

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект багатоповерхової житлової будівлі в Івано-Франківську з
дослідженням роботи комбінованого каркасу

Виконав: студент 6 курсу, групи МБм-61
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Ковбаса В.А.</u> (підпис)	<u>Ковбаса В.А.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Чорномаз Н. Ю.</u> (підпис)	<u>Чорномаз Н. Ю.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Мещерякова О. М.</u> (підпис)	<u>Мещерякова О. М.</u> (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Ясній В.П.</u> (підпис)	<u>Ясній В.П.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Бобик М.П.</u> (підпис)	<u>Бобик М.П.</u> (прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Ковбасі Владиставу Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект багатоповерхової житлової будівлі в Івано-Франківську з дослідженням роботи комбінованого каркасу

Керівник роботи Чорномаз Наталія Юріївна, к.т.н. ст. вик.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «__» _____ 20__ року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

1. Архітектурний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Науково-дослідна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
8-10 листів формату А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каспрук В.Б. доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С. ст. викладач		
Нормоконтроль	Мещерякова О. М. ст. викладач		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурний розділ		
2.	Розрахунково-конструктивний розділ		
3.	Науково-дослідна частина		
4.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
5.	Графічне оформлення креслень		

Студент _____
(підпис)

Ковбаса В. А.
_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Чорномаз Н. Ю.
_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Варіантне проектування	8
1.1.1 Варіантне проектування конструктивного рішення будівлі	8
1.1.2 Варіант 1	8
1.1.3 Варіант 2	9
1.1.4 Вибір конструкції для житлового будинку	10
1.2 Опис і обґрунтування зовнішнього і внутрішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, просторові і планувальні рішення	10
1.3 Обґрунтування прийнятих об'ємно-планувальних та архітектурно-художніх рішень, зокрема дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва	11
1.4 Обґрунтування та опис використаних композиційних прийомів під час оформлення фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва	12
1.5 Опис і обґрунтування технічних рішень, що забезпечують необхідну міцність, стійкість, просторову незмінність будівлі	12
1.6 Обґрунтування проектних рішень і заходів, що забезпечують дотримання необхідних теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій	13
1.7 Обґрунтування проектних рішень і заходів, що забезпечують зниження шуму і вібрацій	13
1.8 Обґрунтування прийнятих архітектурних рішень, що забезпечують вимоги енергетичної ефективності	14
1.9 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень із постійним перебуванням людей	15
1.10 Опис архітектурних рішень, що забезпечують дотримання безпечного рівня електромагнітних та інших випромінювань, дотримання санітарно-гігієнічних умов	15
1.11 Опис архітектурних рішень, що забезпечують пожежну безпеку	15

1.12	Опис і обґрунтування оздоблення приміщень, конструкцій підлог, покрівлі та перегородок.....	16
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ		17
2.1	Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівлі.....	17
2.2	Збір навантажень.....	17
2.3	Результати розрахунків	22
2.4	Конструювання з'єднань	32
2.5	Проектування фундаментів.....	34
2.5.1	Основні відомості про умови земельної ділянки для будівництва об'єкта	34
2.5.2	Проектування пального фундаменту	37
2.5.3	Підбір палейного обладнання.....	39
2.5.4	Проектування монолітного ростверку	39
2.5.5	Розрахунок монолітного плитного ростверку на продавлювання	41
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ.....		43
3.1	Скінченно-елементне моделювання будівлі	43
3.2	Результати обчислень	44
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....		48
4.1	Охорона праці.....	48
4.1.1	Загальні вимоги	48
4.1.2	Запроектвані заходи з охорони праці.....	49
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях	51
4.2.1	Оцінка стійкості об'єкта до впливу ударної хвилі ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості.....	51
4.2.2	Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на будівельному об'єкті	54
ВИСНОВОК		58
БІБЛІОГРАФІЯ		59

ВСТУП

З усіх будівельних матеріалів у деревини найбільш багатовакова історія. Ще первісні люди будували з дерев'яних стовбурів примітивні житла, невеликі мости й огорожі. Першочерговість деревини в історії будівництва зумовлена її поширеністю і простотою обробки. З розвитком науки відбувався і розвиток будівництва з деревини.

Актуальність теми. Будівництво висотних житлових будинків і бізнес-центрів із дерева - тенденція, що набирає дедалі більшої популярності в країнах Європи та Америки. Технології дерев'яного будівництва постійно вдосконалюються, і вже стає очевидним той факт, що будувати з дерева - це вигідно, швидко, надійно і безпечно. З кожним роком з'являються все нові рекорди зведення багатоповерхових будівель із застосуванням дерев'яних панелей CLT і клеєного бруса LVL.

Переваг у CLT-панелей багато, що дає змогу деяким експертам називати їх матеріалом майбутнього:

- матеріал екологічно чистий. У виробництві використовується клей класу, меблевий, тобто безпечний для людини;
- CLT-панелі забезпечують здоровий мікроклімат у приміщенні;
- немає усадки на відміну від зрубів;
- щілин у стінах немає, тобто відсутня необхідність у герметизації;
- немає необхідності штукатурити стіни, тому що вони вже мають рівну поверхню;
- процес будівництва призводить до утворення мінімальної кількості сміття і відходів;
- CLT-панелі не горять. Так, вони дерев'яні, але завдяки склеюванню під сильним тиском дуже щільні. Як показали випробування, стіна з цього матеріалу витримує нагрівання до +1200 °С;
- будинки виходять сейсмостійкими, зараз їх будують у Японії. CLT-панелі можуть витримати дев'ятибальний землетрус;

- теплоємність 2,1 кДж/кг, теплопровідність 0,13 Вт/мК. Це втричі вище, ніж у будинків із бетону та цегли;

- високий рівень шумопоглинання;

- важить будинок небагато, можна економити на фундаменті;

- стіни на третину тонші за аналогічні з бетону і бруса. Це збільшує площу внутрішніх приміщень;

- немає динамічних вібрацій, всі панелі статично міцні на всіх напрямках.

Мета роботи: Розробка проекту багатоповерхової житлової будівлі в Івано-Франківську з дослідженням роботи комбінованого каркасу.

Об'єкт досліджень – комбінований каркас багатоповерхових житлових будівель.

Предмет дослідження – величини переміщень в комбінованому каркасі багатоповерхової житлової будівлі при дії найнесприятливішої системи комбінацій зовнішніх навантажень.

Доцільність проведення спричинена тим, що отримані висновки дозволять підвищити ефективність та тривалість використання несучих елементів в комбінованих каркасах багатоповерхових житлових будівель.

Завдання роботи:

– розробити основні конструктивні та архітектурні рішення багатоповерхової житлової будівлі ;

– виконати розрахунок основних несучих конструкцій каркасу будівлі;

– виконати статичний розрахунок комбінованого каркасу при дії найнесприятливішої комбінації навантажень та визначити переміщення каркасу;

– розробити заходи по охороні праці та цивільному захисту населення.

Методи дослідження – скінченно-елементний з використанням прикладного програмного пакету.

Галузю застосування результатів роботи є проектування нових, реконструкція та експлуатація існуючих житлових будівель.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що отримала подальший розвиток методика моделювання комбінованих каркасів

багатопверхових житлових будівель.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для зведення нових та реконструкції існуючих житлових каркасних будівель.

Апробація результатів магістерської роботи виконана роботи виконана на XII міжнародній науково-технічна конференція молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 6-7 грудня 2023 року).

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: каркас, житлова будівля, скінченні елементи.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Варіантне проектування

1.1.1 Варіантне проектування конструктивного рішення будівлі

Варіантне проектування є першим етапом виконання кваліфікаційної роботи. Розглянемо два варіанти конструктивних рішень каркасу будівлі.

Будівля має комбінований каркас із дерева та залізобетону. Передбачається два варіанти виконання.

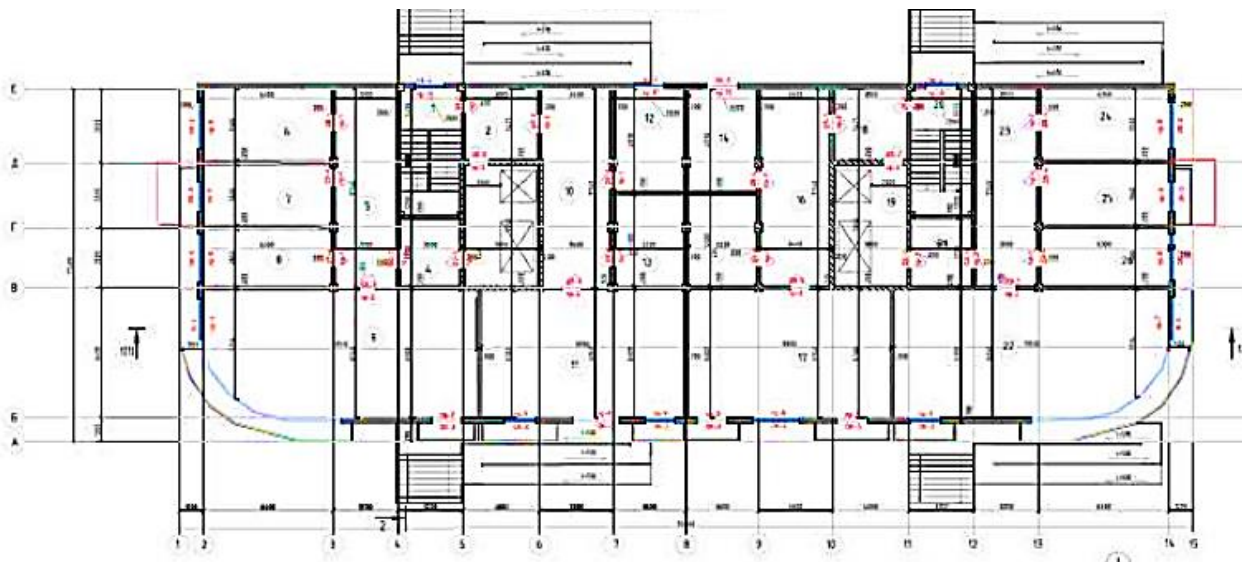


Рисунок 1.1 - План типового поверху

1.1.2 Варіант 1

Каркас будівлі представлений двома ядрами жорсткості із залізобетону, перші два поверхи і фундамент також із залізобетону, перекриття, колони та огорожувальні конструкції - дерева. Несучими елементами є ядра жорсткості, колони і зовнішні стіни.

Приймаємо колони перерізом 700x700 мм.



Рисунок 1.2 – Варіант 1

1.1.3 Варіант 2

У цьому варіанті каркас складається із залізобетонних монолітних ядер жорсткості, в яких розташовуються ліфтові шахти. Перші два поверхи, фундаменти і вертикальні несучі конструкції (колони) - залізобетон, горизонтальні несучі конструкції, а також стіни виконані з дерева. Також несучими елементами є зовнішні стіни.

Приймаємо колони перерізом 400x400 мм.



Рисунок 1.3 - Варіант 2

1.1.4 Вибір конструкції для житлового будинку

Проведемо порівняльний аналіз варіантів каркаса на основі основних техніко-економічних показників, у яких видно відмінність варіантів.

Таблиця 1.1 - Порівняльний аналіз

Найменування показника	Варіант 1	Варіант 2
Житлова площа квартир на одному поверсі	564,4 м ²	594,1 м ²
Витрата бетону на колони	-	276,48 м ³
Витрата металу на колони	4 409 кг	21 596 кг
Витрата деревини на колонини	846,72 м ³	-
Вартість за одиницю матеріалу	Сосна 1 м ³ -8 000 грн. Метал 1 кг- 37 грн.	Бетон 1 м ³ – 2 800 грн. Метал 1 кг- 37 грн.
Разом вартість матеріалів	11 360 403 грн.	1 633 716 грн.

З цього всього можна зробити висновок:

Переваги варіанту 1:

- матеріал колон більш екологічний,
- менші часові витрати на монтаж і зведення конструкцій.

Переваги варіанту 2:

- більш економічно вигідне рішення,
- більший досвід фахівців в Україні при зведенні залізобетонних колон, ніж колон із деревини.

Приймаємо для проектування варіант 2.

1.2 Опис і обґрунтування зовнішнього і внутрішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, просторові і планувальні рішення

Об'єктом проектування є житлова будівля з вбудованою громадською частиною на перших двох поверхах у центральному районі Івано-Франківська. Проектована будівля являє собою 32-поверхову будову, висотою 107,5 метрів.

Має складну форму в плані, середні розміри в осях 1-15 становлять 50 метрів, осях А-Е17,4 метрів.

Висота поверхів громадської частини - 3,3 м, висота поверхів житлової частини.

За позначку 0,000 прийнято позначку чистої підлоги першого поверху - приміщення громадського призначення, що відповідає абсолютній позначці.

Максимальна відносна відмітка будівлі становить +107,500 м. Конструктивна схема будівлі - комбінована. У центральних частинах секцій розташовані два залізобетонних ядра жорсткості.

Архітектура будівлі відповідає вимогам, що висуваються для житлових будинків. Просторова, планувальна і функціональна організація обумовлена специфікою функціонального призначення приміщень і відповідає принципам житлового будинку.

1.3 Обґрунтування прийнятих об'ємно-планувальних та архітектурно-художніх рішень, зокрема дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва.

Проектом передбачається розроблення об'ємно-планувальних рішень надземної частини висотного житлового будинку з громадською частиною на перших поверхах.

У ядрі жорсткості розташовуються ліфтові шахти, сходові марші та інженерні мережі.

На 1 і 2 поверхах розташовуються підприємства роздрібною торгівлі

-2 продуктових магазини,

-2 магазини побутової хімії та косметики,

-санвузли,

- кімнати для персоналу,

-пункти охорони.

З 3 по 32 поверх розташовані квартири для постійного проживання.

1.4 Обґрунтування та опис використаних композиційних прийомів під час оформлення фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва

Зовнішнє оздоблення будівлі являє собою вентиляований фасад із фіброцементних панелей.

Вентиляований фасад складається з міцного каркаса і облицювальних матеріалів. Головна мета навісних конструкцій - не дати конденсату у великому обсязі зібратися на поверхні будівлі. Волога встигає сформуватися завдяки невеликому зазору між фасадом і несучими стінами, де циркулює повітря.

Конструкція вентфасаду з утеплювачем. Такий пристрій використовується для захисту споруди від низьких температур і негоди. Незважаючи на утеплювальні матеріали, вентиляований фасад залишається в "дихаючому" режимі.

Для створення архітектурної виразності та індивідуальності вигляду будівлі використовується незвичайна форма даху: оформлення фігурними об'єктами. Фасад має не звичайну форму: перехід із громадської частини на житлову являє собою зміну габаритів будівлі за шириною.

