

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

Факультет інженерії машин, споруд і технологій  
(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

**магістр**

(назва освітнього ступеня)

на тему:

**Логістичний центр**

**з дослідженням енергоефективності**

**огороджуючих конструкцій**

Виконав(ла): студент(ка) 2 курсу, групи МБд-2  
спеціальності 192

Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Анатолій БАГМЕТ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Ігор КОВАЛЬ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Ольга МЕЩЕРЯКОВА  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент   
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.П. ЯСНІЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2022 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Анатолію БАГМЕТУ  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Логістичний центр

з дослідженням енергоефективності огорожуючих конструкцій

Керівник роботи К.т.н. доц. Ігор КОВАЛЬ  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 14 » 11 2022 року № 4/7-907

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14.11.2022р.

3. Вихідні дані до роботи Завдання на проектування

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ, Архітектурно-будівельна частина, Розрахунково-конструктивна частина

Наукова частина, Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, 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 роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	<b>К.т.н., доц. Володимир КАСПРУК</b>		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	<b>Ст. викл. Володимир СТРУЧОК</b>		
Нормоконтроль	<b>Ст. викл. Ольга МЕЩЕРЯКОВА</b>		

7. Дата видачі завдання 14.11.2022р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
<b>1</b>	Архітектурно-будівельний розділ	<b>18.11.22</b>	
<b>2</b>	Креслення до розділу	<b>20.11.22</b>	
<b>3</b>	Розрахунково-конструктивний розділ	<b>25.12.22</b>	
<b>4</b>	Креслення до розділу	<b>30.12.22</b>	
<b>5</b>	Наукова частина	<b>05.12.22</b>	
<b>6</b>	Безпека в надзвичайних ситуаціях	<b>10.12.22</b>	
<b>7</b>	Охорона праці	<b>13.12.22</b>	
<b>8</b>			
<b>9</b>			
<b>10</b>			
<b>11</b>			
<b>12</b>			
<b>13</b>			
<b>14</b>			
<b>15</b>			
<b>16</b>			
<b>17</b>			
<b>18</b>			

Студент

(підпис)

Анатолій БАГМЕТ

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ігор КОВАЛЬ

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

### ВСТУП 5

<b>РОЗДІЛ 1 Архітектурно-будівельний розділ.....</b>	<b>7</b>
1.1 Дані про район і ділянку будівництва .....	7
1.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва.....	7
1.1.2 Кліматичні умови .....	7
1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки .....	7
1.2 Генеральний план .....	8
1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення .....	8
1.2.2 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки.....	8
1.2.3 Техніко-економічні показники по генплану .....	9
1.3 Архітектурно-планувальні рішення.....	10
1.3.1 Характеристика технологічного чи функціонального процесу .....	10
1.3.2 Опис прийнятого рішення та його обґрунтування .....	10
1.3.3 Забезпечення доступності маломобільних груп населення.....	10
1.4 Опорядження будинку .....	10
1.5 Енергоефективність.....	11
1.5.1 Заходи щодо підвищення енергоефективності.....	11
1.5.2 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.....	12
1.6 Конструктивні рішення.....	12
1.7 Інженерні мережі і обладнання .....	13
1.8 Техніко-економічні показники будівлі.....	15
<b>РОЗДІЛ 2 Розрахунково-конструктивний розділ .....</b>	<b>16</b>
2.1 Розрахункові характеристики матеріалів .....	16
2.1.1 Матеріали .....	16
2.2 Визначення навантажень на усі конструкції,.....	16
2.3 Підготовка даних для розрахунку .....	22
2.3.1 Визначення розрахункових зусиль в перерізах конструкції .....	22
2.4 Розрахунок фундаментів .....	35
<b>РОЗДІЛ 3 Науково-дослідний розділ .....</b>	<b>37</b>

3.1	Постановка задач дослідження.....	37
3.2	Методика дослідження.....	38
3.3	Результати дослідження.....	40
3.4	Висновки і узагальнення за результатами дослідження .....	48
<b>РОЗДІЛ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях .....</b>		<b>50</b>
4.1	Охорона праці .....	50
4.1.1	Техніка безпеки при роботі із механізмами .....	52
4.1.2	Охорона праці під час виконання основних технологічних процесів.....	54
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	59
<b>БІБЛІОГРАФІЯ .....</b>		<b>65</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Реалії сьогодення спонукають приватний сектор економіки робити перерозподіл місць розвитку бізнесу. Логістичні компанії переорієнтовуються на європейський ринок, як основний ринок постачання сировини для виробництва та експорту продукції. Місто Стрий було обрано як проектну ділянку, оскільки воно знаходиться на перетині декількох міжнародних автомагістралей та є великим залізничним вузлом.

**Мета роботи:** Розробити актуальний проєкт логістичного центру з врахуванням енергоефективності.

**Об'єктом дослідження** є врахування впливу конвективних потоків вітру за різних температурних умов на будівлю з невеликою висотою.

**Предметом дослідження** є уточнення методики симуляції впливу вітрових потоків за різної навколишньої температури.

**Доцільність проведення досліджень** викликана тим, що отримані уточнені результати додадуть статистичні данні до дослідження впливу конвекційних потоків повітря, а також підвищать точність моделювання впливу на будівлі.

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

1. Розробити об'ємно-планувальні рішення будівлі логістичного центру відповідно до заданих умов на ділянці в м. Стрий.
2. Проаналізувати данні отримані в процесі інженерних вишукувань, а саме: інженерно-геологічні умови, кліматичні умови, містопланувальні вимоги.
3. Розробити необхідний комплекс конструктивних рішень щодо усіх елементів конструкції будівлі.
4. Розробити скінченно-елементу модель будівлі.
5. Запропонувати варіант уточнення методики моделювання та симуляції впливу конвекційних потоків повітря на будівлі.
6. Розробити заходи з охорони праці, техніки безпеки під час зведення будівлі.
7. Розробити план заходів при надзвичайних ситуаціях.

**Методи досліджень.** Аналітичне моделювання конвекційних процесів в абстрактній будівлі.

**Наукова новизна.** Вдосконалена методика симуляції впливу конвекційних переміщень повітря на будівлю..

**Практичні результати** роботи можуть використовуватися для наступних досліджень енергоефективності будівель, для вдосконалення енергоефективності майбутніх будівель в залежності від форми.

**Апробація результатів** роботи проведено на XI Міжнародній науково-практичній конференції 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, динаміка, моделювання.

## РОЗДІЛ 1

### АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

#### 1.1 Дані про район і ділянку будівництва

Логістичний центр проєктується в м. Стрий Львівської обл.

##### 1.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва

Це зручне місто для розширення мережі логістичних центрів у західних областях України, цьому також сприяють наявність залізниці в місті і двох міжнародних автомагістралей

Планувальна площа земельної ділянки під забудову: 60x80 м, ділянка під забудову прилягає до автовокзалу на півдні.

Рельєф ділянки спокійний. Шар ґрунту з рослинністю - 0,5 м.

##### 1.1.2 Кліматичні умови

Згідно з даними основні кліматичні характеристики території будівництва такі:

$t_1 = -26^{\circ}\text{C}$  - середня температура найхолоднішого дня;

$t_5 = -25^{\circ}\text{C}$  - середня температура найхолодніших п'яти днів;

Норма снігового навантаження 123 кг/м<sup>2</sup>;

Швидкість вітру взимку 4,8 м/с;

Стандартна глибина промерзання ґрунту - 0,9 м.

Переважаючий вітер:

Зима: північно-західний напрямок;

Літо: південний-схід.

##### 1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки

Будівельний майданчик складається з таких ґрунтів:

Насипний ґрунт:



Гумус — це ґрунт, що складається з перегною і суглинку.

Найважчим є суглинок.

Осадіві породи;

Глина складається з твердого і м'якого компонентів.

До глибини 13,0 метрів ґрунтових вод не виявлено.

Ґрунти шару №3 в основі – напівтверді суглинки. Ґрунти відносяться до першого типу ґрунтових умов за умовами осідання, внаслідок чого перед спорудженням фундаменту ґрунт ущільнюють важкими трамбовками.

## **1.2 Генеральний план**

### **1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення**

Логістичний комплекс розташований на спеціально відведеній ділянці, що відповідає оптимальній орієнтації основної будівлі, фасад виходить на вулицю Куліша. Під'їзди розташовані з боку вул. Заводської.

Вулиця Куліша — житлова вулиця з місцевим рухом.

Абсолютне значення висоти поверхні коливається від 369,43 до 369,8.

Геологічний профіль території визначено за результатами інженерно-геологічних досліджень. Обсяг ґрунтових вод зменшувати не потрібно.

Між конструкцією та проїжджою частиною розташовані деревні насадження, що підвищує екологічний баланс. Вся територія в межах відведеної ділянки озеленена та впорядкована.

### **1.2.2 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки**

Передбачено мережу транспортних шляхів, що полегшує пересування людей і транспорту, що забезпечить безпеку та зручність подорожей. Ширина дороги 9 метрів, 6 метрів та 3,5 метра.

Генеральний план був похідним від генерального плану всього району. Крім того, враховуються такі фактори:

- Впровадження нової організаційної структури, функціонального та санітарного зонування території.

- Підвищення ступеня благоустрою території.

- Організація дорожнього руху відповідно до принципу найменшого взаємного перетину транспортних комунікацій і руху людей.

- Організація потоку інформації, пов'язаної з технікою.

- Зменшення площі та збільшення щільності забудови.

Розміщення будівель і споруд на генеральному плані визначається технологією виробництва, їх близькістю та призначенням архітектурно-планувального призначення. Запланована діяльність функціональна та економічна.

Для створення нормального виробничого середовища та дотримання гігієнічних вимог передбачено:

- власне будівництво проїздів та під'їздів до будівлі, що проектується.

- будівництво систем водовідведення дощової води.

- створення квітників, насадження листяних дерев та кущів.

### 1.2.3 Техніко-економічні показники по генплану

Генплан характеризується техніко-економічними показниками.

Таблиця 1.1 – ТЕП генплану

Найменування		Показник
Площа ділянки, $S_{діл.}$ , м <sup>2</sup>		4840
Площа озеленення, $S_{озел.}$ , м <sup>2</sup>		945
Площа забудови, $S_{збуд.}$ , м <sup>2</sup>		1522
Площа доріг, $S_{дор.}$ , м <sup>2</sup>		42
Коефіцієнт забудови	$K_{збуд.}$	0,630
Коефіцієнт озеленення	$K_{озел.}$	0,195

### **1.3 Архітектурно-планувальні рішення**

#### **1.3.1 Характеристика технологічного чи функціонального процесу**

Логістичний центр буде виконувати роль основного вузла для менших центрів в сусідніх районах області. тут буде проводитися перевантаження вантажів з подальшим відвантаженням на інші напрямки.

#### **1.3.2 Опис прийнятого рішення та його обґрунтування**

По мірі розвитку типізації проектування і індустріалізації будівництво відповідних споруд набуло великих масштабів.

