

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

магістра

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **«Проект овочесховища в Тернополі з дослідженням методом
скінченних елементів основних несучих конструкцій»**

Виконав: студент II курсу, групи МБд-21
спеціальності (напряму підготовки) 192

«Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Возна Т.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Конончук О.П.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Данильченко С.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Будівельної механіки

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

«_____»

_____ 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Возна Тетяна Антонівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект овочесховища в Тернополі з дослідженням методом скінчених елементів основних несучих конструкцій

Керівник проекту (роботи) Конончук Олександр Петрович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від «28» вересня 2020 року № 4/7 – 681

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 15.12.2020 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Складське приміщення, прямокутної форми в плані, місто будівництва – Тернопіль, Тернопільської області, фундаменти – монолітна залізобетонна плита, несучий каркас – монолітний залізобетонний, покриття – складна металева ферма, покрівля – профнастил.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Інженерно-геологічні і гідрологічні умови будівництва, генплан будівництва, об'ємно-планувальні рішення, конструктивні рішення, розрахунок потужностей складських приміщень, розрахунок монолітного каркасу будівлі, розрахунок несучої здатності фундаментної плити, розрахунок несучої здатності основ під фундаментною плитою, розрахунок стінок на тиск овочів, розрахунок монолітної плити днища на різні комбінації навантажень, заходи з охорони праці, безпека в надзвичайних ситуаціях та екології.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) Фасад, ситуаційна схема, план на відмітці 0,000, розрізи в двох напрямках, схема розміщення елементів покриття, розрахункові схеми конструкцій, конструктивні креслення добірних елементів складної металевої ферми покриття будівлі, креслення монолітної колони, план фундаментів, розрізи по фундаментах, мета та задачі досліджень, розрахункова схема ферми будівлі, поля розподілу напружень в підлозі від різних видів навантажень, висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Конончук О.П., к.т.н., доц.		
Охорона праці	Каспрук В.Б., к.т.н., доц.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С., ст. викл.		
Нормоконтроль	Данильченко С.М., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання

28.09.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Обґрунтування прийнятого рішення ТЕП. Архітектурно планувальне рішення ділянки.	05.10.2020	
2	Об'ємно-планувальне рішення. Конструктивні рішення.	10.10.2020	
3	Збір навантаження на каркас будівлі.	15.10.2020	
4	Статичний розрахунок каркасу будівлі.	20.10.2020	
5	Розрахунок металеві ферми покриття будівлі.	25.10.2020	
6	Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика.	30.10.2020	
7	Збір навантажень на фундамент.	05.11.2020	
8	Розрахунок основи фундаментів будівлі.	10.11.2020	
9	Побудова скінченноелементної моделі розрахунку підлоги будівлі.	25.11.2020	
10	Розрахунок МСЕ підлоги будівлі.	30.11.2020	
11	Проектування підлоги будівлі.	05.12.2020	
12	Розробка заходів охорони праці.	13.12.2020	
13	Розробка заходів безпеки в надзвичайних ситуаціях.	15.12.2020	

Студент

(підпис)

Возна Т.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Конончук О.П.

(прізвище та ініціали)

Зміст

	Ст.
Вступ.....	6
Розділ 1 Архітектурно-будівельний розділ	8
1.1 Загальна характеристика ділянки	8
1.1.1 Географічне положення ділянки	8
1.1.2 Кліматичні умови	8
1.1.3 Транспортні зв'язки	9
1.1.4 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки	9
1.2 Генеральний план	10
1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення	10
1.2.2 Розбивочний план вертикальне планування	11
1.2.3 Техніко економічні показники	12
1.3 Об'ємно-планувальні рішення	12
1.3.1 Характеристика функціонального процесу	12
1.3.2 Обґрунтування зберігання овочів насипом	14
1.4 Використані конструкції	15
1.4.1 Несучі конструкції	15
1.4.2 Огороджувальні конструкції	17
1.4.3 Теплотехнічний розрахунок стін	17
1.4.4 Матеріали для зведення овочесховища	19
1.5 Санітарно-технічне обладнання	19
Висновки до розділу 1	20
Розділ 2. Розрахунково-конструктивний розділ	21
2.1 Збір навантажень	21
2.2 Розрахунок і підбір прогону покриття	22
2.3 Розрахунок і підбір прогону по нижньому поясу ферм	24
2.4 Підбір січення зв'язків	26
2.5 Вітрове навантаження	27
2.6 Розрахунок колони	29

2.7	Розрахунок ферми Ф-12	36
2.8	Розрахунок ферм Ф-24	40
2.9	Підбір січення всіх елементів по РСУ	46
2.10	Розрахунок основ і фундаментів	50
2.10.1	Збір навантаження	50
2.10.2	Визначення розрахункового опору ґрунту	51
2.10.3	Перевірка напружень під подошвою фундаментів	52
2.10.4	Розрахунок осідань фундаменту	52
	Висновки до розділу 2	55
	Розділ 3. Науково-дослідний розділ	56
3.1	Мета та задачі досліджень	56
3.2	Розрахунок тиску овочів на стіну та стінку	56
3.3	Технологічні вимоги до стінок	58
3.4	Розрахунок двотаврових стійок	59
3.5	Розрахунок підлоги	60
	Висновки до розділу 3	64
	Розділ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях ...	65
4.1	Охорона праці	65
4.1.1	Законодавство України про охорону праці	65
4.1.2	Розрахунок вентиляційної установки	65
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях	68
4.2.1	Законодавство України про безпеку в надзвичайних ситуаціях	68
4.2.2	Загальні положення безпеки в надзвичайних ситуаціях	69
4.2.3	Стійкість овочесховища від ударної хвилі	71
	Висновки до розділу 4	73
	Загальні висновки	74
	Бібліографія	75

Вступ

Актуальність теми роботи. На сьогоднішній день потужностей для зберігання овочів в Україні бракує, тимпаче що збираємо рекордні врожаї у 2011 фермери зібрали 23 млн. тон тоді як споживаємо 5 млн. тон. та в облаштованих приміщеннях місця вистачає для 3,0 млн. тон за відсутності овочесховищ зберігання овочів є зазвичай кагатне, через погані умови зберігання багато овочів портиться та гниє.

Актуальність будівництва такої споруди полягає в тому що вона являється універсальною та дозволяє зберігати овочів як насипом так і у контейнерах та можливість зберігати інші види сільськогосподарської продукції. Переваги зберігання овочів насипом (без використання контейнерів): таке сховище - дешевше, так як вартість нових контейнерів зазвичай доходить до половини вартості спорудження нового сховища.

У багатьох зарубіжних країнах проведені експерименти в різних типах сховищ методами охолодження, вентиляції, буртування, упаковки в мішки, зберігання в бункерах і газових камерах. Мета при цьому ставилася одна: забезпечити мінімальну усушку і загнивання бульб.

У США в умовах західних штатів довгий час практикували підземні сховища. Однак вони не знайшли широкого розповсюдження через дорожнечу дерев'яних перекриттів, появи конденсату і гниття перекриттів, що істотно скорочує термін їх служби.

Важливим також при проектуванні та будівництві сховищ такого типу, є застосування нових сучасних матеріалів та технології для їх зведення, що дозволить скоротити термін будівництва та подальші експлуатаційні витрати.

Мета роботи: дослідити методом скінченних елементів основні несучі конструкції будівлі овочесховища за різних розрахункових ситуацій та виявити найнесприятливішу комбінацію зусиль.

Для досягнення мети в роботі ставилися такі **задачі**:

- визначити розрахункові схеми основних несучих конструкцій будівлі овочесховища та виконати їх скінченноелементне моделювання;

- зібрати всі види навантажень, що діють на каркас та підлогу будівлі та виявити найбільш несприятливу комбінацію зусиль;

- виконати конструювання основних несучих елементів каркасу та підлоги будівлі овочесховища.

Об'єкт досліджень: несучий каркас та підлога будівлі овочесховища.

Предмет дослідження: напружено-деформований стан та несуча здатність елементів несучого каркасу і підлоги будівлі овочесховища.

Методи дослідження: скінченноелементне моделювання, теоретичні дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності із науковою тематикою кафедри будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету ім. Івана Пулюя.

Наукова новизна отриманих результатів:

- отримали подальший розвиток дослідження методом скінченних елементів конструкції несучого каркасу та підлоги будівлі овочесховища;

- отримано нові дані моделювання роботи несучих конструкцій каркасу будівлі овочесховища.

Практичне значення отриманих результатів.

Отримані в роботі результати можуть бути використані проектними організаціями при проектуванні складських приміщень.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на IX Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 25 – 26 листопада 2020 р.

Публікації. Дослідження підсилених залізобетонних конструкцій при дії малоциклових навантажень / О.П. Конончук, О.Б. Скоренький, Т.А. Возна, В.П. Будівський, А.Я. Тарас // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 25 – 26 листопада 2020 року — Т. : ТНТУ, 2020 — Том I. — С. 29-30. — (Нові матеріали, міцність і довговічність елементів конструкцій).

Ключові слова. Метод скінченних елементів, несучий каркас, підлога, овочесховище.

Розділ 1. Архітектурно-будівельний розділ

1.1 Загальна характеристика ділянки

1.1.1 Географічне положення ділянки

Ділянка будівництва овочесховища розташована у місті Тернопіль. Тернопіль є обласним центром. Місто розташоване на Подільській височині в західній частині Правобережного лісостепу. Займає центральну частину Тернопільської області. Находиться сховище в північній частині міста.

Територія овочесховища лежить на Тернопільському плато. При загальному огляді поверхня території має рівнинний, злегка хвиляватий характер. Споруда розташована як і вся Тернопільська в межах Волино-Подільської плити яка є частиною дваньо Східно-Європейської платформи вік цієї платформи становить понад 500 мільйонів років, вона належить до найдавніших ділянок суші.

1.1.2 Кліматичні умови

Згідно з кліматичним районуванням території України м. Тернопіль відноситься до зони У-II, зони значного зволоження в окремі періоди року.

Клімат району помірно – континентальний характеризується такими показниками:

- середньорічна температура повітря +6,9°C;
- мінімальна температура повітря -34°C;
- максимальна температура повітря +37°C.

Найтепліший місяць липень з середньою температурою +18,4°C, найхолодніший місяць – січень з середньою температурою – 5,4 °C.

Тривалість періоду з середньодобовими температурами нижче 0°C складає 112 днів.

Дата переходу середньодобової температури: через 0°C – 15.03 і 23.11 восени, через 5°C- 6.04 навесні і 27.10 восени, через 10°C -26.04 навесні і 30.09 восени.

Середньорічна кількість опадів 590мм, з яких в теплий період року випадає 439 мм, в холодний – 151мм. Середня з найбільших висот снігового покриву – 24см. Нормативна глибина промерзання ґрунту – 0,8м.

На території міста знаходяться повітряні маси з Атлантичного океану . Взимку вони приносять потепління, відлигу, велику хмарність, опади у вигляді дощу або мокрого снігу. Влітку – прохолодну, туманну та дощову погоду.

На весні і на початку осені на території району проникає континентальне арктичне повітря, яке приносить різке похолодання. У зиму суди вриваються повітряні маси зі сходу Євразії, які приносять холодну погоду.

Тернопіль входить до складу Центрального агрокліматичного району області, який називають “холодним Поділлям”. Але незважаючи на те, що тут найкоротше і найхолодніше літо, найбільше днів зі сніговим покривом, порівняно з Північним та Південним агрокліматичними районами, в районі є всі умови для життя і господарської діяльності людини. Також достатньо світла, тепла і вологи, тобто всіх життєво необхідних чинників для росту овочів.

Завдяки сприятливим кліматичним умовам, в яких знаходиться Тернопіль, на його території формується багатий органічний світ. Він був представлений лучно-степовою рослинністю, яка вкривала долини рік, водорозділи.

1.1.3 Транспортні зв'язки

Тернопільщина розташована на торгівельних шляхах, які забезпечують її зв'язок із Києвом, Одесою, Донбасом, Придністров'ям, Буковиною, а також країнами Європи: Румунією, Угорщиною, Польщею тощо.

1.1.4 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки

Геологічні дослідження ділянки та аналіз ґрунту вибуриноного з шурфів показав що на території сховища є такі ґрунти :

- родичий шар – 0,5 м;
- супісок – 3,25 м;

- суглинок туго пластичний – 2,1 м;
- глина напівтверда 3,6 м.

У Тернополі в багатьох місцях межиріччя майже плоскі, що ускладнює дренаж атмосферних вод, сприяє надмірному зволоженню ґрунтів і приводить до оглеювання чорноземів. Тут поширені карстово-просадочні западини різної форми і розділів. Рніше вони були заповнені водою і утворювали невеликі озерця. Зараз це територія осушена і розорується. В нашому випадку ґрунтові води залягають на глибині 7 м від поверхні

1.2 Генеральний план

1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення

Місце положення визначалось таким чином щоб в майбутньому були всі умови для нормального його функціонування і розвитку в мінімальні строки.

Основні критерії вибору місця :

- наявність зручного місця для будівництва овочесховища та додаткових будівель;
- природні умови, топографічні, геологічні, гідротехнічні, метеорологічні;
- наявність полів на яких будуть вирощуватись овочі для подальшого зберігання у сховища;
- наявність залізних і автомобільних доріг;
- розмір витрат на будівництво доріг для здійснення транспортних зв'язку в період будівництва та експлуатації підприємства;
- наявність в районі будівництва робочої сили і житлового фонду;
- наявність ринку збуту для овочів;
- енергетичні ресурси;
- наявність ділянок для скидання й очищення стічних вод;
- можливість кооперування з іншими підприємствами в районі.

Місце будівництва вибрано після інженерних вишукувань після обстеження місцевих умов будівництва для отримання відомостей, які висвітлюють всі

фактори, що мають значення як для будівництва підприємства, так і для його експлуатації.

При виборі майданчика під будівництво я керувався наступними фактори:

- достатні розміри ділянки і можливість подальшого розширення підприємства;
- зручність конфігурації ділянки;
- топографічні умови ділянки та прилеглої місцевості, забезпечення мінімальними витратами на земляні роботи по плануванню майданчика під будівлі та транспортні шляхи;
- задовільно геологічні та гідрогеологічні умови,
- можливість будівництва без застосування дорогих штучних основ і глибоких фундаментів;

Можливість приєднання овочесховища до станції для отримання електроенергії. Неподалік знаходяться лінії електропередач районного значення.

Санітарно-гігієнічні норми задовільні, віддаль від дороги достатня щоб не надходили вібрації на підприємство.

Територія пощадки під забудову на границі території міста Тернополя та полів з зеленою зоною.

1.2.2 Розбивочний план вертикальне планування

Територія овочесховища проходить в нульових відмітках. Водовідвід для стікання води передбачений відмостками похилом 20 % до сторони зелених зон на території передбачено автомобільні шляхи шириною від 12 м до 18 м та тимчасова стоянка для автомобілів шириною 24 м та загальною довжиною 382 м . Повздовжній профіль автомобільних шляхів та стоянки плавно лягає на існуючий рельєф та в місцях збору води передбачені лотки для відведення дощових вод які надалі очищаються. Поперечний профіль спроектовано двоскатний похилом 20 % завдяки чому дощові води не збираються по середині проїзної частини та стоянок що насамперед перешкоджає перезволоженню дорожнього одягу та подальшому його руйнуванню. Зелених зон передбачено планування та спряження з існуючим

рельєфом. Найвища відмітка 287, найнижча 281. Відмітка 0,000 овочесховища дорівнює на плані 283,5.

1.2.3 Техніко економічні показники

Загальна площа території овочесховища 126344,5 м², сума асфальтобетонного покриття 31620 м², площа зелених зон 67148 м²,

Експлікація будівель та споруд

Овочесховище	10104 м ²
Крохмальний цех	8249 м ²
Водойми для оборотного водопостачання 3 шт.	7684 м ²
Вагова	130 м ²
Прохідна	48 м ²
Відкрита стоянка автомобілів	9168 м ²
Трансформаторна підстанція	100 м ²
Газо розподільний пункт	25 м ²
Адміністративна будівля висотою 2 поверхи	1200 м ²
Насосна	39 м ²

1.3 Об'ємно-планувальні рішення

1.3.1 Характеристика функціонального процесу

Основна функція овочесховища – це зберегти ту якість і кількість овочів, яка в неї була при закладанні. Сховище не покращує якість, а зберігає її. З моменту революційних досягнень в технології зберігання, якість овочів, що вивантажується із сховища може бути такою ж, яка були при її закладці. Спектр вимог починається від смаку та зовнішнього вигляду бульби та закінчується кольором, якого набуває бульба після приготування.

Сьогодні існує два основних типи зберігання: 1) Зберігання насипом столової, насінної овочі та картоплі для переробки на крохмаль; 2) Зберігання в

контейнерах насінної та столової картоплі. В нашому випадку ми розглядаємо саме зберігання картоплі насипом.

Зберігання насипом виконується за рахунок повітря, яке подається з камери тиску в підпідлогові або надпідлогові повітропроводи, а звідти проходить через товщу продукту. Овочі на споживання не має зберігатись в насипі вище 4м, тоді як максимальна висота насипу для насінної картоплі не має перевищувати висоту 5м. Якщо висота насипу перевищить рекомендовану, то всередині насипу температура буде підвищеною, а на нижній шар овочів буде створюватись певний тиск, що призведе до утворення плям на бульбї.

Овочесховище є одноповерхове має висоту 13,895 м . Ширина будівлі 60 м, довжина 168,45 м.

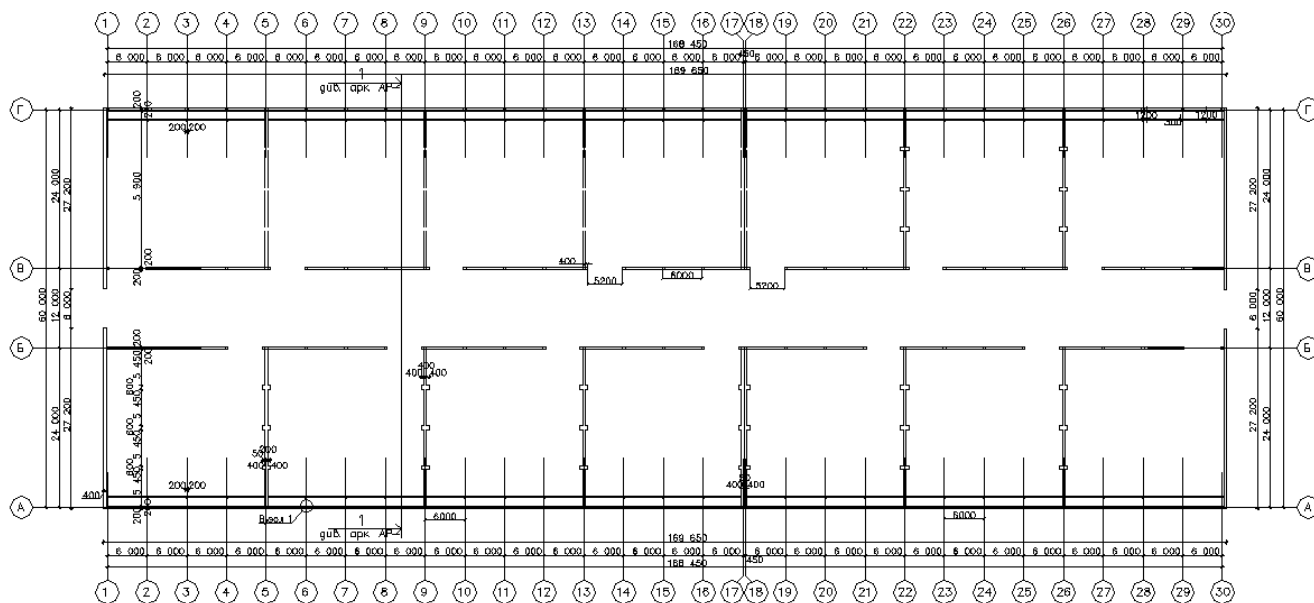


Рис. 1.1 План овочесховища

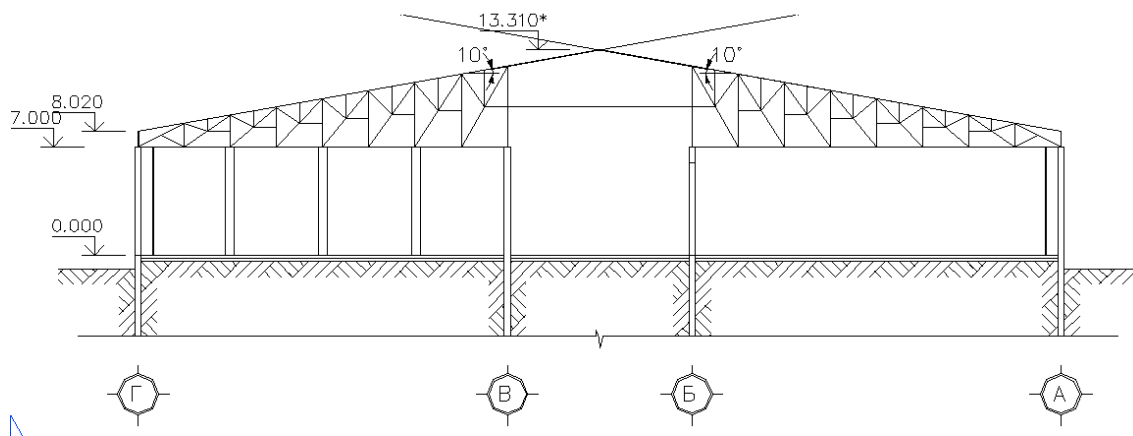


Рис. 1.2 Розріз 1-1

Для зберігання продукції передбачені 14 відсіків. Площа одного відсіка 520,38 м² розміром 23,6×22,5.