1.5 Опис і обґрунтування технічних рішень, що забезпечують необхідну міцність, стійкість, просторову незмінність будівлі

Міцність і стійкість будівлі забезпечується спільною роботою комбінованого каркаса із залізобетонних колон, двох монолітних ядер жорсткості та дерев'яних стін 3-32 поверхів і монолітних залізобетонних 1,2 поверхів у вертикальному напрямі й дерев'яними перекриттями в горизонтальному.

Для спільної роботи елементів будівлі проектом передбачено монолітне жорстке з'єднання стін із ростверком.

1.6 Обґрунтування проектних рішень і заходів, що забезпечують дотримання необхідних теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій

Тепловий захист будівлі розроблено відповідно до вимог [5].

Будівля передбачена опалювальною.

Температура внутрішнього повітря - + 18°C.

Конструкція зовнішніх стін для перших двох поверхів:

- монолітна залізобетонна стіна завтовшки 20 мм із бетону класу C20/25,
- утеплювач Rockwool завтовшки 150 мм із межею вогнестійкості EI 150 класу пожежної небезпеки K0 з наведеним опором теплопередачі $R_{o}^{прив} = 2,94$ Вт/м²°C,

- вітро-гідрозахисна мембрана,

- облицювання фасаду фіброцементними плитами.

Світлові прорізи заповнені блоками з ПВХ профілів.

Покрівля має приведений опір теплопередачі $R_{o}^{прив} = 2,94$ м²°C/Вт.

1.7 Обґрунтування проектних рішень і заходів, що забезпечують зниження шуму і вібрацій

Для забезпечення необхідної звукоізоляції зовнішньої огорожі в житловій зоні обрано віконні блоки з подвійним склопакетом, що забезпечує необхідні звукоізоляційні якості.

Проектом не передбачено будь-якого обладнання, що чинить підвищений шумовий і вібраційний вплив.

1.8 Обґрунтування прийнятих архітектурних рішень, що забезпечують вимоги енергетичної ефективності

Будинки, будівлі, споруди повинні відповідати вимогам енергетичної ефективності, встановленим уповноваженим органом виконавчої влади відповідно до правил, затверджених Урядом України.

На енергетичну ефективність будівель, споруд і споруд впливають багато чинників. Це і загальнобудівельні рішення (об'ємно-планувальні, конструктивні), і рішення, які стосуються інженерних систем життєзабезпечення будівель (енергоощадне обладнання, принципово-піальні та технологічні схеми, режими експлуатації). конструктивні рішення: посилення теплозахисту оболонки будівлі, вибір матеріалу з меншою теплопровідністю, зниження повітропроникності (стикових з'єднань і швів, віконних і дверних блоків) тощо.

Об'ємно-планувальні рішення:

- а) раціональна орієнтація входів;
- б) влаштування тамбурів, тамбурів із повітряними завісами;
- в) зменшення питомої тепловіддавальної поверхні огорожі.

До інженерних систем життєзабезпечення прийнято відносити системи, що забезпечують необхідні для людини умови проживання в режимі відпочинку і роботи, тобто системи енерго, водо та повітропостачання, водовідведення (каналізації) та видалення відходів.

У сфері централізованого тепlopостачання: впровадження приладового обліку теплової енергії, використання сучасних ізоляційних матеріалів на теплопровідних комунікаціях, зокрема пінополіуретанової ізоляції.

У системах вентиляції: застосування припливно-витяжної вентиляції з утилізацією витяжки.

У системах кондиціонування: пріоритетне використання систем нового покоління.

У системах водопостачання: забезпечення стабілізації та обмеження тиску води на вводах, встановлення регуляторів тиску, водоекономної арматури та водолічильників.

1.9 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень із постійним перебуванням людей

Планування житлових і службових приміщень виконано з урахуванням норм природного освітлення.

У всіх приміщеннях, призначених для тривалого перебування людей, передбачено природне освітлення через віконні прорізи в зовнішніх стінах будівлі.

Нормативна інсоляція (не менше ніж 1,5 години) у квартирах забезпечується проектним розташуванням будівлі на ділянці відносно сторін світу.

Згідно з [6] і виконаними розрахунками, нормоване КЕО в проєктованій будівлі, у всіх приміщеннях, відповідає нормативним.

1.10 Опис архітектурних рішень, що забезпечують дотримання безпечного рівня електромагнітних та інших випромінювань, дотримання санітарно-гігієнічних умов

У приміщеннях об'єкта, що проєктується, не передбачено встановлення обладнання, що є джерелом електромагнітних та інших випромінювань, отже, заходи щодо дотримання безпечного рівня цих випромінювань не потрібні.

1.11 Опис архітектурних рішень, що забезпечують пожежну безпеку

Основні параметри будівлі [7]:

Ступінь вогнестійкості - II

Клас наслідків – СС3.

Виходячи з цього, вживаються такі заходи щодо забезпечення пожежної безпеки: у будівлі знаходяться дві незадимлювані сходи з прорізами на їхніх майданчиках, передбачається встановлення пожежної сигналізації, обшивка конструкцій гіпсокартонними листами, що зменшує їхню пожежонебезпеку.

1.12 Опис і обґрунтування оздоблення приміщень, конструкцій підлог, покрівлі та перегородок

Внутрішнє оздоблення приміщень у цьому проєкті є чорновим:

Оздоблення стелі – оздоблення гіпсокартонними листами (ГКЛ), штукатурка, шпаклівка; оздоблення стін вологих приміщень - ГКЛ ;

оздоблення стін приміщень із нормальним рівнем вологості - ГКЛ ,
ґрунтовка, шпаклівка;

оздоблення колон - дерев'яні облицювальні панелі, оброблення антисептиками та гідроізоляцією місць прилягання залізобетону і дерева, конструкція підлог - звукоізоляція з плит Максфорте, суха стяжка , ГКЛ.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1 Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівлі

Конструктивна схема будівлі каркасна. Несучі елементи будівлі - монолітні залізобетонні колони і ядра жорсткості.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується защемленням колон у фундаменті, з'єднанням із перекриттями.

Фундаменти - пальові з монолітним ростверком під колони, під монолітні з/б стіни - пальові стрічкові монолітні залізобетонні.

Огороджувальні конструкції перших двох поверхів - монолітні залізобетонні стіни товщиною 250 мм.

Огороджувальні конструкції з 2 по 32 поверхи - фасадні CLT панелі зі встановленими в них вікнами.

Внутрішні стіни - стінові CLT панелі товщиною 200 мм. Перегородки - ГКЛ -120 мм.

Колони монолітні залізобетонні перетином 400x400 мм. Перекриття перших двох поверхів - монолітні залізобетонні товщиною 220 мм, з 2 по 32 поверх - CLT панелі товщиною 195 мм.

Покриття - панель CLT товщиною 200 мм.

2.2 Збір навантажень

Збір навантажень наведено в таблицях 2.1, 2.2.

Таблиця 2.1 - Навантаження на перекриття

Найменування	Нормативне значення, кН/м ²	Коеф. надійності γ_f	Розрахункове значення, кН/м ²
Звукоізоляція ROCKWOOL, $\delta=30$ мм, $\gamma=0,125$ т/м ³	0,04	1,2	0,05

Продовження таблиці 2.1

Найменування	Нормативне значення, кН/м ²	Коеф. надійності γ_f	Розрахункове значення, кН/м ²
Гідроізоляція $\delta=1$ мм	0,01	1,2	0,01
Суха стяжка, $\delta=40$ мм	0,49	1,3	0,637
Листи ГКЛ $\delta=12,5$ мм	0,137	1,2	0,164
Власна вага	0,975	1,05	1,023
Разом постійна:	1,65	1,2	1,88
Від перегородок	0,21	1,2	0,252
Разом тимчасова:	0,21		0,252
Всього:	1,86		2,132

Таблиця 2.2 - Навантаження на покриття

Найменування	Нормативне значення, кН/м ²	Коеф. надійності γ_f	Розрахункове значення, кН/м ²
Пароізоляція $\delta=1$ мм, $\gamma=1,8$ т/м ³	0,01	1,2	0,01
Утеплювач ROCKWOOL, $\delta=200$ мм, $\gamma=0,146$ т/м ³	0,02	1,2	0,02
ПВХ-мембрана	0,01	1,2	0,01
Разом постійна:	0,04	1,2	0,04
Сніг	1,5	1,4	2,1
Вітер	0,38	1,4	0,532

Власна вага задається в ПК SCAD (рис. 2.1).

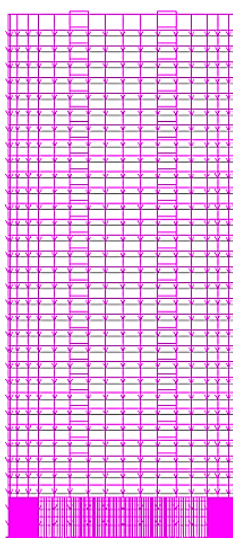


Рисунок 2.1 - Схема прикладання власної ваги в ПК SCAD

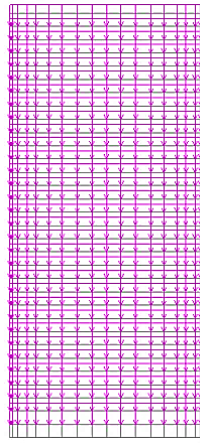


Рисунок 2.2 - Схема прикладання навантажень на перекриття

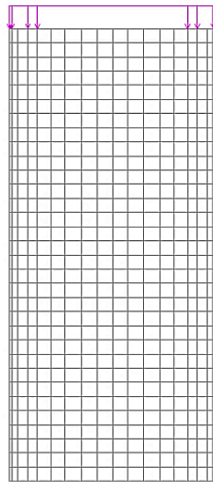


Рисунок 2.3 - Схема прикладання навантажень на покриття

Вітрове навантаження розраховується в розрахунковому комплексі ПК SCAD

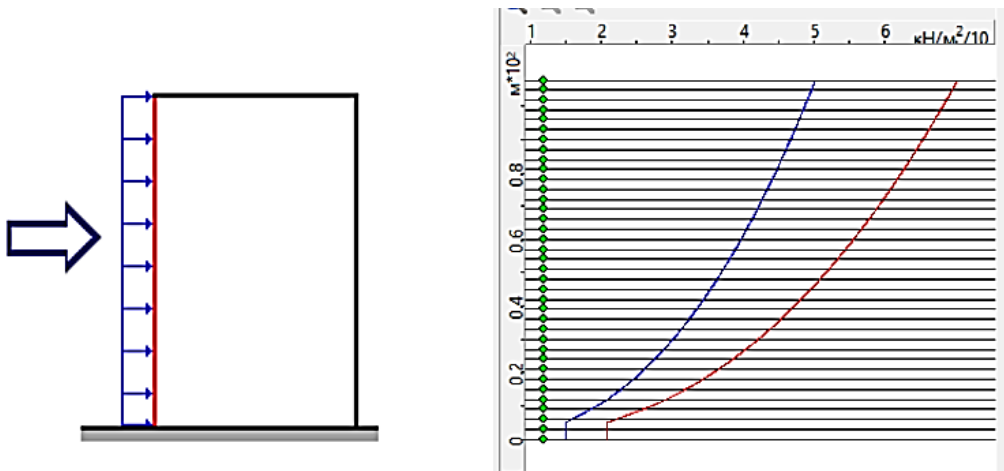


Рисунок 2.4 - Результати розрахунку вітрового навантаження з навітряного боку

Таблиця 2.3 - Вітрове навантаження з навітряного боку

Висота (м)	Нормативне значення (кН/м ²)	Розрахункове значення (кН/м ²)
0	0,149	0,209
3	0,149	0,209
6	0,158	0,221
9	0,185	0,259
12	0,209	0,292
15	0,228	0,319
18	0,245	0,343
21	0,261	0,365
24	0,275	0,385
27	0,288	0,404
30	0,301	0,421
33	0,313	0,438
36	0,324	0,453
39	0,334	0,468
42	0,344	0,482
45	0,354	0,495
48	0,363	0,508
51	0,372	0,521
54	0,381	0,533
57	0,389	0,544
60	0,397	0,556
63	0,405	0,567
66	0,412	0,577
69	0,42	0,588
72	0,427	0,598
75	0,434	0,608
78	0,441	0,617
81	0,448	0,627
84	0,454	0,636
87	0,461	0,645
90	0,467	0,654
93	0,473	0,662
96	0,479	0,671
99	0,485	0,679
102	0,491	0,687
105	0,497	0,695
107,5	0,501	0,702

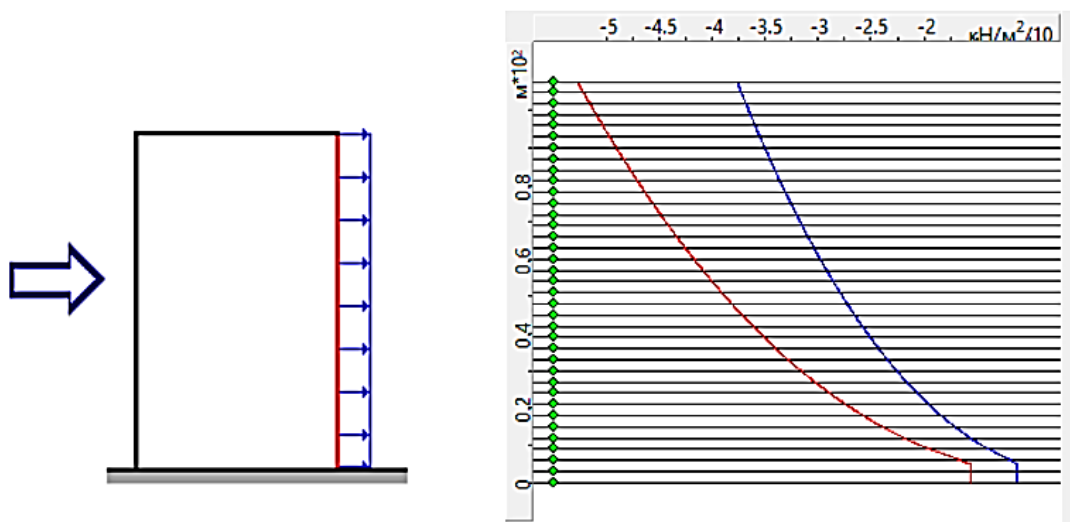


Рисунок 2.5 - Результати розрахунку вітрового навантаження з підвітряного боку

Таблиця 2.4 - Вітрове навантаження з підвітряного боку

Висота (м)	Нормативне значення (кН/м ²)	Розрахункове значення (кН/м ²)
0	-0,112	-0,157
3	-0,112	-0,157
6	-0,119	-0,166
9	-0,139	-0,194
12	-0,156	-0,219
15	-0,171	-0,239
18	-0,184	-0,257
21	-0,196	-0,274
24	-0,206	-0,289
27	-0,216	-0,303
30	-0,226	-0,316
33	-0,234	-0,328
36	-0,243	-0,34
39	-0,251	-0,351
42	-0,258	-0,361
45	-0,265	-0,371
48	-0,272	-0,381
51	-0,279	-0,391
54	-0,285	-0,4
57	-0,292	-0,408
60	-0,298	-0,417
63	-0,304	-0,425
66	-0,309	-0,433
69	-0,315	-0,441
72	-0,32	-0,448

2.3 Результати розрахунків

За визначеними зусиллями зробимо підбір арматури.