Логістичний центр, що проектується має склад-гараж для коротко-термінового зберігання, відділ логістики, технічний відділ та ремонтний відділ. Також є можливість проведення зустрічей та конференцій в конференц-залі. Санвузол роздільний розміщений в середині.

#### **1.3.3 Забезпечення доступності маломобільних груп населення**

Будівля обладнана для користування маломобільними групами. Виконано пандуси в необхідних місцях, а також ліфт.

### **1.4 Опорядження будинку**

Конструктивні рішення споруди наступні: стіни легкі, тонкі, зведені з місцевих матеріалів, фундамент чашоподібної форми.

У зв'язку з цим щодо будівлі були прийняті наступні вигідні рішення.

Одноповерхова будівля з кроком колон 6 метрів і довжиною 30 метрів. Елементи розподілені по всій конструкції.

Фундаменти арок побудовані за методом будівництва з монолітного залізобетону, за конструктивною схемою чашкового типу ці конструкції є окремо стоячими і передають навантаження від арок і фундаментних балок на основу.

Фундаментні балки підбираються виходячи з кроку колон, в металевій і залізобетонній конструкції.

## 1.5 Енергоефективність

### 1.5.1 Заходи щодо підвищення енергоефективності

Товщина зовнішніх стін, які виготовляються з «Сендвіч» панелей в кліматичних умовах Стрия визначається теплотехнічними умовами.

Розраховані коефіцієнти теплопровідності матеріалів кожного шару, під час експлуатації:

Фарбований металевий лист:

- коефіцієнт теплопровідності  $\lambda_1 = 58 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;
- коефіцієнт теплосвоєння  $S_1 = 126,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;
- товщина шару  $\delta_1 = 0,0005 \text{ м}$ ;
- густина  $\rho_1 = 7850 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Плити, що складаються з мінеральної вати на синтетичному вяжучому, що не має гофрування.

- коефіцієнт теплопровідності  $\lambda_2 = 0,081 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;
- коефіцієнт теплосвоєння  $S_2 = 1,11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;
- товщина шару  $\delta_2 = 0,13 \text{ м}$ ;
- густина  $\rho_2 = 200 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Фарбований металевий лист:

- коефіцієнт теплопровідності  $\lambda_3 = 58 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

- коефіцієнт теплотозасвоєння  $S_3 = 126,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;
- товщина шару  $\delta_3 = 0,0005 \text{ м}$ ;
- густина  $\rho_3 = 7850 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

### 1.5.2 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій

До зовнішніх огорожень опалювальних будівель і споруд повинні відповідати такі вимоги:

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

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

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

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої оболонки розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i \text{ п}}} + \frac{1}{\alpha_3}$$

де  $\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_3$  – коефіцієнти теплопередачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь оболонки,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , прийняті згідно з;

$\lambda_{i \text{ п}}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції за умовами розрахунку,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

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

$R_{\Sigma \text{ пр}} = 1,78 > R_{q \text{ min}} = 1,55$  – умова виконується.

Ми приймаємо дизайн зовнішньої оболонки товщиною 130 мм.

### 1.6 Конструктивні рішення

Фундамент із залізобетонних стіканів і фундаментних балок. Основою фундаменту є піщана подушка товщиною  $h = 150 \text{ мм}$ . Глибина фундаменту 3 м.

Використовується два види горизонтальної гідроізоляції:

На фундамент підсипають цементний розчин зі складом 1:2;

Вирівнювання внизу плити двома гідроізоляційними шарами.

Вертикальна гідроізоляція виконується дворазовим нанесенням гарячого бітуму на сторони фундаменту і стін, що контактують з ґрунтом.

Цей проект передбачає перегородку товщиною  $\delta=80$  мм з використанням гіпсобетону. Перегородки кріпляться до стіни за допомогою спеціальних анкерів.

Для будівель допустимі перекриття з суцільним залізобетонним покриттям з бетону М400. Основа перекриття – щебінь товщиною 100 мм.

Деталь зовнішнього вигляду: підвальна частина використовує фабричні тиснені фундаментні блоки. Стіни оброблені гіпсокартоном з декоративним поліестеровим покриттям. Вікна, дверні рами, ворота фарбують олійними фарбами теплих тонів або емаллю.

Внутрішнє оздоблення об'єкту – гіпсокартонні профільовані панелі з декоративним поліефірним покриттям, у внутрішніх сантехнічних приміщеннях – керамічна плитка.

## **1.7 Інженерні мережі і обладнання**

Постачання води. Джерелом водопостачання є існуюча водопровідна мережа  $d=200$ мм, що простягається по вул. Куліша. Тиск води в місці приєднання 0,5 МПа, що забезпечує розрахунковий тиск на вході в будівлю. Пожежні крани встановлюються в колодязях уздовж трас водопостачання. Водопровідна мережа запроектована із сталевих зварних водопровідних труб.

Каналізація. Стічні води житлових будинків скидаються в існуючий каналізаційний колектор  $d=400$ мм, а потім скидаються в існуючі локальні очисні споруди. Каналізаційна мережа виконана з керамічних труб.

Енергозабезпечення. Будівля буде жититися від підстанції КТП-160 вхідною потужністю 99 кВт. Залежно від надійності електропостачання споживачі відносяться до II категорії.

Зовнішнє освітлення здійснюється ліхтарями з ртутними лампами типу РТУ-125 на опорах паркування, мережа зовнішнього освітлення здійснюється кабелями марки АПВХ.

Опалення. Опалення зосереджено на місцевому тепловому обладнанні - Радіатор МЦ-140. Система опалення використовує вертикальну однотрубну верхню розводку.

У промислових будівлях передбачається комбінована система опалення: почергове опалення опалювальним обладнанням і підігрів повітря від системи кондиціонування. Джерелом тепла є сусідня котельня. температура теплоносія.

Система вентиляції. В майстерні встановлений кондиціонер. Взято на використання апарати вентиляції та зволоження ВУЧ-40М та ВУУ-60М.

В якості повітророзподільника використовується струменевий відцентровий повітророзподільник типу «ГЕС».

Інші приміщення обладнані загальнообмінною припливно-витяжною та місцевою вентиляцією, підтримується нормування параметрів повітряного середовища відповідно до гігієнічних вимог.

Повітропостачання промислових підприємств забезпечується повітророзподільниками «зверху вниз» і «зверху вниз».

Витяжна система промислового підприємства для очищення повітря через пил на рулонному фільтрі.

У спеціальних приміщеннях встановлюють кондиціонери, вентилятори, фільтри та інше вентиляційне обладнання.

Вентиляційна система встановлена на даху з оцинкованої та чорної сталі. Повітроводи з чорної покрівельної сталі необхідно пофарбувати в 2 шари фарби.

Залежно від класу виробництва та ступеня вогнестійкості будівлі передбачають внутрішні та зовнішні протипожежні заходи.

Для забезпечення протипожежного захисту передбачається комплекс протипожежних заходів:

- Внутрішнє пожежогасіння - гідранти з витратою -10 л/с у виробничому залі та гідранти з витратою 2,5 л/с у допоміжному залі.

- Зовнішнє пожежогасіння - від зовнішнього кільця високого тиску, витрата 25 л/с.

### 1.8 Техніко-економічні показники будівлі

Економічні показники будинку визначаються його об'ємно-планувальними та конструктивними рішеннями. Проекти подібних будівель мають такі показникові характеристики (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Техніко-економічні показники

Найменування	Показник
Площа забудови, $S_{заб.}$ , м <sup>3</sup>	4256
Загальний об'єм будівлі, $V_{заг.}$ , м <sup>3</sup>	28978
Корисна площа будівлі, $S_{кор.}$ , м <sup>2</sup>	6377
Загальна площа будівлі, $S_{заг.}$ , м <sup>2</sup>	7562
Об'ємний коефіцієнт, $K = V_{буд.}/S_{кор.}$	19,71



## РОЗДІЛ 2

### РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

#### 2.1 Розрахункові характеристики матеріалів

##### 2.1.1 Матеріали

Таблиця 2.1 Матеріали

Назва	Тип	Модуль пружності, МПа	Коеф. Пуассона	Об'ємна вага, кН/м <sup>3</sup>	Примітка
1. Фундамент	Залізо-бетон	29400.0	0.21	24.52	C16/20, A400C,
2. Колони	Залізо-бетон	29400.0	0.21	25.62	C25/30, A500C,
3. Плити	Залізо-бетон	29400.0	0.21	25.62	C25/30, A500C,

#### 2.2 Визначення навантажень на усі конструкції,

Таблиця 2.2 - Вітер

Назва	Напрямок	Коефіцієнт
Вітер 1	88°	1,02
Вітер 2	132°	1,02

Таблиця 2.3 - Вітер (параметри)

Вітрова зона	3
Тиск $W_0$	0.495 кН/м <sup>2</sup>
Тип місцевості	4
Коеф. Географічної висоти $C_{alt}$	1,02
Коеф. динамічності $C_d$	1,32
Коеф. Надійності за експлуатаційним значенням $\gamma_{fe}$	0,22

Таблиця 2.4 - Сумарні вертикальні навантаження

Постійні, кН	Довготрив., кН	Короткочас., кН
Навантаження на відмітці низу колон - 1-го пов.		
95444.0	13528.0	21527.7
Власна вага фундаментної плити і додаткове навантаження на неї		
47527.9	4815.0	6513.2

Таблиця 2.5 - Зусилля в фундаментах

№	Завантаже н.	Комбін.	N(кН)	Mx(кН*м )	My(кН*м )	Rx(кН)	Ry(кН)
Фундамент Ф1 b=1.2м, S=2721.61м <sup>2</sup> , 2. фундамент, C1Min=1932.31кН/м <sup>3</sup> , C1Max=1892.58кН/м <sup>3</sup> , C1Ave=1892.31кН/м <sup>3</sup> , C2Min=18528.4кН/м <sup>2</sup> , C2Max=19518.6кН/м <sup>2</sup> , C2Ave=19518.72кН/м <sup>2</sup>							
1_1	Постійне		151843.1 32	24345.98 4	4733.289	-0.003	0.002
	Довготрив.		19294.97 0	-3309.672	8632.465	0.000	0.000
	Короткоч.		28771.60 9	-3962.876	5180.539	-0.001	0.000
	Вітер 1		0.000	2136.984	-0.097	-0.020	-178.623
	Вітер 2		0.000	490.516	498.410	39.609	-38.960
	Поеднання 1		199909.6 59	19210.41 7	18546.19 4	-0.023	-178.620
	Поеднання 2		224707.2 24	28738.44 8	21781.74 7	-0.101	-893.109
	Поеднання 3		224707.2 24	7368.605	21782.70 2	0.092	893.114
	Поеднання 4		224707.2 24	20506.10 4	24274.27 3	198.041	-194.797
	Поеднання 5		224707.2 24	15600.94 1	19290.17 7	-198.050	194.803