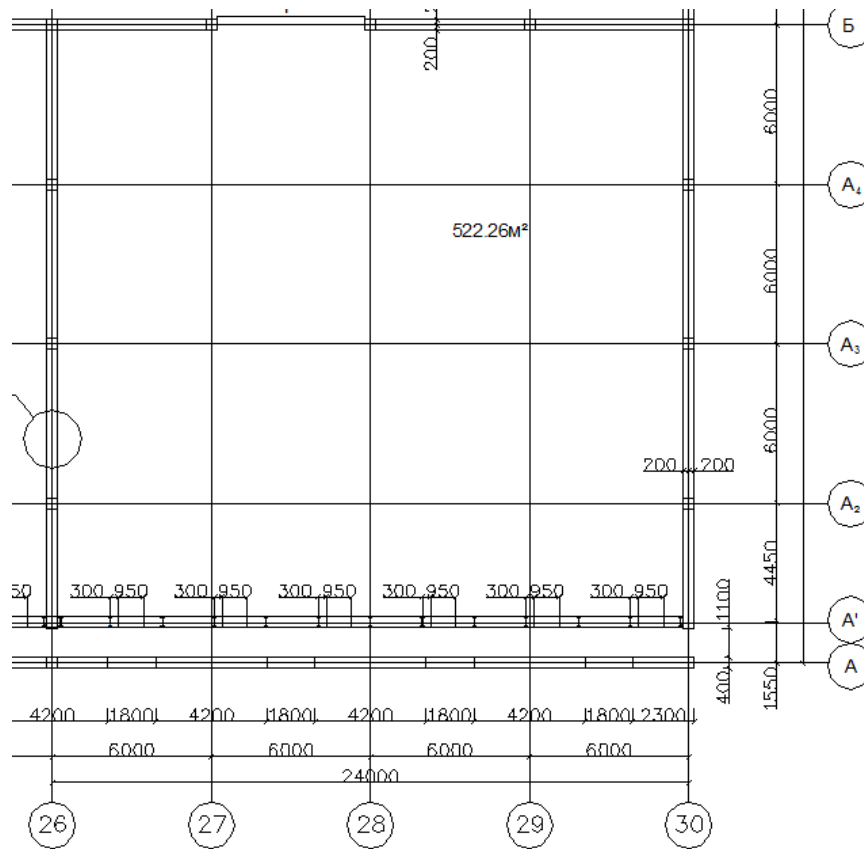


Рис. 1.3 Схема відсіка для зберігання овочів

Для доступу вантажних автомобілів до відсіків передбачений коридор шириною 11,6 м, довжиною 168,05 м, площею 1949,38 м². Між осями А-А 240 С та Г-Г₄ запроектовані технічні приміщення для обслуговування сховища шириною 1,15 м, шириною 168,05.

1.3.2 Обґрунтування зберігання овочів насипом

Зберігання в контейнерах має деякі переваги в порівнянні із зберіганням насипом. До них відносяться легкість розділення продукції по видам та сортам та зручний доступ до партій цієї продукції. При контейнерному зберіганні швидше проходить просушування та охолодження овочів, ніж при зберіганні насипом, зменшується вірогідність розповсюдження захворювань під час зберігання. Так як висота овочів в контейнері рівна 1м, то зменшується тиск та різниця температур

між бульбами є мінімальною. Однак всі ці переваги існують тільки при добре спроектованій системі розподілення повітря, правильно розробленій системі зберігання та типі контейнерів. Але тут плюси цього способу завершуються він є економічно не вигідний в порівнянні з зберіганням в насипі . Є кілька варіантів зберігання овочів в контейнерах. Найбільш поширений – це просторова вентиляція . При такому зберіганні використовується повітрозмішувальна установка, яка змішує холодне зовнішнє повітря із теплим внутрішнім та подає у сховище повітря необхідної температури. Ці установки можуть бути дообладнані системою охолодження при необхідності. В порівнянні з зберіганням в насипі такі складні і дорогі системи вентиляції не потрібні а використовуються простіші і дешевші .

Ще один з вагомих економічних факторів це є самі контейнери залежить від того з якого матеріалу вони зроблені це може бути дерево, метал тощо. На відмінно від способу насипом де нема витрат на контейнери тут фінанси потрібно затрачати на купівлю, або виготовлення їх. Що правда при способі зберігання бульби в контейнерах після тривалого зберігання її скоріше завантажується в фури, але при зберіганні насипом завантажується овочі в сховища скоріше за допомогою погрузчика овочів ТКЗ – 30. Спосіб завантаження овочів в контейнери займає набагато більше часу, а в період збирання врожаю коли автомобілі з полів дуже часто їздять і велике значення має швидке розвантаження вантажівки і відправлення її назад за врожаем цей спосіб має велику перевагу над контейнерним і тому ми обрали саме його.

1.4 Використані конструкції

1.4.1 Несучі конструкції

Конструктивна схема - рамно-в'язевий змішаний каркас (з/б колони, сталеві ферми, зв'язки вертикальні і горизонтальні).

Просторова жорсткість будівлі забезпечується рамами (крок 6 м, проліт 24м та 12 м). Будівля в плані розміром 168,45х60 м розділене поперечними та антисейсмічними деформаційним швом між 17 та 18 віссю.

Для колон запроєктовані стовпчасті фундаменти . Фундаментні балки несуть навантаження від зовнішніх та внутрішніх стін.

Колони – січенням 400×400.

Вертикальні зв'язки по колонам металеві ферми стропові довжиною 24 м. та по центру ферми шириною 12 м . Верхній та нижній пояс з двотавра № 20 та профільних труб 80×4.

В покрівлю входить Профільний настил , гідро покрівельна плівка , таврові металеві прогони .

Стеля металеві прогони таврові, мінеральні плити, пароізоляція, профільний настил. На перепаді висот між фермами простір зашивається сандвіч панелями.

Зовнішні стіни :

- штукатурка по сітці 3 мм;
- утеплювач $\gamma = 10 \text{ кг/м}^2$ 80 мм;
- вирівнюючи штукатурка 10 мм;
- камінь пісковик 400 мм ;
- штукатурка 20 мм ;

Стіни між проїздом та овочесховищем:

- штукатурка 20 мм;
- камінь пісковик 400 мм;
- штукатурка 20 мм;
- утеплювач $\gamma = 10 \text{ кг/м}^2$ 80 мм;
- штукатурка по сітці 3 мм.

У стінах передбачені з.б. пояси від запобігання розпору. На відмітці 1,00 та 2,00 січення пояса 400×400, а на відмітці 5,00 січення пояса 200×400.

Між зовнішніми стінами передбачено технічне приміщення розділене перегородками з двотаврів та дощок товщиною 20 мм. У овочесховищі овочі операється на дерев'яні дошки закріплені на двотаврах.

Підлога:

- утрамбований з щебенем ґрунт
- бетон С8/10 – 200 мм;

- шліфований бетон С20/25 – 50 мм;

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у міну-тах):

- стіни зовнішні E = 15 хв;
- стіни внутрішні EI = 15 хв;
- колони R = 120мин
- ферми R = 30 хв.

1.4.2 Огороджувальні конструкції

Застосунок огороджувальних перестінків у овочесховищі розташований між зовнішньою стіною та відсіком овочів складається з двотавра та дощок , та перемичкою яка кріпиться до зовнішньої стіни та двотавра .

1.4.3 Теплотехнічний розрахунок стін

Необхідний опір теплопередачі стінових огороджувальних конструкцій (камінь пісковик) відповідають санітарно-гігієнічним і комфортним умовам, визначають за формулою:

$$R_0^{mp} = \frac{n \cdot (t_e - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_e} = \frac{1 \cdot (16 + 15)}{4,43 \cdot 8,7} = 0,804$$

де n=1 - коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огороджувальних конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря по табл. 3 * СНиП II-3-79**;

$t_b = 16^\circ\text{C}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря, яка приймається згідно ГОСТ 12.1.005-88 і нормам проектування промислових будівель і споруд;

$t_n = -15^\circ\text{C}$ - розрахункова зимова температура зовнішнього повітря, що дорівнює середній температурі найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92 за ДСТУ-Н Б В.1.1 -27:2010;

$\Delta t^n = 4,43$ - нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огороджувальної

конструкції, що приймається за табл. 2 * СНиП II-3-79** залежно від температури точки роси $t_p = 11,57 \text{ }^\circ\text{C}$ (прийнятої за додатком 1 Посібника до СНиП II-3-79***) і $t_b = 16 \text{ }^\circ\text{C}$;

$\alpha_b = 8,7$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, що приймається за табл. 4 СНиП II-3-79**.

Опір теплопередачі R_o , $\text{m}^2 \times \text{ }^\circ\text{C} / \text{Вт}$, захисної конструкції слід визначати за формулою:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_b} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}$$

де R_k - термічний опір огорожувальної конструкції, $\text{m}^2 \times \text{ }^\circ\text{C} / \text{Вт}$, визначається за формулою

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n,$$

де R_1, R_2, \dots, R_n - термічні опори окремих шарів огорожувальної конструкції, $\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C} / \text{Вт}$, що визначаються за формулою:

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

де δ - товщина шару, м;

λ - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, $\text{Вт} / (\text{м } ^\circ\text{C})$,

$\alpha_n = 23 \text{ Вт} / (\text{м } ^\circ\text{C})$ - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції. (СНиП II-3-79**, т.6)

$$R_o^{mp} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_n}$$

Захисна конструкція складається їх трьох шарів:

- Утеплювач з штукатуркою по сітці товщиною $\delta_1 = 83 \text{ мм}$ і з коефіцієнтом теплопровідності $= 69 \text{ Вт} / (\text{м } ^\circ\text{C})$
- Камінь пісковик з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_2 = 0,041 \text{ Вт} / \text{м } ^\circ\text{C}$.
- Штукатурка товщиною $\delta_1 = 20 \text{ мм}$ і з коефіцієнтом теплопровідності $= 47 \text{ Вт} / (\text{м } ^\circ\text{C})$

$$\delta_{ym} = \left(R_o^{mp} - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \cdot \lambda_{ym}$$

$$\delta_{yt} = \left(0,804 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0005}{58} - \frac{0,0005}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,041 = 0,041m = 41mm$$

Приймаємо пресований пінопласт мінераловатний утеплювач товщиною 80 мм відповідно до конструкції віконних проїомів і забезпечення жорсткості стін.

1.4.4 Матеріали для зведення овочесховища

Для фундаменту використовувався залізобетон класу С12/15, фундаментна балка виготовлялась з залізобетон класу С25/30. Колони виливались з залізобетону класу С20/25. Підлога заливалась з бетону двох класів армований класу С8/10 та верхній шар з класу С20/25 від в подальшому шліфується. Арматура закладена в елементи двох класів А 240 С та А 400 С (діаметр в залежності від розрахунку несучого навантаження на елемент) Для наведених елементів обрався бетон саме через можливість вилити з нього конструкції різних форм, він погано працює на стиск, метал в умовах вологи від конденсату овочів скоріше буде покриватись з корозією.

Ферми та зв'язки виготовлятимуться з профільних труб 80x4. Ферми зв'язки та фахверки виготовлятимуть зі сталі С 245 та зварюватимуться між собою електродами Є-42. Переваги цього матеріалу в його легкості, швидкості спорудження та економії коштів. Для запобігання корозії ферми зашиваються профільним настилом з використанням паро та гідроізоляції та фарбуються емалевими фарбами.

1.5 Санітарно-технічне обладнання

Об'єкт забезпечений необхідними інженерними комунікаціями, системами опалення, вентиляції, водопостачання і каналізації, мережами електропостачання та мережами повітропостачання.

Опалення та гаряче водопостачання передбачається від котельні. Електропостачання від трансформаторної підстанції. Нагнітання повітря від компресорної.

Висновки до розділу 1

1. Проведено аналіз інженерних умов будівництва об'єкту, враховано особливості кліматичного розташування та призначення будівлі. На підставі проведеного аналізу, прийнято об'ємно-планувальні рішення будівлі овочесховища.
2. У відповідності до прийнятих об'ємно-планувальні рішень, підібрано конструкції та матеріали з яких буде виготовлено об'єкт.
3. Проведено теплотехнічний розрахунок основних огороджуючи конструкцій будівлі овочесховища.

Розділ 2. Розрахунково-конструктивний розділ

2.1 Збір навантажень

Власна вага прогонів покриття (попередньо прийнятий [18]):

$$g = \frac{16,3 \frac{\text{кЗ}}{\text{м}}}{1,5 \text{ м}} = 10,9 \frac{\text{кЗ}}{\text{м}^2} = 0,107 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

Власна вага прогонів по нижньому поясу ферм (попередньо прийнятий [18]):

$$g = \frac{16,3 \frac{\text{кЗ}}{\text{м}}}{3 \text{ м}} = 5,44 \frac{\text{кЗ}}{\text{м}^2} = 0,054 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Граничне розрахункове значення навантаження від снігу:

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C,$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження, що визначається згідно з п. 8.11 [3];

$S_0 = 1390$ Па – характеристичне значення снігового навантаження згідно додатку Е [3];

$$S_m = 1,04 \cdot 1390 \cdot 1,0 = 1445,6 \text{ Па}. C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt},$$

де $\mu = 1,0$ – додаток Ж [3];

$$C_e = 1,0 \text{ – п. 8.9 [3];}$$

$$C_{alt} = 1,0 \text{ – п. 8.10 [3];}$$

$$C = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0.$$

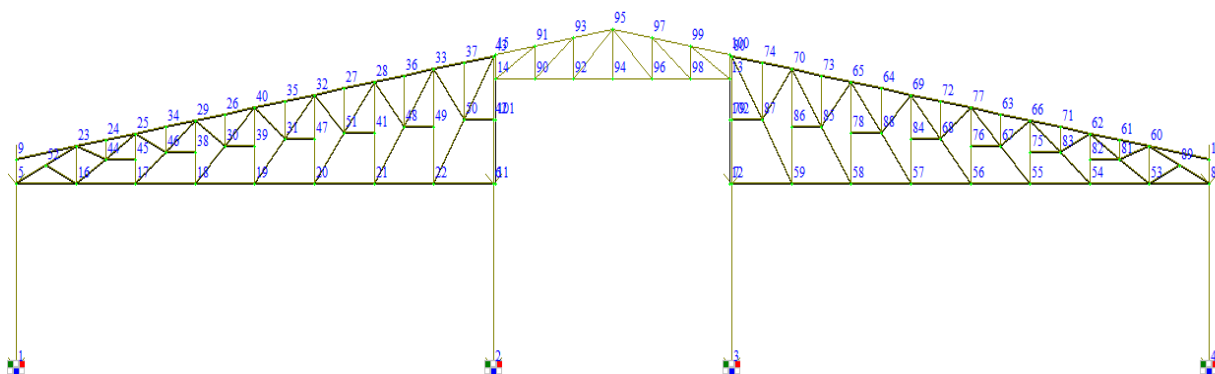


Рисунок 2.1 Схема рами з нумерацією елементів

Таблиця 2.1 – Збір навантажень

Найменування навантаження	Характерне g_i^H , Н/м ²	Коефіцієнт γ_{fi}	Граничне Розрахункове $g_i = g_i^H \cdot \gamma_{fi}$, Н/м ²
Постійні (g)			
Профільований настил	66	1,05	69,3
Утеплювач - мінвата	100	1,3	130
Пароізоляція	1,2	1,3	1,56
Профільований настил	75	1,05	78,75
Змінні (v)			
Снігове навантаження	1390	1,04	1445,6
Експлуатаційне (на нижній пояс ферми)	700	1,3	910
Власна вага будівельних конструкцій			
Прогони покриття (Попередньо прийнятий [18])	107	1,05	112,4
Прогони по нижн. поясу ферм (Попередньо прийнятий [18])	54	1,05	56,7
Зв'язки	70	1,05	73,5

2.2 Розрахунок і підбір прогону покриття

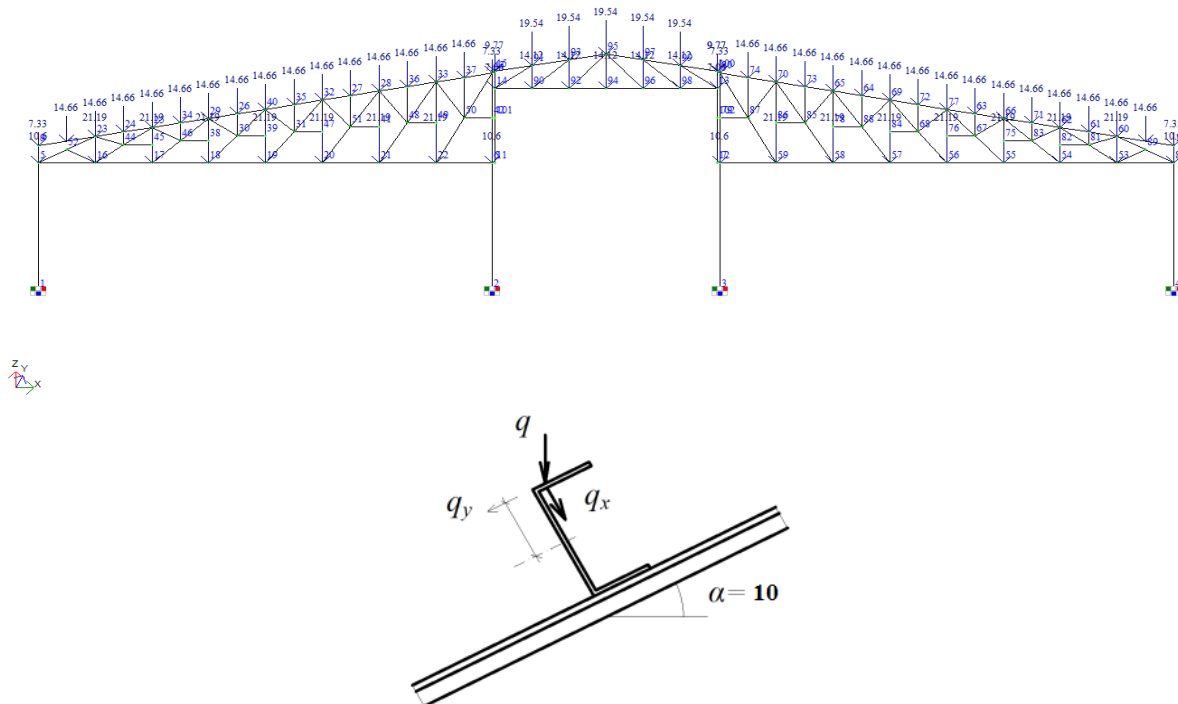


Рисунок 2.2 Навантаження на прогон

Таблиця 2.2 – Збір навантажень

Тип навантаження	Крок В, м	Експлуатаційне значення, $q_e, \text{Н/м}^2$	Граничні значення навантаження, $q_{гр}, \text{Н/м}^2$
Постійні (g)			
Профнастил	1,5	$\frac{66 \times 1,5}{\cos 10} = 100,5$	$\frac{69,3 \times 1,5}{\cos 10} = 105,6$
Власна вага:	1,5	$107 \times 1,5 = 160,5$	$122,4 \times 1,5 = 168,5$
Змінні (v)			
Сніг	1,5	$1390 \times 1,5 = 2085$	$1445,6 \times 1,5 = 2168,4$
Сумарно (Σq)		2346	2442,5

$$q_x^e = q \cdot \cos \alpha = 2346 \cdot \cos \alpha = 2310,4 \frac{\text{H}}{\text{м}};$$

$$q_x^{ep} = q \cdot \cos \alpha = 2442,5 \cdot \cos \alpha = 2405,4 \frac{\text{H}}{\text{м}};$$

$$q_y^e = q \cdot \sin \alpha = 2346 \cdot \sin \alpha = 407,4 \frac{\text{H}}{\text{м}};$$

$$q_x^{ep} = q \cdot \sin \alpha = 2442,5 \cdot \sin \alpha = 424,2 \frac{\text{H}}{\text{м}};$$

Прогон працює як балка:

$$M_x = \frac{q_x^{ep} l^2}{8} = \frac{2405,4 \cdot 6^2}{8} = 10824,3 \text{ Нм} = 10,82 \text{ кНм};$$

$$M_y = \frac{q_x^{ep} l^2}{8} = \frac{424,2 \cdot 6^2}{8} = 1908,9 \text{ Нм} = 1,91 \text{ кНм}.$$

Підбір січення прогону

Перетин прогону прийнято з прокатного швелера. Розрахунковий опір фасонного прокату зі сталі С245, $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$.

Для прокатних швелерів $W_x / W_y = 6 \dots 8$.

$$\sigma = M_x / W_x + M_y / W_y = M_x [1 + (6 \dots 8 M_y / M_x)] / W_x \leq R_y \gamma_c.$$

$$W_{x,req} = M_x [1 + (6 \dots 8 M_y / M_x)] / R_y \gamma_c.$$

$$W_x = \frac{M_x}{R_y \gamma_c} = \frac{10,82 \cdot 100}{24 \cdot 1} = 45,1 \text{ см}^3$$

$$W_y = \frac{M_y}{R_y \gamma_c} = \frac{1,91 \cdot 100}{24 \cdot 1} = 8 \text{ см}^3.$$

$$[12] : W_x = 50,6 \text{ см}^3$$

$$I_x = 304 \text{ см}^4$$

$$W_y = 8,52 \text{ см}^3$$

$$I_y = 31,2 \text{ см}^4$$

Перевірка жорсткості:

$$f_x = \frac{5}{384} \frac{q_x^e l_x^4}{EI_x} = \frac{5}{384} \frac{2310,4 \cdot 10^{-5} \cdot 600^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 304} = 6,2 \text{ см} > f_l = l/200 = 600/200 = 3 \text{ см}$$

Жорсткість не забезпечена. Підбираємо швелер більшого поперечного перерізу.

Підібрано [16: $W_x = 93,4 \text{ см}^3$

$$I_x = 747 \text{ см}^4$$

$$W_y = 13,8 \text{ см}^3$$

$$I_y = 63,6 \text{ см}^4$$

$$f_x = \frac{5}{384} \frac{q_x^e l_x^4}{EI_x} = \frac{5}{384} \frac{2310,4 \cdot 10^{-5} \cdot 600^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 747} = 2,5 \text{ см} < f_l = 3 \text{ см}.$$

Жорсткість забезпечена.

