

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект човнової станції

Виконав: студент IV курсу, групи МБ-41
спеціальності _____

192 “Будівництво та цивільна інженерія”
(шифр і назва спеціальності)

Студент _____
(підпис) Ковальчук О. С.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Крамар Г. М.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Мещерякова О. М.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____
(підпис) Ясній В.П.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) Качка О. І.
(прізвище та ініціали)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

« » (підпис) « » (прізвище та ініціали)
20 р. Ясній В.П.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)
студенту Ковальчуку Олександр Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи Проект човнової станції

Керівник роботи Крамар Галина Михайлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри БМ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» січня 2026 року № 4/9-53.

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи

Об'єкт проєктування - човнова станція з елінгом для малогабаритних суден в акваторії озера Ялпуг, с. Озерне; три прольоти по 24 м, крок колон 6 м.

Вихідні умови - сталевий каркас із колонами, трапецієподібними фермами, прогонами та зв'язками; сендвіч-панелі стін і покриття; світлоаераційний ліхтар; розрахунок у ПК SCAD++.

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

Розробити генеральний план, архітектурно-будівельні та об'ємно-планувальні рішення човнової станції.

Обґрунтувати функціональне зонування елінгу, технологію зберігання, ремонту, піднімання та спуску малогабаритних суден.

Обґрунтувати конструктивну схему сталевих каркаса, огорожувальні конструкції та світлоаераційний ліхтар; виконати теплотехнічні розрахунки.

Зібрати постійні, снігові, вітрові й сейсмічні навантаження та виконати розрахунок каркаса у ПК SCAD++.

Розрахувати сталеву кроквяну ферму і колону, визначити зусилля та підібрати перерізи конструктивних елементів.

Розробити розділ «Безпека життєдіяльності, Основи охорони праці».

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

Креслення графічної частини - не менше 6 аркушів формату А1 (594 x 841 мм).

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 22.01.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Ковальчук О.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Крамар Г.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Характеристика району та майданчика будівництва	9
1.2 Рішення генерального плану.....	10
1.3 Об'ємно-планувальне рішення.....	13
1.4 Конструктивні рішення	13
1.5 Технологічний процес.....	14
1.6 Теплотехнічний розрахунок стін та покриття.....	15
1.7 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....	19
1.8 Пожежна безпека.....	20
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	21
2.1 Вихідні дані для розрахунку каркаса	21
2.2 Програмний комплекс для розрахунку каркаса	21
2.2.1 Опис програмного комплексу	21
2.2.2 Вихідні дані для розрахунку каркаса	22
2.2.3 Визначення матеріалу для конструкцій каркаса	23
2.2.4 Збір навантажень на ферму	24
2.2.5 Підбір навантажень на колону	29
2.3 Розрахунок каркаса та підбір перерізів у програмному комплексі.....	31
2.3.1 Розрахунок сталевий кроквяної ферми та підбір перерізів конструктивних елементів	31
2.3.2 Розрахунок сталевий колони та підбір перерізів конструктивних елементів.	39
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	42
3.1 Загальні положення безпеки умов праці в будівництві	42
3.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельних майданчиків, ділянок робіт та робочих місць.....	42
3.3 Безпека праці під час вантажно-розвантажувальних робіт	43
3.4 Техніка безпеки при монтажі металевих конструкцій	45

3.5 Техніка безпеки при проведенні покрівельних робіт	46
3.6 Забезпечення пожежної безпеки.....	46
3.7 Техніка безпеки при виконанні земляних робіт.....	47
3.8 Техніка безпеки при електрозварювальних роботах	48
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	49
БІБЛІОГРАФІЯ.....	52

ВСТУП

Елінги для малогабаритних суден є спеціалізованими виробничо-складськими будівлями, призначеними для сезонного зберігання, технічного обслуговування та ремонту катерів, човнів і яхт. Їх функціонування пов'язане з необхідністю забезпечення зручного переміщення суден між береговою територією, будівлею та водною акваторією, розміщення ремонтного обладнання, створення належних умов праці персоналу і захисту плавзасобів від атмосферних впливів у зимовий період.

Актуальність кваліфікаційної роботи зумовлена потребою у створенні спеціалізованої будівлі, яка поєднує складську та ремонтну функції. Ефективність експлуатації елінгу визначається не лише місткістю приміщень для зберігання суден, а й раціональною організацією внутрішніх технологічних потоків, наявністю зручних воріт і виїздів, достатньою висотою ремонтної зони, можливістю встановлення спеціального обладнання для піднімання та спуску суден на воду, а також надійністю сталевого каркаса за дії постійних, снігових, вітрових і сейсмічних навантажень.

Об'єктом проєктування є елінг для малогабаритних суден, розташований в акваторії озера Ялпуг у селі Озерне. Будівельний майданчик має рівнинний рельєф і вільну від забудови територію, що дає можливість організувати необхідну виробничу та транспортну інфраструктуру. Під час прийняття проєктних рішень враховано природно-кліматичні характеристики району, сейсмічність території, напрямки переважаючих вітрів, умови під'їзду до об'єкта та потребу в безпечному переміщенні суден.

Генеральним планом передбачено функціональне розміщення елінгу, автомобільних проїздів, стоянки для легкових автомобілів, майданчика для вантажного транспорту і спеціальної техніки, контрольно-пропускного пункту, трансформаторної підстанції, септиків, житлових будинків для персоналу та апарелі для спуску суден на воду. Таке планувальне рішення забезпечує зв'язок між будівлею елінгу, береговою зоною та внутрішньомайданчиковими

транспортними шляхами. На території також передбачено озеленення з улаштуванням газонів, квітників і висадженням листяних дерев.

Проектована будівля має каркасну конструктивну схему та прямокутну форму в плані. Вона складається з трьох функціональних прольотів: перші два призначені для зберігання малогабаритних суден, а третій використовується як ремонтне відділення та зона розміщення спеціального обладнання. У кожній зоні передбачено окремий вхід із торцевої сторони та виїзди з фронтального фасаду, що дозволяє організувати незалежне переміщення суден і техніки.

Функціональна організація елінгу передбачає зберігання суден у закритому просторі в період, коли їх експлуатація на воді є обмеженою, а також виконання ремонтно-профілактичних робіт. Для обслуговування катерів, човнів і яхт у будівлі передбачається використання спеціального обладнання для піднімання суден зі сліпів, їх переміщення та подальшого спуску на воду. У ремонтній зоні передбачено природне освітлення через світлоаераційний ліхтар, а також штучне освітлення світлодіодними світильниками, розміщеними на несучих конструкціях покриття.

Основою несучої системи є сталевий каркас, утворений металевими колонами, фахверковими стійками, кроквяними трапецієподібними фермами, прогонами та системою вертикальних і горизонтальних зв'язків. Просторова жорсткість споруди забезпечується вертикальними зв'язками між колонами і фермами, а також горизонтальними зв'язками по нижніх поясах ферм. Огороджувальні конструкції передбачено зі стінових сендвіч-панелей товщиною 150 мм та покрівельних сендвіч-панелей товщиною 120 мм. Прийнята система дозволяє поєднати відносно невелику масу будівлі, технологічність монтажу, необхідні теплозахисні властивості та довговічність споруди.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурно-будівельних і розрахунково-конструктивних рішень елінгу для малогабаритних суден із урахуванням функціонального призначення об'єкта, кліматичних і сейсмічних умов району будівництва, технології зберігання та ремонту суден, надійності

сталевому каркасу, енергоефективності огорожувальних конструкцій і вимог охорони праці.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання:

- охарактеризовано район і майданчик будівництва, природно-кліматичні умови, рельєф місцевості, сейсмічність району та переважаючі напрямки вітру.
- розроблено рішення генерального плану із розміщенням елінгу, транспортних проїздів, автостоянок, допоміжних споруд, апарелі для спуску суден, інженерних об'єктів і зон благоустрою.
- обґрунтовано об'ємно-планувальну структуру будівлі, функціональне призначення трьох прольотів, організацію входів, виїздів і внутрішніх зв'язків між зонами зберігання та ремонту суден.
- прийнято конструктивну схему елінгу зі сталевими колонами, трапецієподібними фермами, прогонами, фахверковими елементами та системою вертикальних і горизонтальних зв'язків.
- розглянуто технологічний процес зберігання, технічного обслуговування, ремонту, піднімання та спуску малогабаритних суден.
- виконано теплотехнічний розрахунок стінових і покрівельних огорожувальних конструкцій із визначенням необхідної товщини теплоізоляційного шару.
- запроєктовано рішення зовнішнього та внутрішнього оздоблення, а також передбачено заходи пожежної безпеки, евакуації людей і початкового пожежогасіння.
- виконано збір постійних, снігових, вітрових і сейсмічних навантажень на елементи сталевому каркасу.
- проведено розрахунок сталевих кроквяних із визначенням зусиль та підбором перерізів поясів, стійок і розкосів.
- виконано розрахунок сталевих колон, визначено навантаження від покриття, прогонів, стінових сендвіч-панелей і тимчасових впливів, а також підібрано раціональний переріз колони.

– розглянуто вимоги охорони праці та техніки безпеки під час вантажно-розвантажувальних, монтажних, покрівельних, земляних і електрозварювальних робіт.

Вихідними даними для проєктування є функціональне призначення будівлі як елінгу для малогабаритних суден, розташування об'єкта в с. Озерне, каркасна конструктивна схема, три прольоти шириною 24 м, крок колон 6 м, застосування металевих колон і сталевих кроквяних ферм, сендвіч-панелей стін і покриття, світлоаераційного ліхтаря в ремонтній зоні, а також кліматичні, вітрові, снігові та сейсмічні впливи району будівництва.

Методи виконання роботи включають аналіз функціональних і технологічних вимог до елінгу, розроблення архітектурно-планувальних рішень, теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій, збір навантажень, моделювання роботи сталевих каркасів методом кінцевих елементів, підбір перерізів основних елементів та опрацювання заходів з безпеки праці.

Практичне значення роботи полягає у розробленні комплексного проєктного рішення елінгу для малогабаритних суден, яке забезпечує організоване сезонне зберігання та ремонт плавзасобів, належне освітлення ремонтного відділення, можливість застосування спеціального обладнання для переміщення суден, достатню просторову жорсткість сталевих каркасів та безпечні умови виконання робіт.

Ключові слова: ЕЛІНГ, МАЛОГАБАРИТНІ СУДНА, СТАЛЕВИЙ КАРКАС, КРОКВЯНА ФЕРМА.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика району та майданчика будівництва

Ділянка для будівництва елінгу для малогабаритних суден знаходиться в акваторії озера Ялпуг, с. Озерне. (рисунок 1.1).

