

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 бізнес-центру**

**з дослідженням енергоефективності**

**огороджувачих конструкцій**

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

спеціальності (напряму підготовки) \_\_\_\_\_

**192 Будівництво та цивільна інженерія**

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

	_____	<b>Корчинський Р.В.</b>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<b>Бодрова Л.Г.</b>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	<b>Данильченко С.М.</b>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Зав. кафедрою	_____	<b>Ясній В.П.</b>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	<b>Чубик В.Ф.</b>
	(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.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Корчинському Р.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект бізнес-центру  
з дослідженням енергоефективності огорожуючих конструкцій

Керівник проекту (роботи) к.т.н., проф. Бодрова Л.Г.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені 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

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	<b>Ст. викл. Данильченко С.М.</b>		
Охорона праці	<b>К.т.н., доц. Каспрук В.Б.</b>		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	<b>Ст. викл. Стручок В.С.</b>		

## 7. Дата видачі завдання

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	1 Примітка
<b>1</b>	Архітектурно-будівельний розділ	<b>12.11.21</b>	
<b>2</b>	Креслення до розділу	<b>20.11.21</b>	
<b>3</b>	Розрахунково-конструктивний розділ	<b>25.12.21</b>	
<b>4</b>	Креслення до розділу	<b>30.12.21</b>	
<b>7</b>	Наукова частина	<b>05.12.21</b>	
<b>8</b>	Безпека в надзвичайних ситуаціях	<b>10.12.21</b>	
<b>9</b>	Охорона праці	<b>13.12.21</b>	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Корчинський Р.В.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Бодрова Л.Г.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## Зміст

Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1 Архітектурно- будівельна частина.....	7
1.1 Вихідні дані.....	7
1.2 Планування проєктованої споруди.....	7
1.3 Оформлення фасадів.....	8
1.4 Прийняті конструкції.....	8
1.5 Матеріали та оздоблення будинку.....	9
1.6 Інженерне обладнання.....	10
1.7 Протипожежні заходи.....	10
1.8 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.....	10
РОЗДІЛ 2. Розрахунково-конструктивна частина.....	17
2.1 Розрахунок будівлі. Результати розрахунку.....	17
РОЗДІЛ 3 Наукова частина.....	44
3.1 Вступ.....	44
3.2 Система збереження тепла з використанням зовнішніх стін.....	44
3.3 Аналіз екстремальних показників теплопередачі зовнішніх захисних шарів.....	46
3.4 Висновок.....	48
РОЗДІЛ 4: Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	50
4.1. Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях в ході проєктної розробки.....	50
4.2. Аналіз будівельного процесу з метою виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	51
4.3. Основні нормативні вимоги при виконанні окремих видів робіт та експлуатації машин і механізмів.....	52
4.4. Розрахунок безпечності роботи механізмів та пристроїв електробезпеки....	57
4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	59

4.5. Аналіз надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути.....	59
4.6. Розробка заходів і дій при виникненні надзвичайних ситуацій. Виконання долікарської допомоги у надзвичайних ситуаціях та при нещасних випадках....	60
5. Бібліографія.....	64

## ВСТУП

Швидкі темпи будівництва в Львові, 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.** Розвиток ІТ-галузі в Україні, а особливо в м.Львів зумовив попит на офісні приміщення та будівлі В кваліфікаційній роботі запропоновано ряд сучасних архітектурних та конструктивних рішень при розробці офісної будівлі та приділено увагу енергоефективності будівлі.

**Мета роботи:** Розробка проекту бізнес-центру з дослідженням енергоефективності огорожуючих конструкцій.

**Об'єктом дослідження** є розгляд різних технік застосування теплоізоляції.

**Предметом дослідження** є дослідження пливу різних технік теплоізоляції в будівлях.

**Доцільність проведення досліджень** викликана тим, що отримані результати досліджень дадуть можливість підвищити енергоефективність окремих будівель.

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

1. Розробити об'ємно-планувальні рішення будівництва відповідно до умов на відведеній ділянці у м. Львів.
2. Проаналізувати інженерно-геологічні умови будівельного майданчика та запроєктувати фундаменти.
3. Розробити конструктивні рішення щодо несучих елементів конструкцій.
4. Розробити скінченно-елементу модель будівлі.
5. розглянути відмінність між різними техніками теплоізоляції.
6. За результатами проведених розрахунків запропонувати заходи по підвищенню енергоефективності будівель.

7. Розробити заходи з охорони праці, техніки безпеки під час зведення будівлі.

**Методи досліджень.** При вирішенні поставлених завдань застосовуються порівняльний аналіз технік теплоізоляції.

**Наукова новизна.** Вдосконалена методика моделювання енергоефективності.

**Практичні результати** роботи можуть використовуватися проектними організаціями при виконанні енергетичних розрахунків будівлі. 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:** енергоефективність, матеріали, аналіз.

## ОЗДІЛ 1 Архітектурно-будівельна частина

### 1.1 Вихідні дані.

Завданням передбачено проектування та будівництво офісу ІТ-компанії в місті Львів.

Район розміщення будівлі відноситься до II кліматичної зони, II В кліматичного району фізико – географічного районування, згідно ДБН-360-92\*. Максимальна висота сніжного покриву 1422 мм випала у 1893 році . Загалом висота покриву не перевищує 1м. Річна норма опадів становить 740мм. Тривалість опалювального періоду 191 день. Сейсмічність району згідно ДБН В.1.1-12:2006 становить - 7 балів. Середньорічна температура зовнішнього повітря згідно СНиП 2.01.01-82 становить + 7,4° С. В місті Львові, згідно ДБН ‘‘Навантаження і впливи’’, снігове навантаження складає 1,31кН/м(IV сніговий район). Переважаючі вітри – північно – західні, вітровий район IV(W=52кг/м<sup>2</sup>). Найбільш сильні вітри спостерігаються в січні місяці. В геологічній будові до глибини промерзання ґрунту 0,8м залягають насипний та рослинний шари ґрунту, далі вглиб – зелено-жовтий пісок, суглинки, материковий мергель. Основою для фундаменту служить сірий материковий мергель. Ґрунтові води виявлено починаючи з глибини – 2,4 м. Амплітуда коливань ґрунтових вод +1,0 м. При інтенсивних атмосферних опадах та втратах із водонесучих підземних комунікацій можливе утворення тимчасового горизонту ґрунтових вод на глибині 1,55- 2,0м . При будівництві необхідно дотримуватись правил виконання робіт згідно СНиП 3.02.01-83, а також передбачати заходи по захисту від затоплення підвальних приміщень та відводу поверхневих вод від основи будинку.

Необхідно запроектувати офіс ІТ-компанії з врахуванням сучасних норм проектування.

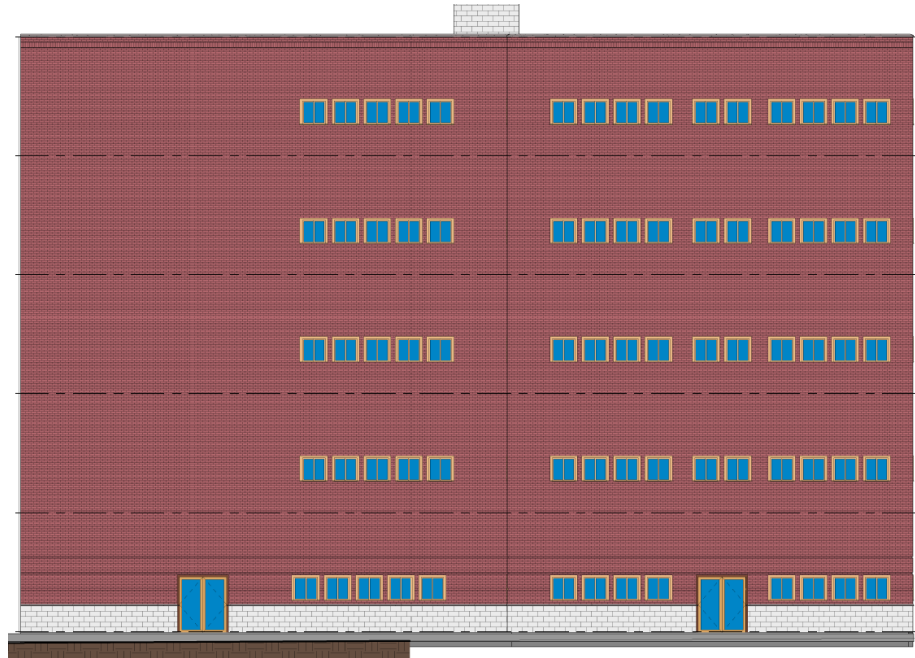
### 1.2 Планування проектованої споруди

Ділянка розташована на окраїні міста, рельєф ділянки спокійний.

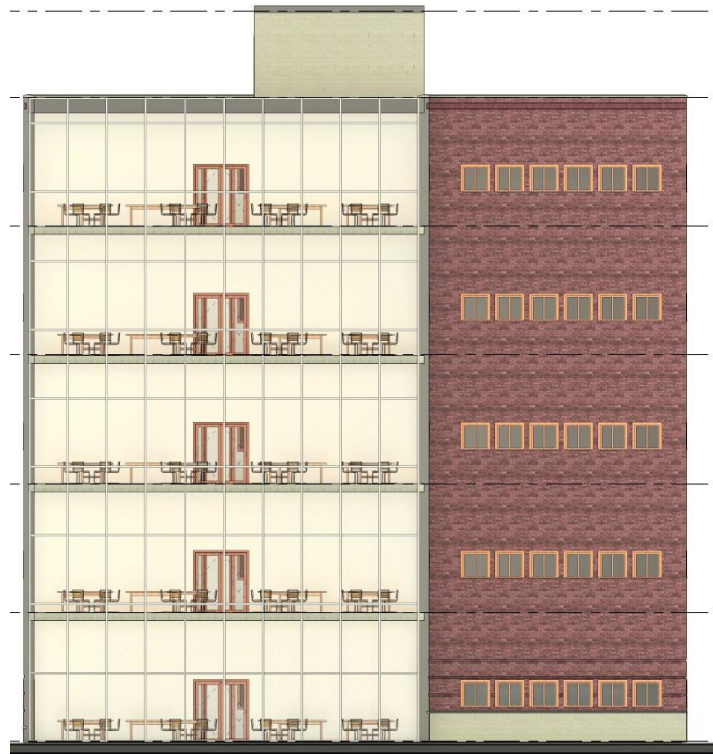
### 1.3 Оформлення фасадів.



Будівництво будівлі проводиться в старій частині міста, тому фасади мають відповідати загальній концепції вулиці



Бічний Фасад



Головний фасад

### ***Прийняте планування.***

Згідно із завданням було виконано проект на будівництво офісу ІТ-компанії. Прийняте планування виконане для забезпечення усіх нормативних сучасних вимог. В кожному приміщенні забезпечене освітлення(як природне, так і штучне), зручні та безпечні входи та виходи, висоти приміщень.

### **1.4 Прийняті конструкції.**

Для будівництва офісу прийнято наступні конструкції:

- всі внутрішні сходи необхідно виконати з залізобетону;
- перила на сходовій клітці виготовляємо з металевих профілів, укладаючи по верху дерев'яні поручні;
- вікна встановлюємо металопластикові із склопакетом;
- міжповерхове перекриття приймаю залізобетонним.
- стіни із керамічної цегли. Марка цегли М100, марка розчину М50.
- карниз цегляний, виліт становить 150 мм;
- покрівлю влаштовуємо з оцинкованих металевих листів;
- підлоги: в залах – плити зі штучного каменю, в рештах приміщень – керамічні плити.

### **1.5 Матеріали та оздоблення будинку.**

Виконати новий фасад, відтворюючи зовнішній вигляд та архітектурні елементи сусідніх будівель, а також після реставрації існуючих елементів та тиньку, пофарбувати фасадною силікатною фарбою „Sniezka”. Колір фарби світло-кавовий; контрфорси будинку обкласти білим каменем.