Таблиця 2.6 - Зусилля в колонах

Колона К1 $b=1.4\text{м}$ , $H=7.2\text{м}$ , $\mu=0.65\%$								
1	Постійне		0	- 636.413	4.119	-9.101	-5.975	-12.660
			7.2	- 621.731	4.119	8.197	-5.975	12.432
	Довготрив.		0	-72.415	-0.846	1.762	-2.475	-5.143
			7.2	-72.415	-0.846	-1.793	-2.475	5.249
	Короткоч.		0	- 152.112	-1.725	3.519	-3.506	-7.384
			7.2	- 152.112	-1.725	-3.724	-3.506	7.345
	Вігер 1		0	-0.397	-0.174	0.365	-0.016	-0.033
			7.2	-0.397	-0.174	-0.366	-0.016	0.033
	Вігер 2		0	-0.082	-0.042	0.087	-0.001	-0.001
			7.2	-0.082	-0.042	-0.087	-0.001	0.002
	Поєднання 1		0	- 861.339	1.373	-3.455	-11.971	-25.220
			7.2	- 846.657	1.373	2.315	-11.971	25.058
	Поєднання 2		0	- 971.477	0.574	-1.845	-13.827	-29.124
			7.2	- 955.324	0.574	0.566	-13.827	28.951
	Поєднання 3		0	- 967.503	2.317	-5.503	-13.670	-28.790
			7.2	- 951.350	2.317	4.228	-13.670	28.626
	Поєднання 4		0	- 969.900	1.237	-3.236	-13.753	-28.965
			7.2	- 953.747	1.237	1.958	-13.753	28.797

	Поеднання 5		0	- 969.079	1.655	-4.112	-13.746	-28.950
			7.2	- 952.928	1.655	2.836	-13.746	28.779
Колонна Ф2 b=1.4м, H=7.2м, $\mu=0.65\%$								
6	Постійне		0	- 405.790	-2.839	5.811	2.133	3.457
			7.2	- 391.107	-2.839	-6.114	2.133	-5.500
	Довготрив.		0	-80.747	-0.498	1.035	0.689	1.299
			7.2	-80.747	-0.498	-1.056	0.689	-1.592
	Короткоч.		0	- 116.517	-0.841	1.738	1.148	2.094
			7.2	- 116.517	-0.841	-1.794	1.148	-2.723
	Вітер 1		0	0.096	-0.399	0.825	0.025	0.050
			7.2	0.096	-0.399	-0.855	0.025	-0.055
	Вітер 2		0	0.025	-0.092	0.189	0.013	0.026
			7.2	0.025	-0.092	-0.196	0.013	-0.028
	Поеднання 1		0	- 602.959	-4.578	9.408	3.993	6.900
			7.2	- 588.275	-4.578	-9.818	3.993	-9.870
	Поеднання 2		0	- 682.608	-6.727	13.841	4.673	8.125
			7.2	- 666.456	-6.727	-14.417	4.673	-11.502
	Поеднання 3		0	- 683.564	-2.731	5.597	4.424	7.622
			7.2	- 667.413	-2.731	-5.875	4.424	-10.954
	Поеднання 4		0	- 682.961	-5.189	10.667	4.612	8.003

			7.2	- 666.810	-5.189	-11.127	4.612	-11.366
	Поєднання 5		0	- 683.210	-4.270	8.772	4.484	7.744
			7.2	- 667.059	-4.270	-9.163	4.484	-11.089
Колона К1 b=1.4, H=7.2м, $\mu=0.55\%$								
1	Постійне		0	- 178.301	11.937	-30.167	2.391	15.177
			7.2	- 112.577	11.937	19.968	2.391	5.136
	Довготрив.		0	-6.187	1.219	-0.627	0.896	-0.353
			7.2	-6.187	1.219	4.490	0.896	-4.111
	Короткоч.		0	-15.804	1.997	-1.550	1.078	-0.784
			7.2	-15.804	1.997	6.839	1.078	-5.311
	Вігер 1		0	0.153	-0.022	0.111	-0.055	-0.103
			7.2	0.153	-0.022	0.022	-0.055	0.127
	Вігер 2		0	0.037	-0.077	0.259	0.065	0.207
			7.2	0.037	-0.077	-0.065	0.065	-0.064
	Поєднання 1		0	- 200.137	15.132	-32.233	4.308	13.937
			7.2	- 134.413	15.132	31.317	4.308	-4.159
	Поєднання 2		0	- 221.755	16.883	-35.242	4.723	14.812
			7.2	- 149.456	16.883	35.664	4.723	-5.021
	Поєднання 3		0	- 223.283	17.096	-36.350	5.272	15.849
			7.2	- 150.985	17.096	35.454	5.272	-6.294
	Поєднання 4		0	- 222.340	16.604	-34.496	5.318	16.363

			7.2	- 150.041	16.604	35.237	5.318	-5.975
	Поєднання 5		0	- 222.699	17.376	-37.095	4.677	14.299
			7.2	- 150.400	17.376	35.882	4.677	-5.340
Колонна К2 b=1.4м, H=7.2м, $\mu=0.65\%$								
2	Постійне		0	- 225.150	0.065	0.411	2.459	2.703
			7.2	- 216.891	0.065	0.680	2.459	-7.625
	Довготрив.		0	-59.604	0.205	-0.285	0.368	0.268
			7.2	-59.604	0.205	0.573	0.368	-1.277
	Короткоч.		0	-80.271	0.309	-0.455	0.464	0.280
			7.2	-80.271	0.309	0.843	0.464	-1.668
	Вігер 1		0	-0.013	-0.125	0.264	-0.003	-0.008
			7.2	-0.013	-0.125	-0.261	-0.003	0.005
	Вігер 2		0	-0.009	-0.026	0.055	-0.001	-0.002
			7.2	-0.009	-0.026	-0.055	-0.001	0.002
	Поєднання 1		0	- 365.039	0.453	-0.065	3.288	3.245
			7.2	- 356.778	0.453	1.838	3.288	-10.564
	Поєднання 2		0	- 415.577	0.062	0.883	3.688	3.594
			7.2	- 406.492	0.062	1.145	3.688	-11.893
	Поєднання 3		0	- 415.457	1.310	-1.754	3.718	3.670
			7.2	- 406.370	1.310	3.753	3.718	-11.949
	Поєднання 4		0	- 415.563	0.558	-0.161	3.697	3.623

			7.2	- 406.478	0.558	2.178	3.697	-11.908
	Поєднання 5		0	- 415.470	0.817	-0.709	3.709	3.641
			7.2	- 406.385	0.817	2.720	3.709	-11.935

## 2.3 Підготовка даних для розрахунку

Розрахунок тривимірного каркасу будинку виконується в ПК «Autodesk Robot Structural Analysis Pro» версії 2022.

У програмі "Autodesk Robot Structural Analysis Pro" кожен структурний елемент формується приблизно. Тобто: колони, стіни, цілісні плити, дахи та фундаменти пов'язані з планом будівлі.

### 2.3.1 Визначення розрахункових зусиль в перерізах конструкції

Таблиця 2.7 - Колона К1

Максимальний розрахунковий діаметр поздовжньої арматури, мм	28
Захисний шар бетону, мм	35
Прив'язка поздовжньої арматури, мм	75
Використаний сортамент арматури	12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28

Каркас – в'язаний. Модуль зменшення кроку поперечної арматури 45 мм

Перетин

Розміри, мм: b                      1400

Площа, см<sup>2</sup>                              7000

Таблиця 2.8 - Відмітки

Колона	К-1 (1_1)	К-1 (2_1)	К-1 (3_1)
Висота поверху, мм	7370	7150	7150
Товщина перекриття, мм	250	250	250
Відмітки, м:			
низу колони	-7,370	0,000	+7,150
верху перекриття	0,000	+7,150	+7,300

Таблиця 2.9 - Розрахункова довжина

Колона	К-1 (1_1)	К-1 (2_1)	К-1 (3_1)
Коефіцієнти розрахункової довжини:			
m X	0.74	1.05	1.05
m Y	0.74	1.05	1.05
Розрахункова довжина, мм:			
Lo X	6,528	7150	7150
Lo Y	6,528	7150	7150
Гнучкість:			
Lo/i Y	26,28	32.50	32.50

Таблиця 2.10 - Результати МСЕ розрахунку

Колона К-1 (1_1)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Перет.
Постійне	90.279	-0.081	-0.380	-0.257	-0.051	0.000	0.774
	88.737	0.147	0.759	-0.257	-0.051	0.000	1.549
Довготривале	15.664	-0.011	-0.096	-0.065	-0.006	0.000	0.774
	15.664	0.019	0.191	-0.065	-0.006	0.000	1.549
Короткочасне	25.077	-0.021	-0.131	-0.089	-0.014	0.000	0.774
	25.077	0.039	0.266	-0.089	-0.014	0.000	1.549
Вітрове 1	-0.013	-0.004	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.774
	-0.013	0.004	0.000	0.000	-0.001	0.000	1.549
Вітрове 2	-0.002	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.774
	-0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	1.549



Колонна К-1 (2_1)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	сеч
Постійне	65.665	-0.277	-1.220	-0.586	-0.149	0.000	0.774
	64.662	0.348	1.243	-0.586	-0.149	0.000	1.549
Довготривале	10.340	-0.033	-0.301	-0.143	-0.018	0.000	0.774
	10.340	0.042	0.299	-0.143	-0.018	0.000	1.549
Короткочасне	17.825	-0.074	-0.421	-0.201	-0.039	0.000	0.774
	17.825	0.091	0.422	-0.201	-0.039	0.000	1.549
Вітрове 1	-0.011	-0.007	0.000	0.000	-0.003	0.000	0.774
	-0.011	0.007	0.001	0.000	-0.003	0.000	1.549
Вітрове 2	-0.002	-0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.774
	-0.002	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	1.549
Колонна К-1 (3_1)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	сеч
Постійне	41.513	-0.486	-1.288	-0.620	-0.252	0.000	0.774
	40.510	0.574	1.311	-0.620	-0.252	0.000	1.549
Довготривале	5.055	-0.054	-0.318	-0.155	-0.026	0.000	0.774
	5.055	0.060	0.339	-0.155	-0.026	0.000	1.549
Короткочасне	10.648	-0.123	-0.440	-0.213	-0.064	0.000	0.774
	10.648	0.143	0.456	-0.213	-0.064	0.000	1.549
Вітрове 1	-0.007	-0.009	-0.001	0.000	-0.004	0.000	0.774
	-0.007	0.009	0.001	0.000	-0.004	0.000	1.549
Вітрове 2	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.774
	-0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	1.549

## Коефіцієнти

Таблиця 2.11 - Надійність за категорією відповідальності 1

	Пост.	Довг.	Корот.	Вітр.	Сейсм.		
Надійність	1,16	1,26	1,26	5,01	1,01		
Довготривалість	1,01	1,01	1,01	1,01	0,0		
Короткочасність	1,01	1,01	1,01	0,0	0,0		

Враховується в розрахунку:

Автоматичне формування РПН

РПН, сформоване для випадків а, б

Таблиця 2.12 - Коефіцієнти розрахункових поєднань навантажень (РПН)