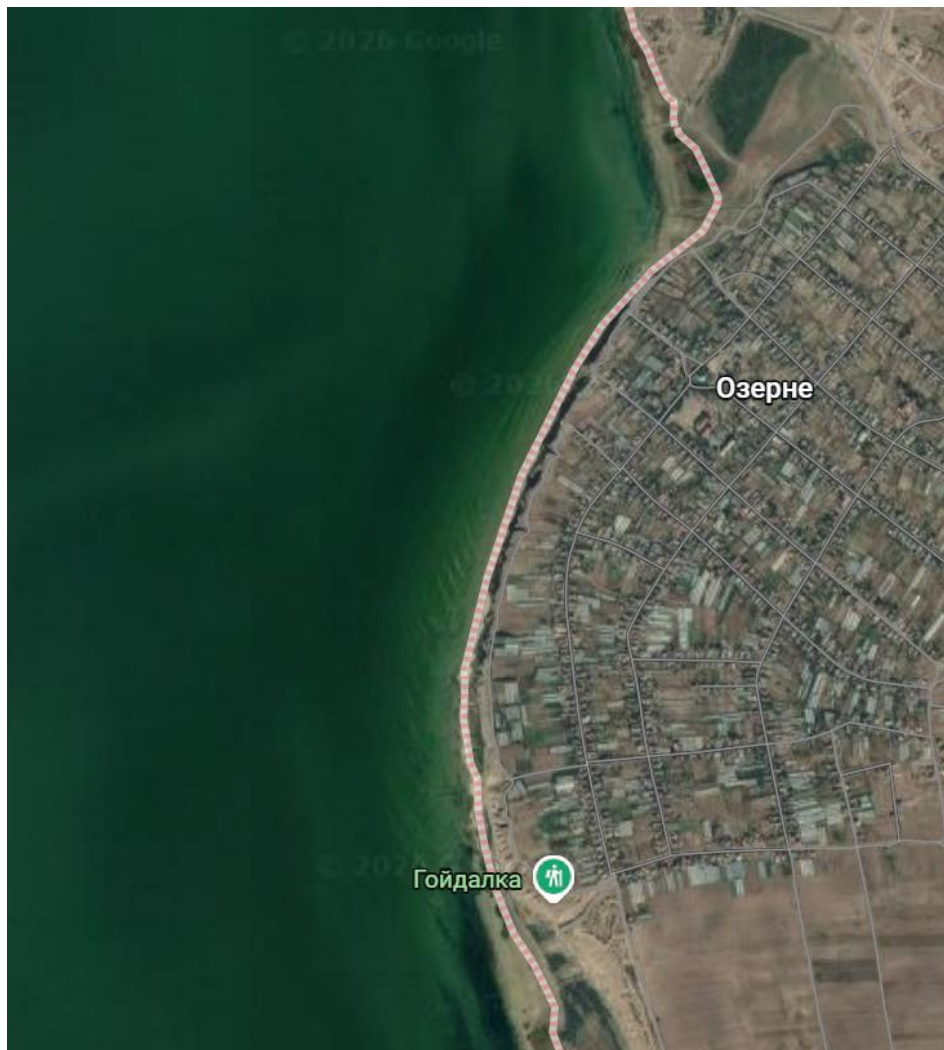


Рисунок 1.1 - Місце розташування майданчика будівництва

Територія має рівнинний рельєф. На даний момент територія не забудована, рельєф ділянки спокійний (рисунок 1.2).

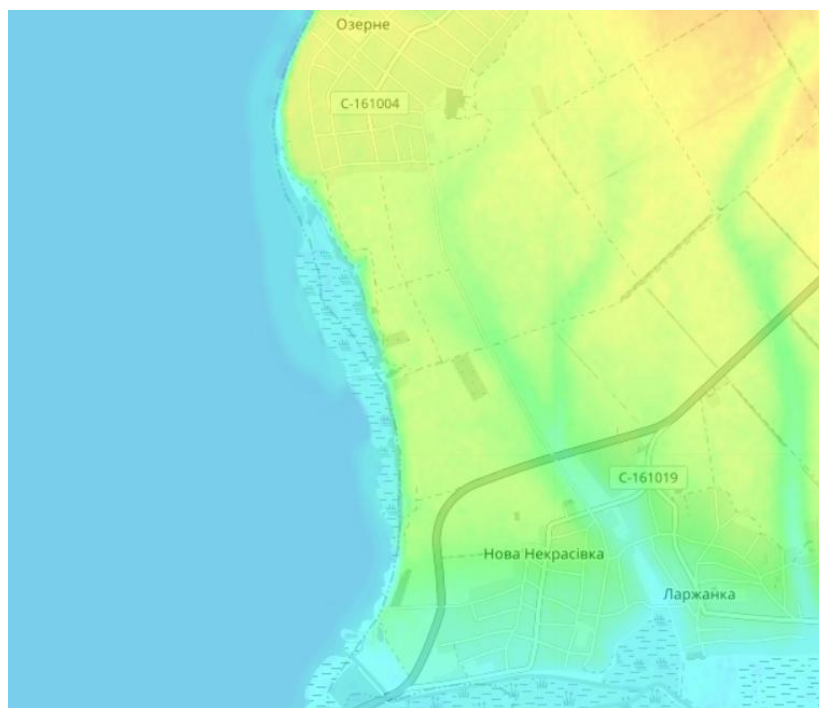


Рисунок 1.2 - Рельєф ділянки будівництва

Будівництво ведеться в другому кліматичному районі, підрайон І. Кліматичні параметри:

- абсолютно мінімальна температура зовнішнього повітря -27°C [3];
- температура найхолоднішої доби з імовірністю $0,94 = -2^{\circ}\text{C}$ [3];
- температура найхолоднішої п'ятиденки з імовірністю $0,94 = -27^{\circ}\text{C}$ [3];
- тривалість у добі (період із середньодобовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$) 123 [3].

Сейсмічність району з 10% ступенем сейсмічної небезпеки протягом 50 років -7 балів.

1.2 Рішення генерального плану

Генеральний план елінгу для малогабаритних суден розроблено відповідно до нормативних вимог. Враховано інженерно-геологічні умови, організацію транспортних шляхів, архітектурні та протипожежні умови [17].

Генеральний план ділянки місцевості має прямокутну форму розміром 134×94 м. Головний під'їзд до об'єкта будівництва здійснюється із західного напрямку, з боку автодороги. На території ділянки розташовані:

- парковка для легкових автомобілів, місткістю 20 місць;
- парковка для вантажних автомобілів та спецтехніки, загальною місткістю 6 місць;
- п'ять житлових будинків для персоналу;
- контрольно-пропускний пункт;
- трансформатор;
- два септики;
- апарель для спуску суден на воду.

Ширина автомобільної дороги становить 10 м .

Техніко-економічні показники генплану:

- площа ділянки - $12596,0 \text{ м}^2$;
- площа озеленення - $1698,0 \text{ м}^2$;
- площа асфальтованого покриття – 7995 м^2 ;
- щільність забудови - 23%;
- загальна площа забудови — 2903 м^2 .

Зв'язок між будівлями здійснюється за рахунок асфальтового покриття.

З метою екологічних заходів на території ділянки висаджені листяні дерева, квіткові клумби та газон.

Техніко-економічні показники генерального плану представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Техніко-економічні показники генерального плану

Поз.	Найменування	Площа, м^2	%
1	Загальна площа	12596	100
2	Площа забудови	2903	23
3	Площа зелених насаджень	7995	63
4	Площа асфальтового покриття	1698	14

Територія елінгу є відкритою місцевістю для проникнення вітрових потоків. Для правильної орієнтації будівлі на місцевості та розробки заходів щодо захисту будівлі від вітру застосовується графік вітрових напрямків, що показує напрямок і частоту руху повітряних вітрових потоків.

Роза вітрів для с. Озерне складена на підставі даних метеорологічної служби WorldWeather. Дані щодо напрямку вітрів наведено в таблицях 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.2 - Розрахунок рози вітрів (січень)

Пункт	Січень							
Напрямок	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
%	8,1	0,8	4,7	5,3	19,7	15,4	18,5	27,4

Таблиця 1.3 - Розрахунок вітророзподілу (липень)

Пункт	Липень							
Напрямок	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
%	12,5	3,5	8,7	8,3	21,5	12,1	17	16,6

Побудована роза вітрів представлена на рисунку 1.3.

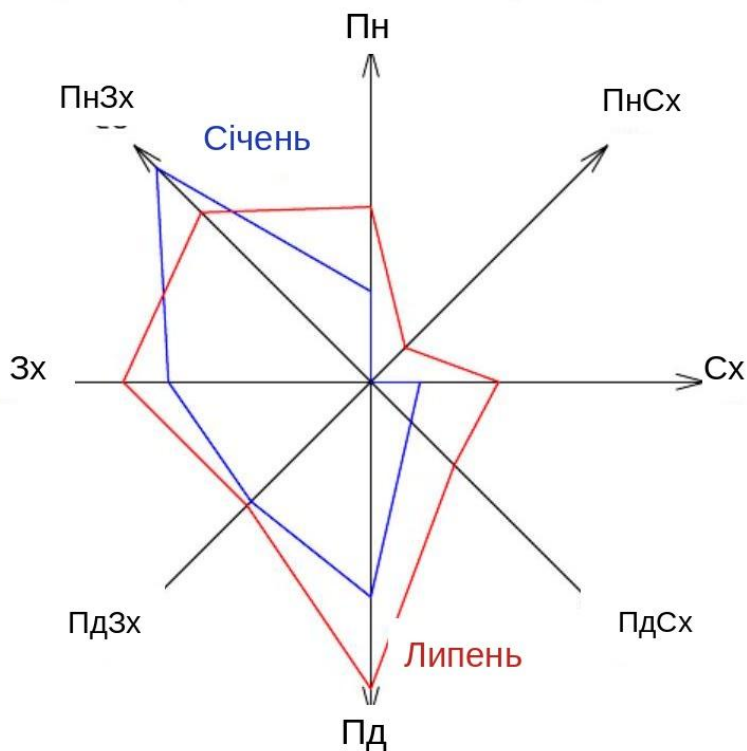


Рисунок 1.3 - Графік вітрової троянди

Для даного району будівництва південний напрямок вітру є переважаючим.

1.3 Об'ємно-планувальне рішення

Об'ємно-планувальне рішення прийнято на підставі [18].

Проектована будівля елінгу має прямокутну форму в плані, розмірами 72 × 24 м.

Передбачається по одному входу в кожну зону з торця та 6 виїздів, по 2 в кожну зону з фронтальної сторони будівлі. Зв'язок між зонами здійснюється між кроками колон.

У перших двох прольотах знаходяться зони для зберігання малогабаритних суден. У третьому прольоті розташовується ремонтне відділення.

Для забезпечення просторової жорсткості каркаса в будівлі розташовані вертикальні зв'язки в першому та третьому прольотах, між 1 та 4 кроками колон і між фермами; а також горизонтальні зв'язки між нижніми поясами ферм, що знаходяться в 1 та 4 кроках колон.

Для проведення робіт з ремонту суден у приміщенні має забезпечуватися хороше освітлення. У будівлі передбачено як штучне освітлення зі світлодіодних світильників, що встановлюються на фермах, так і природне, що забезпечується за допомогою світлоаераційного ліхтаря, розташованого в зоні ремонту суден.

1.4 Конструктивні рішення

Проектований елінг має каркасну конструктивну схему.

Зони 1 і 2 мають розміри в осях 24 × 24 м, висота до верху покриття становить 12,60 м. Зона 3 ремонту та обслуговування має розміри в осях 24 × 24 м, висота від підлоги до верхньої точки світлоаераційного ліхтаря 15,15 м (рисунок 1.4).

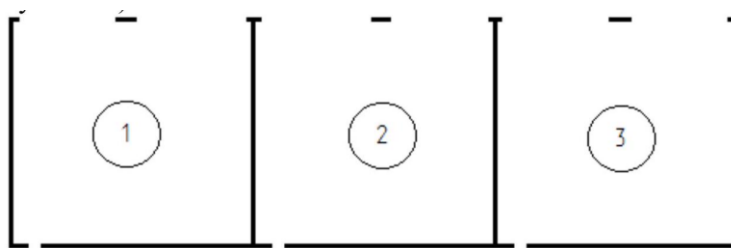


Рисунок 1.4 - Розташування зон у будівлі елінгу

Конструктивні рішення:

- колони - металеві двотаврового перетину висотою 8400 мм і перетином 400 х 400 мм;
- колони фахверків - металеві двотаврового перетину 8000 мм і перетином 300 × 300 мм;
- ферми - металеві двосхилі трапецієподібні висотою 4,150 мм і довжиною 24 м;
- огороження – сендвіч-панелі стінові (150 мм), сендвіч-панелі покрівельні (120 мм);
- дверні прорізи (стандартного виготовлення);
- ворота шириною та висотою 10 і 8 м відповідно.

1.5 Технологічний процес

Елінг для малогабаритних суден є будівлею, що поєднує в собі два види діяльності. Елінг призначений для зберігання катерів, човнів і яхт у зимовий період, а також для їх ремонту.

Усередині будівлі знаходиться спецобладнання для підйому та зняття суден зі слипів, а також для спуску їх на воду.

Елінг включає в себе наступні зони:

- 2 зони зберігання суден (загальною площею: 1148,30 м²);
- зона ремонту суден та зберігання спецобладнання (площею: 574,15 м²).