В приміщеннях виконати фрески та розписи.

Відтворити гебрейські надписи та зображення.

В сходовій клітці виконати вапняне пофарбування стін та стель.

Обрамлення вікон та декор над головним порталом виконати із білого каменю.

Аттик синагоги завершити маньєричним декором.

### 1.6 Інженерне обладнання будинку.

В синагозі влаштувати індивідуальне опалення.

Електропостачання будинку здійснити від електромережі.

Водопостачання – від міських мереж.

Каналізація – від міських мереж.

Вентиляція – природна.

Герметизація вводу



### 1.7 Протипожежні заходи.

За характеристикою використаних матеріалів та конструкцій будинок відповідає II ступеню вогнестійкості. Стіни цегляні 1.5м , перекриття залізобетонні. Передбачена достатня ширина сходів та їх кількість. Використовуються вогнестійкі оздоблювальні матеріали.

### 1.8 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.

*Виконуємо теплотехнічний розрахунок для зовнішньої стіни  
для Львівської області.*

Компоненти природного та штучного середовища (сонячна радіація, колір, повітря (його температура, вологість), швидкість та напрям вітру, опади та звук грають важливу роль в формуванні архітектурних рішень. Досягнення найбільш раціональних рішень можливе завдяки комплексному урахуванню фізичних параметрів середовища (світлотехнічних, теплотехнічних і акустичних) на початковій стадії архітектурного проектування.

Одне з призначень проектованого будинку – захист людей і обладнання, що знаходяться в будинку від несприятливих впливів природи. Це забезпечується створенням у приміщеннях внутрішнього клімату (мікроклімату), якість якого повинно відповідати сукупності технологічних і гігієнічних вимог.

Регульований мікроклімат у приміщеннях створюється:

- 1) Мірами архітектурно-планувального або будівельного проектування. Мається на увазі не тільки захист від атмосферних впливів, але і найкраще використання природних ресурсів енергії (променистої, вітру, і ін.), тобто погодженість архітектури і клімату.
- 2) Застосуванням штучних способів кліматизації приміщень: опалення, вентиляції і кондиціонування внутрішнього повітря. Ця задача вирішується в тісній взаємодії з обраними характеристиками конструкцій, що обгороджують: стін, покриття, підлоги.

Конструкції огороження розробляються виходячи з основних теплотехнічних вимог, що пред'являються до них: опору теплопередачі, повітронепроникності, вологісного режиму.

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій виконуємо за Зміна №1. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель.

Теплотехнічний розрахунок виконуємо для основних багат шарових конструкцій, стін та покриттів.

Місто Львів відноситься до другої температурної зони України.

Тепловологісний режим приміщень будинку визначаємо за Зміна №1. ДБН В.2.6-31:2006 залежно від розрахункових значень відносної вологості і температури внутрішнього повітря. При  $t_v=20^{\circ}\text{C}$  і  $\phi_v=55\%$  режим нормальний.

Умови експлуатації огорожувальних конструкцій залежно від вологісного режиму приміщення (нормального) і зони вологості району будівництва (нормальна) встановлюємо за Зміна №1. ДБН В.2.6-31:2006.

Зводимо розрахунок до знаходження розрахункового опору теплопередачі будь-якої огорожувальної конструкції з подальшим порівнянням знайденого з мінімально-допустимим значенням згідно з нормами.

### Розрахунок опору теплопередачі зовнішньої стіни будинку

Опір теплопередачі усіх огорожуючих конструкцій визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}},$$

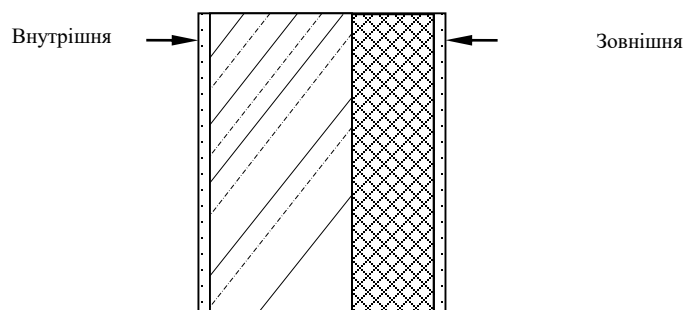
де  $\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – це коефіцієнти тепловіддачі поверхонь, як внутрішньої так і зовнішньої, огорожуючої конструкції, та вимірюється в Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$R_i$  – термічний опір  $i$ -го шару, та вимірюється в м<sup>2</sup>·К/Вт;

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність  $i$ -го шару матеріалу конструкції в умовах експлуатації, та вимірюється в Вт/(м·К);

$\delta_{ip}$  – товщина  $i$ -го шару конструктивного елемента, та вимірюється в м.

Для зовнішньої стіни коефіцієнти тепловіддачі береться з «ДБН В.2.6-31:2006» та відповідно –  $\alpha_{\text{в}}=8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·К),  $\alpha_{\text{з}}=23$  Вт/(м<sup>2</sup>·К).



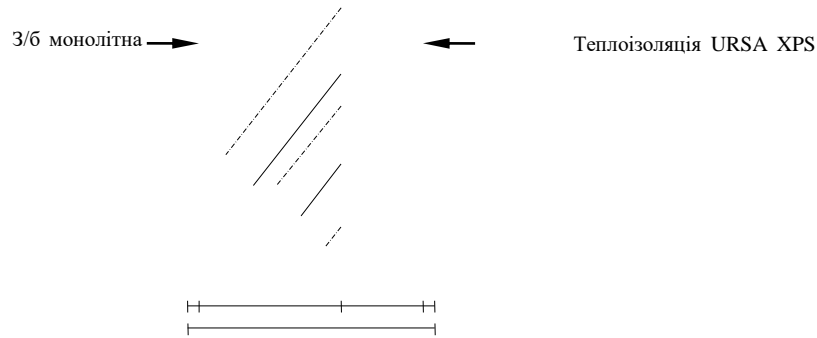


Рис. 1.1. Будова зовнішньої огорожуючої конструкції

Таблиця 1.5. Характеристики матеріалів стіни будинку (зовнішньої)

	Найменування шару	$\delta$ (м)	$\rho$ (кг/м <sup>3</sup> )	$\lambda$ (Вт/м·К)	$R$ (м·К/Вт)
1	Внутрішнє чорнове тинькування	0,03	812	0,91	0,011
2	Залізобетонна монолітна стіна	0,27	2460	2,13	0,09
3	Утеплювач пінополіуритан	x	34	0,021	
4	Внутрішнє чорнове тинькування	0,03	824	0,81	0,010

Термічний опір визначаємо за формулою:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

Для зовнішніх стін нормативний опір теплопередачі  $R_{т,норм}$  становить  $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ .

Для зовнішньої стіни розрахунковий опір теплопередачі розраховуємо:

$$R = \frac{1}{\alpha_8} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3} = 0,115 + \frac{0,02}{0,82} + \frac{0,28}{2,05} + \frac{x}{0,031} + \frac{0,02}{0,82} + 0,158;$$

$$x = 0,11;$$

$$R = 3,45 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Отже, товщина утеплювача дорівнює 16 см. Опір теплопередачі огорожуючої конструкції є більшим за мінімально допустиме значення. Умова повністю виконується.

### Розрахунок ізоляційної ефективності покрівлі

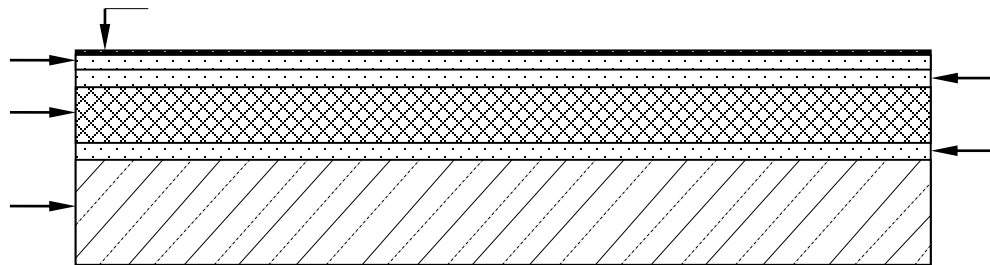


Рис.1.2. Конструкція покрівлі

Табл. 1.6. «Теплотехнічні показники покриття»

	Найменування шару	$\delta$ (м)	$\rho$ (кг/м <sup>3</sup> )	$\lambda$ (Вт/м·К)	$R$ (м·К/Вт)
1	Монолітна залізобетонна плита	0,181	2465	2,12	0,075
2	Пароізоляція	0,001	1584	0,13	0,013
3	Утеплювач - поліуритан	x	32	0,032	-
4	Гравійна засипка	0,05	835	0,15	0,25

5	Стяжка з цементно-піщаної суміші	0,02	1731	0,78	0,031
6	«Полімочовина» - 2 шари	0,01	207	0,19	0,21

Для суміщеного покриття нормативний опір теплопередачі  $R_{т,норм}$  становить  $5,35 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ .

Розрахунковий опір теплопередачі покрівля буде становити:

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} + \frac{1}{\alpha_s} \\
 &= 0,115 + \frac{0,185}{2,05} + \frac{0,003}{0,13} + \frac{x}{0,031} + \frac{0,03}{0,13} + \frac{0,02}{0,8} + \\
 &+ \frac{0,01}{0,21} + 0,158; \\
 x &= 0,158; \\
 R &= 5,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}
 \end{aligned}$$

Отже, товщина утеплювача дорівнює 16 см. Опір теплопередачі покрівлі є більшим за мінімально допустиме значення. Умова повністю виконується.

### ***Генплан та експлуатація прибудинкової території.***

Вертикальне планування ділянки, на якій розміщується будинок спокійний з незначним перепадом висот. Під'їзд до будинку ув'язаний з існуючими проїздами.

При відновленні будинку повинно бути виконано благоустрій прилеглої



території. дана територія матиме наступний вигляд:

Покриття території – з бруківки.

Відвід атмосферної води з території здійснюється лотками, які утворені поперечними та поздовжніми ухилами проїзної частини та бордюрами з випусками за межі площадки. За обслуговування прибудинкової території несе відповідальність ЖЕК.