Приймаємо важкий бетон С25/30 з розрахунковим опором стисненню $R_b=17$ МПа, початковим модулем пружності $E_b=32,5 \cdot 10^3$ МПа [19].

Коефіцієнт умов роботи $\gamma_{b2}=0,9$ [19].

Арматура поздовжня робоча класу А500 С, розрахунковий опір $R_a=450$ МПа [19], модуль пружності $E_a=200000$ МПа.

Приймаємо мінімальне армування стрижнями вздовж осей нижнього шару зі стрижнів $\varnothing 12$ з кроком 200 мм, верхнього шару $\varnothing 12$ з кроком 200 мм.

Зробимо розрахунок плити за нормальним перерізом.

Максимальний пролітний момент $M_x=56,75$ кН·м/м, $M_y=41,33$ кН·м/м.

$h_{0x}=h-a=220-30=190$ мм,

$h_{0y}=h-a=220-30=190$ мм.

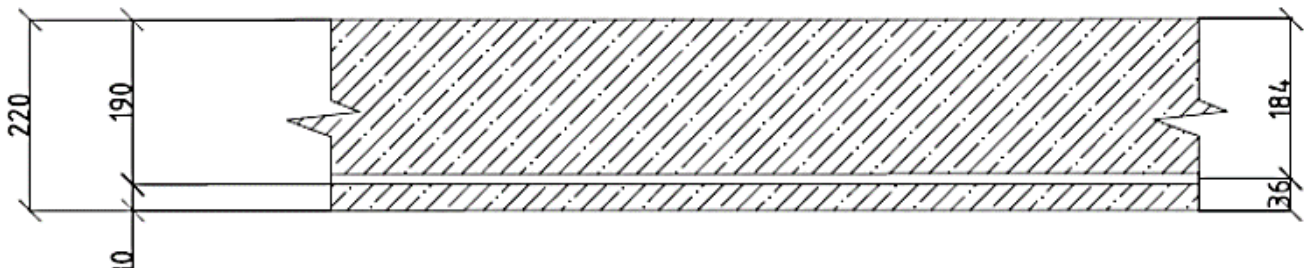


Рисунок 2.6 - Схема розташування нижньої арматури

Обчислюємо α_{mv} напрямку X за [40]

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{56,75}{17500 \cdot 1 \cdot 0,19^2} = 0,1 \quad (2.1)$$

за таблицею 3.2 [40] визначаємо $\alpha_R=0,372$, $\alpha_m < \alpha_R$. За розрахунком необхідності встановлювати розтягнуту арматуру немає.

Площу перерізу розтягнутої арматури обчислюємо за формулою

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s} = \frac{17.5 \cdot 0.9 \cdot 1000 \cdot 190 \cdot (1 - 0.89)}{450} = 731,5 \text{ мм}^2 \quad (2.2)$$

Результат армування $A_s = 614,5 \text{ мм}^2$, що менше за чисельну.

Обчислюємо α_m у напрямку Y за [40].

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{41.33}{17500 \cdot 1 \cdot 0.19^2} = 0,06 \quad (2.3)$$

за таблицею 2.2 [20] визначаємо $\alpha_R = 0,372$, $\alpha_m < \alpha_R$. За розрахунком необхідності встановлювати розтягнуту арматуру немає.

Площу перерізу розтягнутої арматури обчислюємо за формулою

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s} = \frac{17.5 \cdot 0.9 \cdot 1000 \cdot 190 \cdot (1 - 0.89)}{450} = 731,5 \text{ мм}^2 \quad (2.4)$$

Результат армування $A_s = 612,4 \text{ мм}^2$, що менше за чисельну.

Зробимо розрахунок арматури на опорі

Максимальний пролітний момент $M_x = 55,35 \text{ кН} \cdot \text{м/м}$, $M_y = 20,65 \text{ кН} \cdot \text{м/м}$.

$h_{0x} = h - a = 220 - 30 = 190 \text{ мм}$,

$h_{0y} = h - a = 220 - 30 = 190 \text{ мм}$.

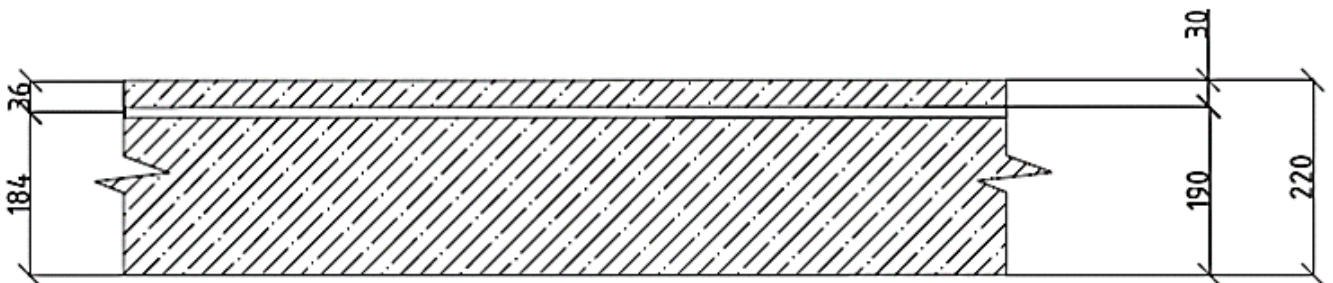


Рисунок 2.7 - Схема розташування верхньої арматури

Обчислюємо α_m у напрямку X за [20]

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{55,35}{17500 \cdot 1 \cdot 0,19^2} = 0,1 \quad (2.5)$$

за таблицею 2.2 [40] визначаємо $\alpha_R = 0,372$, $\alpha_m < \alpha_R$.

За розрахунком необхідності встановлювати розтягнуту арматуру немає.

Площу перерізу розтягнутої арматури обчислюємо за формулою

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s} = \frac{17,5 \cdot 0,9 \cdot 1000 \cdot 190 \cdot (1 - 0,89)}{450} = 731,5 \text{ мм}^2$$

Результат армування $A_s = 986,2 \text{ мм}^2$, що більше за чисельну.

Обчислюємо α_m у напрямку Y за [40].

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{20,65}{17500 \cdot 1 \cdot 0,19^2} = 0,03 \quad (2.6)$$

За таблицею 2.2 [40] визначаємо $\alpha_R = 0,372$, $\alpha_m < \alpha_R$.

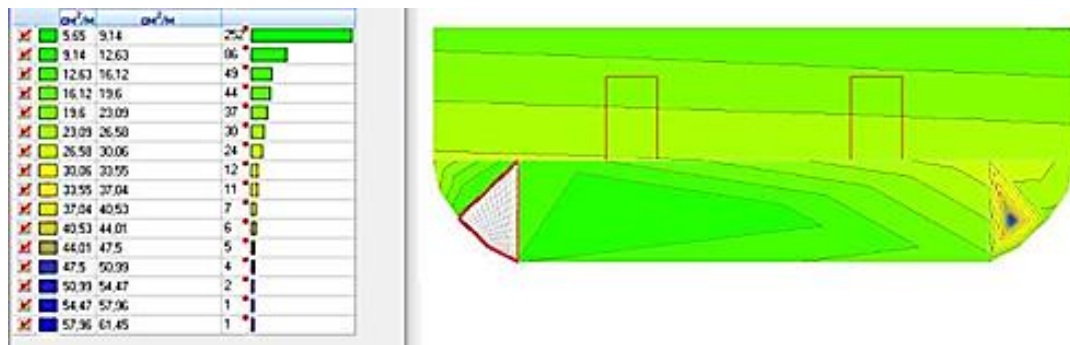
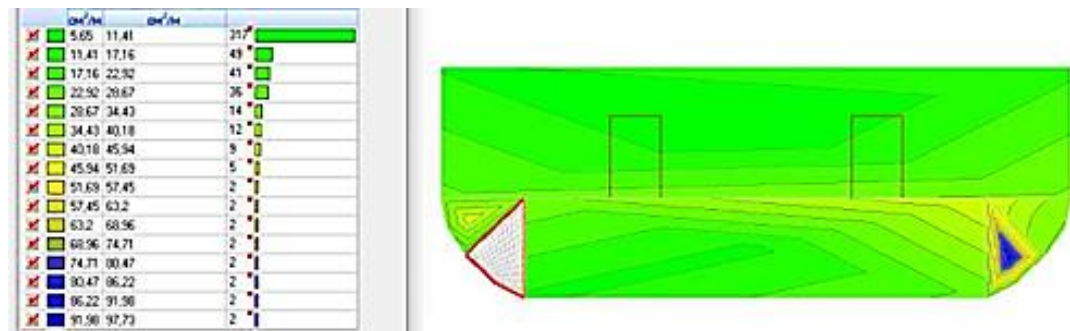
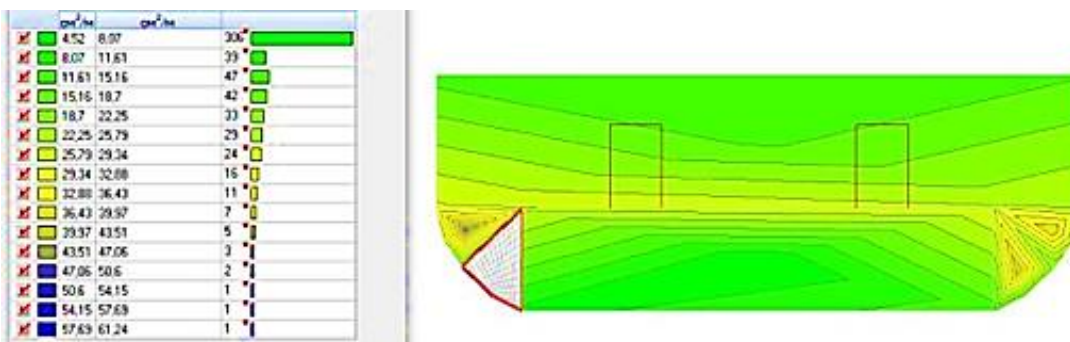
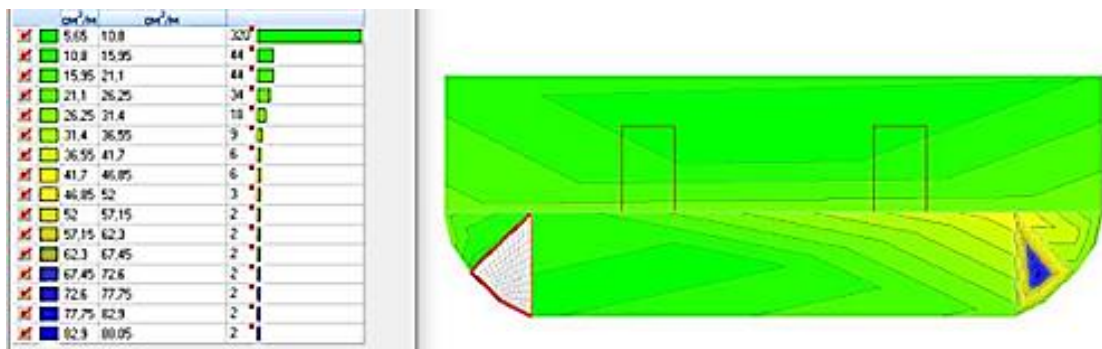
За розрахунком необхідності встановлювати розтягнуту арматуру немає.

Площу перерізу розтягнутої арматури обчислюємо за формулою

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s} = \frac{17,5 \cdot 0,9 \cdot 1000 \cdot 190 \cdot (1 - 0,89)}{450} = 731,5 \text{ мм}^2 \quad (2.7)$$

Результат армування $A_s = 880,5 \text{ мм}^2$, що більше за обчислювальну.

Приймаємо армування за результатами ручного рахунку.

Рисунок 2.8 - Інтенсивність S_1 X нижняРисунок 2.9 - Інтенсивність S_2 X верхняРисунок 2.10- Інтенсивність S_3 Y нижняРисунок 2.11- Інтенсивність S_4 Y верхня

Розрахунок армування ядра жорсткості зробимо в ПК "SCAD". Задаємо армування робоче вертикальне $\emptyset 12$ з кроком 200 мм і горизонтальне $\emptyset 12$ з кроком 200 мм. Поперечне армування приймаємо $\emptyset 10$ з кроком 200 мм.