	Пост.	Длит.	Кр.вр.	Ветр.	Сейсм.		
1-ше, основне	1,01	1,01	1,01	1,01	0,0		
2-ге, основне	1,01	0,96	0,96	0,96	0,0		
3-є, особливе	0,96	0,86	0,51	0,0	1,01		

Враховується при автоматичному формуванню РПН:

Зміна напрямку вітрових та сейсмічних навантажень

Таблиця 2.13 - Розрахункове армування

Колона	К-1 (1_1)	К-1 (2_1)	К-1 (3_1)
$A_{s1}$	13.39	5.49	3.35

Поздовжня арматура, см<sup>2</sup>/м:

повна	13.39	5.49	3.35
за міцністю	13.39	5.49	3.35
Відсоток армування	1.04	0.44	0.24
Поперечна арматура, см <sup>2</sup> /м	0	0	0

Конструювання поздовжньої арматури

Таблиця 2.14 - Армування симетричне. Випуски в колону

Колона	К-1 (1_1)	К-1 (2_1)	К-1 (3_1)
Паралельно до грані	7Ø18	4Ø16	4Ø12
Всього	7Ø18	4Ø16	4Ø12
Площа арматури, см <sup>2</sup>	14,65	6,06	3,55
Відсоток армування	1,16	8,05	0,46

Таблиця 2.15 - Анкерування поздовжньої арматури

Діаметр стержня, мм	Довжина анкерів, мм	Довжина перевязки, мм	
18	260	280	

Таблиця 2.16 - Конструювання поперечної арматури

Колона	К-1 (1_1)	К-1 (2_1)	К-1 (3_1)
Зона анкерування, мм:	5Ø8	5Ø8	5Ø8
Крок	120	120	120
Прив'язка 1-го стержня	50	50	50
Зона розкладки	200	200	200
Привязка останнього	300	300	300
Основна зона, мм:	21Ø8	20Ø8	20Ø8
Крок	120	120	120
Прив'язка 1-го стержня	400	400	120
Зона розкладки	7260	7110	7110
Привязка останнього	7510	7460	7460
Додаткові, мм:	2Ø6		
Крок	75		
Прив'язка	3710		
Відстань до верх. грані	45	45	45
Площа арматури, см <sup>2</sup> /м	3,78	3,78	3,78

Режим встановлення шпильок: відсутній

Таблиця 2.17 - Колона К2

Максимальний розрахунковий діаметр поздовжньої арматури, мм	28
Захисний шар бетону, мм	35
Прив'язка поздовжньої арматури, мм	45
Використаний сортамент арматури	12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28

Каркас – в'язаний. Модуль зменшення кроку поперечної арматури 45 мм

Перетин

Розміри, мм: b	1400
Площа, см <sup>2</sup>	7000

Таблиця 2.18 - Відмітки

Колона	К-2 (1_1)	К-2 (2_1)	К-2 (3_1)
Висота поверху, мм	7370	7150	7150
Товщина перекриття, мм	250	250	250
Відмітки, м:			
низу колони	-7,370	0,000	+7,150
верху перекриття	0,000	+7,150	+7,300

Таблиця 2.19 - Розрахункова довжина

Колона	К-2 (1_1)	К-2 (2_1)	К-2 (3_1)
Коефіцієнти розрахункової довжини:			
m X	0.74	1.05	1.05
m Y	0.74	1.05	1.05
Розрахункова довжина, мм:			
Lo X	6,528	7150	7150
Lo Y	6,528	7150	7150
Гнучкість:			
Lo/i Y	24,38	31.30	31.30

Таблиця 2.20 - Результати МСЕ розрахунку

Колона К-2 (1_1)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Перет.
Постійне	94.793	-0.085	-0.399	-0.270	-0.054	0.000	0.813
	93.174	0.154	0.797	-0.270	-0.054	0.000	1.626
Довготривале	16.447	-0.012	-0.101	-0.068	-0.006	0.000	0.813
	16.447	0.020	0.201	-0.068	-0.006	0.000	1.626
Короткочасне	26.331	-0.022	-0.138	-0.093	-0.015	0.000	0.813

	26.331	0.041	0.279	-0.093	-0.015	0.000	1.626
Вітрове 1	-0.014	-0.004	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.813
	-0.014	0.004	0.000	0.000	-0.001	0.000	1.626
Вітрове 2	-0.002	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.813
	-0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	1.626
Колонна К-2 (2_1)	N, тс	M <sub>x</sub> , тс*м	M <sub>y</sub> , тс*м	Q <sub>x</sub> , тс	Q <sub>y</sub> , тс	T, тс*м	сеч
Постійне	68.948	-0.291	-1.281	-0.615	-0.156	0.000	0.813
	67.895	0.365	1.305	-0.615	-0.156	0.000	1.626
Довготривале	10.857	-0.035	-0.316	-0.150	-0.019	0.000	0.813
	10.857	0.044	0.314	-0.150	-0.019	0.000	1.626
Короткочасне	18.716	-0.078	-0.442	-0.211	-0.041	0.000	0.813
	18.716	0.096	0.443	-0.211	-0.041	0.000	1.626
Вітрове 1	-0.012	-0.007	0.000	0.000	-0.003	0.000	0.813
	-0.012	0.007	0.001	0.000	-0.003	0.000	1.626
Вітрове 2	-0.002	-0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.813
	-0.002	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	1.626
Колонна К-2 (3_1)	N, тс	M <sub>x</sub> , тс*м	M <sub>y</sub> , тс*м	Q <sub>x</sub> , тс	Q <sub>y</sub> , тс	T, тс*м	сеч
Постійне	43.589	-0.510	-1.352	-0.651	-0.265	0.000	0.813
	42.536	0.603	1.377	-0.651	-0.265	0.000	1.626
Довготривале	5.308	-0.057	-0.334	-0.163	-0.027	0.000	0.813
	5.308	0.063	0.356	-0.163	-0.027	0.000	1.626
Короткочасне	11.180	-0.129	-0.462	-0.224	-0.067	0.000	0.813
	11.180	0.150	0.479	-0.224	-0.067	0.000	1.626
Вітрове 1	-0.007	-0.009	-0.001	0.000	-0.004	0.000	0.813
	-0.007	0.009	0.001	0.000	-0.004	0.000	1.626
Вітрове 2	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.813
	-0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	1.626

## Коефіцієнти

Таблиця 2.21 - Надійність за категорією відповідальності 1

	Пост.	Довг.	Корот.	Вітр.	Сейсм.		
Надійність	1,16	1,26	1,26	5,01	1,01		
Довготривалість	1,01	1,01	1,01	1,01	0,0		
Короткочасність	1,01	1,01	1,01	0,0	0,0		
Колона	К-2 (1_1)		К-2 (2_1)		К-2 (3_1)		
Понижуючий коефіцієнт для кор. навантаження	1,01		1,01		1,01		

Враховується в розрахунку:

Автоматичне формування РПН

РПН, сформоване для випадків а, б

Таблиця 2.22 - Коефіцієнти розрахункових поєднань навантажень (РПН)

	Пост.	Длит.	Кр.вр.	Ветр.	Сейсм.		
1-ше, основне	1,01	1,01	1,01	1,01	0,0		
2-ге, основне	1,01	0,96	0,96	0,96	0,0		
3-є, особливе	0,96	0,86	0,51	0,0	1,01		

Враховується при автоматичному формуванню РПН:

Зміна напрямку вітрових та сейсмічних навантажень

Таблиця 2.23 - Розрахункове армування

Колона	К-2 (1_1)	К-2 (2_1)	К-2 (3_1)
$A_{s1}$	13.39	5.49	3.35

Поздовжня арматура, см<sup>2</sup>/м:

повна	13.39	5.49	3.35
за міцністю	13.39	5.49	3.35
Відсоток армування	1.04	0.44	0.24
Поперечна арматура, см <sup>2</sup> /м	0	0	0

## Конструювання поздовжньої арматури

Таблиця 2.24 - Армуння симетричне. Випуски в колону

Колона	К-1 (1_1)	К-1 (2_1)	К-1 (3_1)
Паралельно до грані	8Ø18	4Ø18	4Ø18
Всього	8Ø18	4Ø18	4Ø18
Площа арматури, см <sup>2</sup>	14,65	7,06	7,06
Відсоток армування	4,16	8,05	8,05

Таблиця 2.25 - Анкерування поздовжньої арматури

Діаметр стержня, мм	Довжина анкерів, мм	Довжина перевязки, мм	
18	260	280	

Таблиця 2.26 - Конструювання поперечної арматури

Колона	К-2 (1_1)	К-2 (2_1)	К-2 (3_1)
Зона анкерування, мм:	5Ø8	5Ø8	5Ø8
Крок	120	120	120
Прив'язка 1-го стержня	50	50	50
Зона розкладки	200	200	200
Привязка останнього	300	300	300
Основна зона, мм:	21Ø8	20Ø8	20Ø8
Крок	120	120	120
Прив'язка 1-го стержня	400	400	120
Зона розкладки	7260	7110	7110
Привязка останнього	7510	7460	7460
Додаткові, мм:	2Ø6		
Крок	75		
Прив'язка	3710		
Відстань до верх. грані	45	45	45
Площа арматури, см <sup>2</sup> /м	3,78	3,78	3,78

Режим встановлення шпильок:

відсутній

Таблиця 2.27 - Колона К3

Максимальний розрахунковий діаметр поздовжньої арматури, мм	28
Захисний шар бетону, мм	35
Прив'язка поздовжньої арматури, мм	45
Використаний сортамент арматури	12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28

Каркас – в'язаний. Модуль зменшення кроку поперечної арматури 45 мм

## Перетин

Розміри, мм: b	1400
Площа, см <sup>2</sup>	7000

Таблиця 2.28 - Відмітки

Колона	К-3 (1_1)	К-3 (2_1)	К-3 (3_1)
Висота поверху, мм	7370	7150	7150
Товщина перекриття, мм	250	250	250

Відмітки, м:

низу колони	-7,370	0,000	+7,150
верху перекриття	0,000	+7,150	+7,300

Таблиця 2.29 - Розрахункова довжина

Колона	К-3 (1_1)	К-3 (2_1)	К-3 (3_1)
--------	-----------	-----------	-----------

Коефіцієнти розрахункової довжини:

m X	0.74	1.05	1.05
m Y	0.74	1.05	1.05

Розрахункова довжина, мм:

Lo X	6,528	7150	7150
Lo Y	6,528	7150	7150

Гнучкість:

Lo/i Y	24,38	31.30	31.30
--------	-------	-------	-------



Таблиця 2.30 - Результати МСЕ розрахунку

Колона К-3 (1_1)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	Перет.
Постійне	61.615	-0.055	-0.259	-0.176	-0.035	0.000	0.528
	60.563	0.100	0.518	-0.176	-0.035	0.000	1.057
Довготривале	10.691	-0.008	-0.066	-0.044	-0.004	0.000	0.528
	10.691	0.013	0.131	-0.044	-0.004	0.000	1.057
Короткочасне	17.115	-0.014	-0.090	-0.060	-0.010	0.000	0.528
	17.115	0.027	0.181	-0.060	-0.010	0.000	1.057
Вітрове 1	-0.009	-0.003	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.528
	-0.009	0.003	0.000	0.000	-0.001	0.000	1.057
Вітрове 2	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.528
	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	1.057
Колона К-3 (2_1)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	сеч
Постійне	44.816	-0.189	-0.833	-0.400	-0.101	0.000	0.528
	44.132	0.237	0.848	-0.400	-0.101	0.000	1.057
Довготривале	7.057	-0.023	-0.205	-0.098	-0.012	0.000	0.528
	7.057	0.029	0.204	-0.098	-0.012	0.000	1.057
Короткочасне	12.165	-0.051	-0.287	-0.137	-0.027	0.000	0.528
	12.165	0.062	0.288	-0.137	-0.027	0.000	1.057
Вітрове 1	-0.008	-0.005	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.528
	-0.008	0.005	0.001	0.000	-0.002	0.000	1.057
Вітрове 2	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.528
	-0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	1.057
Колонна К-3 (3_1)	N, тс	Mx, тс*м	My, тс*м	Qx, тс	Qy, тс	T, тс*м	сеч
Постійне	28.333	-0.332	-0.879	-0.423	-0.172	0.000	0.528
	27.648	0.392	0.895	-0.423	-0.172	0.000	1.057
Довготривале	3.450	-0.037	-0.217	-0.106	-0.018	0.000	0.528
	3.450	0.041	0.231	-0.106	-0.018	0.000	1.057
Короткочасне	7.267	-0.084	-0.300	-0.146	-0.044	0.000	0.528
	7.267	0.098	0.311	-0.146	-0.044	0.000	1.057

Вітрове 1	-0.005	-0.006	-0.001	0.000	-0.003	0.000	0.528
	-0.005	0.006	0.001	0.000	-0.003	0.000	1.057
Вітрове 2	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.528
	-0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	1.057

### Коефіцієнти

Таблиця 2.31 - Надійність за категорією відповідальності 1

	Пост.	Довг.	Корот.	Вітр.	Сейсм.		
Надійність	1,16	1,26	1,26	5,01	1,01		
Довготривалість	1,01	1,01	1,01	1,01	0,0		
Короткочасність	1,01	1,01	1,01	0,0	0,0		

Враховується в розрахунку:

Автоматичне формування РПН

РПН, сформоване для випадків а, б

Таблиця 2.32 - Коефіцієнти розрахункових поєднань навантажень (РПН)

	Пост.	Длит.	Кр.вр.	Ветр.	Сейсм.		
1-ше, основне	1,01	1,01	1,01	1,01	0,0		
2-ге, основне	1,01	0,96	0,96	0,96	0,0		
3-є, особливе	0,96	0,86	0,51	0,0	1,01		

Враховується при автоматичному формуванню РПН:

Зміна напрямку вітрових та сейсмічних навантажень

Таблиця 2.33 - Розрахункове армування

Колона	К-3 (1_1)	К-3 (2_1)	К-3 (3_1)
$A_{s1}$	6.39	2.49	1.35

Поздовжня арматура, см<sup>2</sup>/м:

повна	6.39	2.49	1.35
за міцністю	6.39	2.49	1.35
Відсоток армування	1.04	0.44	0.24

Поперечна арматура, см <sup>2</sup> /м	0	0	0
---	---	---	---

### Конструювання поздовжньої арматури

Таблиця 2.34 - Армуння симетричне. Випуски в колону

Колона	К-3 (1_1)	К-3 (2_1)	К-3 (3_1)
Паралельно до грані	8Ø10	4Ø10	4Ø10
Всього	8Ø10	4Ø10	4Ø10
Площа арматури, см <sup>2</sup>	14,65	7,06	7,06
Відсоток армування	4,16	8,05	8,05

Таблиця 2.35 - Анкерування поздовжньої арматури

Діаметр стержня, мм	Довжина анкерів, мм	Довжина перевязки, мм	
18	260	280	

Таблиця 2.36 - Конструювання поперечної арматури

Колона	К-3 (1_1)	К-3 (2_1)	К-3 (3_1)
Зона анкерування, мм:	11Ø6	11Ø6	11Ø6
Крок	120	120	120
Прив'язка 1-го стержня	50	50	50
Зона розкладки	200	200	200
Привязка останнього	300	300	300
Основна зона, мм:	21Ø6	20Ø6	20Ø6
Крок	120	120	120
Прив'язка 1-го стержня	400	400	120
Зона розкладки	7260	7110	7110
Привязка останнього	7510	7460	7460
Додаткові, мм:	2Ø6		
Крок	75		
Прив'язка	6710		

Відстань до верх. грані	45	45	45
Площа арматури, см <sup>2</sup> /м	1,78	1,78	1,78

Режим встановлення шпильок: відсутній

## 2.4 Розрахунок фундаментів

Ґрунтова основа нижнього шару супіски, тонкий шар, піл, прошарові суглинки.

З урахуванням всіх властивостей ґрунту товщина фундаментної плити становить 650 мм. Плити перекриття виготовлені з бетону С16/20, армованого сталевими прутками А400С.

Таблиця 2.37 - Характеристики матеріалів

Клас бетону	С16/20
Вид бетону	- важкий
Розрахунковий опір на стиск	11574
Модуль пружності бетону	$2.64 \cdot 10^7$
Клас поздовжньої арматури (паралельно осі Х)	А400С
Розрахунковий опір поздовжньої арматури на розтяг	367755
Модуль пружності арматури	$2.06 \cdot 10^8$
Клас поздовжньої арматури (в паралельно осі Y)	А400С
Розрахунковий опір поздовжньої арматури на розтяг	367755
Модуль пружності арматури	$2.06 \cdot 10^8$
Клас поперечної арматури	А400С
Розрахунковий опір поперечної арматури на розтяг	178723
Модуль пружності арматури	$2.06 \cdot 10^8$
Об'ємна вага	24.657
Жорсткість пружної основи ґрунту на стиск:	1979.36
Жорсткість пружної основи ґрунту на зсув:	19793.6

Відстань до центрів тяжіння арматури:	
від нижньої грані	3,45
від верхньої грані	3,45

Таблиця 2.38 - Переміщення (екстремуми)

№ вузла	X (см)	Y (см)	Переміщення Z (мм)	№ вузла	X (см)	Y (см)	Переміщення Z (мм)
2	5144.12	4320.12	-65.23	613.25	157.76	1931.71	-31.64

Таблиця 2.39 - Поєднання зусиль (екстремуми)

№ тр.	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	R
2695	531.56	495.89	5.34	-605.76	262.76	-23.77
5338	515.30	508.53	-4.89	625.41	166.70	-5.92
6267	155.47	-156.29	169.40	114.59	180.03	-17.88
2537	423.99	413.75	-12.70	1302.04	171.16	-5.31
6257	321.85	-144.14	0.76	414.24	1358.32	-17.66
750	33.99	16.92	-0.06	3.79	36.76	-31.88

Таблиця 2.40 - Армування (екстремуми)

№ тр.	Xc (см)	Yc (см)	кут	AX низ (см)	AY низ (см)	AX верх (см)	AY верх (см)	AX поп. (см)	AY поп. (см)
2696	3611.63	1374.54	0.00	27.45	25.74	3.47	2696	3611.63	1374.54
5318	4422.72	2764.68	0.00	26.54	26.09	3.47	5318	4422.72	2764.68
3876	20.02	2185.39	0.00	3.47	3.47	14.90	3876	20.02	2185.39
6580	2858.64	3865.29	0.00	3.47	3.47	6.13	6580	2858.64	3865.29
2538	657.29	2069.55	0.00	21.94	21.44	3.47	2538	657.29	2069.55
6257	615.29	3519.06	0.00	16.24	3.47	3.47	6257	615.29	3519.06

## РОЗДІЛ 3

### НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Постановка задач дослідження

Інструменти моделювання будівель повинні краще оцінювати конвективний теплообмін між зовнішнім повітрям і стінами. Попередній аналіз показує, що величина коефіцієнта конвективної тепловіддачі суттєво впливає на енергетичний баланс приміщення. Awbi і Beausoleil-Morrison відзначили, що великі відмінності, які спостерігаються в широко використовуваних теплових моделях будівель, можуть бути пов'язані з різними кореляціями, які використовуються для розрахунку або встановлення значень коефіцієнтів конвективної теплопередачі. Виконано розрахунки чутливості, які демонструють, що вибір значення коефіцієнта конвективної теплопередачі призводить до 20% до 40% різниці в споживанні енергії.

Вимірювання на місці Mac Adams, Ito et al., Sharples і Clear et al. дозволило розробити поточні кореляції для коефіцієнтів конвективної тепловіддачі. Очевидним обмеженням цих експериментів *in situ* є необхідність враховувати та вимірювати всі параметри, які можуть вплинути на оцінки досліджуваних коефіцієнтів. Як зазначає останній цитований дослідник, важливою проблемою є оцінка обміну випромінюванням між поверхнею стіни та небом, оскільки точної кореляції немає. Обчислювальна гідродинаміка (CFD) дозволяє уникнути цього обмеження, встановлюючи граничні умови, і зі збільшенням обчислювальних ресурсів воно стає цінною альтернативою для оцінки повітряного потоку навколо будівель і, отже, оцінки зовнішніх сил.

У цьому дослідженні описано моделювання, виконане за допомогою методів CFD для прогнозування коефіцієнтів конвективної теплопередачі на зовнішніх поверхнях будівель. Перша частина підсумовує основні пропорції вертикальних стін і даху. Далі описується досліджувана геометрія та процедура моделювання. Усі результати представлені та розглянуті в розділі 3.3.

### 3.2 Методика дослідження

Вивчений випадок. На рисунку 3.1 представлена область дослідження, яка в основному складається з циліндра (діаметр: 35 м, висота: 10 м) з будівлею у формі паралелепіпеда в центрі.

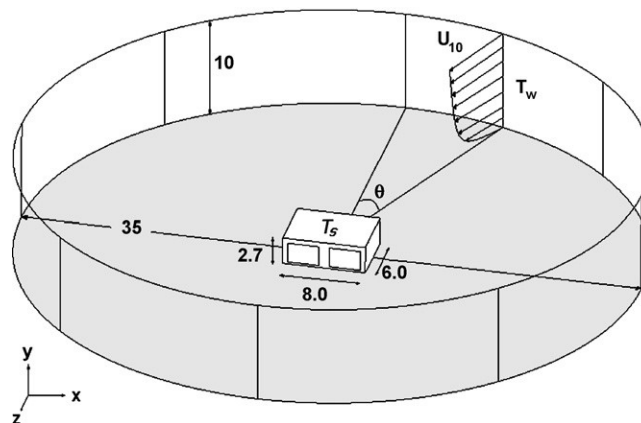


Рис. 3.1 - Геометрія області (розміри в метрах).