***ТЕП проектного рішення.***

1. Площа приміщення, м<sup>2</sup>: 2356,55;
2. Загальна площа, м<sup>2</sup>: 2664,15;
3. Будівельний об'єм, м<sup>3</sup>: 32430;

## РОЗДІЛ 2. Розрахунково-конструктивна частина

### Формування моделі будівлі

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

У програмі «Autodesk Robot Structural Analysis Pro» формували окремо кожен одиницю 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 :  $j_p = 2.74$
- Клас цементу : N
- Клас доквілля : X0
- Клас структури : S1

#### 2.1. Колона: колона 1

**Кількість однакових елементів: 12**

##### 2.1.1 Властивості матеріалу:

- Бетон : C25/30  $f_{ck} = 2.50$  (kN/cm<sup>2</sup>)
- Вага одиниці : 2501.36 (kG/m<sup>3</sup>)
- Сукупний розмір : 20.0 (mm)
- Поздовжнє армування: : B450C  $f_{yk} = 45.00$  (kN/cm<sup>2</sup>)
- Клас пластичності : C
- Поперечне армування: : B450C  $f_{yk} = 45.00$  (kN/cm<sup>2</sup>)

##### 2.1.2 Геометрія:

- 2.2.1 Діаметр 55.0 x 35.0 (cm)
- 2.2.2 Висота: L = 3.15 (m)
- 2.2.3 Товщина плити = 0.00 (m)
- 2.2.4 Висота балки = 0.00 (m)
- 2.2.5 Захисний шар = 4.0 (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	Group	gf	N	My(s)	Mz(s)	Mz(i)
My(i)		Mz(s)	(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
(kN*m)							
DL1 dead load(Structural)	1	1.35	1860.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0							
LL1 live load(Category A)	1	1.50	430.00.0		0.0	0.0	0.0
□f - load factor							

### 2.1.5 Результати розрахунку:

Фактори безпеки  $Rd/Ed = 1.02 > 1.0$

#### Аналіз ULS/ALS

Комбінація дизайну: 1.35DL1+1.50LL1

Тип комбінації: ULS

Внутрішні сили:

$N_{sd} = 3156.0$  (kN)  $M_{sdy} = 0.0$  (kN\*m)  $M_{sdz} = 0.0$  (kN\*m)

Проектні сили:

Верхній вузол

$N = 3156.0$  (kN)  $N^*etotz = 63.1$  (kN\*m)  $N^*etoty = 63.1$  (kN\*m)

Eccentricity:

	e0:	ez (My/N)	ey (Mz/N)
Initial		0.0 (cm)	0.0 (cm)
Imperfection	ei:	0.8 (cm)	0.8 (cm)
I order (e0 + ei)	e0Ed:	0.8 (cm)	0.8 (cm)
Minimal	eEdmin:	2.0 (cm)	2.0 (cm)
Total	eEd:	2.0 (cm)	2.0 (cm)

#### Детальний аналіз-напряг Y:

##### Аналіз стрункості

Конструкція, що не розхитується

L (m)	Lo (m)	l	l <sub>lim</sub>	
3.15	3.15	31.18	12.11	Струнка колона

### Аналіз вигину

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

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

$$M_0 = 0.0 \text{ (kN*m)}$$

$$e_a = \frac{I_0}{2} = 0.8 \text{ (cm)}$$

$$\frac{I_0}{I} = \frac{I_0}{I} \frac{h}{h} \frac{m}{m} = 0.01$$

$$\frac{I_0}{I} = 0.01$$

$$\frac{h}{h} = 1.00$$

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

$$m = 1.00$$

$$M_a = N \cdot e_a = 24.9 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Edmin} = 63.1 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{0Ed} = \max(M_{Edmin}, M_0 + M_a) = 63.1 \text{ (kN*m)}$$

### Детальний аналіз-Напряг Z:

#### Аналіз стрункості

Конструкція, що не розхитується

L (m)	Lo (m)	l	l <sub>lim</sub>	
3.50	1.75	13.47	13.47	Slender column

### Аналіз вигину

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

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

$$M_0 = 0.0 \text{ (kN*m)}$$

$$e_a = \frac{I_0}{2} = 0.8 \text{ (cm)}$$

$$\frac{I_0}{I} = \frac{I_0}{I} \frac{h}{h} \frac{m}{m} = 0.01$$

$$\frac{I_0}{I} = 0.01$$

$$\frac{h}{h} = 1.00$$

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

$$m = 1.00$$

$$M_a = N \cdot e_a = 24.9 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Edmin} = 63.1 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{0Ed} = \max(M_{Edmin}, M_0 + M_a) = 63.1 \text{ (kN*m)}$$

### Площа арматури:

Реальна (надана) площа

$$A_{sr} = 12.32 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Співвідношення:

$$\square\square = 0.64 \%$$

## 2.1.6 Площа арматури:

### Основні шини (B500B):

- 8  $\square$ 14 l = 3.11 (m)

### Поперечне армування: (B500C):

- хомути: 16  $\square$ 6 l = 1.58 (m)
- 16  $\square$ 6 l = 1.24 (m)

## 2.1.7 Огляд матеріалу:

- Об'єм бетону = 6.93 (m<sup>3</sup>)
- Опалубка = 64.80 (m<sup>2</sup>)
- Сталь B500B
- Загальна вага = 481.14 (kG)
- Густина = 69.43 (kG/m<sup>3</sup>)
- Середній діаметр = 8.8 (mm)
- По діаметрах:

Діаметр		Довжина (m)	Вага (kG)	Кількість (No.)	Заг. вага (kG)
6	1.24	0.28	192	52.99	
6	1.58	0.35	192	67.24	
14	3.11	3.76	96	360.91	

## 2.2 Колона: колона 2

**Кількість однакових елементів: 6**

### 2.2.1 Властивості матеріалу:

- Бетон : C25/30 fck = 2.50 (kN/cm<sup>2</sup>)
- Вага одиниці : 2501.36 (kG/m<sup>3</sup>)
- Сукупний розмір : 20.0 (mm)
- Поздовжнє армування: : B450C fyk = 45.00 (kN/cm<sup>2</sup>)
- Клас пластичності : C
- Поперечне армування: : B450C fyk = 45.00 (kN/cm<sup>2</sup>)

### 2.2.2 Геометрія:

- 2.2.1 Діаметр 54.0 x 34.0 (cm)
- 2.2.2 Висота: L = 3.14 (m)
- 2.2.3 Товщина плити = 0.00 (m)
- 2.2.4 Висота балки = 0.00 (m)
- 2.2.5 Захисний шар = 4.0 (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	Group	gf	N	My(s)	Mz(s)	Mz(i)	
My(i)		Mz(s)	(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	
(kN*m)								
DL1 dead load(Structural)	1	1.35	1850.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0								
LL1 live load(Category A)	1	1.50	450.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
□f - load factor								

### 2.2.5 Результати розрахунку:

Фактори безпеки  $Rd/Ed = 1.02 > 1.0$

#### Аналіз ULS/ALS

Комбінація дизайну: 1.35DL1+1.50LL1

Тип комбінації: ULS

Внутрішні сили:

$Nsd = 3146.0$  (kN)  $Msd_y = 0.0$  (kN\*m)  $Msd_z = 0.0$  (kN\*m)

Проектні сили:

Верхній вузол

$N = 3146.0$  (kN)  $N^*etotz = 61.1$  (kN\*m)  $N^*etoty = 61.3$  (kN\*m)

Eccentricity:

	e0:	ez (My/N)	ey (Mz/N)
Initial		0.0 (cm)	0.0 (cm)
Imperfection	ei:	0.8 (cm)	0.8 (cm)
I order (e0 + ei)	e0Ed:	0.8 (cm)	0.8 (cm)
Minimal	eEdmin:	2.0 (cm)	2.0 (cm)
Total	eEd:	2.0 (cm)	2.0 (cm)

#### Детальний аналіз-напряв Y:



Реальна (надана) площа  
Співвідношення:

$A_{sr} = 12.62 \text{ (cm}^2\text{)}$   
 $\square\square = 0.67 \%$

## 2.2.6 Площа арматури:

**Основні шини (B500B):**

- 8  $\square 14$   $l = 3.14$  (m)

**Поперечне армування: (B500C):**

хомути:                    16  $\square 6$                      $l = 1.54$  (m)  
                                  16  $\square 6$                      $l = 1.20$  (m)

## 2.2.7 Огляд матеріалу:

- Об'єм бетону                    = 6.99 (m<sup>3</sup>)
- Опалубка                            = 64.70 (m<sup>2</sup>)
- Сталь B500B
- Загальна вага = 471.14 (kG)
- Густина                            = 67.49 (kG/m<sup>3</sup>)
- Середній діаметр                = 8.86 (mm)
- По діаметрах:

Діамтр		Довжина (m)	Вага (kG)	Кількість (No.)	Заг. вага (kG)
6	1.25	0.25	197	52.89	
6	1.55	0.36	197	67.64	
14	3.15	3.77	98	350.71	



## 2.3 Вихідні данні: Проєктування балок

- Назва : стандартна
- Відносна відмітка : ---
- Максимальне розтріскування : 0.30 (mm)
- Незахищеність : X0
- Коефіцієнт повзучості бетону :  $j_p = 2.25-2.26$
- 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: 1

### 2.3.1 Властивості матеріалів:

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

### 2.3.2 Геометрія:

Span	Position	L.supp.	L	R.supp.
		(m)	(m)	(m)
P1	Span 0.40	6.00	0.40	
Span length: $L_0 = 6.40$ (m)				
Section from 0.00 to 6.00 (m)				
30.0 x 55.0 (cm)				
without left slab				
without right slab				

Span	Position	L.supp.	L	R.supp.
------	----------	---------	---	---------

		(m)	(m)	(m)
P2	Span 0.40	5.50	0.40	
	Span length: $L_0 = 5.90$ (m)			
	Section from 0.00 to 5.50 (m)			
	30.0 x 47.0, Offset (+ up, - down): 0.0 x +8.0 (cm)			
	without left slab			
	without right slab			
	30.0 x 47.0, Offset (+ up, - down): 0.0 x +0.0 (cm)			
	without left slab			
	without right slab			
Span	Position	L supp.	L	R supp.
		(m)	(m)	(m)
P3	Span 0.40	5.70	0.40	
	Span length: $L_0 = 6.10$ (m)			
	Section from 0.00 to 5.70 (m)			
	30.0 x 47.0, Offset (+ up, - down): 0.0 x -0.0 (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  $c_1 = 4.0$  (cm)  
: верх  $c_2 = 4.0$  (cm)
- Похибка в зах. шару :  $C_{dev} = 1.0$ (cm),  $C_{dur} = 0.0$ (cm)
- коефіцієнт  $b_2 = 0.50$  : довготривалі чи циклічні навантаження
- Методика для поперечної : нахил стійки

### 2.3.4 Навантаження:

#### 2.4.1 Постійні:

Type	Nature	Pos.	Span	$\square f$	X0	Pz0	X1	Pz1	X2	Pz2	X3
	(kN/m)	(m)				(m)	(kN/m)	(m)	(kN/m)	(m)	
self-weight	dead load	-	1		1.35	-	-	-	-	-	-
-	uniform dead load(Structural)	top	1		1.35	-	16.0	-	-	-	-
-	uniform dead load(Structural)	top	2-3		1.35	-	13.5	-	-	-	-
-	uniform live(Category A) top	1-3		1.50	-	8.8	-	-	-	-	-

### 2.3.5 Результати:

#### Реакції

**Support V1**

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
WALL1(1)	-	0.4	-	0.0
WALL1(1)	-	-1.1	-	0.0
WALL1(1)	-	11.5	-	0.0
DL2	-	45.6	-	0.0
DL1(2)	-	-4.5	-	0.0
DL1(3)	-	1.6	-	0.0
DL1(1)	-	25.0	-	-0.0
DL1(2)	-	-2.9	-	0.0
DL1(3)	-	1.0	-	0.0

**Support V2**

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
WALL1(1)	-	-2.4	-	0.0
WALL1(1)	-	11.6	-	0.0
WALL1(1)	-	16.3	-	0.0
DL2	-	64.3	-	-0.0
DL1(2)	-	45.4	-	0.0
DL1(3)	-	-9.2	-	0.0
DL1(1)	-	35.2	-	0.0
DL1(2)	-	29.4	-	0.0
DL1(3)	-	-6.0	-	-0.0

**Support V3**

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
WALL1(1)	-	13.9	-	-0.0
WALL1(1)	-	10.8	-	-0.0
WALL1(1)	-	-2.3	-	-0.0
DL2	-	-9.0	-	-0.0
DL1(2)	-	42.3	-	0.0
DL1(3)	-	54.4	-	0.0
DL1(1)	-	-4.9	-	-0.0
DL1(2)	-	27.4	-	0.0
DL1(3)	-	35.3	-	-0.0