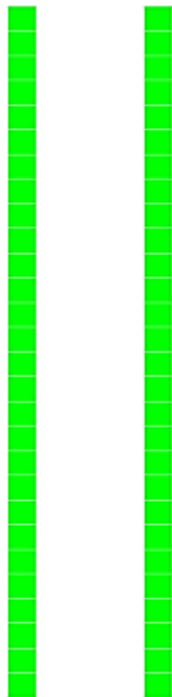


Рисунок 2.12 - Інтенсивність S_1 X нижня

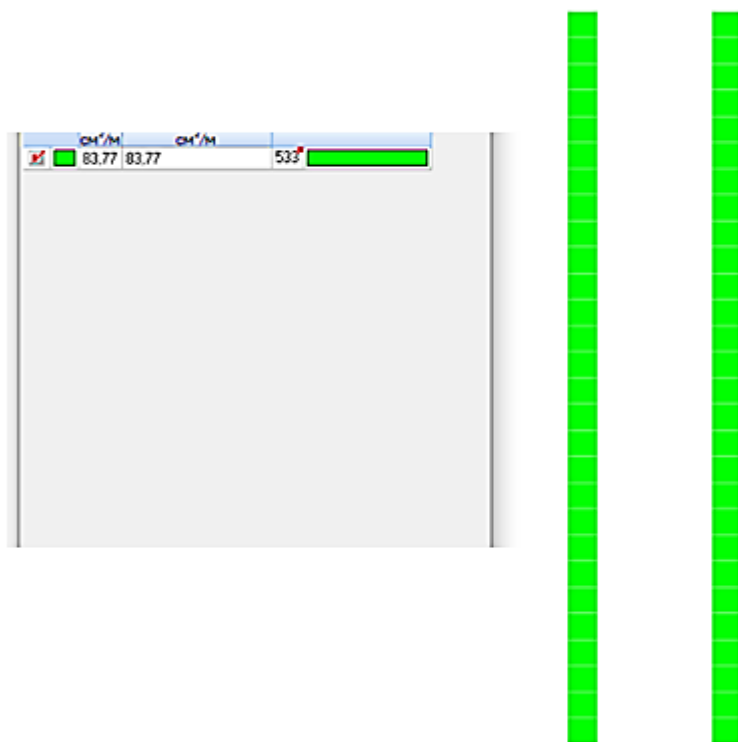
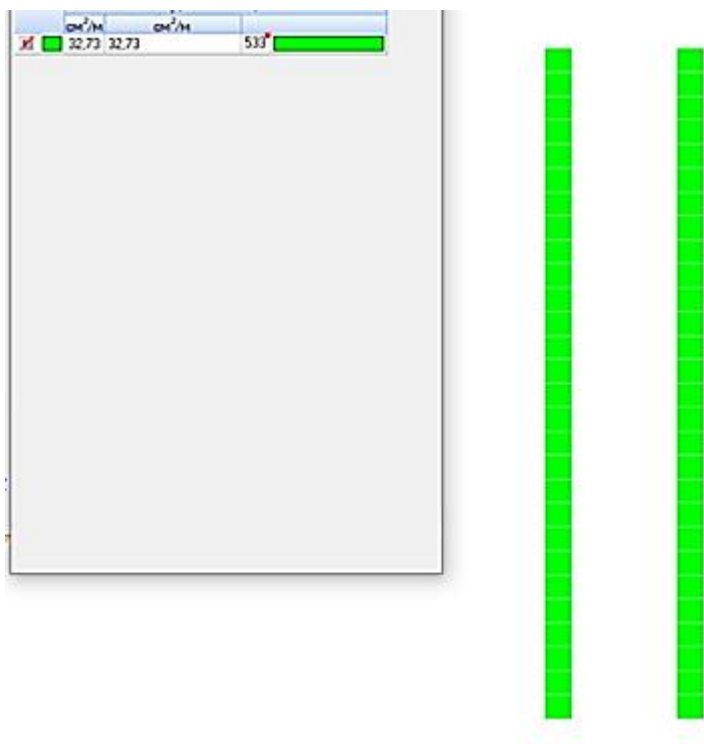
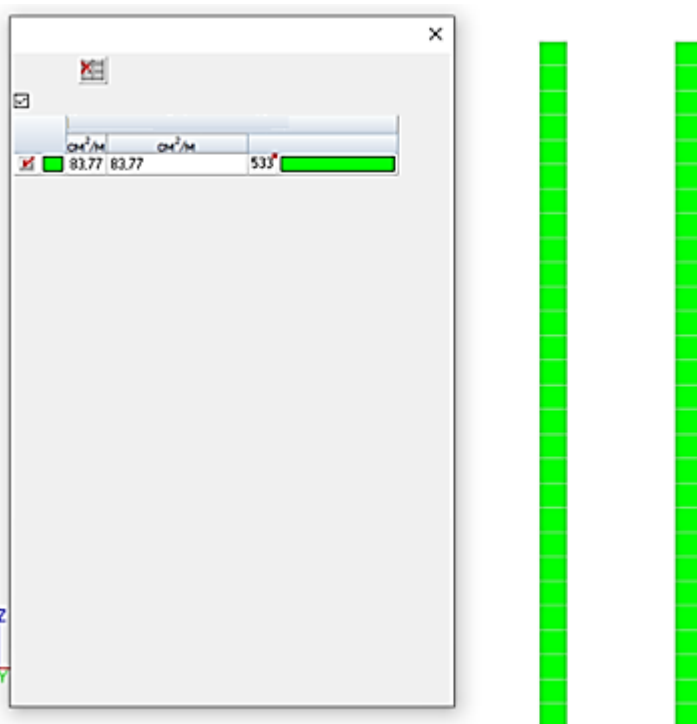


Рисунок 2.13 - Інтенсивність S_2 X верхня

Рисунок 2.14 - Інтенсивність S₃Y нижняРисунок 2.15 - Інтенсивність S₄Y верхня

За допомогою експертизи залізобетону в ПК SCAD перевіримо правильність прийнятого армування. Як видно з рисунка 2.16, армування підібрано правильно.

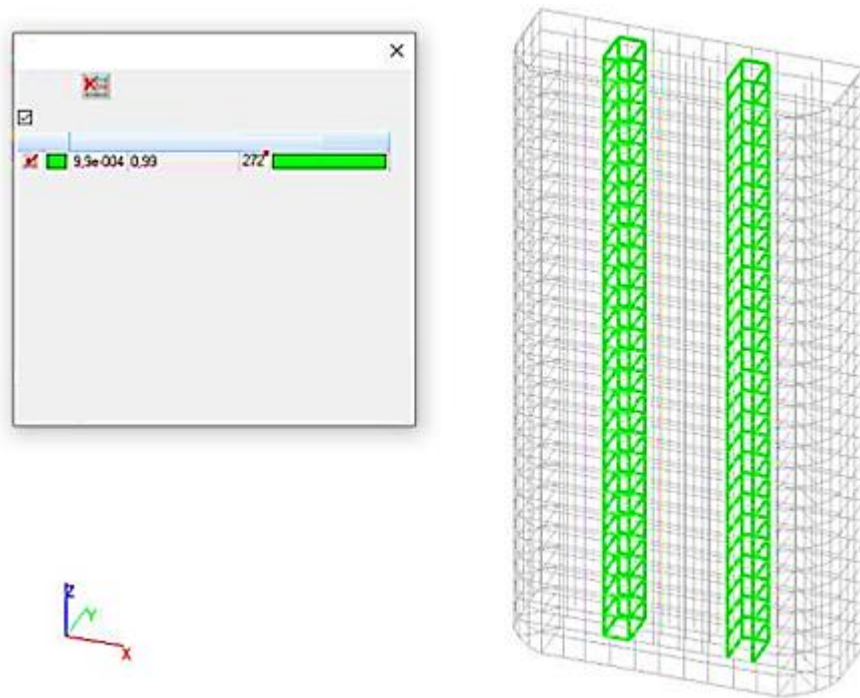


Рисунок 2.16 - Результати експертизи в ПК SCAD

Розрахунок армування колон перетином 400x400 мм.

Зробимо армування в ПК "SCAD". Перетин колон 400x400 мм. Бетон важкий С25/30.

Значення $a_1=20$ мм, $a_2=20$ мм.

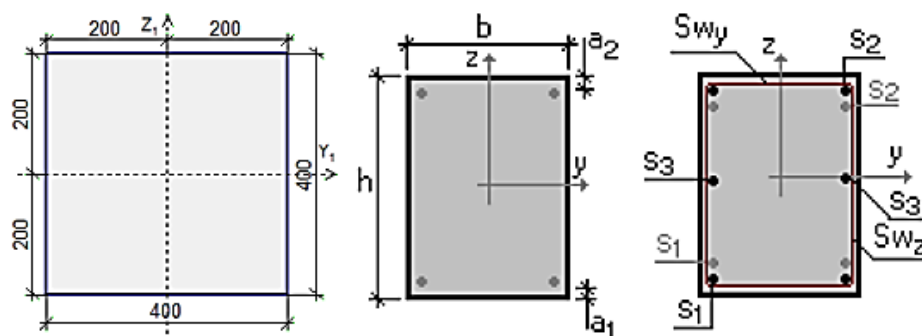
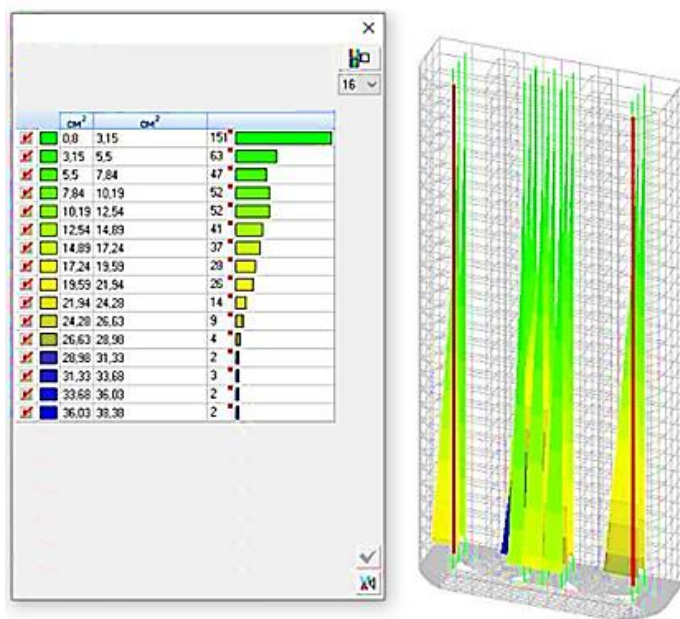
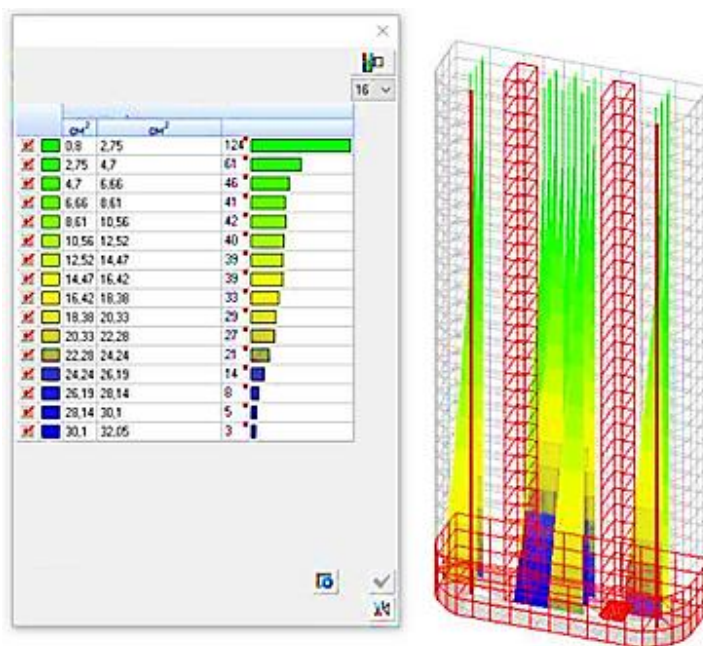


Рисунок 2.17 - Переріз колон

Прийнята арматура поздовжня класу А500, поперечна класу А240. Коефіцієнти умов роботи дорівнюють 1.

Приймаємо армування S_1 - 2Ø18 з кроком 200 мм, S_2 - 2Ø18 з кроком 200 мм. Поперечне армування - 2Ø12 з кроком 150 мм.

Рисунок 2.18 - Площа симетричної арматури S_1 Рисунок 2.19 - Площа несиметричної арматури S_1

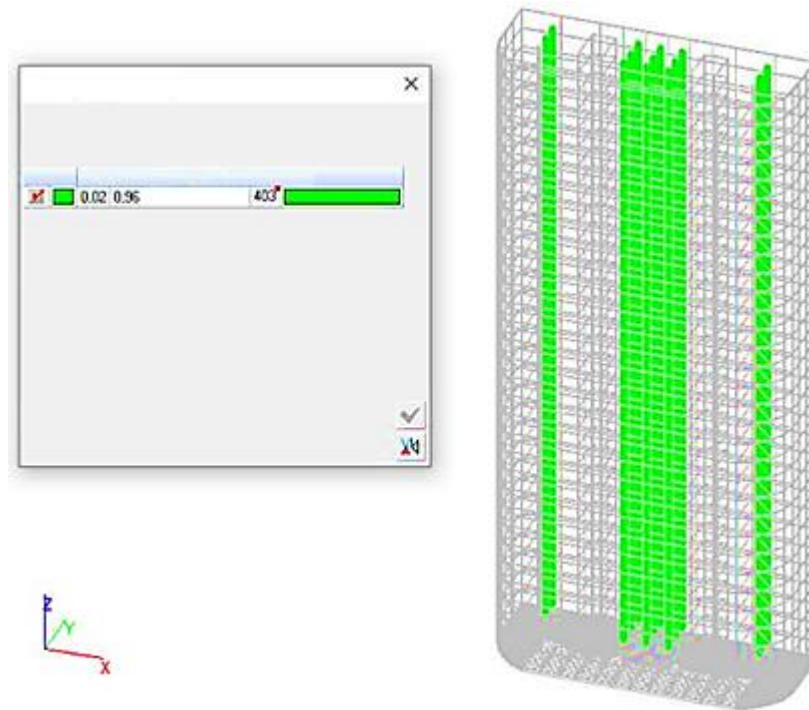


Рисунок 2.20 - Результати експертизи армування колон

Правильність підбору арматури перевіряємо за допомогою критичного фактора K_{\max} у вкладці експертизи залізобетону ПК "SCAD". Як видно з рис. 2.19, критичний фактор не досягає значень, більших за 1, а отже, армування зроблено правильно.

Розрахунок плити перекриття.

Приймаємо плиту перекриття з CLT товщиною 195 мм. Матеріал плит - сосна І і ІІ сорту за [41]. Покриття підлоги виконуємо зі звукоізоляційних плит товщиною 50 мм, сухої стяжки товщиною 40 мм і ГКЛ товщиною 12,5 мм. Перетин панелі приймаємо 3000x195 мм, вологість $(12\pm 2)\%$.

Розрахункові характеристики матеріалів:

- розрахунковий опір розтягуванню вздовж волокон $R_p=12$ МПа,
- розрахунковий опір стисненню вздовж волокон $R_c=16$ МПа,
- розрахунковий опір сколюванню вздовж волокон $R_{ск}=1,6$ МПа,
- модуль пружності вздовж волокон $E=10000$ МПа,
- модуль пружності поперек волокон $E_{90}=400$ МПа.

Конструктивна довжина панелі визначається за формулою

$$l_c = l_n - 2c, \quad (2.8)$$

де c - величина обпирання,

l_n - номінальна довжина панелі, м. Приймаємо $l_n = 8000$ мм, $c = 50$ мм. $l_c = 8000 - 50 = 7950$ мм.

Виконаємо перевірку проміжного опорного вузла панелі на зминання

$$a = \frac{A}{R_{зм} \cdot b}, \quad (2.9)$$

де $R_{зм}$ - розрахунковий опір місцевому зім'яттю поперек волокон деревини,

b - ширина перерізу, м,

A - величина опорної реакції, кН.

