

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

(назва факультету/ІНЦ)

«Транспортна інфраструктура»

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

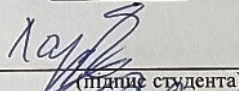
на тему: Обґрунтування конструкції двоколіїної металевої залізничної
прогонової будови довжиною 60 м під навантаження С14

за освітньою програмою «Мости і транспортні тунелі»

зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

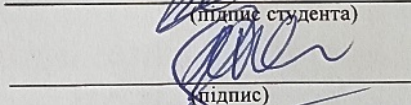
Виконав: студент групи: МТ2122


(підпис студента)

// Ірина ЛАРІОНОВА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

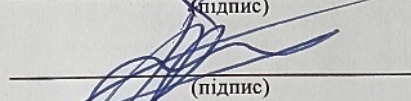
Керівник:


(підпис)

/ доцент Сергій КЛЮЧНИК /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

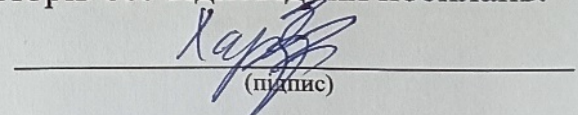

(підпис)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Дніпро – 2024 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Building, architecture and infrastructure

(faculty/TRC)

Transport infrastructure

(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis
Master
(higher education degree)

on the topic: Substantiation of the construction of a two-track metal railway track structure with a length of 60 m under load C14

according to educational curriculum Bridges and vehicular traffic tunnels

in the Specialization: 192 Building and civil engineering

(Specialization and its code)

Done by the student of the group: MT2122 / Iryna LARIONOVA /

(name, surname)

Scientific Supervisor: / Associate Prof. Serhii KLYUCHNYK /

(position, name, surname)

Normative controller : / Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /

(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

Освітня програма: «Мости і транспортні тунелі»

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»

Олексій ТЮТКІН

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата _____

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

студенту Ларіоновій Ірині Андріївні

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Обґрунтування конструкції двоколіїної металевої залізничної прогонової будови довжиною 60 м під навантаження С14»

Керівник роботи: Ключник Сергій Владиславович, к.т.н., доцент

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від «13» лютого 2023 р. № 156ст

2. Строк подання студентом роботи: «15» січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Матеріал: Сталь 10 ХСНД. Розрахункове навантаження С14. Норми проектування – ДБН В.2.3 14:2006 «Споруди транспорту», конструкції мостів з різних держав та дані, що отримані під час пошуку в Internet.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

Вступ. Розділ 1. Аналіз конструктивних особливостей відомих мостів світового досвіду. Розділ 2. Техніко-економічне порівняння варіантів. Обґрунтування параметрів обраної конструкції. Розділ 3. Обґрунтування параметрів конструкції двоколіїної металевої залізничної прогонової будови по напружено-деформованому стану елементів. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 10...12 слайдів).

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Аналіз конструктивних особливостей відомих мостів світового досвіду.	30.10.2023-19.11.2023	
2	Розділ 2. Техніко-економічне порівняння варіантів. Обґрунтування параметрів обраної конструкції.	20.11.2023-17.12.2023	
3	Розділ 3. Обґрунтування параметрів конструкції двоколійної металевої залізничної прогонової будови по напружено-деформованому стану елементів. Висновки. Оформлення ВКР.	18.12.2023-07.01.2024	
4	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	08.01.2024-14.01.2024	
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	

Студент

_____ (підпис)

Ірина Ларіонова

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Сергій Ключник

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра 77 с., 118 рис. , 44 табл., 1 презентація , 11 літературних джерел.

Об'єкт дослідження дипломного проекту : конструкція двоколіїної металевої залізничної прогонової будови довжиною 60 м.

Мета роботи: дослідити роботу металевої двоколіїної конструкції залізничного моста під навантаження С14.

Галузь застосування: Мостобудування .

Метал – один з широко використовуваних матеріалів в сучасному будівництві. Перевагами металоконструкції є – просторова міцність та жорсткість, швидкість монтажу, невелика вага конструкції, технологічність, надійність, простота в ремонті.

Для поліпшення експлуатаційних властивостей металоконструкцій використовують антикорозійний захист (термодифузійне цинкування, гальванічне цинкування, гаряче цинкування, лакофарбові покриття, холодне цинкування).

Перевагами залізничного двоколіїного моста є – економічність, здійснення залізничного зв'язку через водні перешкоди, висока провізна можливість, короткий шлях.

Моделювання двоколіїної металевої прогонової будови здійснюється в програмному забезпеченні «AutoCAD» з подальшою інтеграцією в програмне забезпечення для розрахунків.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНИЙ МІСТ, МІСТ, ФЕРМА, ПРОГОНОВА БУДОВА, НАВАНТАЖЕННЯ, ЛІНІЯ ВПЛИВУ.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз конструктивних особливостей відомих мостів світового досвіду.	8
1.1 Відомі мости світу.	8
1.2 Захист металевих конструкцій від корозії.	12
Висновок до першого розділу	15
2 Техніко-економічне порівняння варіантів. Обґрунтування параметрів обраної конструкції .	16
Висновки до другого розділу	28
3. Обґрунтування параметрів конструкції двоколіїної металевої залізничної прогонової будови по напружено-деформованому стану елементів	29
Висновки до третього розділу	75
Висновки	76
Перелік посилань	77

ВСТУП

На теперішній час мости відіграють дуже важливу роль. Після закінчення війни з агресором, мостобудування стане однією з затребуваних галузей для відновлення нашої країни. Мости це не просто стратегічні та інженерні споруди що забезпечують зв'язок через перешкоди, вони є незамінними ланками комунікацій та логістики.

З збільшення кількості мостів сприятиме загальнонаціональному економічному зростанню: робочі місця, відновлення логістики, залучення іноземного капіталу, відновлення інфраструктури, покращення перевезень та збільшення кількості туристів. Мости надзвичайно різноманітні і легко можуть стати візитівкою міста.

1 Аналіз конструктивних особливостей відомих мостів світового досвіду.

1.1 Відомі мости світу

Віадук в долині Гленфіннан в Шотландії побудований в 1901р. в мальовничій місцевості, складається з 21-ї арки. Крок арок - 15 метрів, висота – 30 метрів, довжина – 380 метрів (див. рисунок 1.1). Своєю красою віадук приваблює не лише туристів, а також кінематографів для зйомок фільмів.[1]



Рисунок 1.1 - Гленфіннан, Шотландія



Рисунок 1.2 - Мійо, Франція

Віадук Мійо в Франції відомий як міст з найвищими опорами в світі. Висота його опор – 341 метрів. Авторами є французький інженер Мішель Вірложо та англійський архітектор Норман Фостер (див. рисунок 1.2). Відкритий 14 грудня 2004 року, а для руху автомобілів – 16 грудня 2004р. Основний проліт – 342 метрів, загальна довжина – 2460 м, ширина – 12 м.[1]

Символ Лондона - Тауерський міст. Свою назву він отримав через сусідство з

відомою в'язницею Тауер (див рисунок 1.3). Загальна довжина моста – 244 метри, основний проліт – 61 метри, вежі моста височіють на 65 метрів, для їх будівництва знадобилось 11 тонн металу. Відкритий в 1894 році, спроектував Горацій Джонс. [1]



Рисунок 1.3 - Тауерський міст, Велика Британія

Неможливо уявити Флоренцію без мосту Понте Веккьо адже він входить в топ найзнаменитіших пам'яток (див. рисунок 1.4). Побудований в XIV столітті, пов'язував два береги річки Арно. Споруда була зруйнована повинню в 1117 році.[1]



Рисунок 1.4 - Понте Веккьо, Флоренція

Міст побудували заново, використовуючи тільки камінь. Нова повінь в 1333 році зруйнувала його. Знайомий нам сьогодні вигляд він отримав в 1345 році завдяки архітектору Нері ді Фьораванти. Він сконструював надійну, але витончену арочну конструкцію.[1]

Коли кажуть про найвищий цегляний акведук у світі – це про Гельчтальбрюкке

(див рис.1.5). Висота – 78 метрів, довжина – 574 метрів, побудований між 1846р. та 1851р. Має чотири поверха та 29 прольотів. [1]

У 2009 році віадук був внесений до списку історичних пам'яток інженерно-архітектурного мистецтва Німеччини.[1]



Рисунок 1.5 - Гельтальбрюкке, Німеччина



Рисунок 1.6 – пішохідний міст на півдні Китаю

В 2023р. китайська архітектурна студія університету Чжецзян завершила будівництво скляного мосту довжиною 526 метрів у мальовничій зоні трьох ущелин Хуанчуань в Китаю. Споруда увійшла до книги рекордів Гіннеса, як найдовший застклений міст у світі (див. рисунок 1.6). [2]

Без Золотих Воріт не можливо уявити Сан-Франциско (див. рисунок 1.7). Розробив проект інженер Джозеф Строусс та архітектор Ірвінг Морроу. Будівництво тривало чотири роки. Відкрили 27 травня 1937р. Основний проліт – 1280 метрів, ширина – 27 метрів, висота конструкцій – 227.4 метри, висота склепіння над водою – 67 метрів, а завдяки червоно-помаранчевого кольору антикорозійного покриття міст чудово видно в тумані.



Рисунок 1.7 – Золоті Ворота, Сан-Франциско

Залізничний міст Форт-Брідж [6] є самим довгим в світі консольним мостом з декількома прольотами (див. рисунок 1.8). Основний проліт – 2 по 521.3 метри, довжина – 2528,7 метри. Відстань між опорами – 582.8 метри, відстань між биками мосту – 1630.7 метри.[6]

Будівництво почалося в 1873 році, Томас Бауч запропонував тоді проект підвісного мосту з двома прольотами по 480 метрів. Через брак фінансування будівництво почалося лише в 1879 році. В 1879 році 28 грудня сталася катастрофа, сильний шторм який призвів до обрушення мосту та загибелі 75 людей.[6]

Після смерті Томаса Бауча інженери Джон Флауер та Беджамін Бейкер розробили новий проект в 1881 році. Підготовка фундаменту підводних опор проводили за допомогою кесонів масивних металевих циліндрів, які занурюють на глибину. В 1886 році – роботи по зведенню опор. Кількість сталі яка пішла на опори – 54860 тонн, та 6,5 мілн. заклепок вагою в 4267 тонн. [6]

Центральний проліт був закінчений в 1889 році. Випробування проводили завдяки двом локомотивам вагою – 72 тони, які тягли за собою 50 вагонів.

Відкриття мосту відбулося в 1890 році. Форт-Брідж став одним із перших консольних мостів у світі (див рисунок 1.9 та рисунок 1.10).[6]



Рисунок 1.8 - Форт-Бридж, Великобританія

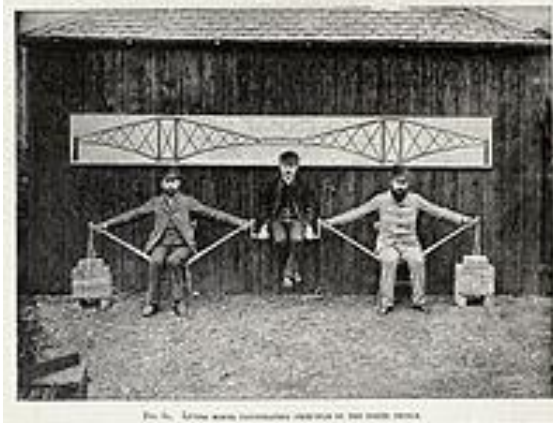


Рисунок 1.9 – принцип роботи консольного моста



Рисунок 1.10 – фасад мосту

1.2.3 Захист металевих конструкцій

Корозія металу – руйнування металу в результаті електрохімічної, хімічної, фізико-хімічної взаємодії. [4]

Види корозії : суцільна, місцева, загальна (рівномірна, нерівномірна, вибіркова), корозію плямами, виразкову корозію, точкову, наскрізну корозію, ниткоподібну, під поверхневу, міжкристалічну, ножову корозію, корозійне розтріскування, хімічну корозію, електрохімічну, газову, атмосферну, підземну, біокорозію, електрокорозію, щілинну корозію, корозійну ерозію (види корозії див. рисунок 1.2.3.1).[4]

Процес електрохімічної корозії розглянуто на рисунку 1.2.3.2 – схема корозії

заліза в контактi з міддю, та рисунок 1.2.3.3 – подвійний електричний шар на границі металу.[4]

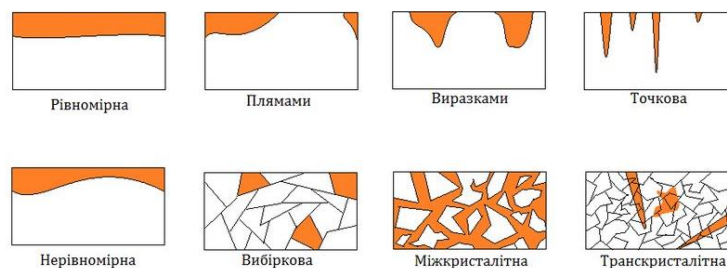


Рисунок 1.2.3.1 – види корозії

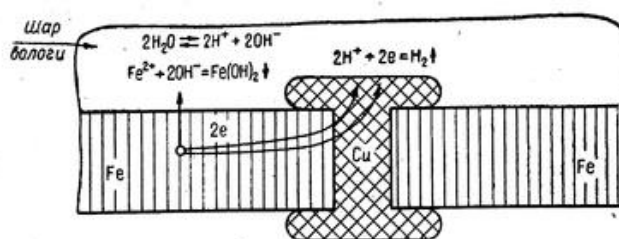


Рисунок 1.2.3.2 – схема корозії заліза в контактi з міддю

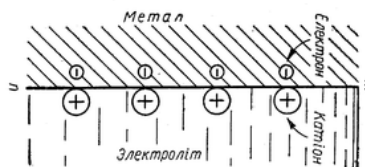


Рисунок 1.2.3.3 – подвійний електричний шар

Щоб захистити конструкцію від впливу корозії, спочатку треба її очистити. Існують кілька технологій очищення металу : гідродинамічна, абразивоструйна, гідроабразивна-водопіскоструйна, аерогідродинамічна, сода-бластинг, сухий лід, гідрохімічна очистка.[5] Гідродинамічна – очищення поверхні за допомогою рідини під високим тиском, тим самим усувають з поверхі окалину, зварювальні бризки, старе покриття фарби, сліди корозії (іржі). Абразивоструйна – за допомогою абразивних речовин (пісок, дробі). Виконують під високим тиском. Гідроабразивна – водопіскоструйна – передбачає застосування води та абразивних речовин (змішують між собою), і подають на металеву конструкцію під високим тиском. Аерогідродинамічна – застосовують для очистки тонких листів металу за допомогою води з абразивними речовинами. Сода – бластинг – проводиться за допомогою гідрокарбонату натрію який розпилюють з бластингового пістолета. При потраплянні на металеву поверхню виникає хімічна реакція (мікро вибух) яка

видаляє забруднення з металу. Сухий лід – очищує поверхню, але не може видаляти стару іржу. Гідрохімічна очистка – за допомогою спеціального апарату з застосуванням кислотних сполук та лужних складів. Агрегат складається з ємності для приготування розчину, насосного агрегату, шланга та компресорної установки. Таку очистку використовують для конструкцій які мають складну геометрію. В кінці – проводять пасивізацію металу.[5]

Най популярніший захист металевих конструкцій – це лакофарбові покриття. Види фарб які використовують для захисту – емаль, масляні, фарби зі спеціальним складом, акрилові. При їх виборі враховують рівень вологості, агресивні чинники та температурний режим. [5]

Переваги спеціальних фарб – вогнестійкість, підвищений рівень антикорозійного захисту, стійкість до перепадів температури, адекватна ціна, універсальність, простота нанесення (пасивний захист).[5]

Покриття з інгібіторами – відноситься до пасивного захисту, виконують за допомогою засобів з фосфорною кислотою, солями хромової кислоти. Перевага – протидіють появі іржі під шаром захисту.[5]

Для захисту метало конструкцій від ґрунтової корозії – використовують електрохімічний захист метало конструкцій, оброблюють за допомогою протектора (алюміній, магній, цинк).[5]

Метод протектора або холодне цинкування – основа складу епоксидні смоли або термопластичні полімери, також в фарбу додають металевий пил (цинковий пил). Перевага – дешевша ціна ніж гарячого, обробка виконується при будь якій погоді, забезпечує подвійний захист від корозії.[5]

Також розрізнять активний захист.

До активного захисту відносять – гаряче цинкування, гальванічне цинкування, термодифузійне цинкування.[5]

Гаряче цинкування – метал поміщають в ємність з розплавленим цинком, в наслідок чого утворюються захисний шар.[5]

Гальванічне цинкування – спочатку використовують вану з електролітом,

підключать струм утворюється дифузія іону цинку, яка змінюється на дислокацію. В результаті хімічної реакції виникає – шар цинку. [5]

Термодифузійний захист – метал закалюють в печі, потім піддають обробці цинковим пилом. Перевагою даного способу є те що виготовлення металу відбувається вже зі сплавом який може протидіяти не лише корозії, а і морській воді та вогню.[5]

Висновок до першого розділу:

Мости унікальні, інженерні споруди. Їх велика кількість і всі вони мають свою історію, і архітектурні особливості.

Корозія підступний ворог мостів. Правильний вибір корозійного захисту не тільки захистить мостову конструкцію, а і дозволить поліпшити технічні характеристики, підвищить термін експлуатації конструкції. Загальна або нерівномірна корозія – утворюється на всій частині металу, призводить до повного руйнування конструкції. Крім того її глибина різна на різних ділянках. Локальна корозія – швидке руйнування металу, бувають випадки появи наскрізних отворів. Хімічна корозія – обумовлюється дією на метал спирту, бензину, мінеральних мастил та інших неелектролітів при високій температурі – газова корозія. Крім того на метал негативно впливають оксиди, хлориди, сульфідні – продукти корозії. Електрохімічна корозія – надзвичайно агресивна. Виникає при контакті 2 металів у середовищі розчинів електролітів, іншими словами виникає місцевий електричний струм. Біокорозія – спричинена мікроорганізмами, або їх продуктами. Сама відома корозія цього виду – низької води. Це стрімка корозія, яка є надзвичайно агресивною, та характеризується рудим осадом. Ерозійна корозія – корозія пасивних металів, з утворенням ямок (заглиблення). Це відбувається із за йонів та позитивного електродного потенціалу. Пасивний корозійний захист – покриття очищеної поверхні ґрунтовкою потім фарбою. Ґрунтовка – використовують сурик. Активний захист - гаряче цинкування, гальванічне цинкування, термодифузійне цинкування.

Розділ 2. Техніко-економічне порівняння варіантів. Обґрунтування параметрів обраної конструкції .

2.1 Умови будівництва. Геологічні та гідрологічні умови

Вихідні дані:

1. Район будівництва - І.
2. Клас річки - V.
3. Тип мосту – залізничний.
4. Розрахункове навантаження - С14.
5. Отвір мосту - 465 м.

Київська область - клімат помірний, з теплим вологим літом і м'якою з відлигами зимою. Середня температура липня $+21^{\circ}\text{C}$, температура січня становить $-5,8^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів за рік коливається до 600 мм.

Річка VI класу є судноплавною, клас водних шляхів згідно ДСТУ Б.В.2.3-1-95. Відповідно габарити мають обрис (див. рисунок 2.1).