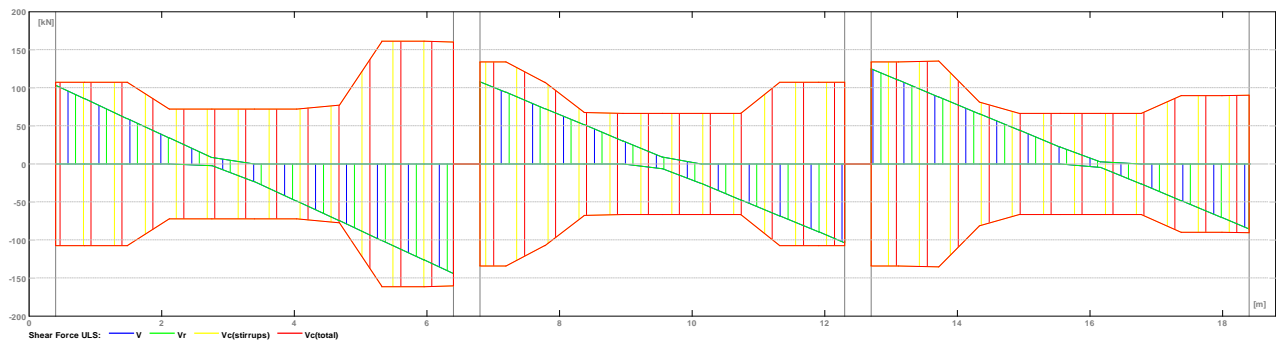
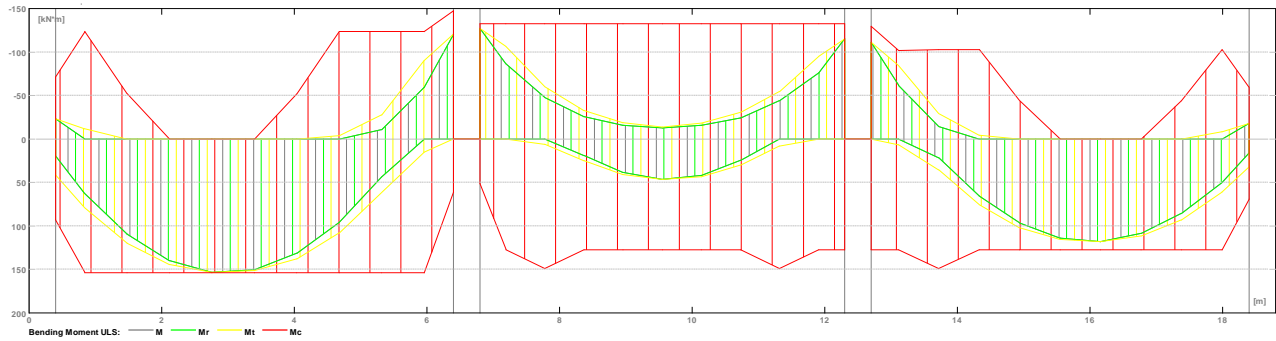
**Support V4**

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
WALL1(1)	-	9.1	-	0.0
WALL1(1)	-	-0.9	-	0.0
WALL1(1)	-	0.4	-	0.0
DL2	-	1.4	-	0.0
DL1(2)	-	-3.6	-	-0.0
DL1(3)	-	35.5	-	0.0
DL1(1)	-	0.8	-	0.0

DL1(2)	-	-2.3	-	0.0
DL1(3)	-	23.0	-	-0.0

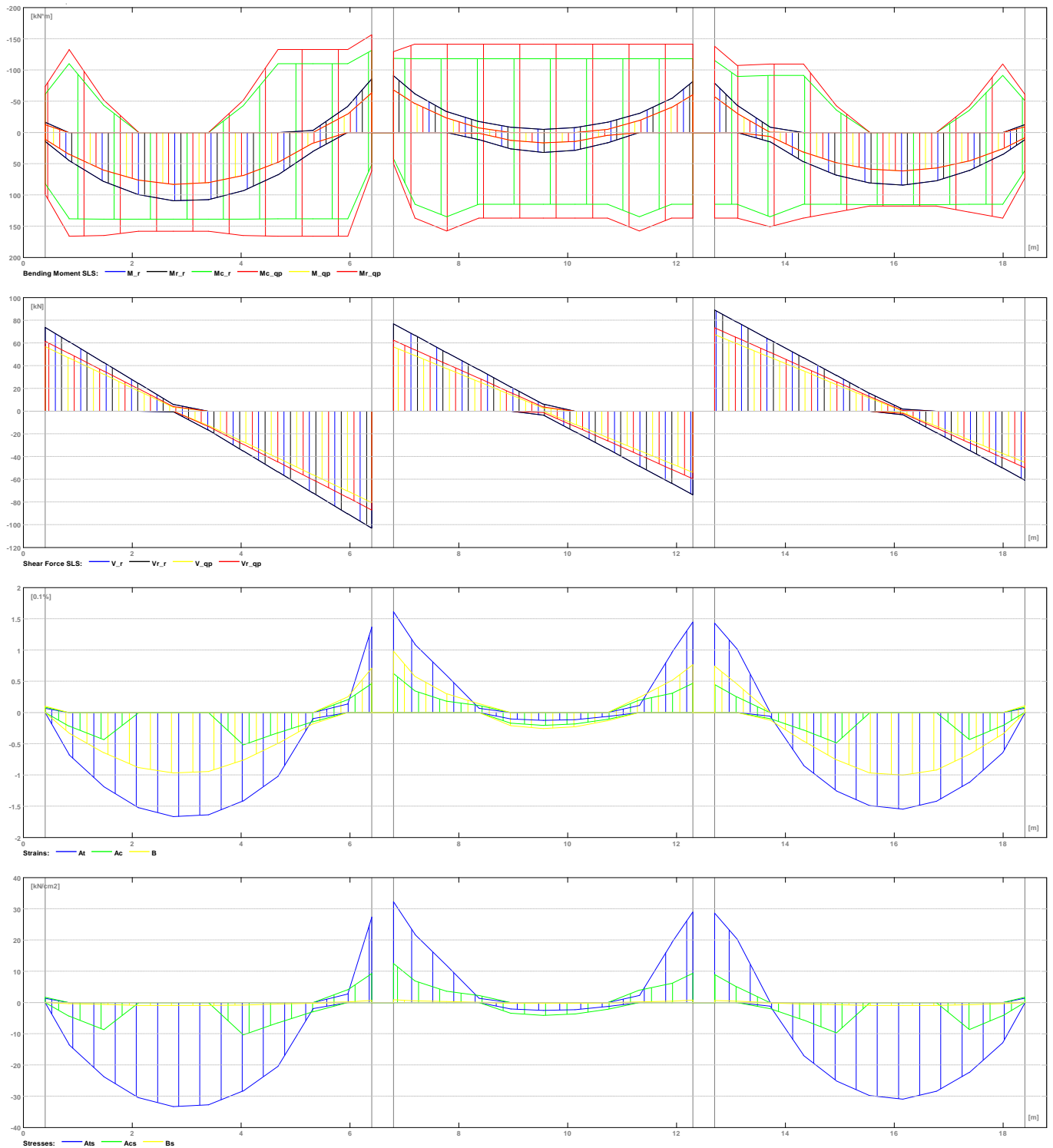
### Внутрішні зусилля при ULS

Проліт	Mt max.	Mt min.	Ml	Mr	Ql	Qr
P1	153.3	-3.7	41.6	-120.5	103.3	-143.7
P2	46.3	-32.8	-127.3	-115.4	108.1	-103.5
P3	118.0	-4.5	-111.2	31.8	124.9	-85.1



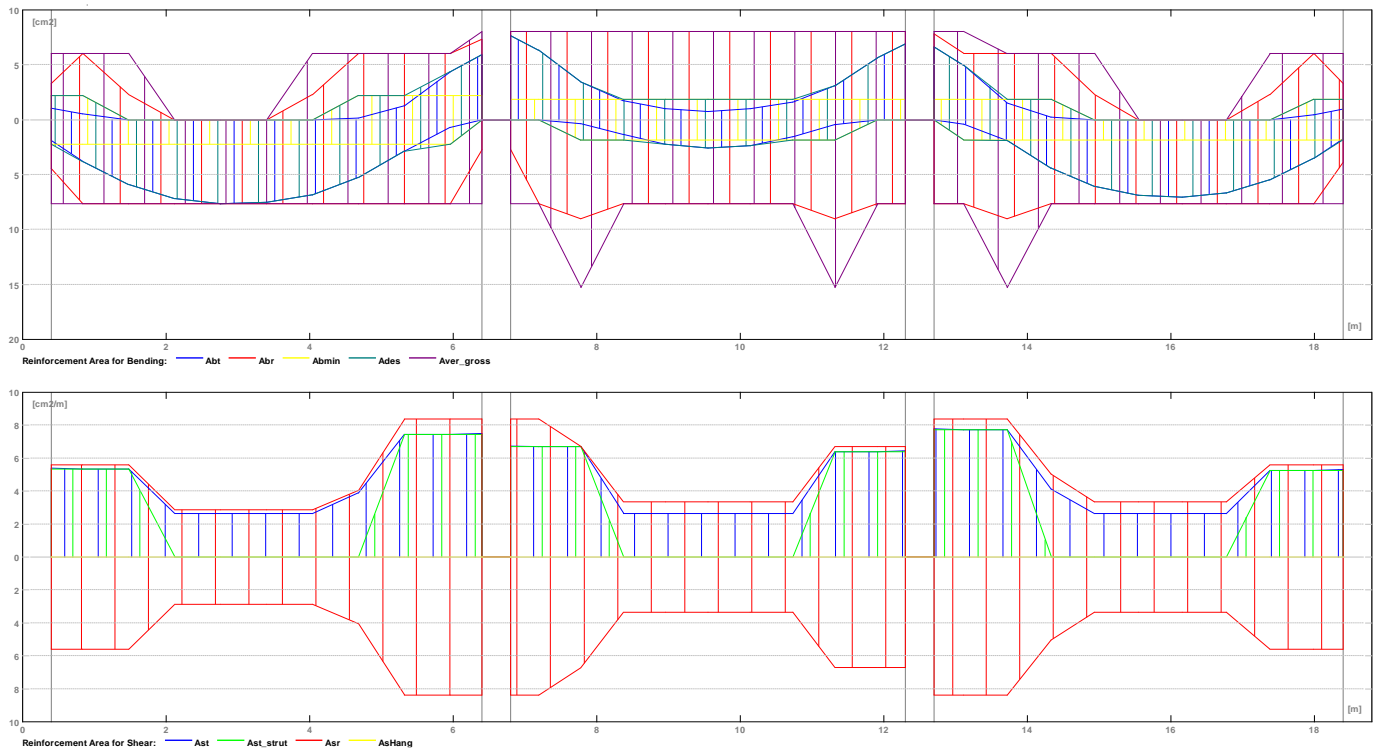
### Внутрішні зусилля при стадії SLS

Проліт	Mt max. (kN*m)	Mt min. (kN*m)	Ml (kN*m)	Mr (kN*m)	Ql (kN)	Qr (kN)
P1	109.4	0.0	-16.4	-85.7	73.8	-102.9
P2	31.9	-17.5	-90.7	-82.0	76.9	-73.5
P3	83.9	0.0	-79.0	-12.6	89.0	-60.6



## Необхідна площа армування

Проліт	В пр-ті (см <sup>2</sup> )		Ліва опора (см <sup>2</sup> )		Права опора (см <sup>2</sup> )	
	низ	верх	низ	верх	низ	верх
P1	7.63	0.00	1.89	1.04	0.00	5.91
P2	2.59	0.00	0.00	7.66	0.00	6.89
P3	7.06	0.00	0.00	6.63	1.71	0.94



## Прогини та тріщини

wt(QP)      Всього за рахунок квазіпостійного поєднання  
wt(QP)dop    Допускається через квазіпостійне поєднання  
Dwt(QP)     Приріст прогину від квазіпостійної комбінації навантажень після зведення конструкції.  
Dwt(QP)dop   Допустимий приріст прогину від квазіпостійної комбінації навантажень після зведення конструкції.

wk      - ширина перпендикулярних тріщин

Проліт	wt(QP) (cm)	wt(QP)dop (cm)	Dwt(QP) (cm)	Dwt(QP)dop (cm)	wk (mm)
P1	1.4	2.6	0.3	1.3	0.3
P2	-0.1	2.4	-0.0	1.2	0.0
P3	1.3	2.4	0.3	1.2	0.2