1.6 Теплотехнічний розрахунок стін та покриття

Розрахункові дані:

- район будівництва — с. Озерне;
- зона вологості території - суха;
- вологісний режим приміщень - нормальний [3];
- $t_B = 18^\circ C$ - розрахункова температура повітря всередині приміщення [9]);
- $t_H = -27^\circ C$ - температура найхолоднішої п'ятиденки з коефіцієнтом 0,98 [3];
- $t_{оп} = -7,9^\circ C$ - температура опалювального періоду [3];
- $z_{оп} = 223$ - тривалість опалювального періоду [3];
- $a = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ C)$ коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції [3];
- $a_{ext} = 23$ — коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції [3] ;
- відносна вологість повітря: $\varphi_B = 55\%$ [3].

Будова огорожувальних конструкцій представлена на рисунку 1.5

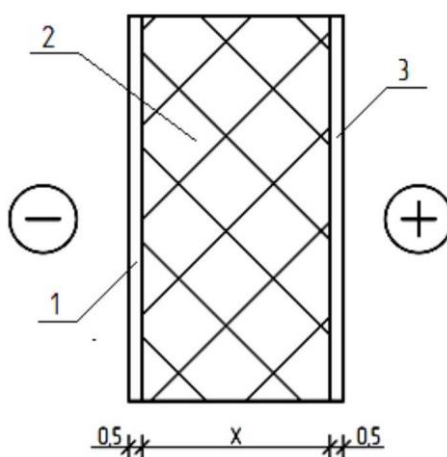


Рисунок 1.5 - Розріз зовнішньої стіни

Матеріал зовнішніх стін представлений у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Склад матеріалу стінових панелей

№ шару	Назва матеріалу	$\rho, \text{K}/\text{м}^3$	$\delta, \text{мм}$	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	$R, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
1	Оцинкований профлист	7820	0,5	58	0,009
2	Пінополістирол	100	х	0,041	х
3	Оцинкований профлист	7820	0,5	58	0,009

Градусо-добові показники опалювального періоду визначаються за [9]:

$$\text{ГСОП} = (t_B - t_{OT})z_{OT} = (18 + 7,9) \cdot 223 = 5776^\circ\text{C} \cdot \text{сут}, \quad (1.1)$$

де t_B, z_{OT} - середня температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$, і тривалість, дін/рік, опалювального періоду; t - розрахункова температура внутрішнього повітря будівлі, $^\circ\text{C}$.

Нормативне значення приведенного опору теплопередачі визначається за формулою [21]:

$$R_{red} = a \cdot D_d + b \quad (1.2)$$

$$R_{red} = 0,0003 \cdot 5776 + 1,2 = 2,933 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

де D_d - градусо-добы опалювального періоду, $^\circ\text{C} \cdot \text{добу}$; a та b - коефіцієнти, значення яких слід брати за даними таблиці 3 [3] для відповідних груп будівель.

Оскільки населений пункт с. Озерне належить до зони вологості — сухої, при цьому вологісний режим приміщення — нормальний, то відповідно до таблиці 2 [3] теплотехнічні характеристики матеріалів огороджувальних конструкцій будуть прийняті, як для умов експлуатації А.

Умовний опір теплопередачі R_0^{ym} , ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) визначається за [21]:

$$R_0^{ym} = 1/\alpha_{int} + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_{ext} \quad (1.3)$$

α_f — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$;

α_{ext} - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій для умов холодного періоду.

$$R_{0\text{ ум}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0005}{58} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,0005}{58} + \frac{1}{23}$$

$x = 119,3$ отже, беремо сендвіч-панель стандартної товщини 150 мм з товщиною утеплювача $\delta = 149$ мм.

$$R_{0\text{ ум}} = 3,82 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Наведений опір теплопередачі $R_{0\text{ пр}}$, $(\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт})$ визначимо за [21]:

$$R_{0\text{ пр}} = R_{0\text{ ум}} \cdot r \quad (1.4)$$

де r — коефіцієнт теплотехнічної однорідності огорожувальної конструкції, що враховує вплив стиків, укосів прорізів, обрамлюючих ребер, гнучких зв'язків та інших теплопровідних включень

$$r = 0,92$$

$$\text{Тоді: } R_{0\text{ пр}} = 3,82 \cdot 0,92 = 3,51 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Висновок: величина приведенного опору теплопередачі $R_{0\text{ пр}}$ більша за необхідну $R_{0\text{ норм}}$ ($3,51 > 2,9$) отже, представлена огорожувальна конструкція відповідає вимогам щодо теплопередачі.

Визначення товщини утеплювача покриття:

Будова конструкцій покриття представлена на рисунку 1.6

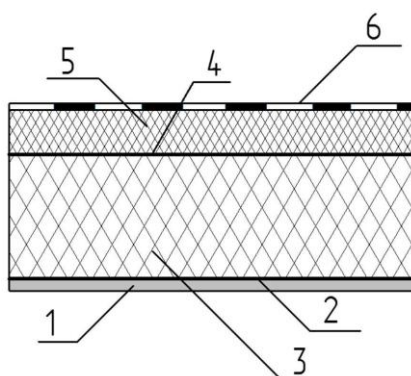


Рисунок 1.6 - Конструкція покриття

Матеріал конструкції покриття представлений у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Склад матеріалів конструкції покриття

№ шару	Назва матеріалу	б, мм	λ_A Вт/(м°С)	λ_5 Вт/(м°С)
1	Пароізоляція	2,5	0,22	0,22
2	Оцинкований профлист	0,5	58	58
3	Пінополістирол	х	0,041	0,052
4	Оцинкований профлист	0,5	58	58
5	Жорстка мінераловатна плита	20	0,064	0,07
6	Гідроізоляція	4,5	0,17	0,17

Базове значення необхідного опору теплопередачі визначається $Ro^{птр}$ виходячи з нормативних вимог до приведенного опору теплопередачі [21] згідно з формулою:

$$Ro^{mp} = a \cdot ГСОП + b, \quad (1.5)$$

де a та b — коефіцієнти, значення яких слід брати за даними [21], $a = 0,00035$; $b = 1,3$

Градусо-добы опалювального періоду ГСОП, °С · доб, визначаємо за [21]:

$$ГСОП = (t_B - t_{оп})z_{оп} \quad (1.6)$$

$$Ro^{норм} = 0,00035 \cdot 5776 + 1,3 = 3,32 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

За формулою в таблиці 3 [3] визначаємо базове значення необхідного опору теплопередачі $Ro^{необ}$ (м² · °С/Вт), див. розв'язок формули 1.5.

Умовний опір теплопередачі $R_0^{ум}$, (м²°С/Вт) визначається за [21]:

$$R_0^{ум} = 1/\alpha + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_{ext} \quad (1.7)$$

де $\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, що приймається за [21], дорівнює $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

$\alpha_{\text{зовн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій для умов холодного періоду, що приймається за [21], дорівнює 12 .

$$R_{0 \text{ усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0005}{58} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,0005}{58} + \frac{0,02}{0,064} + \frac{0,0045}{0,17} + \frac{1}{12}$$

$x = 112$ отже, візьмемо товщину утеплювача $\delta = 120$ мм.

$$R_{0 \text{ уср}} = 4,02 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Наведений опір теплопередачі $R_0^{\text{пр}}$, ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) визначимо за [21]:

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{ум}} \cdot r, \quad (1.8)$$

де r — коефіцієнт теплотехнічної однорідності огорожувальної конструкції, що враховує вплив стиків, укосів прорізів, обрамлюючих ребер, гнучких зв'язків та інших теплопровідних включень

$$r = 0,92$$

$$\text{Тоді: } R_0^{\text{пр}} = 4,02 \cdot 0,92 = 3,70 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Висновок: величина приведенного опору теплопередачі $R_0^{\text{пр}}$ більша за необхідну $R_0^{\text{норм}}$ ($3,7 > 3,32$) отже, представлена огорожувальна конструкція відповідає вимогам щодо теплопередачі.

1.7 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Звіт про зовнішнє оздоблення наведено в таблиці 1.6:

Таблиця 1.6 - Звіт про зовнішнє оздоблення

Елементи фасадів	Вид оздоблення	Площа, м^2	Колір
Цоколь	Фарбування вологостійкою фарбою	79,5	□
Стикувальні шви	Затирка	10,20	□
Ворота	Фарбування олійною фарбою	480,0	

Звіт про внутрішнє оздоблення наведено в таблиці 1.7:

Таблиця 1.7 - Звіт про внутрішнє оздоблення

Елементи фасадів	Вид оздоблення	Площа, м ²	Колір
Стіни	Затирка	10,20	□
Підлоги	Шліфовані бетонні підлоги	1728,0	

1.8 Пожежна безпека

В елінгу евакуація відбувається через головні ворота, а також через зовнішні двері.

Система об'ємно-планувальних та конструктивних рішень будівлі забезпечується: облаштуванням необхідної кількості евакуаційних виходів з будівлі, шляхів евакуації; застосуванням несучих та огорожувальних конструкцій з негорючих матеріалів з нульовою межею поширення вогню; застосуванням будівельних матеріалів для оздоблення приміщень з необхідним показником пожежної небезпеки.

Прийняті рішення спрямовані на: своєчасну та безперешкодну евакуацію людей; порятунок людей, які можуть зазнати впливу небезпечних факторів пожежі.

На підприємстві не передбачається масове перебування людей у приміщеннях об'єкта.

З метою ліквідації пожежі на початкових етапах загоряння відділення забезпечені протипожежними щитами з необхідною кількістю протипожежних інструментів, а також порошковими вогнегасниками для гасіння електрообладнання до 1000 Вольт, згідно з [17].

На території ділянки елінгу влаштовано два протипожежні гідранти, призначені для гасіння пожежі, у разі її глобального поширення по всьому комплексу або території об'єкта.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вихідні дані для розрахунку каркаса

Відмітка верху конструкцій, в—15,15м

Корисне навантаження на настил, кН/м²—1,42

Кількість прольотів -3

Проліт ригеля, м – 24

Крок колон, м – 6

Кількість кроків колон – 4

Товщина сендвіч-панелей -150мм .

2.2 Програмний комплекс для розрахунку каркаса

2.2.1 Опис програмного комплексу

Пакет SCAD Office являє собою набір програм, призначених для виконання розрахунків міцності та проєктування різних видів будівельних конструкцій. До складу пакету входять програми чотирьох видів:

- обчислювальний комплекс Structure CAD (БК SCAD), який є універсальною розрахунковою системою кінцево-елементного аналізу конструкцій і орієнтований на вирішення задач проєктування будівель і споруд досить складної структури;

- допоміжні програми, призначені для «обслуговування» БК SCAD і забезпечують формування та розрахунок геометричних характеристик різного виду перерізів стрижневих елементів (Конструктор перерізів, КОНСУЛ, ТОНУС, СЕЗАМ), визначення навантажень і впливів на споруду, що проєктується (БЕСТ), обчислення коефіцієнтів підґрунтя, необхідних при розрахунку конструкцій на пружному підґрунті (КРОСС), а також препроцесор ФОРУМ, що використовується для формування укрупнених моделей та при імпорті даних з архітектурних систем;

- проектно-аналітичні програми «КРИСТАЛ» та «АРБАТ», призначені для вирішення конкретних завдань з перевірки та розрахунку елементів сталевих і залізобетонних конструкцій відповідно до вимог нормативних документів (СП);
- проектно-конструкторські програми КОМЕТА та МОНОЛІТ, призначені для розробки конструкторської документації на стадії детального опрацювання проектного рішення.

Комплекс SCAD використовується при розрахунку та проектуванні конструкцій різного виду та призначення. Маючи у своєму складі розвинені засоби підготовки даних, розрахунку та аналізу результатів, він не накладає практичних обмежень на розміри та форму споруд, що проєктуються. Разом з тим для інженера-проектувальника не менш (а в багатьох випадках і більш) важливими є «прості» завдання, вирішення яких займає у нього значну частину часу. Перевірка перерізів елементарних балок, збір навантажень на елементи конструкції, визначення геометричних характеристик складених перерізів — ось далеко не повний перелік такого роду рутинних проектних завдань.

2.2.2 Вихідні дані для розрахунку каркаса

Вихідні дані для розрахунку ферми:

- матеріал — с255 [4];
- профіль нижнього пояса — швелер з паралельними гранями полиць;
- профіль верхнього поясу - парні рівнополочні кутники;
- профіль стійок — парні рівнополочні кутники;
- профіль стійок - парні рівнополочні кутники;
- проліт ферми - 24 м;
- висота — 4,15 м;
- крок стійок — 3м;
- панелі ферми — 16 шт.

