналежні умови праці, погана освітленість робочого місця, шум та вібрація, оптимізувати метеорологічні умови на робочому місці працівників.

Розробка вимог до охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях є невід'ємною частиною проекту на будівництво. Додержання і виконання вимог охорони праці має гарантувати розроблена система, що вміщує комплекс задач. Основи цієї комплексної системи становлять такі необхідні умови:

- використання захисних засобів і приладів, що забезпечує оптимальні санітарно-гігієнічні умови і виключає травматизм та професійні захворювання;
- комплексна механізація;
- впровадження нової безпечної техніки діючих методів організації праці і технології будівельного виробництва;
- створення систем оповіщення про надзвичайні ситуації, ознайомлення працівників із порядком дій при їх виникненні тощо.

Поруч з розвитком промисловості найважливішим є створення здорових та безпечних умов роботи. Завдання охорони праці потрібно звести до мінімальної ймовірності можливості ураження або захворювання працюючих із забезпеченням комфорту та нормальної працездатності.

Сучасний спеціаліст будівництва повинен мати достатній обсяг знань в галузі охорони праці, та вміти з їх допомогою вирішувати практичні інженерні задачі, щодо створення безпечних і здорових умов праці в будівельній галузі.

Забезпечення безпечної життєдіяльності у надзвичайних ситуаціях (НС) базується на комплексі організаційних, інженерно-технічних заходів і засобів,

спрямованих на збереження життя і здоров'я людини у всіх сферах її діяльності. Для цього необхідно:

- спрогнозувати та оцінити можливі наслідки;
- заздалегідь спланувати заходи із запобігання та зменшення вірогідності виникнення НС
- скорочення масштабів прояву результатів НС;
- організація робіт в умовах НС та ліквідація її наслідків.

Також в наш час особливо гостро постало питання про охорону природи і захист навколишнього середовища. Стрімкий розвиток науки і техніки протягом останнього століття призвів до значного виснаження природних ресурсів. Тому дуже важливим є застосування заходів, які би сприяли раціональному використанню природних ресурсів. Захисту від шкідливих викидів в атмосферу, забрудненню земель, поверхневих і підземних вод.

4.2. Аналіз будівельного процесу з метою виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів

При земляних роботах основними причинами травматизму є обвали ґрунту. У більшості випадків обвали ґрунту виникають із-за порушення крутизни відкосів. Зовнішнє додаткове навантаження при розробці виїмок (відвал землі, встановлення на краю відкосів будівельних машин та ін.) може викликати обвали ґрунту, якщо їх розташування не буде враховуватись. Знаходження сторонніх людей в зоні роботи екскаватора може бути небезпечним для їх життя та здоров'я. Крім того, роботи нульового циклу (земляні, влаштування фундаменту) виконуються в основному з допомогою землерийно-транспортної техніки. Машиністи і оператори цієї техніки піддаються дії таких шкідливих факторів, як вібрація, шум, запиленість, загазованість повітря, переохолодження чи перенагрівання організму. Робота водіїв іноді може супроводжуватись значною перевтомою.

При роботі будівельних машин та механізмів небезпечними та шкідливими виробничими факторами є дія механічної сили, ураження електрострумом, несприятливі фактори виробничого середовища (мікроклімат, шум, вібрація, запиленість та загазованість повітря).

При монтажних роботах небезпечними виробничими факторами є: несправність такелажного обладнання, що може викликати падіння монтованих

конструкцій; несправність засобів індивідуального захисту, що призводить до падіння людей з висоти; несправність та втрата стійкості засобів підмоцвання. Зварювальні роботи супроводжуються забрудненням повітря газами (окиси азоту, вуглецю, фтористого водню і таке інше) і аерозолями металів і їх з'єднань.

При покрівельних роботах небезпечним виробничим фактором є падіння робочих з висоти, погані метеорологічні умови. Для зменшення їх впливу робочі повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, а при поганих кліматичних умовах роботи на покрівлі не проводяться.

При оздоблюваних роботах небезпечними та шкідливими виробничими факторами є дія токсичних речовин будівельних матеріалів (клеї, фарби тощо).