Навантаження на ферму у вузлах примикання прогону

Для ферми Ф-24:

$$P = q_{np} \cdot l_{np} = 2442,5 \cdot 10^{-3} \cdot 6 = 14,66 \text{ (кН)};$$

$$P/2 = 7,33 \text{ (кН)}.$$

Для ферми Ф-12:

$$P = q_{np} \cdot l_{np} = 2442,5 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot \frac{2}{1,5} = 19,54 \text{ (кН)};$$

$$P/2 = 9,77 \text{ (кН)}.$$

2.3 Розрахунок і підбір прогону по нижньому поясу ферм

Навантаження на прогон покриття визначаємо в табличній формі (див. табл. 2.3).

Прогон працює як балка:

$$M_x = \frac{q^{ep} l^2}{8} = \frac{3531,1 \cdot 6^2}{8} = 15890 \text{ Нм} = 15,89 \text{ кНм};$$

Підбір січення прогону

Перетин прогону прийнято з прокатного швелера. Розрахунковий опір фасонного прокату зі сталі С245, $R_y=24 \text{ кН/см}^2$.

Таблиця 2.3 – Збір навантажень

Тип навантаження	Крок В, м	Експлуатаційне значення, $q_e, \text{ Н/м}^2$	Граничні значення навантаження, $q_{гр}, \text{ Н/м}^2$
Постійні (g)			
Мінвата	3	$100 \times 3 = 300$	$130 \times 3 = 390$
Пароізоляція	3	$1,2 \times 3 = 3,6$	$1,56 \times 3 = 4,7$
Профнастил	3	$75 \times 3 = 100,5$	$78,75 \times 3 = 236,3$
Власна вага	3	$54 \times 3 = 100,5$	$56,7 \times 3 = 170,1$
Змінні (v)			
Експлуатаційне	3	$700 \times 3 = 2100$	$910 \times 3 = 2730$
Сумарно (Σq)		2820,6	3531,1

Для прокатних швелерів $W_x / W_y = 6 \dots 8$.

$$\sigma = M_x / W_x + M_y / W_y = M_x [1 + (6..8 M_y / M_x)] / W_x \leq R_y \gamma_c$$

$$W_{x,req} = M_x [1 + (6..8 M_y / M_x)] / R_y \gamma_c$$

$$W_x = \frac{M_x}{R_y \gamma_c} = \frac{15,89 \cdot 100}{24 \cdot 1} = 66,21 \text{ см}^3$$

$$[14 : W_x=70,2 \text{ см}^3$$

$$I_x=491 \text{ см}^4$$

Перевірка жорсткості:

$$f_x = \frac{5 q^e l^4}{384 EI_x} = \frac{5}{384} \frac{2820,6 \cdot 10^{-5} \cdot 600^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 491} = 4,71 \text{ см} > f_l = l/200 = 600/200 = 3 \text{ см}$$

Жорсткість не забезпечена. Підбираємо швелер більшого поперечного перерізу.

Підібрано [16: $W_x=93,4 \text{ см}^3$

$$I_x=747 \text{ см}^4$$

$$f_x = \frac{5}{384} \frac{q^e l^4}{EI_x} = \frac{5}{384} \frac{2820,6 \cdot 10^{-5} \cdot 600^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 747} = 3,09 \approx 3 \text{ см} = f_l = 3 \text{ см.}$$

Жорсткість забезпечена.

Навантаження на ферму прикладене через прогон

Для ферми Ф-24:

$$P = q_{np} \cdot l_{np} \cdot 3 = 3531,1 \cdot 10^{-3} \cdot 6 = 21,19 \text{ (кН)};$$

$$P/2 = 10,59 \text{ (кН)}.$$

Для ферми Ф-12:

$$P = q_{np} \cdot l_{np} = 3531,1 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot \frac{2}{3} = 14,12 \text{ (кН)};$$

$$P/2 = 7,06 \text{ (кН)}.$$

2.4 Підбір січення зв'язків

$$\lambda_{розт.} = 400$$

$$\lambda_{ст.} = 200$$

$$l_{efx} = 0,8 \times l_x = 0,8 \times 600 = 480 \text{ см} - \text{в площині}$$

$$l_{efy} = l_y = 600 \text{ см} - \text{з площини}$$

$$i_x = l_{efx} / \lambda = 480 / 200 = 2,40 \text{ см}$$

$$i_y = l_{efy} / \lambda = 600 / 200 = 3,00 \text{ см}$$

Приймаєм прямокутну трубу перерізом 80×4:

$$i_x = i_y = 3,07 \text{ см.}$$

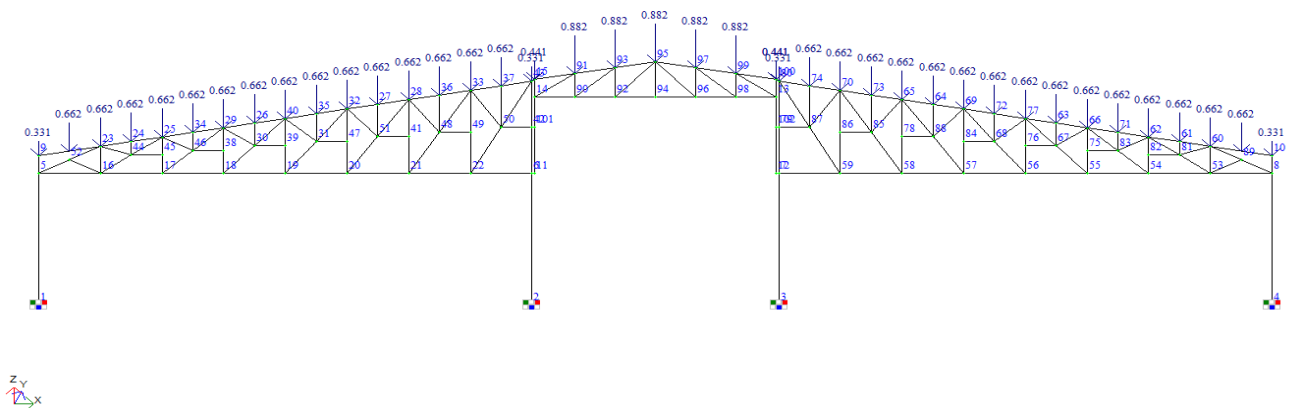


Рисунок 2.3 Еюра завантаження зв'язків

2.5 Вітрове навантаження

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження на крайню колону визначаємо за формулою:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C \cdot B \cdot \gamma_n,$$

де $\gamma_{fm} = 1,035$ – п. 9.14 [3];

$W_0 = 0,55$ кПа – характеристичне значення вітрового тиску згідно додатку Е [3];

$\gamma_n = 0,95$ – коефіцієнт надійності за відповідальністю.

$$C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} \cdot C_d,$$

де C_{aer} – аеродинамічний коефіцієнт, який згідно додатку І [3] для навітряних поверхонь (активний тиск) $C_e = +0,8$, для завітряних поверхонь (відсос) $C_{e3} = -0,5$;

C_h – коефіцієнт висоти споруди, згідно табл. 9.01 змін №1 до [3] для ІІІ типу місцевості:

- при висоті $h_1 = 5,000$ м – $C_{h1} = 0,4$;
- при висоті $h_2 = 7,100$ м (відмітка низу ферми) – $C_{h2} = 0,48$;
- при висоті $h_3 = 8,445$ м (відмітка верху стіни) – $C_{h3} = 0,54$.

$C_{alt} = 1,0$ – п. 9.10 [3];

$C_{rel} = 1,0$ – п. 9.11 [3];

$C_{dir} = 1,0$ – п. 9.12 [3];

$C_d = 1,0$ – п. 9.13 [3];

Визначаємо тиск вітру з навітряної сторони:

$$C_1 = 0,8 \cdot 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,32;$$

$$C_2 = 0,8 \cdot 0,48 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,38;$$

$$C_3 = 0,8 \cdot 0,54 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,43;$$

$$W_{m1} = 1,035 \cdot 0,55 \cdot 0,32 \cdot 6 \cdot 0,95 = 1,04 \text{ кН/м};$$

$$W_{m2} = 1,035 \cdot 0,55 \cdot 0,38 \cdot 6 \cdot 0,95 = 1,23 \text{ кН/м};$$

$$W_{m3} = 1,035 \cdot 0,55 \cdot 0,43 \cdot 6 \cdot 0,95 = 1,4 \text{ кН/м.}$$

Визначаємо тиск вітру із завітрянної сторони:

$$C_1' = 0,5 \cdot 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,2;$$

$$C_2' = 0,5 \cdot 0,48 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,24;$$

$$C_3' = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,27;$$

$$W_{m1}' = 1,035 \cdot 0,55 \cdot 0,2 \cdot 6 \cdot 0,95 = 0,65 \text{ кН/м};$$

$$W_{m2}' = 1,035 \cdot 0,55 \cdot 0,24 \cdot 6 \cdot 0,95 = 0,78 \text{ кН/м};$$

$$W_{m3}' = 1,035 \cdot 0,55 \cdot 0,27 \cdot 6 \cdot 0,95 = 0,88 \text{ кН/м.}$$

Тиск вітру, який діє на стіну вище колони, замінено на еквівалентну зосереджену силу, що прикладена на рівні верху колони:

$$W_m = \frac{W_{m2} + W_{m3}}{2} \cdot H_1, \quad W_m' = \frac{W_{m2}' + W_{m3}'}{2} \cdot H_1,$$

де H_1 – висота стіни вище верху колони, м.

– з навітрянної сторони:

$$W_m = \frac{W_{m2} + W_{m3}}{2} \cdot H_1 = \frac{1,23 + 1,4}{2} \cdot (8,445 - 7,1) = 1,77 \text{ кН};$$

– із завітрянної сторони:

$$W_m' = \frac{W_{m2}' + W_{m3}'}{2} \cdot H_1 = \frac{0,78 + 0,88}{2} \cdot (8,445 - 7,1) = 1,12 \text{ кН.}$$

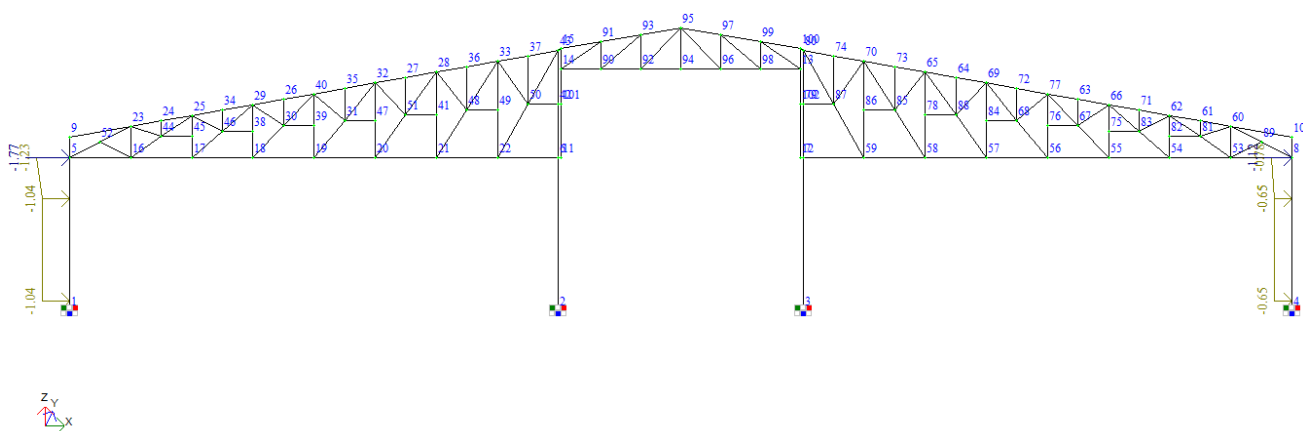


Рисунок 2.4 Епюра навантаження від вітру на раму

2.6 Розрахунок колони

Колона розраховувалася за допомогою ПК Ліра, таблиця РСУ колони знаходиться у додатку 1.

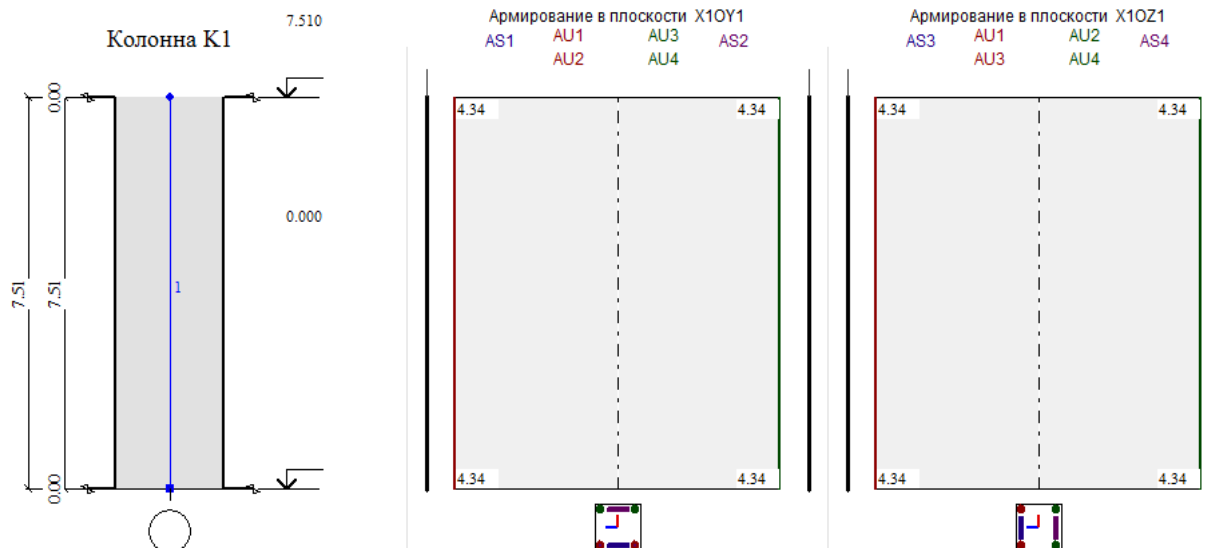


Рисунок 2.5 Армування колони К-1

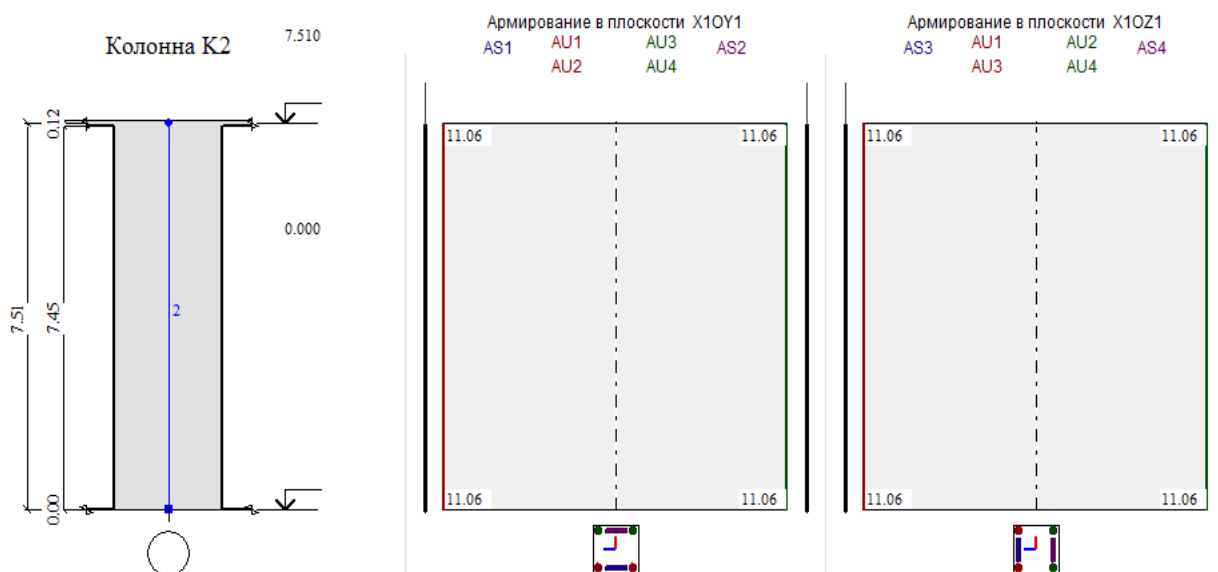


Рисунок 2.6 Армування колони К-2

Завантаження 5
 Епюра N
 Единиці вимірювання - кН

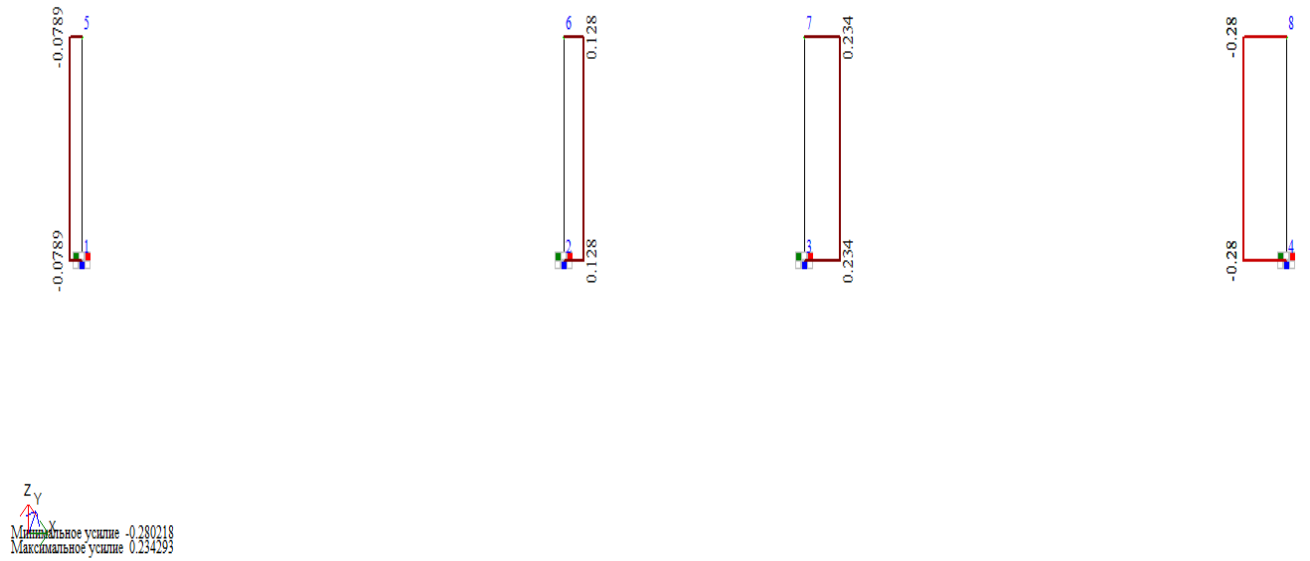


Рисунок 2.7 Епюра навантаження N на колони від вітру

Завантаження 1
 Епюра N
 Единиці вимірювання - кН

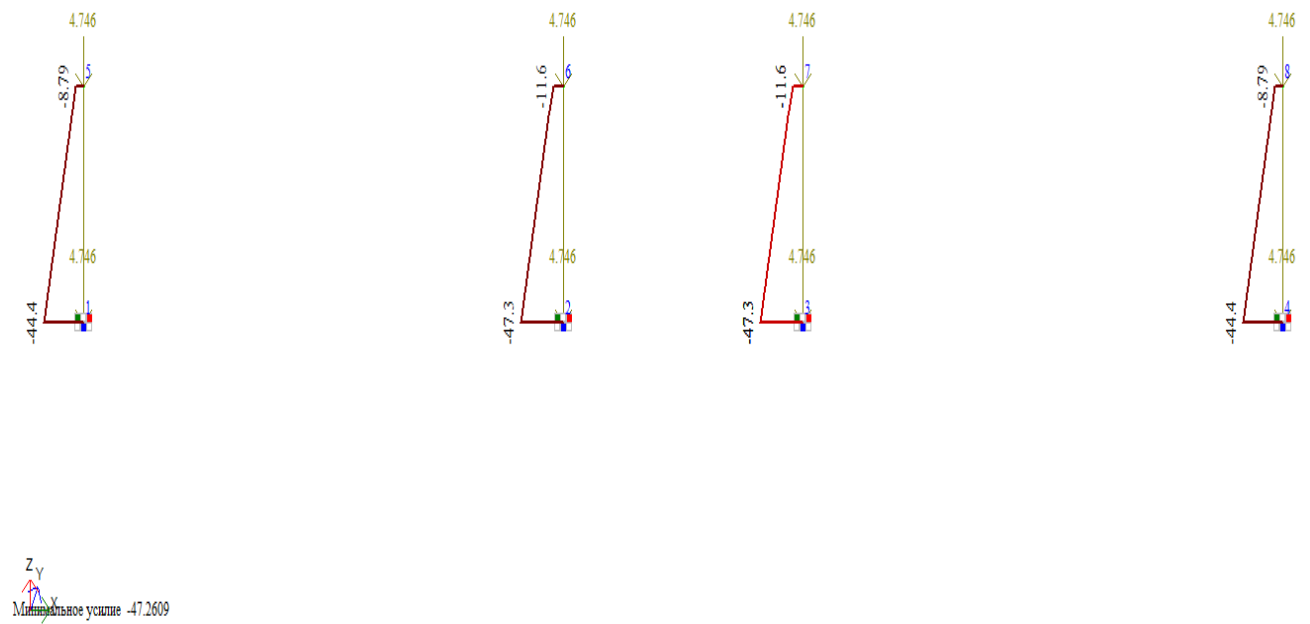
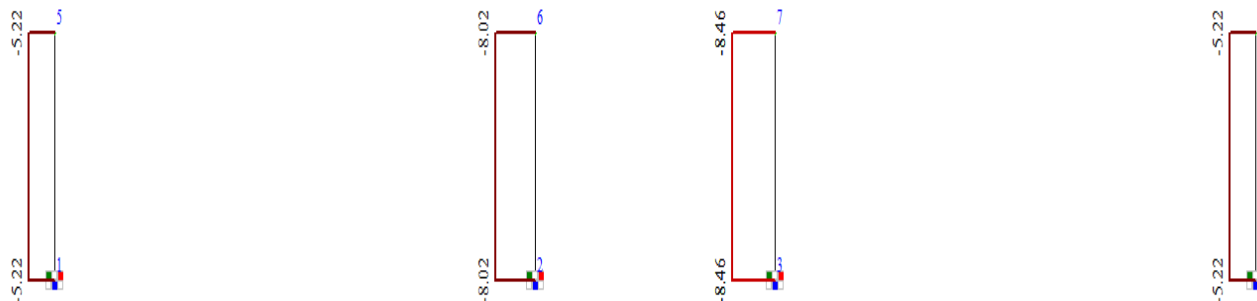