Вихідні дані для розрахунку колони:

- матеріал - с255 [4];
- профіль - двотавр колонний;
- крок колон - 6 м;
- висота —8,4 м .

Коефіцієнти: $\gamma_f = 1,05$ - коефіцієнт надійності за навантаженням для металевих конструкцій.

$\gamma_n = 1.0$ - коефіцієнт надійності за відповідальністю.

$\gamma_c = 1,05$ - коефіцієнт умов роботи.

$\gamma_m = 1,05$ - коефіцієнт надійності за матеріалом.

2.2.3 Визначення матеріалу для конструкцій каркаса

Ферма.

Вибір матеріалу:

- матеріал: с255 [4];
- розрахункова температура: $t_{min} = -40^\circ C$, $t_{max} = 34^\circ C$ [3]).
- ударна в'язкість: $KCV = 34$ дж/см² [4];
- хімічний склад: вуглець(C) = 0,22%, фосфор(P) = 0,04% , сірка(S) = 0,025 [4].

Марка сталі С255 [4]:

$$R_{yn} = 255 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_{un} = 380 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_y = 250 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_u = 370 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_s = 0,58 \cdot R_y = 145 \text{ Н/мм}^2;$$

Де R_{yn} - нормативний опір сталі за межею плинності [4]);

- R_{un} - нормативний опір сталі за тимчасовим опором [4];
- R_y - розрахунковий опір за межею плинності [4];
- R_u - розрахунковий опір за тимчасовим опором [4];

- R_S - розрахунковий опір на зсув [4].

Колона.

Вибір матеріалу:

- матеріал: c255 [4]);
- розрахункова температура: $t_{min} = -40^\circ C$, $t_{max} = 34^\circ C$ [4].
- ударна в'язкість: $KCV = 34$ дж/см² [4];
- хімічний склад: вуглець(C) = 0,22%, фосфор(P) = 0,04%, сірка (S) = 0,025 13].

Марка сталі C255 [4]: $R_{yn} = 255$ Н/м²; $R_{un} = 380$ Н/м²; $R_y = 250$ Н/м²; $R_u = 370$ Н/м²; $R_s = 0,58 \cdot R_y = 145$ Н/м²;

Де R_{yn} - нормативний опір сталі за межею плинності [4];

- R_{un} - нормативний опір сталі за тимчасовим опором [4];
- R_y - розрахунковий опір за межею плинності [4];
- R_u - розрахунковий опір за тимчасовим опором[4] ;
- R_s - розрахунковий опір на зсув [4].

2.2.4 Збір навантажень на ферму

Для виконання статичного розрахунку в програмному комплексі SCAD++ необхідно відобразити постійні та тимчасові навантаження, що діють на конструкцію.

Постійними навантаженнями є навантаження від власної ваги всіх конструкцій (покрівля, конструкції ферм, колон, зв'язків, стінових панелей). Власна вага конструкцій у програмному комплексі задається автоматично, коефіцієнт надійності за навантаженням прийнято 1,05. Постійне навантаження від ваги покрівлі прикладено до прогонів покриття. До колон прикладено навантаження від ваги стінових панелей.

Тимчасовими навантаженнями є кліматичні та сейсмічні впливи. Кліматичні умови району будівництва: сніговий район II ; вітровий район III; розрахункова

температура зовнішнього повітря - мінус 27°C ; сейсмічність району будівництва - 7 балів.

Нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття за [2]:

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g \quad (2.1)$$

де $c_e = (1,2 - 0,1V\sqrt{k})(0,8 + 0,002b)$ - коефіцієнт, що враховує знесення снігу з покриттів будівель під дією вітру або інших факторів;

$k = 0,65$ - приймається за таблицею [2];

b - ширина покриття [2];

$V = 2,3$ м/с [2].

$$c_e = (1,2 - 0,1 \cdot 2,3\sqrt{0,8}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 24) = 0,8$$

Для подальшого розрахунку металевої кроквяної ферми тепличного відділення потрібно провести збір навантажень на 1 м^2 покриття, виконане з сендвіч-панелей. Збір навантажень представлений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Збір навантажень на покриття

п/п	Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кН/м^2
1 Постійне навантаження				
	Покрівельні сендвіч-панелі $t_{\text{листа}} = 150$ мм; маса $1\text{ м}^2 = 26$ кг	0,26	1,0	0,26
	Разом постійне	0,26		0,26
2 Тимчасове навантаження				
	Снігове навантаження Навантаження на $1\text{ м}^2 = 102$ кг	1,02	1,4	1,428
	Разом тимчасове	1,02		1,428

Навантаження на прогони визначається виходячи з його вантажної площі (рисунок 2.1):

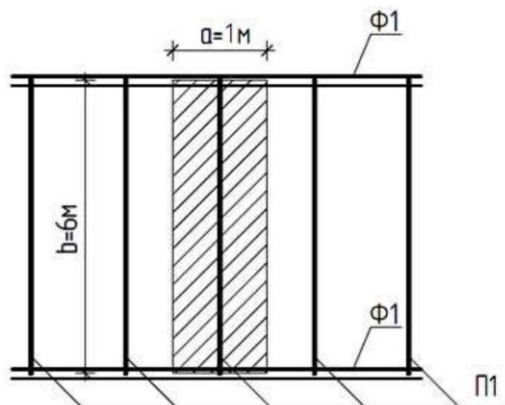


Рисунок 2.1 - Вантажна площа прогонів

Розрахунок навантаження, що діє від сендвіч-панелей на прогін:
Нормативна:

$$q_{CT}^H = a \cdot b \cdot q \quad (2.2)$$

де a — ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 2 м;
 b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6м; q - нормативне значення навантаження на 1м^2 : $q_{CT}^H = 1 \cdot 6 \cdot 26 = 156 \text{ кг} = 0,16 \text{ т}$;

Розрахункова:

$$q_{CT}^p = a \cdot b \cdot q \cdot \gamma_f \quad (2.3)$$

Де a - ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 1м ;
 b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6м; q - нормативне значення навантаження на 1м^2 ; γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням [2]:

$$q_{CT}^p = 1 \cdot 6 \cdot 26 \cdot 1 = 156 \text{ кг} = 0,16 \text{ т}.$$

Розрахунок снігового навантаження, що діє на прогін:

Нормативна:

$$q_{CT}^H = a \cdot b \cdot q \quad (2.4)$$

де a - ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 1м;

b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6м; q - нормативне значення снігового навантаження на 1м^2 (див. формулу 2.1):

$$q_{CT}^H = 1 \cdot 6 \cdot 102 = 612 \text{ кг} = 0,61 \text{ т};$$

Розрахункова:

$$q_{CT}^p = a \cdot b \cdot q \cdot \gamma_f \quad (2.4)$$

де a - ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 1м ;

b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6м;

q - нормативне значення снігового навантаження на 1м^2 (див. формулу 2.1);

γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням, що приймається за [2]:

$$q_{CT}^p = 1 \cdot 6 \cdot 102 \cdot 1,4 = 857 \text{ кг} = 0,86 \text{ т}.$$

Перетин прогону прийнято конструктивно - двотавр 16 Б2 (рисунок 2.2):

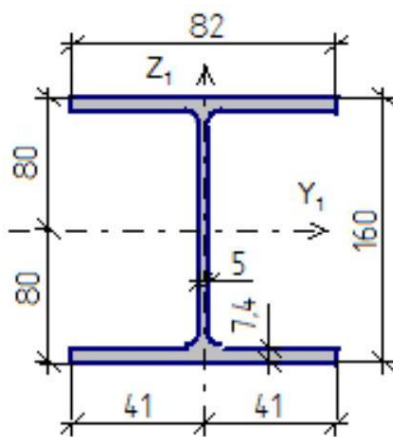


Рисунок 2.2 - Переріз прогону

Визначення ваги одного прогону, що діє на стійку ферми:

Нормативна:

$$q_{пр}^H = A_{пер} \cdot l \cdot \rho \quad (2.5)$$

де $A_{\text{пер}}$ - площа перерізу прогону; l - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; ρ - щільність сталі [2]:

$$q_{\text{пр}}^H = 0,00209 \cdot 6 \cdot 7850 = 95 \text{ кг} = 0,095 \text{ Т}$$

Розрахункова:

$$q_{\text{пр}}^p = A_{\text{пер}} \cdot l \cdot \rho \cdot \gamma_f \quad (2.6)$$

де $A_{\text{пер}}$ - площа перерізу прогону; l - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; ρ - щільність сталі [2]; γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням, що приймається за [2]:

$$q_{\text{пр}}^p = 0,00209 \cdot 6 \cdot 7850 \cdot 1,05 = 99,8 \text{ кг} = 0,1 \text{ т.}$$

Визначення навантаження, що діє на одну стійку ферми:

Нормативне навантаження:

$$q_{\text{сум}}^H = \sum q_{\text{констр}}^H \quad (2.7)$$

де $q_{\text{констр}}^H$ - нормативне значення навантажень, що діють на вищерозташовані конструкції.

$$q_{\text{сум}}^H = 0,16 + 0,61 + 0,1 = 0,87 \text{ т}$$

Розрахункове навантаження:

$$q_{\text{сум}}^p = \sum q_{\text{констр}}^p \quad (2.8)$$

де $q_{\text{констр}}^p$ - розрахункове значення навантажень, що діють на вищерозташовані конструкції.

$$q_{\text{сум}}^p = 0,16 + 0,86 + 0,1 = 1,12 \text{ т.}$$

Вітрове навантаження

Вітрове навантаження обчислюється відповідно до вказівок [2].

Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження визначається як сума середньої та пульсаційної складових за [2]:

$$w = w_m + w_p \quad (2.9)$$

Нормативне значення середньої складової:

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c \quad (2.10)$$

де w_0 - нормативне значення вітрового тиску;

$k(z)$ - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску для висоти z [2];

c - аеродинамічний коефіцієнт [2].

$$w_0 = 38 \text{ кг/м}^2$$

$$k(z_e) = 0,65$$

Пульсаційна складова - задається програмно.

Вітрове навантаження дорівнює:

$$w_m = 38 \cdot 1 \cdot 11\text{м} = 38 \text{ кг /м}$$

Аеродинамічні коефіцієнти для огорожувальних конструкцій прийняті відповідно [2].

2.2.5 Підбір навантажень на колону

Сталева колона К1 є центрально-стиснутою, оскільки конструкції покриття спираються на колону з двох боків. (рисунок 2.3).

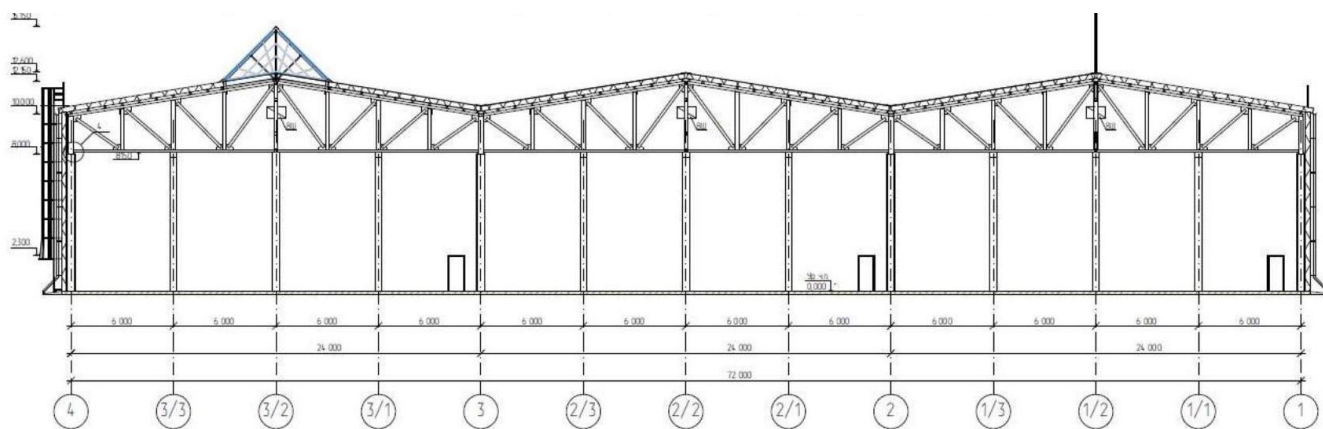


Рисунок 2.3 - Розріз будівлі 1-1

Колона передає навантаження на фундамент, отже, на неї діють усі навантаження від вищерозташованих конструкцій. Вантажна площа колони показана на рисунку 2.4.