При роботі з електроінструментом (електродрелі, електрорубанки, електроножиці, пневмотрамбовки, шліфувальні машини) основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами є:

- можливість нанесення оператору механічних травм;
- електробезпека, що може призвести до ураження оператора струмом при пробиванні ізоляції струмопровідних частин машини;
- шумнебезпека, вібрація.

Машини, що працюють абразивними кругами (шліфувальні машини), складають небезпеку через великих швидкостей обертання робочого інструменту.

4.3. Основні нормативні вимоги при виконанні окремих видів робіт та експлуатації машин і механізмів

Загальні вимоги до робітників, зайнятих на будівництві

Усі працівники, які приймаються на постійну чи тимчасову роботу, і при подальшій роботі, повинні проходити навчання в формі інструктажів з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

Робітники можуть бути допущені до виконання будівельно-монтажних робіт тільки після проходження ними вступного інструктажу з техніки безпеки, а також первинного інструктажу на робочому місці з відповідними записами в журнал по техніці безпеки. Перед виконанням окремих видів робіт

(електрозварювання, монтаж конструкцій, висотні роботи, робота з шкідливими речовинами) проводиться цільовий інструктаж безпосередньо на робочому місці.

Такелажники-стропувальники і транспортні робітники, які зайняті на навантажувально-розвантажувальних роботах і обслуговують транспортні і вантажопідйомні машини, допускаються до самостійного виконання цих робіт після проходження цільового інструктажу.

На будівельному майданчику передбачено такі санітарно-побутові приміщення: гардеробні, умивальні, туалети, душові, приміщення для сушіння та знепилення одягу, приміщення для гігієни жінок, приміщення для обігріву та відпочинку, укриття від сонячної радіації і атмосферних опадів, пункти харчування, медпункт та інші приміщення, встановлені і обладнані відповідно до норм з проектування споруд і приміщень, медпункти і пункти харчування будівельно-монтажних організацій.

Санітарно-побутові приміщення розміщені в одному районі біля входу на будівельний майданчик і обладнані аптечками з медикаментами, наборами фіксуємих шин та інших засобів, які необхідні для надання першої медичної допомоги, засобами надання першої медичної допомоги. Розміщення санітарно-побутових приміщень показані на листі креслення 10.

На будівельному майданчику передбачено забезпечення всіх працюючих питною водою відповідно до санітарних норм. Питні установки розміщуються на віддалі до 75 м від робочих місць. Якщо в сирому вигляді води немає в наявності з технічних причин, то працюючих слід забезпечують питною кип'яченою водою. Розміщення питних установок показані на листі креслення 10.

Всім працюючим видається спецодяг, спецвзуття, захисні каски, рукавиці. Робітники, що працюють у запилених приміщеннях мають респіратори. При роботі на висоті робітникам видаються запобіжні пояси. Також забезпечується захист робітників від протягу, шкідливих випаровувань, газів.

На території будмайданчика влаштовані вказівники проходів та проїздів, а в темний період доби будівельний майданчик забезпечений електроосвітленням (лист креслення 10).

Земляні роботи

Земляні роботи повинні бути максимально механізовані. Перед їх початком встановлюють знаки, що показують розміщення підземних комунікацій.

Із наближенням до лінії цих комунікацій земляні роботи проводять під наглядом виконавця робіт, а якщо це електрокабелі, то і в присутності працівників електрогосподарства. Грунт у таких місцях розробляють землекопними лопатами, обережно, без ударів. Не можна користуватись ломами і кирками.

До початку проведення земляних робіт відводять поверхневі та ґрунтові води, відкачують або влаштовують дренажі. Вибраний із виїмки ґрунт розміщують не ближче, ніж за 0,5м від верхньої бровки котлованів. Для спускання і піднімання робітників у широких виїмках встановлюють драбини завширшки не менш як 0,6м з поручнями заввишки 1м і бортовою дошкою заввишки 15см, а для вузьких траншей застосовують приставні драбини. Спускання робітників по розпірках кріплень заборонено. Всі виїмки треба огороджувати на відстані 1м від бровки, а вночі освітлювати, на огорожах треба встановити попереджувальні знаки і написи.

Для переходу через траншеї будують містки завширшки 0,6м з поручнями заввишки 1м, бортовою дошкою і освітленням.