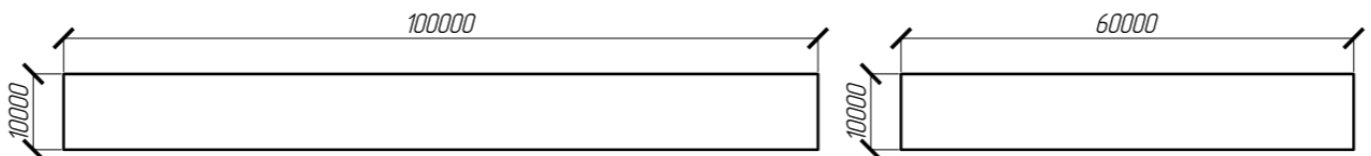


Рисунок 2.1.1 - Судноплавні габарити річки V класу

Характеристики річки:

1. Рівень високих вод (РВВ) – 50,0 м.
2. Розрахунковий судноплавний рівень (РСР) – 49,5 м.
3. Меженний рівень води (РМВ) – 45,0 м.
4. Ширина русла в: РВВ = 267 м; РСР = 259 м; РМВ = 77 м.
5. Глибина річки - 7 м.

Геологічні умови - перший шар (ліва пойма) – мул, середня потужність 3,5 м. Другий шар (права пойма) – пісок, середня потужність 8 м. Третій шар – суглинок, середня потужність > 40 м, четвертий шар (права пойма) – галька, середня

потужність 12 м.

2.2 Складання схем

Схеми графічно наведені на рис. 3.1

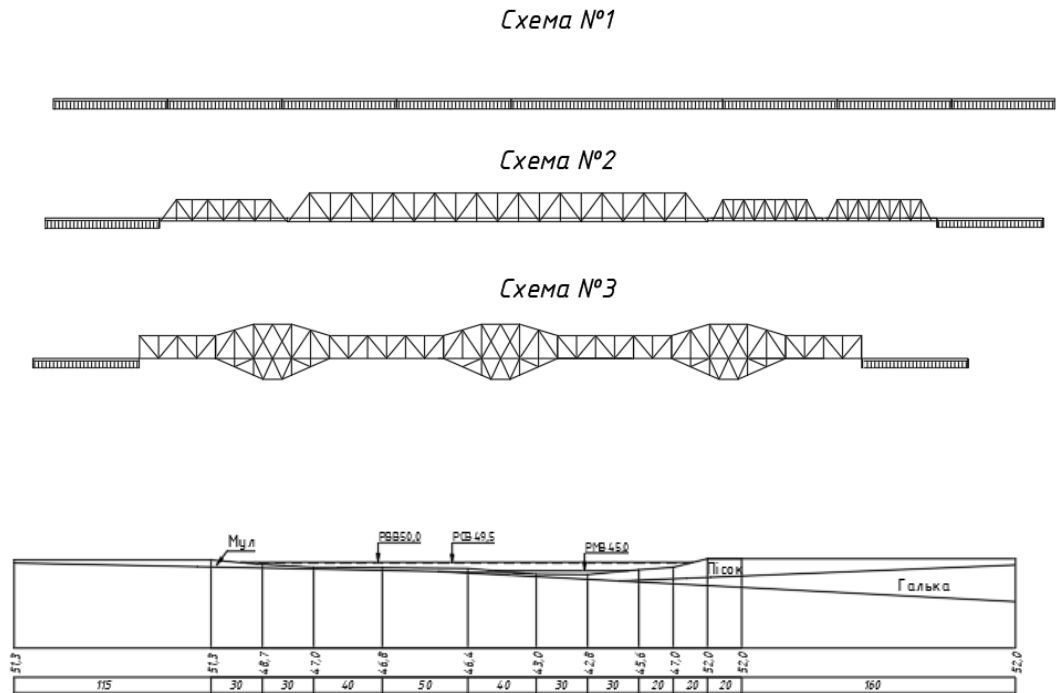


Рисунок 2.2.1 - Складені схеми варіантів

Схема 1. $L_{\Pi} = 60,0 + 60,0 + 111,140 + 60,0 + 60,0 + 60,0$; $L_{\text{отв}} = 485.125$ м; $\Delta = 4,3\%$.

Схема 2. $L_{\Pi} = 55,8 + 66,96 + 55,8 + 221,14 + 60,0 + 60,0 + 55,8$; $L_{\text{отв}} = 480.825$ м; $\Delta = 3.4\%$.

Схема 3. $L_{\Pi} = 55,8 + 40,0 + 60,0 + 40,0 + 60,0 + 60,0 + 60,0 + 60,0 + 55,8$; $L_{\text{отв}} = 478.275$ м; $\Delta = 2.8\%$.

2.3 Розрахунок об'ємів варіантів мостів

2.3.1. Варіант 1

Даний варіант будується за схемою 1. У ньому використовуються:

- коробчасті прогонові споруди;
- ярусні монолітні опори;

- призматичні палі.

Схема №1



Рисунок 2.3.1.1 – Схема 1

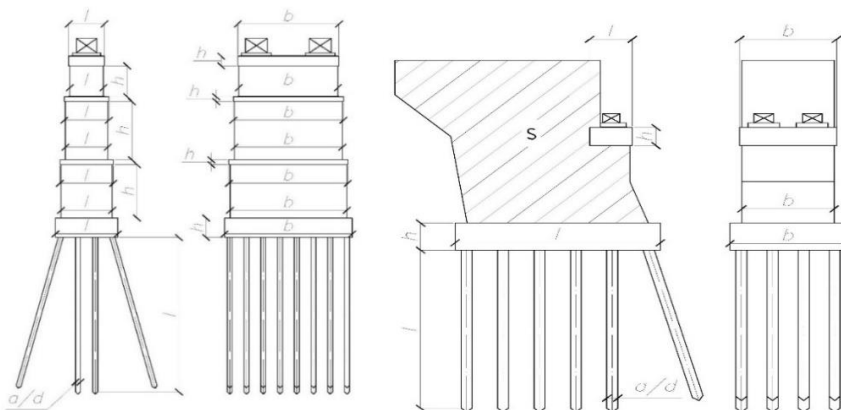


Рисунок 2.3.1.2 - Схеми типорозмірів опор

Розрахунок представлений в вигляді таблиць.

Таблиця 2.3.1 – Об'єм опор стояни схема 1

Об'єм опор. Стояни								
	ОП0				ОП8			
Назва	l/s, м	b, м	h, м	v, м ³	l/s, м	b, м	h, м	v, м ³
ОГОЛОВОК	1.65	7.7	1	12.67	1.65	7.7	1	12.67
Тіло	67.49	8.9	0	600.661	67.49	8.9	0	600.661
Роствірк	11	9.9	2	217.8	11	9.9	2	217.8

$$V_{ог.ст} = l \cdot b \cdot h = V; \quad V_{т.ст} = s \cdot b = V; \quad V_{р.ст} = \sum l \cdot b \cdot h = V.$$

$$\text{Разом ОП0 та ОП6 } V=1662.262\text{м}^3$$

Таблиця 2.3.2 - Об'єм проміжних опор схема 1

Назва опори	оголовок				1 ярус				2 ярус			
	l, м	b, м	h, м	v, м ³	l, м	b, м	h, м	v, м ³	l, м	b, м	h, м	v, м ³
ОП1	3.065	7.9	1	22.2	2.7	8.9	7.35	176.6205	0	0	0	0
ОП2	3.29	7.9	1	23.67	3.09	8.9	7.15	196.6321	3.89	9.7	4	150.932
ОП3	3.54	8.3	1	26.69	3.24	8.9	7.01	202.14036	4.40	9.7	5	213.4
ОП4	3.54	8.4	1	27.05	3.24	8.9	7.01	202.14036	4.40	9.7	4.5	192.06
ОП5	3.29	7.9	1	23.67	3.09	8.9	6.65	182.882	0	0	0	0
ОП6	3.29	7.9	1	23.67	3.09	8.9	6.65	182.882	0	0	0	0
ОП7	3.29	7.9	1	23.67	3.09	8.9	6.65	182.882	0	0	0	0

$$\text{Разом ОП1 – ОП7 } V=1822,96932\text{м}^3$$

Таблиця 2.3.3 - Об'єм проміжних опор схема1

Назва проміжної опори	Розтверг			
	l, м	b, м	h, м	v, м3
ОП1	4.53	9.9	2	96.942
ОП2	4.89	10.7	2	104.646
ОП3	5.04	10.7	2	107.856
ОП4	5.04	10.7	2	107.856
ОП5	4.09	9.9	2	87.526
ОП6	4.09	9.9	2	87.526
ОП7	4.09	9.9	2	87.526

Разом ОП1 - ОП5 $V=767,398 \text{ м}^3$

Таблиця 2.3.4– Палі, стояни схема1

Палі. Стояни						
Назва	n.l, шт	n.b, шт	n.o, шт	a/d, м	l, м	V, м3
ОП0	8	7	56	0.3	10	50.4
ОП8	7	7	49	0.3	10	44.1

$$V_{\text{п}} = n_o \cdot a^2 \cdot l = V$$

Разом ОП0 та ОП8 $V= 94.5 \text{ м}^3$

Таблиця 2.3.4 – Палі, проміжні опори схема1

Палі. Проміжні опори						
Назва	n.l, шт	n.b, шт	n.o, шт	a/d, м	l, м	V, м3
ОП1	3	8	24	0.3	10	21,6
ОП2	5	8	40	0.3	10	36
ОП3	5	8	40	0.3	10	36
ОП4	5	8	40	0.3	10	36
ОП5	4	8	32	0.3	10	28.8
ОП6	4	8	32	0.3	10	28.8
ОП7	4	8	32	0.3	10	28.8

$$V_{\text{п}} = n_o \cdot a^2 \cdot l = V.$$

Разом ОП1 – ОП7 $V=158.4 \text{ м}^3$

Таблиця 2.3.5 – розробка ґрунту схема1

Розробка ґрунту. Стояни				
Назва	l, м	b, м	h, м	V, м3
ОП0	11	8.9	2.5	244.75
ОП8	8.6	8.9	2.5	191.35

$$V_{\text{р.г}} = l \cdot b \cdot h_{\text{сер}} = V.$$

Разом ОП0 і ОП8 $V=436.1 \text{ м}^3$

Таблиця 2.3.6 – Розробка ґрунту проміжні опори схема 1

Розробка ґрунту. Проміжні опори				
Назва	l, м	b, м	h, м	V, м ³
ОП1	4.53	9.9	2.5	112.1175
ОП2	4.89	10.7	2.485	130.023
ОП3	5.04	10.7	2.61	140.752
ОП4	5.04	10.7	2.61	140.752
ОП5	4.09	9.9	2.5	101.2275
ОП6	4.09	9.9	2.5	101.2275
ОП7	4.09	9.9	2.5	101.2275

$$V_{p.r} = l \cdot b \cdot h_{сер} = V.$$

Разом ОП1 – ОП7 V = 624.872 м³

Таблиця 2.3.7 – Шпунтове огороження стоянів схема 1

Шпунтове огороження. Стояни				
Назва	l, м	b, м	h, м	S, м ²
ОП0	11	9.9	4	297
ОП8	8.6	9.9	4	249.48

$$V_{ш.ог} = 2 \cdot l \cdot h + 2 \cdot b \cdot h = S.$$

Разом ОП0 і ОП8 S = 546.48 м³

Таблиця 2.3.8 – Шпунтове огороження проміжних опор схема 1

Шпунтове огороження. Проміжні опори				
Назва	l, м	b, м	h, м	S, м ²
ОП1	4.53	14.9	4	155.44
ОП2	4.89	15.7	4.5	185.31
ОП3	5.04	15.7	5.5	228.14
ОП4	5.04	15.7	5.03	208.644
ОП5	4.09	15.7	4	158.32
ОП6	4.09	15.7	4	158.32
ОП7	4.09	15.7	4	158.32

$$V_{ш.ог} = 2 \cdot l \cdot h + 2 \cdot b \cdot h = S.$$

Разом ОП1 – ОП7 S = 935.854 м³

Таблиця 2.3.9 – Конуси насипу схема 1

Конуси насипу	
Назва	V, м ³
ОП0	2921.56
ОП8	2413.88

$$V_{к.н} = \frac{\pi \cdot r^2 + \pi \cdot (r + h_{к.н} \cdot 1,5)^2}{2} \cdot h_{к.н} = V.$$

2.3.2. Варіант 2

Схема №2



Рисунок 2.3.2.1 – схема 2

Даний варіант будується за схемою 2. У ньому використовуються:

- сталезалізобетонні прогонові споруди з їздою верхом на баласті;
- розрізні прогонові споруди з наскрізними фермами з їздою низом;
- нерозрізні прогонові споруди з наскрізними фермами з їздою низом;
- ярусні монолітні опори;
- призматичні палі.

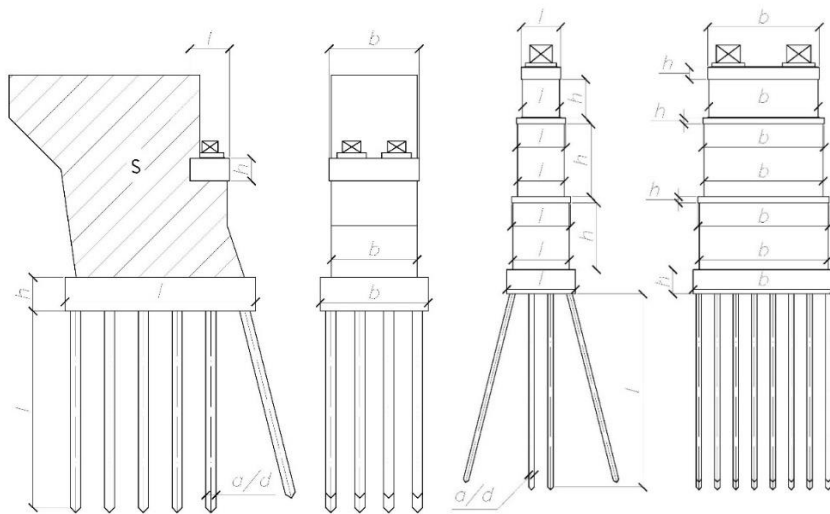


Рисунок 2.3.2.2 – Схеми типорозмірів опор

Розрахунок об'ємів

Розрахунок наведений в вигляді таблиць

Таблиця 2.3.2.1 Об'єм опор стоянів схема 2

Об'єм опор. Стояни								
	ОП0				ОП7			
Назва	l/s, м	b, м	h, м	v, м ³	l/s, м	b, м	h, м	v, м ³
Оголовок	1.65	4.3	1	7.1	1.65	4.3	1	7.1
Тіло	112.73	4.1	0	462.19	104.86	4.1	0	429.93
Роствірк	11	5.1	2	112.2	11	5.1	2	112.2

$$V_{ог.ст} = l \cdot b \cdot h = V; \quad V_{т.ст} = s \cdot b = V; \quad V_{р.ст} = \sum l \cdot b \cdot h = V.$$

Разом ОП0 та ОП7 $V = 549.23\text{м}^3$

Таблиця 2.3.2.2 - Розрахунок об'ємів проміжної опори схема 2

Назва	оголовок				1 ярус				2 ярус			
	l, м	b, м	h, м	v, м3	l, м	b, м	h, м	v, м3	l, м	b, м	h, м	v, м3
ОП1	2.93	7.7	1	20.72	2.73	8.4	4.3	82.49	0	0	0	0
ОП2	3.5	8.6	1	27.47	3.2	8.4	7.01	188.43	4	9.2	4.29	146.34
ОП3	2.6	8.6	1	20.91	2.2	8.4	7.01	129.54	3	9.2	6	165.6
ОП4	3.42	8.6	1	26.9	3.2	8.4	7.17	192.73	4	9.2	4.29	157.87
ОП5	2.85	4.3	1	10.51	3.09	8.4	6.65	172.61	0	0	0	0
ОП6	2.85	4.3	1	10.51	2.73	8.4	4.37	100.21	0	0	0	0

Разом ОП1 – ОП6 $V = 469.81\text{м}^3$

Таблиця 2.3.2.3 – Розрахунок розтвергу проміжної опори схема 2

Назва проміжної опори	Розтверг			
	l, м	b, м	h, м	v, м3
ОП1	4.53	10.2	2	92.412
ОП2	5	10.2	2	102
ОП3	4	10.2	2	81.6
ОП4	5	10.2	2	102
ОП5	4.09	10.2	2	83.436
ОП6	3.73	10.2	2	76.092

Разом ОП1 – ОП6 $V = 537.54\text{м}^3$

Таблиця 2.3.2.4 – Палі стояни схема 2

Палі. Стояни						
Назва	n.l, шт	n.b, шт	n.o, шт	a/d, м	l, м	V, м3
ОП0	8	4	32	0.35	10	39.2
ОП7	8	4	32	0.35	10	39.2

$$V_{\Pi} = n_o \cdot a^2 \cdot l = V.$$

Разом ОП0 та ОП7 $V = 78.4\text{м}^3$

Таблиця 2.3.2.5 – Палі проміжні опори схема 2

Палі. Проміжні опори						
Назва	n.l, шт	n.b, шт	n.o, шт	a/d, м	l, м	V, м3
ОП1	4	7	28	0.35	10	34.3
ОП2	4	7	28	0.35	10	34.3
ОП3	4	7	28	0.35	10	34.3
ОП4	4	7	28	0.35	10	34.3
ОП5	4	7	28	0.35	10	34.3
ОП6	4	7	28	0.35	10	34.3

$$V_{\Pi} = n_o \cdot a^2 \cdot l = V.$$

Разом ОП1 та ОП6 $V = 205.8\text{м}^3$

Таблиця 2.3.2.6 – Розробка ґрунту стояни схема 2

Розробка ґрунту. Стояни				
Назва	l, м	b, м	h, м	V, м ³
ОП0	11	7.9	2	173.8
ОП7	11	7.9	2	173.8

$$V_{p.r} = l \cdot b \cdot h_{сер} = V.$$

$$\text{Разом ОП0 та ОП7 } V = 347.6\text{м}^3$$

Таблиця 2.3.2.7 – Розробка ґрунту проміжні опори схема 2

Розробка ґрунту. Проміжні опори				
Назва	l, м	b, м	h, м	V, м ³
ОП1	4.53	8.4	2.5	95.13
ОП2	5	9.2	3.15	144.9
ОП3	4	9.2	2.68	98.624
ОП4	5	9.2	2.09	96.14
ОП5	4.09	8.4	2.5	85.89
ОП6	3.73	8.4	3.2	100.26

$$V_{p.r} = l \cdot b \cdot h_{сер} = V.$$

$$\text{Разом ОП1 та ОП6 } V = 620.944\text{м}^3$$

Таблиця 2.3.2.8 – Шпунтове огороження стоянів схема 2

Шпунтове огороження. Стояни				
Назва	l, м	b, м	h, м	S, м ²
ОП0	11	7.9	4	151.2
ОП7	11	7.9	4	151.2

$$V_{ш.ог} = 2 \cdot l \cdot h + 2 \cdot b \cdot h = S.$$

$$\text{Разом ОП0 та ОП7 } S = 302.4\text{м}^3$$

Таблиця 2.3.2.9 – Шпунтове огороження проміжні опори схема 2

Шпунтове огороження. Проміжні опори				
Назва	l, м	b, м	h, м	S, м ²
ОП1	4.53	8.4	4	103.44
ОП2	5	10.2	4.8	145.92
ОП3	4	10.2	6.5	184.6
ОП4	5	10.2	4	121.6
ОП5	4.09	8.4	4	99.92
ОП6	3.73	8.4	4	97.04

$$V_{ш.ог} = 2 \cdot l \cdot h + 2 \cdot b \cdot h = S.$$

$$\text{Разом ОП0 та ОП7 } S = 752.52\text{м}^3$$

Таблиця 2.3.2.10 – Конуси насипу схема 2

Конуси насипу	
Назва	V, м ³
ОП0	2556.07
ОП6	2556.07

$$V_{\text{к.н}} = \frac{\pi \cdot r^2 + \pi \cdot (r + h_{\text{к.н}} \cdot 1,5)^2}{2} \cdot h_{\text{к.н}} = V.$$

2.3.4 Варіант 3

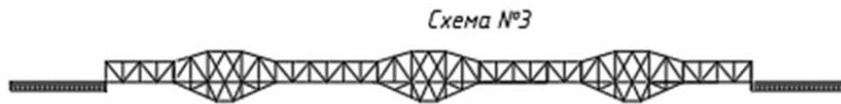


Рисунок 2.3.4.1 – схема 3

Даний варіант будується за схемою 3. У ньому використовуються:

- прогонові споруди з наскрізними фермами з їздою низом;
- прогонові споруди з наскрізними фермами з їздою по середині;
- ярусні монолітні опори;
- призматичні палі та буронабивні.