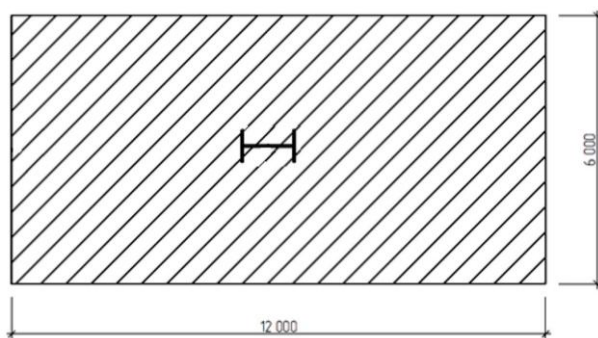


Рисунок 2.4 - Вантажна площа колони

Довжина вантажної площі дорівнює половині прольоту ферми 12 м. Ширина вантажної площі дорівнює кроку колон 6 м. Сума навантажень, що діють на колону, представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Сума навантажень на колону

№ п/п	Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кН/м^2
1 Постійне навантаження				
1	Покрівельні сендвіч-панелі: $T_{\text{покрття}} = 120\text{мм};$ $S_{\text{покр.}} = 144\text{м}^2;$ Маса $1\text{м}^2 = 26\text{кг}$ $m_{\text{заг}} = 144 \cdot 26 = 3744\text{кг} = 3,75\text{т.}$	37,5	1,0	37,50
2	- сталеві прогони для листів покриття: (двотавр 16Б2 6 м) $m = 95\text{кг};$ кількість — 25 шт. $m_{\text{заг.}} = 95 \cdot 25 = 2375\text{кг} =$ 2,375 т.	23,8	1,05	25,00
	Разом постійна	61,3		62,5

Продовження 2.2

2 Тимчасове навантаження				
1	Снігове навантаження $S_{\text{покр.}} = 144 \text{ м}^2$; Навантаження на $1 \text{ м}^2 = 102$; $q_{\text{сніг}} = 144 \cdot 102 = 14688 \text{ кг} = 14,69 \text{ т.}$	146,9	1,4	176,3
2	Бічне вітрове навантаження Навантаження на $72,9 \text{ м}^2 = 38 \text{ кг}$	27,7	1,4	38,78
	Разом тимчасове	174,6		215,1

Навантаження від прогонів покриття:

Нормативна (див. формулу 2.7):

$$q_{\text{пр}}^H = A_{\text{пер}} \cdot l \cdot \rho \cdot n = 0,00209 \cdot 6 \cdot 7850 \cdot 25 = 2,46 \text{ т.}$$

де $A_{\text{пер}}$ - площа перерізу прогону; l - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; ρ - щільність сталі, n - кількість прогонів.

Розрахункова (див. формулу 2.8):

$$q_{\text{пр}}^p = A_{\text{сеч}} \cdot l \cdot \rho \cdot \gamma_f \cdot n = 0,00209 \cdot 6 \cdot 7850 \cdot 1,05 \cdot 25 = 2,58 \text{ т.}$$

де $A_{\text{сеч}}$ - площа перерізу прогону;

l - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м;

ρ - щільність сталі);

γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням, що приймається за [2], n - кількість прогонів.

2.3 Розрахунок каркаса та підбір перерізів у програмному комплексі

2.3.1 Розрахунок сталевій кроквяної ферми та підбір перерізів конструктивних елементів

Розрахунок виконано за допомогою проектно-обчислювального комплексу SCAD++. В основу розрахунку покладено метод кінцевих елементів з використанням у якості основних невідомих переміщень та поворотів вузлів

розрахункової схеми. У зв'язку з цим ідеалізація конструкції виконана у формі, пристосованій до використання цього методу, а саме: система представлена у вигляді набору тіл стандартного типу (стрижнів), що називаються кінцевими елементами.

Тип кінцевого елемента визначається його геометричною формою, правилами, що визначають залежність між переміщеннями вузлів кінцевого елемента та вузлів системи, фізичним законом, що визначає залежність між внутрішніми зусиллями та внутрішніми переміщеннями, і набором параметрів (жорсткостей), що входять до опису цього закону.

Задача навантажень на елементи кроквяної ферми

Навантаження від вищерозташованих конструкцій передається на елементи кроквяної ферми через кроквяні прогони (див. рисунок 2.2). Усі значення навантажень задаються в тоннах.

Розрахунок проводиться для найбільш навантаженої центральної ділянки.

На рисунку 2.5 представлено призначення навантаження від власної ваги конструкції:

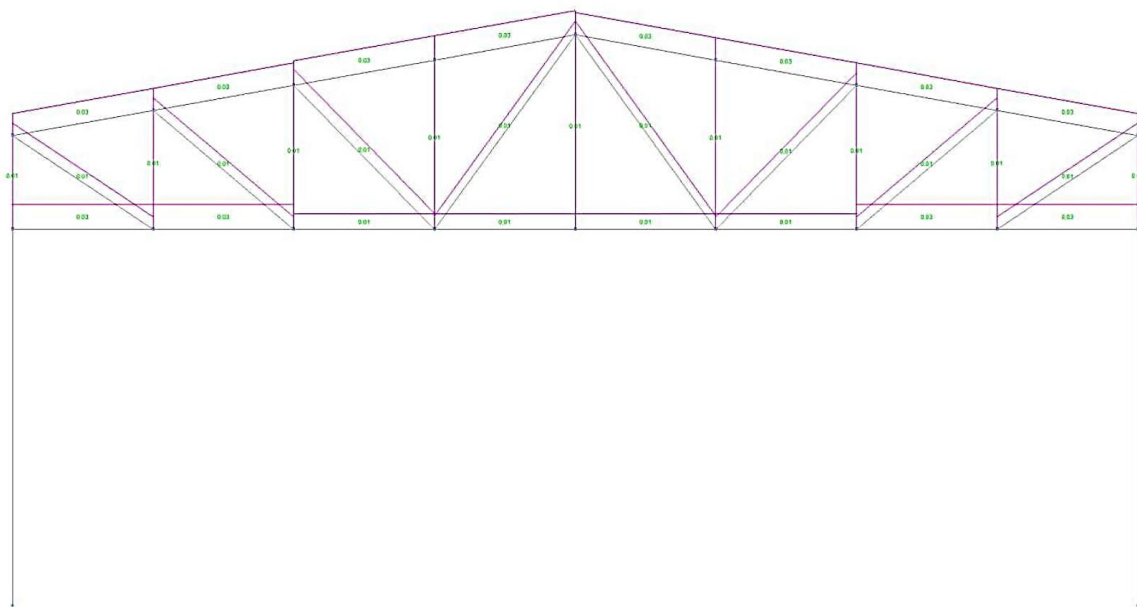


Рисунок 2.5 - Дія навантаження від власної ваги ферми

На рисунку 2.6 представлено завдання навантаження від прогонів:

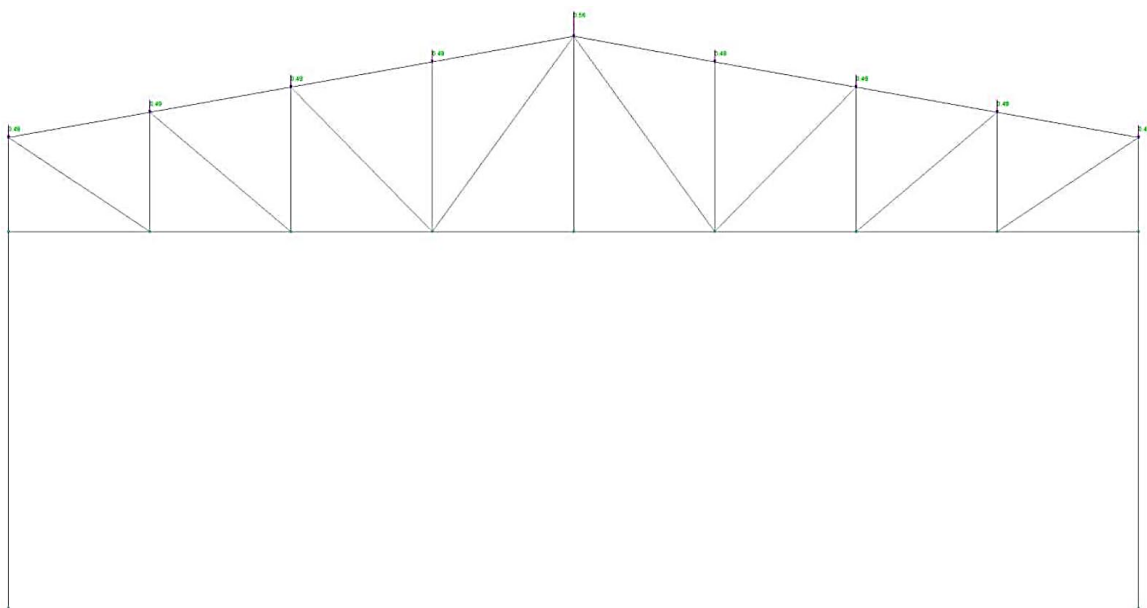


Рисунок 2.6 - Дія навантаження від прогонів

Дія снігового навантаження на конструкцію представлена на рисунку 2.7:

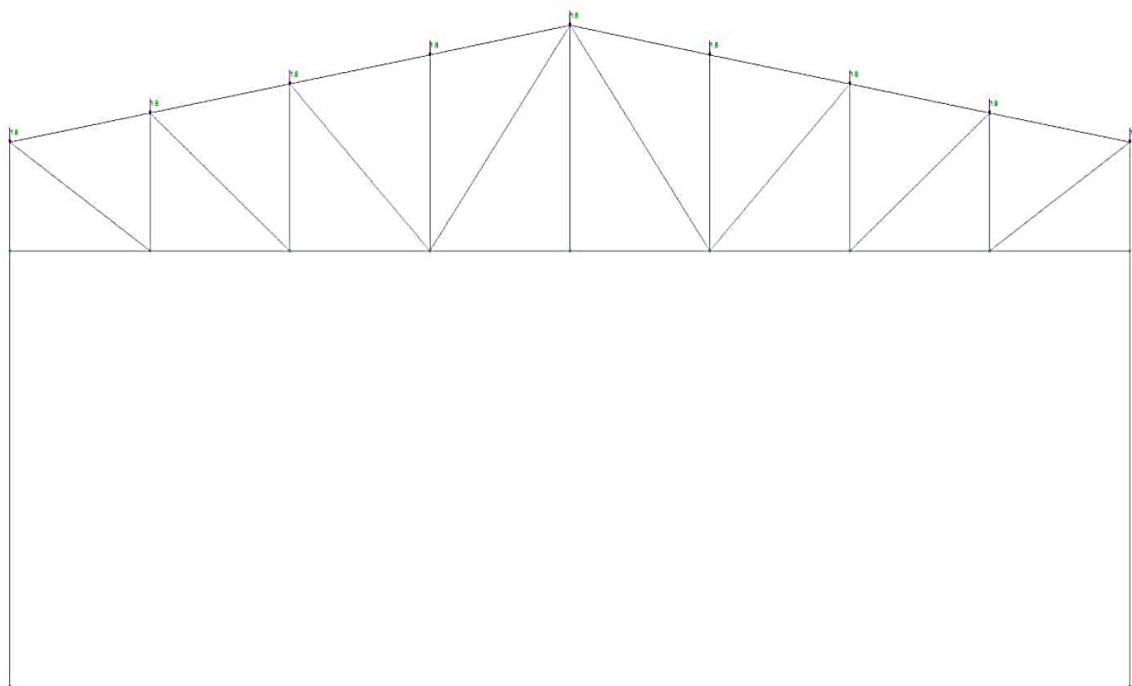


Рисунок 2.7 - Дія снігового навантаження

Вплив вітрового навантаження на конструктивні елементи ферми представлено на рисунку 2.8:

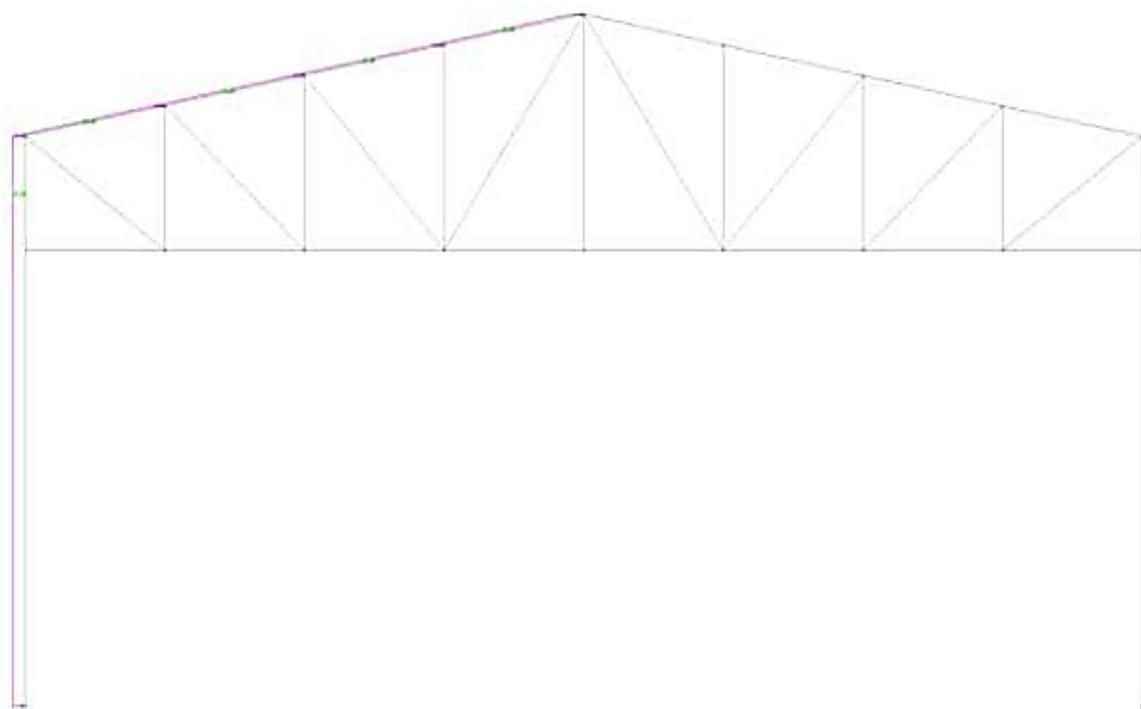


Рисунок 2.8 - Вплив вітрового навантаження на елементи ферми

Навантаження та комбінації навантажень представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Навантаження та комбінації навантажень

Навантаження	
Номер	Назва
1	Власна вага
2	Вага прогонів
3	Вага покрівельних сендвіч-панелей
4	Снігове навантаження
5	Вітрове навантаження
Комбінації навантажень	
Номер	Формула
C1	$(L1)0,95+(L2) 0,8$
C2	$(L1)*0,95+(L3)*0,95$
C3	$(L1)*0,95+(L4)*0,7$
C4	$(L1)*0,95 +(L5)*1$
C5	$(L1)*0,95+(L2)*0,8+(L3)*0,95+(L4)*0,7+(L5)*1$

Після задавання всіх необхідних навантажень на конструкцію кроквяної ферми та проведення розрахунків у програмі SCAD++, програмний комплекс

виводить графічне відображення переміщень конструктивних елементів ферми (рисунок 2.10):

Надалі програмне забезпечення будує епюри, необхідні для розрахунку підбору перерізів елементів ферми.

Епюра поздовжніх зусиль $N(\text{кН})$ від розрахункового поєднання навантажень представлена на рисунку 2.9.

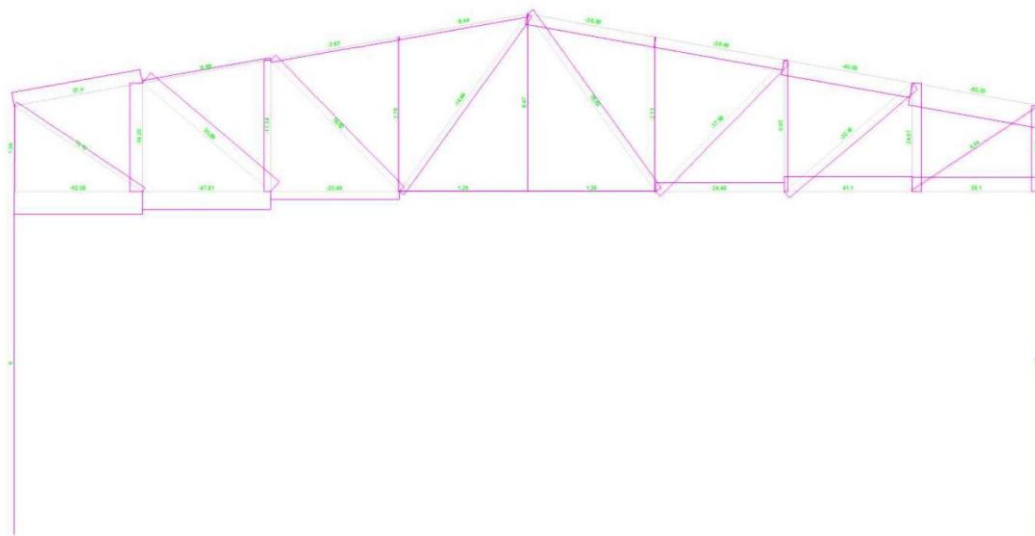


Рисунок 2.9 - Епюра поздовжніх зусиль

Епюра поперечних зусиль $Q(\text{кН})$ від розрахункового поєднання навантажень представлена на рисунку 2.11.

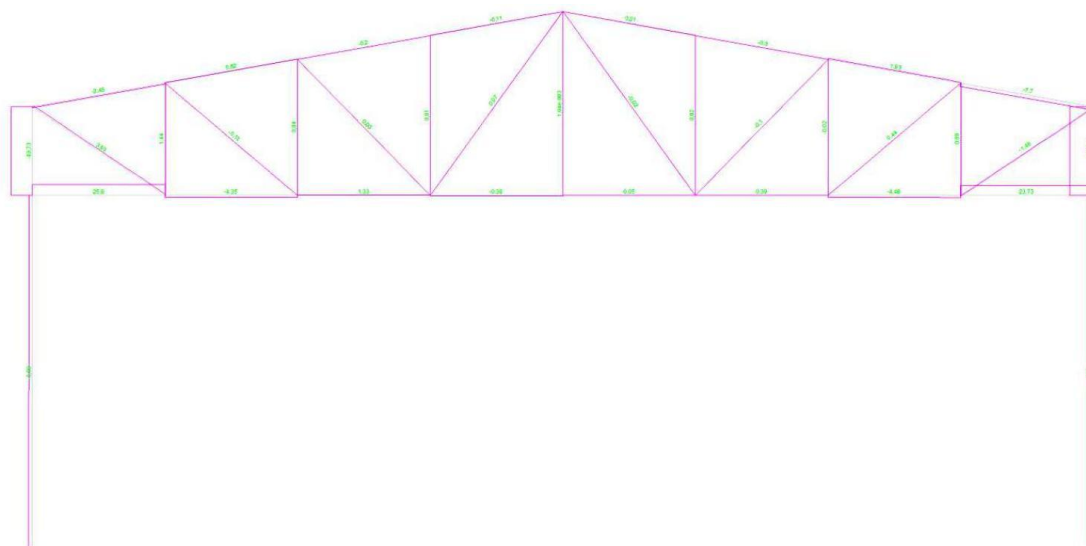


Рисунок 2.10 - Епюра поперечних зусиль Q , кН

Після побудови всіх необхідних епюр програма SCAD++ здійснює підбір перерізів елементів ферми. Схема позицій елементів ферми представлена на рисунку 2.11:

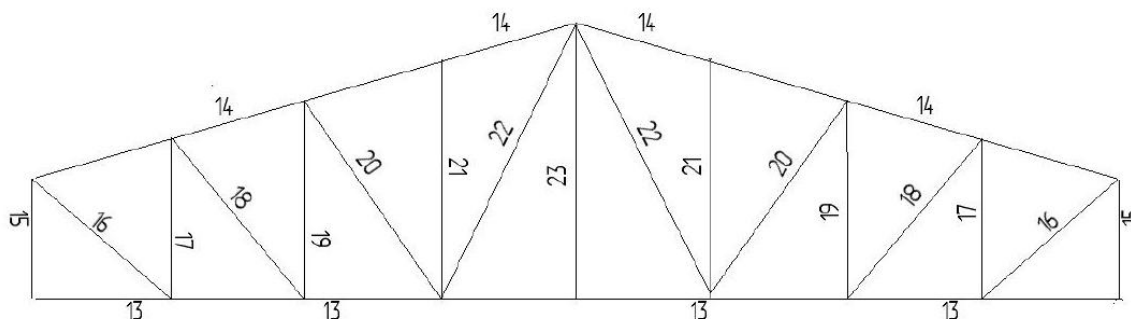


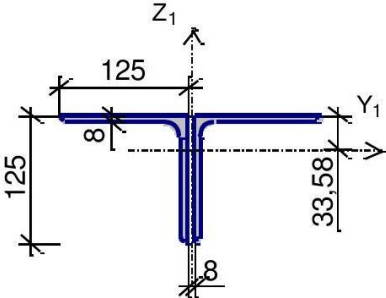
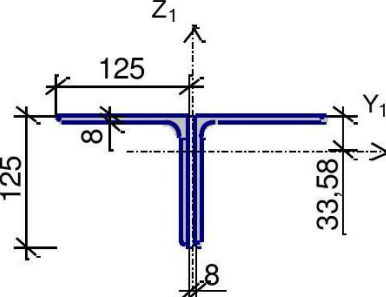
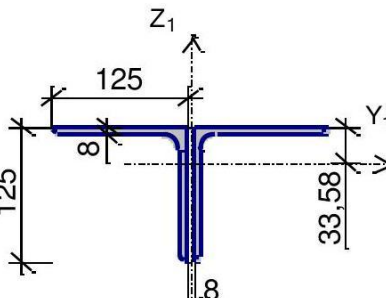
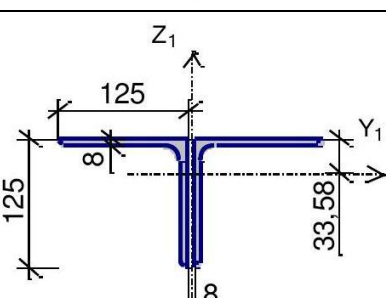
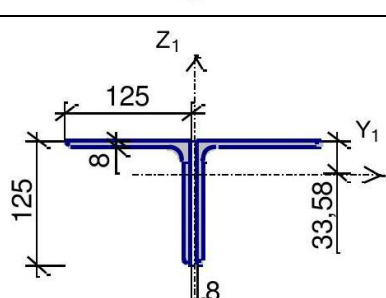
Рисунок 2.11 - Схема розташування елементів ферми

Результат підбору перерізів елементів ферми представлено в таблиці 2.4.