Під час перевірки в роботі стрілу екскаватора потрібно відвести в сторону від забою, а ківш опустити на ґрунт. Під час руху екскаватора ківш встановлюють за напрямком руху і піднімають його на висоту 0,5 – 0,7 м. Пересування екскаватора з наповненим ковшем забороняється. Завантаження автосамоскидів екскаватором повинно виконуватись через задню або бокову сторону кузова, і ні в якому разі ківш не може подаватися через кабіну водія. Забороняється перебування людей між екскаватором і автосамоскидом під час навантаження.

Для запобігання обвалу ґрунту котлован копається з відкосом 1:0,85 відповідно до інженерно-геологічних умов району будівництва. Не допускається стоянка і рух машин і обладнання, а також розміщення матеріалів і конструкцій в межах призми обвалу ґрунту.

Бетонні роботи

Робітників, які виконують бетонні роботи, забезпечують спецодягом, окулярами і респіраторами. Виконуючи роботи, пов'язані із заготовкою арматури, місця для її розташування та виправлення обгороджують.

Конструкції опалубки для вкладання арматури і бетонної суміші у монолітні конструкції будівель повинні бути надійними. Опалубні роботи складаються із встановлення підтримувальних риштувань, виготовлення

опалубки та її монтажу. Опалубку, підтримувальні риштування, а також робочі настили виконують відповідно до робочих креслень (7).

При виробництві арматурних робіт забороняється:

- перебувати на остаточно не закріплених арматурно-опалубних блоках;
- залишати в конструкціях не закріплені арматурні елементи;
- проводити будь-які роботи на висоті, стоячи на арматурних хомутах або на стрижнях конструкції і переміщатися по них.

Опалубку з готових елементів збирають так, щоб під час подання монтажним механізмом наступного елемента не пошкоджувались раніше встановленні конструкції чи їхні частини. При встановленні елементів опалубки в кілька ярусів, кожний наступний ярус слід установити після закріплення нижнього. Перед бетонуванням конструкції кожної зміни перевіряють стан опалубки, помостів огорож і драбин. Виявлені недоліки ліквідовують до початку виконання робіт.

Розбирати опалубку можна після того, як бетон набере необхідної міцності. Для цього повинні бути відсутні навантаження і дефекти у роботі, а також вжиті заходи проти падіння елементів опалубки і обвалення риштувань.

При ущільненні бетонної суміші електровібраторами перевіряють їхню надійність і вживають заходів щодо захисту від ураження електричним струмом. Під час роботи потрібно стежити за надійністю кріплення самого вібратора. Не можна проводити з вібратором, який працює, будь-які операції. Переміщують його тільки за допомогою гнучких тяг. Вібратори виключають через кожні 30-35хв для охолодження, а також під час перерв чи при переході на інше місце роботи.

Монтажні роботи

Для проектного об'єкта громадської будівлі прийняли кран СКГ30/7,5. Безпечне ведення монтажних робіт передбачено при розробці технологічних карт на виконання робіт (листи креслень 7, 8), в яких особливу увагу надано методу монтажних робіт, технологічності послідовності монтажних операцій, обладнання робочих місць монтажників, розробці строповочних і захватних пристроїв та монтажних засобів.

Для підйому і установки вантажів в основному застосовують універсальні і полегшені стропи, які періодично проходять перевірку на міцність. Вантажний канат крана перед підйомом повинен перебувати у вертикальному положенні над центром ваги вантажу. Підтягувати вантаж канатом, що знаходяться під косим

кутом, забороняється. При необхідності положення центру ваги встановлюють шляхом пробних підвішувань. Для забезпечення безпечних умов праці при підйомі і розкладці будівельних матеріалів їх стропування виконують за допомогою траверси. Стропи знімають з встановлених елементів каркасу і блоків тільки після їх закріплення. Забороняється вантажі залишати у висячому положенні.

