

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

Центр перепідготовки та післядипломної освіти
(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

Магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Проект багатоповерхового житлового
з дослідженням огорожуючих конструкцій**

Виконав: студент (ка) 2 курсу, групи МБд-2
спеціальності (напряму підготовки) _____

192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

	_____	Малинович Ю.П.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	Бодрова Л.Г.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	Данильченко С.М.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Зав. кафедри	_____	Ясній В.П.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	Чубик В.Ф.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Будівельної механіки

Ясній В.П.

« _____ » _____ 201__ р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Малиновичу Ю.П.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект багатоповерхового житлового
з дослідженням огорожуючих конструкцій

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

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

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 13.12.2021

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

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

Вступ, Архітектурно-будівельна частина, Розрахунково-конструктивна частина

Наукова частина

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

Бібліографія

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

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

вузли, Календарний план, Технологічні карти

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Малинович Ю.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Бодрова Л.Г.

(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1 Архітектурно-будівельний	7
Вихідні дані проекту	7
1.1. Об'ємно-планувальне рішення	9
1.2. Архітектурно-конструктивне рішення	15
1.3. Будівельна фізика	20
1.4. Техніко-економічні показники	25
РОЗДІЛ 2. Розрахунково-конструктивна частина.....	26
2.1 Розрахунок будівлі. Результати розрахунку	26
РОЗДІЛ 3. Наукова частина	46
3.1 Вступ.....	46
3.2 Огляд літератури	46
3.3 Моделювання.....	48
3.4 Результати.....	51
3.5 Висновок	57
РОЗДІЛ 4: Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	61
4.1. Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях в ході проектної розробки.....	61
4.2. Аналіз будівельного процесу з метою виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	62
4.3. Основні нормативні вимоги при виконанні окремих видів робіт та експлуатації машин і механізмів.....	63
4.4. Розрахунок безпечності роботи механізмів та пристроїв електробезпеки...65	65
4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	70
4.5. Аналіз надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути.....	70
4.6. Розробка заходів і дій при виникненні надзвичайних ситуацій. Виконання долікарської допомоги у надзвичайних ситуаціях та при нещасних випадках.....	71
5. Бібліографія.....	75

ВСТУП

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

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

Актуальність теми. Відтік сільського населення в міста зумовив пришвидшення темпів будівництва житла в великих містах, зокрема і у Львові. В кваліфікаційній роботі запропоновано ряд сучасних архітектурних та конструктивних рішень при розробці офісної будівлі та приділено увагу енергоефективності будівлі.

Мета роботи: Розробка проекту багатоповерхового житлового будинку з дослідженням енергоефективності огорожуючих конструкцій.

Об'єктом дослідження уточнення коефіцієнтів теплопередачі при конвективних процесах для ізольованих будівель.

Предметом дослідження є уточнення коефіцієнтів теплопередачі.

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

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

1. Розробити об'ємно-планувальні рішення будівництва відповідно до умов на відведеній ділянці у м. Львів.
2. Проаналізувати інженерно-геологічні умови будівельного майданчика та запроектувати фундаменти.
3. Розробити конструктивні рішення щодо несучих елементів конструкцій.
4. Розробити скінченно-елементу модель будівлі.
5. Запропонувати уточнення коефіцієнтів теплопередачі при конвективних процесах.

6. За результатами проведених розрахунків запропонувати заходи по підвищенню енергоефективності будівель.

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

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

Наукова новизна. Вдосконалена методика моделювання енергоефективності. Отримала подальший розвиток методика визначення коефіцієнтів теплопередачі.

Практичні результати роботи можуть використовуватися проектними організаціями при виконанні енергетичних розрахунків будівлі. Результати порівняльного аналізу можуть застосовуватися для оцінки ефективності проектних рішень. Наведена в роботі методика моделювання може використовуватися в навчальному процесі при підготовці студентів за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія».

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

Публікація результатів магістерської роботи здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

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

Ключові слова: енергоефективність, матеріали, аналіз.

РОЗДІЛ 1 Архітектурно-будівельний

Вихідні дані проекту

Умови району будівництва

Проектована будівля зводиться на ділянці із спокійним рельєфом.
Ділянка для забудови знаходиться у м. Львів.

Згідно кліматичного районування «ДСТУ-Н Б В.1.1-27.2010 Будівельна кліматологія» ділянка будівництва знаходиться в II-й кліматичній зоні і має такі загальні характеристики:

Основні кліматичні характеристики території

Температури (розрахункові):

- найхолодніша 5-денка - 16,5 ° С;
- зимова вентиляційна - 5,9 ° С.

Опалювальний сезон:

- середня температура - 0,4 ° С;
- середня тривалість - 165 діб.

Глибина промерзання ґрунту:

- середня - 49 см;
- найменша - 38 см;
- найбільша - 74 см.

Середньорічна відносна вологість повітря - 82 %.

Середня кількість опадів - 878 мм

Висота снігового покриву:

- середня - 15 мм;
- максимальна - 35 см.

Середньорічна швидкість вітру - 4,5 м/с.

Найбільші можливі швидкості вітру:

- щорічно (середнє значення) - 32 м/с;
- ймовірність 1 раз на 5 років - 41 м/с;
- ймовірність 1 раз на 10 – 20 років - 39-41 м/с.

Згідно з «ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування»: район снігових опадів – 4.

Нормативне значення ваги снігового навантаження – 1,270 кПа.

Вітровий район – 3.

Нормативне значення вітрового навантаження – 0,427 кПа.

Нормативне значення глибини промерзання ґрунту – 0,85 м.

Основні дані для створення «рози вітрів» обрано з «ДСТУ-Н Б В.1.1-27.2010 Будівельна кліматологія».

Таблиця 1. Дані для «рози вітрів»

	Повторюваність напрямку вітру, %							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
Січень	4,5	3,6	8,6	19,7	8,1	15,6	27,7	12,2
Липень	4,2	3,2	8,7	18,2	8,1	15,5	29,1	12,2

Розміщення на генеральному плані житлового будинку виконується з врахуванням вимог специфіки розміщення основних проектних вулиць, раціонального використання відведеної території, таке розміщення має відповідати усім вимогам технологічних умов, санітарних вимог та протипожежних нормам та обов'язково повинне бути зручним для експлуатації і обслуговування.

Відвід дощових водостоків від будівлі організовано по бетонних лотках з випуском в загальноміську систему дощових водостоків.

На земельній ділянці будівництва відсутнє зелене насадження будь-якого виду, що підлягає знищенню, усі дерева будуть пересадженні в спеціально виділене місце.

побутових стоків. Для збору сміття майданчик облаштований спеціальними контейнерами з розподілом відходів по основних групах, з подальшою викиди в атмосферу відсутні.

Ділянка будівництва знаходиться на підвищенні тому потенційно не підтоплювана. Грунтові води зустрічаються на досить великій глибині від 18,6 до 19,6 м.

Функціональна характеристика об'єкту

10-ти поверхова будівля з трьохрівневим підземним паркінгом відноситься до 2-го ступеню вогнестійкості.

Загальна площа будівлі - 10 326,2 кв.м.

У підземному паркінгу розраховано по два паркомісця на кожную квартиру, а також виділено комори на кожную квартиру. В'їзд в паркінг організовано з двох основних прилеглих вулиць – вул. Проектної 123 та вул. Проектної 123 Бічної.

Вихід з паркінгу здійснюється двома ліфтами, або сходовою кліткою. У випадку НС евакуація проводиться через рампи заїзду-виїзду транспорту або сходовою кліткою.

1.1. Об'ємно-планувальне рішення

Запроектовано житловий будинок з розмірами у плані прямокутної форми – 22 x 23 м та виступом по периметру на першому поверзі 5,2 м.

Це триповерхова будівля з підвальним поверхом. Висота поверхів – 3,15 м. За умовну відмітку 0.000 прийнятий рівень підлоги нульового поверху.

Клас будівлі за довговічністю – II; клас будівлі за вогнестійкістю – II.

Планування будівлі максимально комфортне для мешканців, є чітке функціональне зонування. Усі приміщення мають нормовану інсоляцію. Багато приміщень мають природне освітлення через засклені фасади.

Таблиця 1.1. Експлікація приміщень

Назва	Площа
Спортзал	67м ²

Комора	5м ²
Комора	5м ²
Комора	4м ²
Комора	4м ²
Господарське приміщення	90м ²
Комора	3м ²
Комора	4м ²
Комора	3м ²
Комора	4м ²
Комора	3м ²
Комора	4м ²
Комора	3м ²
Комора	5м ²
Гардероб	6 м ²
Спальня	21м ²
Санвузол	5,5м ²
Санвузол	3м ²
Спальня	11м ²
Санвузол	3м ²
Спальня	13м ²
Комора	6м ²
Пральня	5м ²
Кухня	10м ²
Студія	11м ²
Вітальня	25м ²

Їдальня	19м ²
Санвузол	2м ²
Гардероб	2м ²
Спальня	14м ²
Санвузол	4м ²
Спальня	11м ²
Студія	13м ²
Санвузол	4м ²
Санвузол	2м ²
Вітальня	22м ²
Їдальня	17м ²
Кухня	10м ²
Пральня	3м ²
комора	8м ²
Гардероб	3м ²
Спальня	16м ²
Санвузол	4м ²
Санвузол	3м ²
Спальня	14м ²
Санвузол	1м ²
Пральня	3м ²
Комора	6м ²
Кухня	8м ²
Вітальня	14м ²
Їдальня	12м ²

Коридор	11м ²
Студія	11м ²
Санвузол	3м ²
Санвузол	3м ²
Санвузол	5м ²
Санвузол	2м ²
Їдальня	19м ²
Вітальня	26м ²
Кухня	10м ²
Пральня	5м ²
Комора	6м ²
Спальня	13м ²
Спальня	11м ²
Спальня	21м ²
Гардероб	5м ²
Гардероб	2м ²
Спальня	14м ²
Санвузол	4м ²
Спальня	11м ²
Санвузол	4м ²
Їдальня	17м ²
Вітальня	23м ²
Санвузол	2.02 м ²
Кухня	10м ²
Пральня	4м ²

Комора	9м ²
Гардероб	4м ²
Спальня	18м ²
Санвузол	5м ²
Санвузол	3м ²
Спальня	14м ²
Санвузол	2м ²

1.2. Архітектурно-конструктивне рішення

Конструктивною схемою будівлі є повний монолітний каркас.

Фундамент – суцільна залізобетонна монолітна плита товщиною 560 мм з бетону класу С16/20.

Зовнішні стіни – залізобетонні монолітні товщиною 250 мм з бетону класу С12/15. Прив'язка – осьова. Так як підвальний поверх експлуатований, то його стіни утеплюються та гідроізольуються згідно деталей на відповідних кресленнях.

Стіни шахт ліфтів – монолітна залізобетонна стіна товщиною 250.

Перегородки – керамзитобетонні товщиною 120 мм.

Колони – монолітні залізобетонні 400 та 500 мм на висоту поверху з бетону кл. С20/25.

Перекрыття – монолітні залізобетонні плити товщиною 180 мм з бетону класу С20/25.

Сходові марші та площадки – монолітні залізобетонні з бетону класу С20/25.

Покрівля – суміщена плоска рулонна з 2 шарами «Ізопласту» ХПП-3,0 та ЕКП-5,0, з внутрішнім водостоком, утеплювач – екструдований пінополістирол URSA XPS N-III-I товщиною 160 мм.

Монтаж систем опалення та вентиляції вести згідно вимог ДБН В.2.564:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».

Двері підібрані каталогам, протипожежні ТУ5262-001-51740842-99, в стулках.

Вітражі і вікна, елементи покрівлі – метало-пластикові профілі SCHÜKO з заповненням 2-х камерними склопакетами.

Холодне водопостачання

Джерелом водопостачання систем господарсько-питного, гарячого та протипожежного водопостачання є міські водопровідні мережі. Зовнішня водопровідна мережа запроектована з поліхлорвінілових труб із PVC діаметром 110 мм на глибині не менше 1,5 м від планувальних відміток землі до верху труби. Проектом передбачається підведення води по двох водоводах.

Необхідний напір на господарсько-побутові потреби потреби – 50 м в.ст., на пожежогасіння – 62 м в.ст.

Мережі водопроводу передбачаються із сталевих електрозварювальних труб Ø100мм по ГОСТ 10704-91. Сталеві труби виконуються з внутрішнім полімерним покриттям і зовнішньої гідроізоляцією.

Для обліку витрат води встановлюється загальний лічильник холодної води типу ЛЛТ Ø 80 мм.

Робота насосної станції передбачена в автоматичному режимі залежно від тиску води в системі водопостачання.

У насосній станції встановлюються дві групи насосів:

1 група – насоси протипожежного водопостачання 2 шт.;

2 група – насоси господарчо-побутового водопостачання.

Насосна станція відноситься до 1 категорії.

Господарсько-питний і протипожежний водопровід передбачений для підведення води до санітарних приладів, поливальних і пожежних кранів.

Згідно ДБН В.2,5-13-98 "Пожежна автоматика будинків та споруд" та переліку однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння, за ступенем розвитку пожежі торгово-розважальний центр відноситься до 1-ї групи приміщень.

Гаряче водопостачання

установці, яка розташована на нижньому рівні паркінгу.

Трубопроводи монтуються металопластикових труб RIFENG з ізоляцією.

Трубопроводи, які прокладаються в підвалі, під стелею та штрабах, ізолюються тепловою ізоляцією.

Каналізація господарсько-побутова

Відведення господарсько-побутових стоків передбачено в існуючу каналізаційну мережу.

Зовнішня мережа господарсько-побутової каналізації запроектована з полівінілхлоридних каналізаційних труб типу ПВХ SN8SDR33 діаметрами 200 і 160 мм.

В будівлі запроектована господарсько-побутова система каналізації з випусками в зовнішню мережу.

Трубопроводи системи монтуються з чавунних каналізаційних труб по ДСТУ Б В.2.5-25:2005 в підвалі і на поверхах під стелею та поліетиленових труб системи "ПВХ" – підключення від стояків до приладів.

Колодязі на каналізаційній мережі виконати із збірних залізобетонних конструкцій згідно з ГОСТ 8020-90.

Каналізація дощова

Відведення дощових вод передбачено в існуючий колектор міських мереж дощових вод.

Зовнішня мережа каналізації запроектована з полівінілхлоридних труб типу ПВХ SN8SDR33.

Колодязі виконуються із збірних залізобетонних конструкцій згідно з ГОСТ 8020-90.

Для відведення дощових вод з покрівлі запроектована система внутрішніх водостоків.

Вода з внутрішніх водостоків відводиться в зовнішні мережі дощової каналізації.

Випуски з будівлі запроектовані з полівінілхлоридних труб типу ПВХ SN8SDR33.

Опалення

опалення, джерелом енергії обрано – електроенергію.

Теплоносій – вода з параметрами $T_1=90$ °С, $T_2=70$ °С.

Як нагрівальні прилади прийняті радіатори сталі ДСТУ 8690-94 з номінальним тепловим потоком 1 секції 0,16 кВт. Система опалювання передбачена з нижньою розводкою.

Магістральні трубопроводи систем опалювання і трубопроводи опалювальних стояків передбачені з спеціалізованих пластикових труб з термоізоляцією.

Регулювання теплового потоку радіаторів здійснюється клапанами-термостатами HERZ-2000.

Монтаж системи вести згідно вимог ДБН В.2.5-64:2012.