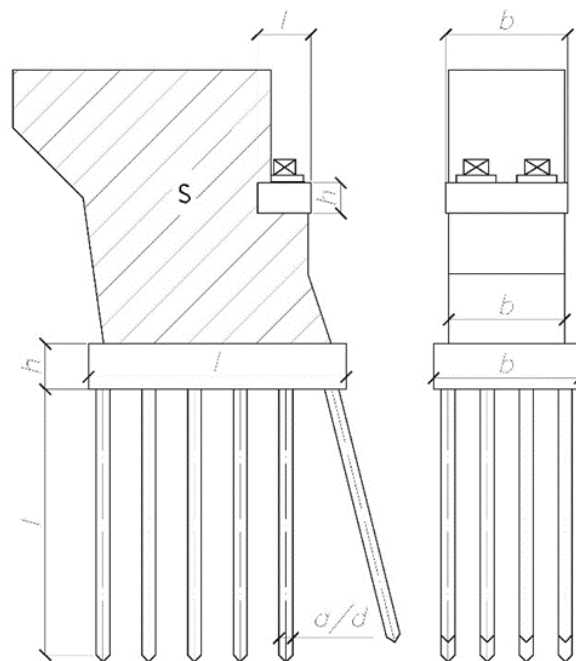


Рисунок 2.3.4.2 - Схеми типорозмірів опор
Розрахунок об'ємів

Таблиця 2.3.4.1 – Об'єм опор стояни схема 3

Об'єм опор. Стояни								
Назва	ОП0				ОП6			
	l/s, м	b, м	h, м	v, м ³	l/s, м	b, м	h, м	v, м ³
Оголовок	1.65	7.7	1	12.67	1.65	7.7	1	12.67
Тіло	67.49	8.9	0	600.66	67.49	8.9	0	600.66
Роствірк	11	9.9	2	217.8	8.6	9.9	2	170.28

Разом ОП0 та ОП6 $V = 783.61 \text{ м}^3$

Таблиця 2.3.4.2 - Розрахунок об'ємів проміжної опори

Назва	оголовок				1 ярус			
	l, м	b, м	h, м	v, м ³	l, м	b, м	h, м	v, м ³
ОП1	2.93	7.7	1	20.72	2.95	8.9	6.31	165.66905
ОП2	3.5	8.6	1	27.47	3.16	8.9	4.35	122.3394
ОП3	2.6	8.6	1	20.91	3.16	8.9	4.4	123.7456
ОП4	3.42	8.6	1	26.9	3.16	8.9	4.4	123.7456
ОП5	2.85	4.3	1	10.51	2.95	8.9	6.3	165.4065
ОП6	3.42	8.6	1	26.9	3.16	8.9	4.4	123.7456
ОП7	2.85	4.3	1	10.51	2.95	8.9	6.3	165.4065
ОП8	2.85	4.3	1	10.51	2.95	8.9	6.3	165.4065

Разом ОП1 та ОП8 $V = 700.90615\text{м}^3$

Таблиця 2.3.4.3 – Розтверг проміжної опори схема 3

Назва проміжної опори	Розтверг			
	l, м	b, м	h, м	v, м ³
ОП1	4.53	10.7	2	96.942
ОП2	4.16	20.96	2	174.3872
ОП3	4.16	20.96	2	174.3872
ОП4	4.16	20.96	2	174.3872
ОП5	4.53	20.96	2	189.8976
ОП6	4.53	20.96	2	189.8976
ОП7	4.53	20.96	2	189.8976
ОП8	4.16	10.7	2	89.024

Разом ОП0 та ОП8 $V = 1007.9228\text{м}^3$

Таблиця 2.3.4.4 – Палі стояни схема 3

Палі. Стояни						
Назва	n.l, шт	n.b, шт	n.o, шт	a/d, м	l, м	V, м ³
ОП0	8	11	56	0.35	10	68.6
ОП9	8	11	56	0.35	10	68.6

$$V_{\text{п}} = n_o \cdot a^2 \cdot l = V.$$

Разом ОП0 та ОП8 $V = 137.2\text{м}^3$

Таблиця 2.3.4.5 – Палі проміжні опори схема 3

Палі. Проміжні опори						
Назва	n.l, шт	n.b, шт	n.o, шт	a/d, м	l, м	V, м ³
ОП1	4	8	32	0.35	10	39.2
ОП2	6	17	102	0.40	10	163.2
ОП3	6	17	102	0.40	10	163.2
ОП4	6	17	102	0.40	10	163.2
ОП5	6	17	102	0.40	10	163.2
ОП6	6	17	102	0.40	10	163.2

Продовження таблиці 2.3.4.5

ОП7	6	17	102	0.40	10	163.2
ОП8	4	8	32	0.35	10	39.2

$$V_{\Pi} = n_o \cdot a^2 \cdot l = V.$$

Разом ОП1 та ОП8 $V = 894.4\text{м}^3$

Таблиця 2.3.4.6 – Розробка ґрунту стояни схема 3

Розробка ґрунту. Стояни				
Назва	l, м	b, м	h, м	V, м3
ОП0	11	9.9	2.6	283.14
ОП9	11	9.9	2.6	283.14

$$V_{p.r} = l \cdot b \cdot h_{\text{сеп}} = V.$$

Разом ОП0 та ОП8 $V = 566.28\text{м}^3$

Таблиця 2.3.4.7 – Розробка ґрунту проміжні опори схема 3

Розробка ґрунту. Проміжні опори				
Назва	l, м	b, м	h, м	V, м3
ОП1	4.53	10.7	2.5	121.1775
ОП2	4.16	20.96	3.15	140.2128
ОП3	4.16	20.96	3.15	140.2128
ОП4	4.16	20.96	2.09	140.2128
ОП5	4.16	20.96	2.00	140.2128
ОП6	4.16	20.96	2.00	140.2128
ОП7	4.16	20.96	2.00	140.2128
ОП8	4.53	10.7	2.5	121.1775

$$V_{p.r} = l \cdot b \cdot h_{\text{сеп}} = V.$$

Разом ОП1 та ОП8 $V = 1084.8268\text{м}^3$

Таблиця 2.3.4.8 – Шпунтове огороження стояни схема 3

Шпунтове огороження. Стояни				
Назва	l, м	b, м	h, м	S, м2
ОП0	11	9.9	4	167.2
ОП9	11	9.9	4	167.2

$$V_{\text{ш.ог}} = 2 \cdot l \cdot h + 2 \cdot b \cdot h = S.$$

Разом ОП0 та ОП9 $S = 334.4\text{м}^3$

Таблиця 2.3.4.9 – Шпунтове огороження проміжні опори схема 3

Шпунтове огороження. Проміжні опори				
Назва	l, м	b, м	h, м	S, м2
ОП1	4.53	10.7	4	121.84
ОП2	4.16	20.96	4.8	142.656
ОП3	4.16	20.96	6.5	193.18
ОП4	4.16	20.96	4	118.88
ОП5	4.16	20.96	4.8	142.656
ОП6	4.16	20.96	6.5	193.18

Продовження 2.3.4.9

ОП7	4.16	20.96	4	118.88
ОП8	4.53	10.7	4	121.84

$$V_{\text{ш.ог}} = 2 \cdot l \cdot h + 2 \cdot b \cdot h = S.$$

$$\text{Разом ОП1 та ОП8 } S = 698.396\text{м}^3$$

Таблиця 2.3.4.10 – Конуси насипу схема 3

Конуси насипу	
Назва	V, м3
ОП0	2556.07
ОП9	2556.07

$$V_{\text{к.н}} = \frac{\pi \cdot r^2 + \pi \cdot (r + h_{\text{к.н}} \cdot 1,5)^2}{2} \cdot h_{\text{к.н}} = V.$$

2.3.5 Вартість матеріалів і робіт

Розрахунок вартості представлений в вигляді таблиць

Таблиця 2.3.5.1 – Варіант 1

Варіант 1				
Назва		Загальний об'єм	Вартість/один. об'єму, грн	Загальна вартість, грн
Опори:	Опори	3807.17532	2000	7614350.64
Палі:	Призматичні, м3	284.2	2500	710500
Розробка ґрунту:	Розробка ґрунту, м3	968.544	1000	968544
Шпунтове огороження:	Шпунтове огороження, м2	1482.334	100	148233.4
Конуси насипу:	Конуси насипу, м3	5112.14	300	1533642

Таблиця 2.3.5.2 – Варіант 2

Варіант 2				
Назва		Загальний об'єм	Вартість/один. об'єму, грн	Загальна вартість, грн
Опори:	Опори	1556.58	2000	3113160
Палі:	Призматичні, м3	284.2	2500	710500
Розробка ґрунту:	Розробка ґрунту, м3	968.544	1000	968544
Шпунтове огороження:	Шпунтове огороження, м2	1054.92	100	105492

Продовження таблиця 2.3.5.2 – Варіант 2

Конуси насипу:	Конуси насипу, м ³	5112.14	300	1533642
-----------------------	-------------------------------	---------	-----	---------

Таблиця 2.3.5.3 – Варіант 3

Варіант 3				
<i>Назва</i>		<i>Загальний об'єм</i>	<i>Вартість/один. об'єму, грн</i>	<i>Загальна вартість, грн</i>
Опори:	Опори	1945.47215	2000	3890944.3
Палі:	Призматичні, м ³	274.4	3000	823200
Розробка ґрунту:	Розробка ґрунту, м ³	1161.17008	1000	1161170.08
Шпунтове огородження:	Шпунтове огородження, м ²	1032.796	100	103279.6
Конуси насипу:	Конуси насипу, м ³	5112.14	300	1533642

Таблиця 2.3.5.4 – Загальна вартість варіантів

Загальна вартість грн	Варіант№1	Варіант№2	Варіант№3
	10975270,04	7512235,38	6431338

Висновок до розділу :

Для подальшого дослідження вибираю схему 3. Із за архітектурних особливостей схеми.

Розділ 3. Обґрунтування параметрів конструкції двоколійної металеві залізничної прогонової будови по напружено-деформованому стану елементів

3.1 Побудова вихідної схеми в програмному забезпеченні :

Розрахунок схеми 3 (див. рисунок 3.1) варіант №3, виконую за допомогою програмного забезпечення SELENA.

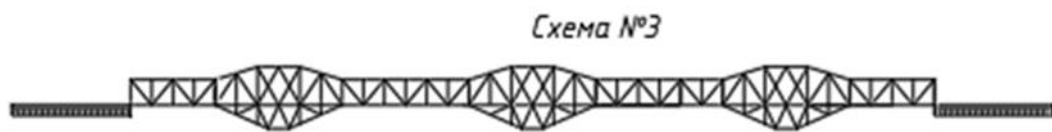


Рисунок 3.1 – Схема 3

Побудова вихідної схеми в програмі варіант №1 ширина балки 12 метрів див. рисунки 3.2

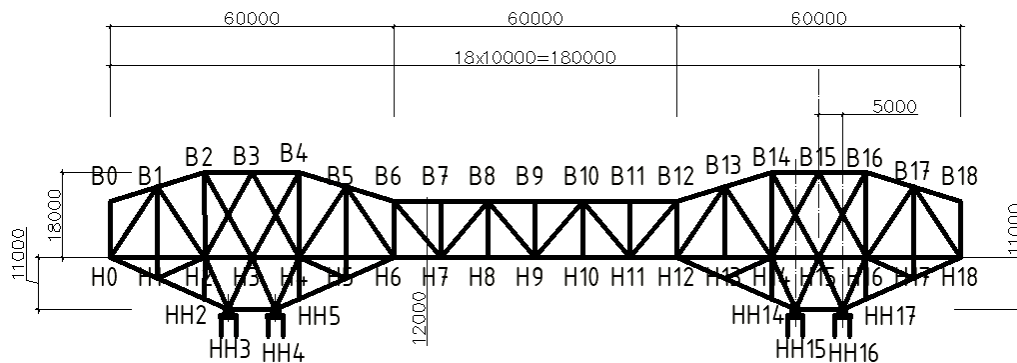


Рисунок 3.2 - Основна розрахункова схема
Переріз ферми – коробчастого типу.

Для обґрунтування конструкції двокільної металеві залізничної прогонової будови довжиною 60м під навантаження С14 розглянемо декілька варіантів конструкції:

1. Центральна прогонова будова довжиною 60 м спирається на додаткові опорні частини в вузлах H6 та H12, що забезпечує цьому прогону розрізну схему (див. рисунок 3.3).

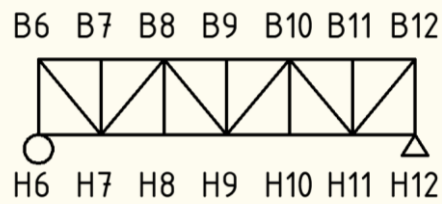


Рисунок 3.3 – центральна прогонова будова

2. Прогонова будова від Н0 до Н6 та від Н12 до Н18 також довжиною 60 м являє нетипову ферму за аналогом моста Форт-Бридж, Великобританія (див. рисунок 3.4).

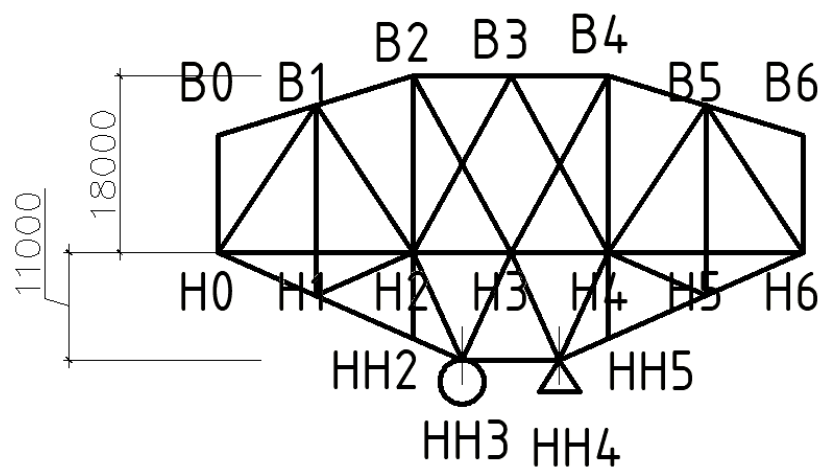


Рисунок 3.4 – прогонова будова від Н0 до Н6

3. Варіант часткової нерозрізності коли ферма за 1 варіантом з одного боку з'єднана з фермою по варіанту №2 а з іншого боку спирається на опорну в вузлі Н12 (див. рисунок 3.5).

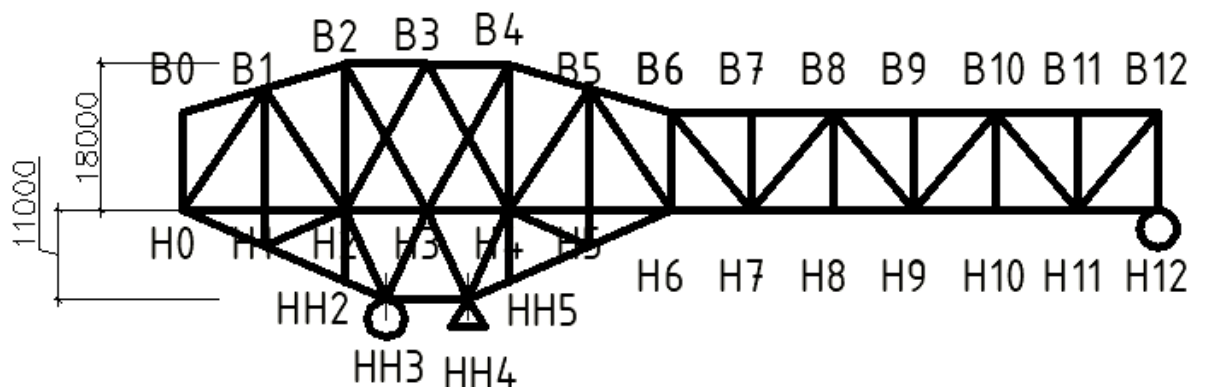


Рисунок 3.5 – частково нерозрізна ферма

4. Варіант нерозрізної системи коли ферма за 1 варіантом з обох боків з'єднана з фермою по варіанту №2 (див. рисунок 3.6)

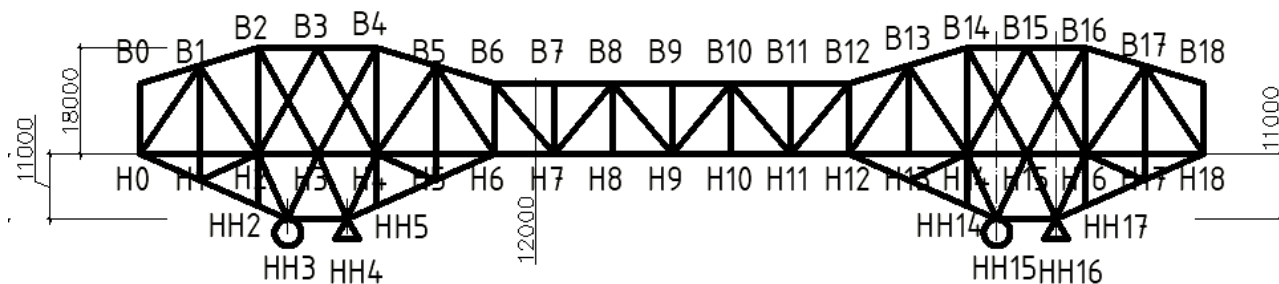


Рисунок 3.6 – нерозрізна система

В сучасних умовах для залізничних мостів середніх та великих прольотів використовуються розрізні та нерозрізні споруди із наскрізними головними фермами, які мають паралельні пояси та трикутну решітку з додатковими стояками та підвісками. Розрізні прогонові споруди застосовуються, як правило, при прольотах до 110,0 м. Для перекриття більших прольотів доцільно використовувати більш економічні нерозрізні двопрогонові та трипрогонові нерозрізні споруди. Основні дані для сучасних типових прогонових споруд із наскрізними головними фермами наведені в типових проектах.

3.2 Вибір оптимальної розрахункової схеми

Згідно з вказівками п. 4.18 ДБН В.2.3-14:2006 [3] розрахункову схему для конструкції прогонових споруд слід приймати з урахуванням їх конструктивної схеми. Для спрощення розрахунку просторову конструкцію прогонових споруд із наскрізними головними фермами розділяють звичайно на окремі площинні системи – головні ферми, поздовжні та поперечні в'язки, проїзну частину та інші. При цьому урахування взаємного впливу окремих систем при визначенні зусиль в елементах конструкції є обов'язковим. Будівельний підйом та деформації від навантажень, як правило, не враховуються.

Але в нашому випадку дві колії робить неможливим розглядати окремі пласкі ферми, тому що поперечний переріз має вигляд «усіченого ромбу» див. рис.3.2.1.