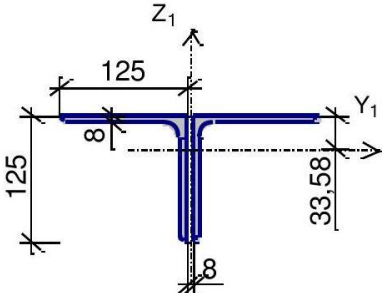
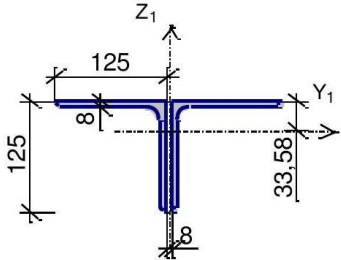
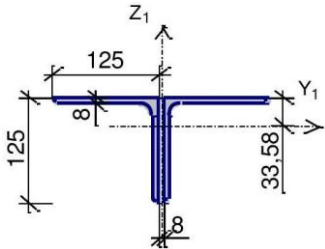
Таблиця 2.4 - Результат підбору перерізів елементів ферми

№ п/п	Назва елемента	Перетин	Профіль
13	Нижній пояс		Швелер з паралельними гранями полиць $180 \times 70 \times 5,1$
14	Верхній пояс		Куточок рівнополочний 180x11
15	Крайня стійка		Куточок рівнополочний 180x11

Продовження таблиці 2.4

№ п/п	Назва елемента	Перетин	Профіль
16	Поперечина		Куточок рівнополочний 125x8
17	Стійка		Рівнобічний кутник 125x8
18	Раскос		Куточок рівнополочний 125x8
19	Стійка		Куточок рівнополочний 125x8
20	Поперечина		Куточок рівнополочний 125x8

Закінчення таблиці 2.4

№ п/п	Назва елемента	Перетин	Профіль
21	Стійка		Куточок рівнополочний 125x8
22	Поперечина		Куточок рівнополочний 125x8
23	Центральна стійка		Куточок рівнополочний 125x8

Результатом перевірки перерізів на міцність, стійкість і жорсткість є експертна колірна схема, сформована в програмному комплексі SCAD++ (рисунок 2.9). Зелений колір індикатора свідчить про те, що конструктивні елементи даних перерізів (див. таблицю 2.4) є оптимальними і відповідають усім необхідним умовам перевірки:

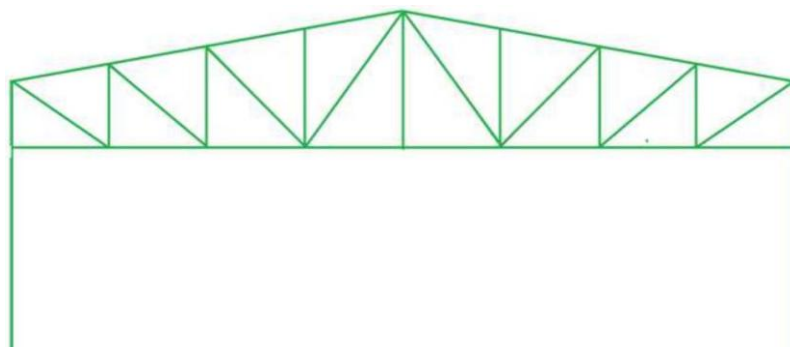


Рисунок 2.12 - Результат експертизи конструктивних елементів ферми

Висновок: підібрані профілі та їхні перерізи конструктивних елементів ферми мають такі характеристики, як: міцність, жорсткість і стійкість конструкції кроквяної ферми в період експлуатації.

2.3.2 Розрахунок сталеві колони та підбір перерізів конструктивних елементів

Розрахунок стійки колони проводиться в програмному комплексі SCAD у програмі Кристал. Для проведення розрахунку необхідно задати довжину колони. Довжина елемента становить 8,4 м. Схема розрахункової довжини в площині XOY представлена на рисунку 2.13 і дорівнює 0,5.



Рисунок 2.13 - Схема розрахункової довжини в площині XOY

Схема розрахункової довжини в площині XOZ представлена на рисунку 2.15 і дорівнює 0,7.



Рисунок 2.14 - Схема розрахункової довжини в площині XOZ

Підібраним перерізом для сталеві колони є профіль: двотавр колонний (К) 40К2 (рисунок 2.12).

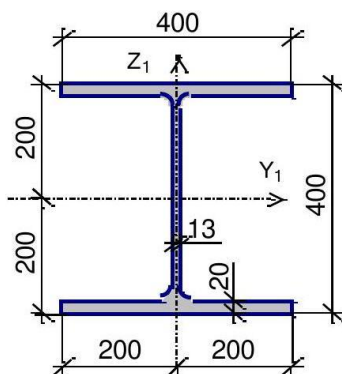


Рисунок 2.15 - Переріз профілю 40K2

Геометричні характеристики профілю 40K2 представлені в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 - Геометричні характеристики профілю

Позначення	Параметр	Значення	Одиниці вимірювання
A	Площа поперечного перерізу	210,96	см ²
α	Кут нахилу головних осей інерції	0	град
I_y	Момент інерції відносно центральної осі Y1, паралельної осі Y	21350	см ⁴
i_y	Радіус інерції відносно осі Y1	10,06	см
I_v	Мінімальний момент інерції	21350	см ⁴
i_v	Мінімальний радіус інерції	10,06	см
P	Периметр	245,4	см

Після задавання всіх необхідних параметрів елемента програмний комплекс проводить процес підбору перерізу та перевірок, необхідних для підтвердження нормальної експлуатації конструкції в даних умовах (таблиця 2.6).

Таблиця 2.6 - Результат проведення перевірок

Перевірка	Коефіцієнт використання
Міцність при дії згинального моменту M_y	0,99
Міцність при дії поперечної сили Q_z	0,22
Міцність при спільній дії поздовжньої сили та згинальних моментів з урахуванням пластичності	0,94
Стійкість при стисненні в площині XOY (XOU)	0,01
Стійкість при стисненні в площині XOZ (XOV)	0,01

Продовження таблиці 2.6

Перевірка	Коефіцієнт використання
Міцність за наведеними напруженнями при одночасній дії згинального моменту та поперечної сили	0,79
Стійкість плоскої форми згину	0,99
Гранична гнучкість у площині XOY	0,44
Гранична гнучкість у площині XOZ	0,25

Розрахунок і підбір перерізів конструктивних елементів основи колони виконано в програмному комплексі SCAD. Результати підбору геометричних перерізів елементів основи колони наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Геометричні перерізи елементів основи колони

Ескіз	Параметри перерізів
	Анкерні болти діаметром 32 зі сталі Ст3пс4 $h_p = 560\text{мм}$ $b_p = 560\text{мм}$ $t_p = 20\text{мм}$ $h_r = 380\text{мм}$ $d_t = 80\text{мм}$ $t_r = 12\text{мм}$ $S = 255\text{мм}$ $C_5 = 40\text{мм}$ $a_2 = 40\text{мм}$ $k_1 = 6\text{мм}$ $k_2 = 7\text{мм}$

Висновок: підібраний переріз стрижня колони та розміри елементів оголовка і основи колони забезпечують міцність, жорсткість і стійкість колони в період експлуатації.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Проектована будівля елінгу — каркасна, з несучими металевими колонами. Фундаменти — збірні залізобетонні. Покриття даху — покрівельні сендвіч-панелі.

Основними процесами під час будівництва об'єкта є влаштування фундаментів та металевого каркаса.

3.1 Загальні положення безпеки умов праці в будівництві

Організація та виконання будівельних робіт повинні здійснюватися з дотриманням законодавства про охорону праці. Під час будівництва об'єкта учасники несуть встановлену законодавством відповідальність за порушення вимог нормативних документів.

3.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельних майданчиків, ділянок робіт та робочих місць

Облаштування територій, їх технічна експлуатація повинні відповідати вимогам будівельних норм і правил, державних стандартів, санітарних, протипожежних, екологічних та інших чинних нормативних документів.

Основним нормативним документом, якому має відповідати облаштування територій, є положення про охорону праці та техніку безпеки.

Будівельні майданчики та ділянки робіт у населених пунктах або на території організації з метою уникнення доступу сторонніх осіб повинні бути огорожені.

Конструкція захисних огорож повинна відповідати таким вимогам:

1. висота огорожі виробничих територій повинна бути не менше 1,6 м, а ділянок робіт — не менше 1,2 м;
2. огорожі, що примикають до місць масового проходу людей, повинні мати висоту не менше 2 м і бути обладнані суцільним захисним козирком;

3. огорожі не повинні мати отворів, крім воріт і хвіртки, що контролюються протягом робочого часу та замикаються після його закінчення.

Біля в'їзду на будівельний майданчик необхідно встановлювати схему внутрішньобудівельних доріг і проїздів із зазначенням місць складування матеріалів і конструкцій, місць розвороту транспортних засобів, об'єктів пожежного водопостачання тощо.

Внутрішні автомобільні дороги будівельних територій повинні відповідати будівельним нормам і правилам та бути обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху.

Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби повинні бути освітлені відповідно до вимог державних стандартів. Освітлення закритих приміщень повинно відповідати вимогам будівельних норм і правил.

Освітленість повинна бути рівномірною, без сліпучого впливу освітлювальних приладів на працюючих. Виконання робіт у неосвітлених місцях не допускається.

Колодязі, шурфи та інші виїмки повинні бути закриті кришками, щитами або огорожені.

Робочі місця та проходи до них, розташовані на перекриттях, покриттях на висоті понад 1,3 м і на відстані менше 2 м від межі перепаду по висоті, повинні бути огорожені захисними або страхувальними огорожами, а при відстані понад 2 м — сигнальними огорожами, що відповідають вимогам державних стандартів.

3.3 Безпека праці під час вантажно-розвантажувальних робіт

При виконанні транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт залежно від виду транспортних засобів поряд з вимогами цих правил та норм [14] повинні дотримуватися правила з охорони праці на автомобільних перевезеннях, міжгалузеві правила з охорони праці та державні стандарти.

Вантажно-розвантажувальні роботи слід виконувати механізованим способом за допомогою підйомно-транспортного обладнання та засобів малої механізації. Підіймати та переміщувати вантажі вручну необхідно з дотриманням норм, встановлених чинним законодавством.

Вантажно-розвантажувальні роботи слід виконувати відповідно до технологічних карт, проектів виконання робіт, а також правил, норм, інструкцій та інших нормативно-технологічних документів, що містять вимоги безпеки при виконанні робіт даного виду.

Рух транспортних засобів у місцях виконання вантажно-розвантажувальних робіт має бути організовано за схемою, затвердженою адміністрацією підприємства, з установленням відповідних дорожніх знаків, а також знаків, що застосовуються на залізничному транспорті.

Місця виконання вантажно-розвантажувальних робіт повинні бути розміщені на спеціально відведеній території з рівним покриттям, допускається проведення вантажно-розвантажувальних робіт на спланованих майданчиках з твердим ґрунтом, здатним сприймати навантаження від вантажів та підйомно-транспортних машин.

Усі робочі місця, де проводяться вантажно-розвантажувальні роботи, повинні утримуватися в чистоті, проходи та проїзди повинні бути добре освітлені, вільні та безпечні для руху пішоходів і транспорту. Не допускається розміщувати вантажі в проходах і проїздах.

При обслуговуванні вантажопідйомних механізмів і вантажозахватних пристосувань повинні дотримуватися такі вимоги:

Усі механізми та пристосування повинні бути зареєстровані та обліковані у спеціальних журналах, які зберігаються у осіб, відповідальних за їх справний стан.

Вантажопідйомні механізми та вантажозахоплювальні пристосування повинні бути забезпечені табличками та бирками із зазначенням інвентарного номера, допустимої вантажопідйомності та дати чергового огляду.

Механізми та пристосування повинні зберігатися на стелажах, настилах.

Вантажопідйомні механізми та вантажопідйомні пристосування (такелажне обладнання) повинні відповідати «Правилам влаштування та безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів», «Правилам безпечної роботи з інструментом та пристосуваннями».

До стропальних (такелажних) робіт належать: підйом, переміщення, установка та закріплення вантажів за допомогою вантажопідйомних механізмів, спеціальних пристосувань та оснащення, найпростіших пристосувань та вручну, а також підготовчі та завершальні роботи під час установки та звільнення такелажних пристосувань і механізмів.

До стропальних (такелажних) робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд та відповідне навчання, інструктаж, перевірку знань вимог безпеки. При цьому вони повинні знати правила надання першої долікарської допомоги потерпілим при нещасному випадку.

Кожен працівник, якщо він сам не може вжити заходів щодо усунення порушення Правил та інструкцій з техніки безпеки, зобов'язаний негайно повідомити адміністрацію про всі помічені ним порушення правил та інструкцій, а також про несправності машин, механізмів, пристосувань та інструментів, що застосовуються під час роботи, які становлять небезпеку для людей.

3.4 Техніка безпеки при монтажі металевих конструкцій

У процесі зведення будівлі має бути забезпечена стійкість як окремих конструкцій, що монтуються, як частин будівлі, так і всієї будівлі в цілому. У процесі монтажу конструкцій мають бути встановлені та закріплені всі монтажні зв'язки. Монтажні зв'язки знімають після закінчення кріплення елемента.