Проектом передбачено рішення питань безпечної роботи крана відносно будівлі, яка зводиться. До початку робіт на будівельному майданчику облаштовуються підїздні шляхи і тимчасові дороги. Ширина доріг – 6 м, радіус закруглення – 12 м (лист 10). При трасуванні доріг повинні виконуватись наступні вимоги по дотриманню мінімальних відстаней:

- між дорогою і складським майданчиком: 0,5 – 1 м;
- між парканом будмайданчика і дорогою - 2 м;

На майданчику позначаються монтажні і небезпечні зони роботи крана (лист 10).

На період будівництва для забезпечення пожежної безпеки передбачені пожежні гідранти, які знаходяться на відстані 0,5 м. від тимчасової дороги.

Оздоблювальні роботи

Засоби підмоцнення, рихтування, які застосовуються для малярних робіт, у місцях, під якими ведуться інші роботи чи є проходи, повинні мати настил без зазорів (лист 8).

Для просушування приміщень будівлі при неможливості використання систем опалення, застосовують повітрянагрівачі.

Малярні склади готують централізовано у приміщеннях, розташованих на будівельному майданчику і обладнаних вентиляцією, водою.

Тару з вибухонебезпечних матеріалів (лаки, фарби) під час перерв у роботі необхідно закривати кришками і відкривати інструментом, що не викликає іскроутворення.

Забороняється застосування розчинників, на які немає сертифікатів, де вказано характер шкідливих речовин.

Місце, над яким виконуються склярські роботи, необхідно огороджувати, і до початку робіт перевірити міцність і справність віконних рам.

Піднімання і перенесення скла до місця його встановлення виконують за допомогою відповідних безпечних пристроїв, або в спеціальній тарі.

Покрівельні роботи

Допуск робочих до виконання покрівельних робіт дозволяється після огляду майстром або прорабом спільно з бригадиром справності несучих конструкцій покриття.

Для переходу робочих, що виконують роботи на покрівлі, встановити трапи шириною не менше 0,5 м. Трапи на час роботи повинні бути закріплені.

Під час перерв технологічний інструмент та будівельні матеріали повинні бути забрані з покрівлі.

Електрозварювальні роботи

Пред виконанням зварювальних робіт робітники повинні пройти цільовий інструктаж безпосередньо на робочому місці. При електрозварюванні арматури необхідно перевірити справність електрозварювального апарату, ізоляцію його корпусу і надійність заземлення, відсутність легкозаймистих речовин на відстані до 5 м від місця зварювання. Провід, яким під'єднують зварювальний агрегат до мережі, щоб уникнути механічного пошкодження поміщають в гумовий шланг. Довжина проводів не повинна перевищувати 15 м.

Місця електрозварювальних робіт на даному, а також нижче розташованому ярусах, повинні бути звільнені від горючих матеріалів у радіусі не менше 5м, а від вибухонебезпечних матеріалів – не менше 10м.

При різці конструкцій та їх елементів приймаються заходи, направлені проти випадкового обвалу відрізаних елементів.

Виконувати зварювання, різання, нагрів відкритим полум'ям апаратів, трубопроводів, що утримують під тиском будь-які рідини чи газу, заповненні горючими речовинами, не допускається без узгодження з експлуатаційною організацією заходів із забезпечення безпеки.

Робочі місця зварювальників у приміщенні при зварюванні відкритою дугою відділяються від інших робочих місць і проходів екранами висотою до 1,8м.

4.4. Розрахунок безпечності роботи механізмів та пристроїв електробезпеки

Розрахунок блискавкозахисту будівлі

Блискавкозахист – це система захисних приладів та міроприємств, які застосовують в промислових та громадських будівлях для захисту їх від аварій, пожеж при попаданні в них блискавки.

Вихідні дані: Висота будівлі 30,6 м, довжина 24,2 м, ширина 30 м. Одиночний стержньовий блискавковідвід встановлюємо на даху будівлі.

Будівля знаходиться у м. Львові. Для цієї місцевості інтенсивність грозової діяльності становить $K = 50 \dots 70$ год. / рік.

Середньорічна кількість ударів блискавки в 1 км 5,1 шт.