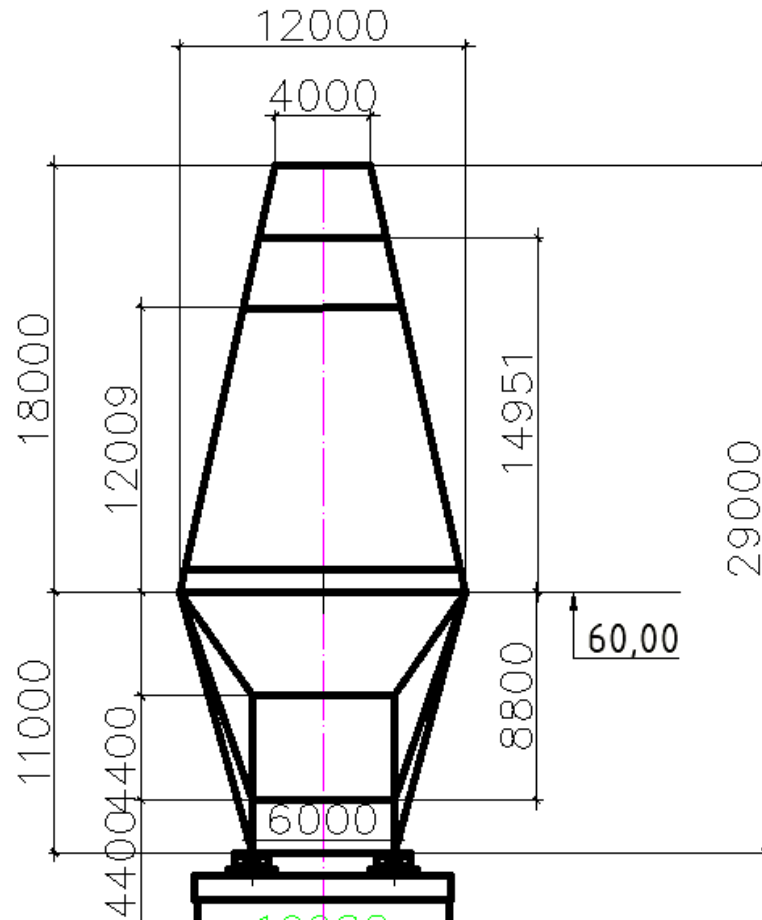


Рисунок 3.2.1 – розріз

Тому будемо розглядати просторові моделі за допомогою програмного забезпечення SELENA.

3.3 Визначення зусиль в елемента головних ферм від постійного та тимчасового вертикального навантаження

Зусилля в елементах головних ферм від постійного та тимчасового вертикального навантаження визначається за лініями впливу. Для елементів поясів і опорних розкосів розрізних ферм та підвісок лінії впливу однозначні, для проміжних розкосів лінії впливу мають дві ділянки різних знаків. При цьому в висхідних розкосах виникають зусилля стиску, або переважного стиснення, а в низхідних розкосах – переважне розтягнення. В верхніх поясах розрізних ферм діють зусилля стиснення, а в нижніх – розтягнення. Стояки при їзді низом працюють на тимчасове навантаження і ставляться тільки з метою зменшення розрахункової

довжини елементів верхнього поясу в площині ферми. Підвіски включаються в роботу тільки на місцеве навантаження.

Основні параметри ліній впливу – площа ліній впливу ω , довжина завантаження λ та коефіцієнт α , що характеризує положення вершини лінії впливу.

Для двозначних ліній впливу визначаються площі ω_1 та ω_2 і довжини завантажень λ_1 та λ_2 для окремих їх ділянок. Площі ліній впливу та площі їх окремих ділянок визначаються як площі відповідних трикутників або користуючись спеціальними формулами.

№1 варіант

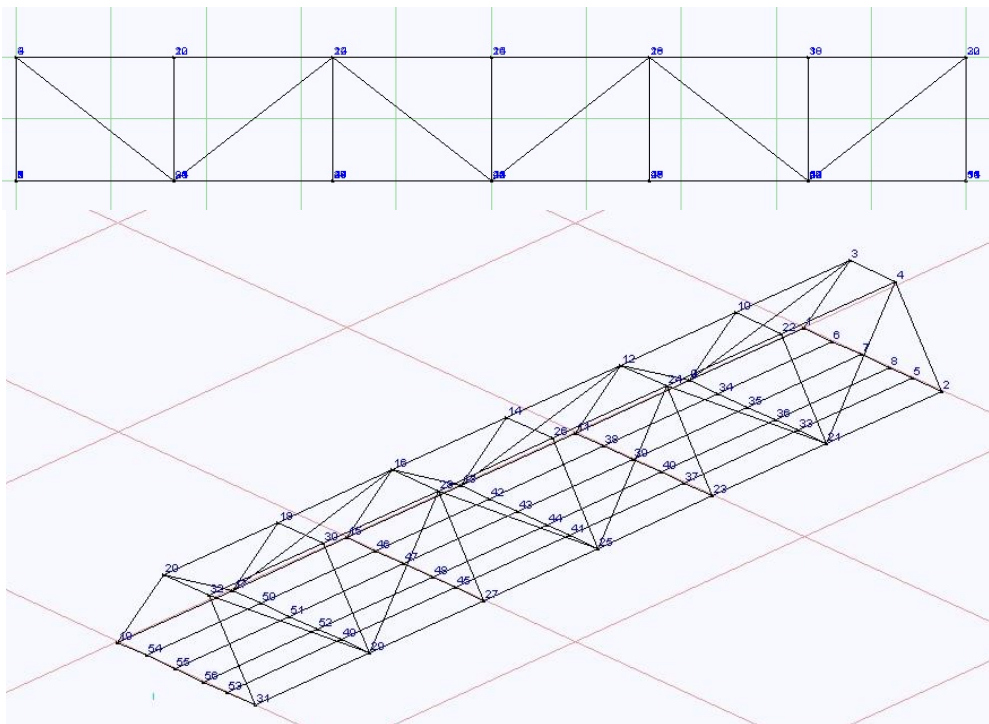


Рисунок 3.3.1- варіант №1

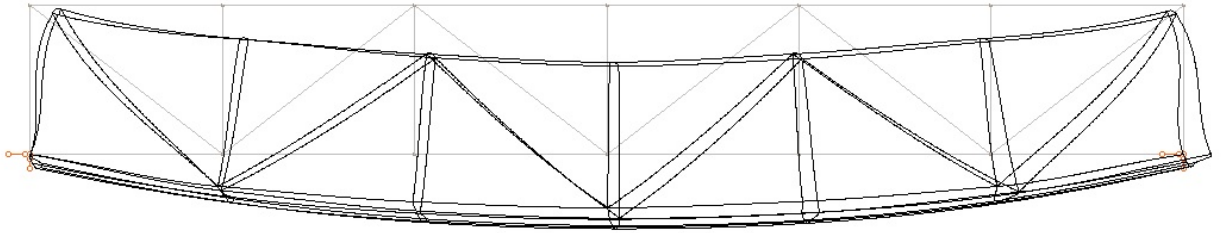


Рисунок 3.3.2 - варіант №1 деформація власної ваги
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми В7-В8 (див. рисунок - 3.3.3).

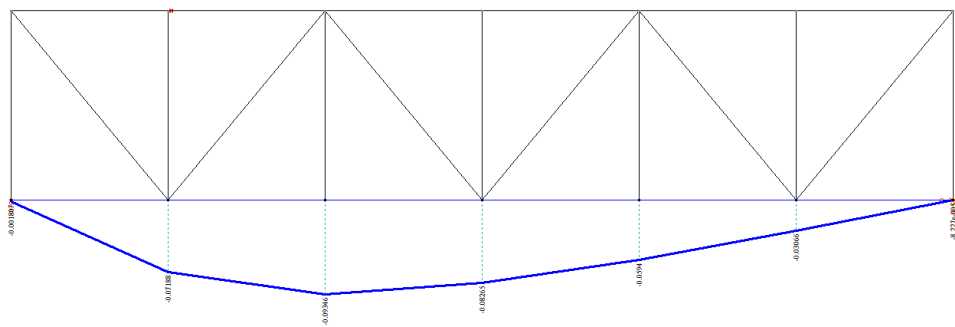


Рисунок 3.3.3 – л.в. поздовжніх зусиль в елементі ферми В7-В8
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми В8-Н9 (див. рисунок – 3.3.4).

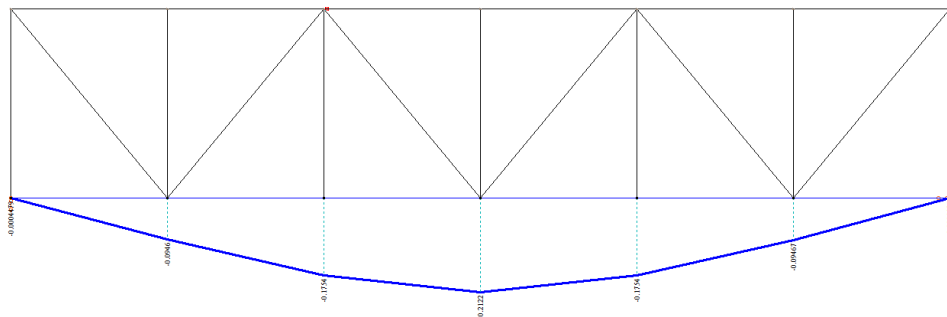


Рисунок 3.3.3 – л.в. поздовжніх зусиль в елементі ферми В8-В9

Рисунок 3.3.4 - л.в. поздовжніх зусиль елементі ферми В8-Н9
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н8-Н9(див. рисунок – 3.3.4).

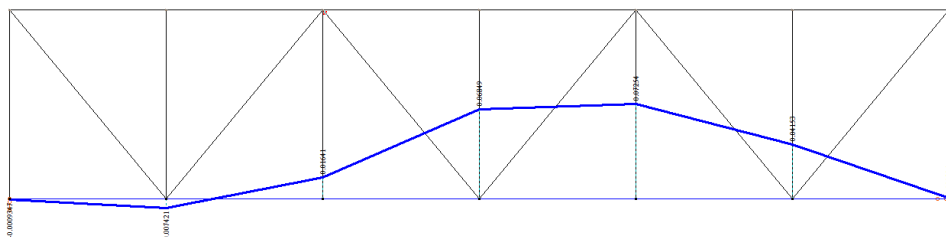


Рисунок 3.3.5 – л.в. поздовжніх зусиль в елементі ферми В8-Н9

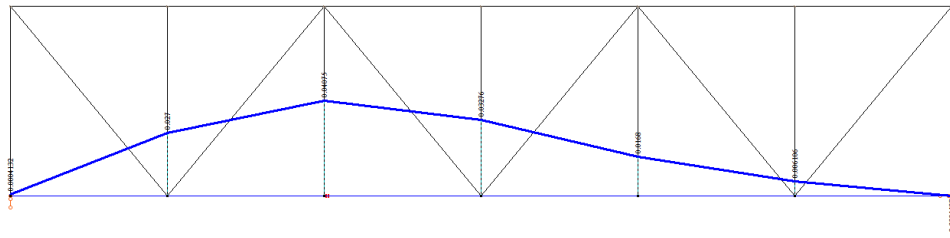


Рисунок 3.3.6 – л.в. поздовжніх зусиль в елементі ферми Н8-Н9

Таблиця 3.3.1 – л.в. від поздовжньої сили Nx в елементі ферми варіант №1

Зусилля	Умовне позначення	Додатні ділянки	Відємні ділянки	Сума
В7-В8				
поздовжня сила	Nx1	0.002024	-0.02037	-0.018346
поздовжня сила	Nx2		-0.424	-0.424
поздовжня сила	Nx3		-0.4367	-0.4367
поздовжня сила	Nx4		-0.3198	-0.3198
поздовжня сила	Nx5		-0.2099	-0.2099
поздовжня сила	Nx6		-0.1018	-0.1018
СУМА			-1.51257	-1.510546
В8-Н9				
поздовжня сила	Nx7	0.273	-0.001319	0.271681
поздовжня сила	Nx8	0.201	-0.1638	0.0372
поздовжня сила	Nx9	0.1255	-0.1403	-0.0148
поздовжня сила	Nx10		-0.004718	-0.004718
СУМА		0.5995	-0.310137	0.289363
Н8-Н9				
поздовжня сила	Nx11	0.1755	-0.00169	0.17381
поздовжня сила	Nx12	0.207	-0.001895	0.205105
поздовжня сила	Nx13	0.1729		0.1729
поздовжня сила	Nx14	0.02779		0.02779
поздовжня сила	Nx15	0.000457		0.000457
поздовжня сила	Nx16			0
СУМА		0.583647	-0.00169	0.581957
Н9-Н10				
поздовжня сила	Nx17	0.0000034	-0.0121	-0.0120966
поздовжня сила	Nx18	0.00934	-0.00139	0.00795
поздовжня сила	Nx19	0.151		0.151
поздовжня сила	Nx20	0.2605		0.2605
поздовжня сила	Nx21	0.1653		0.1653
СУМА		0.5861434	-0.01349	0.5726534

Продовження таблиці 3.3.1

Варіант №1				
Зусилля	Умовне позначення	Додатні ділянки	Відємні ділянки	Сума
В9-В10				
поздовжня сила	Nx22	0.007224	-0.288	-0.280776
поздовжня сила	Nx23	0.007	-0.609	-0.602
поздовжня сила	Nx24		-0.8228	-0.8228
поздовжня сила	Nx25		-0.6281	-0.6281
поздовжня сила	Nx26		-0.3018	-0.3018
СУМА		0.014224	-2.6497	-2.635476
В9-Н9				
поздовжня сила	Nx27	0.0002126	-0.001792	-0.0015794
поздовжня сила	Nx28	0.001	-0.007688	-0.006688
поздовжня сила	Nx29	0.001093	-0.001789	-0.000696
поздовжня сила	Nx30	0.000216		0.000216
СУМА		0.0025216	-0.011269	-0.0087474