На будівельному майданчику не можуть перебувати особи, які не досягли 18-річного віку. При цьому має бути пройдено медичну комісію. К До монтажу допускаються досвідчені працівники з необхідним кваліфікаційним рівнем.

Відпочивати та курити на будівельному майданчику можна тільки у відведеному місці, щоб уникнути травм під час роботи.

Усі робітники зобов'язані пересуватися будівельним майданчиком виключно в захисній касці.

Якщо роботи виконуються на висоті понад 5 м, то використовуються драбини та страхування висотника.

Необхідні інструменти потрібно кріпити карабінами до допоміжних конструкцій та спецодягу, щоб уникнути їх випадкового падіння.

3.5 Техніка безпеки при проведенні покрівельних робіт

Місце роботи огорожують тимчасовими міцними огорожами висотою 1 м з бортовими дошками висотою не менше 15 см. При роботах на краях дахів покрівельник повинен бути в нековзному взутті та в запобіжному поясі.

При проведенні робіт на мокрих дахах слід обов'язково застосовувати переносні драбини з нашитими планками. При ожеледиці, густому тумані, вітрі понад 6 балів, зливовому дощі або сильному снігопаді проведення покрівельних робіт не дозволяється.

3.6 Забезпечення пожежної безпеки

На території будівельного майданчика знаходяться два виїзди з протилежних сторін майданчика. Дороги повинні мати покриття, придатне для проїзду пожежних автомобілів у будь-яку пору року, ширина проїздів не менше 6 м. Ворота для в'їзду повинні мати ширину не менше 6 м.

Біля в'їзду на будівельний майданчик вивішуються схеми розміщення будівель, складів, місць розташування джерел води, засобів пожежогасіння та зв'язку, схема мережі доріг.

На будівельному майданчику розташовані два протипожежні щити. Також на території знаходяться протипожежні гідранти.

3.7 Техніка безпеки при виконанні земляних робіт

Заходи з техніки безпеки при виконанні земляних робіт на діючому будівельному майданчику розробляються та затверджуються замовником і генеральним підрядником. Відповідальність за їх дотримання несуть керівники будівельно-монтажних організацій та діючого підприємства.

Технологічні процеси, що виконуються на території будівельного майданчика, відносяться до робіт підвищеної небезпеки, тому вони повинні виконуватися за нарядами-допусками.

Для проходу робітників у траншеї слід встановлювати драбини шириною не менше 0,6 м з поручнями або приставні сходи.

Забороняється встановлення будівельних і транспортних машин та різного обладнання в межах призми обвалення ґрунту виїмки.

При влаштуванні виїмок з кріпленням машини та обладнання можуть перебувати в межах призми обвалення за умови відповідних розрахунків, що враховують міцність кріплення та величину навантаження.

Розробляти перезволожені піщані ґрунти слід тільки за індивідуальними проектами зі штучним зниженням рівня води, шпунтовим та іншим кріпленням.

Стінки траншей, що розробляються землерийними машинами, повинні кріпитися безпосередньо за розробкою ґрунту.

При розробці котловану екскаватор під час роботи потрібно встановлювати на спланованій площадці; щоб уникнути самовільного переміщення, необхідно закріплювати його інвентарними упорами. Під час перерви в роботі екскаватор слід перемістити від краю котловану на відстань не менше 2 м, а ківш опустити на ґрунт.

Під час роботи екскаватора забороняється перебувати людям у радіусі дії екскаватора 5 м, а також виконувати будь-які інші роботи з боку забою. Поєднувати земляні роботи з іншими роботами в котловані можна лише відповідно до розроблених технологічних карт у ПВР.

Одностороння зворотна засипка фундаментів і стін допускається лише після досягнення бетоном необхідної міцності. Ущільнювати ґрунт трамбуванням поблизу підпірних стін фундаментів та інших конструкцій потрібно на відстані та в порядку, зазначених у ПВР.

3.8 Техніка безпеки при електрозварювальних роботах

Електрозварник повинен бути екіпірований у спецодяг, а також взуття, що забезпечує гарантований захист від потрапляння на тіло розплавлених частинок металу. До комплекту одягу входять брезентові штани та куртка, що мають кишені, закриті спеціальними клапанами (одягатися слід тільки на випуск), шнурівка взуття повинна бути щільною. На руках повинні бути зварювальні рукавички. Повинна бути перевірена електрична ізоляція струмопровідних елементів (електрокабель) і тримача електродів.

Перевіряється надійність і правильність заземлення таких елементів: корпусу зварювального агрегату, його електричної частини, заготовки, що зварюється, та рубильника.

Усі з'єднання кабелю та зварювального агрегату повинні бути надійними.

У місці проведення робіт не повинні знаходитися будь-які легкозаймисті матеріали, відстань від робочої площадки до місця їх можливого розміщення повинна становити не менше 10 метрів. Проводити роботи на відкритій території під час атмосферних опадів (сніг, дощ) заборонено, після їх завершення зварювання дозволено тільки із застосуванням діелектричних рукавичок, взуття та килимків, які повинні проходити обов'язкову перевірку у встановлені терміни. При заміні електрода забороняється торкатися вільною рукою до заготовки, що зварюється. Для захисту органів зору та обличчя обов'язковим є застосування захисних масок або щитків, вони повинні забезпечити захист усього обличчя. Також необхідно передбачити захист від впливу зварювальної дуги сторонніх осіб. З цією метою встановлюються спеціальні екрани або щити, що не допускають засліплення оточуючих зварника.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт човнової станції, призначеної для сезонного зберігання, технічного обслуговування та ремонту малогабаритних суден. Прийняті рішення враховують специфіку експлуатації катерів, човнів і яхт, потребу у безпечному переміщенні суден між будівлею та акваторією, а також вимоги до надійності металевого каркаса й організації виробничих процесів.

Будівельний майданчик розташований поблизу озера Ялпуг у селі Озерне. Територія має спокійний рельєф і є придатною для розміщення човнової станції з необхідною інфраструктурою. Генеральним планом передбачено під'їзд із західного боку, автостоянки для легкового й спеціального транспорту, контрольно-пропускний пункт, трансформатор, септики, житлові будинки для персоналу та апарель для спуску суден на воду.

Площа ділянки становить 12 596 м², площа забудови — 2903 м², площа озеленення — 7995 м², що забезпечує раціональне співвідношення забудованої та вільної території.

Об'ємно-планувальне рішення сформовано відповідно до функціонального призначення човнової станції.

Будівля має прямокутну форму в плані та поділена на три основні прольоти. У двох прольотах передбачено зони зберігання малогабаритних суден, а в третьому розміщено ремонтне відділення з місцями для технічного обслуговування, зберігання спеціального обладнання та виконання ремонтних операцій. Передбачені окремі входи в кожну функціональну зону, шість виїздів із фронтального боку та внутрішній зв'язок між зонами в межах сітки колон.

Технологічна схема об'єкта передбачає приймання суден, їх зберігання в зимовий період, підйом і переміщення за допомогою спеціального обладнання, виконання ремонтних робіт, а також спуск на воду через апарель. Для ремонтної зони запроектовано комбіноване освітлення: штучне — від світлодіодних світильників, установлених на фермах, і природне — через світлоаераційний

ліхтар. Таке рішення створює необхідні умови для виконання робіт із суднами та забезпечує належну видимість у виробничому приміщенні.

Конструктивну систему човнової станції прийнято каркасною, зі сталевими колонами, фахверковими елементами, двосхилими трапецієподібними кроквяними фермами, прогонами та системою вертикальних і горизонтальних зв'язків.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується зв'язками в крайніх прольотах, зв'язками між фермами та зв'язками по нижніх поясах ферм. Огороджувальні конструкції виконано зі стінових сендвіч-панелей завтовшки 150 мм і покрівельних сендвіч-панелей завтовшки 120 мм. Для в'їзду та виїзду суден передбачено великогабаритні ворота.

У роботі виконано теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін і покриття. Прийняті конструкції сендвіч-панелей з утеплювальним шаром забезпечують необхідний приведений опір теплопередачі для умов будівництва в селі Озерне. Результати розрахунків підтвердили відповідність огороджувальних конструкцій вимогам теплозахисту та доцільність використання прийнятих матеріалів у складі зовнішніх стін і покриття.

У розрахунково-конструктивному розділі визначено навантаження на металевий каркас від власної ваги конструкцій, покрівельних сендвіч-панелей, прогонів, снігового та вітрового впливу. За результатами розрахунку здійснено підбір перерізів поясів, стійок і розкосів ферми, а також перевірено конструктивні елементи основи колони. Прийняті перерізи забезпечують необхідну міцність, жорсткість і стійкість елементів каркаса в розрахункових умовах експлуатації.

Передбачено евакуацію через головні ворота та зовнішні двері, застосування негорючих конструктивних і оздоблювальних матеріалів, обладнання приміщень первинними засобами пожежогасіння та улаштування протипожежних гідрантів на території. Прийняті рішення забезпечують можливість своєчасної евакуації людей, локалізації загоряння на початковій стадії та доступ пожежно-рятувальної техніки до об'єкта.

У розділі охорони праці опрацьовано вимоги до організації будівельного майданчика, облаштування робочих місць, виконання вантажно-розвантажувальних, монтажних, покрівельних, земляних та електрозварювальних робіт. Особливу увагу приділено безпечному монтажу металевих конструкцій, застосуванню вантажопідіймальних механізмів, огороженню небезпечних зон, використанню засобів індивідуального захисту та дотриманню протипожежних вимог під час робіт.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006 (зі змінами №1, чинними з 01.06.2020). – 68 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 (чинний з 01.11.2011)
4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
6. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталезалізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 83 с.
7. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 96 с
8. Биків, Н. З. (2020). Застосування сплавів з пам’яттю форми для підвищення стійкості конструкцій при динамічних навантаженнях. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 1, 26-26.
9. Бодрова Л.Г., Ковальчук Я.О., Крамар Г.М. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів /Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». /Категорія В/ Випуск №66, Луцьк, 2019. С.165-171.
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Гудь, М. І., Крамар, Г. М., & Гудь, І. (2018). Фактори впливу на міцність та ефективність бетону. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій “до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам’яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті),* 44-45.

12. Kovalchuk, Y., Kramar, H., Bodrova, L., Shynhera, N., & Shynhera, M. (2026). Deformation of a welded truss under loading of the upper chord. *Procedia Structural Integrity*, 81, 170-176.
13. Shved, Y., Kovalchuk, Y., Bodrova, L., Kramar, H., & Shynhera, N. (2024). Modeling the influence of complex factors on the plastic damage of a welded truss. *Procedia Structural Integrity*, 59, 664-671.
14. Закон України "Про пожежну безпеку". – Київ: Верховна Рада України, 1993.
15. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.
16. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.
17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 96 с.
18. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіон, 2021.
19. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будинки і споруди. Будівлі підприємств. Параметри.
20. ДСТУ Б В.2.7-233:2010 Будівельні матеріали. Склопакети клеєні. Технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 38 с.
21. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021 (чинний з 01.09.2022). – 23 с.
22. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні характеристики вікон, дверей та віконниць. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальна методика. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 37 с.
23. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель з урахуванням якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT). – К.: Мінрегіон України, 2011. – 72 с.
24. ДБН В.2.6-31:2016. Покриття підлог.— Київ: Мінрегіонбуд Украї-

ни, 2016.

25. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд / Мінрегіонбуд України. — Київ: ДП «ДНДІБК», 2018. — Чинний з 01.01.2019.

26. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови.

27. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні забивні. Конструкція і розміри. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.

28. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. — 64 с.

29. V. Bobyk, H.Kramar Features of increasing the energy efficiency of buildings and transparent fencing structures / Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 115. — No 3. — P. 44–53.

30. Крамар, Г. М., Василик, Р. Я., & Клименко, К. В. (2024). Просторові великопролітні покриття. *Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 23-23.

31. ДСТУ Б В.2.8-10-98:1999. Стропи вантажні. Класифікація, параметри та розміри. Технічні вимоги. — Київ: Держбуд України, 1999.

32. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. — Київ: Мінрегіон України, 2009. — 38 с.

33. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. — 50 с.