Зовнішні розміри будівлі підібрані за моделлю BESTEST. Цю фізичну модель широко використовували в тематичних дослідженнях, пов'язаних з перевіркою енергетичного моделювання будівель (Judkoff і Neumark). Зверніть увагу, що два вікна на південній стіні не включені в це моделювання. Геометрія області розроблена таким чином, щоб дозволити легку реалізацію граничних умов. У кожній симуляції чотири послідовні октанти використовувалися як входи та ще чотири як випуски, щоб дозволити моделювати вісім різних напрямків вітру. Обчисліть радіус циліндра відповідно до критичного виразу Рейнольдса, щоб отримати повністю турбулентний прикордонний шар у місці розташування будівлі. На основі виразу, використаного Девенпортом, передбачається, що степеневий вираз представляє розподіл швидкості за граничними умовами:

$$\frac{U(y)}{U_{10}} = \left( \frac{y}{10} \right)^{0.28} \quad (1)$$

У цьому аналізі стандартна швидкість вітру була встановлена на 1, 5, 10 і 15 м/с. Враховуючи симетрію будівлі, для дослідження всіх можливостей були

потрібні три напрямки вітру ( $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ C). У цьому дослідженні розглядалися чотири різниці температур поверхня-повітря (5, 10, 15 і  $20^{\circ}$ C).

Основні рівняння. Прогнози зроблені шляхом аналізу тривимірного стаціонарного потоку нестисливої речовини на основі середнього методу Рейнольдса.

Розуміння основних рівнянь для імпульсу, енергії та збереження маси є необхідним для вищих математичних рівнянь:

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial(U_j U_i)}{\partial x_j} = -\frac{\partial \bar{P}}{\partial x_i} + \nu \nabla^2 U_i + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\overline{u_i u_j}) + \rho g_i \beta (T_{\text{ref}} - T) \quad (3)$$

$$\frac{\partial(U_j T)}{\partial x_j} = \alpha \nabla^2 T + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\overline{u_j t}) \quad (4)$$

Невідомі  $u_i$ ,  $u_j$  і  $u_{jt}$  складають другий момент або так зване напруження Рейнольдса і статистичну кореляцію турбулентного теплового потоку.

Ключовий вибір моделі турбулентності залежить від розв'язуваної задачі. Ця справа розглядає два важливі питання. По-перше, наявність ґрунту призводить до сильної анізотропії напруги Рейнольдса. По-друге, поточна проблема полягає в тому, що навколо будівлі існує дуже складний роздільний потік. Модель напруги Рейнольдса (або моделі закриття другого моменту) (RSM) покращиться у двох аспектах порівняно з моделлю вихрової в'язкості, яка припускає, що напруга Рейнольдса пропорційна середньому градієнту швидкості і, отже, не підходить для поточної конфігурації, оскільки шляхом вирішення кожне напруження Рейнольдса окремо. Диференціальне рівняння переносу для компонента напруження, природно, включає вплив поточної кривизни, раптових змін швидкості деформації, вторинного потоку та плавучості.

Деякі з основних недоліків RSM для моделювання прикордонного шару впливають із фундаментального рівняння е. Особливо точно передбачити поділ



поток при використанні електронних рівнянь, як у цьому випадку, проблематично. Використання рівняння  $v$  замість рівняння  $e$  дозволяє уникнути цих проблем. Модель турбулентності, яка використовується в цьому дослідженні, є базовою (BSL) моделлю напруги Рейнольдса, яка є такою ж, як модель на основі  $v$ -рівняння RSM для внутрішньої граничної області, і поступово змінюється на модель зовнішнього сліду на основі стандартне рівняння RSM з використанням області суміші функцій. Ця комбінована композиція дозволяє уникнути високої чутливості композицій на основі  $v$ -рівняння (Ментер) до умов вільного потоку. Рівняння передачі напруги Рейнольдса, кореляція тиск-деформація та значення коефіцієнтів, що використовуються в цьому дослідженні.

Критерії конвергенції. Числові прогнози виконувалися за допомогою комерційної програми CFD, а керівні рівняння розв'язувалися за окремою схемою з використанням схеми інверсної вентильної адвекції першого порядку. Рівняння неперервності є наближенням центральної різниці другого порядку після того, як похідна швидкості першого порядку скоригована похідною тиску четвертого порядку, яка відіграє роль перерозподілу ефекту тиску. Локальний критерій чисельної збіжності полягає в тому, що середньоквадратична залишкова помилка між двома послідовними ітераціями менше  $10^4$ .

Щоб вирішити цю проблему, була створена тривимірна неструктурована сітка з 774 000 комірок. Якість цієї сітки було протестовано та покращено шляхом виконання ітераційного моделювання для кожної конфігурації, щоб отримати значення у "+" від 20 до 100.

### **3.3 Результати дослідження**

Повітряний потік навколо будівлі. Основна структура (підковоподібна форма, дах, дві бічні стіни та арочний вихор позаду будівлі) повітряного потоку навколо кубічної будівлі, описаної Хуссейном і Мартінуцці в ізотермічних умовах, наразі добре передбачена. моделювання. Якщо даних про паралелепіпедні будівлі мало, то можна навести експериментальні роботи Каллуо і Девіда про

паралелепіпедні будівлі (висота 18 мм, квадратна основа 60 мм), форма яких близька до вивченої на даний момент геометрії. на рис. На малюнку 3.2 показано поле швидкостей у середній площині. У поточному моделюванні відстань поділу перед будівлею становить  $0,65 H$ , а відстань повторного приєднання за будівлею становить  $2,05 H$ . Ці два значення добре узгоджуються з двома раніше цитованими експериментальними дослідженнями, які знайшли значення  $0,38$  і  $0,75 H$  для відстані відриву та  $1,68$  і  $2,70 H$  для відстані повторного приєднання.

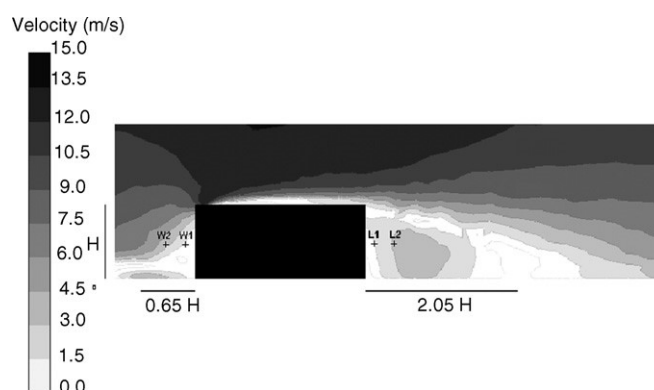


Рис. 3.2. Середнє поле швидкостей південного вітру зі швидкістю 15 м/с і різницею температур між поверхнею та повітрям 50С.

Моделювання було виконано для широкого діапазону швидкостей вітру (від 1 до 15 м/с) і різниці температур поверхні повітря (від 5 до 20<sup>0</sup>С), що показало важливість їх відносного впливу на коефіцієнт конвективної тепловіддачі.

На малюнку 3.3 узагальнено всі результати, пов'язані з місцевою швидкістю повітря, які показані на одному малюнку разом із різницею між поверхнею та повітрям при 5 та 20<sup>0</sup>С. При  $d_{loc} = 0,3$  м усі точки розташовані дуже близько до пунктирної лінії, демонструючи хорошу відповідність для швидкостей вище 5 м/с, де зрозуміло, що різниця температури повітря на поверхні відіграє невелику роль від місцевої швидкості повітря. Для швидкості вітру 1 м/с різниця між температурою поверхні та повітря є відносно більш важливою. Для різниці повітря на поверхні 5<sup>0</sup>С швидкість на W1 здебільшого зменшується, тоді як вона стає нижчою та рівною, коли природна конвекція збільшується до 20<sup>0</sup>С. Для підвітряного боку L1 розташований у дугоподібному вихорі в тому ж напрямку, що й природна конвективна стінка, тому збільшення різниці температур між

поверхнею та повітрям призводить до збільшення локальної швидкості. У випадку  $d_{loc} = 1,0$  м (положення W2 і L2 на рис. 3.2) вплив різниці температур повітря на поверхні є менш важливим, і його вплив такий самий, як і L1.

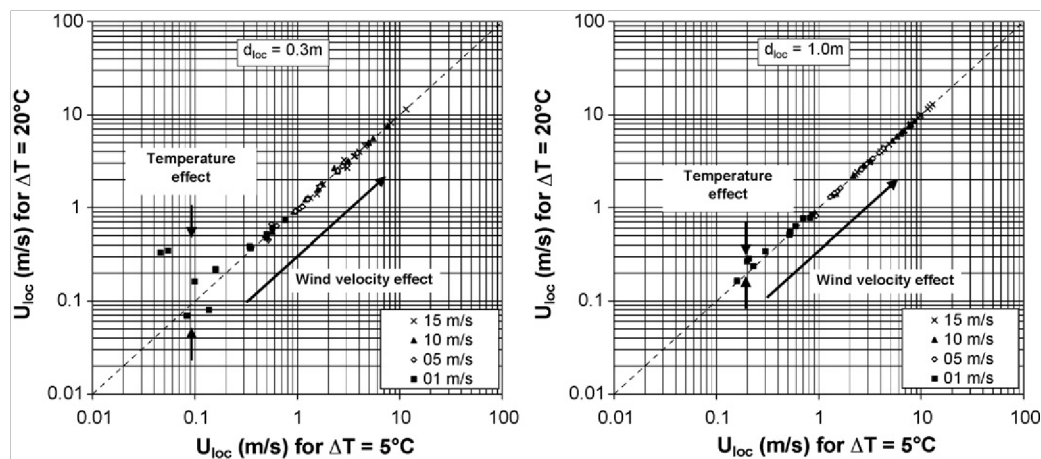


Рис. 3.3. Різниця у місцевій швидкості повітря між поверхнею та повітрям при 5 і 20°C.

На малюнку 3.4 показано повний набір коефіцієнтів конвективної теплопередачі, як показано на попередніх графіках. Як уже зазначалося для місцевих швидкостей вітру, різниця температур повітря при поверхні відіграє незначну роль у коефіцієнті конвективного тепловіддачі, коли швидкість вітру досягає 5 м/с. Додатковий ефект природної конвекції більш важливий для швидкості вітру 1 м/с.

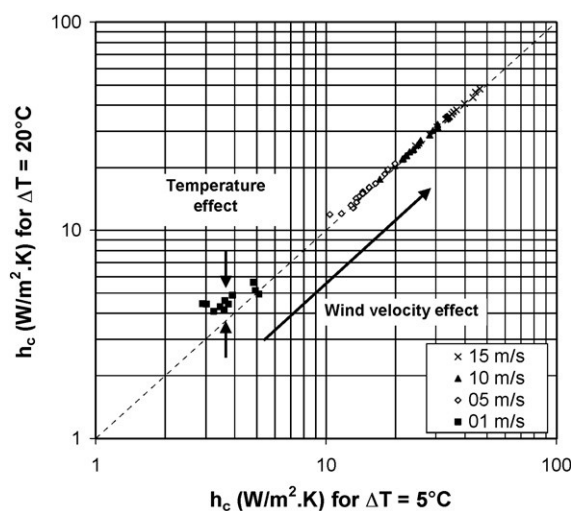


Рис. 3.4. Коефіцієнти конвективної тепловіддачі при перепаді температур приземного повітря 5 і 20°C.