Визначаємо очікувану кількість уражень блискавкою в рік за формулою:

$$N = [(S+6h) \cdot (L+6h) - 7,7h^2] \cdot n \cdot 10^{-6},$$

де S , L – ширина і довжина споруди, м; h – висота споруди, n – кількість ударів блискавки.

$$N = [(24,2+6 \cdot 30,6) \cdot (30+6 \cdot 30,6) - 7,7 \cdot 30,6^2] \cdot 5,1 \cdot 10^{-6} = 0,19.$$

Так як отримана величина $N < 1$, слід встановлювати блискавковідвід типу Б (ступінь надійності $\geq 95\%$).

Необхідну висоту блискавковідводу знаходимо по формулі

$$h = (r_x + 1,63h_x) / 1,5$$

Значення r_x знаходимо з геометричних міркувань:

$$r_x = \sqrt{24,2^2 + 30^2} = 38,5 \text{ (м)}$$

$$h = (38,5 + 1,63 \cdot 30,6) / 1,5 = 58,9 \text{ (м)}.$$

Приймаємо висоту блискавковідводу від поверхні землі $h = 60$ м.

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

4.5. Аналіз надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути

Надзвичайна ситуація (НС) - це порушення нормальних умов життя та діяльності людей на об'єкті чи території, спричинених аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, великою пожежею, використання засобів ураження, що призвели чи можуть призвести до людських чи матеріальних втрат.

На будівництві щороку виникають тисячі надзвичайно складних ситуацій природного та техногенного характеру, внаслідок яких гине велика кількість людей, а матеріальні збитки сягають кількох мільярдів гривень. Сьогоднішня ситуація щодо небезпечних природних явищ, аварій і катастроф характеризується як дуже складна. Тенденція зростання кількості природних і особливо техногенних НС, складність цих наслідків змушують розглядати їх як

серйозну загрозу безпеці окремої людини, суспільству та навколишньому середовищу, а також стабільності розвитку економіки країни. Для роботи в районі надзвичайної ситуації потрібно залучати значну кількість людських, матеріальних і технічних ресурсів.

Запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідація їх наслідків, максимальне зниження масштабів втрат та збитків перетворилося на загальнодержавну проблему і є одним з найважливіших завдань органів виконавчої влади і управління всіх рівнів.

Надзвичайні ситуації, що можуть виникнути

Відповідно до географічного розміщення району будівництва можуть виникнути наступні НС: сильний вітер, хуртовини, підтоплення, замикання електромережі, пожежі.

З метою недопущення загибелі людей, забезпечення їх нормальної життєдіяльності у надзвичайні ситуації передусім повинно бути проведено сповіщення населення про можливу загрозу, а якщо необхідно, – організовано евакуацію. Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій проводиться з метою відновлення роботи. Вона включає:

- розвідку осередків надзвичайних ситуацій;
- аварійно-рятувальні й лікувально-евакуаційні заходи;
- локалізацію й гасіння пожеж;
- відбудову споруд і шляхів сполучення;

Надзвичайні ситуації, що можуть виникнути на будівельному майданчику і дії робітників в разі їх виникнення:

Пожежа. При виникненні пожежі необхідно: евакуювати людей, зателефонувати в пожежну службу, застосувати первинні засоби пожежогасіння із пожежних щитів. Для гасіння пожежі використовувати воду із пожежних гідрантів (див будгенплан).

Ураження електричним струмом. При ураженні робітника електричним струмом необхідно надати йому першу медичну допомогу та викликати швидку медичну допомогу.

Сильний вітер. Якщо швидкість вітру перевищує 15 м/с забороняється: робота кранів та інших вантажопідйомних механізмів; будь-яка робота на висоті; робота з легкими матеріалами, що мають значну площу (фанера, пінопласт).

Падіння вантажів з висоти, у тому числі крана. Небезпечні зони позначені знаками безпеки і написами встановленої форми; границі небезпечних

зон поблизу рухомих частин і робочих органів машин визначають відстанню у межах 5м.

На будгенплані небезпечна зона роботи крану виділена штрихпунктирною лінією із прапорцями, а на місцевості встановлюють сталеві обгороджування.