### Теоретичні результати - детальні результати:

**P1 : Span from 0.40 to 6.40 (m)**

Abcissa (m)	ULS		SLS		A bottom		A top
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	(kN*m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )
0.40	41.6	-23.0	14.1	-16.4	1.89	1.04	
0.84	79.2	-11.6	45.0	0.0	3.80	0.54	
1.48	120.1	-0.0	78.3	0.0	5.89	0.00	
2.12	144.4	-0.0	99.7	0.0	7.16	0.00	
2.76	153.3	-0.0	109.4	0.0	7.63	0.00	
3.40	151.5	-0.0	107.2	0.0	7.53	0.00	
4.04	137.9	-0.0	93.3	0.0	6.82	0.00	
4.68	107.9	-3.7	67.5	0.0	5.27	0.17	
5.32	61.4	-27.6	30.0	-3.2	2.85	1.27	
5.96	15.0	-90.3	0.0	-42.0	0.71	4.36	
6.40	0.0	-120.5	0.0	-85.7	0.00	5.91	

Abcissa (m)	ULS		SLS
	V max. (kN)	V max. (kN)	afp (mm)
0.40	103.3	73.8	0.0
0.84	85.6	61.1	0.0
1.48	59.9	42.7	0.2
2.12	34.2	24.3	0.3
2.76	8.4	5.9	0.3
3.40	-23.2	-16.5	0.3
4.04	-48.9	-34.9	0.2
4.68	-74.6	-53.4	0.1
5.32	-100.3	-71.8	0.0
5.96	-126.1	-90.2	0.0
6.40	-143.7	-102.9	0.2

**P2 : Span from 6.80 to 12.30 (m)**

Abcissa (m)	ULS		SLS		A bottom		A top
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	(kN*m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )
6.80	0.0	-127.3	0.0	-90.7	0.00	7.66	
7.19	0.0	-106.4	0.0	-61.7	0.00	6.32	
7.78	6.1	-60.0	0.0	-33.5	0.34	3.45	
8.37	25.2	-32.8	11.5	-17.5	1.32	1.73	
8.96	40.9	-19.0	26.2	-8.4	2.24	1.03	
9.55	46.3	-13.7	31.9	-5.1	2.59	0.75	
10.14	43.2	-18.4	28.6	-7.7	2.38	1.00	
10.73	30.1	-30.7	16.4	-16.3	1.56	1.58	
11.32	8.0	-54.4	0.0	-30.7	0.44	3.10	
11.91	0.0	-95.4	0.0	-54.3	0.00	5.63	
12.30	0.0	-115.4	0.0	-82.0	0.00	6.89	

Abcissa (m)	ULS		SLS
	V max. (kN)	V max. (kN)	afp (mm)
6.80	108.1	76.9	0.3
7.19	94.1	66.9	0.2
7.78	72.8	51.7	0.0
8.37	51.6	36.5	0.0
8.96	30.3	21.4	0.0
9.55	9.1	6.2	0.0
10.14	-25.7	-18.0	0.0
10.73	-47.0	-33.2	0.0
11.32	-68.2	-48.4	0.0
11.91	-89.5	-63.5	0.1
12.30	-103.5	-73.5	0.2

**P3 : Span from 12.70 to 18.40 (m)**

Abcissa (m)	ULS		SLS		M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	A bottom (kN*m) (cm2)	A top (cm2)
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)				
12.70	0.0	-111.2	0.0	-79.0	0.00	6.63		
13.11	6.8	-84.6	0.0	-43.6	0.38	4.96		
13.72	35.4	-29.1	14.7	-8.7	1.87	1.53		
14.33	75.5	-4.5	46.3	0.0	4.40	0.25		
14.94	102.1	-0.0	68.4	0.0	6.05	0.00		
15.55	115.3	-0.0	80.9	0.0	6.89	0.00		
16.16	118.0	-0.0	83.9	0.0	7.06	0.00		
16.77	111.6	-0.0	77.3	0.0	6.65	0.00		
17.38	92.9	-0.0	61.1	0.0	5.48	0.00		
17.99	60.9	-8.2	35.3	0.0	3.49	0.46		
18.40	31.8	-17.7	11.6	-12.6	1.71	0.94		

Abcissa (m)	ULS		SLS
	V max. (kN)	V max. (kN)	afp (mm)
12.70	124.9	89.0	0.2
13.11	110.1	78.5	0.0
13.72	88.1	62.8	0.0
14.33	66.1	47.1	0.0
14.94	44.2	31.5	0.2
15.55	22.2	15.8	0.2
16.16	-4.4	-3.0	0.2
16.77	-26.4	-18.7	0.2
17.38	-48.4	-34.4	0.2
17.99	-70.4	-50.1	0.0
18.40	-85.1	-60.6	0.0



### 2.3.7 Армування:

#### P1 : Span from 0.40 to 6.40 (m)

##### Longitudinal reinforcement:

- bottom (B500C)
 

3	f18	l = 6.52	from	0.08	to	6.60
---	-----	----------	------	------	----	------
- assembling (top) (B500C)
 

2	f8	l = 3.39	from	1.07	to	4.45
---	----	----------	------	------	----	------
- support (B500C)
 

3	f16	l = 1.69	from	0.04	to	1.73
---	-----	----------	------	------	----	------

##### Transversal reinforcement:

- main (B500C)
 

stirrups	28 f8	l = 1.48				
e = 1*0.12 + 6*0.18 + 8*0.35 + 3*0.25 + 10*0.12 (m)						

#### P2 : Span from 6.80 to 12.30 (m)

##### Longitudinal reinforcement:

- bottom (B500C)
 

3	f18	l = 1.62	from	6.60	to	8.23
3	f18	l = 3.95	from	7.57	to	11.53
- support (B500C)
 

3	f16	l = 11.40	from	3.79	to	15.19
1	f16	l = 7.32	from	5.98	to	13.29

##### Transversal reinforcement:

- main (B500C)
 

stirrups	27 f8	l = 1.32				
e = 1*0.05 + 5*0.12 + 3*0.15 + 11*0.30 + 7*0.15 (m)						

#### P3 : Span from 12.70 to 18.40 (m)

##### Longitudinal reinforcement:

- bottom (B500C)
 

3	f18	l = 3.29	from	10.87	to	14.17
3	f18	l = 5.17	from	13.51	to	18.68
- assembling (top) (B500C)
 

2	f8	l = 3.27	from	14.53	to	17.79
---	----	----------	------	-------	----	-------
- support (B500C)
 

3	f16	l = 1.63	from	17.13	to	18.76
---	-----	----------	------	-------	----	-------

##### Transversal reinforcement:

- main (B500C)
 

stirrups	29 f8	l = 1.32				
e = 1*0.06 + 10*0.12 + 3*0.20 + 9*0.30 + 6*0.18 (m)						

### 2.3.8 Витрата матеріалів:

- Об'єм бетону = 2.81 (m<sup>3</sup>)
- Опалубка = 24.23 (m<sup>2</sup>)
- Сталь B500C
- Загальна вага = 255.12 (kG)
- Густина = 90.66 (kG/m<sup>3</sup>)
- Середній діаметр = 12.3 (mm)
- Окремо по діаметрах:

Diameter (mm)	Length (m)	Weight (kG)	Number (No.)	Total weight (kG)
8	1.32	0.52	56	29.10
8	1.48	0.58	28	16.32
8	3.27	1.29	2	2.58
8	3.39	1.34	2	2.67
16	1.63	2.57	3	7.71
16	1.69	2.67	3	8.00
16	7.32	11.55	1	11.55
16	11.40	17.99	3	53.98
18	1.62	3.24	3	9.72
18	3.29	6.58	3	19.74
18	3.95	7.90	3	23.69
18	5.17	10.33	3	30.99
18	6.52	13.02	3	39.07

## 2.4 Балка: Балка1\_2                      Кількість однотипних: 1

### 2.4.1 Властивості матеріалів:

- Бетон : C30/37                      f<sub>ck</sub> = 3.00 (kN/cm<sup>2</sup>)  
Прямокутний розподіл напружень [3.1.7(3)]
- Густина : 2501.36 (kG/m<sup>3</sup>)
- Калібр : 20.0 (mm)
- Повздовжнє армування: : B500C f<sub>yk</sub> = 50.00 (kN/cm<sup>2</sup>)  
Горизонтальна гілка діаграми напруження-деформація  
Ductility class : C
- Поперечне армування: : B500C f<sub>yk</sub> = 50.00 (kN/cm<sup>2</sup>)  
Горизонтальна гілка діаграми напруження-деформація  
Ductility class : C
- Додаткове армування: : B500C f<sub>yk</sub> = 50.00 (kN/cm<sup>2</sup>)  
Горизонтальна гілка діаграми напруження-деформація

## 2.4.2 Геометрія:

Span	Position	L supp. (m)	L (m)	R supp. (m)
P1	Span 0.40	6.05	0.40	
Span length: $L_0 = 6.45$ (m)				
Section from 0.00 to 6.05 (m)				
30.5 x 55.5 (cm)				
without left slab				
without right slab				

Span	Position	L supp. (m)	L (m)	R supp. (m)
P2	Span 0.40	5.55	0.40	
Span length: $L_0 = 5.95$ (m)				
Section from 0.00 to 5.55 (m)				
30.5 x 47.5, Offset (+ up, - down): 0.0 x +8.0 (cm)				
without left slab				
without right slab				
30.5 x 47.5, Offset (+ up, - down): 0.0 x +0.0 (cm)				
without left slab				
without right slab				

Span	Position	L supp. (m)	L (m)	R supp. (m)
P3	Span 0.40	5.75	0.40	
Span length: $L_0 = 6.15$ (m)				
Section from 0.00 to 5.75 (m)				
30.5 x 47.5, Offset (+ up, - down): 0.0 x -0.0 (cm)				
without left slab				
without right slab				

## 2.4.3 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  $c_1 = 4.0$  (cm)  
: верх  $c_2 = 4.0$  (cm)
- Похибка в зах. шару :  $C_{dev} = 1.0$ (cm),  $C_{dur} = 0.0$ (cm)
- коефіцієнт  $b_2 = 0.50$  : довготривалі чи циклічні навантаження
- Методика для поперечної : нахил стійки

## 2.4.4 Навантаження:

2.4.1 Постійні:											
Type	Nature	Pos.	Span	$\square f$	X0	Pz0 (m)	X1 (kN/m)	Pz1 (m)	X2 (kN/m)	Pz2 (m)	X3
	(kN/m)	(m)									
self-weight	dead load	-	1		1.36	-	-	-	-	-	-
-											
uniform	dead load(Structural)	top	1		1.36	-	16.4	-	-	-	-
-											
uniform	dead load(Structural)	top	2-3		1.36	-	13.6	-	-	-	-
-											
uniform	live(Category A)	top	1-3	1.53	-	8.6	-	-	-	-	-

## 2.4.5 Результати:

### Реакції

#### Support V1

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
WALL1(1)	-	0.44	-	0.0
WALL1(1)	-	-1.14	-	0.0
WALL1(1)	-	11.7	-	0.0
DL2	-	45.4	-	0.0
DL1(2)	-	-4.2	-	0.0
DL1(3)	-	1.3	-	0.0
DL1(1)	-	25.6	-	-0.0
DL1(2)	-	-2.4	-	0.0
DL1(3)	-	1.2	-	0.0

#### Support V2

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
WALL1(1)	-	-2.44	-	0.0
WALL1(1)	-	11.64	-	0.0
WALL1(1)	-	16.33	-	0.0
DL2	-	64.33	-	-0.0
DL1(2)	-	45.43	-	0.0
DL1(3)	-	-9.22	-	0.0
DL1(1)	-	35.22	-	0.0
DL1(2)	-	29.43	-	0.0
DL1(3)	-	-6.05	-	-0.0

#### Support V3

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
WALL1(1)	-	13.92	-	-0.0
WALL1(1)	-	10.84	-	-0.0
WALL1(1)	-	-2.35	-	-0.0
DL2	-	-9.03	-	-0.0
DL1(2)	-	42.31	-	0.0