Вентиляція

У житловому будинку запроектована загальнообмінна, припливно-витяжна система вентиляції з механічним побудженням.

Видалення повітря передбачене механічне витяжними каналними вентиляторами.

Приплив – механічний припливними вентустановками та неорганізований через вікна.

Газопостачання

Газопостачання будівлі запроектоване від існуючого газопроводу високого тиску.

Газопровід монтується з сталевих електрозварних труб по ГОСТ 10704-91. Газ до газових плит підвести від газопроводу низького тиску.

Трубопроводи зовнішньої та внутрішньої системи газопостачання монтуються із сталевих електрозварних труб по ГОСТ 10704-91.

Для зниження тиску використовується ГРП шафового типу.

Електропостачання

Силовими електроспоживачами будівлі є: електроприводи ліфтів, насоси протипожежного і питного водопостачання, сантехнічної вентиляції, кінотеатру, технологічні струмоспоживачі магазинів, кафе тощо. Всі силові струмоспоживачі будівлі живляться від водно-розподільних пристроїв.

електроспоживачів I - II категорії.

Електропостачання виконано від двотрансформаторної підстанції 2 x 630 А/10 кВ і перевірено по допустимих втратах електричної напруги, 10-допустимому

Облік електроенергії передбачений на ввідній панелі.

Зовнішнє освітлення

Проектом передбачений пристрій зовнішнього електроосвітлення території будинку - вуличними світильниками з натрієвими лампами високого тиску. Живлення мережі зовнішнього освітлення виконано від шафи вуличного освітлення ШУ-I-710. Мережа зовнішнього освітлення виконується кабелем марки АВВГ-1 перерізом 4x16 мм².

Електрообладнання і електроосвітлення

Проект житлового будинку розроблений у відповідності з ПУЕ, ДБН.В.2.5-23-2003. По надійності електропостачання будівля відноситься до електроспоживачів I-II категорії.

Проектом передбачений пристрій робочого, аварійного (евакуаційного), ремонтного освітлення в усіх приміщеннях будинку. Всі мережі електроосвітлення живляться від ввідно-розподільних пристроїв.

Розрахункове навантаження – 450 кВт. Номінальна напруга мережі 380/220 В.

Електрощитові будинку знаходиться у господарських приміщеннях паркінгу. Ввідно-розподільчий пристрій встановлюється в електрощитовій.

На кожному поверсі у сходових клітках встановлюються розподільчі щитки, автоматичні вимикачі.

Електроосвітлення будівлі виконується на напрузі ~ 220 В. Керування освітленням передбачено вимикачами, установленими по місцю. Мережа освітлення сходових кліток, поверхових коридорів, входів у будівлю виконується кабелем ВВГ.

Зануленню (заземленню) підлягають каркаси ввідно-розподільчих пристроїв, корпуси розподільчих (поверхових) щитів, корпуси світильників, сталеві труби електропроводки і ін.

Занулення виконується приєднанням до нульового проводу мережі живлення або до окремого нульового захисного провідника.

Блискавкозахист

Детально про громовідвід дивитися «РОЗДІЛ 4 Охорона праці та безпека в НС»

Пожежна сигналізація

Система автоматичної пожежної сигналізації передбачає установку димових пожежних сповіщувачів СПД-3.2 та ручних SPR.

В якості приймально-контрольного приладу прийнято прилад “Тирас-16.64П”. Живлення приладу передбачено у електросилової частині проекту.

Теплові та димові датчики встановлюються на стелі приміщень з урахуванням розміщення світильників.

Сигнал про виникнення пожежі здійснюється світло-звуковим оповіщувачем, розташованим на фасаді будівлі. Лінія до ОСЗВ виконується кабелем ВВГ 4x1,5 мм.

Абонентська мережа до сповіщувачів виконується:

- кабелем ПСВВ відкрито по стелі та стінах для димових датчиків;
- проводом ТРВ відкрито по стелі та стінах.

Проектом передбачено встановлення ручних сповіщувачів на виходах з приміщення.

Газосигналізація

Проектом передбачено встановлення газосигналізаторів концентрацій паливних газів (20 % НКГР) у підвальному поверсі комплексу. Використовуються газосигналізатори типу СГБ-1-5Е. Режим роботи даних газосигналізаторів неперервний. При спрацюванні газосигналізатор видає переривчасті світловий і звуковий сигнали.

Живлення газосигналізаторів передбачено від ВРУ з влаштуванням АВР. Мережа газосигналізації виконується кабелем марки ВВГ відкрито по стінах з кріпленням скобами по підвалу і заховано під штукатуркою у сходовій клітці і поверховому коридору. Напруга живлення ~ 220 В, 50 Гц.

1.3. Будівельна фізика

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

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

Регульований мікроклімат у приміщеннях створюється:

1) Мірами архітектурно-планувального або будівельного проектування. Мається на увазі не тільки захист від атмосферних впливів, але і найкраще використання природних ресурсів енергії (променистої, вітру, і ін.), тобто погодженість архітектури і клімату.

2) Застосуванням штучних способів кліматизації приміщень: опалення, вентиляції і кондиціонування внутрішнього повітря. Ця задача вирішується в тісній взаємодії з обраними характеристиками конструкцій, що обгороджують: стін, покриття, підлоги.

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

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

Теплотехнічний розрахунок виконуємо для основних багатошарових конструкцій, стін та покриттів.

Місто Львів відноситься до другої температурної зони України.

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

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

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

Розрахунок опору теплопередачі зовнішньої стіни будинку

Опір теплопередачі усіх огорожуючих конструкцій визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_з},$$

де $\alpha_в$, $\alpha_з$ – це коефіцієнти тепловіддачі поверхонь, як внутрішньої так і зовнішньої, оголоджуючої конструкції, та вимірюється в Вт/(м²·К);

R_i – термічний опір i -го шару, та вимірюється в м²·К/Вт;

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

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

Для зовнішньої стіни коефіцієнти тепловіддачі береться з «ДБН В.2.6-31:2006» та відповідно – $\alpha_в=8,7$ Вт/(м²·К), $\alpha_з=23$ Вт/(м²·К).

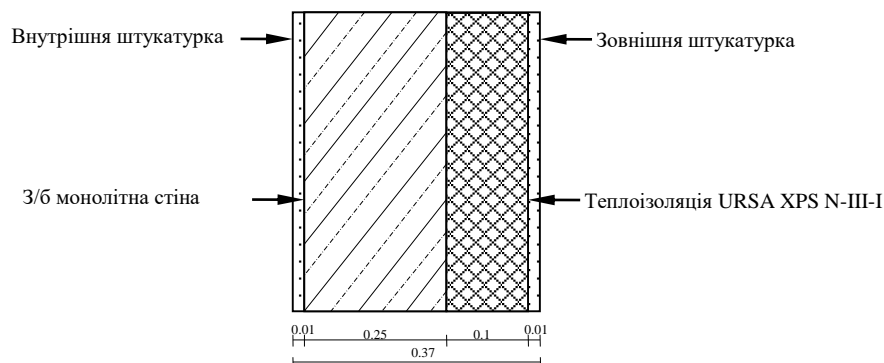


Рис. 1.1. Будова зовнішньої огорожуючої конструкції

Таблиця 1.5. Характеристики матеріалів стіни будинку (зовнішньої)

	Найменування шару	δ (м)	ρ (кг/м ³)	λ (Вт/м·К)	R (м·К/Вт)
1	Внутрішнє чорнове тинькування	0,03	812	0,91	0,011
2	Залізобетонна монолітна стіна	0,27	2460	2,13	0,09
3	Утеплювач пінополіуритан	x	34	0,021	
4	Внутрішнє чорнове тинькування	0,03	824	0,81	0,010

Термічний опір визначаємо за формулою:

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

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

Для зовнішньої стіни розрахунковий опір теплопередачі розраховуємо:

$$R = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3} = 0,115 + \frac{0,02}{0,82} + \frac{0,28}{2,05} + \frac{x}{0,031} + \frac{0,02}{0,82} + 0,158;$$

$$x = 0,11;$$

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

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

Розрахунок ізоляційної ефективності покрівлі

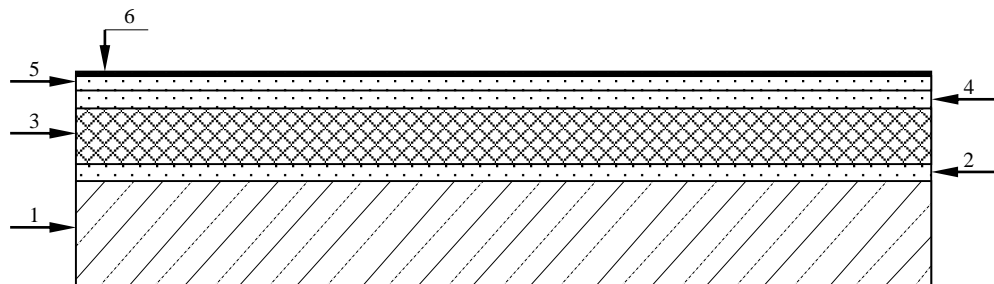


Рис.1.2. Конструкція покрівлі

Табл. 1.6. «Теплотехнічні показники покриття»

	Найменування шару	δ (м)	ρ (кг/м ³)	λ (Вт/м·К)	R (м·К/Вт)
1	Монолітна залізобетонна плита	0,179	2450	2,15	0,078
2	Пароізоляція	0,002	1590	0,14	0,015
3	Утеплювач - поліуритан	x	31	0,031	-
4	Гравійна засипка	0,04	861	0,13	0,21
5	Стяжка з цементно-піщаної суміші	0,03	1720	0,82	0,029
6	«Полімоочовина» - 2 шари	0,02	212	0,21	0,19

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

Розрахунковий опір теплопередачі покрівля буде становити:

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{1}{\alpha_8} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} + \frac{1}{\alpha_3} \\
 &= 0,115 + \frac{0,185}{2,05} + \frac{0,003}{0,13} + \frac{x}{0,031} + \frac{0,03}{0,13} + \frac{0,02}{0,8} + \\
 &+ \frac{0,01}{0,21} + 0,158; \\
 x &= 0,158; \\
 R &= 5,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}
 \end{aligned}$$

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

1.4. Техніко-економічні показники

Таблиця 1.7. Техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування	Показники	
1.	Назва будинку та місце будівництва	Житловий будинок з підземним багаторівневим паркінгом м. Львів	
2.	Категорія складності об'єкта	III	
3.	Характер будівництва (нове, реконструкція)	нове	
4.	Кошторисна вартість будівництва, в т.ч.: - будівельно-монтажні роботи	70 992 625 грн	
5.	Поверховість будинку	10 поверхів	
6.	Загальна площа	м ²	10 326,2
7.	Корисна площа	м ²	7 102,9
8.	Житлова площа	м ²	7 375,5
9.	Площа паркінгу	м ²	2 950,7
10.	Будівельний об'єм будинку, в т.ч. підвалу	м ³	27 897,5
		м ³	8 613,2
11.	Площа забудови	м ²	773,3

РОЗДІЛ 2. Розрахунково-конструктивна частина

Формування моделі будівлі

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

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

2 Розрахунок будівлі. Результати розрахунку

2.1 Вихідні данні для проектування колон:

- Назва :
- Відносна відмітка : ---
- Коефіцієнт повзучості бетону : $j_p = 2.23$
- Клас цементу : N
- Клас доквілля : X0
- Клас структури : S1

2.1 Колона: колона 1

Кількість однакових елементів: 12

2.1.1 Властивості матеріалу:

- Бетон : C35/45 $f_{ck} = 3.50 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$
- Вага одиниці : 2501.36 (kG/m³)
- Сукупний розмір : 20.0 (mm)
- Поздовжнє армування: : B450C $f_{yk} = 45.00 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$
Клас пластичності : C
- Поперечне армування: : B450C $f_{yk} = 45.00 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$

2.1.2 Геометрія:

- Діаметр 45.0 x 28.0 (cm)
- Висота: L = 3.50 (m)
- Товщина плити = 0.00 (m)

Висота балки = 0.00 (m)
Захисний шар = 4.0 (cm)

2.1.3 Варіанти розрахунку:

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

2.1.4 Навантаження:

Case	Nature Mz(i) (kN*m)	Group	gf	N (kN)	My(s) (kN*m)	My(i) (kN*m)	Mz(s) (kN*m)	Mz(i) (kN*m)
DL1	dead load(Structural)	1	1.35	2150.0	5.0	2.0	3.0	1.5
LL1	live load(Category C)	1	1.50	200.0	0.0	0.0	0.0	0.0

f - load factor

2.1.5 Результати розрахунку:

Фактори безпеки $Rd/Ed = 1.03 > 1.0$

Аналіз ULS/ALS

Комбінація дизайну: 1.35DL1+1.50LL1

Тип комбінації: ULS

Внутрішні сили:

$N_{sd} = 3202.5$ (kN) $M_{sdy} = 5.1$ (kN*m) $M_{sdz} = 3.2$ (kN*m)

Проектні сили:

Верхній вузол

$N = 3202.5$ (kN) $N^*_{etotz} = 64.1$ (kN*m) $N^*_{etoty} = 64.1$ (kN*m)

Eccentricity:

	e_0 :	e_z (My/N)	e_y (Mz/N)
Initial		0.2 (cm)	0.1 (cm)
Imperfection	e_i :	0.6 (cm)	0.4 (cm)
I order ($e_0 + e_i$)	e_0Ed :	0.8 (cm)	0.5 (cm)
Minimal	e_{Edmin} :	2.0 (cm)	2.0 (cm)
Total	e_{Ed} :	2.0 (cm)	2.0 (cm)

Детальний аналіз-напряв Y:

Аналіз стрункості

Конструкція, що не розхитується

L (m)	Lo (m)	l	l _{lim}	
3.50	2.45	30.31	13.47	Струнка колона

Аналіз вигину

$$M_A = 6.8 \text{ (kN*m)} \quad M_B = 2.7 \text{ (kN*m)} \quad M_C = 5.1 \text{ (kN*m)}$$

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

не врахована

$$M_{02} = \max(|M_A| ; |M_B|)$$

$$M_{01} = \min(|M_A| ; |M_B|)$$

$$M_{0e} = 0.6 * M_{02} + 0.4 * M_{01} = 5.1 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{0emin} = 0.4 * M_{02}$$

$$M_0 = \max(M_{0e}, M_{0emin})$$

$$e_a = q_1 * l_0 / 2 = 0.6 \text{ (cm)}$$

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

$$q_0 = 0.01$$

$$a_h = 1.00$$

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

$$m = 1.00$$

Method based on nominal stiffness

$$\left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] = 1.60$$

$$b = 1.23$$

$$N_b = (p^2 * EJ) / l_0^2 = 9737.1 \text{ (kN)}$$

$$EJ = K_c * E_{cd} * J_c + K_s * E_s * J_s = 5921.90 \text{ (kN*m}^2\text{)}$$

$$j_{ef} = 1.65$$

$$J_c = 82320.0 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$J_s = 1830.4 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$K_c = 0.10 \text{ ()}$$

$$K_s = 1.00 \text{ ()}$$

$$M_{Edmin} = 64.1 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Ed} = \max \left\{ M_{Edmin}; \left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] M_{0Ed} \right\} = 64.1 \text{ (kN*m)}$$

Детальний аналіз-Напряв Z:

Аналіз стрункості

Конструкція, що не розхитується

L (m)	Lo (m)	l	l _{lim}	
3.50	1.75	13.47	13.47	Slender column

Аналіз вигину

$$M_A = 4.1 \text{ (kN*m)} \quad M_B = 2.0 \text{ (kN*m)} \quad M_C = 3.2 \text{ (kN*m)}$$