Рисунок 2.8 Епюра навантаження N на колони від власної ваги

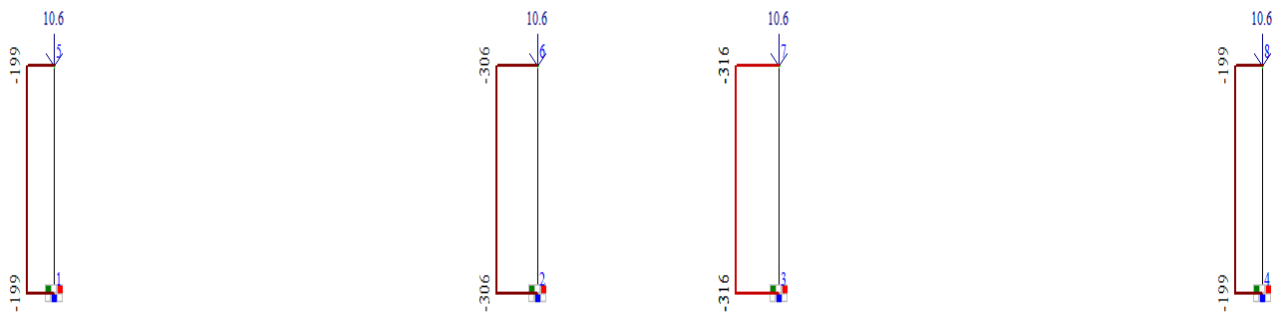
Заружение 3
Эпора N
Единицы измерения - кН



Минимальное усилие -8.45876

Рисунок 2.9 Епора навантаження N на колони (зв'язки)

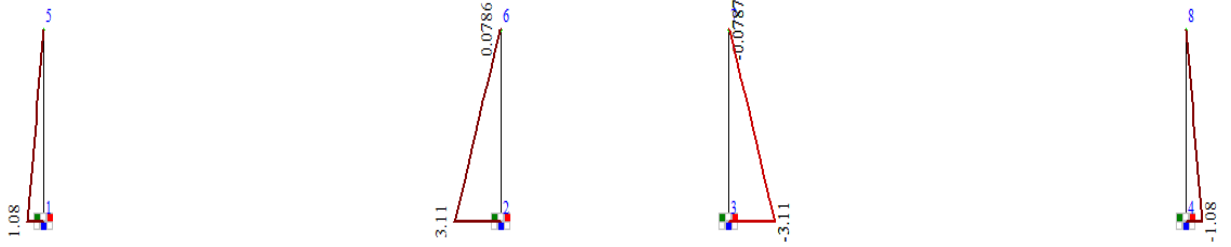
Заружение 2
Эпора N
Единицы измерения - кН



Минимальное усилие -315.798

Рисунок 2.10 Епора навантаження N на колони через прогони

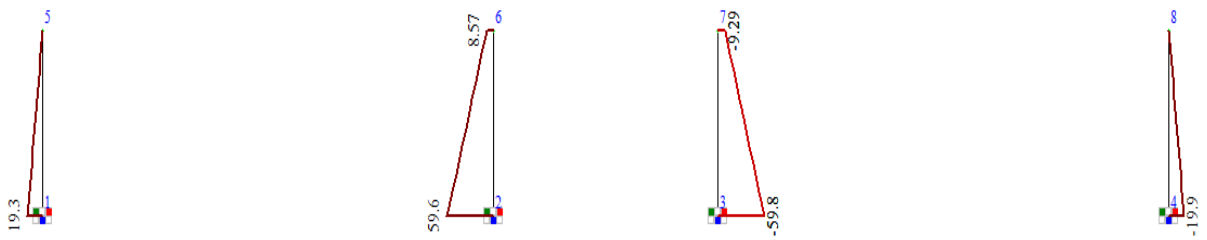
Загружение 1
Эпюра M_y
Единицы измерения - кН*м



Z_y
Минимальное усилие -3.11119
Максимальное усилие 3.11115

Рисунок 2.11 Епюра навантаження M_y загруження 1

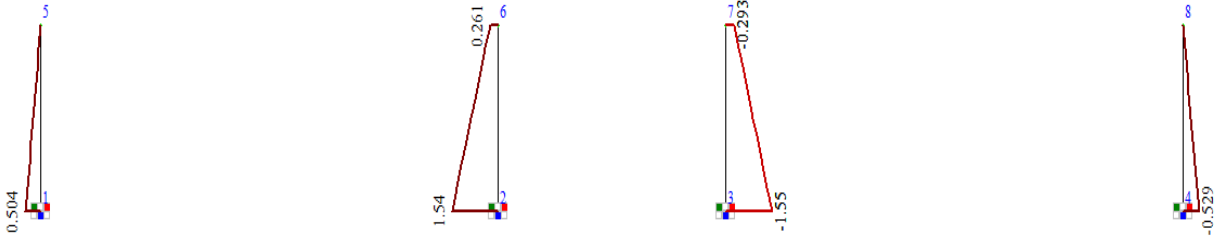
Загружение 2
Эпюра M_y
Единицы измерения - кН*м



Z_y
Минимальное усилие -59.8432
Максимальное усилие 59.831

Рисунок 2.12 Епюра навантаження M_y загруження 2

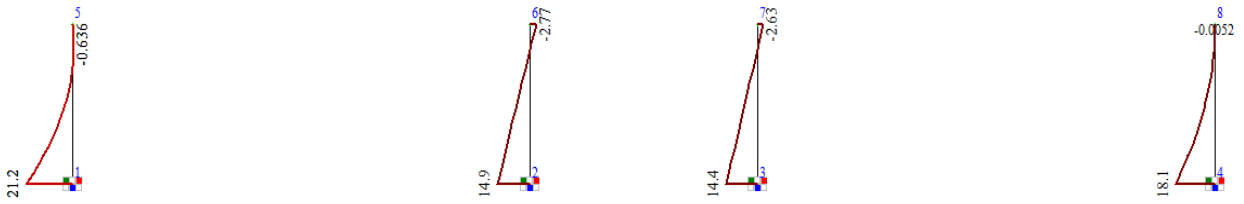
Загружение 3
 Эпюра M_y
 Единицы измерения - кН*м



Z_y
 Минимальное усилие -1.55416
 Максимальное усилие 1.34458

Рисунок 2.13 Эпюра навантаження M_y загруження 3

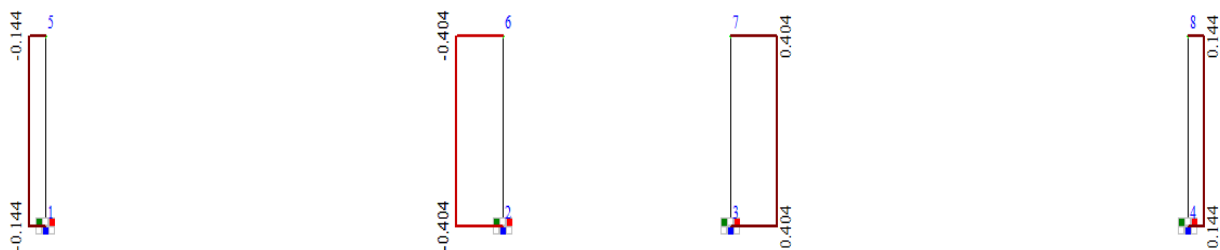
Загружение 5
 Эпюра M_y
 Единицы измерения - кН*м



Z_y
 Минимальное усилие -2.77389
 Максимальное усилие 21.2271

Рисунок 2.14 Эпюра навантаження M_y загруження 5

Загружение 1
Эпюра Q_z
Единицы измерения - кН





 Минимальное усилие -0.403798
 Максимальное усилие 0.403787

Рисунок 2.15 Епюра навантаження Q_z загруження 1

Загружение 2
Эпюра Q_z
Единицы измерения - кН




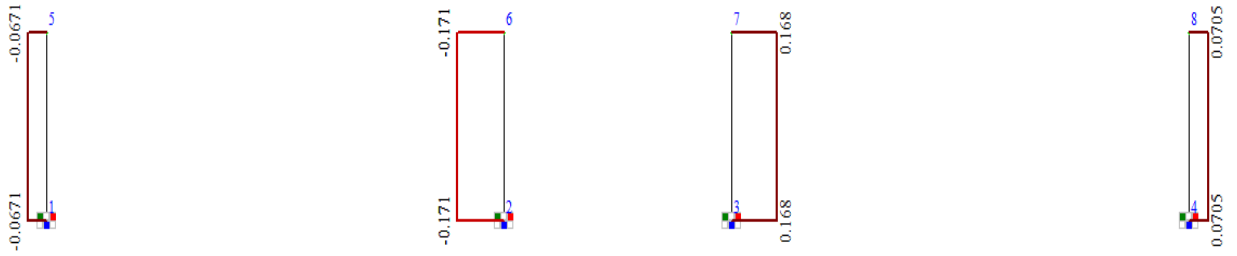

 Минимальное усилие -6.79931
 Максимальное усилие 6.7314

Рисунок 2.16 Епюра навантаження Q_z загруження 2

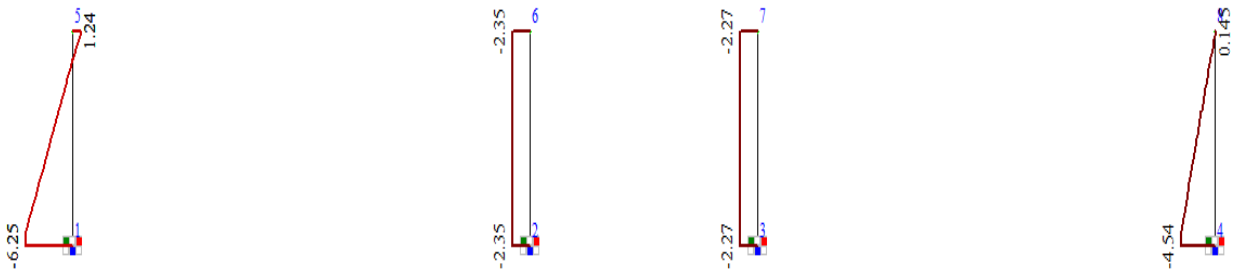
Загружение 3
Эпюра Qz
Единицы измерения - кН



Минимальное усилие -0.170947
Максимальное усилие 0.167883

Рисунок 2.17 Эпюра навантаження Q_z загруження 3

Загружение 5
Эпюра Qz
Единицы измерения - кН



Минимальное усилие -6.24604
Максимальное усилие 1.23528

Рисунок 2.18 Эпюра навантаження Q_z загруження 5

2.7 Розрахунок ферми Ф-12

Ферми розраховувалася за допомогою ПК Ліра 9

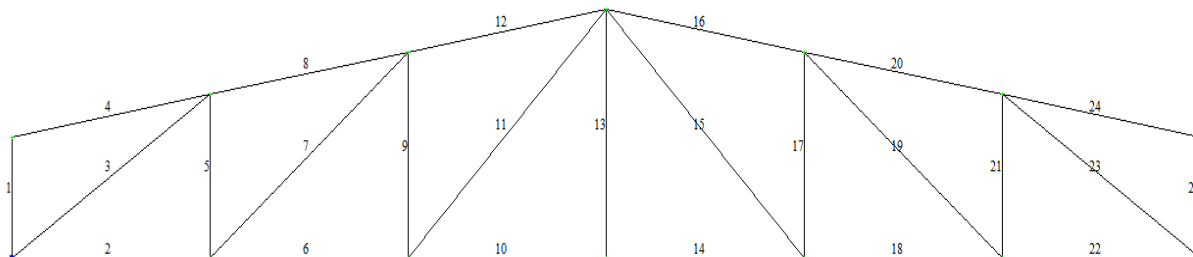


Рисунок 2.19 Схема ферми з номерацією елементів

Таблиця РСУ ферми Ф-12

№ сечен	№ столбца	Критерий	Усилия					№№ загруз
			N (кН)	Mк (кН*м)	Mу (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	
1	1	2	-10,651	0,000	-0,330	0,601	0,000	1 2 3
2	1	1	-10,619	0,000	0,271	0,601	0,000	1 2 3
1	1	1	128,685	0,000	-0,259	0,324	0,000	1 2 3
2	1	1	128,685	0,000	0,274	0,209	0,000	1 2 3
1	1	2	-154,701	0,000	-0,071	0,109	0,000	1 2 3
2	1	2	-154,624	0,000	0,053	-0,006	0,000	1 2 3
1	1	2	-0,662	0,000	-0,271	0,297	0,000	1 2 3
2	1	1	-0,642	0,000	0,217	0,183	0,000	1 2 3
1	1	1	43,566	0,000	-0,235	0,360	0,000	1 2 3
2	1	1	43,609	0,000	0,252	0,360	0,000	1 2 3
1	1	1	163,626	0,000	0,004	0,132	0,000	1 2 3
2	1	1	163,626	0,000	0,154	0,018	0,000	1 2 3
1	1	2	-45,469	0,000	0,033	0,029	0,000	1 2 3
2	1	2	-45,415	0,000	0,026	-0,034	0,000	1 2 3
1	1	2	-131,058	0,000	0,018	0,124	0,000	1 2 3
2	1	2	-131,038	0,000	0,152	0,009	0,000	1 2 3
1	1	1	2,940	0,000	-0,007	0,009	0,000	1 2 3

2	1	1	2,994	0,000	0,010	0,009	0,000	1 2 3
1	1	1	152,778	0,000	0,111	-0,009	0,000	1 2 3
2	1	1	152,778	0,000	-0,022	-0,124	0,000	1 2 3
1	1	1	15,565	0,000	0,037	0,014	0,000	1 2 3
2	1	1	15,630	0,000	-0,016	-0,049	0,000	1 2 3
1	1	2	-166,148	0,000	0,169	-0,065	0,000	1 2 3
2	1	2	-166,128	0,000	-0,079	-0,179	0,000	1 2 3
1	1	1	14,433	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	1	14,368	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	1	152,778	0,000	-0,022	0,124	0,000	1 2 3
2	1	1	152,778	0,000	0,111	0,009	0,000	1 2 3
1	1	1	15,630	0,000	-0,016	0,049	0,000	1 2 3
2	1	1	15,565	0,000	0,037	-0,014	0,000	1 2 3
1	1	2	-166,128	0,000	-0,079	0,179	0,000	1 2 3
2	1	2	-166,148	0,000	0,169	0,065	0,000	1 2 3
1	1	1	2,940	0,000	0,007	-0,009	0,000	1 2 3
2	1	1	2,994	0,000	-0,010	-0,009	0,000	1 2 3
1	1	1	163,626	0,000	0,154	-0,018	0,000	1 2 3
2	1	1	163,626	0,000	0,004	-0,132	0,000	1 2 3
1	1	2	-45,469	0,000	0,033	0,029	0,000	1 2 3
2	1	2	-45,415	0,000	0,026	-0,034	0,000	1 2 3
1	1	2	-131,038	0,000	0,152	-0,009	0,000	1 2 3
2	1	2	-131,058	0,000	0,018	-0,124	0,000	1 2 3
1	1	1	43,566	0,000	0,235	-0,360	0,000	1 2 3
2	1	1	43,609	0,000	-0,252	-0,360	0,000	1 2 3
1	1	1	128,685	0,000	0,274	-0,209	0,000	1 2 3
2	1	1	128,685	0,000	-0,259	-0,324	0,000	1 2 3
1	1	2	-154,701	0,000	-0,071	0,109	0,000	1 2 3
2	1	2	-154,624	0,000	0,053	-0,006	0,000	1 2 3
1	1	1	-0,642	0,000	0,217	-0,183	0,000	1 2 3
2	1	2	-0,662	0,000	-0,271	-0,297	0,000	1 2 3
1	1	1	-10,651	0,000	0,330	-0,601	0,000	1 2 3
2	1	2	-10,619	0,000	-0,271	-0,601	0,000	1 2 3

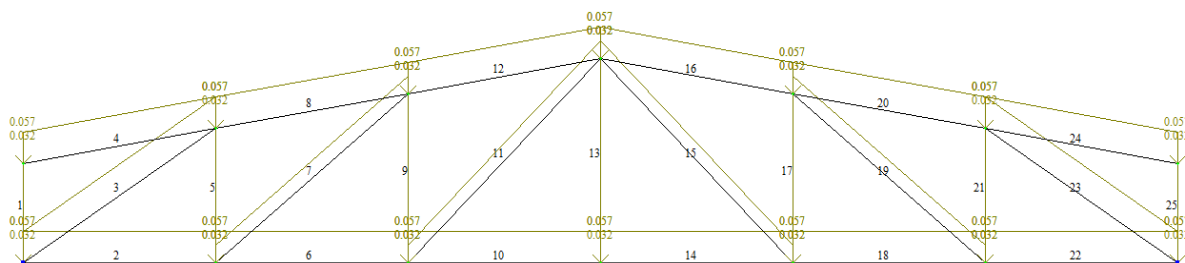
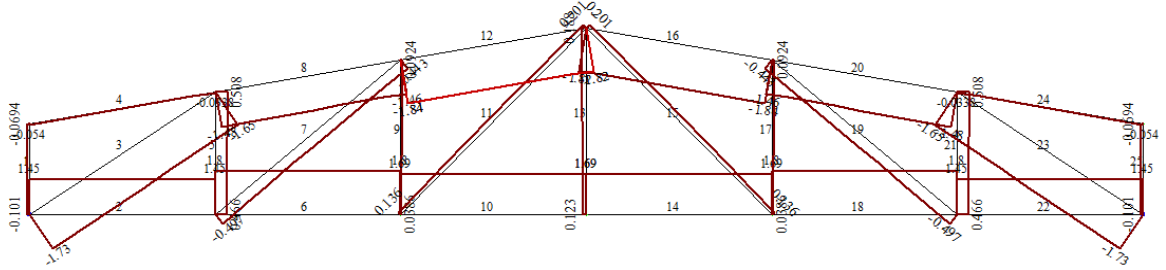


Рисунок 2.20 Епюра навантаження N на ферму Ф-12 від власної ваги

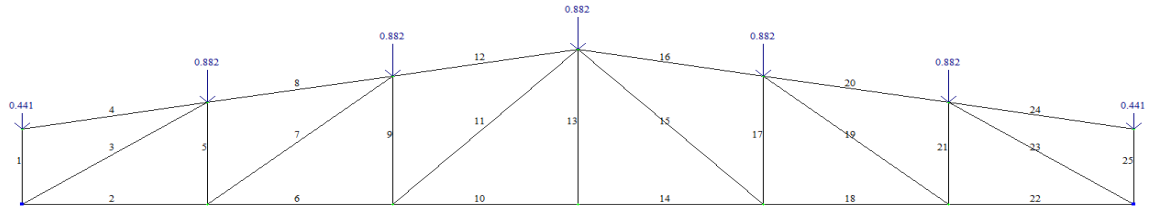
Власна вага
 Эпора N
 Единицы измерения - кН



Минимальное усилие -1.84146
 Максимальное усилие 1.80257

Рисунок 2.21 Еюра навантаження N на ферму Ф-12 від власної ваги (2 наближене)

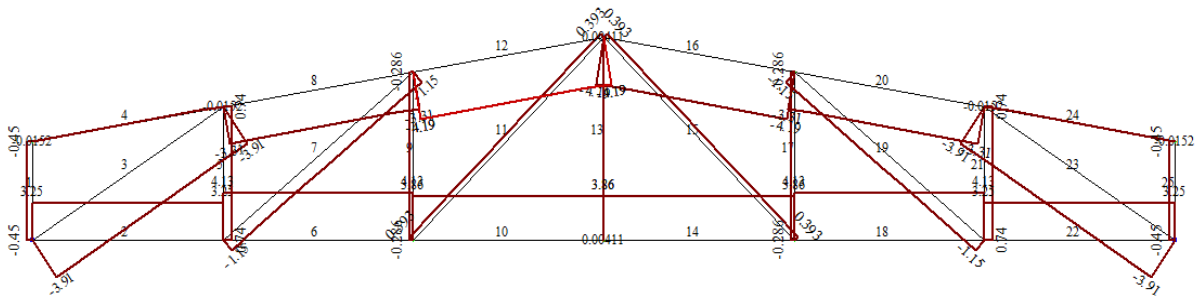
Зв'язки



Z, Y

Рисунок 2.22 Еюра навантаження N зв'язки

Зв'язки
 Эпора N
 Единицы измерения - кН



Минимальное усилие -4.19498
 Максимальное усилие 4.13206

Рисунок 2.23 Еюра навантаження N зв'язки (2-наближене)