Приймаємо $R_{зм} = 3$ МПа [35], $b = 195$ мм, $A = 39,79$ кН.

$$a = \frac{39790}{300 \cdot 195} = 0,68 \text{ мм.}$$

Фактичне значення площадки спирання на проміжній опорі становить 50 мм, що забезпечує міцність опорного вузла.

Збір навантажень наведено в таблиці 2.1. Розрахункова схема наведена на рисунку 2.21.

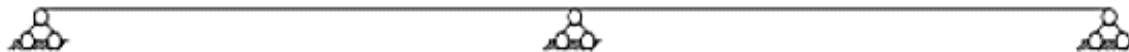


Рисунок 2.21 - Розрахункова схема плити

Розрахунок проведемо в ПК "SCAD ". Результати подано на рисунку 2.18 згідно з [25].

Максимальний прогин становить 0,008 м.

Таким чином, умови міцності за граничними станами виконуються, тому приймаємо плиту перекриття з параметрами $l=8000$ мм, $b=195$ мм.

2.4 Конструювання з'єднань

Розрахунок консолі залізобетонної колони [39].

Консоль колони сприймає поперечну силу від перекриття, що дорівнює

$$V_{sd} = \frac{(G_{\text{перек.}} + Q_{\text{перек.}})}{2} = \frac{480 + 61,79}{2} = 270,9 \text{ кН.} \quad (2.10)$$

Мінімально допустима довжина площі обпирання перекриття з умови міцності бетону на зминання

$$l_{sup} = \frac{V_{sd}}{\mu \cdot f_{cd} \cdot b} = \frac{270900}{1 \cdot 10,67 \cdot 300} = 84 \text{ см,} \quad (2.11)$$

де b - ширина обпирання плити, що дорівнює ширині колони.

Необхідна робоча висота консолі з умови міцності похилого перерізу по стислій смузі визначається з умови

$$d \geq \frac{V_{sd}}{0,25 \cdot \eta \cdot \alpha \cdot f_{sd} \cdot b_c} = \frac{270,9}{0,25 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 10,67 \cdot 300} = 35 \text{ см} \quad (2.12)$$

Приймаємо розміри консолі 90×50 мм. Зробимо розрахунок пластини консолі на зріз.

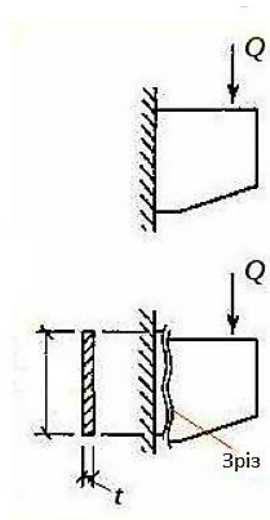


Рисунок 2.22 - Схема роботи пластини

Умова міцності пластини [42]

$$\tau = \frac{Q}{ht} \leq R_s \cdot \gamma_s, \quad (2.13)$$

де Q - розрахункове поперечне зусилля кН, ht - площа зрізу, см^2 .

$$\tau = \frac{270,9}{30 \cdot 2} \leq 245 \cdot 0,9.$$

Умова виконується, приймаємо пластину товщиною 20 мм зі сталі С245.

З'єднання перекриттів із консолями здійснюємо за допомогою вклеєних поперек волоко стержнів. Розрахуємо це з'єднання виходячи з розрахунку з'єднання на стержнях, вклеєних під кутом до волокон [35].

$$T = R^A \cdot \pi \cdot d_1 \cdot l_p \cdot k_c \cdot k_{\Pi} \cdot m_d \cdot m_{\text{дл}} \cdot \Pi \cdot m_1 \leq F_a \cdot R_a, \quad (2.14)$$

де R_a - розрахунковий опір деревини висмикуванню вклеєного стержня, що приймається рівним 6,8 МПа,

d_1 -діаметр отвору,

l_p -розрахункова довжина стержня, м

$$l_p = l - l_0 \leq 30d = 0,18 \text{ м},$$

l - довжина частини, що закладається, м,

$l_0 = 3d$ - глибина можливого зниження міцності клейового прошарку під час зварювання,

d - діаметр клеюваного стрижня,

k_c - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу напружень зсуву залежно від довжини частини стрижня, що заклеюється, який слід визначати за формулою

$$k_c = 1,2 - 0,02 \frac{l_p}{a} = 1,2 - 0,02 \cdot \frac{0,18}{0,10} = 1,1,$$

k_{Π} - коефіцієнт, що залежить від знака нормальних напружень уздовж волокон у зоні встановлення стрижнів,

m_d - коефіцієнт, що враховує залежність розрахункового опору від діаметра стрижня

$$m_d = 1,12 - 0,1d = 1,12 - 0,1 \cdot 0,1 = 1,1,$$

F_a - площа перерізу стрижня,

R_a - розрахунковий опір матеріалу стрижня.

$$T = 6,8 \cdot 3,14 \cdot 0,12 \cdot 0,18 \cdot 1,1 \cdot 0,09 \cdot 1,1 \cdot 0,66 \cdot 0,9 \leq 0,000113 \cdot 400, \\ 0,029 < 0,0452.$$

Умова виконується. Приймаємо стрижні з арматури $\varnothing 10$ А500.

2.5 Проектування фундаментів

2.5.1 Основні відомості про умови земельної ділянки для будівництва об'єкта

Ділянка для будівництва розташована в Івано-Франківську.

Абсолютні відмітки рельєфу ділянки будівництва варіюються від 151 до 152 м. Відносна відмітка чистої підлоги першого поверху 0,000 відповідає абсолютній 152,1 м. Ґрунтові води залягають на глибині 15,7 м, що відповідає абсолютній позначці 139,9 м.

Геологічна колонка являє собою:

1 Супісок пластичний, сірого кольору, з лінзами суглинку тугопластичного,

- 2 Пісок гравелистий, маловологий, коричневого кольору,
 3 Суглинок тугопластичний,
 4 Галечниковий ґрунт із піщаним заповнювачем до 15-30 % маловологий.

Таблиця 2.5 - Фізико-механічні властивості ґрунтів

Повне найменування ґрунту	h, м	W, д.е.	e, д.е.	Щільність, т/м ³			$\gamma(\gamma_{sb}),$ кН/м ³	W _p	W _L	J _L	J _p	SR, д.е.	Розрахункові характеристики			R ₀ , кПа
				ρ	ρ_s	ρ_d							ϕ , град	ψ , град	E, кПа	
Супісок пластичний, сірого кольору	1,7	-	-	1,75	-	-	17,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пісок гравелистий, маловлажний, коричневого кольору	0,8	0,1	0,62	1,8	2,66	1,64	-	-	-	-	-	0,42	-	-	31	400
Суглинок тугопластичний	1,7	-	-	1,75	-	-	17,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Галечниковий ґрунт із піщаним заповнювачем. маловологий	1,7	0,23	0,62	2,05	2,66	1,67	2,035	-	-	-	-	1,02	39	0,03	500	600

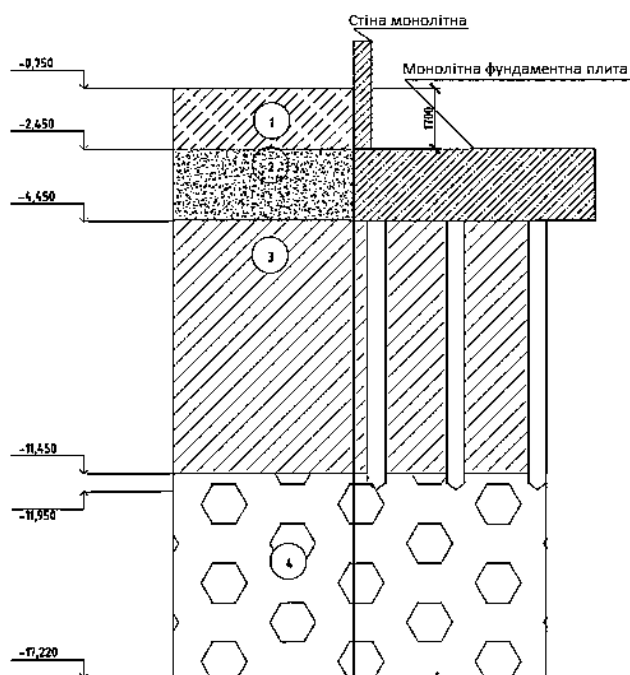


Рисунок 2.23 - Інженерно-геологічна колонка

Збір навантажень на фундамент проводимо за допомогою програмного комплексу SCAD.

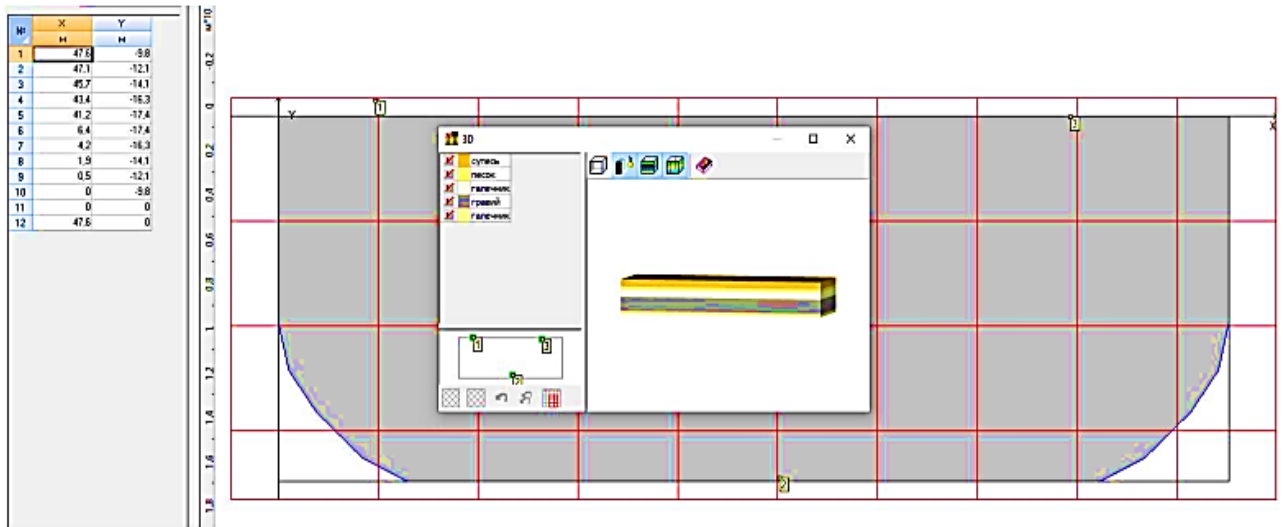


Рисунок 2.24- Інженерно-геологічні умови

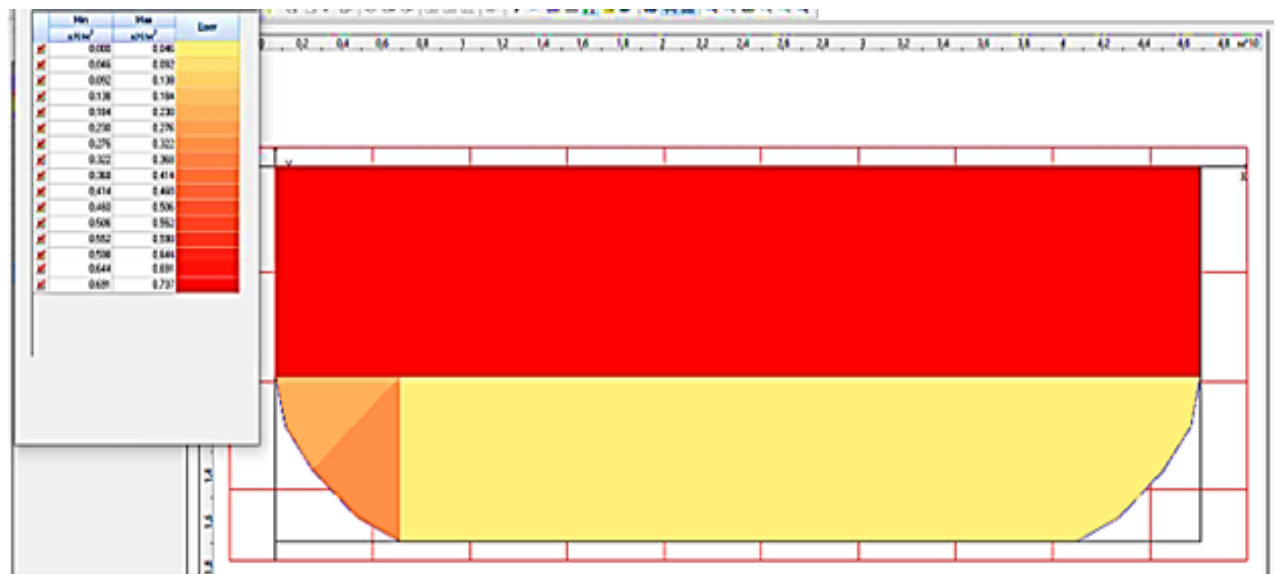


Рисунок 2.25 - Навантаження на фундамент

Рівномірно розподілене навантаження становить 903,39 кН/м. Зробимо розрахунок перекидних сил на стіни підвалу.

Фізико-механічні характеристики ґрунтів наведено в таблиці 2.5. Основні розрахунки стійкості стіни проводять за I граничним станом, виходячи з цього, знайдемо розрахункові характеристики ґрунтів за формулами.

$$\gamma_p = 1,05 \cdot \gamma_H$$

$$\phi_p = 1,15 \cdot \phi_H$$

$$C_p = C_H / 1,5$$

$$\Theta = 45 - \phi / 2$$

$$\lambda = \text{tg}^2$$

$$K = 2\sqrt{\lambda}$$

Розраховані характеристики наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Розрахункові характеристики ґрунтів

Ґрунт	γ_p	ϕ_p	C_p	Θ	λ	K
Супісок пластичний, сірого кольору	18,37	-	-	-		
Пісок гравелистий, маловологий, коричневого кольору	-	-	-	-		
Галечниковий ґрунт із піщаним заповнювачем до 15-30% маловологий	2,13	44,85	0,02	25,5	13,065	10,10
Суглинок тугопластичний	18,37	-	-	-		

Тиск ґрунту розраховуємо за формулою:

$$P_\gamma = \frac{[\gamma_i \gamma_f \cdot h \cdot \lambda - C_i (K_i + K_{i+1})] y}{h} + P, \quad (2.15)$$

де $\gamma_f = 1.2$ для насипного ґрунту і 1,15 для інших.

$$P_0 = 18,37 \cdot 1,15 \cdot 1,7 = 35,91 \text{ кПа.}$$

2.5.2 Проектування пальового фундаменту

Глибину закладення ростверка d_p приймаємо виходячи з конструктивних вимог. Відмітка підлоги цокольного поверху і відмітка верху фундаментної плити становить -2,450 м. Висоту ростверку приймаємо рівною 1 м. Відмітка підошви фундаменту становить -3,450 м.