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

$$M_{02} = \max(|M_A| ; |M_B|)$$

$$M_{01} = \min(|M_A| ; |M_B|)$$

$$M_{0e} = 0.6 * M_{02} + 0.4 * M_{01} = 3.2 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{0emin} = 0.4 * M_{02}$$

$$M_0 = \max(M_{0e}, M_{0emin})$$

$$e_a = q_1 * l_0 / 2 = 0.4 \text{ (cm)}$$

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

$$q_0 = 0.01$$

$$a_h = 1.00$$

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

$$m = 1.00$$

Method based on nominal stiffness

$$\left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] = 1.10$$

$$b = 1.23$$

$$N_b = (p^2 * EJ) / l_0^2 = 42196.1 \text{ (kN)}$$

$$EJ = K_c * E_{cd} * J_c + K_s * E_s * J_s = 13093.30 \text{ (kN*m}^2\text{)}$$

$$j_{ef} = 1.65$$

$$J_c = 212625.0 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$J_s = 5248.9 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$K_c = 0.04 \text{ ()}$$

$$K_s = 1.00 \text{ ()}$$

$$M_{Edmin} = 64.1 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Ed} = \max \left\{ M_{Edmin}; \left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] M_{0Ed} \right\} = 64.1 \text{ (kN*m)}$$

Площа арматури:

Реальна (надана) площа

$$A_{sr} = 29.45 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Співвідношення:

$$\square\square = 2.34 \%$$

2.1.6 Площа арматури:

Основні шини (B500B):

$$\bullet \bullet \bullet \quad 6 \square 25 \quad l = 3.46 \quad \text{(m)}$$

Поперечне армування: (B500C):

$$\text{хомути:} \quad 16 \square 8 \quad l = 1.24 \text{ (m)}$$

$$\text{шпильки} \quad 16 \square 8 \quad l = 0.37 \text{ (m)}$$

2.1.7 Огляд матеріалу:

$$\bullet \text{ Об'єм бетону} \quad = 5.29 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\bullet \text{ Опалубка} \quad = 61.32 \text{ (m}^2\text{)}$$

- Сталь B500B
 - Загальна вага = 1082.39 (kG)
 - Густина = 204.53 (kG/m³)
 - Середній діаметр = 15.6 (mm)
 - По діаметрах:

		Діаметр	Довжина (m)	Вага (kG)	Кількість (No.) (kG)	Заг. вага
8	0.37	0.15	192	28.41		
8	1.24	0.49	192	93.71		
25	3.46	13.34	72	960.28		

2.2 Колона: колона 2

Кількість однакових елементів: 6

2.2.1 Властивості матеріалу:

- Бетон : C35/45 $f_{ck} = 3.50$ (kN/cm²)
- Вага одиниці : 2501.36 (kG/m³)
- Сукупний розмір : 20.0 (mm)
- Поздовжнє армування: : B450C $f_{yk} = 45.00$ (kN/cm²)
Клас пластичності : C
- Поперечне армування: : B450C $f_{yk} = 45.00$ (kN/cm²)

2.2.2 Геометрія:

2.2.1	Діаметр	45.0 x 28.0 (cm)
2.2.2	Висота: L	= 3.50 (m)
2.2.3	Товщина плити	= 0.00 (m)
2.2.4	Висота балки	= 0.00 (m)
2.2.5	Захисний шар	= 4.0 (cm)

2.2.3 Варіанти розрахунку:

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

- Клас вогнестійкості : I

2.2.4 Навантаження:

Case	Nature Mz(i)	Group	gf	N (kN)	My(s) (kN*m)	My(i) (kN*m)	Mz(s) (kN*m)
DL1	dead load(Structural)	1	1.35	2150.0	5.0	2.0	3.0
LL1	live load(Category C)	1	1.50	200.0	0.0	0.0	0.0

f - load factor

2.2.5 Результати розрахунку:

Фактори безпеки $Rd/Ed = 1.03 > 1.0$

Аналіз ULS/ALS

Комбінація дизайну: 1.35DL1+1.50LL1

Тип комбінації: ULS

Внутрішні сили:

$$N_{sd} = 3202.5 \text{ (kN)} \quad M_{sdy} = 5.1 \text{ (kN*m)} \quad M_{sdz} = 3.2 \text{ (kN*m)}$$

Проектні сили:

Верхній вузол

$$N = 3202.5 \text{ (kN)} \quad N^*_{etotz} = 64.1 \text{ (kN*m)} \quad N^*_{etoty} = 64.1 \text{ (kN*m)}$$

Eccentricity:

	e0:	ez (My/N)	ey (Mz/N)
Initial		0.2 (cm)	0.1 (cm)
Imperfection	ei:	0.6 (cm)	0.4 (cm)
I order (e0 + ei)	e0Ed:	0.8 (cm)	0.5 (cm)
Minimal	eEdmin:	2.0 (cm)	2.0 (cm)
Total	eEd:	2.0 (cm)	2.0 (cm)

Детальний аналіз-напряв Y:

Аналіз стрункості

Конструкція, що не розхитується

L (m)	Lo (m)	l	l _{lim}	
3.50	2.45	30.31	13.47	Струнка колона

Аналіз вигину

$$M_A = 6.8 \text{ (kN*m)} \quad M_B = 2.7 \text{ (kN*m)} \quad M_C = 5.1 \text{ (kN*m)}$$

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

не врахована

$$M_{02} = \max(|M_A| ; |M_B|)$$

$$M_{01} = \min(|M_A| ; |M_B|)$$

$$M_{0e} = 0.6 * M_{02} + 0.4 * M_{01} = 5.1 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{0emin} = 0.4 * M_{02}$$

$$M_0 = \max(M_{0e}, M_{0emin})$$

$$\begin{aligned}
 ea &= q_1 * l_0 / 2 = 0.6 \text{ (cm)} \\
 q_1 &= q_0 * a_h * a_m = 0.01 \\
 q_0 &= 0.01 \\
 a_h &= 1.00 \\
 a_m &= (0.5(1+1/m))^{0.5} = 1.00 \\
 m &= 1.00
 \end{aligned}$$

Method based on nominal stiffness

$$\left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] = 1.60$$

$$b = 1.23$$

$$N_b = (p^2 * EJ) / l_0^2 = 9737.1 \text{ (kN)}$$

$$EJ = K_c * E_{cd} * J_c + K_s * E_s * J_s = 5921.90 \text{ (kN*m}^2\text{)}$$

$$j_{ef} = 1.65$$

$$J_c = 82320.0 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$J_s = 1830.4 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$K_c = 0.10 \text{ ()}$$

$$K_s = 1.00 \text{ ()}$$

$$M_{Edmin} = 64.1 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Ed} = \max \left\{ M_{Edmin}; \left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] M_{0Ed} \right\} = 64.1 \text{ (kN*m)}$$

Детальний аналіз-Напряг Z:

Аналіз стрункості

Конструкція, що не розхитується

L (m)	Lo (m)	l	l _{lim}	
3.50	1.75	13.47	13.47	Slender column

Аналіз вигину

$$M_A = 4.1 \text{ (kN*m)} \quad M_B = 2.0 \text{ (kN*m)} \quad M_C = 3.2 \text{ (kN*m)}$$

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

не врахована

$$M_{02} = \max(|M_A| ; |M_B|)$$

$$M_{01} = \min(|M_A| ; |M_B|)$$

$$M_{0e} = 0.6 * M_{02} + 0.4 * M_{01} = 3.2 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{0emin} = 0.4 * M_{02}$$

$$M_0 = \max(M_{0e}, M_{0emin})$$

$$ea = q_1 * l_0 / 2 = 0.4 \text{ (cm)}$$

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

$$q_0 = 0.01$$

$$a_h = 1.00$$

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

$$m = 1.00$$

Method based on nominal stiffness

$$\left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] = 1.10$$

$$b = 1.23$$

$$N_b = (p^2 * EJ) / l_0^2 = 42196.1 \text{ (kN)}$$

$$EJ = K_c * E_{cd} * J_c + K_s * E_s * J_s = 13093.30 \text{ (kN*m}^2\text{)}$$

$$j_{ef} = 1.65$$

$$J_c = 212625.0 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$J_s = 5248.9 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$K_c = 0.04 \text{ ()}$$

$$K_s = 1.00 \text{ ()}$$

$$M_{Edmin} = 64.1 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Ed} = \max \left\{ M_{Edmin}; \left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] M_{0Ed} \right\} = 64.1 \text{ (kN*m)}$$

Площа арматури:

Реальна (надана) площа
Співвідношення:

$$A_{sr} = 29.45 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\square\square = 2.34 \%$$

Площа арматури:

Основні шини (B500B):

$$\bullet \bullet \bullet \quad 6 \square 25 \text{ l} = 3.46 \quad (\text{m})$$

Поперечне армування: (B500C):

$$\text{ХОМУТИ:} \quad 16 \square 8 \text{ l} = 1.24 \text{ (m)}$$

$$\text{ШПИЛЬКИ} \quad 16 \square 8 \text{ l} = 0.37 \text{ (m)}$$

2.2.6 Огляд матеріалу:

- Об'єм бетону = 5.29 (m³)
- Опалубка = 61.32 (m²)
- Сталь B500B
 - Загальна вага = 1082.39 (kG)
 - Густина = 204.53 (kG/m³)
 - Середній діаметр = 15.6 (mm)
 - По діаметрах:

		Діаметр	Довжина (m)	Вага (kG)	Кількість (No.) (kG)	Заг. вага
8	0.37	0.15	192	28.41		
8	1.24	0.49	192	93.71		

25 3.46 13.34 72 960.28

2.3 Вихідні данні: Проєктування балок

- Назва : стандартна
- Відносна відмітка : ---
- Максимальне розтріскування : 0.30 (mm)
- Незахищеність : X0
- Коефіцієнт повзучості бетону : $j_p = 2.24$
- Клас цементу : N
- Вік бетону (момент навантаження) : 28 (days)
- Вік бетону : 50 (years)
- Вік бетону після зведення конструкції : 365 (years)
- Структурний клас : S1
- Клас вогнестійкості : I
- • Рекомендації FFB 7.4.3(7) : 0.00

2.3 Балка: Балка1_1

Кількість однотипних: 1

2.3.1 Властивості матеріалів:

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

2.3.2 Геометрія:

Проліт	Позиція	Л.опор.	L	Пр.опора.
		(m)	(m)	(m)
P1	проліт	0.40	7.00	0.40
Довжина прольоту: $L_0 = 7.40$ (m)				
Перетин from 0.00 to 7.00 (m)				
35.0 x 60.0 (cm)				
without left slab				
without right slab				

2.3.3 Основа розрахунку:

- Сполучення навантажень : EN 1990:2002
- Розрахунок згідно з : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Сейсмічні обмеження : Без вимог
- Збірна конструкція : no
- Захисний шар : низ $c = 4.0$ (cm)
- Похибка в зах. шару : бік $c1 = 4.0$ (cm)
- : верх $c2 = 4.0$ (cm)
- Коэффициент $b2 = 0.50$: довготривалі чи циклічні навантаження
- Методика для поперечної : нахил стійки

2.3.4 Навантаження:

Type	Постійні:		Span	$\square f$	X0	Pz0	X1	Pz1	X2	Pz2
	Nature	Pos.								
	X3					(m)	(kN/m)	(m)	(kN/m)	(m)
uniform	(kN/m)	(m)	top	1		1.35	-	0.0	-	-
	dead load(Structural)									
uniform	-	-	top	1		1.35	-	14.0	-	-
	dead load(Structural)									
uniform	live(Category A)		top	1		1.50	-	7.0	-	-
	-	-								

2.3.5 Результати:

Реакції

Support V1

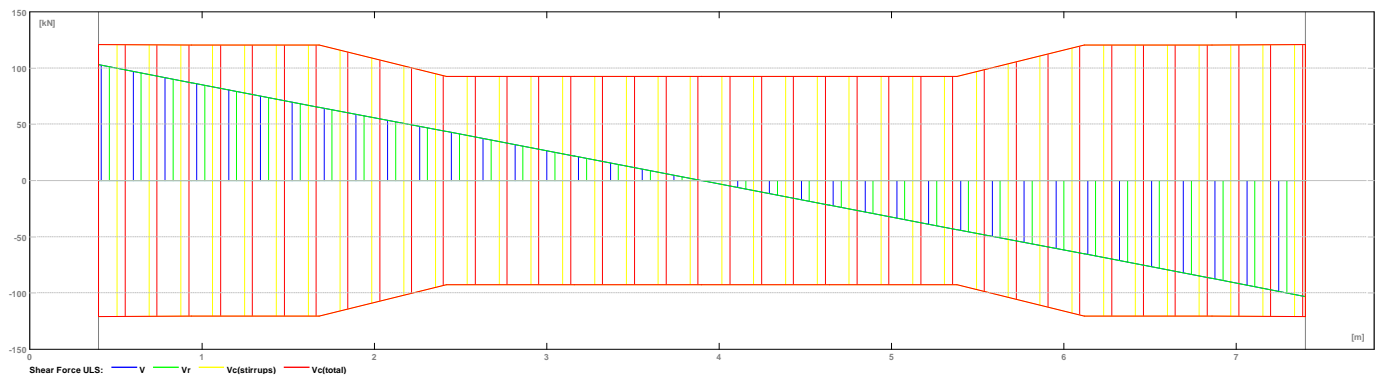
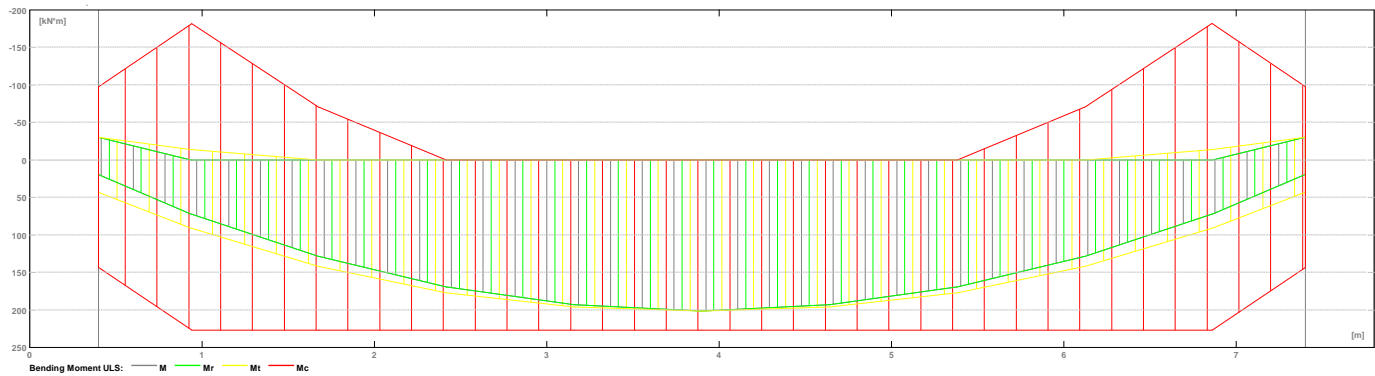
Case	Fx	Fz	Mx	My
	(kN)	(kN)	(kN*m)	(kN*m)
WALL1	-	0.0	-	0.0
DL1	-	51.8	-	-0.0
LL1	-	25.9	-	-0.0