4.6. Розробка заходів і дій при виникненні надзвичайних ситуацій. Виконання долікарської допомоги у надзвичайних ситуаціях та при нещасних випадках

На будівництві при недотриманні техніки безпеки можливі падіння з висоти, опіки, ураження електричним струмом. Найбільш характерними травмами при цьому є: переломи кісток, хребта, тазу, черепа, нижніх кінцівок (приземлення на ноги), ребер, верхніх кінцівок (приземлення на бік і на спину). Одночасно з кістковою травмою можуть бути важкі закриті ушкодження внутрішніх органів, ще супроводжуються кровотечами (розрив аорти, печінки, відрив жовчного міхура, розривселезінки і т.д.).

При переломах потерпілому необхідно забезпечити спокій і нерухомість поламаної кістки. Це зменшить біль, яка може бути причиною шоку і попередить можливі ускладнення за рахунок вторинного поранення кровоносних судин і м'яких тканин. При відкритих переломах на рану спочатку накладають пов'язку. Одяг і взуття при переломах знімають, для цього їх іноді розрізають по швам. Імобілізацію поламаної кінцівки як правило проводять за допомогою стандартних шин які накладають на зовнішню і внутрішню поверхні. Шини повинні обов'язково захвачувати два сусідніх суглоба між якими знаходиться ушкоджена кістка.

Якщо сталося падіння з великої висоти і у потерпілого болить спина (травма хребта), його краще не чіпати, а негайно викликати "Швидку". Якщо необхідно потерпілого пересунути або оглянути, то його обов'язково потрібно укласти на тверду рівну поверхню (щит або землю). Не можна переносити його на руках або на ковдрі! Це може погіршити його стан.

При переломі хребта необхідно під спину дуже обережно підкласти дошку або перевернути потерпілого обличчям вниз Заборонено допускати перегин тулоба, оскільки це може призвести до пошкодження спинного мозку.

Падіння та удари часто супроводжуються важкими пошкодженнями черепа та струсом мозку Ознакою черепної травми є кровотеча з вух та

блювання. Ознакою струсу мозку є головний біль, нудота, блювання, втрата свідомості. Потерпілого необхідно покласти на спину, накласти на голову пов'язку, прикласти до голови холодну примочку. До прибуття лікаря потерпілому необхідно забезпечити повний спокій.

Перелом і вивих ключиці супроводжується різким болем, який посилюється при русі плечового суглоба. Необхідно в під-мишечну впадину покласти тампон м'якої тканини або вати і прибинтувати зігнутою під прямим кутом руку до тулуба.

Допомога при опіках, обмерзаннях. В осередках ураження внаслідок надзвичайних ситуацій велика кількість уражених може отримати опіки, обмерзання, шок, втратити свідомість.

Надання першої медичної допомоги складає, поперед усього, у гасінні одягу на потерпілому (облити водою, а якщо її нема, накинути на потерпілого ковдру, піджак або пальто та інші, щоби закінчити доступ кисню). Потім частину тіла, яка має опіки, звільнити від одягу. Якщо потрібно, одяг розрізають, частини одягу, які пристали до тіла, не зривають, а обрізають навколо і залишають на місці. Зрізати і розривати пухирі неможна. При значних опіках після зняття одягу потерпілого краще всього завернути чистою білизною, прийняти заходи проти шоку і направити в лікувальний заклад.

При опіках окремих частин тіла шкіру навколо опіку необхідно протерти спиртом, одеколоном, водою, а на місце опіку накласти суху стерильну пов'язку. Змазувати поверхню опіку жиром або якою-небудь маззю не потрібно.

При невеликих опіках I ступеню на почервонілу шкіру необхідно накласти марлеву салфетку, змочену спиртом. При опіках II, а тим паче III і IV ступеню потерпілого, після надання йому першої допомоги, необхідно терміново відправити у лікувальний заклад. Перша медична допомога при опіках від світового випромінювання оказується так, як і при звичайних опіках.

При великих опіках часто розвивається шок. При таких опіках обов'язково проводять протишовкові заходи. Потім для боротьби з інфекціями використовують антибіотики (протибактеріальний засіб №1 із аптечки АІ-2, біоміцин, пеніцилін та інші). Всім потерпілим необхідно у великій кількості давати пиття - 4-5 л у перші дві доби. Для цього приготують підсолену воду (1-0,5 чайної ложки повареної солі і стільки харчової соди на 1 л води), дають її теплою або гарячою невеликими порціями.