Відмітка голови палі до забивання становитиме -3,420 м, після забивання - 3,450 м. Закладення палі в ростверк становить 500 мм.

Використовуємо як несучий шар суглинок тугопластичний.

Приймаємо довжину палі 8 м, марки С80.30. Відмітка низу палі становитиме -11,950 м.

Несуча здатність палі по ґрунту визначається за формулою [38].

$$F_d = \gamma_c \cdot R \cdot A, \quad (2.16)$$

де γ_c - коефіцієнт умови роботи палі в ґрунті, який приймають рівним 1,0, $A=0,3 \cdot 0,3=0,09$ м² - площа поперечного перерізу палі,

R - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі. кПа. Для забивних палі приймається рівним 20000 кПа.

$$F_d = 1 \cdot 20000 \cdot 0,09 = 1800 \text{ кН.}$$

Основним критерієм проектування палевих фундаментів є умова

$$N_{св} \leq \gamma_0 \cdot F_d / \gamma_n \cdot \gamma_k, \quad (2.17)$$

Допустиме навантаження на палю згідно з розрахунком становитиме

$$N = 1118 \text{ кН.}$$

Використовуючи допустимі значення, що використовуються в Івано-Франківську, приймаємо значення $\gamma_0 \cdot F_d \cdot \gamma_k = 800$ кН. [38].

Визначимо кількість палі у куці

$$n = \frac{\sum N}{\frac{F_d - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{ср}}{\gamma_n}}, \quad (2.18)$$

де $\sum N = N_{max} = 903,39 \cdot 480 + 1806,78 \cdot 32 = 491444,6$ кН - розрахункове навантаження.

$$n = \frac{491444.6}{800 - 0.9 \cdot 2.45 \cdot 20} = 640$$

Розміщення паль у куці приймаємо з відстанями між осями рівними 1 м.

2.5.3 Підбір палейного обладнання

$$E^{min} = 1,75 \cdot a \cdot F_d / \gamma_k, \quad (2.19)$$

де $a = 25$ Дж/кН.

$$E^{min} = 1,75 \cdot 25 \cdot 433,86, = 18981 \text{ Дж} = 18,98 \text{ кДж.}$$

Обираємо штанговий дизель-молот С330, який має енергію удару

$E_d = 22$ кДж, масу ударної частини $m_4 = 2,5$ т, повну масу молота $m_1 = 4,2$ т.

Визначимо відмову палі наприкінці забивання

$$S_a = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d \cdot (F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0.2 \cdot (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}, \quad (2.20)$$

Де $\eta = 1500$ кН/м²,

A - площа перерізу палі, м²,

F_d - несуча здатність палі, кН,

m_1 - повна маса молота, т,

m_2 - маса палі, т,

m_3 - маса наголовника, яку приймають 0,2 т.

$$S_a = \frac{22 \cdot 1500 \cdot 0,09}{800 \cdot (800 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{4,2 + 0.2 \cdot (2,28 + 0,2)}{4,2 + 2,28 + 0,2} = 0,028 \text{ м} = 2,8 \text{ см.}$$

2.5.4 Проектування монолітного ростверку

Як ростверк приймаємо монолітну залізобетонну плиту. Армування проводимо за допомогою окремих груп.

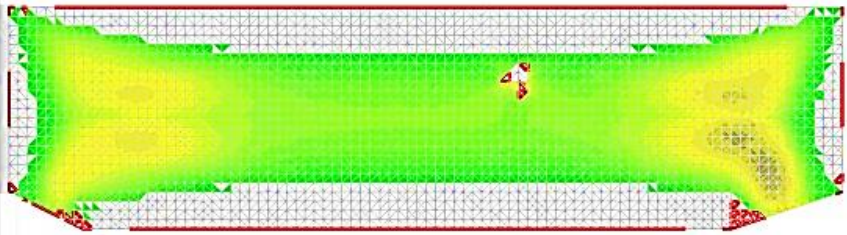
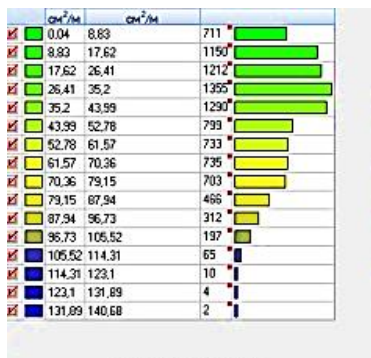


Рисунок 2.26 - Інтенсивність нижня за X

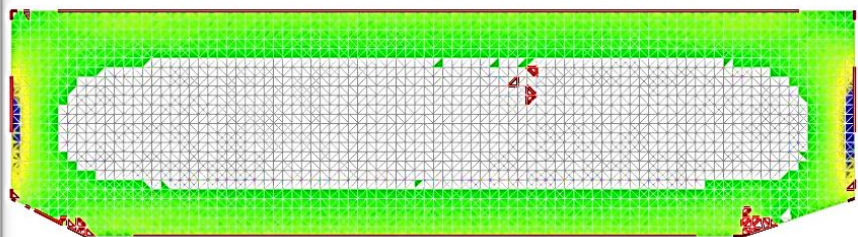
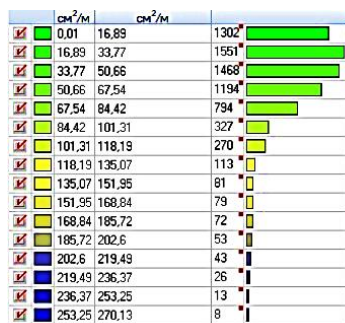


Рисунок 2.27 - Інтенсивність верхня за X

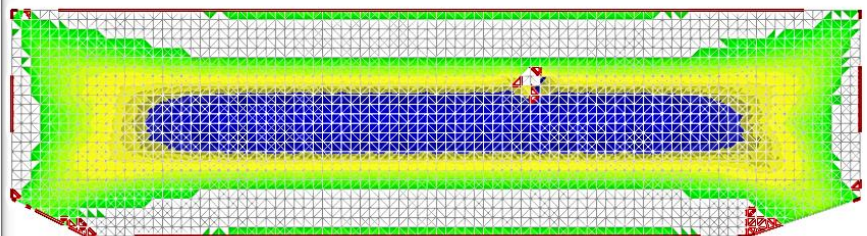
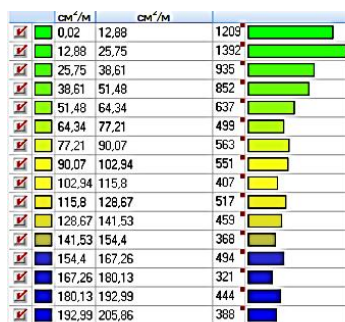


Рисунок 2.28 - Інтенсивність нижня за Y

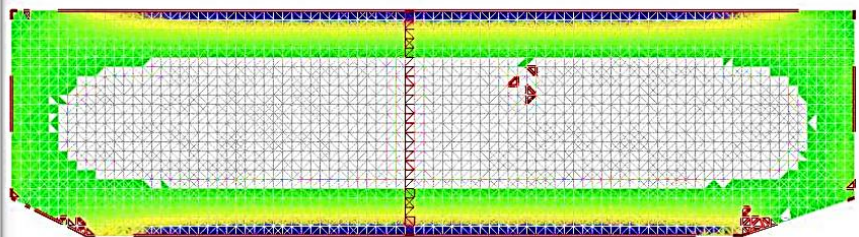
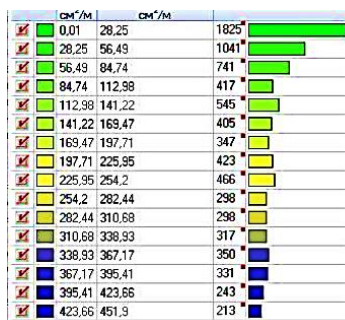


Рисунок 2.29 - Інтенсивність верхня за Y

Приймаємо армування: для основної нижньої сітки приймаємо арматурні стрижні в продольному напрямку $\varnothing 20$ із кроком 200 мм, у поперечному $\varnothing 20$ із кроком 200 мм, для основної верхньої сітки в поздовжньому і поперечному напрямку - $\varnothing 28$ з кроком 200 мм.

У місцях найбільш навантажених ділянок під колонами укладаємо додаткові сітки з арматури $\varnothing 36$ з кроком 150 мм.

2.5.5 Розрахунок монолітного плитного ростверку на продавлювання

Схему роботи ростверку представлено на рисунку 2.30.

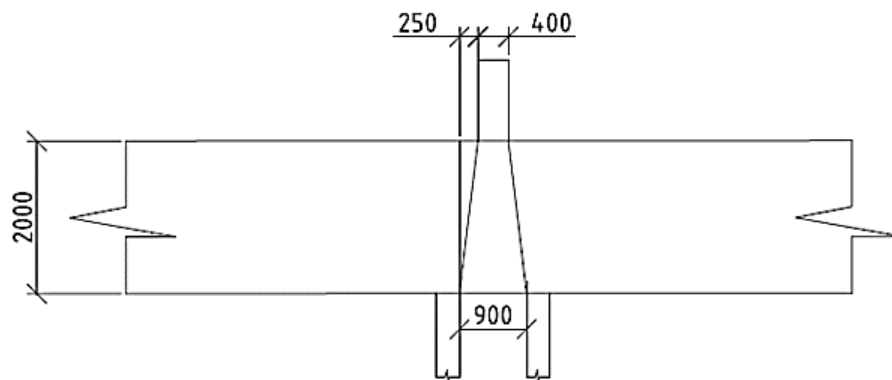


Рисунок 2.30 - Схема роботи ростверку

Перевірку на продавлювання проводять виходячи з умови перевищення міцності бетону на розтягнення на гранях піраміди продавлювання над продавлювальною силою.

$$F \leq \frac{2 \cdot R_{bt}}{\alpha} \cdot \left[\frac{h_{op}}{c_1} \cdot (b_c + c_2) + \frac{h_{op}}{c_2} \cdot (l_c + c_1) \right], \quad (2.21)$$

де F - сила, що продавлює,

R_{bt} - розрахунковий опір бетону розтягуванню, кПа. Для бетону В30 $R_{bt} = 1150$ кПа,

h_{op} - робоча висота перерізу ростверку, м,

b - коефіцієнт, що враховує часткову передачу поздовжньої сили N ,

b_c , l_c - розміри перерізу колони, м,

c_1 , c_2 - відстані від граней колони до граней основи піраміди продавлювання, м.

$$2880 \leq \frac{2 \cdot 1150}{1} \cdot \left[\frac{1,95}{0,25} \cdot (0,4 + 0,25) + \frac{1,95}{0,25} \cdot (0,4 + 0,25) \right] = 23322 \text{ кН.}$$

Умова виконується.

РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Скінченно-елементне моделювання будівлі

Моделювання проводимо із застосування методу скінченних елементів з використанням як основних невідомих переміщення і повороти вузлів розрахункової схеми. Тому дана розрахункова схема представлена у вигляді набору елементів стандартного типу - стрижнів, пластин, оболонок тощо.

Тип кінцевого елемента визначається його геометричною формою і правилами, що визначають залежність між переміщеннями вузлів елемента і вузлів системи, а також фізичним законом, що визначає залежність між внутрішніми зусиллями і внутрішніми переміщеннями, набором параметрів, які входять до цього закону, тощо.

До розрахункової схеми включено скінченні елементи таких типів.

Стрижневі скінченні елементи, для яких передбачено роботу за звичайними правилами опору матеріалів. Опис їх напруженого стану пов'язаний з місцевою системою координат, у якій вісь X_1 орієнтована вздовж стрижня, а осі Y_1 і Z_1 - уздовж головних осей інерції поперечного перерізу.

Кінцеві елементи оболонок, геометрична форма яких на малій ділянці елемента є плоскою (вони утворюють багатогранник, вписаний у дійсну криволінійну форму серединної поверхні оболонки).

Обчислення розрахункових сполучень зусиль здійснюють на підставі критеріїв, характерних для відповідних типів скінченних елементів - стрижнів, плит, оболонок, масивних тіл. Як такі критерії прийнято екстремальні значення напружень у характерних точках поперечного перерізу елемента. Під час розрахунку враховуються вимоги нормативних документів і логічні зв'язки між завантаженнями.

Основою вибору невідповідних розрахункових поєднань зусиль слугує принцип суперпозиції. З усіх можливих сполучень відбирають ті РСЗ, які відповідають

максимальному значенню деякої величини, обраної як критерій, що залежить від усіх компонентів напруженого стану.

Розрахункову схему представлено на рисунку 3.1.

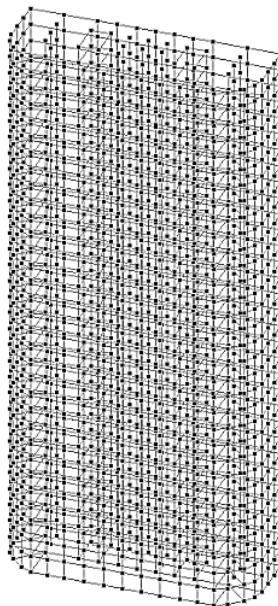


Рисунок 3.1- Розрахункова схема будівлі

3.2 Результати обчислень

Для розрахунків використовуємо метод PARFES у ПК "SCAD".

Найбільш несприятливою комбінацією завантажень є 1.

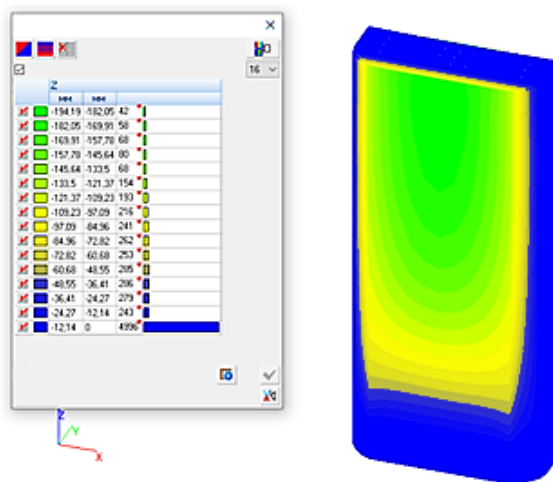


Рисунок 3.2 - Вертикальні переміщення від найбільш несприятливої комбінації навантажень.