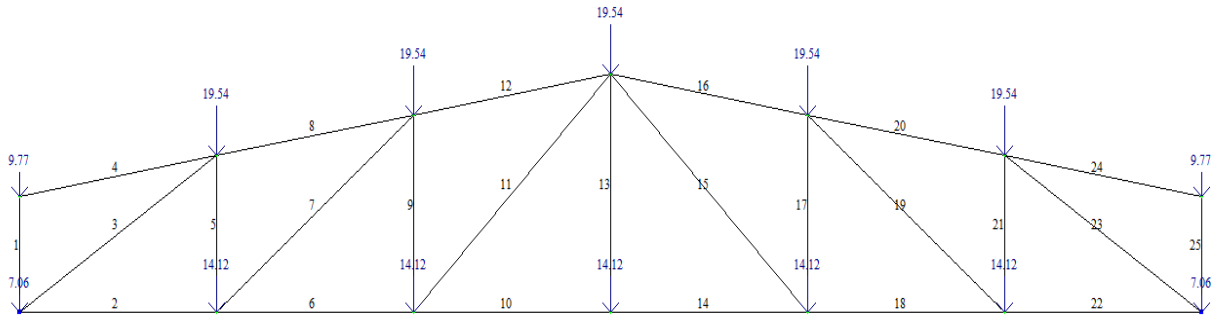
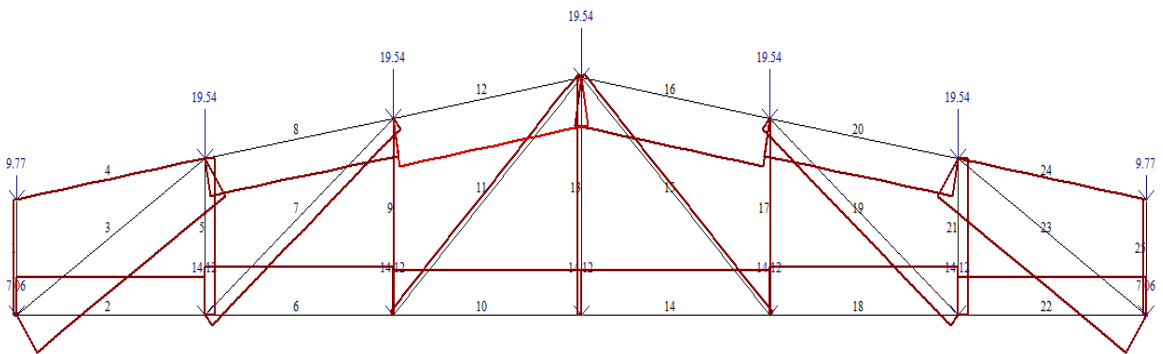


Рисунок 2.24 Епюра навантаження через прогони

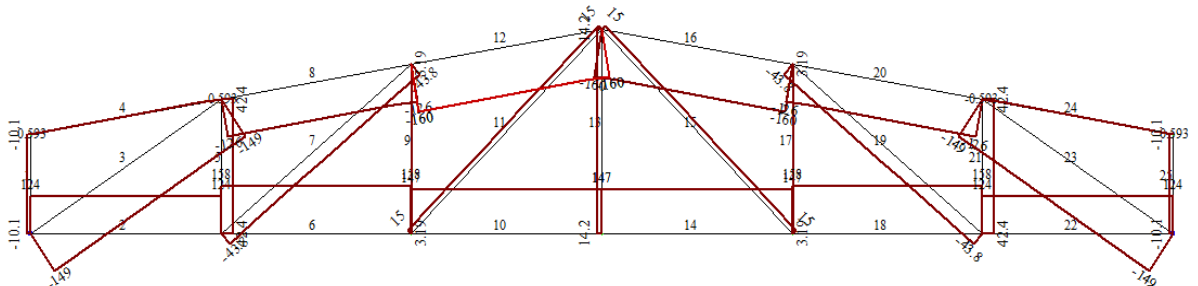
Навант через прогони
 Епора N
 Единицы измерения - кН



Z_y
 Минимальное усилие -160.112
 Максимальное усилие 157.691

Рисунок 2.25 Епюра навантаження N через прогони

Навант через прогони
 Епора N
 Единицы измерения - кН



Z_y
 Минимальное усилие -160.112
 Максимальное усилие 157.691

Рисунок 2.26 Епюра навантаження N через прогони (2-наближене)

2.8 Розрахунок ферм Ф-24

Ферми розраховувалася за допомогою ПК Ліра

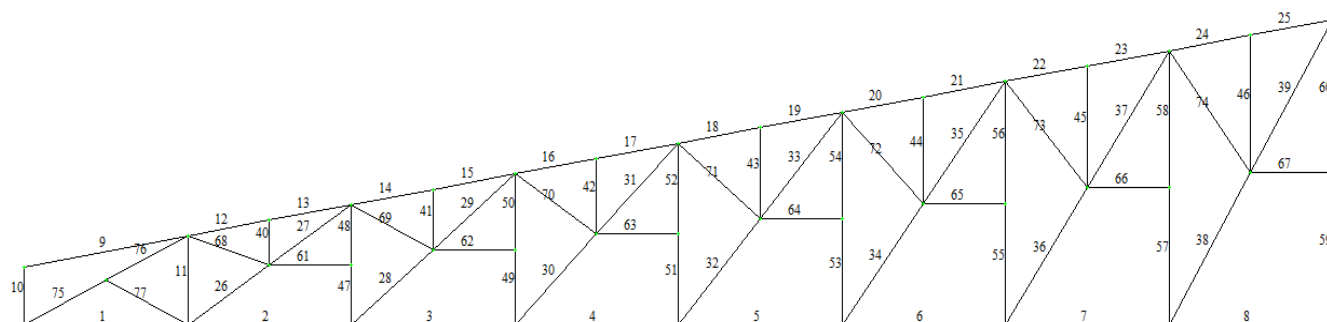


Рисунок 2.27 Схема ферми з номерацією елементів

Таблиця РСУ ферми Ф-24

№ сечен	№ столбца	Критерий	Усилия					№№ загруз
			N (кН)	Mx (кН*м)	My (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	
1	1	1	244,564	0,000	0,000	0,290	0,000	1 2 3
2	1	1	244,564	0,000	0,000	-0,290	0,000	1 2 3
1	1	1	362,900	0,000	0,000	0,290	0,000	1 2 3
2	1	1	362,900	0,000	0,000	-0,290	0,000	1 2 3
1	1	1	370,531	0,000	0,000	0,290	0,000	1 2 3
2	1	1	370,531	0,000	0,000	-0,290	0,000	1 2 3
1	1	1	323,530	0,000	0,000	0,290	0,000	1 2 3
2	1	1	323,530	0,000	0,000	-0,290	0,000	1 2 3
1	1	1	245,581	0,000	0,000	0,290	0,000	1 2 3
2	1	1	245,581	0,000	0,000	-0,290	0,000	1 2 3
1	1	1	148,357	0,000	0,000	0,290	0,000	1 2 3
2	1	1	148,357	0,000	0,000	-0,290	0,000	1 2 3
1	1	1	38,280	0,000	0,000	0,290	0,000	1 2 3
2	1	1	38,280	0,000	0,000	-0,290	0,000	1 2 3
1	1	13	0,000	0,000	0,000	0,290	0,000	1 2 3
2	1	14	0,000	0,000	0,000	-0,290	0,000	1 2 3
1	1	2	-1,402	0,000	0,000	7,949	0,000	1 2 3
2	1	1	1,361	0,000	0,000	-7,720	0,000	1 2 3
1	1	2	-15,827	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-15,733	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	1	103,586	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	1	103,729	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-428,059	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-428,007	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3

1	1	2	-428,059	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-428,007	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-544,558	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-544,507	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-544,558	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-544,507	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-549,907	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-549,855	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-549,907	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-549,855	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-500,597	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-500,546	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-500,597	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-500,546	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-420,321	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-420,270	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-420,321	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-420,270	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-320,760	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-320,709	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-320,760	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-320,709	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-117,025	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-116,973	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-117,025	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-116,973	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-144,032	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	2	-143,936	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	2	-124,993	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	2	-124,897	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	2	-10,137	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	2	-10,016	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	5,308	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	5,430	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	67,692	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	67,838	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	81,149	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	81,295	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	122,573	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	122,744	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	134,805	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	134,976	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	166,484	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	166,680	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	177,905	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	178,101	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3

1	1	1	204,570	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	204,791	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	215,432	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	215,653	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	76,831	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	77,076	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	231,509	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	231,754	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	2	-15,688	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-15,617	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-15,713	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-15,617	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-15,738	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-15,617	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-15,763	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-15,617	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-15,785	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-15,614	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-15,812	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-15,617	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-15,837	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-15,617	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	1	28,444	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	1	28,540	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	1	28,610	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	1	28,707	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-26,945	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-26,824	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-26,753	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-26,632	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-72,824	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-72,678	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-72,608	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-72,462	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-113,376	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-113,205	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-113,135	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-112,964	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-150,659	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-150,463	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-150,393	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-150,197	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-44,846	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-44,625	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-44,555	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-44,335	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-189,135	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3

2	1	2	-188,889	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	2	-188,819	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
2	1	2	-188,574	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
1	1	13	0,000	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	14	0,000	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	13	0,000	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	14	0,000	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	13	0,000	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	14	0,000	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	13	0,000	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	14	0,000	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	13	0,000	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	14	0,000	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	13	0,000	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	14	0,000	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	2	-161,663	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	2	-161,663	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	16,526	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	16,573	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	13,093	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	13,164	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	11,270	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	11,366	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	10,203	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	10,325	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	9,537	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	9,683	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	1	9,106	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	1	9,277	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	2	-145,259	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	2	-145,063	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3
1	1	2	-456,018	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-455,870	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-455,573	0,000	0,000	0,145	0,000	1 2 3
2	1	2	-455,425	0,000	0,000	-0,145	0,000	1 2 3
1	1	2	-0,481	0,000	0,000	0,070	0,000	1 2 3
2	1	2	-0,410	0,000	0,000	-0,070	0,000	1 2 3

Власна вага

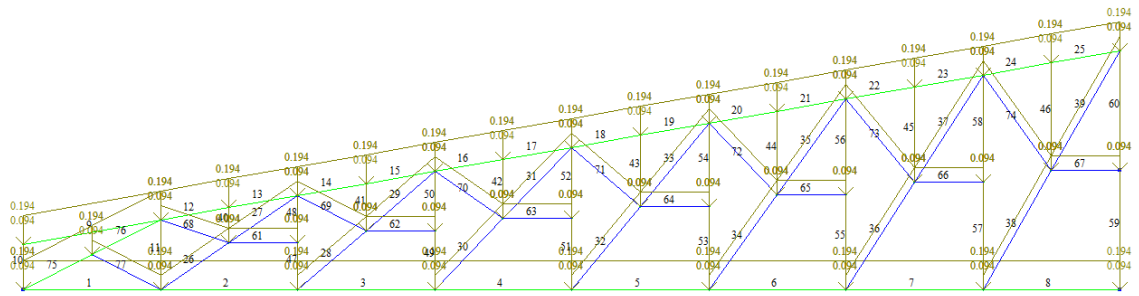
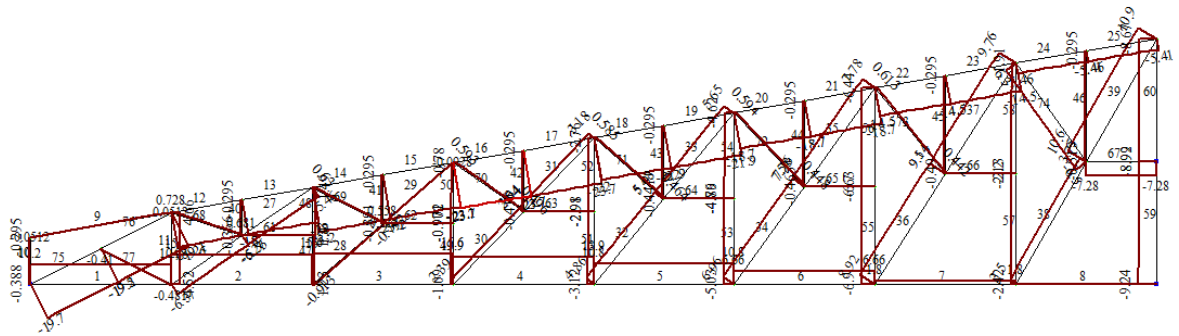


Рисунок 2.28 Епюра навантаження N на ферму Ф-24 від власної ваги

Власна вага
Епюра N
Единиці вимірювання - кН



Мінімальне усилле -23,7441
Максимальне усилле 13,6279

Рисунок 2.29 Епюра навантаження N на ферму Ф-24 від власної ваги (2-наближене)

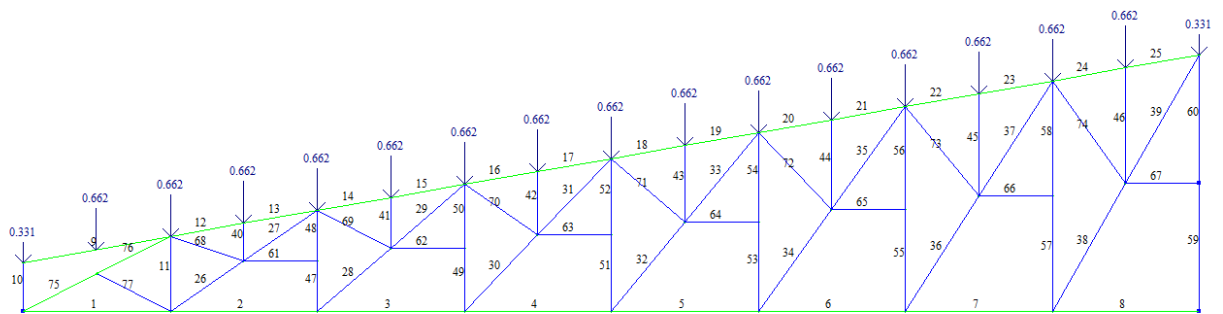
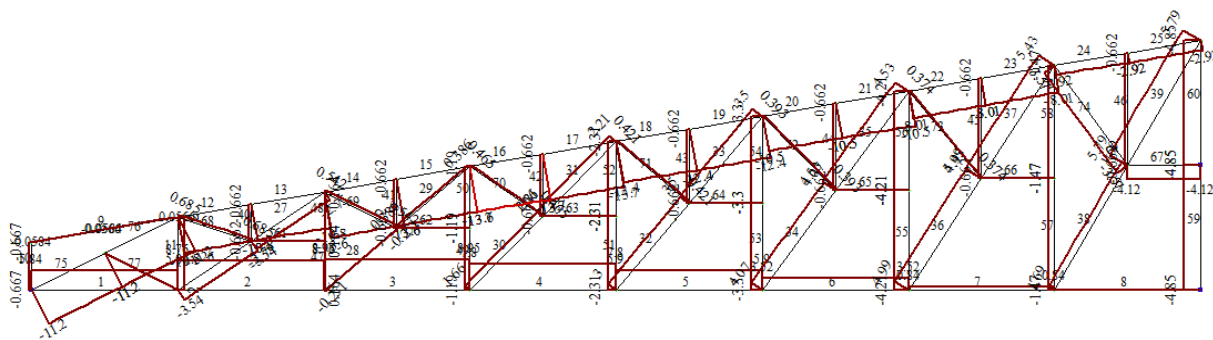


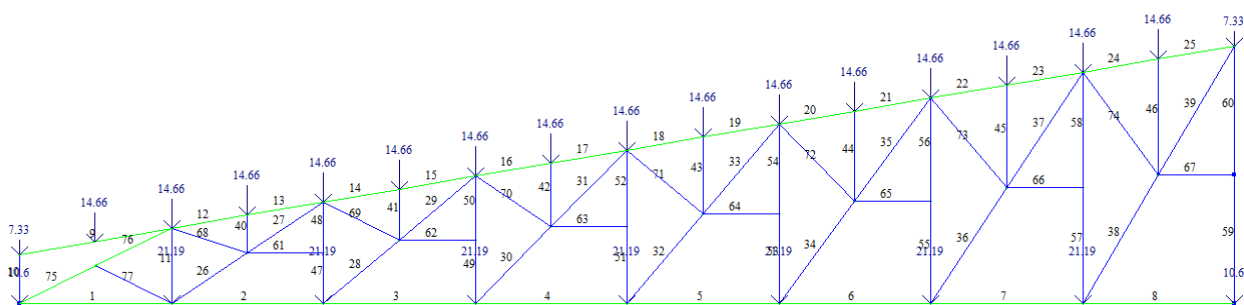
Рисунок 2.30 Епюра навантаження N зв'язки

Зв'язки
 Ешора N
 Единиця вимірювання - кН



Мінімальне навантаження -13,6663
 Максимальне навантаження 8,95317

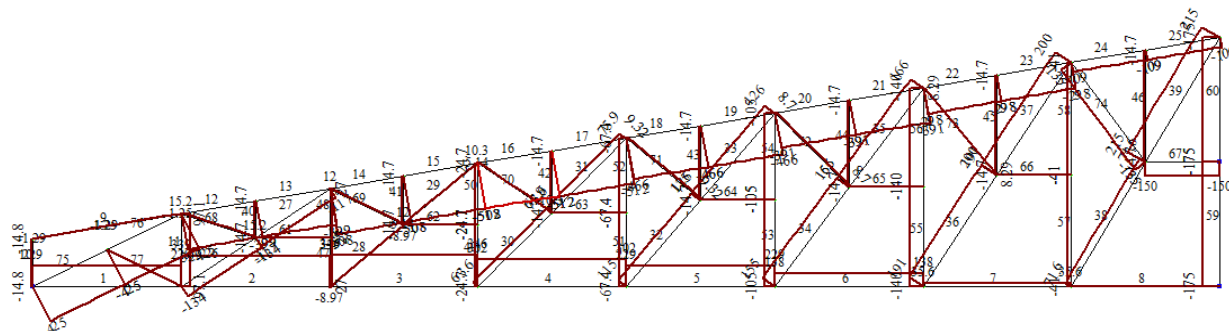
Рисунок 2.31 Епюра навантаження N зв'язки (2-наближене)



Z, Y
 X

Рисунок 2.32 Епюра навантаження N через прогони

Навант через прогони
 Ешора N
 Единиця вимірювання - кН



Мінімальне навантаження -512,496
 Максимальне навантаження 345,95

Рисунок 2.33 Епюра навантаження N через прогони (2-наближене)

2.9 Підбір січення всіх елементів по РСУ

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Приме- чание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента	
					нор	УУ1	УZ1	ГУ1	ГZ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У		
Сечение: 1. Двутавр 18Б2																
Профиль: 18Б2; ГОСТ 26020 - 83																
Сталь: С245; ГОСТ 27772-88																
Сортамент: Двутавр с параллельными гранями полок типа Б(балочный) . Сокращенный сортамент																
		КФ1	Подобрано: 1. Двутавр 16Б1													
			Профиль: 16Б1; ГОСТ 26020 - 83													
			Сталь: С245; ГОСТ 27772-88													
1	1	КФ1	0		63	0	0	0	0	0	0	63	0	0	24,00	
1	2	КФ1	0		63	0	0	0	0	0	0	63	0	0	24,00	
2	1	КФ1	0		93	0	0	0	0	0	0	93	0	0	24,00	
2	2	КФ1	0		93	0	0	0	0	0	0	93	0	0	24,00	
3	1	КФ1	0		95	0	0	0	0	0	0	95	0	0	24,00	
3	2	КФ1	0		95	0	0	0	0	0	0	95	0	0	24,00	
4	1	КФ1	0		83	0	0	0	0	0	0	83	0	0	24,00	
4	2	КФ1	0		83	0	0	0	0	0	0	83	0	0	24,00	
5	1	КФ1	0		63	0	0	0	0	0	0	63	0	0	24,00	
5	2	КФ1	0		63	0	0	0	0	0	0	63	0	0	24,00	
6	1	КФ1	0		38	0	0	0	0	0	0	38	0	0	24,00	
6	2	КФ1	0		38	0	0	0	0	0	0	38	0	0	24,00	
7	1	КФ1	0		10	0	0	0	0	0	0	10	0	0	24,00	
7	2	КФ1	0		10	0	0	0	0	0	0	10	0	0	24,00	
8	1	КФ1	0		0	0	0	0	0	34	0	0	0	34	24,00	
8	2	КФ1	0		0	0	0	0	0	34	0	0	0	34	24,00	
		КФ2	Подобрано: 1. Двутавр 18Б2													
			Профиль: 18Б2; ГОСТ 26020 - 83													
			Сталь: С245; ГОСТ 27772-88													
9	1	КФ2	0		0	0	0	0	0	58	26	0	0	58	24,37	
9	2	КФ2	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,37	
12	1	КФ2	0		74	74	74	0	0	62	28	74	0	62	24,37	
12	2	КФ2	0		74	74	74	0	0	62	28	74	0	62	24,37	
13	1	КФ2	0		74	74	74	0	0	62	28	74	0	62	24,37	
13	2	КФ2	0		74	74	74	0	0	62	28	74	0	62	24,37	
14	1	КФ2	0		95	95	95	0	0	70	32	95	0	70	24,37	
14	2	КФ2	0		95	95	95	0	0	70	32	95	0	70	24,37	
15	1	КФ2	0		95	95	95	0	0	70	32	95	0	70	24,37	
15	2	КФ2	0		95	95	95	0	0	70	32	95	0	70	24,37	
16	1	КФ2	0		96	96	96	0	0	71	32	96	0	71	24,37	
16	2	КФ2	0		96	96	96	0	0	71	32	96	0	71	24,37	