Враховуючи досліджуваний діапазон швидкості вітру та різницю температури повітря на поверхні, у більшості випадків примусова конвекція відіграє більшу роль, ніж природна. При зниженні швидкості вітру до 1 м/с важливу роль починає відігравати природна конвекція. Щоб розглянути вплив природної конвекції на низькі швидкості вітру, необхідно працювати в діапазоні швидкостей [0; 2 м/с], що виходить за рамки цього дослідження. Таким чином, оцінені тут кореляції не враховують вплив різниці температур повітря на поверхні, і всі результати в наступних двох розділах наведено лише для 10<sup>0</sup>С.

На рисунках 3.5 і 3.6 показано залежність локальної швидкості для навітряної і підвітряної стінок відповідно. Результати моделювання порівнювали з літературними кореляціями, зібраними в таблиці 3.1. Оскільки досліджувані малоповерхові будинки не є квадратними, що призведе до різниці потенціалів у полі повітряного потоку навколо них, подано довгу та коротку стіни.

Таблиця 3.1 - Коефіцієнт конвективної теплопередачі навітряної та підвітряної стінок

	ASHRAE [9]	Sharples [5]	Loveday and Taki [12]
$h_c$	$18:6U_{loc}^{0.605}$	$1.7U_{loc} + 5.1$	$16.21U_{loc}^{0.452}$
$U_{loc,windward}$	0.25 $U_{10}$ якщо $U_{10} > 2$ м/с 0.5 якщо $U_{10} < 2$ м/с	$1.8U_{10} + 0.2$	$0.68U_{10} - 0.5$
$U_{loc,leeward}$	$0.05U_{10} + 0.3$	$0.2U_{10} + 1.7$	$0.157U_{10} - 0.027$
$d_{loc}$	0.3	1.0	1.0

Якщо зустрічний вітер кореляції ASHRAE (рис. 3.5, верхня панель) правильно прогнозує локальну швидкість при середньому  $d_{loc} = 0,3$  м, слід зазначити, що ця швидкість збільшується в 4 рази, коли змінюється від поверхні до поверхні. - Кут вітру від 0<sup>0</sup> градусів до 45<sup>0</sup> градусів. Різниця між довгими і короткими стінами дуже мала для всіх кутів. Кореляція Лавдея і Такі, знайдена на  $d_{loc} = 1,0$  м, дуже близька до кореляції 45<sup>0</sup>, але значно переоцінює локальну швидкість 0<sup>0</sup>. Кореляція Шарплса значно переоцінює локальну швидкість.

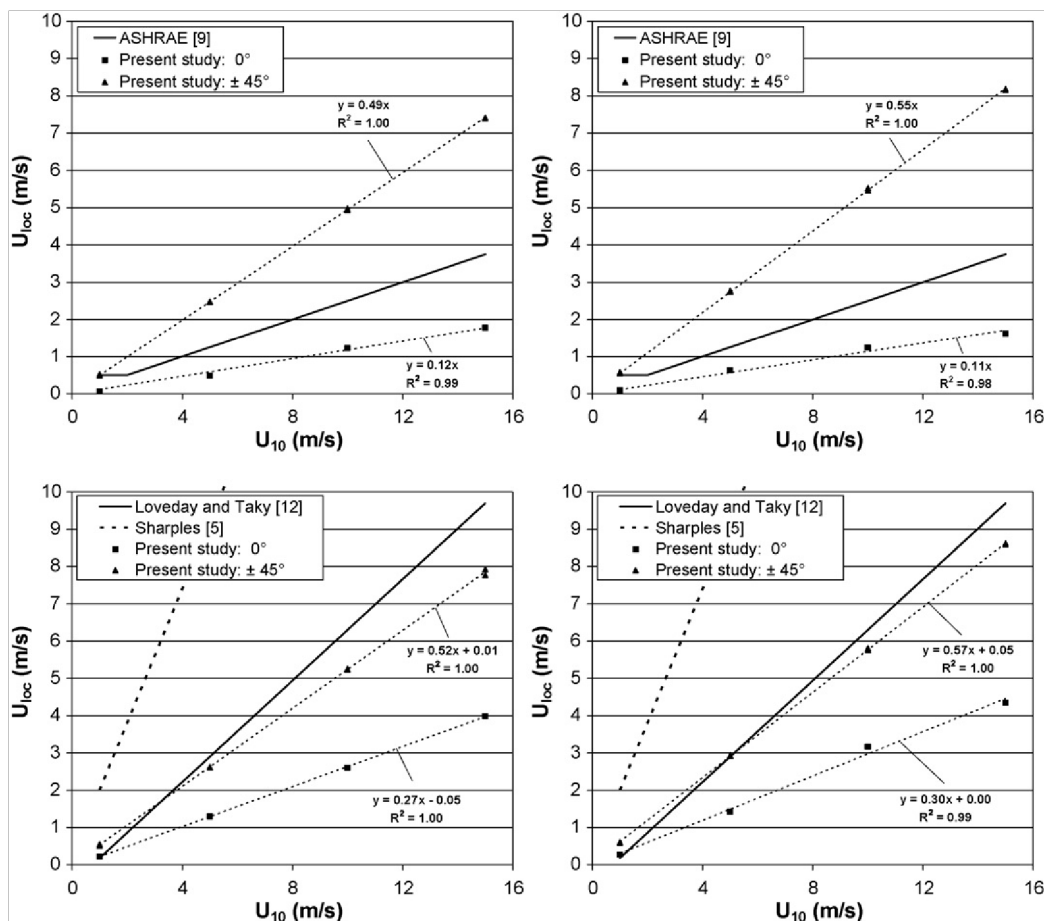


Рис. 3.5. Місцева швидкість як функція швидкості вільного вітру в умовах зустрічного вітру (ліворуч: довга стіна, праворуч: коротка стіна).

Це можна пояснити розташуванням точки вимірювання на 10-му поверсі, де локальна швидкість набагато вища за висоту нижчих будівель. Як згадувалося раніше, розмір стіни мало впливає на навітряну сторону.

Кореляція ASHRAE для підвітряної ділянки (рис. 3.6, верхня панель) занижує локальну швидкість для довгих стінок у 4 рази, тоді як для коротких стінок цей коефіцієнт ділиться на 2. Подібним чином локальна швидкість підвітряного напрямку (1808) однакова для довгих і коротких стін. При  $d_{loc} = 0,3$  м залежність від кута не така важлива, як на навітряній стороні. Такий самий недопрогноз (коефіцієнт 4)  $m$  можна спостерігати для передбачення локальних швидкостей Лавдеєм і Такі для  $d_{loc} = 1,0$ , але в цьому випадку немає різниці в результатах для довгих і коротких стін.

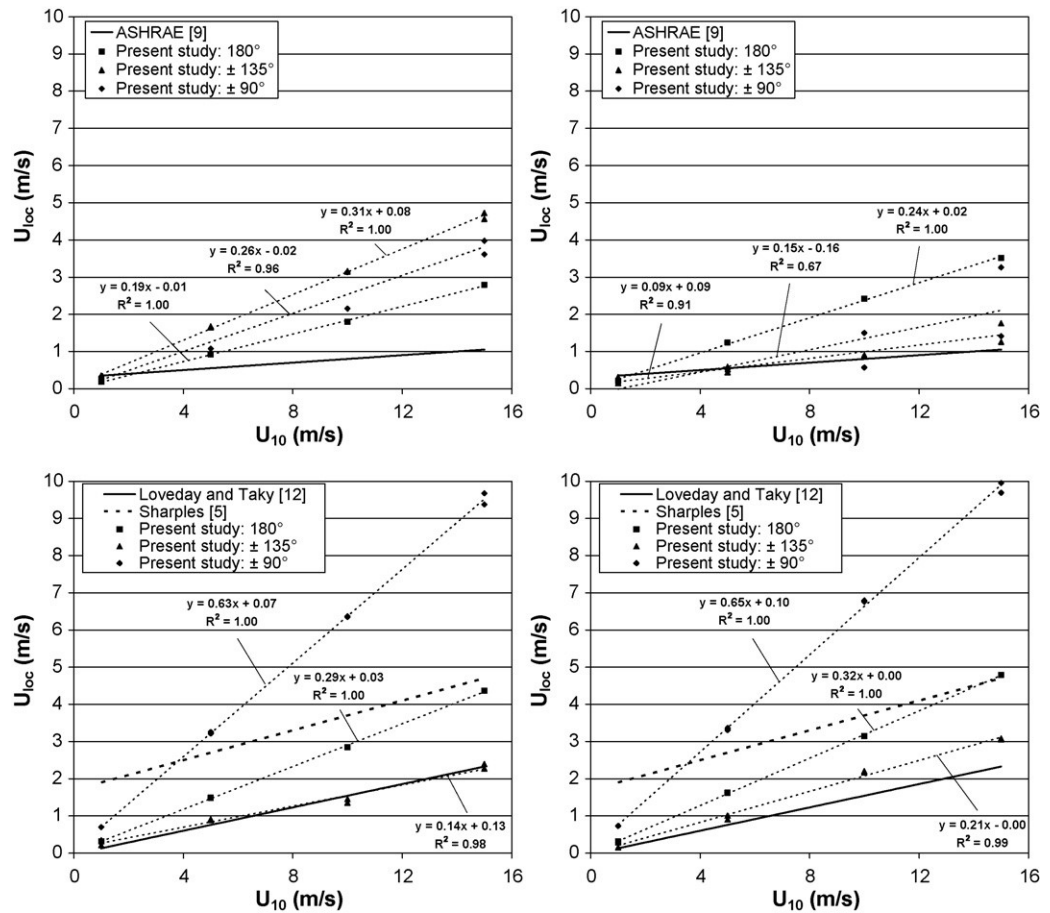


Рис. 3.6. Місцева швидкість проти швидкості вільного вітру для підвітряних умов (ліворуч: довга стіна, праворуч: коротка стіна).

Співвідношення для конвективного коефіцієнта теплопередачі. На останніх трьох малюнках наведені коефіцієнти конвективної теплопередачі для навітряної (рис. 3.7) і підвітряної (рис. 3.8) стін, а також швидкість вільного вітру покрівлі (рис. 3.9). Як і у випадку з місцевою швидкістю повітря, зображення ліворуч — це довга стіна, а зображення праворуч — коротка стіна. На цих малюнках символи представляють середнє значення коефіцієнтів поверхневої конвективної теплопередачі, а смуги представляють стандартне відхилення цих коефіцієнтів.