№2 варіант

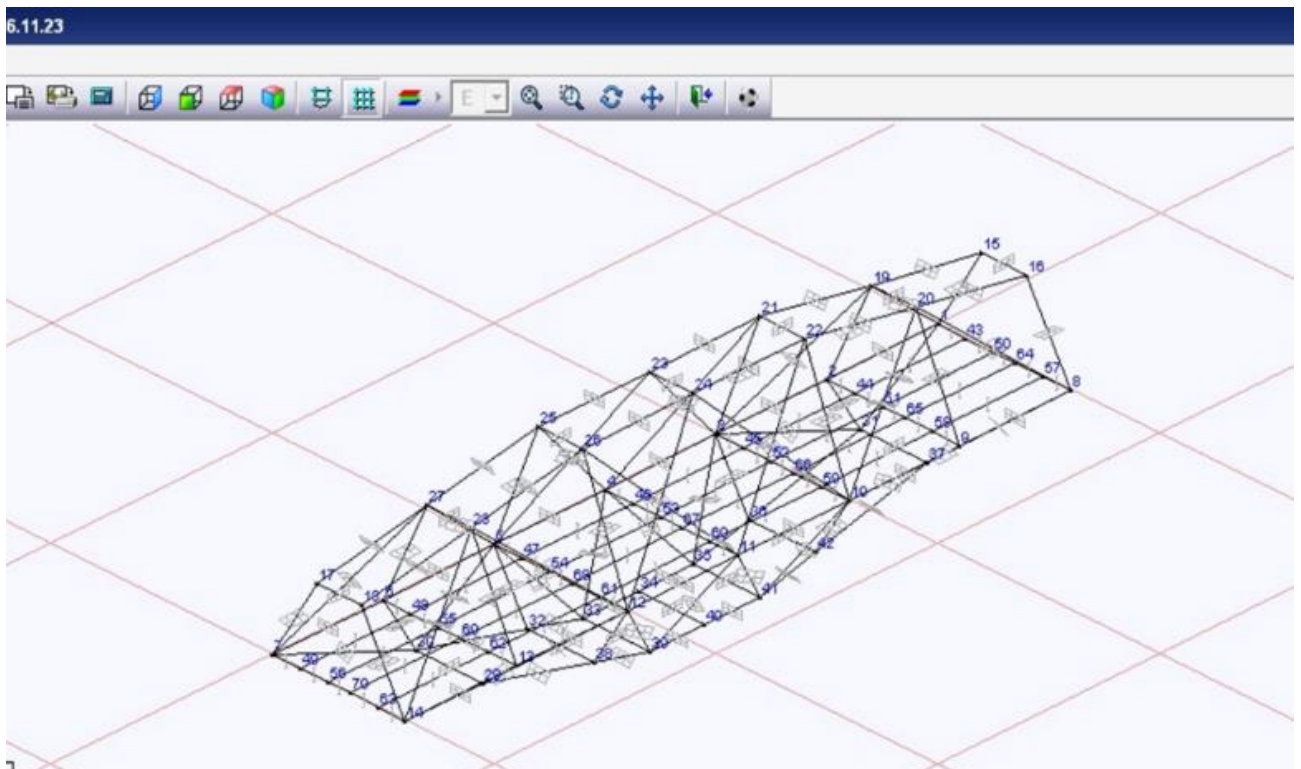


Рисунок 3.3.7 – Скелет конструкції

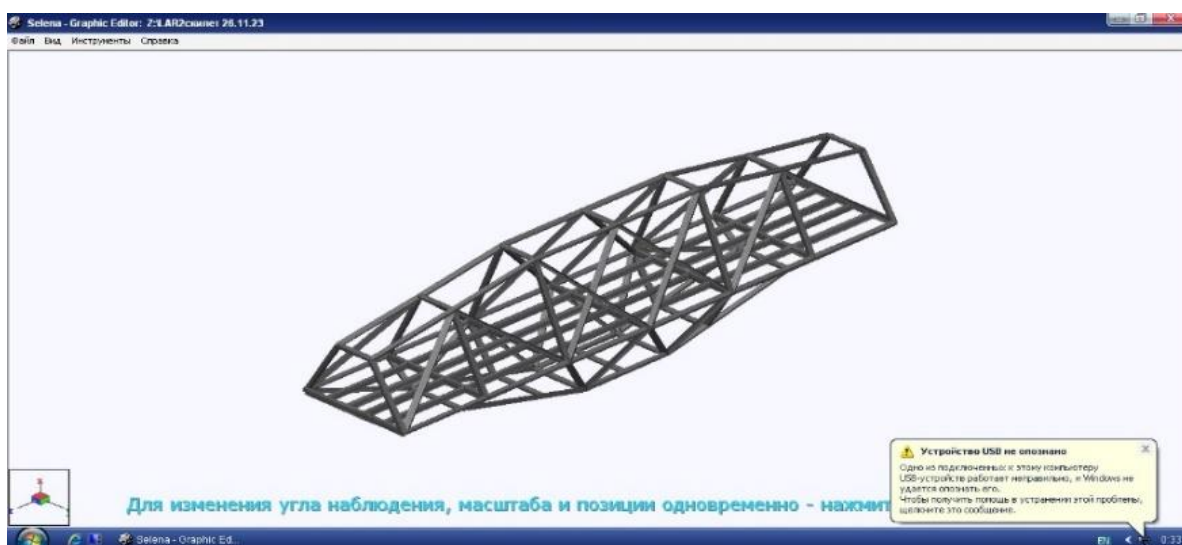


Рисунок 3.3.8 – 3D модель ферми

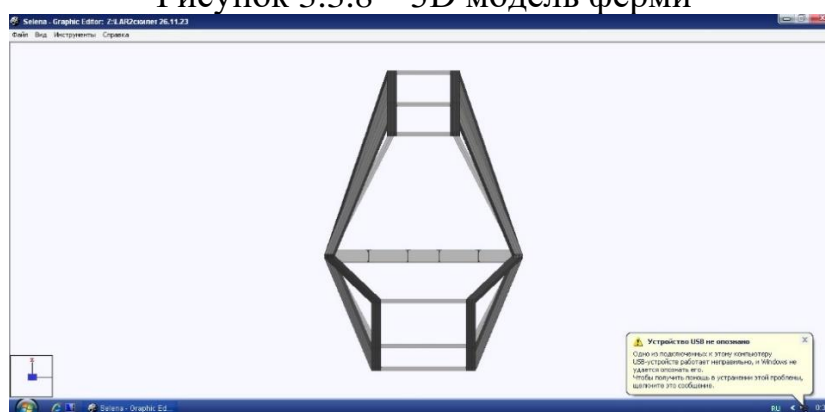


Рисунок 3.3.9 – модель ферми вариант №2

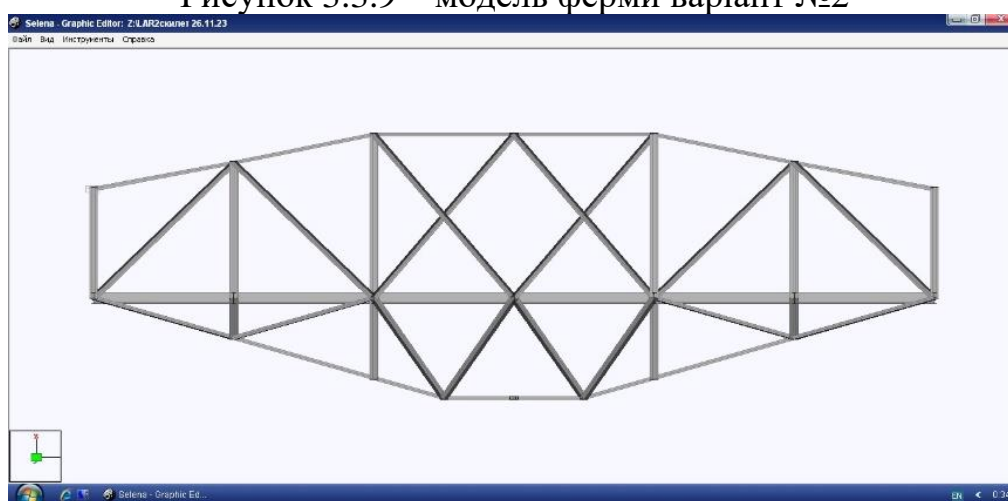


Рисунок 3.3.10 – модель ферми

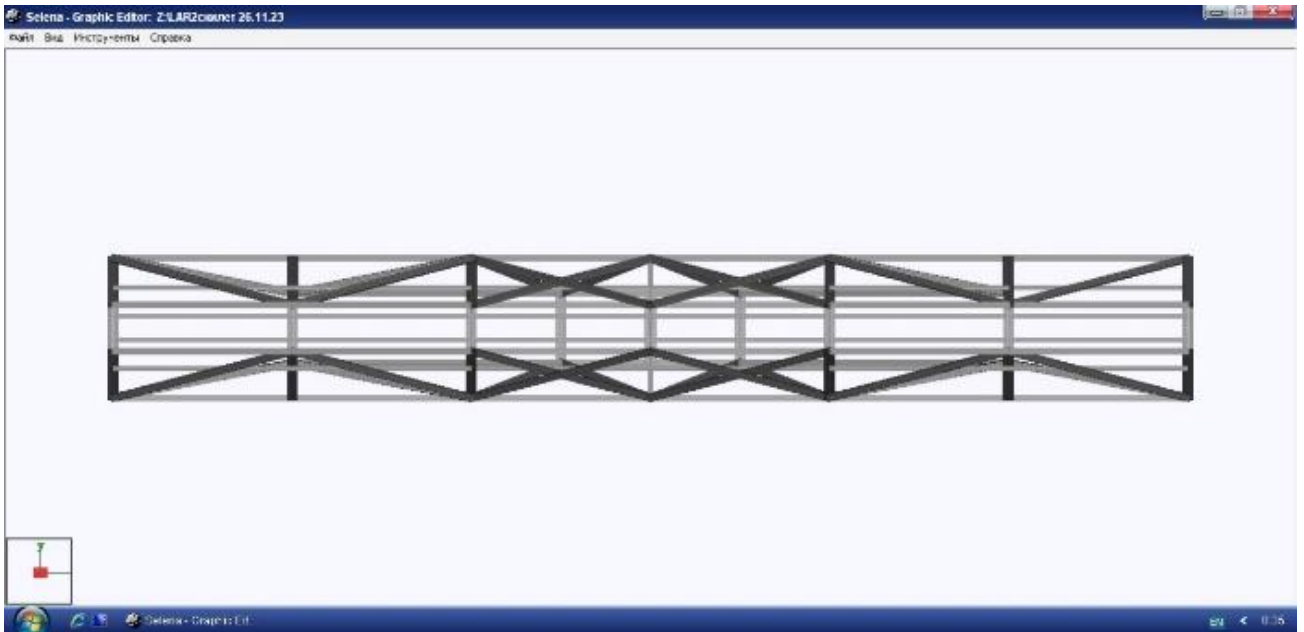


Рисунок 3.3.11 – верхній пояс

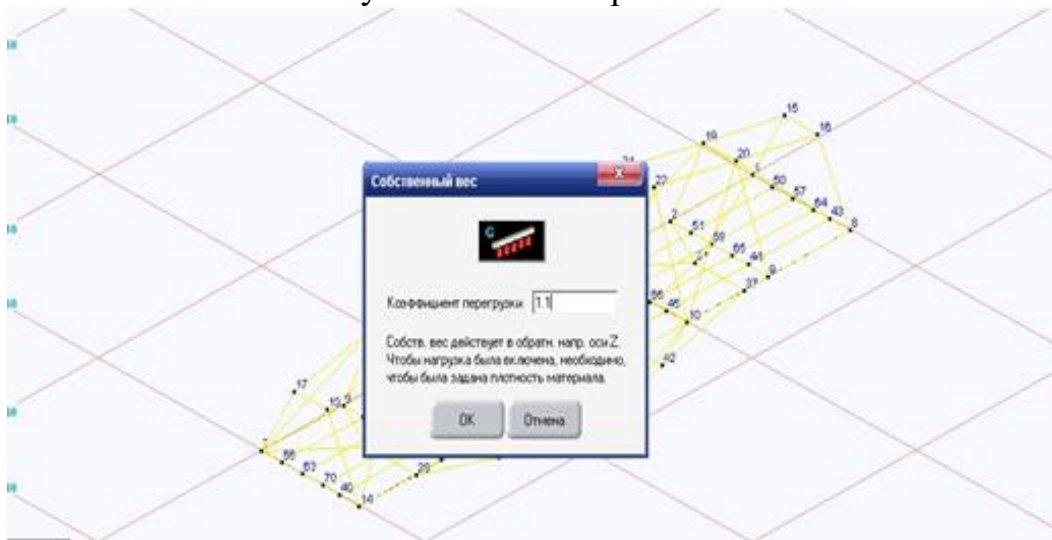


Рисунок 3.3.12 – коефіцієнт перенавантаження 1.1

Варіант №2 - прогонова будова від Н0 до Н6 та від Н12 до Н18 також довжиною 60 м являє нетипову ферму за аналогом моста Форт-Бридж, Великобританія (див. рисунок 3.4).

3D модель ферми – рисунок 3.3.8 по рисунок 3.3.11. Скелет ферми варіанту №2 показаний на рисунку 3.3.7 .Балка ферми для варіанту №2 показана на рисунку 3.3.13.

Навантаження від власної ваги – рисунок 3.3.14, з цього рисунку видно що конструкція побудована правильно ,працює добре (адекватно) та витримує власну вагу.

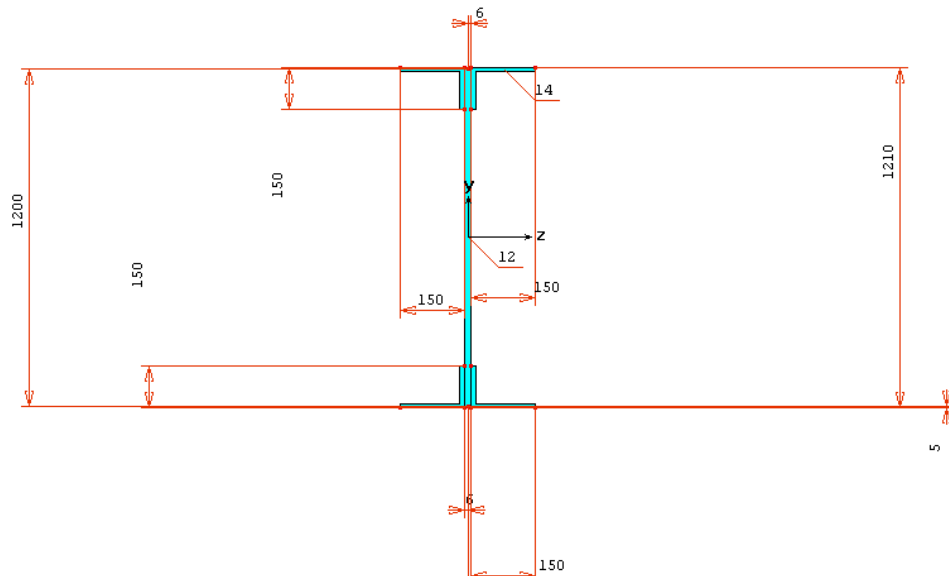


Рисунок 3.3.13 – балка

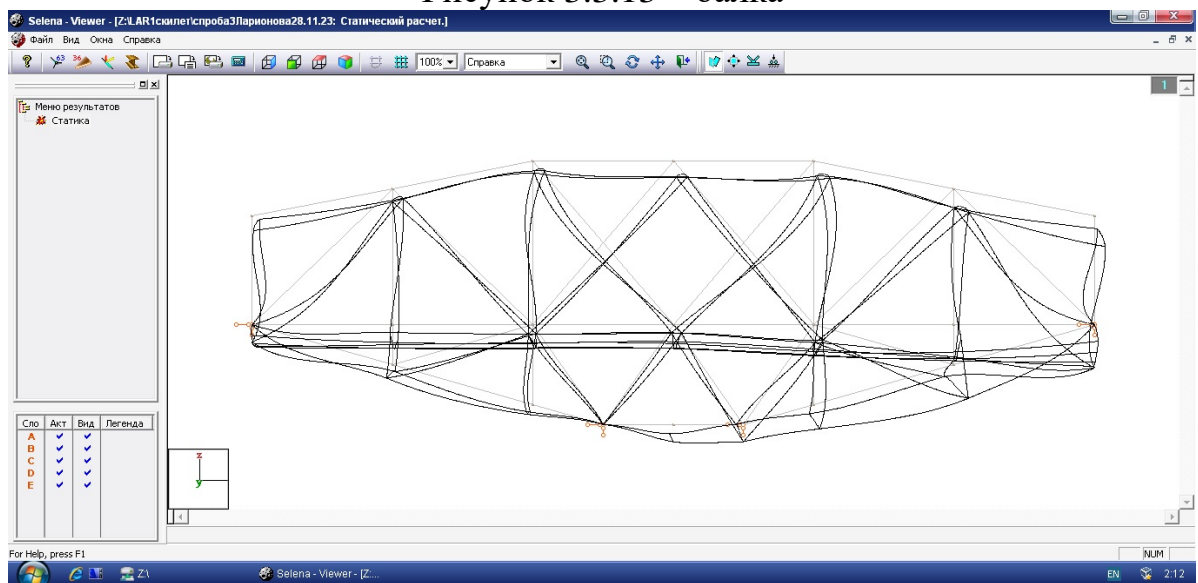


Рисунок 3.3.14 – навантаження від власної ваги

Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н1-НН2(див. рисунок – 3.3.15).

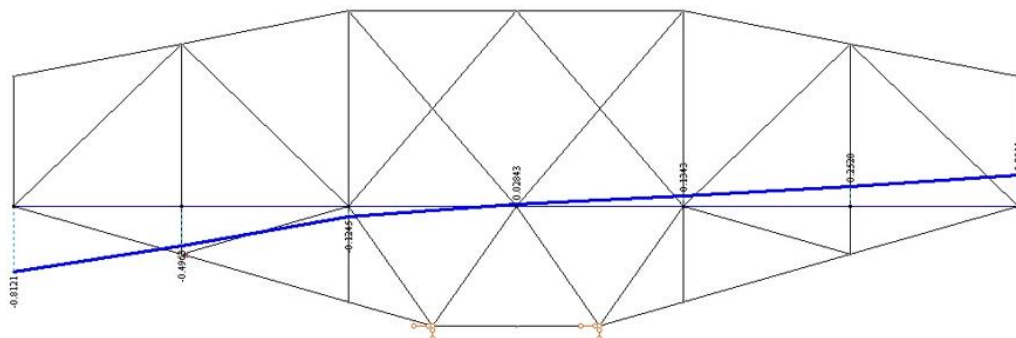


Рисунок 3.3.15 – л.в. поздовжніх зусиль в елементі ферми Н1-НН2

Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми В2-В3(див. рисунок – 3.3.16).

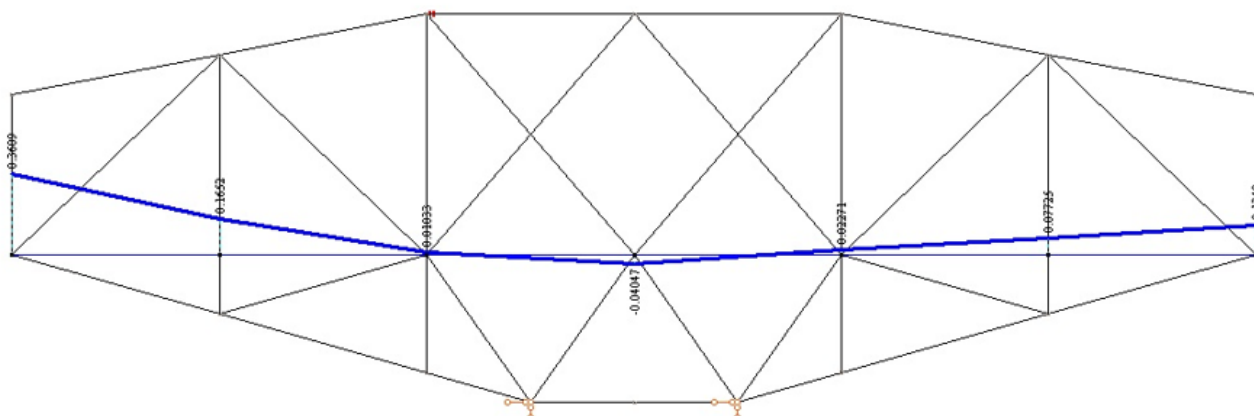


Рисунок 3.3.16 – л.в. поздовжніх зусиль в елементі ферми В2-В3
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н3-В4 (див. рисунок - 3.3.17).

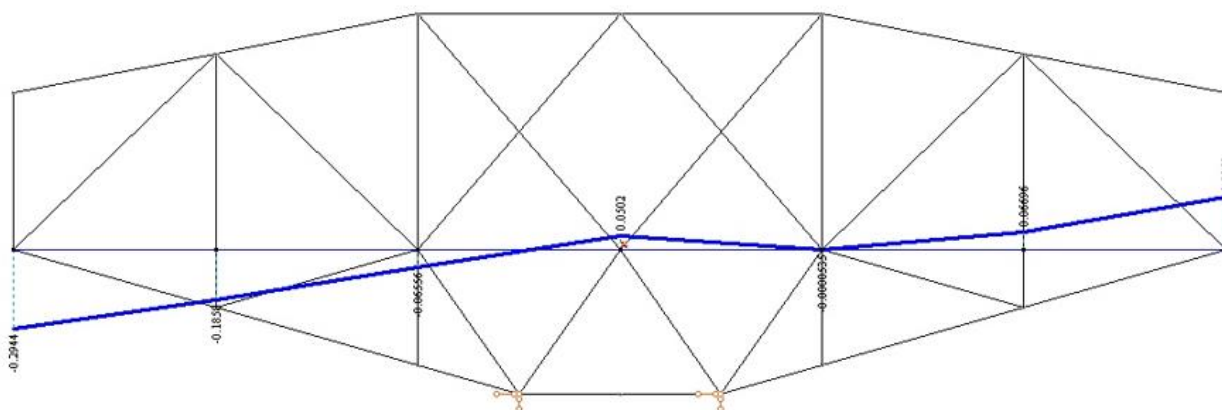


Рисунок 3.3.17 – лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н3-В4
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н0-В1(див. рисунок – 3.3.18).

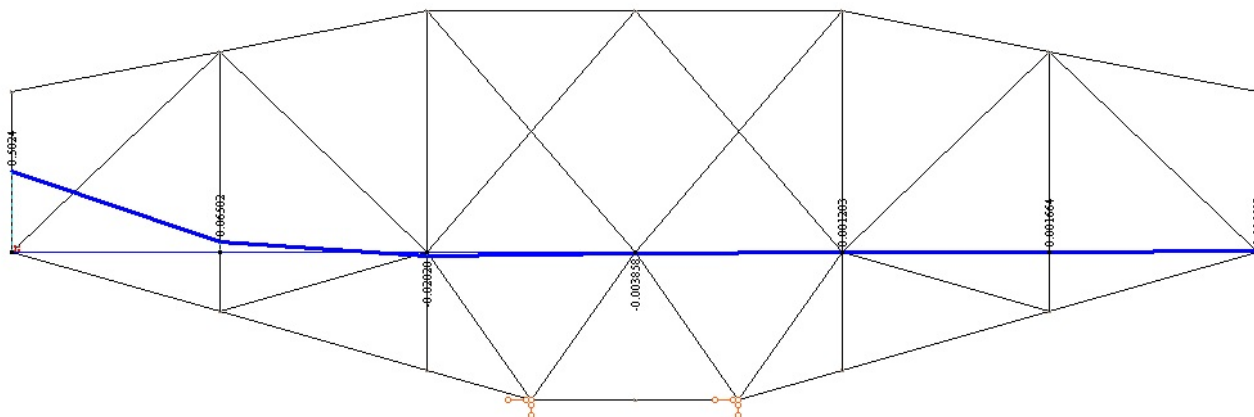


Рисунок 3.3.18 – Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н0-В1
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми В3-Н4 (див. рисунок – 3.3.19).