Support V2

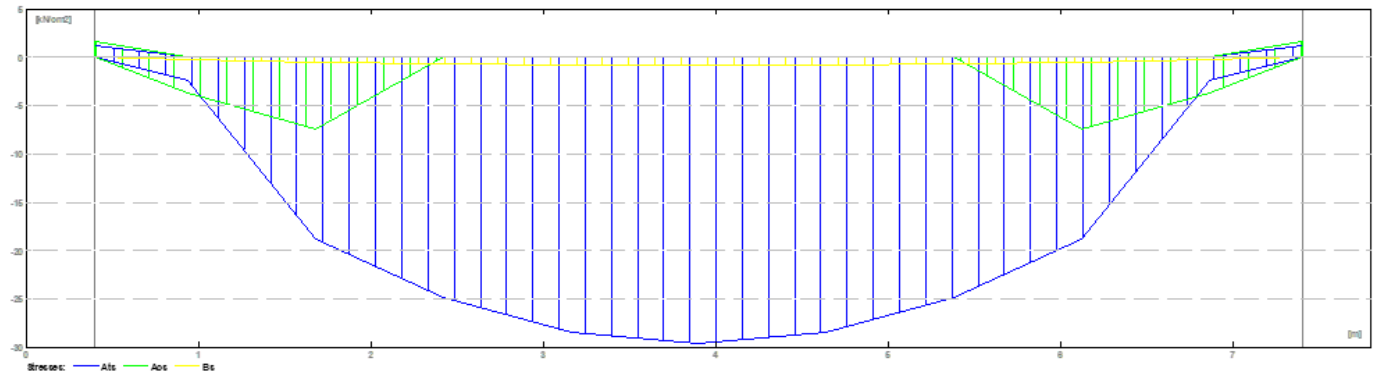
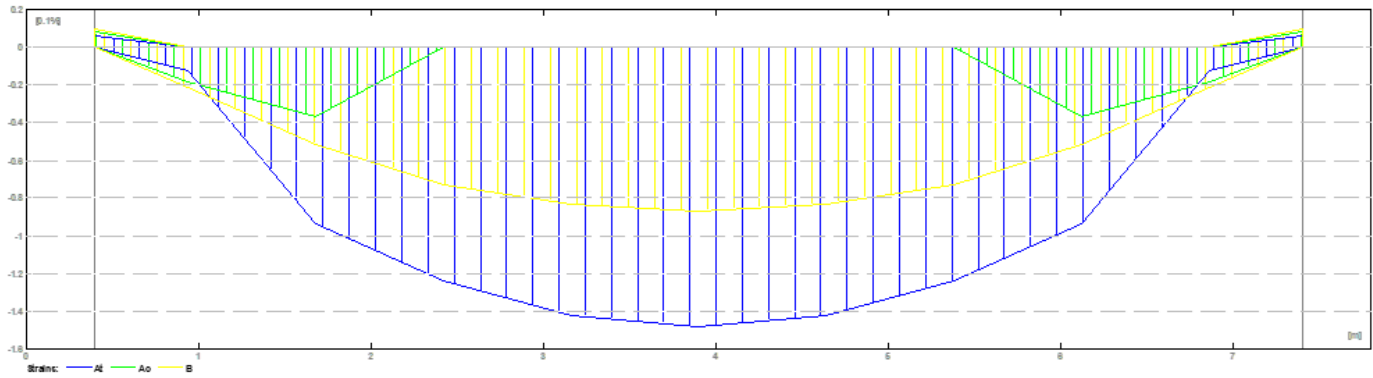
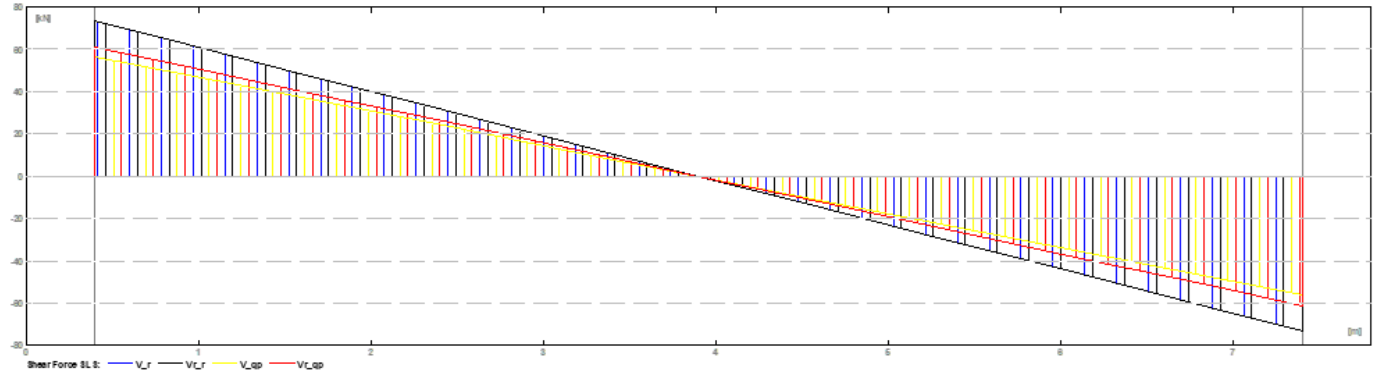
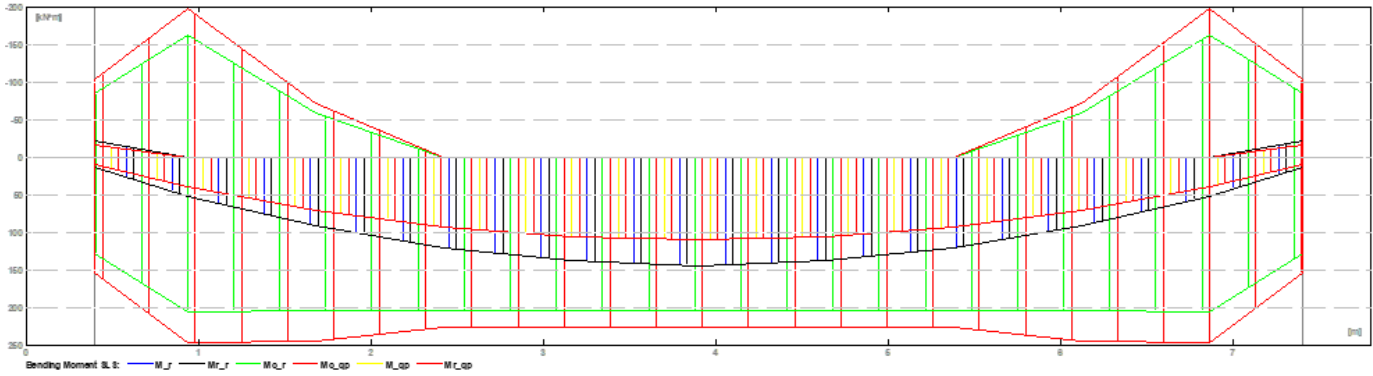
Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
WALL1	-	0.0	-	0.0
DL1	-	51.8	-	-0.0
LL1	-	25.9	-	-0.0

Внутрішні зусилля при ULS

Проліт	Mt max.	Mt min.	MI	Mr	Ql	Qr
P1	201.2	-0.0	43.4	43.4	102.9	-102.9

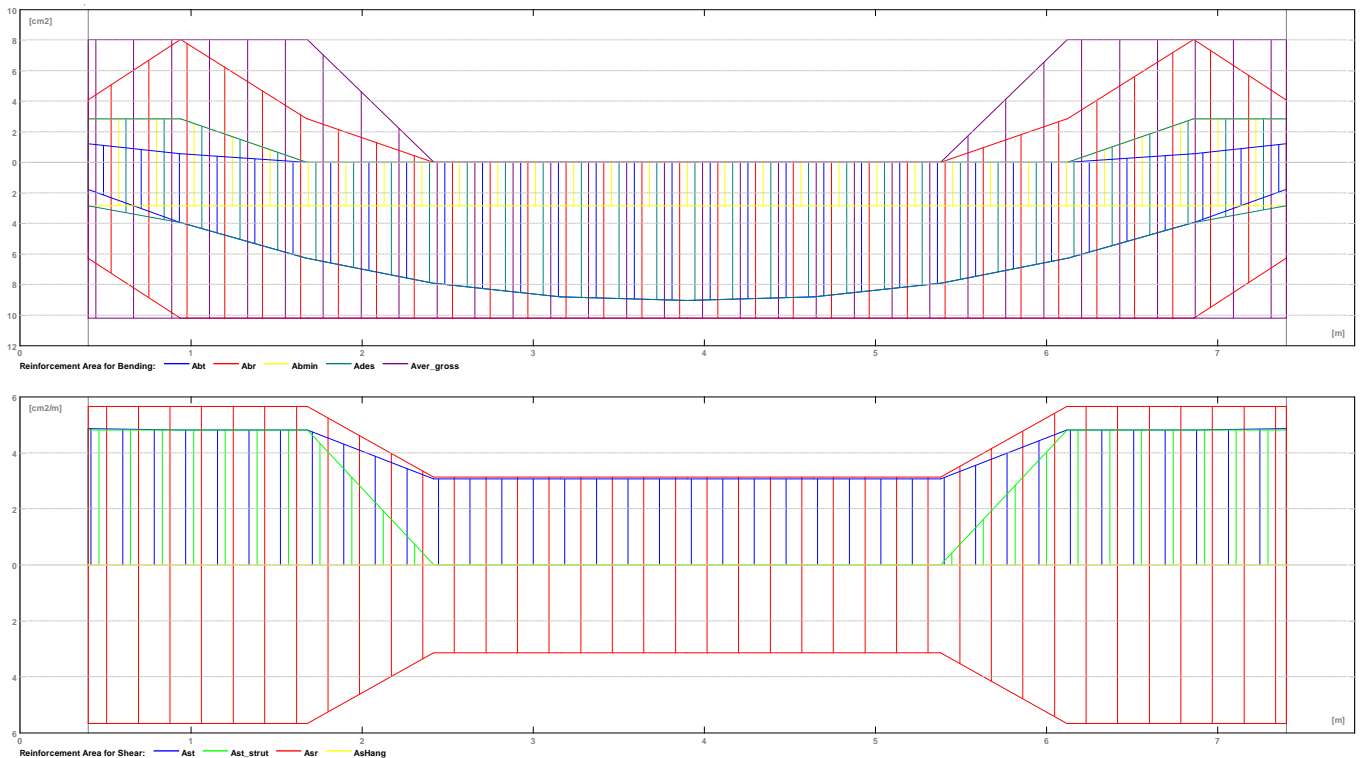
**Внутрішні зусилля при стадії SLS**

Проліт	Mt max. (kN*m)	Mt min. (kN*m)	MI (kN*m)	Mr (kN*m)	Ql (kN)	Qr (kN)
P1	143.7	0.0	-21.6	-21.6	73.5	-73.5



Необхідна площа армування

Проліт	В пр-ті (cm ²)		Ліва опора (cm ²)		Права опора (cm ²)	
	низ	верх	низ	верх	низ	верх
P1	9.04	0.00	1.76	1.22	1.76	1.22



Прогини та тріщини

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

Dwt(QP)dop Допустимий приріст прогину від квазіпостійної комбінації навантажень після зведення конструкції.

wk - ширина перпендикулярних тріщин

Проліт	wt(QP) (cm)	wt(QP)dop (cm)	Dwt(QP) (cm)	Dwt(QP)dop (cm)	wk (mm)
P1	1.7	3.0	0.3	1.5	0.2

2.3.6 Теоретичні результати - детальні результати:

P1 : Span from 0.40 to 7.40 (m)

Abscissa (m)	ULS		SLS		M min.A bottom		A top
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	(kN*m)	(cm ²)	(cm ²)
0.40	43.4	-30.2	14.0	-21.6	1.76	1.22	
0.94	91.0	-13.6	51.7	0.0	3.93	0.58	
1.68	142.0	-0.0	92.0	0.0	6.28	0.00	
2.42	177.0	-0.0	120.7	0.0	7.90	0.00	
3.16	195.8	-0.0	138.0	0.0	8.79	0.00	
3.90	201.2	0.0	143.7	0.0	9.04	0.00	
4.64	195.8	-0.0	138.0	0.0	8.79	0.00	
5.38	177.0	-0.0	120.7	0.0	7.90	0.00	
6.12	142.0	-0.0	92.0	0.0	6.28	0.00	

6.86	91.0	-13.6	51.7	0.0	3.93	0.58
7.40	43.4	-30.2	14.0	-21.6	1.76	1.22

	ULS	SLS	
Abcissa	V max.	V max.	afp
(m)	(kN)	(kN)	(mm)
0.40	102.9	73.5	0.0
0.94	87.0	62.2	0.0
1.68	65.3	46.6	0.1
2.42	43.5	31.1	0.2
3.16	21.8	15.5	0.2
3.90	0.0	0.0	0.2
4.64	-21.8	-15.5	0.2
5.38	-43.5	-31.1	0.2
6.12	-65.3	-46.6	0.1
6.86	-87.0	-62.2	0.0
7.40	-102.9	-73.5	0.0

2.3.7 Армування:

1 P1 : Проліт 0.40 to 5.10 (m)

Повздожня:

- низ (B500C)

4	□18	l = 7.72	from	0.04	to	7.76
---	-----	----------	------	------	----	------
- верхня (top) (B500C)

2	□8	l = 5.27	from	1.27	to	6.53
---	----	----------	------	------	----	------
- на опорах (B500C)

4	□16	l = 1.89	from	0.04	to	1.93
4	□16	l = 1.89	from	5.87	to	7.76

Поперечна арматура:

- основна (B500C)

хомути	52	□6	l = 1.68
$e = 1*0.03 + 14*0.10 + 23*0.18 + 14*0.10$ (m)			

2.3.8 Витрата матеріалів:

- Об'єм бетону = 1.64 (m³)
- Опалубка = 12.23 (m²)
- Сталь B500C
 - Загальна вага = 109.08 (kG)
 - Густина = 66.60 (kG/m³)
 - Середній діаметр = 9.8 (mm)

- Окремо по діаметрах:

Діаметр (mm)	Довжина (m)	Вага (kG)	Кількість (No.)	Сумарна вага (kG)
6	1.68	0.37	52	19.37
8	5.27	2.08	2	4.16
16	1.89	2.98	8	23.85
18	7.72	15.43	4	61.71

2.4 Балка: Балка1_2

Кількість однотипних: 4

2.4.1 Властивості матеріалів:

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

2.4.2 Геометрія:

2.2.1	Проліт	Позиція	Л.опор.	L	Пр.опора.
			(m)	(m)	(m)
	P1	проліт	0.40	7.00	0.40
		Довжина прольоту: L _o = 7.40 (m)			
		Перетин from 0.00 to 7.00 (m)			
		35.0 x 60.0 (cm)			
		without left slab			
		without right slab			

2.4.3 Основа розрахунку:

- Сполучення навантажень : EN 1990:2002

- Розрахунок згідно з : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Сейсмічні обмеження : Без вимог
- Збірна конструкція : по
- Захисний шар : низ $c = 4.0$ (cm)
: бік $c1 = 4.0$ (cm)
: верх $c2 = 4.0$ (cm)
- Похибка в зах. шару : $C_{dev} = 1.0$ (cm), $C_{dur} = 0.0$ (cm)
- коефіцієнт $b2 = 0.50$: довготривалі чи циклічні навантаження
- Методика для поперечної : нахил стійки

2.4.4 Навантаження:

2.4.1 Type	Постійні:		Span	□ f	X0	Pz0	X1	Pz1	X2	Pz2
	Nature	Pos.								
	X3					(m)	(kN/m)	(m)	(kN/m)	(m)
uniform	(kN/m)	(m)	top	1		1.35	-	0.0	-	-
	dead load(Structural)									
uniform	-	-	top	1		1.35	-	14.0	-	-
	dead load(Structural)									
uniform	-	-	top	1		1.50	-	7.0	-	-
	live(Category A)									
	-	-								

2.4.5 Результати:

Реакції

Support V1

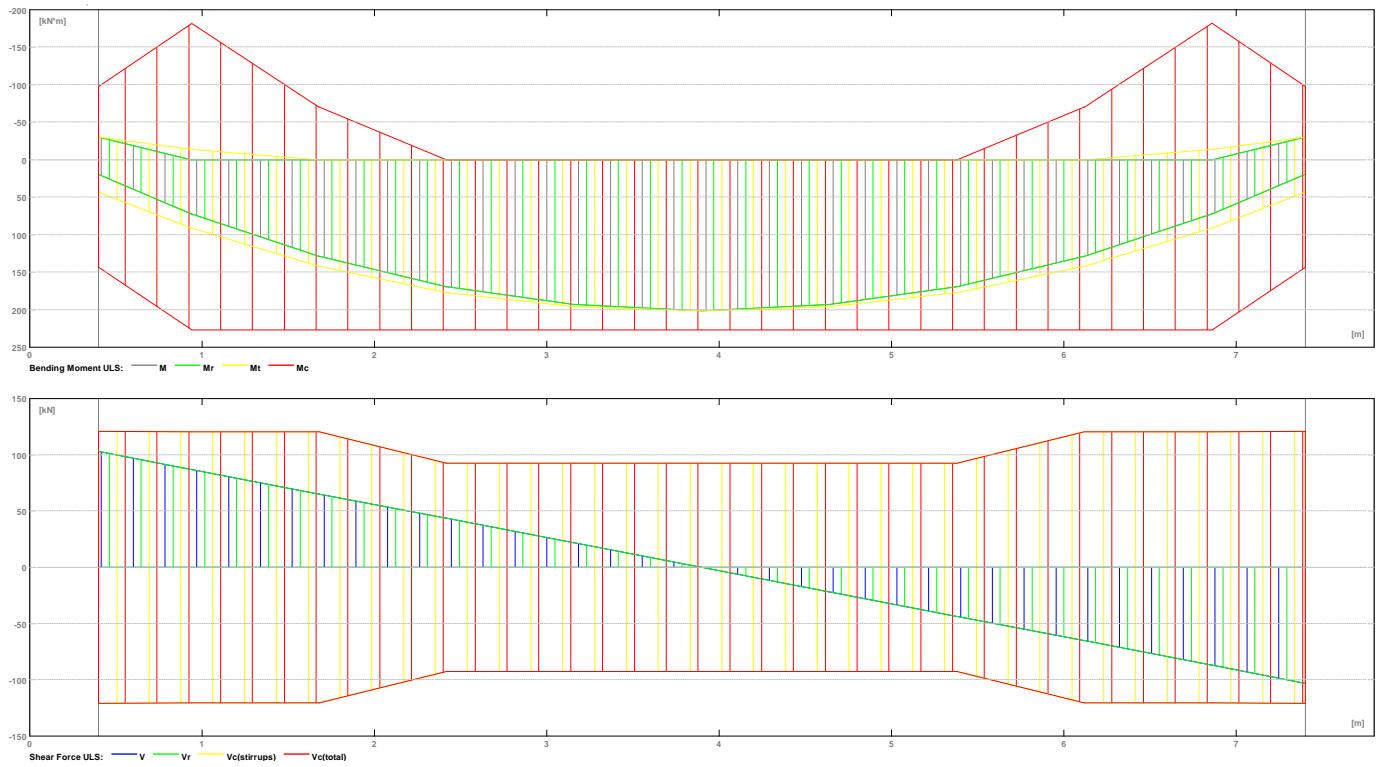
Case	Fx	Fz	Mx	My
	(kN)	(kN)	(kN*m)	(kN*m)
WALL1	-	0.0	-	0.0
DL1	-	51.8	-	-0.0
LL1	-	25.9	-	-0.0

Support V2

Case	Fx	Fz	Mx	My
	(kN)	(kN)	(kN*m)	(kN*m)
WALL1	-	0.0	-	0.0
DL1	-	51.8	-	-0.0
LL1	-	25.9	-	-0.0

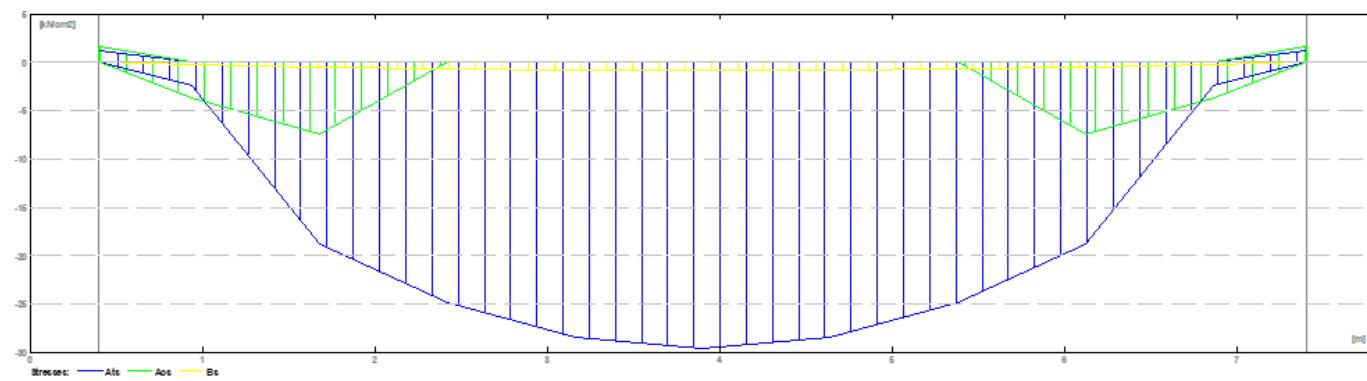
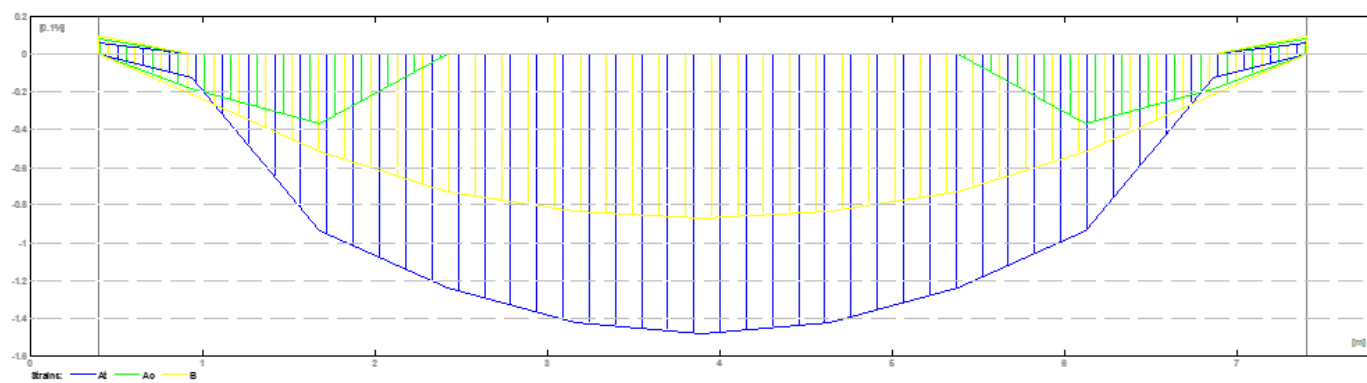
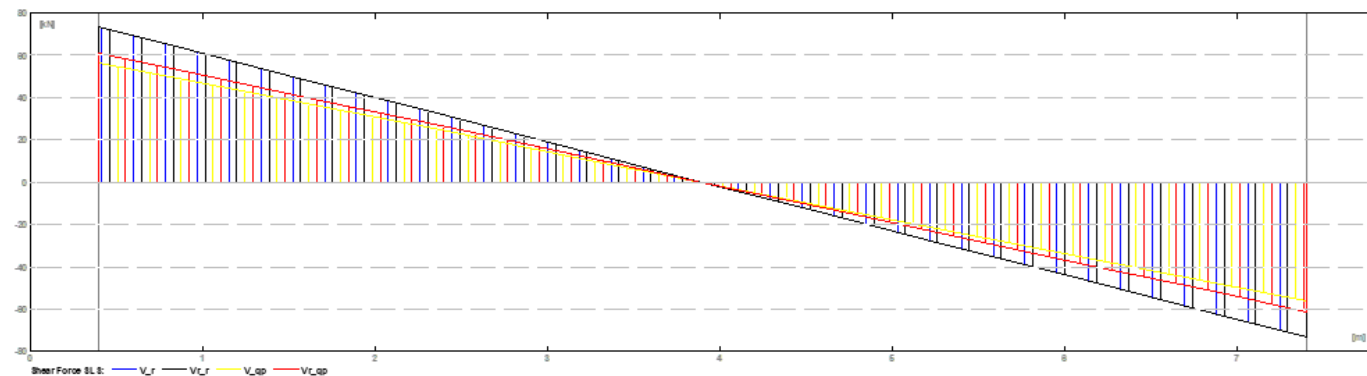
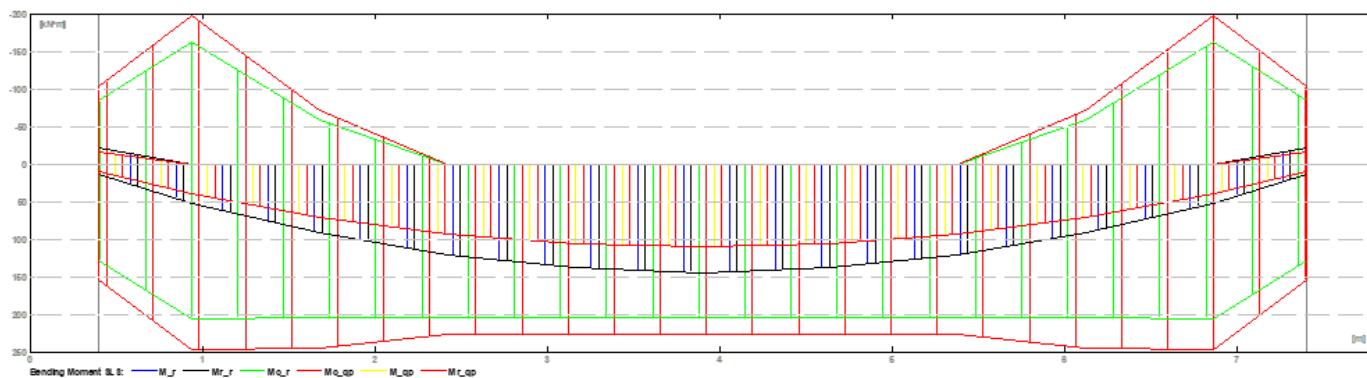
Внутрішні зусилля при ULS

Проліт	Mt max.	Mt min.	Ml	Mr	Ql	Qr
P1	201.2	-0.0	43.4	43.4	102.9	-102.9



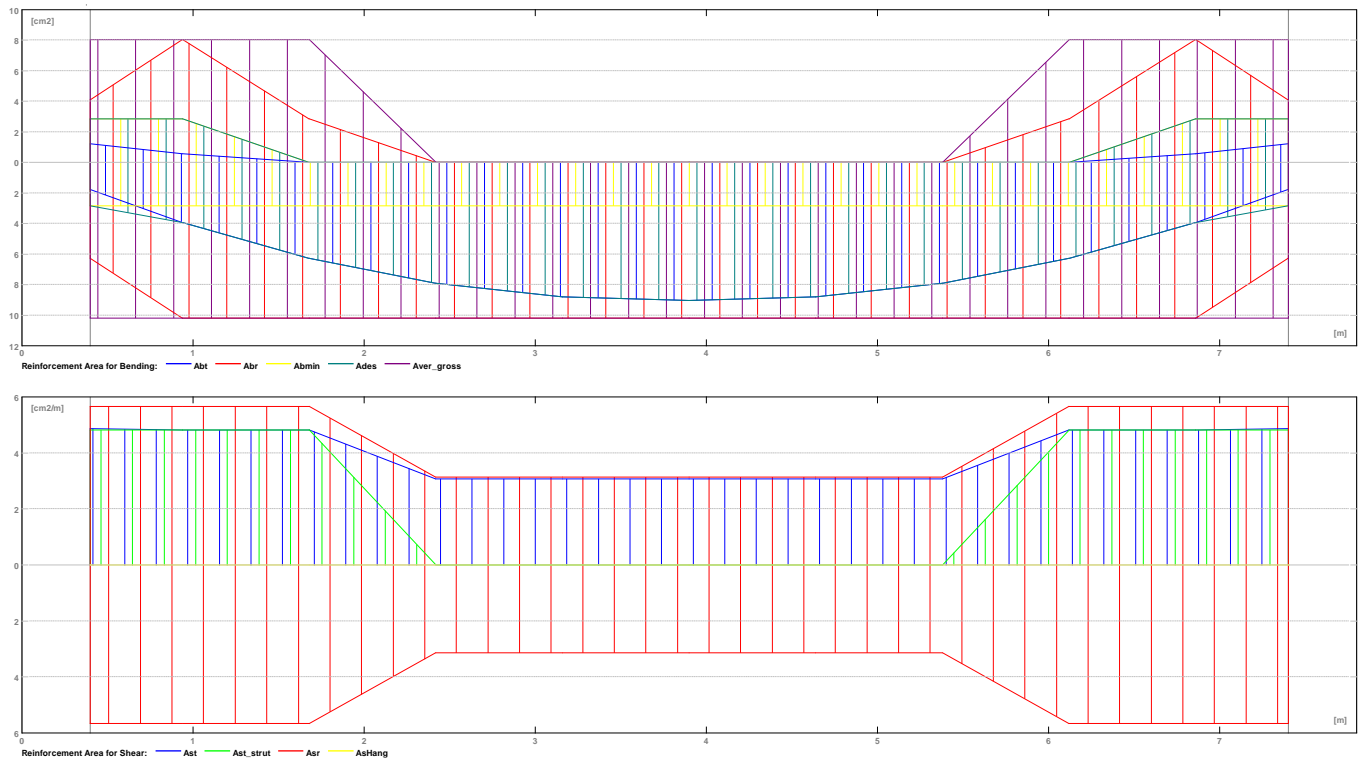
Внутрішні зусилля при стадії SLS

Проліт	Mt max. (kN*m)	Mt min. (kN*m)	Ml (kN*m)	Mr (kN*m)	Ql (kN)	Qr (kN)
P1	143.7	0.0	-21.6	-21.6	73.5	-73.5



Необхідна площа армування

Проліт	В пр-ті (cm ²)		Ліва опора (cm ²)		Права опора (cm ²)	
	низ	верх	низ	верх	низ	верх
P1	9.04	0.00	1.76	1.22	1.76	1.22



Прогини та тріщини

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

Dwt(QP)dop Допустимий приріст прогину від квазіпостійної комбінації навантажень після зведення конструкції.