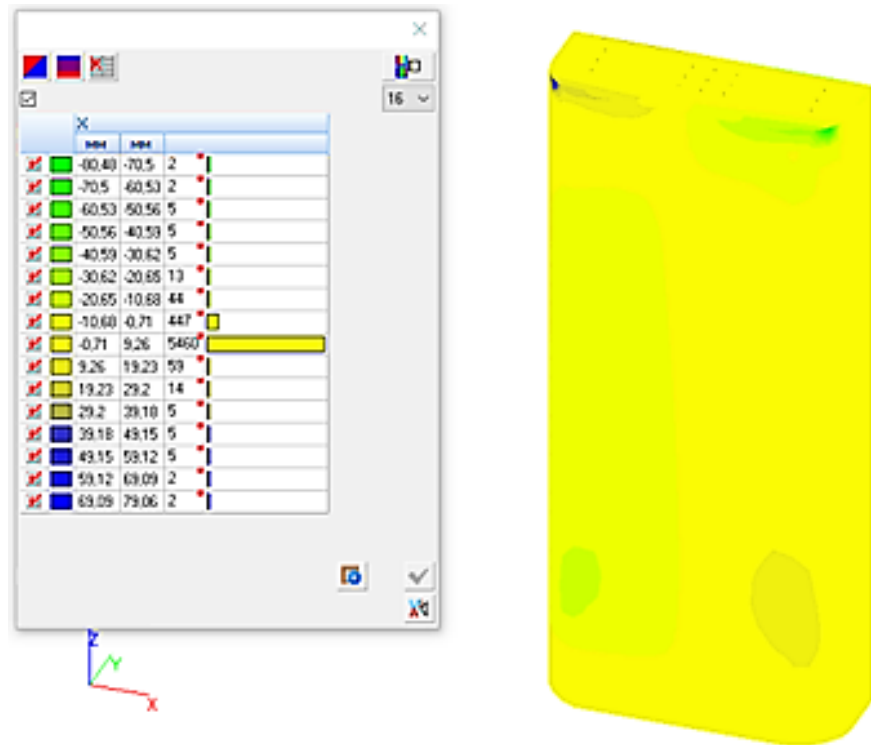


Рисунок 3.3 - Горизонтальні переміщення від найбільш несприятливої комбінації завантажень

Максимальні горизонтальні переміщення каркаса будівлі від вітрових навантажень з урахуванням крену фундаменту становлять 116 мм [34], як видно з рисунка 3.2 значення не перевищують гранично допустимих.

Максимальні вертикальні переміщення з урахуванням висоти будівлі не повинні перевищувати 216 мм, з рисунка 3.3 бачимо, що ця умова виконується.

Проводимо розрахунок каркаса щодо всіх несучих елементів. Розрахунок монолітної плити перекриття перших поверхів.

Розрахунок армування плити проводиться в програмному комплексі SCAD. Для створення схеми плити використовуємо "генерацію сітки довільної форми на площині". Задаємо контур плити і вибираємо критерій триангуляції.

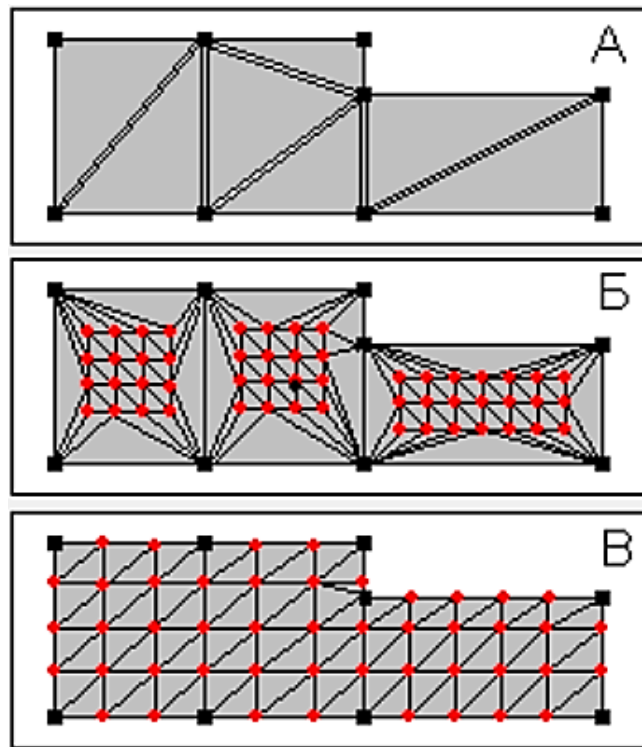


Рисунок 3.4- Вибір критерію триангуляції

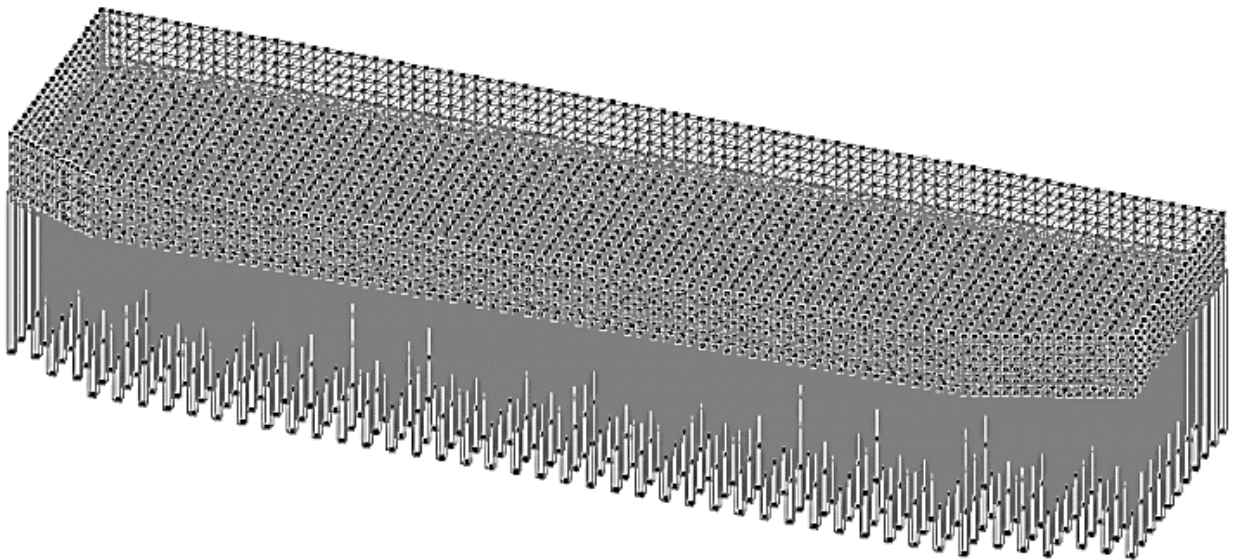


Рисунок 3.5- Схема фундаменту в SCAD

Прикладаємо навантаження: власну вагу, навантаження від стін, навантаження на підлогу, навантаження від ґрунтів на стіни.

Z			
MM	MM		
✓	-11,86	-10,88	1121
✓	-10,88	-10,11	974
✓	-10,11	-9,33	737
✓	-9,33	-8,56	1084
✓	-8,56	-7,78	1072
✓	-7,78	-7,01	837
✓	-7,01	-6,23	1170
✓	-6,23	-5,45	863
✓	-5,45	-4,68	1267
✓	-4,68	-3,9	909
✓	-3,9	-3,13	1375
✓	-3,13	-2,35	987
✓	-2,35	-1,57	1516
✓	-1,57	-0,8	1615
✓	-0,8	-0,02	2331
✓	-0,02	0,75	2893

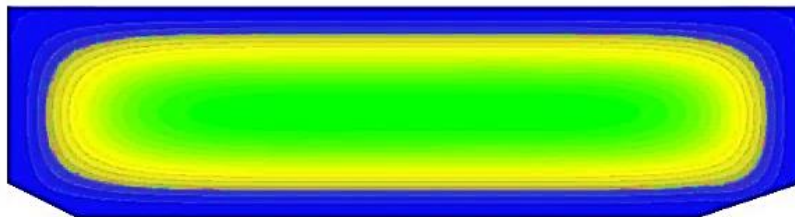


Рисунок 3.6 - Переміщення від навантажень

Максимальні переміщення становлять 11,66 мм, що менше за гранично допустимих 15 см [18].

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Загальні вимоги

Повинен бути організований постійний контроль працівниками справності устаткування, пристосувань, інструменту, перевірка наявності та цілісності огорожень, захисного заземлення та інших засобів захисту до початку робіт і в процесі роботи на робочих місцях згідно з інструкціями з охорони праці.

При виявленні порушень норм і правил охорони праці працівники повинні вжити заходів до їх усунення власними силами, а в разі неможливості цього припинити роботи та інформувати посадову особу.

У разі виникнення загрози безпеці та здоров'ю працівників відповідальні особи зобов'язані припинити роботи і вжити заходів щодо усунення небезпеки, а за необхідності забезпечити евакуацію людей у безпечне місце.

Відповідно до законодавства на роботах зі шкідливими і (або) небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням, роботодавець зобов'язаний безоплатно забезпечити видачу сертифікованих засобів індивідуального захисту.

Проїзди, проходи на виробничих територіях, а також проходи до робочих місць і на робочих місцях повинні утримуватися в чистоті та порядку, очищатися від сміття і снігу, не захарашуватися матеріалами, що складуються, і конструкціями.

Місця проходу людей у межах небезпечних зон повинні мати захисні огороження. Входи в будівлі (споруди), що будуються, повинні бути захищені зверху козирком завширшки не менше 2 м від стіни будівлі.

У місцях переходу через траншеї, ями, канави мають бути встановлені перехідні містки завширшки не менше 1 м, огорожені з обох боків поручнями висотою не менше ніж 1,1 м, із суцільною обшивкою внизу на висоту 0,15 м і з додатковою огорожувальною планкою на висоті 0,5 м від настилу.

На виробничих територіях, ділянках робіт і робочих місцях працівники мають бути забезпечені питною водою, якість якої має відповідати санітарним вимогам.

Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темну пору доби повинні бути освітлені відповідно до вимог державних стандартів.

Небезпечні зони, в які вхід людей, не пов'язаних з цим видом робіт, заборонений, огорожуються і позначаються.

Тимчасові адміністративно-господарські та побутові будівлі і споруди розміщені поза небезпечною зоною від роботи монтажного крана.

Туалети розміщені таким чином, що відстань від найбільш віддаленого місця поза будівлею не перевищує 200 м.

Питні установки розміщені на відстані, що не перевищує 75 м від робочих місць.

Позначено місця для куріння і розміщено пожежні пости, обладнані інвентарем для пожежогасіння.

4.1.2 Запроектвані заходи з охорони праці

Допуск робітників до виконання робіт дозволяється тільки після їх ознайомлення (під підписку) з технологічною картою, і, в разі необхідності, з вимогами, викладеними в наряді-допуску. Робітники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту (каска, рукавиці, захисні окуляри тощо) і зобов'язані користуватися ними.

Електробезпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватися відповідно до вимог [24].

Протягом усього періоду експлуатації електроустановок на будівельних майданчиках повинні застосовуватися знаки безпеки за [24].

Відповідальність за виконання заходів з техніки безпеки, охорони праці, промислової санітарії, пожежної та екологічної безпеки покладається на керівників робіт, призначених наказом.

Відповідальна особа здійснює організаційне керівництво роботами безпосередньо або через бригадира. Розпорядження і вказівки відповідальної особи є обов'язковими для всіх, хто працює на об'єкті.

Усі особи, які перебувають на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски.

Терміни виконання робіт, їх послідовність, потреба в трудових ресурсах встановлюється з урахуванням забезпечення безпечного ведення робіт і часу на дотримання заходів, що забезпечують безпечне виконання робіт, щоб будь-яка виконуваних операцій не була джерелом виробничої небезпеки для одночасно виконуваних або наступних робіт.

Під час розроблення методів і послідовності виконання робіт слід враховувати небезпечні зони, що виникають у процесі робіт. За необхідності виконання робіт у небезпечних зонах повинні передбачатися заходи щодозахисту працюючих.

На межах небезпечних зон мають бути встановлені запобіжні захисні та сигнальні огороження, попереджувальні написи, які добре видно в будь-який час доби.

Санітарно-побутові приміщення, автомобільні та пішохідні дороги повинні розміщуватися поза небезпечними зонами. У вагончику для відпочинку робітників повинні знаходитися і постійно поповнюватися аптечка медикаментами, ноші, фіксуєчі шини та інші засоби для надання першої медичної допомоги. Усі, хто працює на будівельному майданчику, мають бути забезпечені питною водою.

Розміщення будівельних машин повинно бути визначено таким чином, щоб забезпечувався простір, достатній для огляду робочої зони і маневрування за умови дотримання відстані безпеки обладнання, штабелів вантажів.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Оцінка стійкості об'єкта до впливу ударної хвилі ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості

Нові об'єкти будівництва повинні будуватися з урахуванням вимог, виконання яких сприяє підвищенню стійкості інженерно-технічного комплексу об'єкта. Основні з цих такі:

1. Будинки і спорудження на об'єкті необхідно розміщати розосереджено. Відстань між будинками повинні забезпечувати протипожежні розриви. При наявності таких розривів виключається можливість переносу вогню з одного будинку на інші, навіть якщо гасіння пожежі не відбувається. Будинки адміністративно-господарського й обслуговуючого призначення повинні розташовуватися окремо від основних цехів.

2. Найбільш важливі виробничі спорудження варто будувати заглибленими чи зниженої висотності, прямокутної форми в плані. Це зменшує парусність будинків і збільшує опірність їх ударній хвилі ядерного вибуху. Хорошою стійкістю до впливу ударної хвилі володіють залізобетонні будинки з металевими каркасами в бетонній опалубці. Для підвищення стійкості до світлового випромінювання в споруджуваних будинках і спорудженнях повинні застосовуватися вогнестійкі конструкції, а також вогнезахистна обробка спалених елементів будинку. У кам'яних будинках перекриття повинні бути виготовлені з армованого бетону або виконані з бетонних плит. Великі за розмірами будинки повинні розділятися на секції неспаленими стінами. У ряді випадків при проектуванні й будівництві промислових будинків і споруджень повинна бути передбачена можливість герметизації приміщень від проникнення радіоактивного пилу. Це особливо важливо для підприємств харчової промисловості й продовольчих складів.

3. Душові приміщення необхідно проектувати з урахуванням використання їх для санітарної обробки людей.

4. Дороги на території об'єкта повинні бути з твердим покриттям, забезпечувати зручне і найкоротше сполучення між виробничими будинками, спорудженнями і складами; в'їздів на територію об'єкта повинне бути не менш двох із різних напрямків.