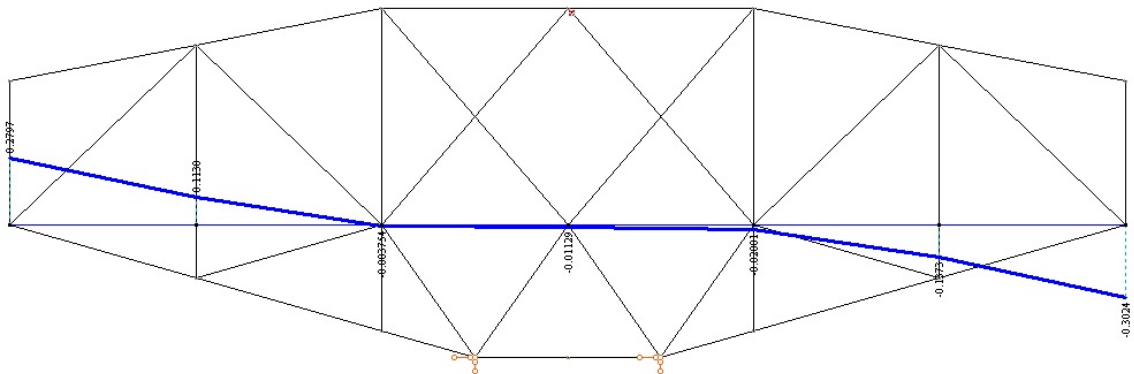


Рисунок 3.3.19 – Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми В3-Н4
Таблиця 3.3.2 – л.в. варіант №2

Зусилля	Умове позначення	Додатні ділянки	Відємні ділянки	Сума
В2-В3				
поздовжня сила	Nx2.1	0.3609	-0.04047	0.32043
поздовжня сила	Nx2.2	0.1652		0.1652
поздовжня сила	Nx2.3	0.01033		0.01033
поздовжня сила	Nx2.4	0.02271		0.02271
поздовжня сила	Nx2.5	0.07725		0.07725
поздовжня сила	Nx2.6	0.134		0.134
СУМА		0.77039	-0.04047	0.72992
В3-Н4				
поздовжня сила	Nx2.7	0.2797	-0.003754	0.275946
поздовжня сила	Nx2.8	0.113	-0.01129	0.10171
поздовжня сила	Nx2.9		-0.02001	-0.02001
поздовжня сила	Nx2.10		-0.1373	-0.1373
поздовжня сила	Nx2.11		-0.3024	-0.3024
СУМА		0.3927	-0.474754	-0.082054
Н0-В1				
поздовжня сила	Nx2.12	0.5024	-0.0202	0.4822
поздовжня сила	Nx2.13	0.06502	-0.003858	0.061162
поздовжня сила	Nx2.14	0.001203		0.001203
поздовжня сила	Nx2.15	0.001664		0.001664
поздовжня сила	Nx2.16	0.006592		0.006592
СУМА		0.576879	-0.024058	0.552821
Н1-НН2				
поздовжня сила	Nx2.17	0.02843	-0.8121	-0.78367
поздовжня сила	Nx2.18	0.1343	-0.4963	-0.362

Продовження таблиці 3.3.2

поздовжня сила	Nx2.19	0.252	-0.1245	0.1275
поздовжня сила	Nx2.20	0.3911		0.3911
СУМА		0.80583	-1.4329	-0.62707
НЗ-В4				
поздовжня сила	Nx2.20	0.0502	-0.2944	-0.2442
поздовжня сила	Nx2.21	0.06696	-0.1858	-0.11884
поздовжня сила	Nx2.22	0.195	-0.06556	0.12944
поздовжня сила	Nx2.23		-0.0000535	-0.0000535
СУМА		0.31216	-0.5458135	-0.2336535

Еквівалентні навантаження – таблиця 3.3.3 С14

Таблиця 3.3.3

Довжина	$\alpha=0$
32м	180

№ 3 варіант

Варіант часткової нерозрізності коли ферма за 1 варіантом з одного боку з'єднана з фермою по варіанту №2 а з іншого боку спирається на опорну в вузлі Н12.

3D модель ферми показана на рисунку – 3.3.20 та рисунок 3.3.21. Верхній пояс – рисунок 3.3.22.

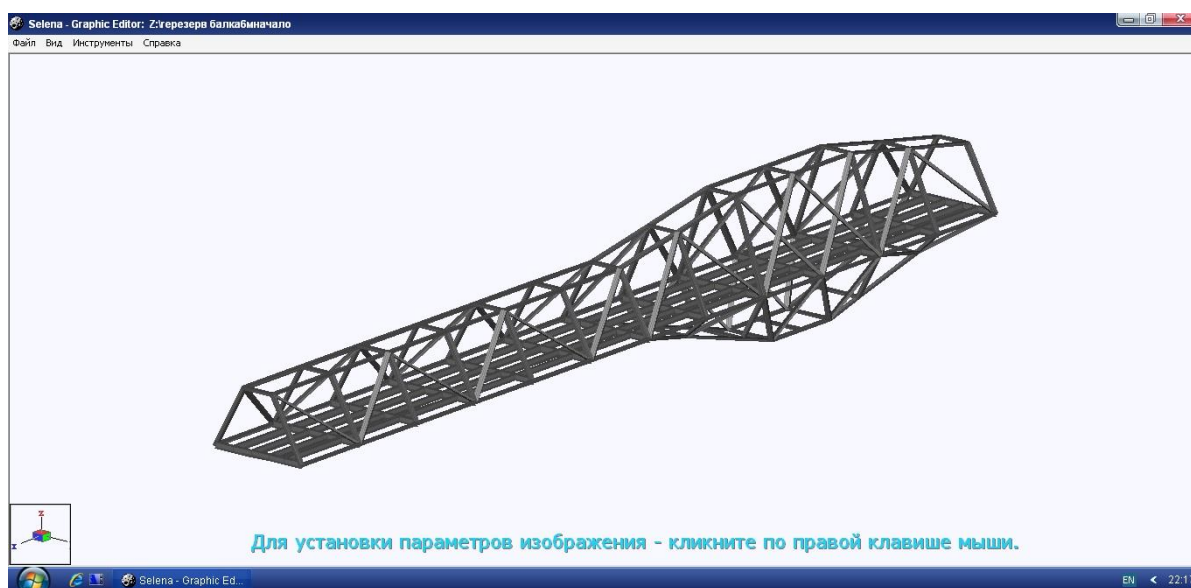


Рисунок 3.3.20 - 3D модель ферми

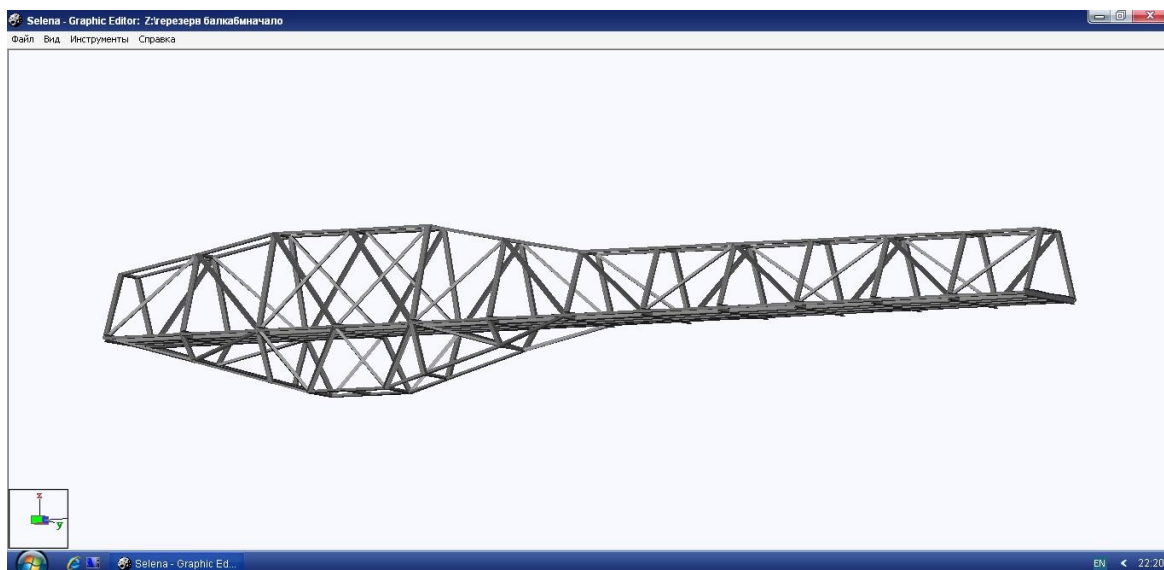


Рисунок 3.3.21 – 3D конструкция мостового пролёта для варианта №3

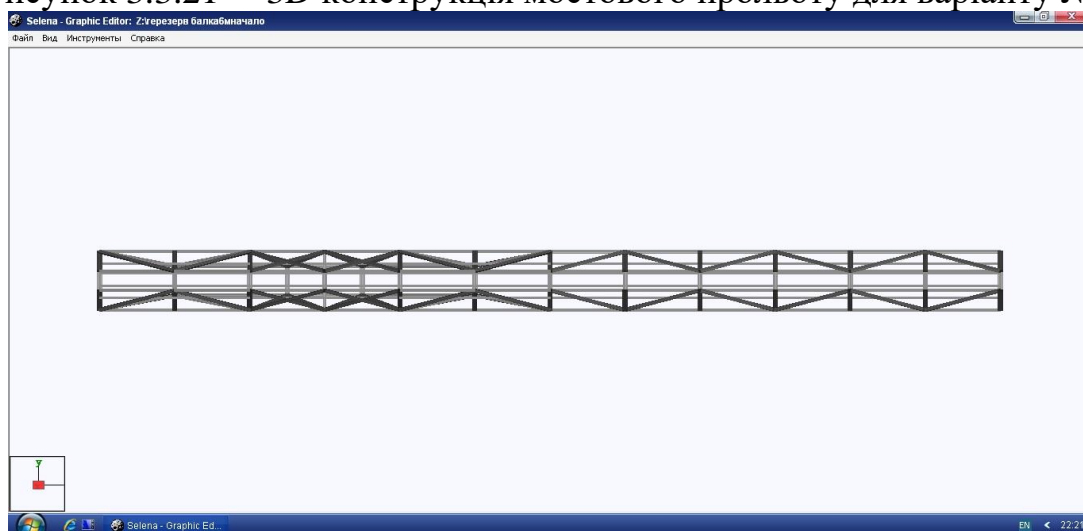


Рисунок 3.3.22 – Верхний пояс

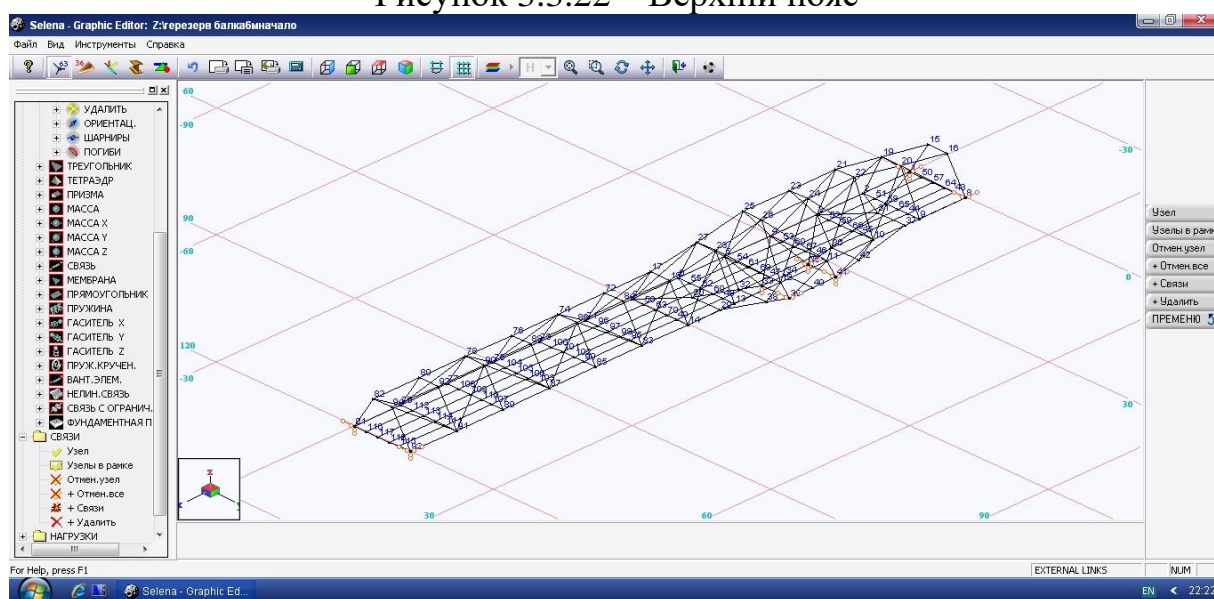


Рисунок 3.3.23 – Скелет конструкции

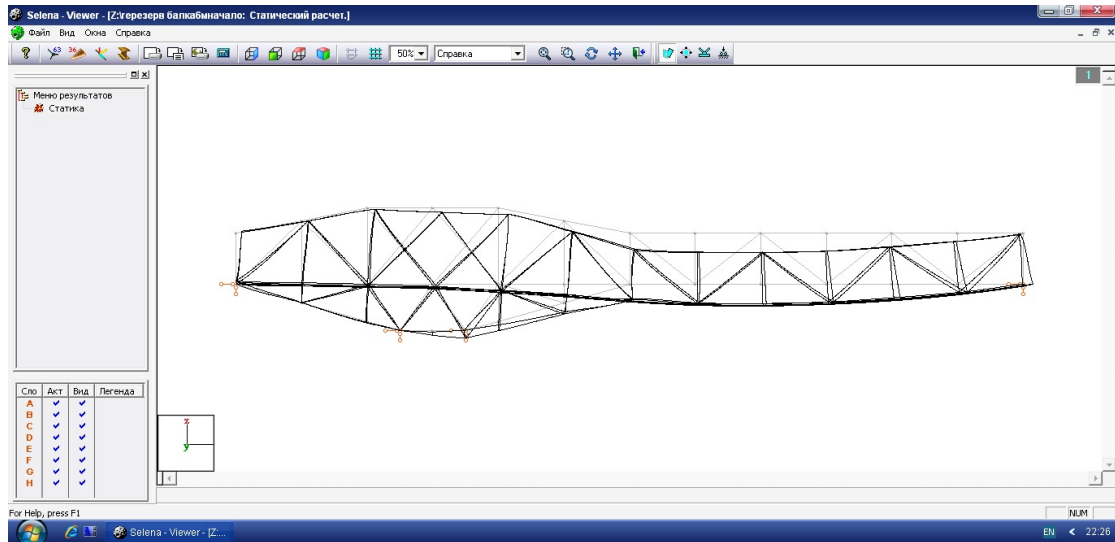


Рисунок 3.3.24 – Навантаження від власної ваги
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н1-НН2 (див. рисунок – 3.3.25).

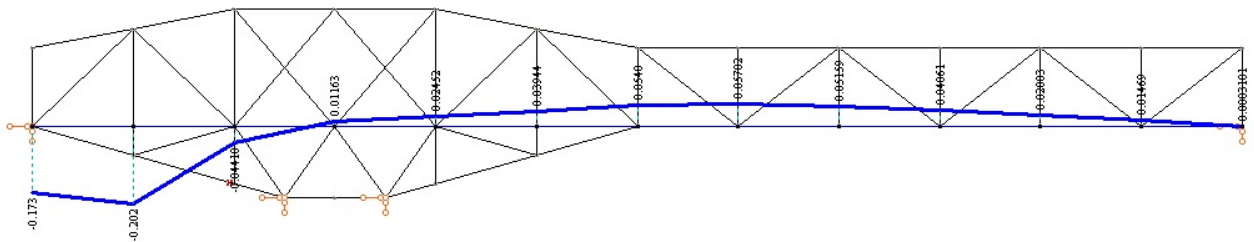


Рисунок 3.3.25 – Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н1-НН2
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми В2-В3 (див. рисунок – 3.3.26).

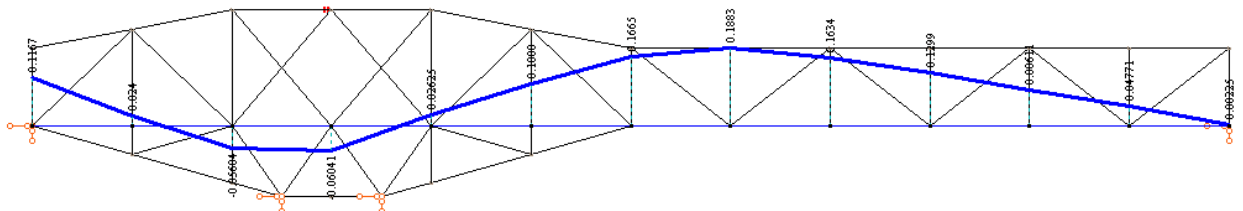


Рисунок 3.3.26 – Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми В2-В3
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н3-В4 (див. рисунок -3.3.27).
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н0-В1 (див. рисунок –3.3.28).
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми В3-Н9(див. рисунок -3.3.29).

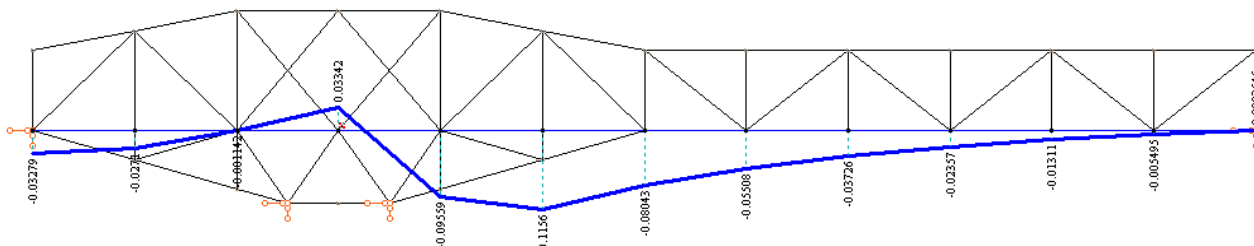


Рисунок 3.3.27 – Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н3-В4

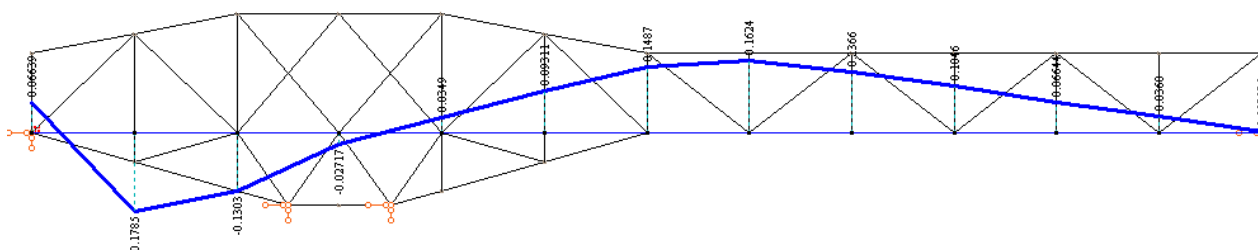


Рисунок 3.3.28 – Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н0-В1

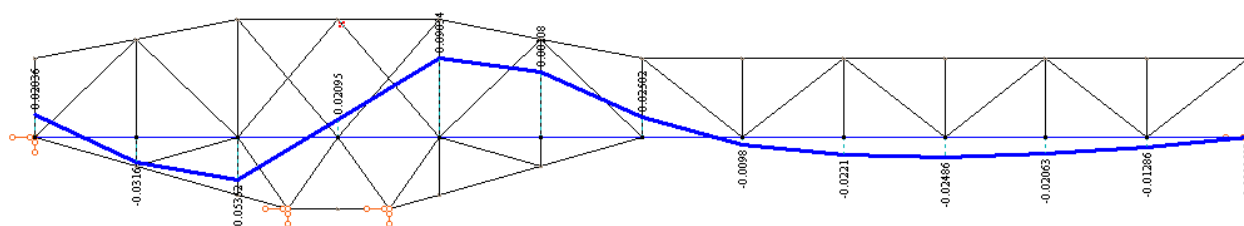


Рисунок 3.3.29 – Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми В3-Н9
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми В7-В8 (див. рисунок – 3.3.30).

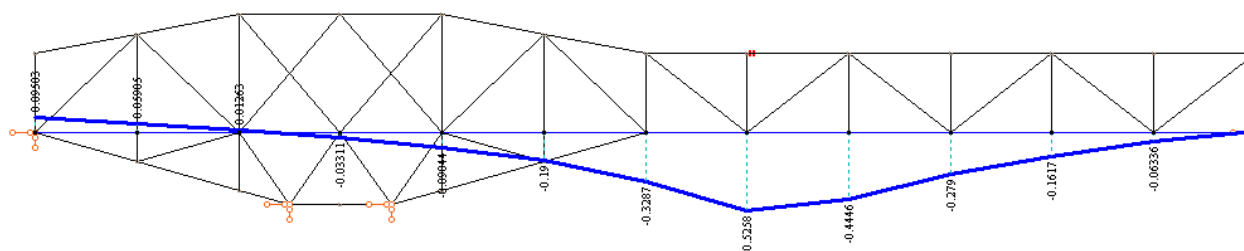


Рисунок 3.3.30 – Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми В7-В8
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н8-Н9 (див. рисунок – 3.3.31).