При низькій температурі може настати пошкодження тканин. Залежно від

пошкодження розрізняють: примерзання, обмороження, замерзання. Ці пошкодження виникають в результаті одноразової чи багаторазової дії низької температури на органи людини, особливо в сиру, холодну погоду.

Примерзання виявляються у вигляді синьо-багрових плям, що набувають фіолетового відтінку. Допомога полягає в змазуванні йодною настоячкою ураженої ділянки та накладанні зігрівального компресу.

Обмороження першого ступеня характеризується почервонінням з відтінком синюшності, набряклістю шкіри, жаром у тілі і болем. Допомога - розтерти побілілу ділянку чистим сукном чи хустинкою змоченою у горілці, спирті, одеколоні, змазати жиром та накласти пов'язку.

При обмороженні другого ступеня шкіра має багровий колір з пухирями. Допомога - накладання сухої стерильної пов'язки, розтирання заборонено.

При обмороженні третього і четвертого ступеня настає відносно поверхнєве та глибинне омертвіння тканини. Необхідна термінова медична допомога.

Перша долікарська допомога при пораненнях повинна забезпечувати зупинку кровотечі, закриття рани пов'язкою, нерухомість (імобілізацію) для забезпечення спокійного положення пошкодженої частини тіла.

Найбільш швидко зупинити кровотечу можна за допомогою пальцевого притискування кровоносної судини до прилеглої кістки. Сильну артеріальну кровотечу із ран на кінцівках зупиняють накладанням вище рани джгута або закрутки. Пальцеве притискування при цьому використовується тільки як допоміжний спосіб при накладанні джгута (закрутки) або при його перекладанні.

Джгут можна використовувати гумовий або із тканини, які знаходяться в аптечці. Перед накладанням такого джгута під нього обов'язково підкладається м'яка підстилка із ткани, вати або марлі..

При відсутності джгута можна використовувати підручні засоби (віршовка, косинка, бинт та інше), за допомогою яких накладається закрутка. Необхідно особливо підкреслити те, що джгут або закрутка накладається не більше ніж на 1,5-2 г, а у холодний час і при променевих (радіаційних) ураженнях - не більше як на 1 г, інакше може виникнути омертвіння кінцівки. Час накладання джгута або закрутки обов'язково повинен бути відмічений на папірці, який підкладають під джгут (закрутку), або на самій пов'язці.

Якщо з моменту накладання джгута або закрутки пройшло більше 1-2 годин, то необхідно послабити джгут (закрутку) - до появи рожевого кольору

кінцівки і відновлення чутливості. Роблять це повільно, з тим щоби у випадку відновлення кровотечі тік крові не виштовхнув кров'яний згусток, який появився у рані. Опісля 5-10 хвилин після повного розслаблення джгута (закрутки) і не відновлювання кровотечі можна рахувати його зупиненим

Для захисту рани від можливого ураження бактеріями, отруйними або радіоактивними речовинами на неї потрібно накласти пов'язку. З метою боротьби з інфекцією раненим дають протибактеріальний засіб № 1 із аптечки АІ – 2-5 таблеток, які запиваються водою, і через 6 годин ще 5 таблеток

Засоби першої долікарської допомоги знаходяться в аптечці А-І, розміщеної в санітарному приміщенні.

При ураженні електричним струмом необхідно якомога швидше звільнити потерпілого від струмопровідних частин обладнання. При цьому відключають струм, використовуючи палицю, сухі рукавиці, сухий одяг, діелектричні рукавиці. Провідники перерізають інструментом з ізольованими ручками, перерубують сокирою.

Уразі відсутності дихання необхідно провести непрямий масаж серця, або штучне дихання.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи К.: Мінбуд України, 2006.
3. ДБН В.1.17-2002 Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003.
4. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
5. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006.
6. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011.
7. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995.
8. ДБН А.2.1–1-2008 Інженерні вишукування для будівництва. Основні положення. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2008.
9. ДБН 360-92 Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1992.
10. Ковальчук Я. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів / Я. Ковальчук, Г. Крамар, Л. Бодрова, І. Коваль, С. Мариненко // Наукові нотатки. - 2019. - Вип. 66. - С. 165-171.