Що стосується навітряної поверхні, то на малюнку 3.7 видно, що три кореляції дають приблизно однакові значення для коефіцієнта конвективної тепловіддачі. Вони точно передбачили ситуацію з лицем, зверненим до навітряної стіни під кутом вітру  $0^\circ$ , але оцінили більше значення  $45^\circ$ . Різниці між результатами

для довгих і коротких стін не спостерігалось. Це добре узгоджується з постійною локальною швидкістю повітря навітряної стіни, знайденою в попередньому розділі.

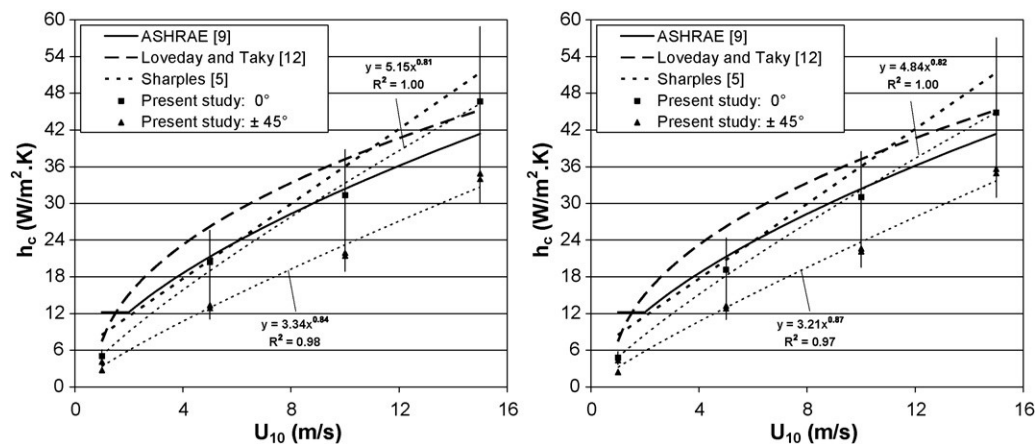


Рис. 3.7. Залежність коефіцієнта конвективної тепловіддачі від швидкості вільного повітряного потоку для противітряних умов (ліворуч: довга стінка, праворуч: коротка стінка).

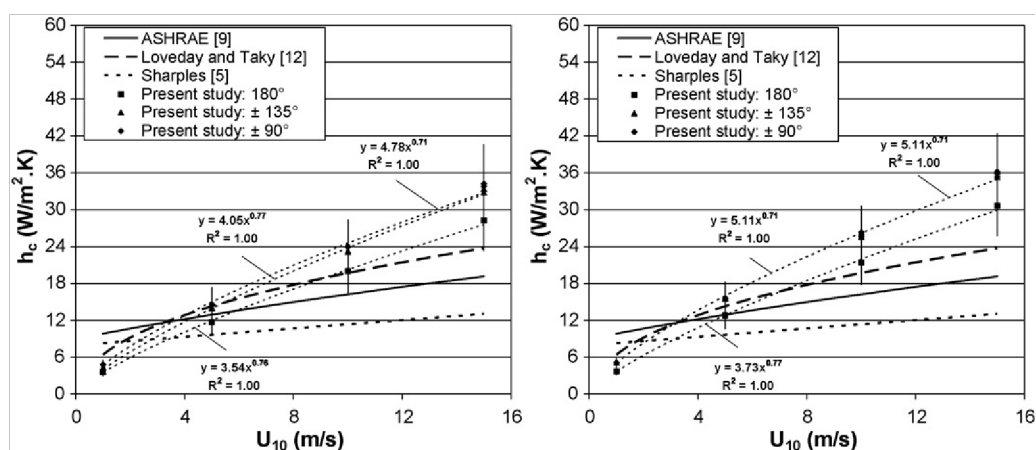


Рис. 3.8. Залежність коефіцієнта конвективної теплопередачі від швидкості вільного повітряного потоку в підвітряних умовах (ліворуч: довга стінка, праворуч: коротка стінка).

Кореляція для підвітряної стінки має тенденцію занижувати коефіцієнти конвективної теплопередачі для швидкостей вітру нижче 2 м/с і переоцінювати їх для швидкостей вітру вище 10 м/с. Залежність від кута не така важлива, як навітряна стіна, але все одно призводить до 15% різниці між 180° і 90°.

Той факт, що немає різниці між довгостінними та короткостінними результатами, можна передбачити за постійною локальною швидкістю на  $d_{loc} = 1,0$  м, оскільки це місце підходить для опису всього поля повітряного потоку біля

стінки. Той факт, що локальна швидкість змінюється на  $d_{loc} = 0,3$  м, але не змінюється коефіцієнт конвективної теплопередачі, свідчить про те, що це місце не можна використовувати для опису впливу потоку повітря на теплопередачу.

У випадку даху представлені три криві для Clear et al. Оскільки ця кореляція залежить від напрямку вітру. Оскільки значення коефіцієнта конвективної тепловіддачі зменшується зі збільшенням відстані від краю покрівлі по напрямку вітру ("x" в табл. 3.2), то виходить мінімальне і максимальне значення  $45^\circ$  і  $0^\circ$  відповідно. Коефіцієнти, знайдені в цьому дослідженні, наведені нижче. Ця тенденція, але з дещо вищими значеннями. Коефіцієнт МакАдамса не є функцією кута і передбачає найвище значення.

Таблиця 3.2 - Кореляція коефіцієнтів конвективної тепловіддачі даху

	Mac Adams	Hagishima and Tanimoto	Clear et al.
$h_c$	$5.7U_{10} + 3.8$	$11.42x^{0.109}U_{loc}^{0.891}$	$\eta(\lambda/L_n)0.15Ra_{L_n}^{1/3} + (\lambda/x)R_f0.0296Re_x^{4/5}Pr^{1/3}$
$d_{loc}$	–	0.13	–

Стандартне відхилення для всіх випадків становить близько 15% від середнього значення поверхні, що вказує на хорошу рівномірність коефіцієнта конвективної тепловіддачі по поверхні. Більш високі значення мають місце під кутом навітря, де відбувається розділення повітряного потоку та рециркуляція, тоді як мінімальні значення знаходяться у нижній частині вертикальної стінки біля землі, де повітря залишається нерухомим.

Приземний кут вітру даху дорівнює відносно довгої стіни.



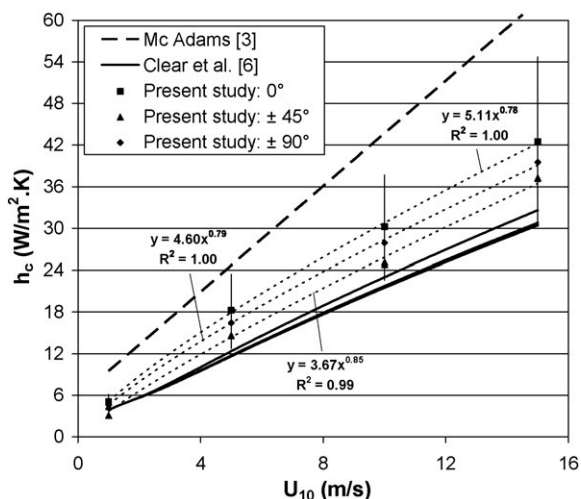


Рис. 3.9. Залежність коефіцієнта конвективної тепловіддачі від швидкості вітру та кута нахилу даху від стіни до вітру.

Таблиця 3 підсумовує кореляцію середніх поверхневих коефіцієнтів конвективної тепловіддачі, отриманих у цьому дослідженні, та їх відхилення по поверхні.

Таблиця 3.3 - Кореляційне співвідношення коефіцієнта конвективної тепловіддачі між швидкістю вітру 1-15 м/с та різницею температур повітря на поверхні 10°C

	Кут від поверхні до вітру <sup>a</sup> (°)	$h_c$ (Вт/м <sup>2</sup> К)	Відхилення (Вт/м <sup>2</sup> К)
Стіни	0	$5.15U_{10}^{0.81}$	$1.06U_{10}^{0.90}$
	45	$3.34U_{10}^{0.84}$	$0.52U_{10}^{0.72}$
	90	$4.78U_{10}^{0.71}$	$0.72U_{10}^{0.79}$
	135	$4.05U_{10}^{0.77}$	$0.57U_{10}^{0.65}$
	180	$3.54U_{10}^{0.76}$	$0.59U_{10}^{0.79}$
Покрівля	0	$5.11U_{10}^{0.78}$	$1.12U_{10}^{0.74}$
	45	$4.60U_{10}^{0.79}$	$0.62U_{10}^{0.51}$
	90	$3.67U_{10}^{0.85}$	$1.07U_{10}^{0.72}$

### 3.4 Висновки і узагальнення за результатами дослідження

Це дослідження мало на меті розробити більш точні кореляції для коефіцієнтів конвективної теплопередачі на зовнішніх поверхнях будівель. У цій

статті представлено значення коефіцієнта конвективного тепловіддачі як функцію швидкості та напрямку вітру та різниці температур на поверхні повітря.

Загалом, кореляція коефіцієнта конвективної теплопередачі, знайдена в літературі, добре узгоджується з результатами, отриманими в цьому дослідженні, але враховуючи, що 10% похибка в його значенні призведе до 5% похибки у споживанні енергії, використовуючи точне співвідношення Будівництво привернуло багато уваги.

Попередня робота над вертикальними стінами завжди забезпечувала співвідношення між місцевим повітрям і швидкістю вільного вітру. Між цими співвідношеннями та між поточними результатами спостерігалися відмінності. Крім того, встановлено, що різні значення місцевої швидкості повітря на відстані 0,3 м від підвітряної стінки не призводять до зміни коефіцієнта конвективної тепловіддачі. Тому використання місцевої швидкості повітря як основного параметра для оцінки коефіцієнта конвективної тепловіддачі не видається фізично коректним, а для кращого опису потоку повітря поблизу закритих конструкцій слід використовувати інші параметри.

З іншого боку, у випадку ізольованих малоповерхових будівель коефіцієнт конвективної тепловіддачі тісно пов'язаний зі швидкістю вільного вітру на вертикальних і горизонтальних поверхнях. Кут від поверхні до вітру відіграє важливу роль і його необхідно враховувати. Ці кореляції можна легко інтегрувати в програми енергетичного моделювання будівель, оскільки вони забезпечують степеневі функції вільної швидкості вітру для кожного досліджуваного тут кута вітру до поверхні.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 4.1 Охорона праці

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.

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 посторонніх 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;
- 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.

#### **4.1.1 Техніка безпеки при роботі із механізмами**

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 забезпечувати 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).

#### **4.1.2 Охорона праці під час виконання основних технологічних процесів**

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 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.

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.

Для проєктованого 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.

Проєктом 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.

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.

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.

Перед 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.

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.

Житлова будівля знаходиться у м. Львові. Для цієї місцевості інтенсивність грозової діяльності становить  $K = 50... 70$  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.

## 4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

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.

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 вантажопідійомних 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.

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.

Іммобілізацію 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. Зривати 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 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 кровеносної 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.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Держбуд України, 2016.
4. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. К.: Мінрегіонбуд України, 2018.
5. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016.
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 Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій. К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 2019.
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