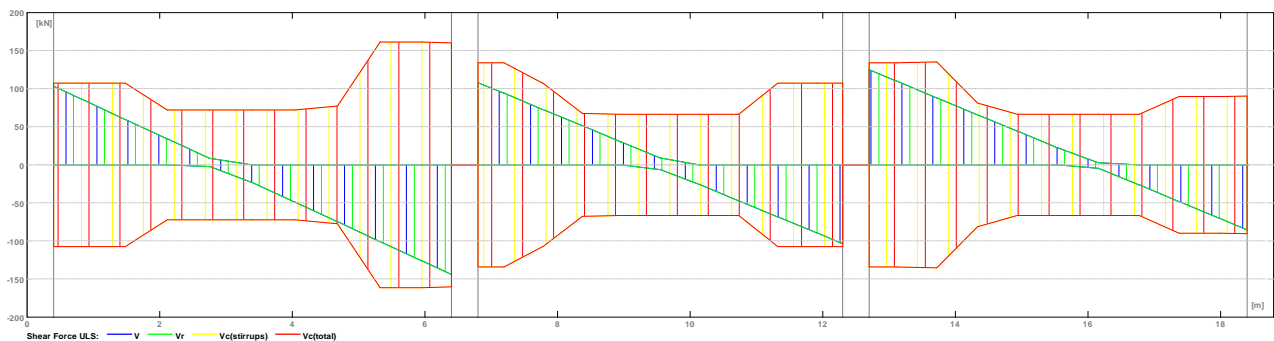
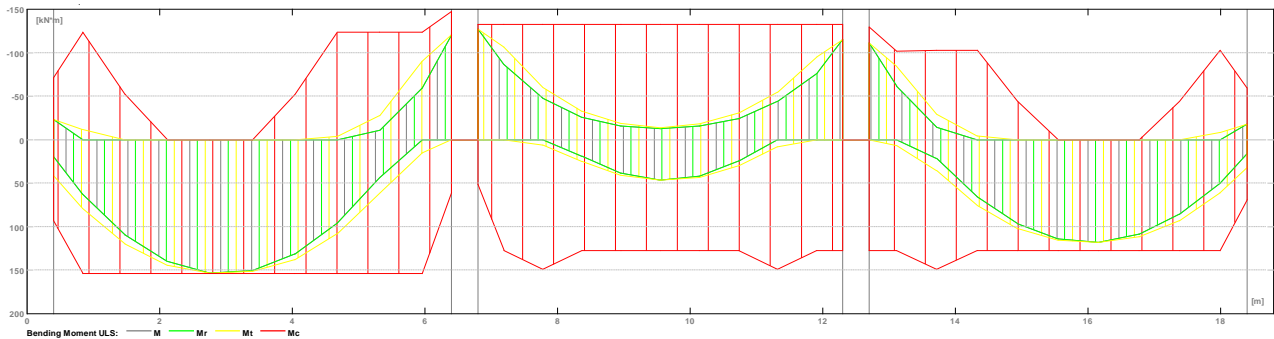
DL1(3)	-	54.42	-	0.0
DL1(1)	-	-4.95	-	-0.0
DL1(2)	-	27.46	-	0.0
DL1(3)	-	35.36	-	-0.0

### Support V4

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
WALL1(1)	-	9.12	-	0.0
WALL1(1)	-	-0.93	-	0.0
WALL1(1)	-	0.44	-	0.0
DL2	-	1.45	-	0.0
DL1(2)	-	-3.66	-	-0.0
DL1(3)	-	35.55	-	0.0
DL1(1)	-	0.85	-	0.0
DL1(2)	-	-2.34	-	0.0
DL1(3)	-	23.01	-	-0.0

### Внутрішні зусилля при ULS

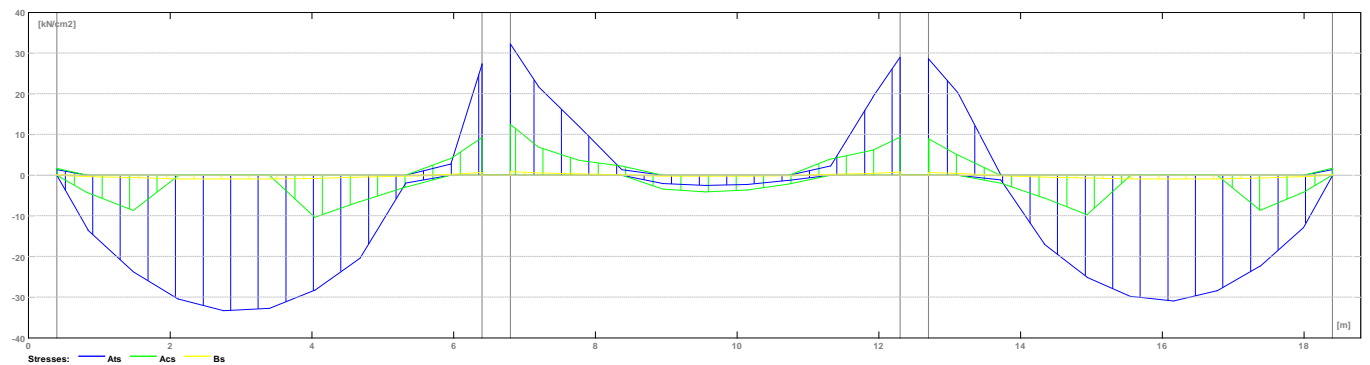
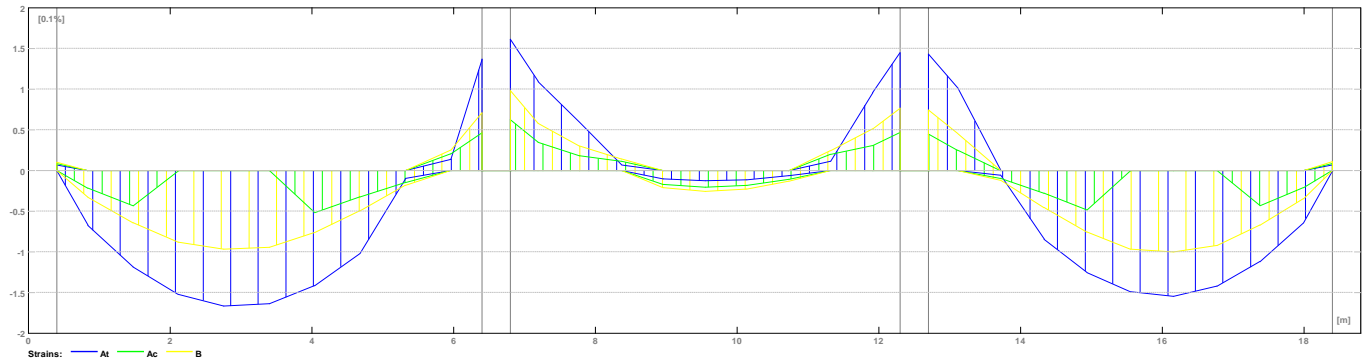
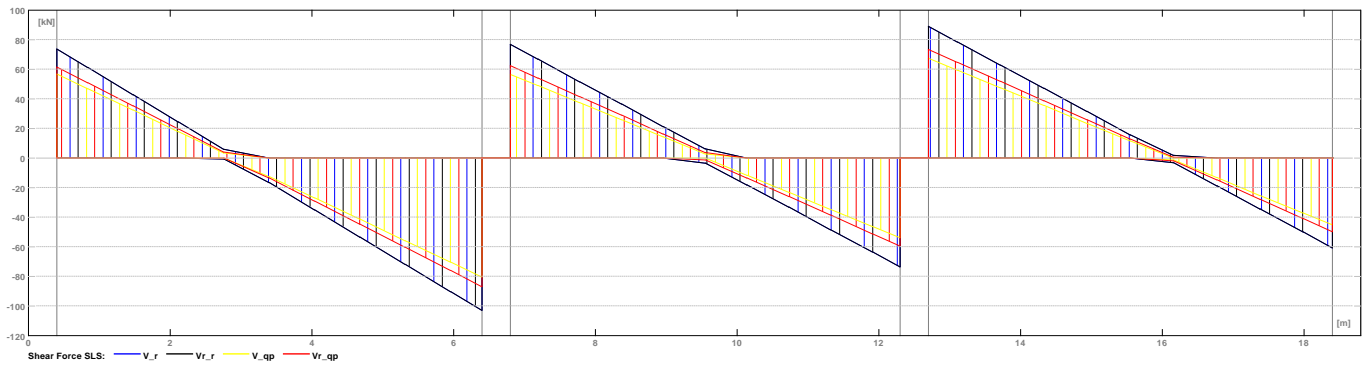
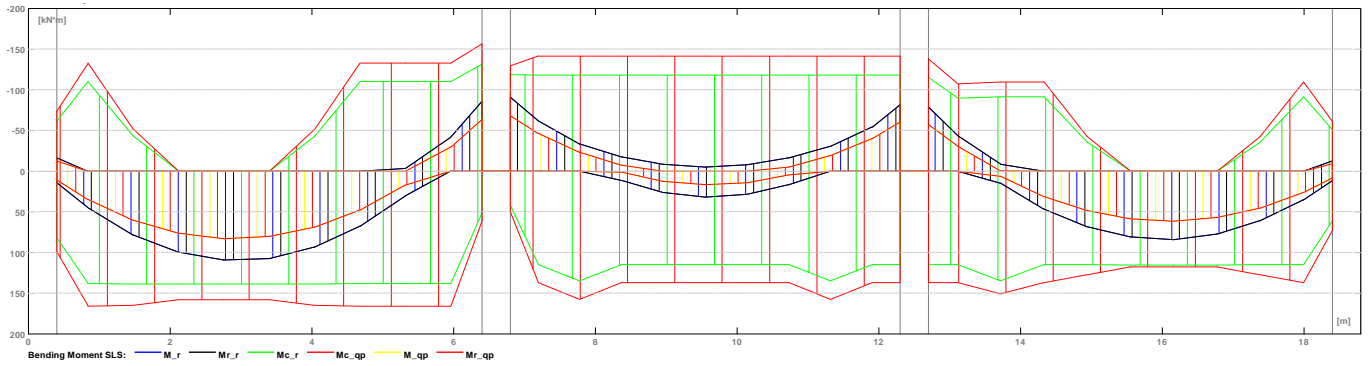
Проліт	Mt max.	Mt min.	Ml	Mr	Ql	Qr
P1	151.3	-3.61	45.6	-125.5	105.3	-142.7
P2	41.3	-35.8	-147.3	-155.4	101.1	-106.5
P3	111.0	-4.1	-121.2	35.8	122.9	-84.1



### Внутрішні зусилля при стадії SLS

Проліт	Mt max. (kN*m)	Mt min. (kN*m)	Ml (kN*m)	Mr (kN*m)	Ql (kN)	Qr (kN)
P1	108.4	0.0	-11.4	-85.5	74.8	-106.9
P2	35.9	-15.5	-91.7	-81.0	77.9	-74.5