5. Системи побутової і виробничої каналізації повинні мати не менш двох випусків у міські каналізаційні мережі й пристрої для аварійних скидань у підготовлені місця (котловани, яри, траншеї тощо).

Оцінка стійкості основних елементів інженерно-технічного комплексу, від яких залежить робота господарського об'єкта, полягає у визначенні виду можливого руйнування кожного з основних елементів інженерно-технічного комплексу та у виявленні нестійких елементів. При оцінці ефективності захисту робітників і службовців у разі сильного вибуху визначають можливу кількість уражених і вид травм людей на території господарського об'єкта. Оцінка стійкості систем управління і постачання (електроенергією, газом, водою, сировиною, комплектуючими виробами тощо) полягає у визначенні ступеня їх порушення в разі вибуху. Крім того, оцінюють ступінь підготовленості господарського об'єкта до відновних робіт. Висновок про стійкість господарського об'єкта в цілому складають після аналізу отриманих результатів. Якщо всі основні елементи інженерно-технічного комплексу і систем господарського об'єкта виявляться стійкими і за прогнозом не буде великої кількості уражених робітників і службовців, то робота господарського об'єкта вважається стійкою в разі вибуху. Якщо хоча б один основний елемент інженерно-технічного комплексу або система господарського об'єкта виявляться за прогнозом нестійкими, робота об'єкта в цілому визнається нестійкою. Аналогічний висновок робиться, якщо в разі вибуху можливі загибель або великі втрати робочих і службовців.

Вирішення проблеми захисту інформації полягає у використанні організаційно-технологічних (адміністративних), технічних і програмних заходів, а так само в профілактичній роботі серед користувачів для зменшення можливостей для несанкціонованого доступу до інформації. Реалізація системи захисту інформації та інформаційних ресурсів розпадається на три незалежні завдання:

забезпечення системи цілісності інформації та інформаційних систем; організація авторизованого доступу до інформації; неприпустимість появи у відкритому доступі інформації, що становить державну таємницю або має конфіденційний характер.

При розслідуваннях небезпека полягає і в тому, що обвинувачені можуть спробувати застосувати законодавство, аби завадити публікації, тому працівники ЗМІ повинні добре знати закони та уникати їх порушення, не отримувати інформацію незаконним шляхом, діяти в рамках етичних стандартів. Найціннішу інформацію рекомендується публікувати, бо це теж один зі способів захистити журналіста: як тільки інформація стає відомою, репресії проти журналіста чи видання одразу ж видадуть не зацікавлених в її оприлюдненні. Бажано таку інформацію поширити й серед колег, коли сам матеріал ще не готовий – це теж захистить журналіста. Тож, на нашу думку, в Україні настав час законодавчо виписати захист журналістів, що працюють у цьому жанрі.

Для забезпечення оптимальної освітленості в робочому приміщенні, яка нормується згідно 200Лк, передбачено устрій системи штучного освітлення з використанням люмінесцентних ламп типу ЛБ або ЛД потужністю від 40 до 80 Вт. Крім системи штучного освітлення використовується природне бокове освітлення.

Усі працівники при прийнятті на роботу і за місцем роботи повинні проходити інструктажі з питань пожежної безпеки (далі - протипожежні інструктажі). Протипожежні інструктажі поділяються на вступний, первинний, повторний на робочому місці, позаплановий та цільовий.

Якщо всі основні елементи інженерно-технічного комплексу і систем господарського об'єкта виявляться стійкими і за прогнозом не буде великої кількості уражених робітників і службовців, то робота господарського об'єкта вважається стійкою в разі вибуху. Якщо хоча б один основний елемент інженерно-технічного комплексу або система господарського об'єкта виявляться за прогнозом нестійкими, робота об'єкта в цілому визнається нестійкою. Аналогічний висновок робиться, якщо в разі вибуху можливі загибель або великі втрати робочих і службовців.

4.2.2 Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на будівельному об'єкті

Оцінка обстановки – порядок визначення ступеню ураженості об'єкта чи території, можливих об'ємів завданих збитків та вплив вторинних факторів на проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (РіНР) в осередку ураження від надзвичайних ситуацій (НС).

Вони залежать від конкретних умов виникнення або загрози виникнення надзвичайних ситуацій мирного чи воєнного часу [14].

По часу оцінка обстановки може бути - завчасна, планова, термінова.

В мирний час відповідно до Закону України «Про страховий фонд документації» на всій території України проведений моніторинг наявності потенційно небезпечних об'єктів чи явищ, що можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій. Оцінку обстановки можна попередньо проводити по карті місцевості району, де існує загроза або виникла надзвичайна ситуація.

На підставі цих досліджень розроблені плани дій під час загрози або виникнення НС. В яких ґрунтовно описані можливі наслідки тої чи іншої надзвичайної ситуації та шляхи її подолання - зменшення жертв, пошкоджень, руйнувань та інше.

Оцінка обстановки визначає:

- характер і об'єм руйнувань і пошкоджень, нанесені збитки і втрати;
- види аварійно-рятувальних робіт та можливий їх об'єм;
- радіаційну, хімічну, інженерну, пожежну та інші обстановки та їх вплив на виконання завдань;
- найбільш доцільні напрямки висування в введення сил ЦО в вогнище чи на територію ураження;
- місце розташування, стан і забезпеченість сил ЦО та їх можливості по виконанню завдань;
- вплив вторинних факторів ураження, погоди, пори року і доби, характер місцевості.

За результатами аналізу оцінки обстановки приймається рішення про ведення РіНР в осередках ураження чи на територія, яка потерпіла від НС.

Рішення на виконання завдань по локалізації та ліквідації наслідків НС включає:

- на що направлення основні зусилля сил та засобів;
- порядок ведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередку ураження чи події;
- організація зв'язку та управління підчас ведення РіНР;
- порядок взаємодії сил і засобів залучених на проведення робіт;
- час проведення РіНР.

Форми і методи оцінки обстановки при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій залежать в першу чергу від виду надзвичайної ситуації.

На місце загрози або виникнення НС терміново виїжджає мобільно-оперативна група у складі: спеціалістів з різних галузей.

Метою роботи цієї групи на місці НС є:

- обстеження місця виникнення НС, характеру, об'ємів та пошкоджень НС;
- надання при необхідності першої медичної допомоги потерпілим;
- визначення попередніх обсягів втрат (площі території, яка постраждала);
- готує пропозиції щодо першочергових заходів та обсягів робіт по локалізації та ліквідації (мінімізації) наслідків НС.
- координує дії служб на місці НС.

Під обстановкою розуміють сукупність наслідків НС, що впливають на нормальну життєдіяльність, виробництво продукції та дії сил при локалізації та ліквідації наслідків НС.

Аналіз пожежної небезпеки і захисту технологічних процесів виробництв здійснюється поетапно. Він містить у собі вивчення технологій виробництв, оцінку пожежонебезпечних властивостей речовин, виявлення можливих причин виникнення і запобіганню пожеж.

Під пожежною обстановкою розуміють сукупність наслідків впливу вражаючих факторів НС, у результаті яких виникають пожежі, які впливають на життєдіяльність людей.

Для оцінки пожежної обстановки необхідно провести такі заходи:

- визначити вид, масштаб і характер пожежі;
- провести аналіз впливу пожежі на стійкість окремих елементів і об'єкту в цілому, а також на життєдіяльність населення;
- вибрати найбільш доцільні дії пожежних підрозділів та формувань ЦО з локалізації і гасіння пожежі, евакуації при необхідності людей і матеріальних цінностей із зони пожежі.

Основна причина виникнення пожеж – необережне поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки. Крім того, вони можуть виникнути в наслідок природних явищ (грозові розряди, землетруси, виверження вулканів, самозаймання торфу, підпал, вибух).

Межа вогнестійкості, вимірювана в годинах, визначається здатністю несучих конструкцій протистояти вогню без обвалювань, прогинів, тріщин, і отворів, через які проникають продукти горіння.

Вона становить для будинків:

- I ступеня вогнестійкості – понад 2 годин;
- II ступеня до 2 годин;
- III ступеня - 1,5 години;
- IV ступеня - 1 година.

За категоріями вибухонебезпечності будинки поділяють на п'ять категорій:

Категорії А і Б – вибухопожежонебезпечні, В, Г, Д – пожежонебезпечні.

Пожежа характеризується видом, масштабом або щільністю, розвитком і швидкістю поширення, тепловою радіацією, тривалістю горіння, температурою горіння, зоною задимлення.

Види пожеж: окремі, масові, суцільні, вогневий шторм, лісові, степові, торф'яні, тління, горіння в завалах.

Розвиток і швидкість поширення пожеж визначається ступенем вогнестійкості будинку, відстанню між ними, щільністю забудови, метеоумовами і порою року.

Розвиток пожеж незалежно від їх розмірів і місця виникнення відбувається за однією загальною закономірністю і поділяється на три фази:

- I фаза – поширення полум'я від початкового горіння до охоплення великої частини горючих матеріалів. Ця фаза характеризується спочатку порівняно невеликою температурою і швидкістю поширення вогню, тому пожежа може бути ліквідована у перші 15-20 хвилин за короткий час обмеженими засобами. Тривалість фази до 2 годин в залежності від вогнестійкості будинків.;

- II фаза – стає горіння до моменту обвалення конструкцій, тривалість від 1 до 4 годин;

- III фаза – вигорання матеріалів завалених конструкцій при невеликих швидкостях горіння і теплової радіації, тривалість від 2 до 5 годин.

Залежно від масштабів пожеж застосовують то чи іншу тактику ведення боротьби з ним, та залучають відповідні сили і засоби. Це може бути окрема тема для вивчення.

Отже, оцінка обстановки при виникненні надзвичайних ситуацій потребує значних об'ємів знань умінь і навичок, досвіду проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках ураження.

ВИСНОВОК

При виконанні кваліфікаційної роботи було розроблено проект багатопверхового житлового будинку з комбінованим каркасом із дерева і залізобетону.

Будівництво з CLT і LVL стрімко набирає популярності в країнах Європи, Японії та Австралії. Технології вдосконалюються, і закордонні проєктувальники демонструють проєкти дедалі більшої і більшої поверховості.

Однак, в Україні ми стикаємося з проблемами відсутності нових нормативних документів у сфері дерев'яних конструкцій. Особливо це стосується пожежних норм, які не враховують технічні характеристики CLT і LVL.

Розроблено архітектурні рішення будівлі з урахуванням усіх сучасних норм і вимог.

Проведено розрахунок комбінованого каркаса будівлі, розроблено конструктивні рішення.

Виконано статичний розрахунок комбінованого каркасу при дії найнесприятливішої комбінації навантажень та визначено переміщення каркасу.

Розроблено заходи по охороні праці та цивільному захисту населення.

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.2.2-9-2019 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення.
3. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи К.: Мінбуд України, 2006.
4. ДБН В.1.17-2016 Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003.
5. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
6. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель та енергоефективність.
7. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011.
8. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995.
9. ДБН А.2.1–1-2008 Інженерні вишукування для будівництва. Основні положення. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2008.
10. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
11. Malezhyk, M.P., Pidhurs’kyi, M.I., Rudyak, Y.A., Pidhurs’kyi, I.M. & Voitovych, L.V. (2019) Investigation of the Fracture of an Orthotropic Plate with Circular Hole and Two Edge Cracks Under Pulsed Loading by the Method of Dynamic Photoelasticity. *Materials Science*, 55(2). P. 254-258. (SCOPUS)
12. Pidgurskyi I. Analysis of stress intensity factors obtained with the fem for surface semielliptical cracks in the zones of structural stress concentrators // *Scientific Journal of TNTU*. - Ternopil: TNTU, 2018. - Vol. 90. - No 2. - P. 92-104. (Index Copernicus, Google Scholar)
13. Yasniy, P.V., Mykhailyshyn, M.S., Pyndus, Y.I. et al. Numerical Analysis

of Natural Vibrations of Cylindrical Shells Made of Aluminum Alloy. Mater Sci 55, 502–508 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00331-2>

14. Ковальчук Я. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів / Я. Ковальчук, Г. Крамар, Л. Бодрова, І. Коваль, С. Мариненко // Наукові нотатки. - 2019. - Вип. 66. - С. 165-171.

15. Гомон, С., Матвіюк, О., Кулаковський, Л., & Черномаз, Н. (2022). ДО ПОБУДОВИ ПОВНИХ ДІАГРАМ ДЕФОРМУВАННЯ ДЕРЕВИНИ ВІЛЬХИ ТА ЯЛИНИ ЗА СТАНДАРТНОЇ ВОЛОГОСТІ. Містобудування та територіальне планування, (79), 87-92.

16. Ясній П.В., Гомон Св. Св. Динаміка зміни критичних деформацій деревини з різним показником вологості. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне: НУВГП, 2021. Вип 40. С. 234 -241

17. Гомон, С. С., Гомон, С. С., Савицький, В. В., & Черномаз, Н. Ю. (2021). МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОЧАТКОВОГО МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ ТА МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦІЙ ДЕРЕВИНИ РІЗНОГО ВІКУ. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди, (40), 121-128.

18. Дзьоба, В., Стасюк, О., Данильченко, С. М., & Черномаз, Н. Ю. (2022). Дослідження роботи комбінованого каркасу із залізобетону та дерева багатоповерхової житлової будівлі при дії вітрового навантаження. Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“, 49-50.

19. Розрахунки і проектування спеціальних будівель і споруд: Навчальний посібник/ Фомиця Л.М., Артеменко А.К., Мамін О.М., Височин І.А. // Під редак. Л.М.Фомиці.- К: Урожай.- 1994.

20. Залізобетонні конструкції. Навчальний посібник / Вахненко П.Ф., Павліков А.М., Горик 0.8., Вахненко В.П.// К: Вища школа, 1999.

21. Зоценко М.Л., Коваленко В.І., Хілобок В.Г. Яковлев А.В. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. -К.:Вища шк.,1992.- 408 с.

22. ДСТУ-П OHSAS 18002: 2006 Системи управління безпекою та гігієною праці. Основні принципи виконання вимог (OHSAS 18002:2000, IDT).
23. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення"
24. ДСТУ 2293–99 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.
25. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 Норми освітлення будівельних майданчиків
26. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови
27. НПАОП 0.00-6.23–92 Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці
28. НПАОП 0.00-4.12–05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.
29. Методичні вказівки для написання розділу дипломного проекту з дисципліни «Охорона праці в галузі» / В. Б. Каспрук. - Тернопіль: ТНТУ, 2017. - 14 с
30. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Навчальний посібник / В.С. Стручок, – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2022. – 150 с.
31. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.