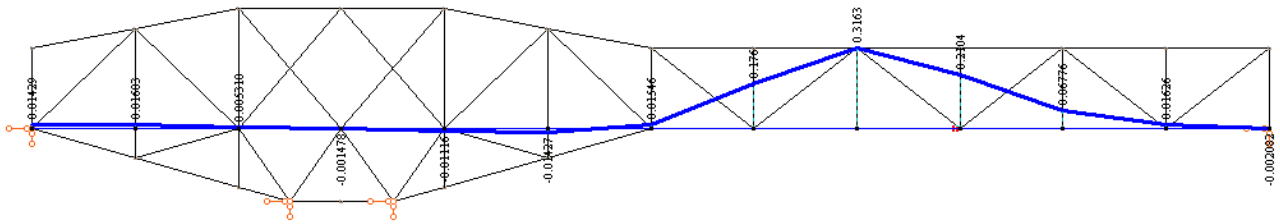


Рисунок 3.3.31 – Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н8-Н9
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н9-Н10 (див. рисунок – 3.3.32).

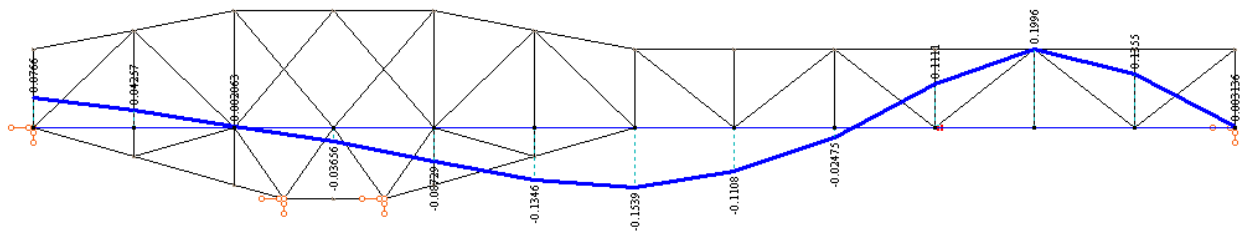


Рисунок 3.3.32 – Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми Н9-Н10
Таблиця 3.3.4 - л.в. зусиль в елементі варіант №3

Зусилля	Умовне позначення	Додатні ділянки	Відємні ділянки	Сума
В2-В3				
поздовжня сила	Nx 3.1	0.1167	-0.05604	0.06066
поздовжня сила	Nx 3.2	0.024	-0.06041	-0.03641
поздовжня сила	Nx 3.3	0.02625		0.02625
поздовжня сила	Nx 3.4	0.1000		0.1
поздовжня сила	Nx 3.5	0.1665		0.1665
поздовжня сила	Nx 3.6	0.1883		0.1883
поздовжня сила	Nx 3.7	0.1634		0.1634
поздовжня сила	Nx 3.8	0.1299		0.1299
поздовжня сила	Nx 3.9	0.00611		0.00611
поздовжня сила	Nx 3.10	0.04771		0.04771
поздовжня сила	Nx 3.11	0.00225		0.00225
СУМА		0.9711	-0.11645	0.85467

Продовження таблиці 3.3.4

B3-H9				
Поздовжня сила	Nx 3.12	0.02036	-0.0316	-0.01124
Поздовжня сила	Nx 3.13	0.02095	-0.05352	-0.03257
Поздовжня сила	Nx 3.14	0.09034	-0.0098	0.08054
Поздовжня сила	Nx 3.15	0.00108	-0.0221	-0.02102
Поздовжня сила	Nx 3.16	0.02502	-0.02486	0.00016
Поздовжня сила	Nx 3.17		-0.02063	-0.02063
Поздовжня сила	Nx 3.18		-0.01286	-0.01286
Поздовжня сила	Nx 3.19		-	-0.0008513
СУМА		0.15775	0.1762213	-0.0184713
B7-B8				
Поздовжня сила	Nx 3.20	0.09503	-0.03311	0.06192
Поздовжня сила	Nx 3.21	0.05905	-0.09044	-0.03139
Поздовжня сила	Nx 3.22	0.01263	-0.19	-0.17737
Поздовжня сила	Nx 3.23	0.00696	-0.3287	-0.32174
Поздовжня сила	Nx 3.24		-0.5258	-0.5258
Поздовжня сила	Nx 3.25		-0.4446	-0.4446
Поздовжня сила	Nx 3.26		-0.279	-0.279
Поздовжня сила	Nx 3.27		-0.1617	-0.1617
Поздовжня сила	Nx 3.28		-0.06336	-0.06336
СУМА		0.17367	-2.11671	-1.94304

Продовження таблиці 3.3.4

H0-B1				
поздовжня сила	Nx 3.29	0.06639	-0.1785	-0.11211
поздовжня сила	Nx 3.30	0.0349	-0.1303	-0.0954
поздовжня сила	Nx 3.31	0.09311	-0.02717	0.06594
поздовжня сила	Nx 3.32	0.1487		0.1487
поздовжня сила	Nx 3.33	0.1624		0.1624
поздовжня сила	Nx 3.34	0.3366		0.3366
поздовжня сила	Nx 3.35	0.1046		0.1046
поздовжня сила	Nx 3.36	0.06644		0.06644
поздовжня сила	Nx 3.37	0.036		0.036
поздовжня сила	Nx 3.38	0.002125		0.002125
СУМА		1.051265	-0.33597	0.715295
H1-HH2				
поздовжня сила	Nx 3.39	0.01163	-0.173	-0.16137
поздовжня сила	Nx 3.40	0.02452	-0.202	-0.17748
поздовжня сила	Nx 3.41	0.03944	-0.0441	-0.00466
поздовжня сила	Nx 3.42	0.054		0.054
поздовжня сила	Nx 3.43	0.05702		0.05702
поздовжня сила	Nx 3.44	0.05159		0.05159
поздовжня сила	Nx 3.45	0.04061		0.04061
поздовжня сила	Nx 3.46	0.02003		0.02003

Продовження таблиці 3.3.4

поздовжня сила	Nx 3.47	0.01469		0.01469
поздовжня сила	Nx 3.48	0.003101		0.003101
СУМА		0.316631	-0.4191	-0.102469
Н9-Н10				
поздовжня сила	Nx 3.49	0.0766	-0.03656	0.04004
поздовжня сила	Nx 3.50	0.04257	-0.08729	-0.04472
поздовжня сила	Nx 3.51	0.002063	-0.1346	-0.132537
поздовжня сила	Nx 3.52	0.1111	-0.1539	-0.0428
поздовжня сила	Nx 3.53	0.1996	-0.1108	0.0888
поздовжня сила	Nx 3.54	0.1355	-0.02475	0.11075
поздовжня сила	Nx 3.55	0.003136		0.003136
СУМА		0.570569	-0.5479	0.022669
Варіант №3				
Зусилля	Умовне позначення	Додатні ділянки	Відємні ділянки	Сума
Н8-Н9				
поздовжня сила	Nx 3.56	0.0273	-0.007156	0.020144
поздовжня сила	Nx 3.57	0.02065	-0.0214	-0.00075
поздовжня сила	Nx 3.58	0.00395	-0.02965	-0.0257
поздовжня сила	Nx 3.59	0.1567	-0.003404	0.153296
поздовжня сила	Nx 3.60	0.2982	-0.002646	0.295554
поздовжня сила	Nx 3.61	0.1951		0.1951
поздовжня сила	Nx 3.62	0.05609		0.05609
поздовжня сила	Nx 3.63	0.00974		0.00974
СУМА		0.76773	-0.064256	0.703474
В9-Н9				
поздовжня сила	Nx 3.64	4.1120006	-0.0001101	4.1118905
поздовжня сила	Nx 3.65	7.8260005	-6.5250005	1.301
поздовжня сила	Nx 3.66	0.0001911	-0.002162	-0.0019709
поздовжня сила	Nx 3.67	0.000356	-0.008162	-0.007806
поздовжня сила	Nx 3.68	0.0000122	-0.002177	-0.0021648
поздовжня сила	Nx 3.69	0.001737		0.001737
поздовжня сила	Nx 3.70	0.001637		0.001637
поздовжня сила	Nx 3.71	0.0001935		0.0001935

Продовження таблиці 3.3.4

СУМА		11.9421279	-6.5376116	5.4045163
В9-В10				
поздовжня сила	Nx 3.72	0.06443	-0.022201	0.042229
поздовжня сила	Nx 3.73	0.0307	-0.06417	-0.03347
поздовжня сила	Nx 3.74	0.007795	-0.119	-0.111205
поздовжня сила	Nx 3.75		-0.1915	-0.1915
поздовжня сила	Nx 3.76		-0.3571	-0.3571
поздовжня сила	Nx 3.77		-0.6183	-0.6183
поздовжня сила	Nx 3.78		-0.8019	-0.8019
поздовжня сила	Nx 3.79		-0.6012	-0.6012
поздовжня сила	Nx 3.80		-0.28	-0.28
поздовжня сила	Nx 3.81		0.0107	0.0107
СУМА		0.102925	-3.044671	-2.941746

Еквівалентні навантаження – таблиця 3.3.5 С14

Таблиця 3.3.3

Довжина	$\alpha=0$
120 м	138.6

№4 варіант

Варіант нерозрізної системи коли ферма за 1 варіантом з обох боків з'єднана з фермою по варіанту №2. Переріз ферми – коробчастого типу. Схема вузлів показана на рисунку - 3.3.33 .

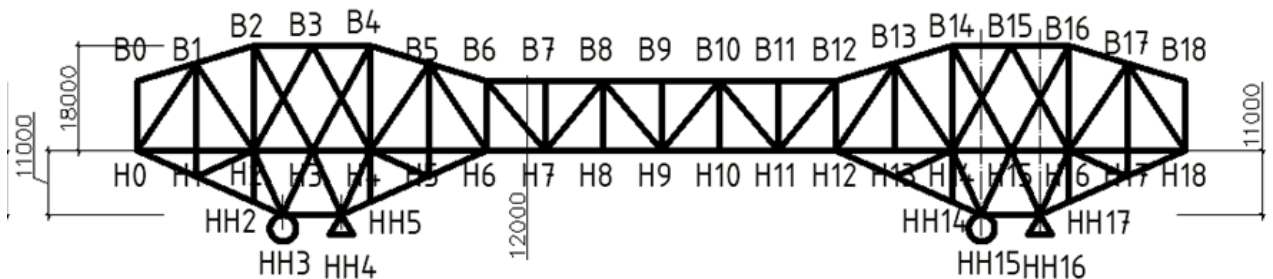


Рисунок 3.3.33 – схема вузлів

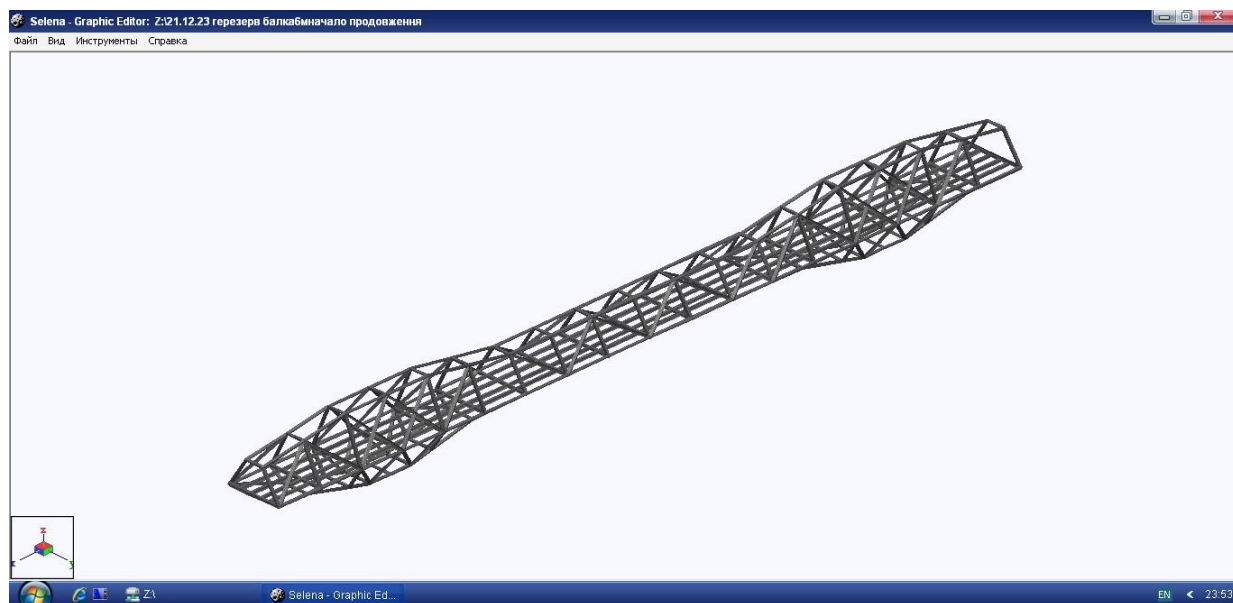


Рисунок 3.3.34 - 3D модель конструкції



Рисунок 3.3.35 – скілет ферми варіант №4

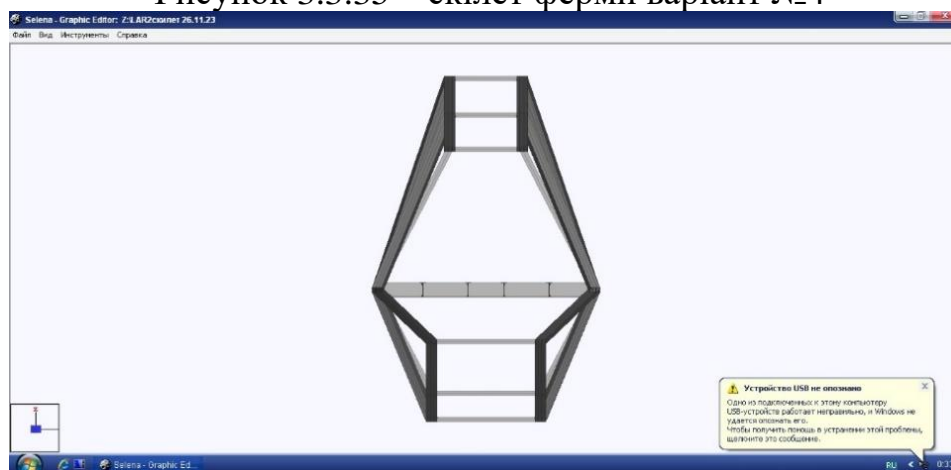


Рисунок 3.3.36 – розріз ферми

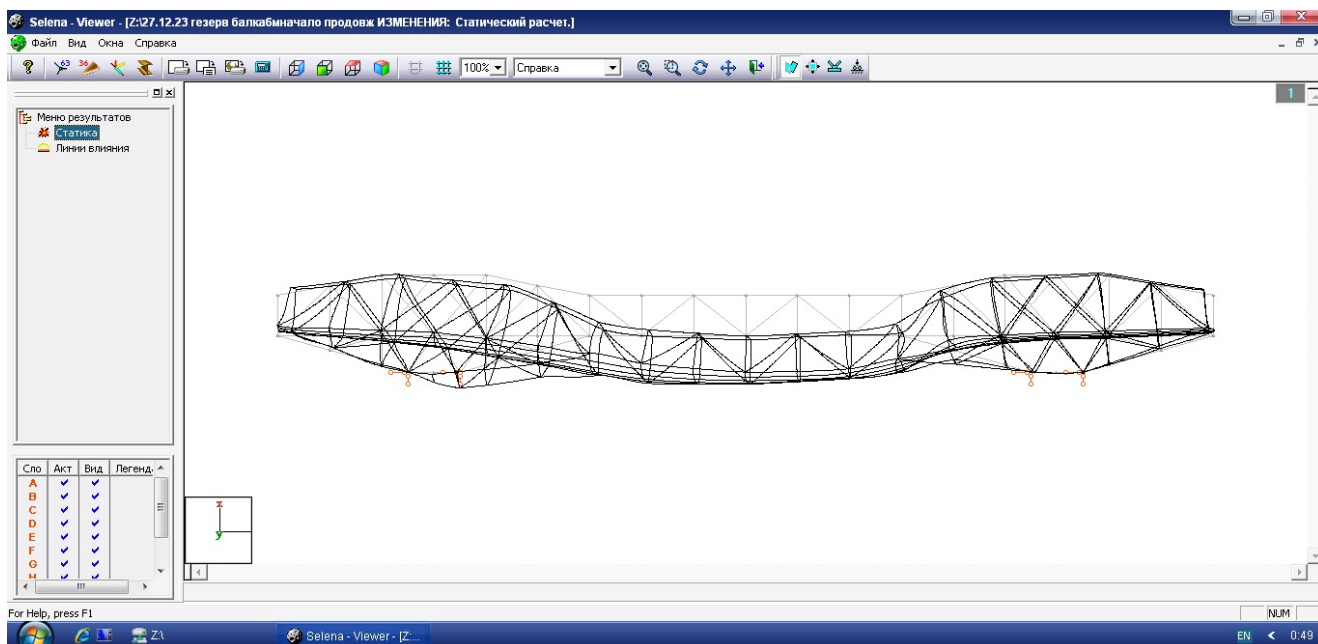


Рисунок 3.3.37 – навантаження від власної ваги варіант №4

Лінія впливу N_x – поздовжня сила в елементі ферми Н5-Н6 довжина 50м. Н5-Н6 = -0.1588 найбільша координата (див. рисунок – 3.3.38).

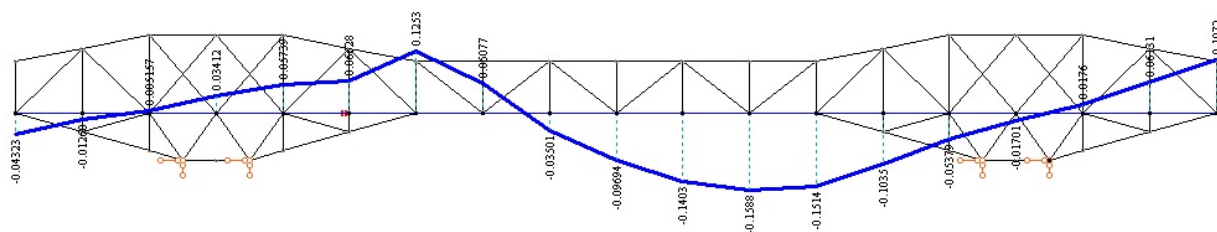


Рисунок 3.3.38 – лінія впливу для Н5-Н6

Лінія впливу N_x в елементі ферми Н3-Н4 довжина 30м. Н3-Н4 = 0.2493 найбільша координата (див. рисунок 3.3.39).