wk - ширина перпендикулярних тріщин

Проліт	wt(QP) (cm)	wt(QP)dop (cm)	Dwt(QP) (cm)	Dwt(QP)dop (mm)	wk
P1	1.7	3.0	0.3	1.5	0.2

2.4.6 Теоретичні результати - детальні результати:

2.6.1 P1 : Span from 0.40 to 7.40 (m)

Abscissa (m)	ULS		SLS		M min.A bottom (kN*m)	A bottom (cm ²)	A top (cm ²)
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)			
0.40	43.4	-30.2	14.0	-21.6	1.76	1.22	
0.94	91.0	-13.6	51.7	0.0	3.93	0.58	
1.68	142.0	-0.0	92.0	0.0	6.28	0.00	
2.42	177.0	-0.0	120.7	0.0	7.90	0.00	
3.16	195.8	-0.0	138.0	0.0	8.79	0.00	
3.90	201.2	0.0	143.7	0.0	9.04	0.00	
4.64	195.8	-0.0	138.0	0.0	8.79	0.00	
5.38	177.0	-0.0	120.7	0.0	7.90	0.00	
6.12	142.0	-0.0	92.0	0.0	6.28	0.00	

6.86	91.0	-13.6	51.7	0.0	3.93	0.58
7.40	43.4	-30.2	14.0	-21.6	1.76	1.22

	ULS	SLS	
Abcissa	V max.	V max.	afp
(m)	(kN)	(kN)	(mm)
0.40	102.9	73.5	0.0
0.94	87.0	62.2	0.0
1.68	65.3	46.6	0.1
2.42	43.5	31.1	0.2
3.16	21.8	15.5	0.2
3.90	0.0	0.0	0.2
4.64	-21.8	-15.5	0.2
5.38	-43.5	-31.1	0.2
6.12	-65.3	-46.6	0.1
6.86	-87.0	-62.2	0.0
7.40	-102.9	-73.5	0.0

2.4.7 Армування:

R1 : Проліт 0.40 to 5.10 (m)

Повздовжня:

- низ (B500C)

4	□18	l = 7.72 from	0.04	to	7.76
---	-----	---------------	------	----	------
- верхня (top) (B500C)

2	□8	l = 5.27 from	1.27	to	6.53
---	----	---------------	------	----	------
- на опорах (B500C)

4	□16	l = 1.89 from	0.04	to	1.93
4	□16	l = 1.89 from	5.87	to	7.76

Поперечна арматура:

- основна (B500C)

хомути	52	□6	l = 1.68
$e = 1*0.03 + 14*0.10 + 23*0.18 + 14*0.10$ (m)			

2.4.8 Витрата матеріалів:

- Об'єм бетону = 1.64 (m³)
- Опалубка = 12.23 (m²)
- Сталь B500C
 - Загальна вага = 109.08 (kG)
 - Густина = 66.60 (kG/m³)
 - Середній діаметр = 9.8 (mm)

- Окремо по діаметрах:

Діаметр (mm)	Довжина (m)	Вага (kG)	Вага (No.)	Кількість (kG)	Сумарна вага
6	1.68	0.37	52	19.37	
8	5.27	2.08	2	4.16	
16	1.89	2.98	8	23.85	
18	7.72	15.43	4	61.71	

РОЗДІЛ 3. Наукова частина

ЗОВНІШНЯ КОНВЕКТИВНА ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ДЛЯ ІЗОЛЬОВАНИХ БУДІВЕЛЬ

3.1 Вступ

Інструменти моделювання будівлі повинні краще оцінювати конвективний теплообмін між зовнішнім повітрям і поверхнями стін. Попередній аналіз продемонстрував значний вплив значень коефіцієнта конвективної теплопередачі на енергетичний баланс приміщення. Awbi [1] і Beausoleil-Morrison [2] вказали, що великі розбіжності, які спостерігаються серед широко використовуваних теплових моделей будівель, можуть бути пов'язані з різними кореляціями, які використовуються для розрахунку або встановлення значення коефіцієнтів конвективного теплопередачі. Проводячи розрахунки чутливості, останній автор довів, що вибір значень конвективного коефіцієнта тепловіддачі може призвести до розбіжностей від 20% до 40% потреби в енергії.

Вимірювання *in situ*, виконані Mac Adams [3], Ito et al. [4], Sharples [5] та Clear et al. [6] дозволяють розробити поточні кореляції коефіцієнтів конвективного тепловіддачі. Явним обмеженням цих експериментів *in situ* є необхідність врахування та вимірювання всіх параметрів, які можуть вплинути на оцінку досліджуваного коефіцієнта. Як зазначив останній цитований дослідник, важливим питанням є оцінка радіаційного обміну між поверхнями стін і небом, оскільки немає точної кореляції. Встановлюючи граничні умови, моделювання обчислювальної гідродинаміки (CFD) дозволяє уникнути цього обмеження і, зі збільшенням обчислювальних ресурсів, воно стає цінним альтернативним способом оцінки повітряних потоків навколо будівель і, як наслідок, зовнішніх конвективних коефіцієнтів теплопередачі.

У цьому дослідженні описано моделювання, яке було виконано з використанням методів CFD для прогнозування коефіцієнтів конвективної

теплопередачі на зовнішніх поверхнях будівлі. У першій частині підсумовуються основні співвідношення для вертикальних стін і даху. Потім описуються вивчена геометрія та процедури моделювання. Усі результати представлені та прокоментовані в третій частині.

3.2 Огляд літератури

З початку вісімдесятих років було проведено багато дослідницьких робіт, присвячених проблемам конвекційного теплопередачі всередині будівель. Кореляцію коефіцієнта теплопередачі в корпусі можна знайти в огляді літератури Халіфи [7]. З іншого боку, не так багато досліджень було зосереджено на визначенні коефіцієнта теплопередачі зовнішніх стін. Їх причина криється в мінливості характеристик вітру в міських умовах, а точніше навколо будівель. Тим не менш, експериментальні роботи були проведені Mac Adams [3], Sturrock [8] і особливо Ito et al. [4], результати якого були включені для розрахунків енергії робочою групою ASHRAE [9]. Ці співвідношення, які зазвичай використовуються в моделюванні енергії будівлі, пов'язують значення коефіцієнта конвективної теплопередачі з локальною швидкістю вітру біля поверхні (оцінюється за метеорологічною швидкістю вітру на висоті 10 м) і нахилом поверхні (горизонтально або вертикально) і кутом вітру через визначення навітряної та підвітряної поверхні. Стіна вважається навітряною стіною, якщо кут падіння між нормаллю до поверхні стіни та напрямком вітру менший за 90° і підвітряний для всіх інших напрямків. Слід зазначити, що інші співвідношення можна знайти в Nicol [10] та CIBS [11], щоб назвати деякі. З результатів своїх експериментів *in situ* Шарплз [5] зробив висновок, що існування численних взаємозв'язків в основному залежить від оцінки локальної швидкості вітру. Лавдей і Такі [12] зауважили, що турбулентну інтенсивність повітряного потоку також необхідно вивчати і що розділення потоків на краях будівлі слід брати до уваги, щоб краще визначити, що таке навітряна і підвітряна поверхня. Таблиця 1 підсумовує кореляції коефіцієнтів конвективної

теплопередачі, отримані за [9,5,12] для навітряних і підвітряних стін. Ці кореляції були обрані, оскільки вони дають

Таблиця 1. Співвідношення коефіцієнтів конвективної теплопередачі для навітряних і підвітряних стін

	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

співвідношення між коефіцієнтом конвективного тепловіддачі та локальною швидкістю вітру, а також між локальною та метеорологічною швидкістю вітру. Зауважимо, що геометрія будівлі (10-поверхова вежа), де Шарплз [5] виконував свої вимірювання, значно відрізняється від малоповерхових будівель. Дві інші кореляції добре пристосовані до малоповерхових будівель.

Для прогнозування коефіцієнта конвективного тепловіддачі на дахах визначено деякі прості співвідношення. Як і попередні для вертикальних поверхонь, вони є функцією лише швидкості вітру (Мак Адамс [3]). Зовсім недавно було проведено два експериментальних дослідження. Хагісіма та Танімото [13] виміряли коефіцієнт конвективної теплопередачі на даху будівлі та визначили кореляцію з місцевою швидкістю та напрямком повітря. Вони показали, що хороша кореляція отримана між точками вимірювання далеко від країв даху, де повітряний прикордонний шар є турбулентним, і що вплив напрямку вітру вже не є незначним біля країв даху. Слід зазначити, що напрямку вітру суттєво не змінився протягом періоду вимірювань і не було оцінено кореляції між вітром та місцевою швидкістю повітря. Clear et al. [6] виміряли поверхневу теплопередачу на дахах двох комерційних будівель і розробили кореляцію, яка виражає коефіцієнт зовнішньої конвективної

повітряної плівки для плоских горизонтальних дахів як функцію різниці температур поверхні та повітря, швидкості вітру, вітру. напрямку, розмір даху та шорсткість поверхні. Основний висновок полягає в тому, що стандартна плоска модель для природної конвекції добре корелювала з експериментальним коефіцієнтом, тоді як для примусової конвекції необхідно було скорегувати коефіцієнт приблизно в 1,6 для врахування шорсткості поверхні. Вони також надали вирази для конвективного коефіцієнта теплопередачі, усередненого по смузі вздовж напрямку вітру та усередненого по прямокутному даху для даного напрямку вітру. У таблиці 2 представлені кореляції коефіцієнтів конвективної теплопередачі, отримані за [3,13,6] для покрівлі.

3.3 Моделювання

3.1. Вивчений випадок

На рис. 1 представлено досліджувану область, яка в основному складається з циліндра (діаметр: 35 м, висота: 10 м) і паралелепіпедальної будівлі, розташованої в його центрі.

Таблиця 2. Співвідношення коефіцієнта конвективної теплопередачі для покрівлі

	Mac Adams [3]	Hagishima and Tanimoto [13]	Clear et al. [6]
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	–

Зовнішні розміри будівлі підібрані за моделлю BESTEST. Ця фізична модель була використана у широкому діапазоні тематичних досліджень, що стосуються валідації моделювання енергії будівлі (Judkoff and Neymark [14]). Зауважте, що два вікна південної стіни не включені в цю симуляцію. Геометрія області була розроблена, щоб забезпечити легку реалізацію граничних умов. У кожній симуляції чотири суміжні октанти були використані як вхідні отвори, а чотири інші як вихідні отвори, щоб дозволити моделювати вісім різних

напряжків вітру. Радіус циліндра був розрахований відповідно до критичного виразу Рейнольдса, щоб отримати повністю турбулентний прикордонний шар у місці розташування будівлі. Вважалося, що степеневий вираз представляє профіль швидкості в граничних умовах відповідно до того, який використовував Девенпорт [15]:

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

У цьому аналізі опорна швидкість вітру була встановлена на 1, 5, 10 і 15 м/с. Враховуючи симетрію будівлі, для вивчення всіх можливостей необхідно три напрямки вітру (0° , 45° , 90°). У цьому дослідженні було розглянуто чотири різниці температур поверхні та повітря (5, 10, 15 і 20°C).

3.2. Основні рівняння

Прогнози виконуються шляхом аналізу тривимірного стаціонарного нестисливого потоку на основі підходу середнього Рейнольдса.

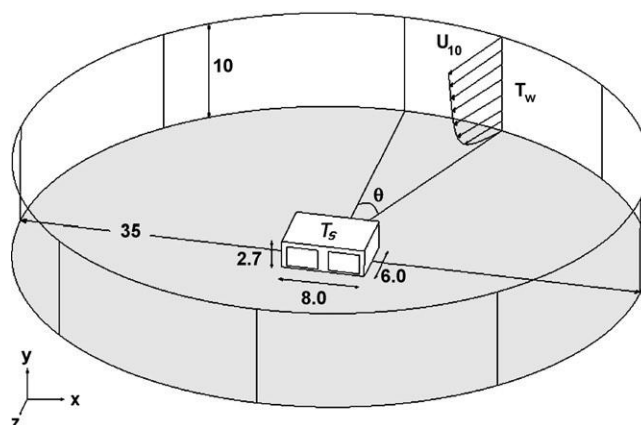


Рис. 1. Геометрія області (розміри в метрах).

Основними рівняннями для збереження маси, імпульсу та енергії є:

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

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

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

Невідомі, $u_i u_j$ and $u_j t$, становлять статистичну кореляцію другого моменту або так звані напруження Рейнольдса і турбулентні теплові потоки.

Вирішальний вибір моделі турбулентності залежить від проблеми, яку потрібно вирішити. У цій справі було розглянуто два важливі питання. По-перше, наявність ґрунту викликає сильну анізотропію напруг Рейнольдса. По-друге, поточна проблема представляє дуже складний розділений потік навколо будівлі. У порівнянні з моделями вихрової в'язкості, які припускають, що напруження Рейнольдса пропорційні середнім градієнтам швидкості і, отже, не будуть добре працювати для поточної конфігурації, модель напружень Рейнольдса (або закриття другого моменту) (RSM) дасть покращення в обох аспектах, оскільки природно включає в себе ефекти кривизни струму, раптових змін швидкості деформації, вторинних потоків і плавучості шляхом розв'язування диференціальних рівнянь переносу окремо для кожного компонента напруження Рейнольдса.

Деякі з основних недоліків RSM для моделювання прикордонних шарів впливають із базового рівняння ϵ . Особливо точне прогнозування поділу потоку, як і в даному випадку, ϵ проблематичним, коли використовується ϵ -рівняння. Використання рівняння ν замість рівняння ϵ дозволяє уникнути цих проблем. Турбулентна модель, використана в цьому дослідженні, є базовою (BSL) моделлю напружень Рейнольдса [16], яка ідентична моделі на основі ν -рівняння RSM для внутрішньої області кордону і поступово змінюється на стандартне рівняння RSM на основі моделі в області зовнішнього пробудження

за допомогою функції змішування. Ця формула зв'язку дозволяє уникнути сильної чутливості до умов вільного потоку, що впливає з формулювання на основі v -рівняння (Ментер [17]). Рівняння перенесення напружень Рейнольдса, кореляцію тиск-деформація та значення коефіцієнтів, використані в цьому дослідженні, можна знайти в [1]. [16].

3.3. Критерії конвергенції

Комерційна програма CFD [16] була використана для чисельного прогнозування, і керуючі рівняння вирішувалися за сегрегованою схемою, а також була прийнята схема протидверної адвекції першого порядку. Рівняння безперервності являє собою наближення центральної різниці другого порядку до похідної першого порядку за швидкістю, модифіковану четвертою похідною за тиском, яка діє для перерозподілу впливу тиску. Локальний критерій чисельної збіжності, тобто середньоквадратичні залишки між двома послідовними ітераціями, нижчий за 10^4 .

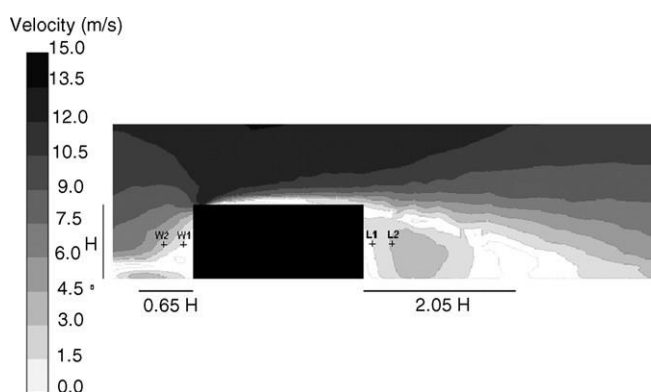


Рис. 2. Поле швидкостей у середній площині при південному вітрі зі швидкістю 15 м/с і різниці температур поверхні та повітря 5⁰С.