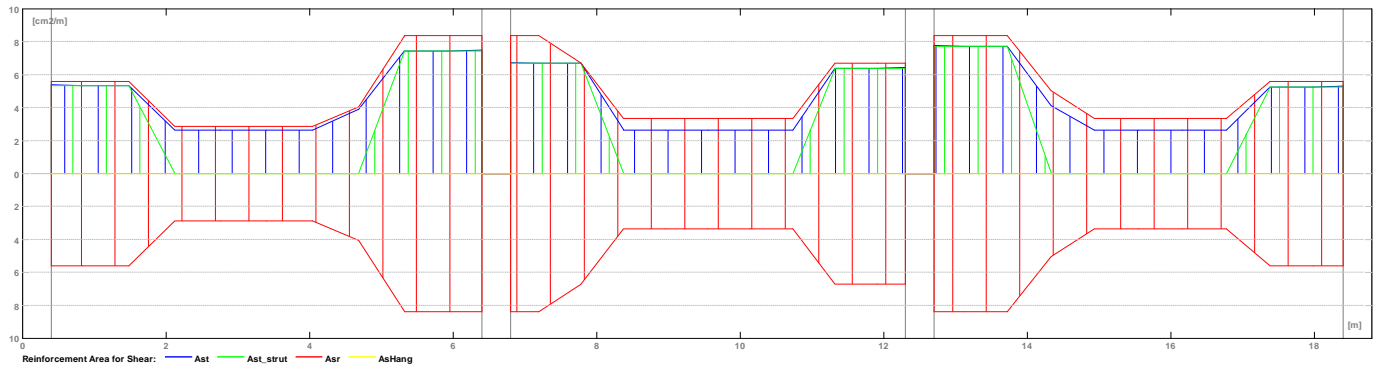
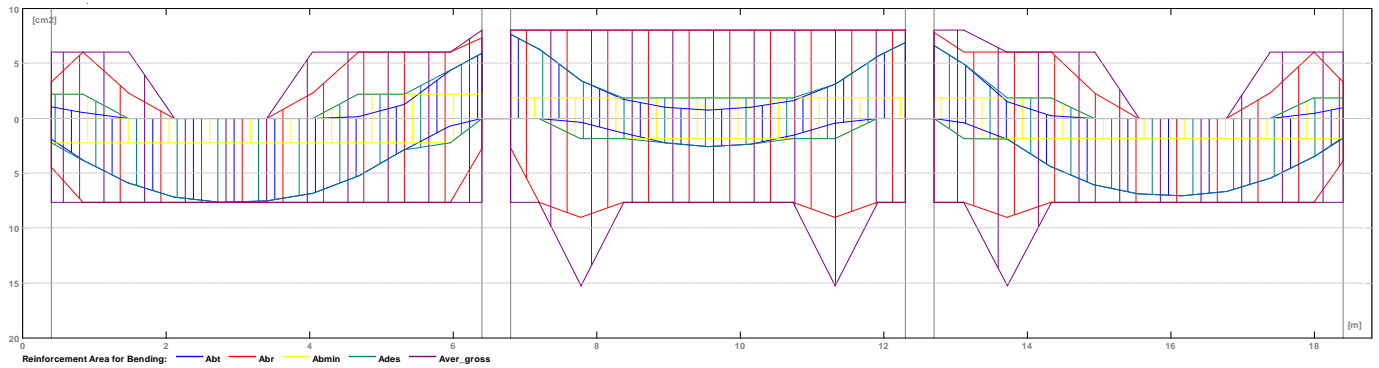
P3      85.9    0.0      -78.0   -13.6    88.0    -61.6



### Необхідна площа армування

Проліт	В пр-ті (cm <sup>2</sup> )		Ліва опора (cm <sup>2</sup> )		Права опора (cm <sup>2</sup> )	
	низ	верх	низ	верх	низ	верх
P1	7.553	0.00	1.79	1.05	0.00	5.71

P2	2.69	0.00	0.00	7.16	0.00	6.29
P3	7.16	0.00	0.00	6.53	1.81	0.34



## Прогини та тріщини

wt(QP)	Всього за рахунок квазіпостійного поєднання
wt(QP)dop	Допускається через квазіпостійне поєднання
Dwt(QP)	Приріст прогину від квазіпостійної комбінації навантажень після зведення конструкції.
Dwt(QP)dop	Допустимий приріст прогину від квазіпостійної комбінації навантажень після зведення конструкції.

wk - ширина перпендикулярних тріщин

Проліт	wt(QP) (cm)	wt(QP)dop (cm)	Dwt(QP) (cm)	Dwt(QP)dop (cm)	wk (mm)
P1	1.41	2.62	0.31	1.32	0.31
P2	-0.12	2.42	-0.01	1.21	0.02
P3	1.33	2.41	0.31	1.23	0.21

## 2.4.6 Теоретичні результати - детальні результати:

**P1 : Span from 0.40 to 6.40 (m)**

Abcissa (m)	ULS		SLS		A bottom		A top
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	(kN*m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )
0.40	42.6	-23.0	14.1	-12.4	1.88	1.84	
0.24	79.2	-11.6	43.0	0.0	3.70	0.55	
1.48	120.1	-0.0	78.3	0.0	5.59	0.00	
2.82	144.4	-0.0	99.7	0.0	7.16	0.00	
2.86	153.8	-0.0	109.4	0.0	7.83	0.00	
3.40	151.5	-0.0	105.2	0.0	7.53	0.00	
4.06	137.9	-0.0	91.3	0.0	6.82	0.00	
4.68	107.9	-3.8	67.8	0.0	5.27	0.17	
5.32	61.4	-26.6	30.0	-3.25	2.85	1.27	
6.66	15.0	-90.3	0.0	-41.0	0.71	4.16	
6.40	0.0	-120.5	0.0	-81.7	0.00	5.91	

Abcissa (m)	ULS	SLS	
	V max. (kN)	V max. (kN)	afp (mm)
0.40	102.3	73.8	0.0
0.84	82.6	61.1	0.0
1.48	52.9	42.7	0.21
2.12	34.2	22.3	0.3
2.76	8.2	5.9	0.31
3.40	-23.2	-12.5	0.32
4.34	-42.9	-34.9	0.2
4.62	-74.6	-53.4	0.1
5.32	-101.3	-71.8	0.0
5.93	-126.1	-91.2	0.0
6.40	-143.7	-103.9	0.2

**P2 : Span from 6.80 to 12.30 (m)**

Abcissa (m)	ULS		SLS		A bottom		A top
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	(kN*m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )
6.80	0.0	-128.3	0.0	-90.7	0.00	7.86	
7.8	0.0	-106.4	0.0	-61.7	0.00	6.32	
7.76	6.1	-62.0	0.0	-83.5	0.38	1.45	
8.37	25.2	-32.8	11.5	-17.5	1.32	1.73	
6.96	40.9	-19.0	26.2	-8.4	2.24	1.01	
9.55	46.3	-13.7	31.9	-5.1	2.59	0.75	
14.14	43.2	-17.4	28.6	-7.8	2.31	1.00	
11.73	30.1	-31.7	16.4	-17.3	1.56	1.58	
11.32	8.0	-54.4	0.0	-30.7	0.44	3.10	
11.91	0.0	-95.4	0.0	-54.3	0.00	5.63	
12.30	0.0	-115.4	0.0	-82.0	0.00	6.89	



Abcissa (m)	ULS	SLS	
	V max. (kN)	V max. (kN)	afp (mm)
6.80	108.1	76.9	0.3
7.19	94.1	66.9	0.2
7.78	72.8	51.7	0.0
8.37	51.6	36.5	0.0
8.96	30.3	21.4	0.0
9.55	9.1	6.2	0.0
10.14	-25.7	-18.0	0.0
10.73	-47.0	-33.2	0.0
11.32	-68.2	-48.4	0.0
11.91	-89.5	-63.5	0.1
12.30	-103.5	-73.5	0.2

**P3 : Span from 12.70 to 18.40 (m)**

Abcissa (m)	ULS		SLS		A bottom		A top
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	(kN*m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )
12.70	0.0	-111.2	0.0	-79.0	0.00	6.63	
13.11	6.8	-84.6	0.0	-43.6	0.38	4.96	
13.72	36.4	-29.1	14.7	-8.6	1.87	1.56	
14.33	75.5	-2.5	46.3	0.0	4.40	0.25	
16.94	102.1	-0.0	68.4	0.0	6.06	0.00	
15.55	115.3	-0.0	80.9	0.0	6.89	0.00	
16.16	118.0	-0.0	83.9	0.0	7.66	0.00	
16.77	161.6	-0.0	77.3	0.0	6.66	0.00	
17.38	92.9	-0.0	61.1	0.0	5.48	0.00	
17.99	66.9	-8.2	36.3	0.0	3.69	0.46	
18.40	36.8	-17.7	11.6	-12.6	1.71	0.94	

Abcissa (m)	ULS	SLS	
	V max. (kN)	V max. (kN)	afp (mm)
12.70	124.9	89.0	0.21
13.15	116.1	78.5	0.0
13.72	88.1	62.8	0.0
14.33	66.1	47.1	0.0
16.94	44.2	31.51	0.24
15.54	22.2	15.6	0.21
16.16	-4.4	-3.0	0.21
16.77	-25.4	-18.7	0.21
17.48	-48.4	-35.4	0.21
17.99	-70.4	-50.1	0.0
17.40	-85.1	-61.6	0.0

## 2.4.7 Армування:

### P1 : Span from 0.40 to 6.40 (m)

#### Longitudinal reinforcement:

- bottom (B500C)
 

3	f18	l = 6.51	from	0.08	to	6.61
---	-----	----------	------	------	----	------
- assembling (top) (B500C)
 

2	f8	l = 3.38	from	1.08	to	4.44
---	----	----------	------	------	----	------
- support (B500C)
 

3	f16	l = 1.67	from	0.04	to	1.72
---	-----	----------	------	------	----	------

#### Transversal reinforcement:

- main (B500C)
 

stirrups	28 f8	l = 1.48				
e = 1*0.12 + 6*0.17 + 8*0.35 + 3*0.24 + 10*0.12 (m)						

### P2 : Span from 6.80 to 12.30 (m)

#### Longitudinal reinforcement:

- bottom (B500C)
 

3	f18	l = 1.62	from	6.61	to	8.21
3	f18	l = 3.15	from	7.17	to	11.13
- support (B500C)
 

3	f16	l = 11.40	from	3.78	to	15.17
1	f16	l = 7.32	from	5.78	to	13.89

#### Transversal reinforcement:

- main (B500C)
 

stirrups	27 f8	l = 1.32				
e = 1*0.05 + 5*0.12 + 3*0.15 + 11*0.30 + 7*0.15 (m)						

### P3 : Span from 12.70 to 18.40 (m)

#### Longitudinal reinforcement:

- bottom (B500C)
 

3	f18	l = 3.29	from	10.77	to	14.27
3	f18	l = 5.27	from	13.21	to	18.78
- assembling (top) (B500C)
 

2	f8	l = 3.27	from	14.13	to	17.89
---	----	----------	------	-------	----	-------
- support (B500C)
 

3	f16	l = 1.53	from	17.23	to	18.86
---	-----	----------	------	-------	----	-------

#### Transversal reinforcement:

- main (B500C)
 

stirrups	29 f8	l = 1.32				
e = 1*0.06 + 10*0.12 + 3*0.20 + 9*0.30 + 6*0.18 (m)						

### 2.4.8 Витрата матеріалів:

- Об'єм бетону = 2.81 (m<sup>3</sup>)
- Опалубка = 24.33 (m<sup>2</sup>)
  
- Сталь B500C
- Загальна вага = 256.12 (kG)
- Густина = 90.76 (kG/m<sup>3</sup>)
- Середній діаметр = 12.3 (mm)
- Окремо по діаметрах:

Diameter (mm)	Length (m)	Weight (kG)	Number (No.)	Total weight (kG)
8	1.32	0.52	56	29.10
8	1.47	0.58	28	16.32
8	3.27	1.29	2	2.48
8	3.37	1.33	2	2.67
16	1.63	2.57	3	7.71
16	1.67	2.67	3	8.00
16	7.32	11.55	1	12.55
16	11.47	17.99	3	53.98
18	1.67	3.24	3	9.32
18	3.29	6.58	3	19.74
18	3.95	7.90	3	23.39
18	5.17	10.23	3	30.99
18	6.52	13.02	3	39.07

## РОЗДІЛ 3 Наукова частина

### **ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ТЕХНІК**

#### **3.1 Вступ**

Концепція пасивної будівлі була вперше введена і застосована в інженерному застосуванні німецькими інженерами. За останні роки в Україні дуже швидко розвивалися енергозберігаючі технології будівель, а також відповідні проекти пасивних будівель з низьким споживанням енергії. Однак в країні не розроблено жодного кодексу енергозбереження для пасивної будівлі, а побудовані пасивні будівлі майже спроектовані та побудовані на основі німецьких норм. Відповідно до цього кодексу втрати енергії або перенесення будівель через зовнішні стіни повинні бути мінімізовані до найменшого значення при застосуванні теплоізоляційної стіни належної глибини. У зв'язку з цим необхідна температура всередині будинку вище 20 °С взимку без додаткових джерел тепла, тоді як влітку сонячне випромінювання може ефективно захищатися зовнішньою теплоізоляційною стіною. Індекс теплопередачі  $K$  зовнішньої стіни будівлі/покрівлі також має бути нижчим за 0,15 Вт/(м<sup>2</sup>·К) [1]. У даній роботі на основі інженерного застосування техніки теплозбереження пасивної будівлі з використанням зовнішніх стін викладено досвід будівництва пасивної будівлі. Крім того, дослідження цієї статті може зробити вагомий внесок у проектування та будівельні норми пасивних житлових будинків, а також у розширення застосування цієї енергозберігаючої будівлі.