17	1	КФ2	0		96	96	96	0	0	71	32	96	0	71	24,37
17	2	КФ2	0		96	96	96	0	0	71	32	96	0	71	24,37
18	1	КФ2	0		87	87	87	0	0	67	31	87	0	67	24,37
18	2	КФ2	0		87	87	87	0	0	67	31	87	0	67	24,37
19	1	КФ2	0		87	87	87	0	0	67	31	87	0	67	24,37
19	2	КФ2	0		87	87	87	0	0	67	31	87	0	67	24,37
20	1	КФ2	0		73	73	73	0	0	62	28	73	0	62	24,37
20	2	КФ2	0		73	73	73	0	0	62	28	73	0	62	24,37
21	1	КФ2	0		73	73	73	0	0	62	28	73	0	62	24,37
21	2	КФ2	0		73	73	73	0	0	62	28	73	0	62	24,37
22	1	КФ2	0		56	56	56	0	0	58	26	56	0	58	24,37
22	2	КФ2	0		56	56	56	0	0	58	26	56	0	58	24,37
23	1	КФ2	0		56	56	56	0	0	58	26	56	0	58	24,37
23	2	КФ2	0		56	56	56	0	0	58	26	56	0	58	24,37
24	1	КФ2	0		20	20	20	0	0	58	26	20	0	58	24,37
24	2	КФ2	0		20	20	20	0	0	58	26	20	0	58	24,37
25	1	КФ2	0		20	20	20	0	0	58	26	20	0	58	24,37
25	2	КФ2	0		20	20	20	0	0	58	26	20	0	58	24,37
		КФ3	Подобрано: 1. Двугавр 18Б1												
			Профиль: 18Б1; ГОСТ 26020 - 83												
			Сталь: С245; ГОСТ 27772-88												
75	1	КФ3	0		97	97	97	0	0	88	40	97	0	88	3,37
75	2	КФ3	0		97	97	97	0	0	88	40	97	0	88	3,37
76	1	КФ3	0		97	97	97	0	0	88	40	97	0	88	3,37
76	2	КФ3	0		97	97	97	0	0	88	40	97	0	88	3,37
Сечение: 2. Профиль "Молодечно" 100 х 3															
Профиль: 100 х 3; ГОСТ 30245-94															
Сталь: С245; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций															
		УФ12	Подобрано: 2. Профиль "Молодечно" 100 х 3												
			Профиль: 100 х 3; ГОСТ 30245-94												
			Сталь: С245; ГОСТ 27772-88												
10	1	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	1,00
10	2	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	1,00
11	1	УФ12	0		37	0	0	0	0	67	0	37	0	67	1,53
11	2	УФ12	0		37	0	0	0	0	67	0	37	0	67	1,53
26	1	УФ12	0		52	52	52	0	0	67	67	52	0	67	1,82
26	2	УФ12	0		52	52	52	0	0	67	67	52	0	67	1,82
27	1	УФ12	0		45	45	45	0	0	67	67	45	0	67	1,82
27	2	УФ12	0		45	45	45	0	0	67	67	45	0	67	1,82
28	1	УФ12	0		4	4	4	0	0	67	67	4	0	67	1,98
28	2	УФ12	0		4	4	4	0	0	67	67	4	0	67	1,98
29	1	УФ12	0		2	0	0	0	0	67	0	2	0	67	1,98
29	2	УФ12	0		2	0	0	0	0	67	0	2	0	67	1,98
30	1	УФ12	0		24	0	0	0	0	67	0	24	0	67	2,16

30	2	УФ12	0		24	0	0	0	0	67	0	24	0	67	2,16
31	1	УФ12	0		29	0	0	0	0	67	0	29	0	67	2,16
31	2	УФ12	0		29	0	0	0	0	67	0	29	0	67	2,16
32	1	УФ12	0		44	0	0	0	0	67	0	44	0	67	2,36
32	2	УФ12	0		44	0	0	0	0	67	0	44	0	67	2,36
33	1	УФ12	0		48	0	0	0	0	67	0	48	0	67	2,36
33	2	УФ12	0		48	0	0	0	0	67	0	48	0	67	2,36
34	1	УФ12	0		60	0	0	0	0	67	0	60	0	67	2,57
34	2	УФ12	0		60	0	0	0	0	67	0	60	0	67	2,57
35	1	УФ12	0		64	0	0	0	0	67	0	64	0	67	2,57
35	2	УФ12	0		64	0	0	0	0	67	0	64	0	67	2,57
36	1	УФ12	0		73	0	0	0	0	72	0	73	0	72	2,79
36	2	УФ12	0		74	0	0	0	0	72	0	74	0	72	2,79
37	1	УФ12	0		77	0	0	0	0	73	0	77	0	73	2,79
37	2	УФ12	0		77	0	0	0	0	73	0	77	0	73	2,79
38	1	УФ12	0		28	0	0	0	0	67	0	28	0	67	3,02
38	2	УФ12	0		28	0	0	0	0	67	0	28	0	67	3,02
39	1	УФ12	0		83	0	0	0	0	76	0	83	0	76	3,02
39	2	УФ12	0		83	0	0	0	0	76	0	83	0	76	3,02
40	1	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	0,76
40	2	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	0,76
41	1	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	1,03
41	2	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	1,03
42	1	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	1,29
42	2	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	1,29
43	1	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	1,56
43	2	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	1,56
44	1	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	1,82
44	2	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	1,82
45	1	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	2,09
45	2	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	2,09
46	1	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	2,35
46	2	УФ12	0		6	6	6	0	0	67	67	6	0	67	2,35
47	1	УФ12	0		10	0	0	0	0	67	0	10	0	67	1,03
47	2	УФ12	0		10	0	0	0	0	67	0	10	0	67	1,03
48	1	УФ12	0		10	0	0	0	0	67	0	10	0	67	1,03
48	2	УФ12	0		10	0	0	0	0	67	0	10	0	67	1,03
49	1	УФ12	0		10	10	10	0	0	67	67	10	0	67	1,29
49	2	УФ12	0		10	10	10	0	0	67	67	10	0	67	1,29
50	1	УФ12	0		10	10	10	0	0	67	67	10	0	67	1,29
50	2	УФ12	0		10	10	10	0	0	67	67	10	0	67	1,29
51	1	УФ12	0		26	26	26	0	0	67	67	26	0	67	1,56
51	2	УФ12	0		26	26	26	0	0	67	67	26	0	67	1,56
52	1	УФ12	0		26	26	26	0	0	67	67	26	0	67	1,56
52	2	УФ12	0		26	26	26	0	0	67	67	26	0	67	1,56

53	1	УФ12	0		41	41	41	0	0	67	67	41	0	67	1,82
53	2	УФ12	0		41	41	41	0	0	67	67	41	0	67	1,82
54	1	УФ12	0		41	41	41	0	0	67	67	41	0	67	1,82
54	2	УФ12	0		41	41	41	0	0	67	67	41	0	67	1,82
55	1	УФ12	0		54	54	54	0	0	67	67	54	0	67	2,09
55	2	УФ12	0		54	54	54	0	0	67	67	54	0	67	2,09
56	1	УФ12	0		54	54	54	0	0	67	67	54	0	67	2,09
56	2	УФ12	0		54	54	54	0	0	67	67	54	0	67	2,09
57	1	УФ12	0		16	16	16	0	0	67	67	16	0	67	2,35
57	2	УФ12	0		16	16	16	0	0	67	67	16	0	67	2,35
58	1	УФ12	0		16	16	16	0	0	67	67	16	0	67	2,35
58	2	УФ12	0		16	16	16	0	0	67	67	16	0	67	2,35
59	1	УФ12	0		68	68	68	0	0	69	69	68	0	69	2,62
59	2	УФ12	0		68	68	68	0	0	69	69	68	0	69	2,62
60	1	УФ12	0		68	68	68	0	0	69	69	68	0	69	2,62
60	2	УФ12	0		68	68	68	0	0	69	69	68	0	69	2,62
61	1	УФ12	0		0	0	0	0	0	31	0	0	0	31	1,50
61	2	УФ12	0		0	0	0	0	0	31	0	0	0	31	1,50
62	1	УФ12	0		0	0	0	0	0	31	0	0	0	31	1,50
62	2	УФ12	0		0	0	0	0	0	31	0	0	0	31	1,50
63	1	УФ12	0		0	0	0	0	0	31	0	0	0	31	1,50
63	2	УФ12	0		0	0	0	0	0	31	0	0	0	31	1,50
64	1	УФ12	0		0	0	0	0	0	31	0	0	0	31	1,50
64	2	УФ12	0		0	0	0	0	0	31	0	0	0	31	1,50
65	1	УФ12	0		0	0	0	0	0	31	0	0	0	31	1,50
65	2	УФ12	0		0	0	0	0	0	31	0	0	0	31	1,50
66	1	УФ12	0		0	0	0	0	0	31	0	0	0	31	1,50
66	2	УФ12	0		0	0	0	0	0	31	0	0	0	31	1,50
67	1	УФ12	0		58	58	58	0	0	67	67	58	0	67	1,50
67	2	УФ12	0		58	58	58	0	0	67	67	58	0	67	1,50
68	1	УФ12	0		6	0	0	0	0	67	0	6	0	67	1,58
68	2	УФ12	0		6	0	0	0	0	67	0	6	0	67	1,58
69	1	УФ12	0		5	0	0	0	0	67	0	5	0	67	1,68
69	2	УФ12	0		5	0	0	0	0	67	0	5	0	67	1,68
70	1	УФ12	0		4	0	0	0	0	67	0	4	0	67	1,82
70	2	УФ12	0		4	0	0	0	0	67	0	4	0	67	1,82
71	1	УФ12	0		4	0	0	0	0	67	0	4	0	67	1,98
71	2	УФ12	0		4	0	0	0	0	67	0	4	0	67	1,98
72	1	УФ12	0		3	0	0	0	0	67	0	3	0	67	2,16
72	2	УФ12	0		3	0	0	0	0	67	0	3	0	67	2,16
73	1	УФ12	0		3	0	0	0	0	67	0	3	0	67	2,36
73	2	УФ12	0		3	0	0	0	0	67	0	3	0	67	2,36
74	1	УФ12	0		52	52	52	0	0	67	67	52	0	67	2,57
74	2	УФ12	0		52	52	52	0	0	67	67	52	0	67	2,57
77	1	УФ12	0		0	0	0	0	0	67	67	0	0	67	1,68

2.10 Розрахунок основ і фундаментів

2.10.1 Збір навантаження

Навантаження від колони та елементів рами взято з ПК Ліка від колони яка передає максимальне значення на фундамент:

$$N_{\max} = - 361,28855 \text{ кН} \quad M_{y(\text{відповідне})} = - 64,286723 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{y \max} = 79,173359 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad N_{(\text{відповідне})} = - 361,16049 \text{ кН}$$

Навантаження від фундаментної балки та стіни

Вага стіни:

$$b \times l \times h \times 2400 = 0,4 \times 3 \times 6,4 \times 2400 = 18432 \text{ кг}$$

де 2400 кг вага м^3 кладки пісковика;

вага поясів:

$$b \times h \times l \times n \times 2500 = 0,4 \times 0,4 \times 2,8 \times 2500 = 2800 \text{ кг}$$

де 2500 кг вага м^3 залізобетону;

Вага балки взята з специфікацій типового проекту серія 1.415-1 «Железобетонные фундаментные балки для стен производственных» і рівна 840 кг

$$N \Sigma = 18432 \times 2800 \times 840 = 22072 \text{ кг} = 216,45 \text{ кН}$$

Визначаємо відстань від осі прикладання навантаження N

$$l_N = 115 + 20 + 200 = 335 \text{ мм}$$

Момент від стіни та балки на фундамент

$$M_{y(\text{стіни})} = l_N \times N = 0,335 \times 216,45 = 72,51 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Оскільки у вибраному фундаменті опирання від стін здійснюється з трьох сторін взнаєм загальну суму N

$$216,45 \times 3 = 649,35 \text{ кН}$$

та додаєм навантаження від рами:

$$\text{Загальна N } 649,35 + 361,29 = 1010,64 \text{ кН}$$

Сума моментів від стіни та колони

$$M_{y \text{ колони}} \times M_{y \text{ стіни}} = 64,29 \times 72,51 = - 8,22 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

2.10.2 Визначення розрахункового опору ґрунту

Значення питомої ваги ґрунту γ_{II} і γ'_{II} визначаємо як середньозважене за формулою:

$$\gamma'_{II} = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_{IIi} \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}$$

$$\gamma'_{II} = \frac{18 \cdot 0,5 + 18,2 \cdot 3,25 + 18,7 \cdot 2,1 + 19,2 \cdot 3,6}{0,5 + 3,25 + 2,1 + 3,6} = 18,68 \text{ кН/м}^3 ;$$

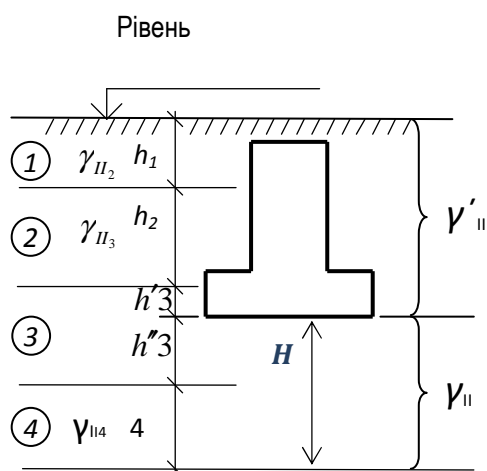


Рисунок 2.34 - Схема до розрахунку питомої ваги ґрунтів, розташованих вище і нижче підшви фундаменту

Глибину впливу фундаменту H визначаємо орієнтовно як

$$H = 6 \cdot b_0 = 6 \cdot 2,4 = 14,4 \text{ м.}$$

Отже $h_4 = H - h_3'' = H - (h_3 - h_3') = 14,4 - (3,25 - 1,9) = 13,05 \text{ м;}$

$$\gamma_{II} = \frac{\gamma_{II3} \cdot h_3'' + \gamma_{II4} \cdot h_4}{h_3'' + h_4} = \frac{18,2 \cdot 1,35 + 18,7 \cdot 2,1 + 19,2 \cdot 10,95}{1,35 + 2,1 + 10,95} = 19,03;$$

2.10.3 Перевірка напружень під підшовою фундаментів

Середній тиск на підшову фундаменту , що визначається за формулою : $P_{cp} = \frac{N}{A}$,

де A – площа підшови фундаменту , для стрічкового фундаменту $A = b \cdot 1$ м;

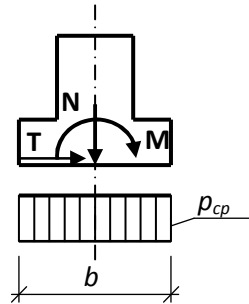


Рисунок 2.35 – До перевірки напружень під підшовою центрально-напруженого фундаменту

$$\text{Отже, } P_{cp} = \frac{N}{A} = \frac{1010,64}{2,4 * 1,8} = 234 \text{ кПА};$$

2.10.4 Розрахунок осідань фундаменту

Розрахунок осідання фундаменту проводимо відповідно до вимог ДБН В.2.1- 10-2009 – методом пошарового підсумовування. Результати розрахунку представляємо в табличній формі.

Приймаємо товщину елементарного шару $h = 0,4 * b = 0,4 * 2,4 = 0,96$ м;
 Z_i – відстань від підшови фундаменту до нижньої межі кожного елементарного шару ґрунту , м.

$$\xi_i = \frac{2Z_i}{b} - \text{відносна глибина.}$$

Додатковий тиск кожного елементарного шару визначаємо за формулою :

$$\sigma_{zp(i)} = p_0 \cdot \alpha_i ,$$

Де α_i - коефіцієнт , який приймаємо по таблиці №1 ДБН В.2.1- 10-2009
в залежності від форми фундаменту та відносної глибини ξ_i .

Додатковий тиск безпосередньо під подошвою фундаменту визначаємо за
формулою : $P_0 = P_{cp} - \sigma_{zg(0)}$,

де, $P_{cp} = 234$ кПА – величина середнього тиску під подошвою фундаменту.

$\sigma_{zg(0)}$ - напруження від власної ваги ґрунту під подошвою фундаменту.

$$\sigma_{zg(0)} = \gamma_{II} \cdot d = 19,03 \cdot 3,4 = 64,7 \text{ кПА};$$

Отже , $P_0 = 234 - 64,7 = 169,3$ кПА;

Напруження від власної ваги ґрунту для кожного елементарного шару
визначаємо за формулою:

$$\sigma_{zg(i)} = \sigma_{zg(i-1)} + \gamma_{II(i)} \cdot hi$$

Нижня межа , до якої ведеться розрахунок називається нижньою межею
стискувальної площі.

Нижня межа стискувальної площі може бути визначена будь яким з двох
способів:

- Першим , аналітичним , тобто при наближеному виконанні рівності

$$\sigma_{zp(i)} = 0,2 \cdot \sigma_{zg(i)} ;$$

- Другим , графічним , коли перетнуться епюри додаткового тиску і зменшена
у 5 чи 10 разів відповідно , плюс дзеркально перенесена вправо епюра
природнього тиску.

Середнє значення напруження для кожного елементарного шару визначаємо за
формулою :

$$\bar{\sigma}_{zp} = \frac{\sigma_{zp(i-1)} + \sigma_{zp(i)}}{2} ;$$

Осідання елементарного шару визначаємо за формулою:

$$S_i = \beta \frac{\bar{\sigma}_{zp(i)} \cdot h_i}{E_i},$$

де , $\beta = 0,8$;

E_i - модуль деформації ґрунту розглядаючого елементарного шару.

Загальне осідання основи рівне осіданню фундаменту :

$$S_{\max} = \sum_{i=1}^n S_i,$$

де n – кількість елементарних шарів ґрунту , задіяних у розрахунку осідання фундаменту .

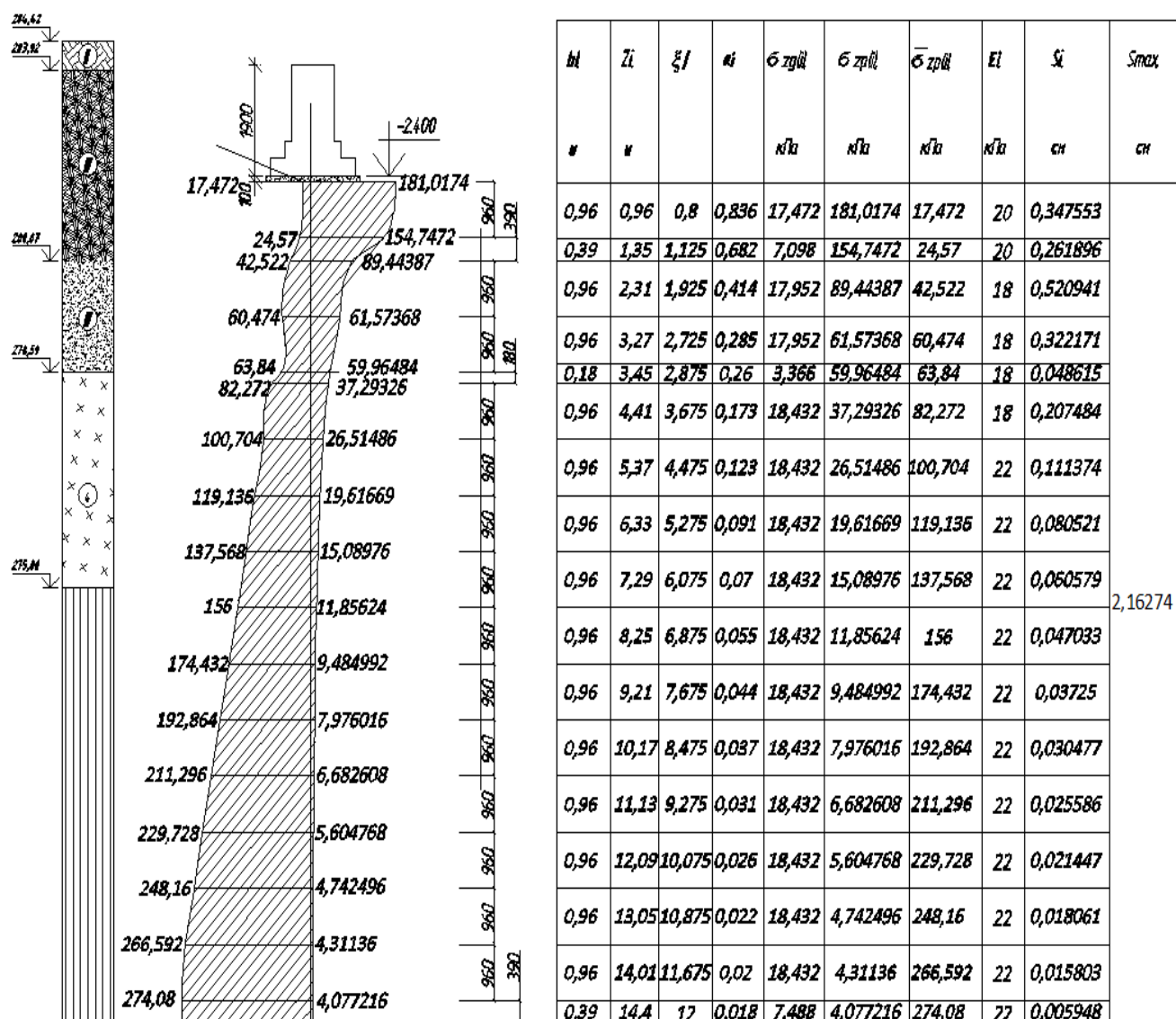


Рисунок 2.36 – Осідання фундаменту, епюра

Розрахунок проводиться в програмному забезпеченні EXCEL. Отримані значення записуємо та схема осідань показана на рисунку 3.3.

Згідно ДБН В.2.1- 10-2009 виробничі та цивільні одноповерхові і багатоповерхові будинки з повним каркасом дозволяється просадка до 8 см

$$S_u > S_{\max} = 8 > 2,16 \text{ см,}$$

Овочесховище просіло на 2,16 см тобто умова виконана.

Висновки до розділу 2

1. Визначено розрахункові схеми основних несучих конструкцій будівлі та проведено збір всіх видів навантажень, що діють на них.
2. Проведено конструктивний розрахунок прогонів покриття, металевих ферми покриття та несучих монолітних залізобетонних колон будівлі. Запроектовано дані конструкції із розробкою основних монтажних вузлів.
3. Проаналізовано інженерно-геологічні умови майданчика будівництва та проведено розрахунок несучої здатності основ фундаментів. На основі проведеного аналізу підібрано фундаменти будівлі.
4. Проведено розрахунок фундаментів будівлі та визначено їх просідання за максимального навантаження.

Розділ 3. Науково-дослідний розділ

3.1 Мета та задачі досліджень

Метою даної роботи є дослідження методом скінченних елементів основних несучих конструкцій будівлі овочесховища за різних розрахункових ситуацій та виявлення найнесприятливішої комбінації зусиль.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені наступні задачі:

- визначити розрахункові схеми основних несучих конструкцій будівлі овочесховища та виконати їх скінченноелементне моделювання;
- зібрати всі види навантажень, що діють на каркас та підлогу будівлі та виявити найбільш несприятливу комбінацію зусиль;
- виконати конструювання основних несучих елементів каркасу та підлоги будівлі овочесховища.

Моделювання МСЕ та розрахунок каркасу будівлі овочесховища був виконаний в розділі 2. В даному розділі виконано збір навантаження та моделювання МСЕ стінок та днища овочесховища.