Для вирішення цієї проблеми була створена тривимірна неструктурована сітка з 774 000 осередків. Якість цієї сітки була перевірена та покращена, виконуючи ітераційне моделювання для кожної конфігурації, щоб отримати значення y^+ від 20 до 100.

3.4 Результати

3.4.1. Повітряний потік навколо будівлі

Основні конструкції (підкова, дах, дві бічні бічні та арочні вихори в області повторного кріплення за будівлею), описані Хусейном і Мартінуці [18] для випадку повітряних потоків навколо кубічних будівель в ізотермічних умовах, усі добре передбачені в даний час. моделювання. Якщо доступно небагато даних щодо паралелепіпедальних будівель, можна процитувати експериментальну роботу Каллюо та Девіда [19] щодо паралелепіпедальної будівлі (висотою 18 м з квадратною основою 60 м), форма якої близька до геометрії теперішнє дослідження. На рис. 2 представлено поле швидкостей у середній площині. У поточній симуляції відстань від'єднання перед будівлею становить 0,65 Н, а відстань повторного прикріплення – 2,05 Н позаду неї. Ці два значення добре узгоджуються з двома раніше цитованими експериментальними дослідженнями, які виявили значення 0,38 і 0,75 Н для відстані відриву та 1,68 і 2,70 Н для відстані повторного прикріплення.

3.4.2. Відносна важливість швидкості вітру та різниці температур поверхні та повітря

Проведено моделювання для широкого діапазону швидкостей вітру (від 1 до 15 м/с) і різниці температур поверхні повітря (від 5 до 20⁰С), що показує важливість їх відносного впливу на коефіцієнт конвективного тепловіддачі.

На рис.3 представлено зведення всіх результатів, що стосуються локальної швидкості повітря для різниці між поверхнею і повітрям при 5 і 20⁰С, наведених разом на одному графіку. У випадку $d_{loc} = 0,3$ м усі точки знаходяться дуже близько до пунктирної лінії, що вказує на ідеальне підходження для швидкостей вище 5 м/с, зрозуміло, що різниця температур поверхні та повітря тут відіграє другорядну роль. від місцевої швидкості повітря. Різниця температур поверхні та повітря є відносно більш важливою для швидкості вітру 1 м/с. Точки під пунктирною лінією призначені для вітрових поверхонь, а над нею — для підвітряних. Після дослідження виявилось, що точка вимірювання швидкості навітряної поверхні W1 (рис.2) розташована в зоні, де кінний вихор і природна конвекція на стінці протистоять один одному. Для різниці між

поверхнею та повітрям 5°C швидкість на W1 в основному зменшується, тоді як вона стає нижчою і горизонтальною, коли природний конвекційний потік збільшується на 20°C . Щодо підвітряної поверхні, то L1 знаходиться в дуговому вихорі, який діє в тому ж напрямку, що і природна конвекційна стінка, і, отже, збільшення різниці температур поверхні та повітря призводить до збільшення локальної швидкості. У випадку $d_{loc} = 1,0$ м (розташування W2 і L2 на рис. 2) вплив різниці температур поверхні та повітря менш важливий і діє так само, як L1.

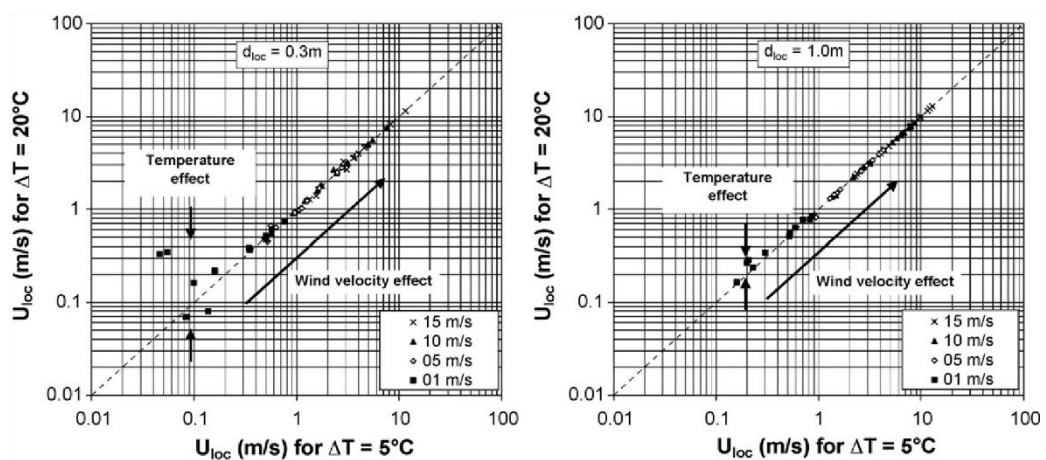


Рис. 3. Місцева швидкість повітря для різниці між поверхнею і повітрям 5 і 20°C .

На рис. 4 наведено весь набір коефіцієнтів конвективної тепловіддачі, представлений як на попередніх графіках. Як вже було помічено для локальної швидкості повітря, різниця температур поверхні-повітря відіграє другорядну роль у коефіцієнті конвективного тепловіддачі, як тільки швидкість вітру досягає 5 м/с. Додатковий ефект природної конвекції більш важливий для швидкості вітру 1 м/с.

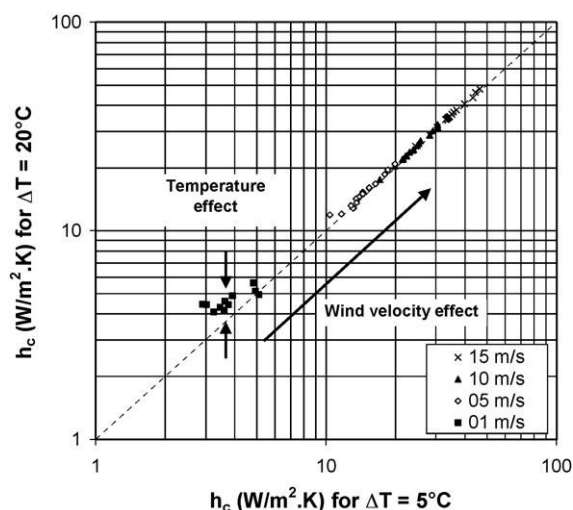


Рис. 4. Коефіцієнт конвективного тепловіддачі при різниці температур поверхня-повітря 5 і 20⁰С.

Вплив швидкості вітру як на локальну швидкість повітря, так і на коефіцієнт конвективного тепловіддачі також представлено на рис. 3 і 4. Збільшення швидкості вітру від 1 до 15 м/с викликає збільшення середньої локальної швидкості повітря від 0,1 до 10 м/с і коефіцієнта конвективної тепловіддачі від 3 до 48 Вт/м² К.

Враховуючи діапазон швидкості вітру та різниці температур поверхні та повітря, досліджений тут, у більшості випадків вимушена конвекція відіграє більшу роль, ніж природна. При зменшенні швидкості вітру до 1 м/с значну роль починає відігравати природна конвекція. Для врахування ефекту природної конвекції для низької швидкості вітру необхідно було б провести додаткове моделювання в діапазоні швидкостей [0; 2 м/с], які виходили за рамки цього дослідження. Як наслідок, кореляції оцінюються тут без урахування ефекту різниці температур поверхні та повітря, і всі результати наступних двох розділів представлені лише для 10⁰С.

3.4.3. Кореляційні співвідношення для локальної швидкості

Рис. 5 та 6 представлені локальні кореляції швидкостей для навітряної та підвітряної стінок відповідно. Результати моделювання порівнюються з літературними кореляціями, зібраними в таблиці 1. Оскільки досліджувана

малоповерхова будівля не має квадратної форми, що викликає різницю потенціалів щодо поля повітряного потоку навколо нього, представлені графіки як для довгих, так і для коротких стін.

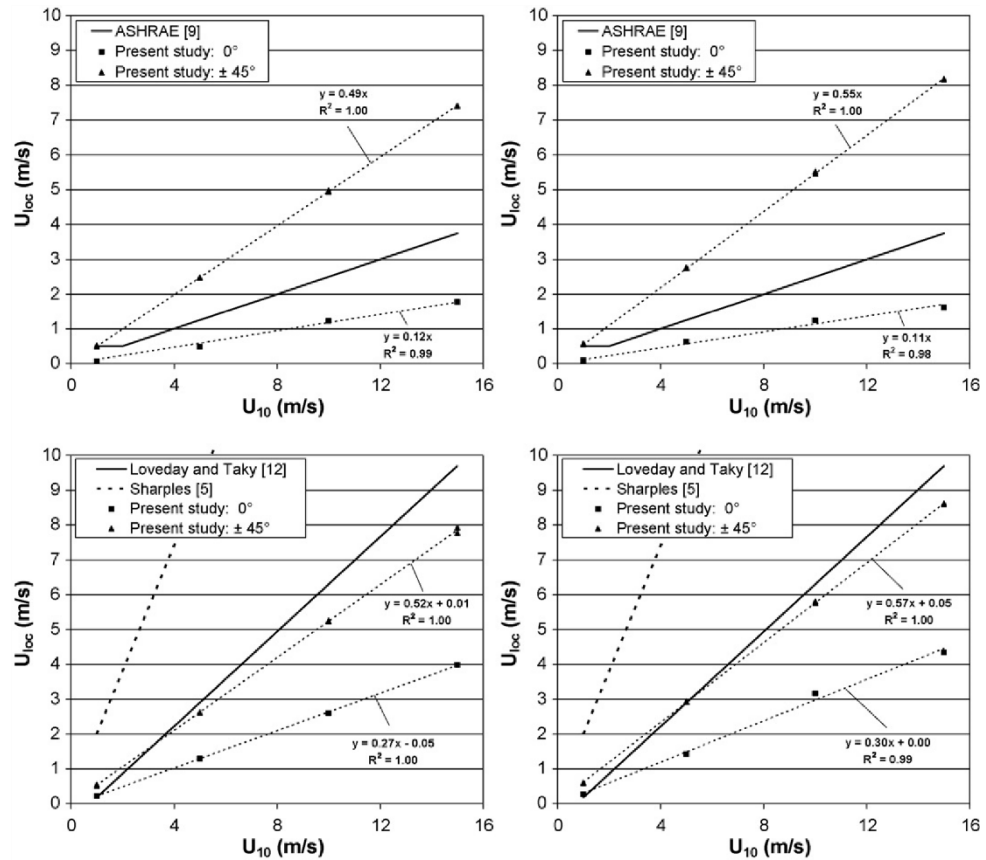


Рис. 5. Місцева швидкість в залежності від швидкості вільного вітру для навітряних умов (ліворуч: довга стінка та праворуч: коротка стінка).

Якщо кореляція ASHRAE [9] для навітряного (рис. 5, верхні графіки) правильно прогнозує локальну швидкість при $d_{loc} = 0,3$ м в середньому, слід зазначити, що ця швидкість збільшується в 4 рази зі зміною від поверхні до - кут вітру від 0° до 45° . Відмінності між довгими і короткими стінами дуже малі для всіх ракурсів. Кореляція Лавдей і Такі [12], знайдена на $d_{loc} = 1,0$ м, дуже близька до кореляції для 45° , але явно переоцінює локальну швидкість для 0° . Кореляція Шарплза [5] значно переоцінює локальну швидкість. Це можна пояснити розташуванням точки вимірювання, на 10-му поверсі, де локальна швидкість значно вища, ніж на висоті малоповерхового будинку. Як зазначалося раніше, розмір стіни майже не впливає на навітряну поверхню.

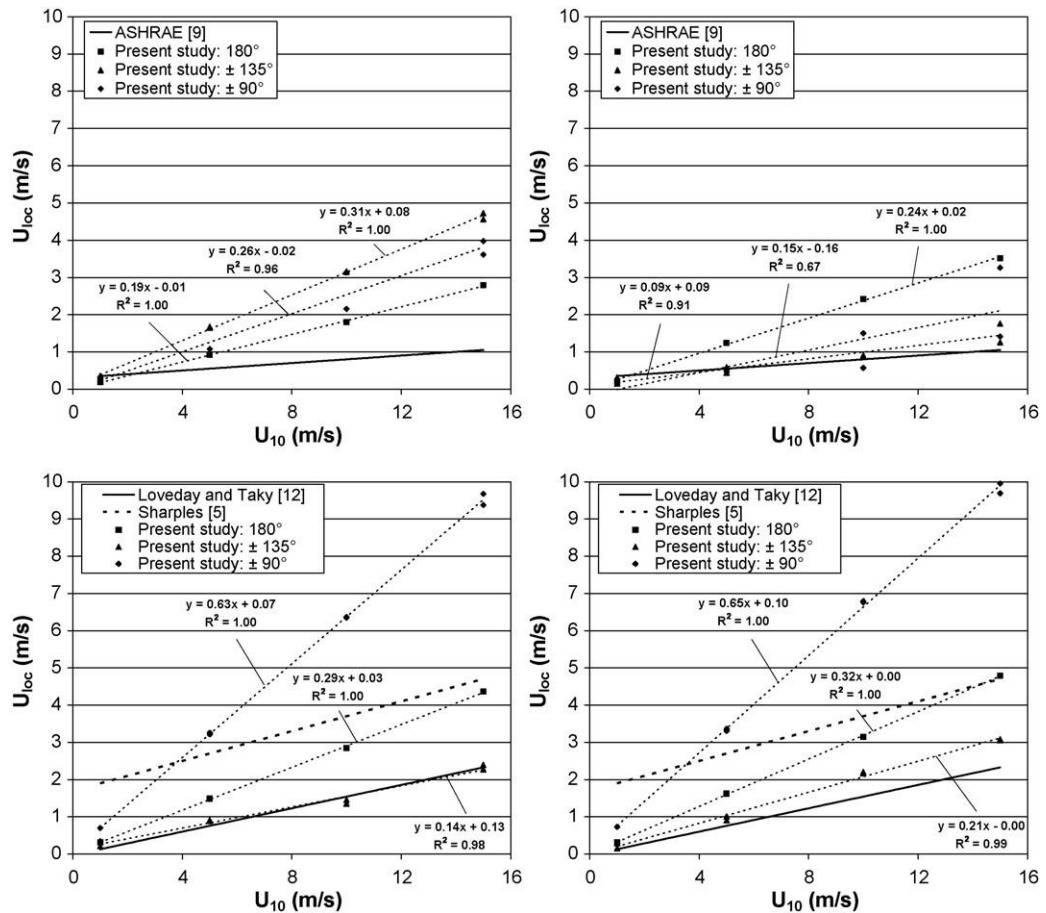


Рис. 6. Місцева швидкість в залежності від швидкості вільного вітру для підвітряних умов (ліворуч: довга стінка та праворуч: коротка стінка).

Кореляція ASHRAE [9] для підвітряної частини (рис. 6, верхні графіки) занижує локальну швидкість для довгої стінки в 4 рази, тоді як для короткої стінки цей коефіцієнт ділиться на 2. Знову ж таки, локальна швидкість підвітряної поверхні (180°) однакова для довгої та короткої стінок. Залежність від кута менш важлива, ніж для навітряних поверхонь у випадку $d_{loc} = 0,3$ м. Таке ж недопророкування (фактор 4) можна спостерігати щодо прогнозу Лавдей та Такі [12] для локальної швидкості при $d_{loc} = 1,0$ м, але в цьому випадку немає різниці між результатами довгої та короткої стінок.