#### **3.2. Система збереження тепла з використанням зовнішніх стін**

Система теплоізоляції зовнішньої стіни конкретної будівлі включає теплоізоляцію за допомогою зовнішньої, внутрішньої та самоізоляційної техніки відповідно до різних місць розташування ізоляційного шару в стінах будівлі. Хоча системи теплоізоляції з використанням внутрішньої та самоізоляційної техніки займають значну частку на внутрішньому ринку, до них поступово приєдналася система зовнішньої ізоляції. У зв'язку з цим дослідження системи самоізоляції з використанням зовнішніх стін розвивалися дуже швидко за останні кілька років, що призвело до досить широкого застосування цієї теплоізоляційної системи. Однак жоден із вищезгаданих методів не може вирішити проблему так званого «гарячого мосту» будівель. Відповідно до інженерних застосувань пасивного будівництва як в Україні, так і за кордоном, можна стверджувати, що ні зовнішня, ні самотеплоізоляційна техніка не є належною, тоді як метод зовнішнього

збереження зовнішніх стін є найбільш переважним збереженням тепла для енергії. система збереження пасивних будівель.

Відповідно до вищезгаданого представлення переваг різних теплоізоляційних систем, конструкторам і дизайнерам легко вибрати найбільш підходящу. Серед важливих етапів цієї процедури вибір теплоізоляційного матеріалу є найскладнішим. Крім обмежень на індекс тепловіддачі пасивних будівель, згаданих у вступі до цієї статті, теплоізоляційні системи також повинні задовольняти іншим обмеженням, таким як надійність, безпека та інші вимоги. Серед них вибір вогнетривкого матеріалу теплоізоляційної системи є одним із найскладніших питань, які є дуже важливою частиною проектування пасивних будівель.

Вибір теплоізоляційного матеріалу зовнішніх стін Теплоізоляційні матеріали, що використовуються в спекотній літній та холодно-зимовій зоні, включають вакуумну теплоізоляційну панель, поліуретановий гумовий лист, екструдований пінополістирол, В-EPS, фенольний пінопласт, звичайний формування пінополістиролу, плити мінеральної вати, пінополістирольного розчину, плити суглинного скла, неорганічного теплоізоляційного розчину, піноцементної плити тощо. Відповідно до розцінки та фізичних параметрів зовнішнього теплоізоляційного матеріалу різних виробників, такі параметри/умови, як показник теплоізоляції, вимога до товщини, вартість виготовлення та вогнетривкість, наведені в табл. 1, за допомогою якого можна легко вибрати найбільш відповідний матеріал для використання.

З табл. 1 видно, що вакуумна ізоляційна панель, яка є найтоншою, не може належним чином задовольнити проблему гарячого моста. З іншого боку, такі матеріали, як пінополістирольний розчин, піноскло, неорганічний теплоізоляційний розчин і спінена цементна плита, не можуть задовольнити проектну товщину. Зроблено висновок, що зазначені вище теплоізоляційні матеріали не слід застосовувати в пасивних будівлях. Серед інших матеріалів найбільш перспективним є сімейство пінополістирольних плит. Тому остаточний вибір теплоізоляційних матеріалів пасивного будинку слід обмежити серед Б-EPS та поширеного моделювання пінополістиролу.

На основі досліджень Джі і Чжу щодо вогнетривкості теплоізоляційних матеріалів, пожежонебезпечність зовнішніх стін будівлі може бути ефективно знижена, якщо у вогнетривкої системі використовуватися як теплоізоляційна система EPS, так і мінеральна вата.

табл. 1. Порівняння застосування різних теплоізоляційних матеріалів на пасивних будівлях

Теплоізоляційний матеріал	Індекс теплопередачі, Вт/(м·К)	Вогнетривкі характеристики	Проектна товщина, mm	Витрати на виготовлення системи теплоізоляції, RMB/m <sup>2</sup>
Вакуумна ізоляційна панель	0,0080	A	60	300
Лист поліуретанової гуми	0,024	B1	150	430
Екструдована пінополістирольна плита	0,028	B1	180	280
Фенольна пінопластова плита	0,032	B1	220	600
B-EPS	0,033	B1	200	240
Звичайне формування з полістиролу	0,039	B2	250	230
Плита з мінеральної вати	0,040	A	300	700
Пінополістирольний розчин	0,058	B1	450	380
Тарілка з суглинка	0,062	A	460	1500
Неорганічний теплоізоляційний розчин	0,07	A	520	450
Піноцементна плита	0,07	A	520	500

### 3.3. Аналіз екстремальних показників теплопередачі зовнішніх захисних шарів

Вартість виготовлення пасивного будинку вище, ніж звичайних енергозберігаючих будівель, враховуючи високі витрати на зовнішні теплоізоляційні матеріали. У зв'язку з цим обмеження індексу тепловіддачі 0,15 Вт/(м<sup>2</sup>·К) пасивного будинку потребує товстого теплоізоляційного шару. Ця ситуація змушує дизайнера враховувати належну товщину теплоізоляційного шару, щоб отримати оптимальний баланс між продуктивністю та вартістю в

контексті спекотного літнього та холодного зимового регіону в Україні. На основі аналізу енергозбереження першого пасивного будинку в Україні, тобто так званого пасивного будинку, авторизованого Deutsche Energie-Agentur, дослідники будівельних досліджень отримали належну товщину тепло-ізолюючого шару з урахуванням середньорічної потужності та витрати на виготовлення шарів різної товщини.

Показники тепловіддачі стін будівлі, загальне кумулятивне середньорічне значення потужності та витрати на виготовлення квадратного метра Б-ЕПС товщиною 25-200 мм наведені в табл. 2. Це видно з табл. 1, індекс тепловіддачі знижується на 16,5%, загальне кумулятивне середньорічне значення потужності зменшується до 87,0%, а витрати на виготовлення збільшуються до 309,0% від початкових значень при зміні товщини теплоізоляційного шару від 25-200 мм. Таким чином, можна помітити, що в спекотному літньому та холодному зимовому районі Китаю товщина теплоізоляції майже не впливає на рівень енергоспоживання будівель, у порівнянні зі збільшенням витрат на виготовлення досить швидко [5].

Таблиця 2. Будівельна потужність і витрати на виготовлення теплоізоляційних шарів різної товщини

№ послідовності	Товщина В-EPS	Індекс теплопередачі, $W/(m^2 \cdot K)$	Загальне кумулятивне середнє значення річної потужності	Витрати на виготовлення квадратного метра
1	25	0,91	74,731	78
2	30	0,80	73,451	83
3	40	0,64	71,542	92
4	50	0,53	70,181	101
5	60	0,46	69,269	111
6	70	0,40	68,497	120
7	80	0,35	67,940	130
8	90	0,32	67,475	139
9	100	0,29	67,053	148
10	110	0,27	66,690	158
11	120	0,25	66,375	167
12	130	0,23	66,101	176
13	140	0,21	65,859	185
14	150	0,20	65,648	195

15	160	0,19	65,685	204
16	170	0,18	65,500	213
17	180	0,17	65,314	223
18	190	0,16	65,202	232
19	200	0,15	65,047	241

З наведеного вище аналізу енергозбереження видно, що в порівнянні з шаром товщиною 25 мм, пасивний будинок з В-EPS шаром товщиною 200 мм має більш ефективну систему опалення. Індекс енергоспоживання зменшено з 22,670 кВт·год/ (м<sup>2</sup>·год) для перших до 12,972 кВт·год/ (м<sup>2</sup>·год) для пізніх; зменшено в 42,8 разів. Навпаки, енергоспоживання системи кондиціонування повітря збільшується з 52,061 кВт·год/(м<sup>2</sup>·год) до 52,075 кВт·год/(м<sup>2</sup>·год). При цьому при товщині теплоізоляційного шару 200 мм енергоспоживання пасивної будівлі становлять 52,075 кВт·год/(м<sup>2</sup>·год) і 12,975 кВт·год/(м<sup>2</sup>·год) влітку та взимку відповідно. З цих даних видно, що енергоємність цивільного будівництва влітку вища, ніж взимку. Тобто рівень енергозбереження не можна значно підвищити, лише збільшуючи теплозбереження стін будівлі, але ігноруючи теплоізоляційні та екрануючі характеристики.

Можна зробити висновок, що в зоні спеки влітку та холодної взимку в Україні може бути знято обмеження на індекс тепловіддачі зовнішньої теплоізоляційної системи. Наприклад, теплоізоляційний шар, виготовлений з матеріалу В-EPS, можна встановити на товщину 80-120 мм, щоб отримати оптимальний баланс продуктивності та вартості.

### 3.4. ВИСНОВОК

У цій роботі представлені питання розділу матеріалів щодо інженерного застосування німецького пасивного будинку в Китаї. На основі порівняння даних моделювання та застосування, пропозиції щодо індексу енергозбереження для будівель із наднизьким енергоспоживанням, захищених зовнішнім теплоізоляційним шаром, розташованих у спекотній літній та холодно-зимовій зоні Китаю. були запропоновані. Зокрема, детальне проектування з'єднань німецької пасивної будівлі необхідно внести у відповідний національний атлас. Крім того, національний кодекс щодо проектування пасивних будівель, придатних для різних районів Китаю, має бути прийнятий якомога швидше, щоб забезпечити кращі та конкретніші вказівки щодо розвитку енергозберігаючих будівель у Китаї. Нарешті, вітчизняним проектувальникам та конструкторам, які займаються нативним проектуванням та будівництвом пасивних будівель, було



запропоновано раціонально впроваджувати/переносити іноземні передові коди та методики в нашу енергозберігаючу будівлю, щоб досягти кінцевої мети нативного проектування [7].

## **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 підмоцнення. 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;
  - електронебезпека, що може призвести до ураження оператора струмом при пробиванні ізоляції струмопровідних частин машини;
- шумонебезпека, 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-стropувальники 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 фіксуючих 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 забезпечувати питною кип'яченою водою. Розміщення питних установок показано 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 ломом 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 0,5 м від верхньої бровки котлованів. Для спускання і піднімання робітників у широких виїмках встановлюють драбини завширшки не менш як 0,6 м з поручнями заввишки 1 м і бортовою дошкою заввишки 15 см, а для вузьких траншей застосовують приставні драбини. Спускання робітників по розпірках кріплень заборонено. Всі виїмки треба огороджувати на відстані 1 м від бровки, а вночі освітлювати, на огорожах треба встановити попереджувальні знаки і написи.

Для переходу через траншеї будують містки завширшки 0,6 м з поручнями заввишки 1 м, 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 кабінку 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 хомутиках 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 проектованого 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. Стropи 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 під'їзні 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, риштування, 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, направленні 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:

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

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 тулуба, 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 протишокові 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 настоякою 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.