3.2 Розрахунок тиску овочів на стіну та стінку

Стіни овочесховища розраховують на дію тимчасово довго діючих навантажень від активного бокового тиску насипу овочів. Розрахункові характеристики продукції прийняті згідно ДБН В.2.2-12-2003 Будівлі і споруди для зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, і “Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по хранению и обработки картофеля и плодоовощной продукции”

Розрахунковий кут внутрішнього тертя овочів – 38° , коефіцієнт перевантаження – 1,1, коефіцієнт тертя по дереву і азбестоцементним листам – 0,4.

Значення активного бокового тиску на стіни визначається за формулою:

$$q_p = \gamma \cdot n \cdot h \cdot \lambda = 650 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 0,202 = 7,22 \text{ кПа (1)}$$

де γ – насипна щільність овочів;

h – висота насипу овочів, м;

n – коефіцієнт перевантаження рівний 1,1;

λ – коефіцієнт активного тиску овочів на вертикальне огородження рівне 0,202
(з урахуванням коефіцієнта тертя по дереву і азбестоцементу)

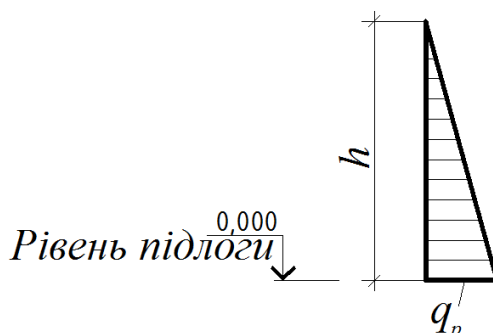


Рисунок 3.1 Схема розподілу активного бокового тиску

Розрахунок дощок “ на ребро ” і дощок щитів передньої розбірної стінки відбувається від загрузки q_x по формулі:

$$q_x = q_p \cdot \frac{h_x}{h} \cdot b = 7,22 \cdot 5 \cdot 0,2 = 7,22 \text{ кПа}$$

де h_x – висота від верху насипу овочів до розглянутого січення , м;

b – крок дощок “ на ребро ” в контурних і розподільних стінках, або ширина дощок. В щиті передньої розбірної стінки, м;

q_p – активний боковий тиск.

Розрахунок стійок передньої розбірної стінки приходить на навантаження по формулі

$$q_{ст} = q_p \cdot C = 7,22 \cdot 1,975 = 14,26 \text{ (внутрішня стінка, між овочесховищами)}$$

$$q_{ст} = 7,22 \cdot 1,915 = 13,83 \text{ (внутрішня стінка, між овочесховищами та коридором)}$$

$$q_{ст} = 7,22 \cdot 1,96 = 14,15 \text{ (зовнішня стінка)}$$

$$q_{ст} = 7,22 \cdot 1,875 = 13,54 \text{ (зовнішня стінка, крайні прольоти)}$$

де C – крок стійок передньої стінки, м;

q_p – активний боковий тиск.

Місце кріплення анкерної тяги в підлогу повинно розміщатися по центру між вентиляційними каналами.

Кут між анкерною тягою і підлогою не повинен перевищувати 45° . Частина підлоги в місці кріплення анкерної тяги розрахований як прямокутна плита шириною 1 м і довжиною, рівною кроку стійок, завантажуючи рівномірно розподіленим навантаженням від овочів направлений в низ, і зосередженої сили, приложеної в центрі плити, направлений в верх під кутом 45° і рівний опорній реакції в анкерній тязі.

3.3 Технологічні вимоги до стінок

Конструкції стінок повинні задовольняти технологічні вимоги: не допускати контакту овочів з зовнішніми стінами приміщення овочесховища, забезпечувати зберігання тепла овочів.

В процесі експлуатації не виділяти шкідливих речовин, дозволяти регулярний випуск продукції і окрім цього бути міцними і надійними та довговічними, зручними в експлуатації, ремонтно - спроможними і створювати хороший естетичний вигляд.

Розміщення стінок і планування відсіків приміщення сховища сплановані так що забезпечене максимальне використання корисної площі сховища.

В залежності від призначення стінки поділяються на:

а) контурні – влаштовані, в основному по контурі повздовжніх стін сховища;

б) роздільні – установлені в сховищі на колонах середніх повздовжніх рядів, а також між секціями сховищ А 240 С технічними приміщеннями.

Контурні і роздільні стінки виконані стаціонарними і розраховані на тиск овочів висотою насипу 5 м.

Сортамент: Двутавр с непараллельными гранями полок. Сокращенный сортамент															
2			Подобрано: 1. Двутавр 22а												
			Профиль: 22а; ГОСТ 8239 - 72*												
			Сталь: С245; ГОСТ 27772-88												
2	1		0,00	1,000	97	24	72	0	26	36	36	97	26	36	5,20
2	2		0,00	1,000	39	13	30	0	26	36	29	39	26	36	5,20
2	3		0,00	1,000	11	11	6	0	26	36	29	11	26	36	5,20
2	4		0,00	1,000	1	1	1	0	26	36	29	1	26	36	5,20
2	5		0,00	1,000	0	0	0	0	26	36	0	0	26	36	5,20

3.5 Розрахунок підлоги

Підлога сприймає два основні навантаження це власна вага та маса овочів в насипі згідно ОНТП 6-86 об'ємна вага овочів в насипі $\gamma_m = 0,65 \text{ т/м}^3$, Насип овочів висотою 5 м тобто на 1 м^2 $3,25 \text{ т} = 37,87 \text{ кН}\cdot\text{м}^2$.

Характеристики ґрунтів

Номер ИГЭ	Наименование грунта	Модуль деформации, т/м^{**2}	Коэффициент Пуассона	Удельный вес грунта, т/м^{**3}	Коэффициент перехода ко 2 модулю деформации	Природная влажность, доли	Показатель текучести	Коэффициент пористости	Удельное сцепление, т/м^{**2}	Угол внутреннего трения,	Предельное напряжение растяжения, т/м^{**2}
1	Насыпной	1000	0,3	1,8	5	0,05	0,2	0,7	0,5	16	0,1
2	Супесь	2000	0,3	1,82	5	0,26	1,1	0,72	0,8	22	0,16
3	Суглинок тугопластичный	1800	0,35	1,87	5	0,17	0,26	0,68	2	18	0,4
4	Глина полутвёрдая	2200	0,42	1,92	5	0,02	0,15	0,8	5	16	1

Розрахунок підлоги проводиться в ПК Ліра, епюри навантаження на підлогу наведені на рисунках 3.5 і 3.6.

Загружение 1

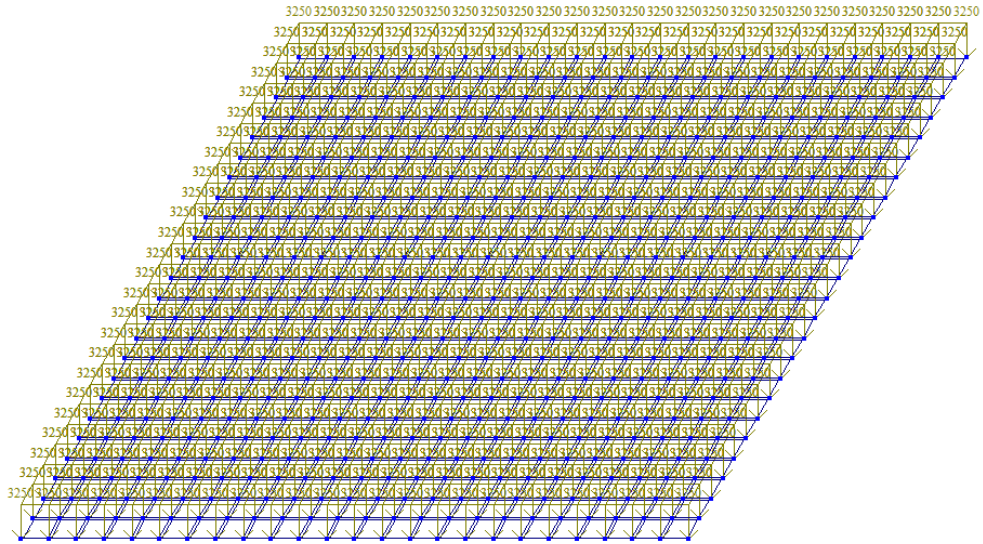


Рисунок 3.5 Епюра навантаження від ваги овочів

Загружение 2

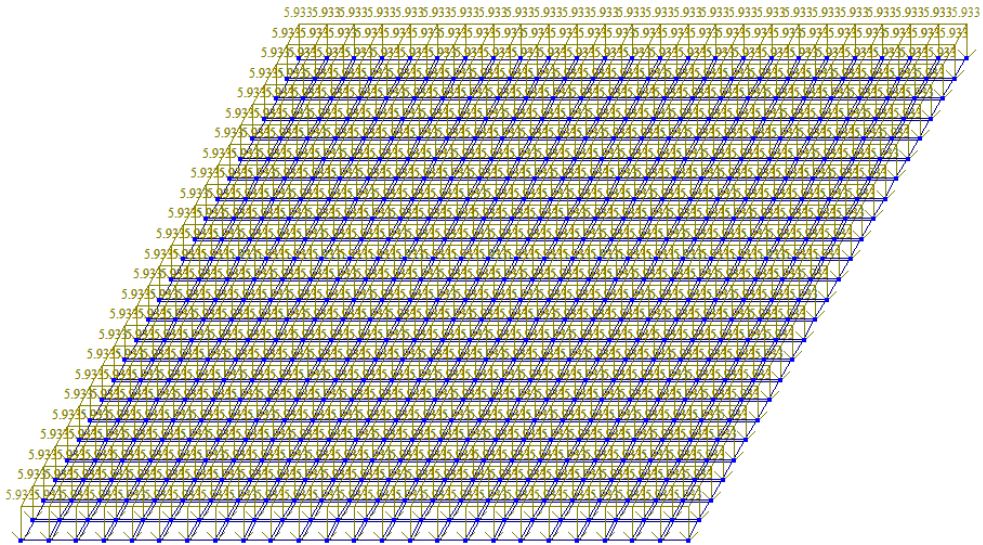


Рисунок 3.6 Епюра навантаження від власної ваги

Таблиця РСУ

№ элем	Критери №	Усилия (напряжения)					№№ загруж
		Mx (кН)	My (кН)	Mxy (кН)	Qx (кН/м)	Qy (кН/м)	
1	2	-1,276	-1,276	-0,021	15,390	15,390	
2	2	-1,402	-1,480	-0,059	16,772	47,808	1 2
3	2	-1,525	-1,360	-0,095	18,446	76,127	1 2
4	2	-1,502	-0,886	0,060	21,660	98,540	1 2

5	2	-1,110	0,170	0,120	16,784	101,454	1 2
6	2	-0,985	0,176	0,020	15,217	90,106	1 2
7	2	-1,016	0,200	-0,026	15,397	80,310	1 2
8	2	-1,083	0,289	-0,055	16,634	69,089	1 2
9	2	-1,164	0,390	-0,050	18,048	54,891	1 2
10	2	-1,216	0,458	-0,019	19,038	38,024	1 2
11	2	-1,235	0,471	-0,006	19,342	20,182	1 2
12	2	-1,239	0,474	0,000	19,412	2,068	1 2
13	2	-1,236	0,471	0,005	19,349	-16,048	1 2
14	2	-1,216	0,458	0,019	19,045	-33,894	1 2
15	2	-1,164	0,389	0,051	18,042	-50,747	1 2
16	2	-1,081	0,284	0,058	16,579	-64,872	1 2
17	2	-1,005	0,187	0,036	15,185	-75,844	1 2
18	2	-0,958	0,138	0,016	14,411	-84,875	1 2
19	2	-0,945	0,133	-0,030	14,511	-93,079	1 2
20	2	-1,082	0,145	-0,126	16,312	-103,390	1 2
21	2	-1,482	-0,901	-0,063	21,328	-99,846	1 2
22	2	-1,508	-1,372	0,093	18,173	-76,986	1 2
23	2	-1,387	-1,491	0,058	16,525	-48,300	1 2
24	2	-1,261	-1,284	0,021	15,153	-15,546	1 2
25	2	-1,480	-1,402	-0,059	47,808	16,772	1 2
26	2	-1,621	-1,621	-0,161	50,729	50,729	1 2
27	2	-1,468	-1,223	-0,058	56,341	80,753	1 2
28	2	-1,046	-0,444	0,189	54,743	96,184	1 2
29	2	-0,967	-0,043	0,167	47,241	95,092	1 2

544	2	-1,260	0,189	-0,191	-51,188	-68,361	1 2
545	2	-1,159	0,132	-0,130	-46,704	-78,745	1 2
546	2	-1,090	0,054	-0,089	-43,420	-86,649	1 2
547	2	-1,024	-0,021	0,016	-42,134	-92,197	1 2
548	2	-0,916	-0,077	0,195	-45,037	-95,898	1 2
549	2	-1,016	-0,460	0,213	-53,327	-96,120	1 2
550	2	-1,451	-1,224	-0,041	-55,556	-80,361	1 2
551	2	-1,613	-1,613	-0,151	-50,355	-50,355	1 2
552	2	-1,478	-1,392	-0,056	-47,640	-16,629	1 2
553	2	-1,284	-1,261	0,021	-15,546	15,153	1 2
554	2	-1,409	-1,463	0,059	-16,917	47,084	1 2
555	2	-1,530	-1,344	0,093	-18,567	74,957	1 2
556	2	-1,504	-0,873	-0,062	-21,727	96,994	1 2
557	2	-1,105	0,174	-0,127	-16,718	99,695	1 2
558	2	-0,968	0,163	-0,029	-14,916	88,526	1 2
559	2	-0,980	0,168	0,016	-14,820	79,452	1 2
560	2	-1,028	0,218	0,037	-15,601	69,526	1 2
561	2	-1,104	0,317	0,059	-17,006	57,628	1 2
562	2	-1,188	0,424	0,051	-18,482	42,533	1 2
563	2	-1,241	0,494	0,019	-19,497	24,663	1 2
564	2	-1,260	0,509	0,004	-19,790	5,765	1 2
565	2	-1,259	0,508	-0,006	-19,771	-13,366	1 2
566	2	-1,237	0,491	-0,021	-19,434	-32,202	1 2
567	2	-1,180	0,417	-0,054	-18,353	-49,921	1 2
568	2	-1,091	0,304	-0,064	-16,769	-64,709	1 2
569	2	-1,006	0,194	-0,043	-15,210	-76,046	1 2
570	2	-0,948	0,132	-0,022	-14,257	-85,069	1 2
571	2	-0,929	0,118	0,028	-14,245	-92,934	1 2
572	2	-1,067	0,131	0,129	-16,057	-102,793	1 2
573	2	-1,473	-0,907	0,068	-21,187	-98,950	1 2
574	2	-1,507	-1,367	-0,089	-18,171	-76,076	1 2
575	2	-1,392	-1,478	-0,056	-16,629	-47,640	1 2
576	2	-1,270	-1,270	-0,020	-15,314	-15,314	1 2

На рисунках 3.7 – 3.9 показані мозаїки завантажень.

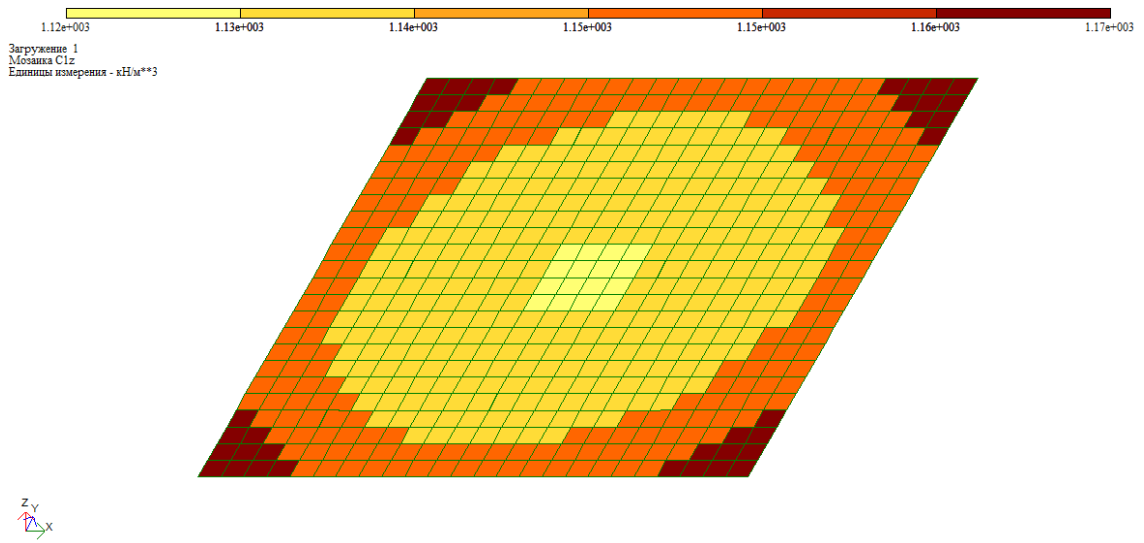


Рисунок 3.7 Мозаїка C1z

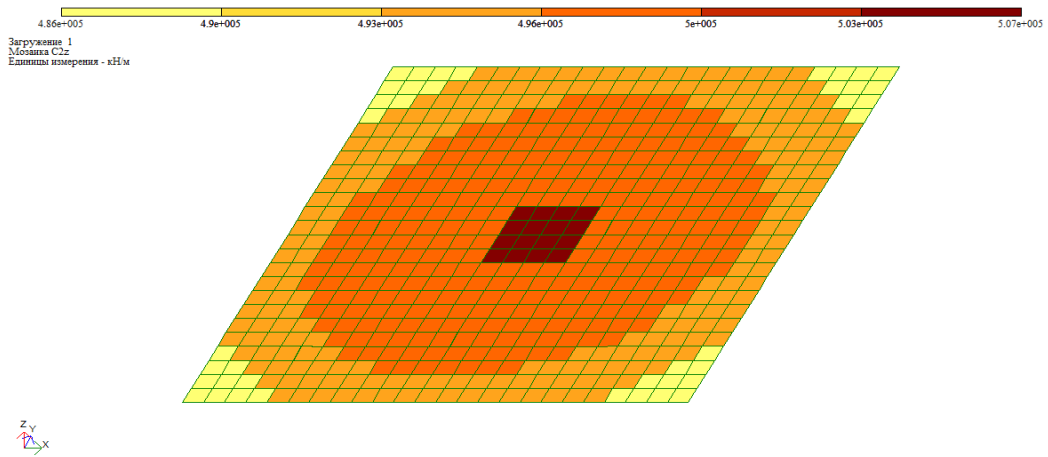


Рисунок 3.8 Мозаїка C1z

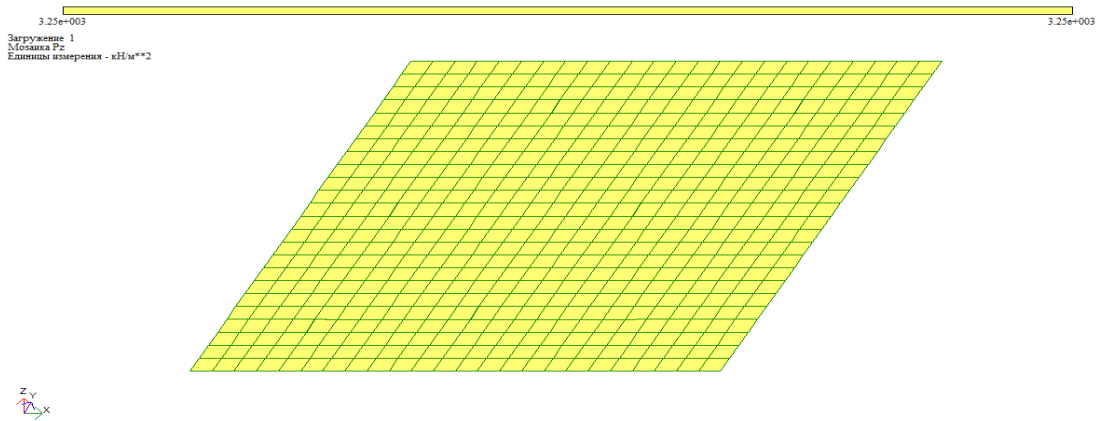


Рисунок 3.9 Мозаїка Pz

Висновки до розділу 3

1. Вконано скінченноелементне моделювання роботи каркасу та підлоги будівлі овочесховища із врахуванням різної комбінації навантажень, що дозволило оцінити несучу здатність конструкцій при різних розрахункових ситуаціях.

2. Використання при розрахунку основних несучих конструкцій будівлі методу скінченних елементів дозволило врахувати великий спектр факторів, що впливають на їх подальшу експлуатації, а саме: матеріал, з якого виготовлена конструкція, вид та характер навантаження, в автоматизованому режимі врахувати комбінацію різних видів навантаження та виявити найнесприятливішу комбінацію розрахункових зусиль.

3. На основі отриманих даних в результаті чисельних розрахунків проведено конструювання основних несучих елементів каркасу та підлоги будівлі овочесховища.

Розділ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1 Охорона праці

4.1.1 Законодавство України про охорону праці

Відповідно до статті Закону України «Про охорону праці» (далі — Закону) законодавство про охорону праці складається з цього Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили до втрати працездатності», законів України «Про пожежну безпеку»,

«Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності», «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності» та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів. В основі всіх цих документів лежить Конституція України.

Основним документом при зберіганні овочів з охорони праці є “Державний нормативний акт про охорону праці ДНАОП 0.00-1.34 -02” це є правила безпеки праці під час закладання на зберігання та первинної обробки плодоовочевої продукції. Розроблено Українським науково-виробничим інженерним центром по охороні праці в сільському господарстві (Укрсільгоспохоронпраці) Міністерства аграрної політики України. Цей акт вказує на всі посилання на нормативні документи з охорони праці при зберіганні та зведенні овочесховища.

4.1.2 Розрахунок вентиляційної установки

Для подачі повітря в насип овочів застосовують підпільні або підлогові повітророзподільні канали постійного або змінного поперечного перерізу.

Перетин підпільних каналів рекомендується виконувати прямокутним, а підлогових-трикутним, кут при вершині рекомендується приймати рівним 90 °. Повітророзподільних і решітки розміщують в покритті каналів.