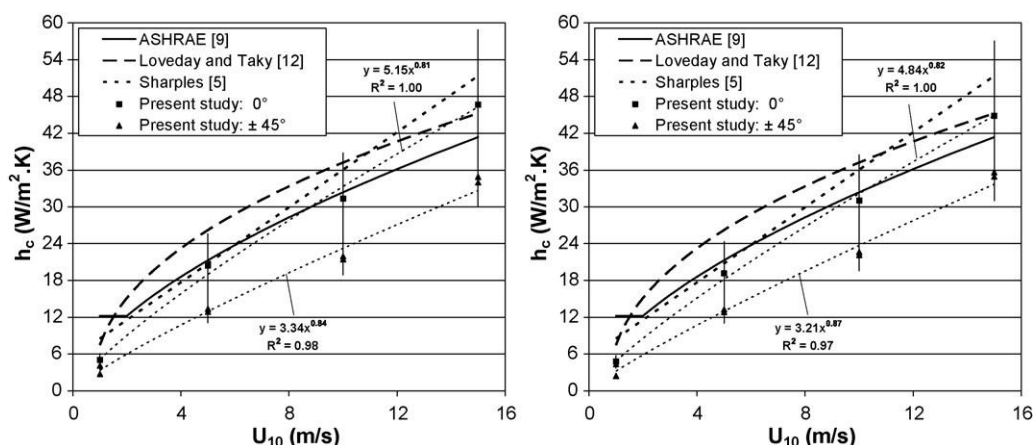


Рис. 7. Залежність коефіцієнта конвективного тепловіддачі від швидкості вільного потоку вітру для навітряних умов (ліворуч: довга стінка і праворуч: коротка стінка).

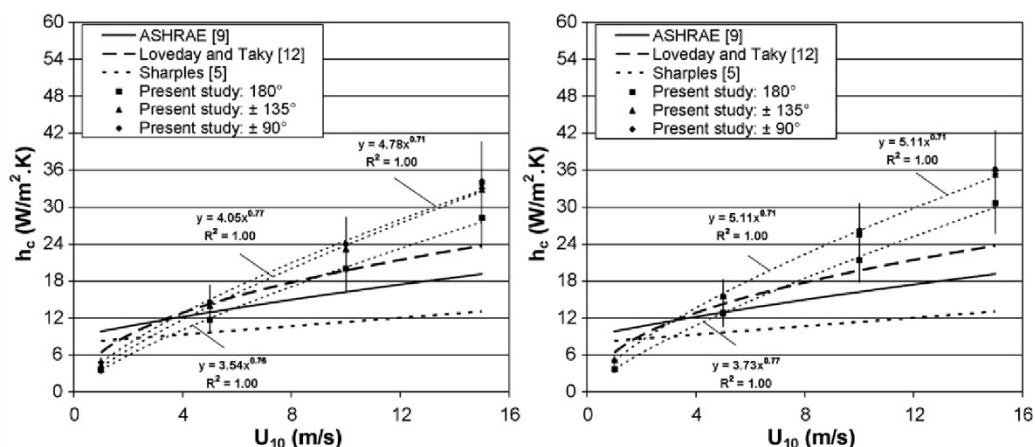


Рис. 8. Залежність коефіцієнта конвективного тепловіддачі від швидкості вільного потоку вітру для підвітряних умов (ліворуч: довга стінка, праворуч: коротка стінка).

3.4.4. Співвідношення для конвективного коефіцієнта теплопередачі

На останніх трьох цифрах представлено коефіцієнт конвективної тепловіддачі від швидкості вільного вітру для навітряних (рис. 7) і підвітряних (рис. 8) стін і для даху (рис. 9). Як і локальна швидкість повітря, ліві графіки призначені для довгої стінки, а праві — для короткої стінки. На цих графіках символи представляють усереднені значення поверхневого коефіцієнта конвективного теплопередачі, а стовпчики означають стандартні відхилення цих коефіцієнтів.

Що стосується навітряних поверхонь, рис. 7 показує, що три кореляції дають приблизно однакові значення коефіцієнта конвективного теплопередачі. Вони точно передбачають випадок навітряних стін з кутом від поверхні до вітру 0° , але оцінюють більші значення для 45° . Різниці між результатами довгих і коротких стінок не спостерігається. Це добре узгоджується з незмінною локальною швидкістю повітря для навітряних стін, знайденою в попередньому розділі.

Кореляційні зв'язки для підвітряних стін мають тенденцію занижувати коефіцієнти конвективної теплопередачі для швидкості вітрового потоку нижче 2 м/с і завищувати їх для швидкості вище 10 м/с. Залежність від кута менш важлива, ніж для навітряних стін, але все ще викликає різницю в 15% між 180° і 90° .

Той факт, що немає різниці між результатами довгої та короткої стінок, можна було передбачити за незмінною локальною швидкістю на $d_{loc} = 1,0$ м, враховуючи, що це розташування підходить для опису всього поля повітряного потоку поблизу стіни. Той факт, що змінилася локальна швидкість при $d_{loc} = 0,3$ м, а не коефіцієнт конвективного теплопередачі, свідчить про те, що це місце не можна використовувати для опису впливу повітряного потоку на тепловіддачу.

У випадку даху представлені три криві для Clear et al. [6] оскільки ця кореляція залежить від напрямку вітру. Оскільки значення коефіцієнта конвективної теплопередачі зменшується зі збільшенням відстані вздовж напрямку вітру від краю даху (х у таблиці 2), мінімальне та максимальне значення отримано відповідно для 45° та 0° . Коефіцієнти конвективної теплопередачі, знайдені в цьому дослідженні, наведені нижче. ця тенденція, але з дещо вищими значеннями. Співвідношення Мак-Адамса [3], яке не є функцією кута, передбачає найвищі значення.

Стандартне відхилення для всіх випадків становить близько 15% усереднених значень поверхні, що вказує на хорошу однорідність коефіцієнта

конвективного теплопередачі по поверхнях. Вищі значення мають місце в навітряних кутах, де відбувається відрив повітряного потоку та рециркуляція; тоді як мінімальні розташовані в нижній частині вертикальних стін біля землі, де повітря залишається нерухомим.

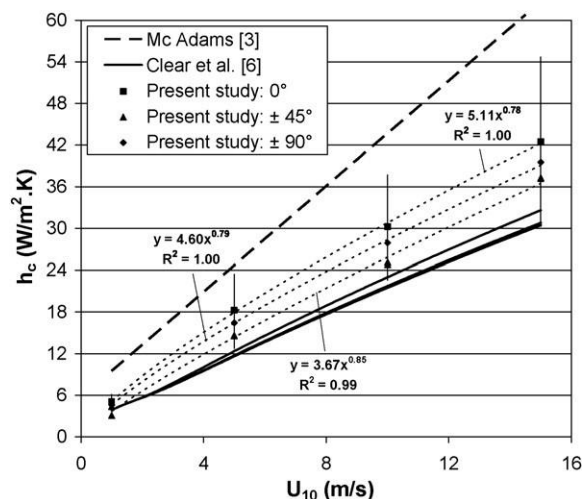


Рис. 9. Залежність коефіцієнта конвективної теплопередачі від швидкості вітрового потоку та кута від стіни до вітру для даху.

Кути поверхня-вітер для даху пов'язані з довгою стіною.

Таблиця 3. Кореляційні співвідношення коефіцієнта конвективної теплопередачі, отримані для швидкості вітру від 1 до 15 м/с та різниці температур поверхні та повітря 10°C

	Кут від поверхні до вітру ^a ($^{\circ}$)	h_c (Вт/м ² К)	Відхилення (Вт/м ² 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	$3.67U_{10}^{0.85}$	$1.07U_{10}^{0.72}$

Таблиця 3 підсумовує кореляції, отримані в цьому дослідженні для усередненого по поверхні коефіцієнта конвективного тепловіддачі та його відхилення по всій поверхні.

3.5 Висновок

Це дослідження має на меті розробити більш точні кореляції для коефіцієнтів конвективної теплопередачі на зовнішніх поверхнях будівель. У цій статті представлені значення коефіцієнта конвективного тепловіддачі як функція швидкості і напрямку вітру та різниці температур поверхні повітря.

Загалом, кореляції щодо коефіцієнта конвективної теплопередачі, знайдені в літературі, добре узгоджуються з результатами, отриманими в цьому дослідженні, але, враховуючи, що похибка в 10% від його значення може призвести до 5% похибки в споживанні енергії побудова з використанням точних кореляцій викликає велике занепокоєння.

Попередні роботи щодо вертикальних стін завжди забезпечують співвідношення між місцевим повітрям і швидкістю вільного вітру. Спостерігаються розбіжності між цими співвідношеннями і між ними, а також поточними результатами. Крім того, встановлено, що різні значення локальної швидкості повітря на відстані 0,3 м від підвітряних стін не означають зміни коефіцієнта конвективного тепловіддачі. Як наслідок, використання локальної швидкості повітря як ключового параметра для оцінки коефіцієнта конвективного теплопередачі не виглядає фізично правильним, і замість цього необхідно використовувати додаткові параметри, які краще описують повітряний потік поблизу огорожувальної конструкції.

З іншого боку, коефіцієнт конвективної теплопередачі добре корелює зі швидкістю вільного вітру як для вертикальних, так і для горизонтальних поверхонь у випадку ізольованого малоповерхового будинку. Кут від поверхні до вітру відіграє важливу роль, і його необхідно враховувати. Ці кореляції можна легко інтегрувати в програми моделювання енергії будівлі, оскільки вони забезпечують дисфункцію швидкості вільного вітру у вигляді силових законів для кожного вивченого тут кута вітру до поверхні.

РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Загальні вимоги до робітників, зайнятих на будівництві

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

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

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

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

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

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

На будівельному майданчику передбачено забезпечення всіх працюючих питною водою відповідно до санітарних норм. Питні установки розміщуються на віддалі до 75 м від робочих місць. Якщо в сирому вигляді води немає в наявності з технічних причин, то працюючих слід 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).

Земляні роботи

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

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

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

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

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

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

Бетонні роботи

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

Конструкції опалубки для вкладання арматури і бетонної суміші у монолітні конструкції будівель повинні бути надійними. Опалубні роботи складаються із встановлення підтримувальних риштувань, виготовлення опалубки та її монтажу. Опалубку, підтримувальні риштування, а також робочі настили виконують відповідно до робочих креслень (7).

При виробництві арматурних робіт забороняється:

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

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

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

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

Монтажні роботи

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

Для підйому і установки вантажів в основному застосовують універсальні і полегшені стропи, які періодично проходять перевірку на міцність. Вантажний канат крана перед підйомом повинен перебувати у вертикальному положенні над центром ваги вантажу. Підтягувати вантаж канатом, що знаходяться під косим кутом, забороняється. При необхідності положення центру ваги встановлюють шляхом пробних підвішувань. Для забезпечення безпечних умов праці при підйомі і розкладці будівельних матеріалів їх стропування виконують за допомогою траверси. Стропи знімають з встановлених елементів каркасу і блоків тільки після їх закріплення. Забороняється вантажі залишати у висячому положенні.

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

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

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

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

Оздоблювальні роботи

Засоби підмоцнення, 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 огорожувати, і до початку робіт перевірити міцність і справність віконних рам.

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

Покрівельні роботи

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

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

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

Електрозварювальні роботи

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

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

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

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

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

4.4. Розрахунок безпечності роботи механізмів та пристроїв електробезпеки

1.1 Розрахунок блискавкозахисту будівлі

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

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

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

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

Визначаємо очікувану кількість уражень блискавкою в рік за формулою:

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

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

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

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

Необхідну висоту блискавковідводу знаходимо по формулі

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

Значення r_x знаходимо з геометричних міркувань:

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

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

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

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

4.5. Аналіз надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути

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

На будівництві щороку виникають тисячі надзвичайно складних ситуацій природного та техногенного характеру, внаслідок яких гине велика кількість людей, а матеріальні збитки сягають кількох мільярдів гривень. Сьогоднішня

ситуація щодо небезпечних природних явищ, аварій і катастроф характеризується як дуже складна. Тенденція зростання кількості природних і особливо техногенних НС, складність цих наслідків змушують розглядати їх як серйозну загрозу безпеці окремої людини, суспільству та навколишньому середовищу, а також стабільності розвитку економіки країни. Для роботи в районі надзвичайної ситуації потрібно залучати значну кількість людських, матеріальних і технічних ресурсів.

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

Надзвичайні ситуації, що можуть виникнути

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

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

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

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

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

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

Сильний вітер. Якщо швидкість вітру перевищує 15 м/с забороняється: робота кранів та інших вантажопідйомних механізмів; будь-яка робота на

висоті; робота з легкими матеріалами, що мають значну площу (фанера, пінопласт).

Падіння вантажів з висоти, у тому числі крана. Небезпечні зони позначені знаками безпеки і написами встановленої форми; границі небезпечних зон поблизу рухомих частин і робочих органів машин визначають відстанню у межах 5м.

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

4.6. Розробка заходів і дій при виникненні надзвичайних ситуацій.

Виконання долікарської допомоги у надзвичайних ситуаціях та при нещасних випадках

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

При переломах потерпілому необхідно забезпечити спокій і нерухомість поламаної кістки. Це зменшить біль, яка може бути причиною шоку і попередить можливі ускладнення за рахунок вторинного поранення кровоносних судин і м'яких тканин. При відкритих переломах на рану спочатку накладають пов'язку. Одяг і взуття при переломах знімають, для цього їх іноді розрізають по швам.

Імобілізацію поламаної кінцівки як правило проводять за допомогою стандартних шин які накладають на зовнішню і внутрішню поверхні. Шини повинні обов'язково захвачувати два сусідніх суглоба між якими знаходиться ушкоджена кістка.

Якщо сталося падіння з великої висоти і у потерпілого болить спина (травма хребта), його краще не чіпати, а негайно викликати "Швидку". Якщо необхідно потерпілого пересунути або оглянути, то його обов'язково потрібно

укласти на тверду рівну поверхню (щит або землю). Не можна переносити його на руках або на ковдрі! Це може погіршити його стан.

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

Падіння та удари часто супроводжуються важкими пошкодженнями черепа та струсом мозку. Ознакою черепної травми є кровотеча з вух та блювання. Ознакою струсу мозку є головний біль, нудота, блювання, втрата свідомості. Потерпілого необхідно покласти на спину, накласти на голову пов'язку, прикласти до голови холодну примочку. До прибуття лікаря потерпілому необхідно забезпечити повний спокій.

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

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

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

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

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

При великих опіках часто розвивається шок. При таких опіках

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

При низькій температурі може настати пошкодження тканин. Залежно від пошкодження розрізняють: примерзання, обмороження, замерзання. Ці пошкодження виникають в результаті одноразової чи багаторазової дії низької температури на органи людини, особливо в сиру, холодну погоду.

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

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

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

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

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

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

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

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

Якщо з моменту накладання джгута або закрутки пройшло більше 1-2 годин, то необхідно послабити джгут (закрутку) - до появи рожевого кольору кінцівки і відновлення чутливості. Роблять це повільно, з тим щоби у випадку відновлення кровотечі тік крові не виштовхнув кров'яний згусток, який появився у рані. Опісля 5-10 хвилин після повного розслаблення джгута (закрутки) і не відновлювання кровотечі можна рахувати його зупиненим

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

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

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

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

БІБЛІОГРАФІЯ

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