Площа живого перерізу повітророзподільних решіток, м², визначають за формулою:

а) при влаштуванні повітророзподільних каналів для одного каналу

$$S_{\text{ж}} = A \cdot v / (k_1 \cdot V_p \cdot 3600) = 5 \times 24 \times 12,28 / (0,5 \times 1,2 \times 3600) = 0,68$$

де A - розмір насипу продукції в плані вздовж каналу, м; v - відстань між осями сусідніх каналів, м (ОНТП 6-86); q - інтенсивність вентилявання насипу продукції, м³ / (м² год); k_1 - коефіцієнт, що враховує закриття живого перетину решітки з продукцією; $k_1 = 0,5$ (картопля, цибуля); V_p - середня швидкість повітря в живому перетині решіток, м / с;

Інтенсивність вентилявання насипу продукції визначають за формулою:

$$q = v \cdot G / (A \cdot B) = 3364,3 \times 1,9 / (22,05 \times 23,6) = 12,28$$

де v - питома витрата повітря, м³; G - маса насипу продукції, т.

$$v = a \times b \times h = 23,6 \times 22,05 \times 5 = 3364,3$$

Кількість розподільних каналів m , шт., визначають зі співвідношення

$$m = B / v.$$

Площа поперечного перерізу підлогового каналу повинна задовольняти умову

$$S_{\text{к}} \geq 0,12 S_{\text{ж}} = 0,12 \times 0,68 = 0,082$$

Повітророзподільні канали повинні мати на вході повітря шибер або дросель-клапан з ручним або автоматичним управлінням.

Коефіцієнт місцевого опору (КМО) підпільних каналів, віднесений до середньої швидкості у вхідному перерізі, рекомендується приймати залежно від сумарної відносної площі вихідних отворів по табл. 1. КМО підлогових каналів з поперечним розташуванням планок, що утворюють щілини для виходу повітря, також рекомендується визначати за табл. 1. КМО підлогових каналів з поздовжнім розташуванням планок і внутрішнім каркасом рекомендується приймати рівним 1,5 і відносити до швидкості в першому по ходу повітря звуженому перетині, утвореному каркасом.

Таблиця 4.1 Коефіцієнт місцевих опорів каналів

Найменування	Позначення	Коефіцієнт							
		1	1,5	2	3	4	5	6	10
Відносна площа виходу	$S_{\text{ж}}/S_{\text{к}}$	1	1,5	2	3	4	5	6	10
Коефіцієнт місцевого опору	ξ	19	10	6	4	3	2,5	2	1,1

До магістральних відносять канали, розташовані між вентилятором і повітророзподільними каналами. Магістральні канали повинні бути прохідними.

До магістрального каналу повинен бути приєднано не менше двох вентиляторів. Слід передбачати дублювання роботи вентиляторів. З'єднання вентилятора з магістральним каналом рекомендується виконувати перехідною ділянкою з мінімальним аеродинамічним опором. Для подачі повітря в насип продукції слід встановлювати осьові вентилятори низького тиску, які розвивають необхідний тиск в межах 200÷400 Па.

Рекомендується застосовувати вентилятори з колесом на валу електродвигуна.

Продуктивність вентилятора, м³/с, що подає повітря в насип продукції, визначають виходячи з питомої витрати повітря за формулою

$$L = G_v / 3600 S = 3364,3 \times 1,9 / 3600 \times 12 = 21,31 \text{ м}^3/\text{с}$$

де S - кількість вентиляційних установок.

Опір повітророзподільного каналу знаходять за формулою:

$$H_{в,к} = \xi P_{д,в,х} = \xi \rho V_k^2 / 2 = 19 \times 1,13 \times 6,76 / 2 = 72,57$$

де ξ - коефіцієнт опору каналу визначають за таблицею 1 коефіцієнти місцевих опорів каналів; $P_{д,в,х}$ - середнє динамічний тиск на вході в канал, Па; V_k - середня швидкість повітря на вході в канал, м/с.

Щільність переміщуваного вентилятором повітря, кг/м³, визначають за формулою:

$$\rho = 0,35 P_{бар} / (273+t) = 0,35 \times 900 / (273+5) = 1,13 \text{ кг/м}^3$$

де $P_{бар}$ - барометричний тиск, гПа (визначають за СНІП II-33-75 *); t - температура повітря, °С.

Підбір вентиляційного обладнання при розрахункових значеннях продуктивності вентилятора і опору мережі слід проводити, користуючись характеристиками вентиляторів у відповідності з діючими нормативними документами.

Потужність електродвигуна вентилятора N_e , кВт, визначають за формулою

$$N_B = L H_{в,к} / \eta_v \eta_n 10^3 = 21,31 \times 72,57 / 1 \times 0,95 \times 10^3 = 1,63 \text{ кВт}$$

де η_v - ККД вентилятора; η_p - ККД передачі.

ККД вентилятора і частоту обертання колеса визначають за характеристикою вентилятора.



Рисунок 4.1 Схема вентиляції відсіку овочесховища

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Законодавство України про безпеку в надзвичайних ситуаціях

Одним з головних законодавчих документів з безпеки в надзвичайних ситуаціях являється “Кодекс цивільного захисту України”. У цьому кодексі є роз’яснення до повноважень суб’єкту, контроль та відповідальність за порушення законодавства у сфері цивільного захисту. Кодекс складається з 33 глав, в яких 140 статті. Прикінцеві та перехідні положення кодексу :

1) Закон України "Про цивільну оборону України" (Відомості Верховної Ради України, 1993 р.)

2) Постанова Верховної Ради України "Про порядок введення в дію закону України "Про Цивільну оборону України" (Відомості Верховної Ради України, 1993 р.)

3) Закон України "Про пожежну безпеку" (Відомості Верховної Ради України, 1994 р., № 5, ст. 21 із наступними змінами);

4) Постанова Верховної Ради України "Про порядок введення в дію Закону України "Про пожежну безпеку" (Відомості Верховної Ради України, 1994 р.)

8) Закон України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру" (Відомості Верховної Ради України, 2009 р.)

9) Закон України "Про правові засади цивільного захисту" (Відомості Верховної Ради України, 2004 р. із змінами, внесеними Законом України від 5 липня 2012 року № 5081-VI).

4.2.2 Загальні положення безпеки в надзвичайних ситуаціях

Проблема з забезпечення стійкості роботи овочесховища А 240 С захисту його персоналу в умовах застосування сучасних засобів масового ураження, чи вибуху на залізниці вогнебезпечних речовин при перевезенні є актуальним і в даний час.

Незважаючи на те, що за останні роки між ядерними державами було досягнуто низку домовленостей про скорочення ядерної зброї, про те Україна має потенційну військову загрозу. Військовий напад може відбутись в любий момент. Тим паче що, на сході України уже більше року йде АТО, яка не зважаючи на Мінські домовленості (з боку бойовиків) розширює свою територію і є загрозою для інших регіонів України.

Проблема захисту населення і забезпечення надійного функціонування овочесховища є актуальним і в мирний час, оскільки овочі є для населення України важливим продуктом харчування.

Значні руйнування таких овочесховищ можуть нести великі втрати серед населення. Можуть стати причиною суттєвого скорочення випуску сільськогосподарської продукції, привести до величезних витрат на необхідні великі масштаби проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт в осередках ураження і привести до повного краху виробничо-економічної системи держави. У зв'язку з цим виникає необхідність завчасно вжити відповідні заходи щодо захисту населення, забезпечення стійкості роботи сільськогосподарських об'єктів в умовах надзвичайних ситуацій мирного часу та у воєнний час, що складає суть основних завдань цивільної оборони.

Стала робота овочесховищ дозволяє забезпечити населення і збройні сили України продуктами харчування, а промисловість - сировиною. За сучасних умов, коли вплив вражаючих чинників джерел НС незмірно виросло, а наша економіка, зокрема і виробництво, стали уразливими, завдання забезпечення їх стійкості стає актуальнішим.

Під сталістю роботи овочесховища розуміється здатність їх у надзвичайних ситуаціях мирного й військового часу забезпечувати виробництво продукції в встановлених обсягах і номенклатурі і відновлювати свою виробничу діяльність у мінімально стислі терміни після впливу вражаючих чинників джерел надзвичайних ситуацій.

Більше підготовленими, здатними протистояти негативним впливам будуть овочесховища, які завчасно реально визначають і виконують заходи, які знижуватимуть наслідки стихійних лих, аварій та катастроф. Стала робота овочесховища у надзвичайних обставинах мирного й військового часу залежить від багатьох чинників. Найважливіші чинники:

- природно-кліматичні;
- техніко-економічні;
- організаційно-господарські.

4.2.3 Стійкість овочесховища від ударної хвилі

Ударна хвиля – це поширення із надзвуковою швидкістю тонка перехідна область, у якій відбувається різке збільшення щільності, тиску і швидкості речовини.

Під час вибуху вибухонебезпечних речовин утворюються високо нагріті продукти, які мають величезну щільність, що збільшується під високим тиском. У початковий момент вони оточені повітрям при нормальній щільності і атмосферним тиском. Розширюючі продукти вибуху стискають навколишнє повітря. З часом обсяг стиснутого повітря зростає.

У разі ударної хвилі овочесховище перебуває під прямим чи опосередкованим впливом ударної хвилі. Прямий вплив ударної хвилі на працюючих у овочесховищі носить травматичний характер, а вплив на овочесховище і прилеглі споруди — руйнівний характер.

Прямий вплив ударної хвилі на людину призводить до травматичних наслідків, тяжкість яких залежить від величини тиску у фронті ударної хвилі. Усі травми поділяються за ступенем тяжкості на легкі, середні, лихоліття і дуже важкі.

При тиску у фронті ударної хвилі 20–40 кПа люди можуть отримати незначні ушкодження: забиті місця, вивихи кінцівок, тимчасове ушкодження слуху, легкі контузії.

Середні травми робітники мають при тиску 40–60кПа, які характеризуються серйозними контузіями, ушкодженнями слуху, кровотечею з носа, вух, вивихами, переломами кінцівок.

Важкі травми настають при тиску 60–100кПа і характеризуються важкими контузіями, значними переломами кінцівок, сильною кровотечею з носа і вух.

Вкрай важкі травми людина має при надмірному тиску понад 100 кПа, зазвичай, закінчуються смертю.

Прямий вплив надлишкового тиску у фронті ударної хвилі і швидкісний натиск на овочесховище, спорудження та будівлі призводить до їхньої часткової чи повної руйнації. Руйнування будинків, споруджень залежить від величини тиску руйнування можуть бути слабкими, середніми, сильними і повними.

Ступінь руйнації виробничих комплексів залежно від надлишкового тиску можна оцінити наступним чином:

1. Для промислових будівель з металевим чи залізобетонним каркасом: при надмірному тиску 50...60кПа – сильне, 40...50кПа – середнє, 20...40кПа – слабке;
2. Для антенних пристроїв: при надмірному тиску 40кПа – сильне, 20...40 кПа – середнє, 10...20 кПа – слабке;
3. Для відкритих складів із залізобетонним перекриттям: при надмірному тиску 200 кПа – сильне.

Для зменшення дії ударної хвилі слід виконувати вимоги будівельних вимог та будувати згідно проекту не знижуючи характеристик міцності для здешевлення будівництва.

Під впливом ударної хвилі створюються осередки ураження, руйнації, розміри яких залежать від потужності і виду вибуху, рельєфу місцевості.

План евакуації овочесховища робітників у разі пожежі зображено на рис. 8.2.

Висновки: овочесховище що проектується, розроблений згідно діючим нормам, знаходиться у безпечній частині міста Теремовля. Згідно проекту, передбачено комплекс протипожежних та проти сейсмічних заходів, які мінімізують загрози здоров'ю працівників. Продукція яка зберігається в сховищі не є вибухонебезпечною.

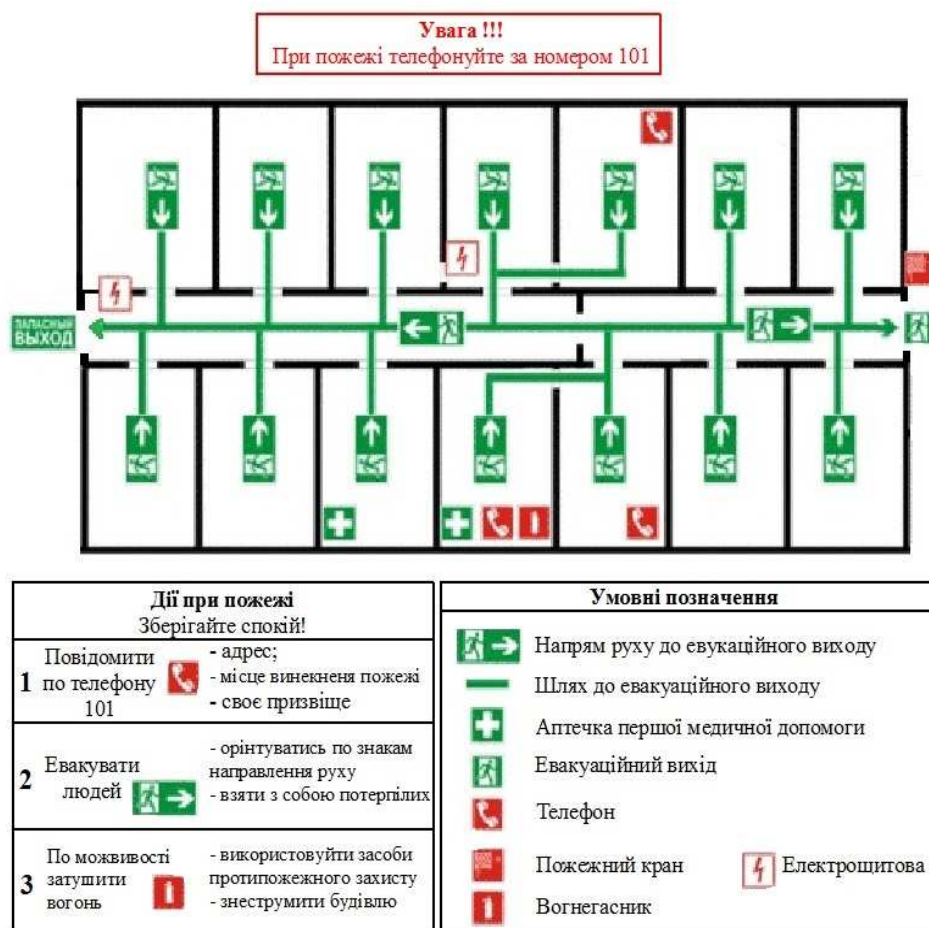


Рисунок 4.2 Схема евакуації з овочесховища

Висновки до розділу 4

1. Проаналізовано заходи з охорони праці при зведенні об'єкту.
2. Розраховано та розроблено схему вентиляції приміщення овочесховища.
3. Розглянуто стійкість овочесховища до ударної хвилі.
4. Розроблено схему евакуації людей з приміщення овочесховища.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Запроектовано та законструйовано будівлю овочесховища, яка є універсальною та дозволяє зберігати овочів як насипом так і у контейнерах а також дає можливість зберігати інші види сільськогосподарської продукції.
2. Вконано скінченноелементне моделювання роботи каркасу та підлоги будівлі овочесховища із врахуванням різної комбінації навантажень, що дозволило оцінити несучу здатність конструкцій при різних розрахункових ситуаціях.
3. Використання при розрахунку основних несучих конструкцій будівлі методу скінченних елементів дозволило врахувати великий спектр факторів, що впливають на їх подальшу експлуатації, а саме: матеріал, з якого виготовлена конструкція, вид та характер навантаження, в автоматизованому режимі врахувати комбінацію різних видів навантаження та виявити найнесприятливішу комбінацію розрахункових зусиль.
4. На основі отриманих даних в результаті чисельних розрахунків проведено конструювання основних несучих елементів каркасу та підлоги будівлі овочесховища.
5. Розраховано та розроблено схему вентиляції приміщень, а також розроблено схему евакуації людей з будівлі овочесховища.

БІБЛІОГРАФІЯ:

1. ДБН В.2.2-12-2003 Будівлі і споруди для зберігання і переробки сільськогосподарської продукції.
2. СНиП 2.10.02-84 Здания и помещения для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.
3. Типовые конструкции и детали зданий і сооружений серия 1.415-1 «Железобетонные фундаментные балки для стен производственных».
4. Типовые конструкции, изделия и узлы зданий и сооружений серия 2.870-1 «Узлы крепления ограждающих стенок в зданиях по хранению, товарной обработке и переработке картофеля и овощей».
5. Общесоюзные нормы «Технологического проектирования предприятий по хранению и обработке картофеля и плодоовощной продукции ОНТП-6-88».
6. ДБН В.2.1-10 2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування.
7. Технічний каталог ТПК «Комплекс матеріалів для промислового будівництва»
8. “Серія ПК – 01 – 129 /78 Железобетонные предварительно напряженные сегментные фермы для покрытий зданий с пролетами 18 и 24 м.” Выпуск 4.
9. “Охорона праці і промислова безпека у будівництві” Основні положення ДБН А.3.2-2-2009.
10. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві
11. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств будинків і споруд.
12. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції - Київ, 2009. – 293 с.
13. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи - Київ, 2005 - 46с.
14. Расчёт стальных конструкций: Справочное пособие / Я.М. Лихтарников, Д.В.Ладыженский, В.М.Клыков. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Будівельник, 1984. – 368 с.

15. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов / Е.И.Беленя, В.А.Балдин, Г.С.Ведеников и др., Под общ.ред. Е.И.Беленя. – 6-е изд., перераб. и доп. – Стройиздат, 1986. – 560 с., ил.
16. Справочник конструктора металлических конструкций // В.Т.Васильченко, А.Н.Рутман, Е.П.Лукьяненко. – 2-е изд., перераб. И доп. – К.: Будивэльныйк, 1990. – 312 с.: ил.
17. Мандриков А.П, Примеры расчёта металлических конструкций: Учебное пособие для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 431 с.: ил.
18. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М. Металеві конструкції: Підручник. – Львів: Світ, 1994. – 280 с.
19. Стальные конструкции производственных зданий: Справочник / А.А.Нилов, В.А.Пермяков, А.Я.Прицнер. – К.: Будивэльныйк, 1986. – 272 с.
20. Лёгкие конструкции стальных каркасов зданий и сооружений / М.М.Сахновский. – К.: Будивэльныйк, 1984. – 160 с.
21. Лёгкие конструкции одноэтажных производственных зданий / Е.Г.Кутухтин, В.М.Спиридонов, Ю.Н.Хромец. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 269 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
22. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів спеціалістів та дипломних робіт магістрів / Розробники: Ковальчук Я.О., Конончук О.П., Дубіжанський Д.І. — Тернопіль : ТНТУ , 2014 — 51 с.
23. Охрана труда в строительстве. Инженерные решения: Справочник / В.И.Русин, Г.Г.Орлов, Н.М.Неделько и др. – К.: Будивэльныйк, 1990. – 208с.
24. Охрана труда на строительной площадке / Л.Я.Клутс, Ю.И.Успенский, Н.П.Сугробов. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Будивэльныйк, 1988. – 232 с.
25. Пчелинцев В.А. и др. Охрана труда в строительстве: Учебник для строительных вузов и факультетов. – М.: Высшая школа, 1991. – 272 с.: ил.
26. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Київ, 2012. – 7 с.

27. СНиП 2.02.01 – 83. Основания зданий и сооружений / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 40 с.
28. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений: Учебное пособие для студентов строительных специальностей вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отд-ние, 1979. – 168 с., ил.
29. Орловский Б.Я. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Промышленные здания: Учебник для вузов. Под редакцией Ю.С.Яралова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1975. – 280 с.: ил.
30. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Учебник для вузов. В 5-ти т. Шубин Л.Ф. Промышленные здания. Изд. 2-е. – М.: Стройиздат, 1977. – 304 с.: ил.
31. ДБН В.2.6.-31:2006 "Теплова ізоляція будівель"- К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 49 с.
32. ДБН В. 2.2-9-99 "Громадські будинки і споруди"-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 2000. – 34 с.
33. Технологія будівельного виробництва: Підручник / В.К.Черненко, М.Г.Ярмоленко, Г.М.Батура та ін.; За ред. В.К.Черненка, М.Г.Ярмоленка. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.: іл..
34. Строительные краны: Справочник / В.П.Станевский, В.Г.Моисеенко, Н.П.Колесник, В.В.Кожушко; Под общ. ред. В.П.Станевского. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Будивельник, 1989. – 296 с.: ил.
35. Чернышук Н.М., Гужов В.И., Скибида В.А. Методические указания к курсовому проекту по курсу: "Организация и планирование строительного производства". – Днепропетровск, 1990. – 104 с.
36. Дикман Л.Г. Организация и планирование строительного производства. – М.: Высшая школа, 1988. – 403 с.
37. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації теплоізоляцій: ДБН В.2.6 – 33:2008. – (Державні будівельні норми України) – К.:2009. – 53 с.

38. Пугач В.І., Люлька Г.С. "Охорона праці в будівництві"-Навчальний посібник. – Харків: Рубікон. 1998. - 264 с.
39. "Промислове і цивільне будівництво". "Вихідні дані. Компонування конструктивної схеми та збір навантажень на поперечну раму" / Конончук О.П., Дубіжанський Д.І., Сорочак А.П. – Тернопіль: ТНТУ, 2013. – 36 с.
40. Промислове і цивільне будівництво". "Статичний розрахунок поперечної рами за допомогою програмного комплексу "Ліра" / Ковальчук Я.О., Конончук О.П. – Тернопіль: ТНТУ, 2013. – 24 с.
41. Гавриляк А.І., Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель / Львів, 2009. – 57 с.
42. ДБН В.2.5-28-2006 Природне та штучне освітлення, норми проектування.- К., Держархітектурбуд 2006. - 65с.
43. ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва. - К.: Держархітектурбуд, 2002. - 62с.
44. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. - Київ Мінрегіонбуд України, 2008. – 51 с.
45. Основні положення проектування. ДБН А.3.1-3-94 Управління, організація і технологія. Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Основні положення. - Київ Мінрегіонбуд України, 2008. – 61 с.
46. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації, 2000 – 48 с.