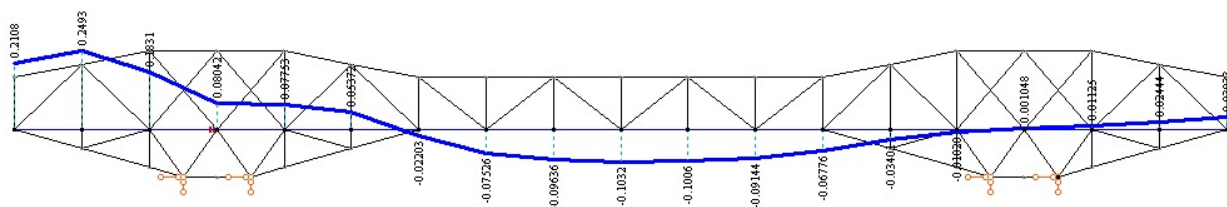


Рисунок 3.3.39 – лінія впливу для Н3-Н4

Лінія впливу N_x – продольна сила в елементі Н10-Н11 довжина 100м. Н10-Н11 = -0.0161 найбільша координата N_x (див. рисунок 3.3.40).

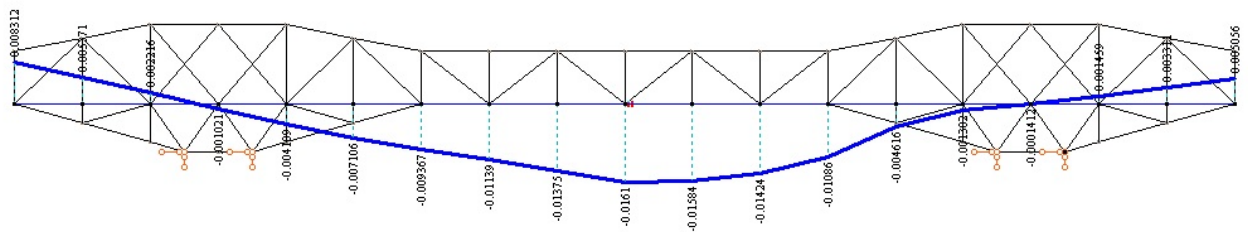


Рисунок 3.3.40 – лінія впливу для Н10-Н11

Лінія впливу N_x в елементі ферми В10-В11 (див. рисунок рисунок 3.3.41) відстань 100м. В10-В11 = -0.4206 найбільша координата N_x .

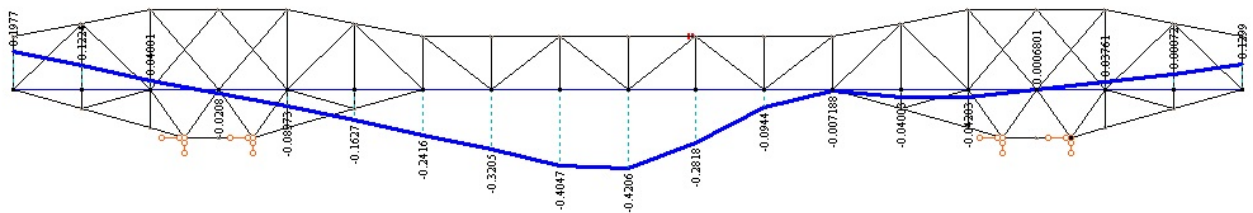


Рисунок 3.3.41 – лінія впливу для В10-В11

Лінія впливу N_x - поздовжня сила відстань 140м, Н13-Н14 = 0.251 найбільша координата N_x (див. рисунок 3.3.42).

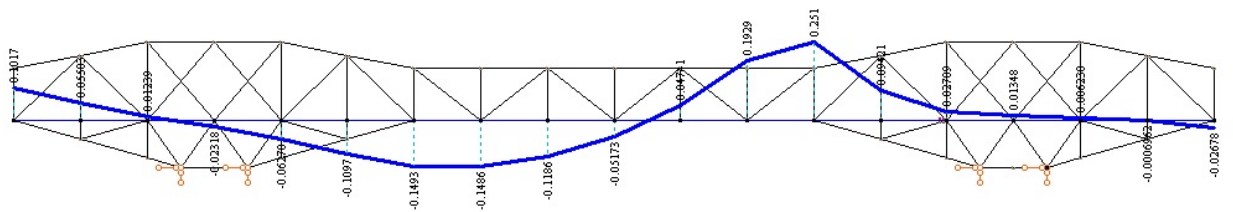


Рисунок 3.3.42 – лінія впливу для Н13-Н14

Лінія впливу N_x - поздовжня сила відстань 160 м, в елементі Н15-Н16 = 0.1675 найбільша координата N_x (див. рисунок 3.3.43).

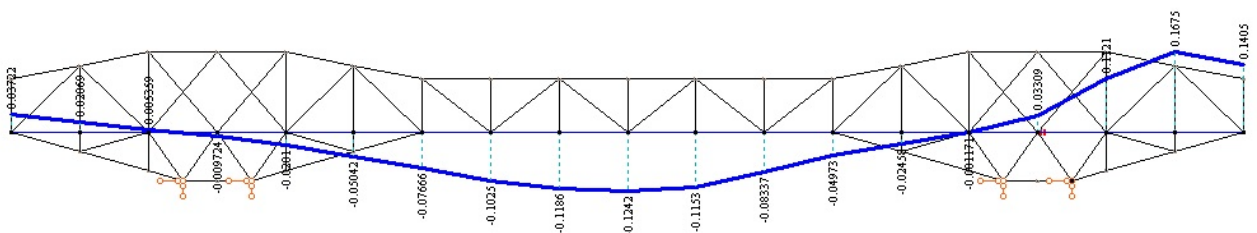


Рисунок 3.3.43 – лінія впливу для Н15-Н16

Лінія впливу N_x - поздовжня сила відстань Н14-Н15 = -0.6907 найбільша координата N_x (див. рисунок 3.3.44).

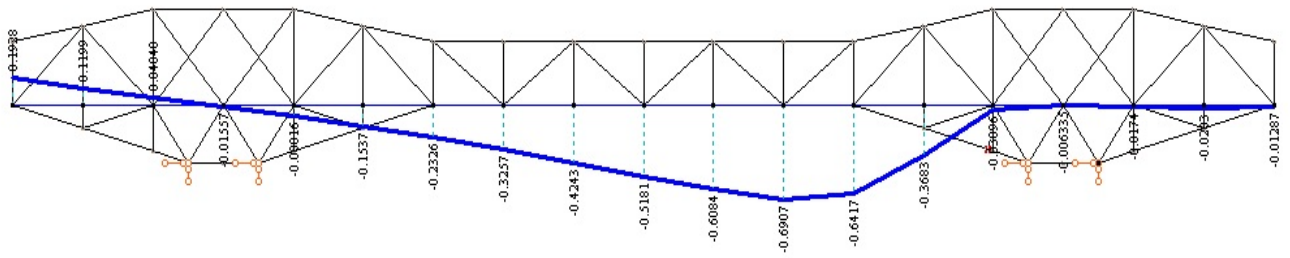


Рисунок 3.3.44 – лінія впливу для N14-N15

Лінія впливу N_x - поздовжня сила ліво, НН16-НН17 ліво = -0.42297 найбільша координата N_x (див. рисунок 3.3.45).

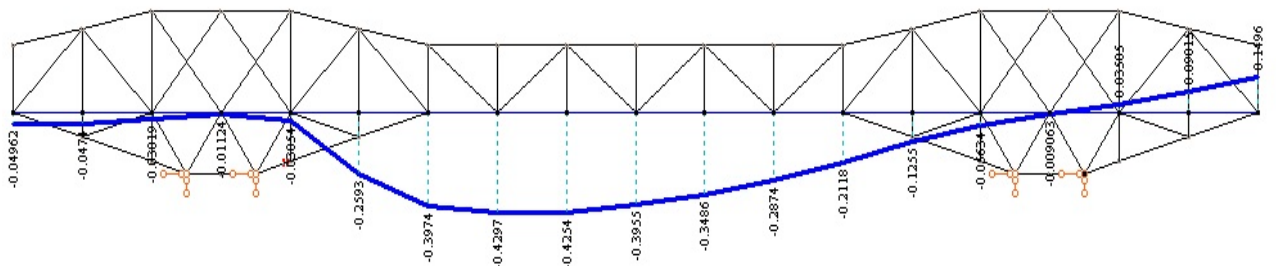


Рисунок 3.3.45 – лінія впливу для НН16-НН17

Лінія впливу (див. рисунок 3.3.46) від поперечної сили Q_y Н3-Н4 (30м).

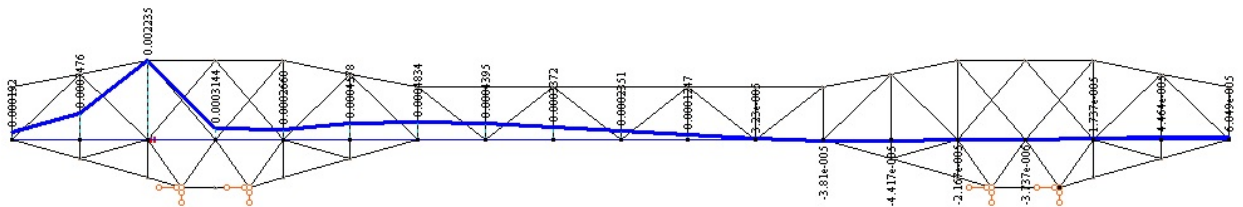


Рисунок 3.3.46 - від поперечної сили Q_y для Н3-Н4

Лінія впливу (див. рисунок 3.3.47) від поперечної сили Q_z для Н3-Н4 (30м).

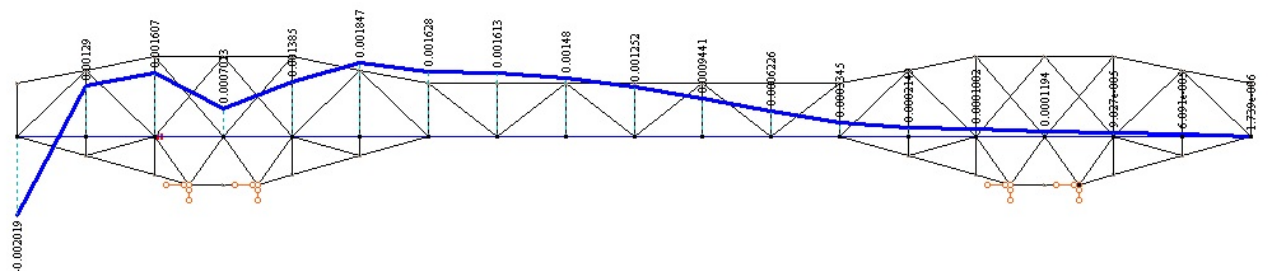


Рисунок 3.3.48 - від поперечної сили Q_z для Н3-Н4

Лінія впливу (див. рисунок 3.3.48) згинальний момент M_y та M_z (див. рисунок) Н3-Н4 (30м).

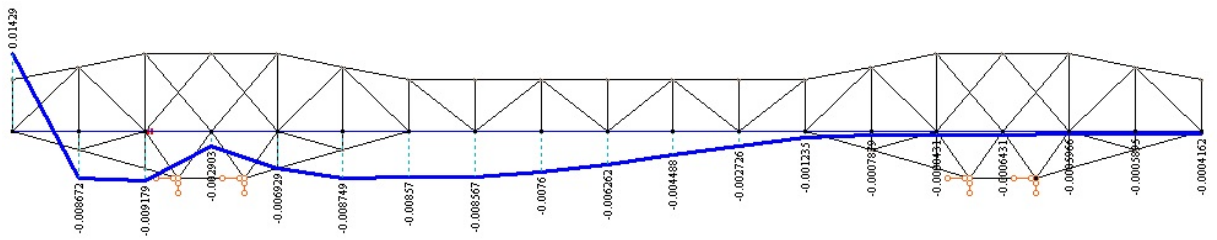


Рисунок 3.3.49 - згинальний момент M_u для Н3-Н4

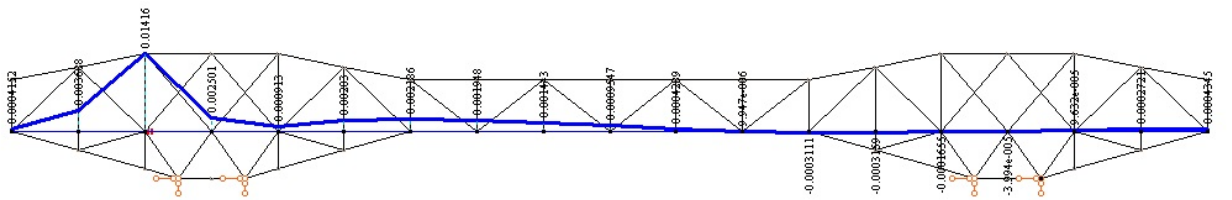


Рисунок 3.3.50 - згинальний момент M_z для Н3-Н4

Лінія впливу (див. рисунок 3.3.51) від поперечної сили Q_y та Q_z (рисунок 3.3.52) Н5-Н6 (50м).

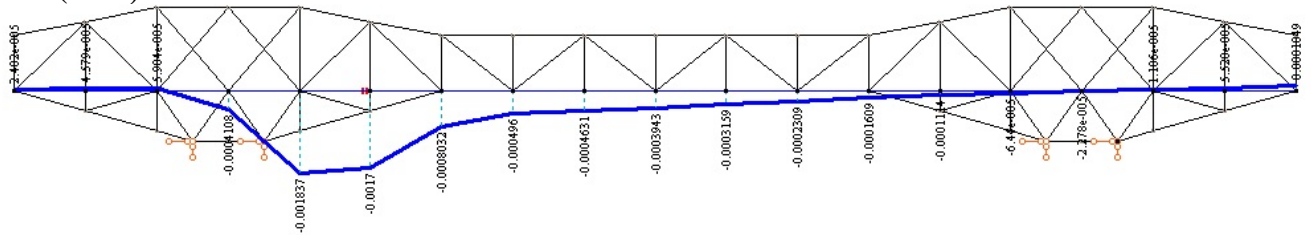


Рисунок 3.3.51 - л.в. поперечної сили Q_y для Н5-Н6

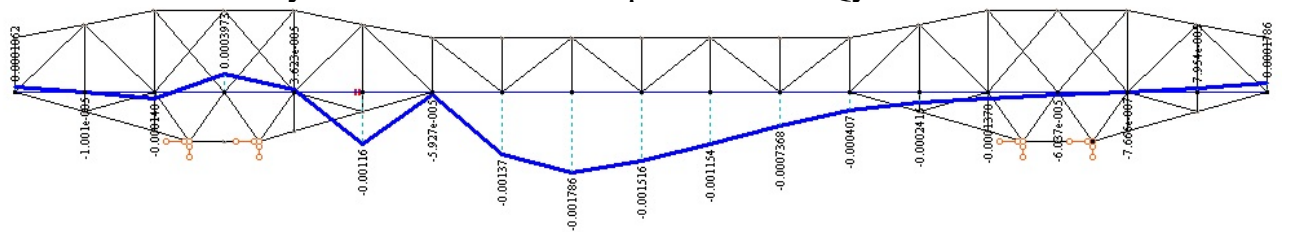


Рисунок 3.3.52 - л.в. поперечної сили Q_z для Н5-Н6

Лінія впливу (див. рисунок 3.3.53) згинальний момент M_u та M_z (див. рисунок 3.3.54) Н5-Н6 (50м).

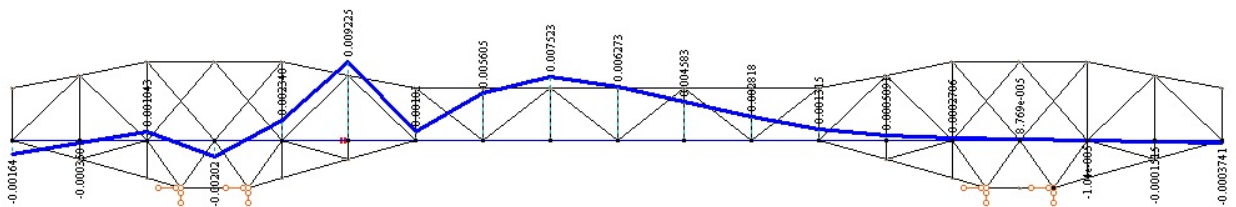
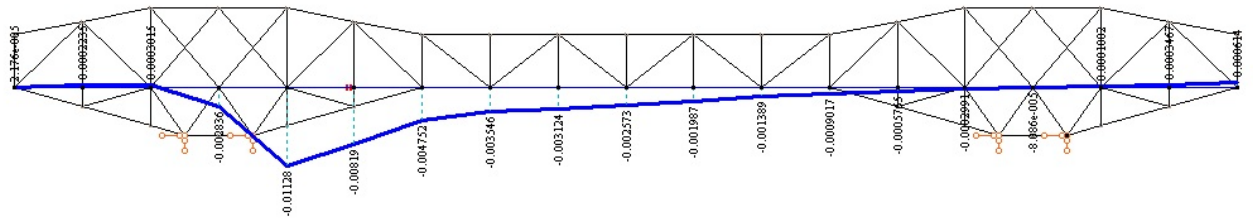
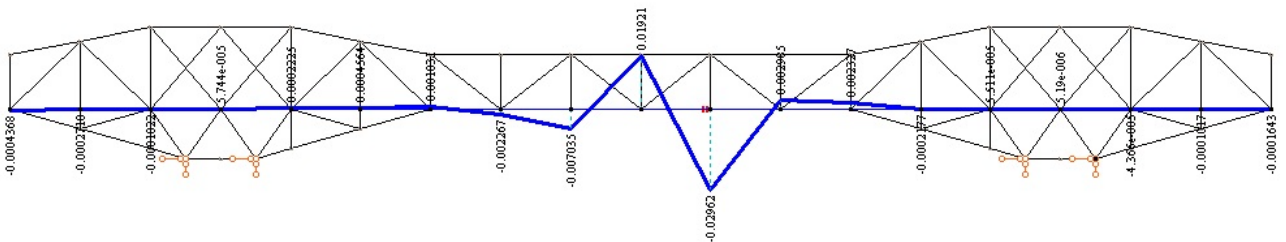
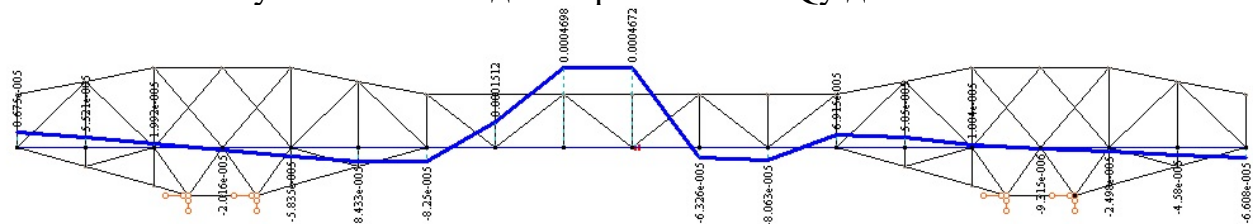


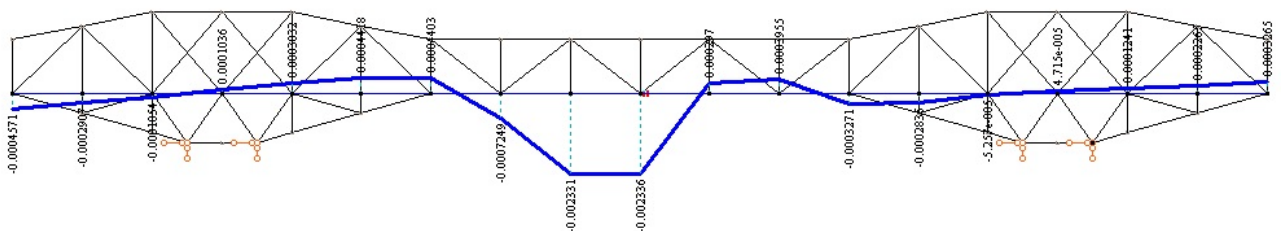
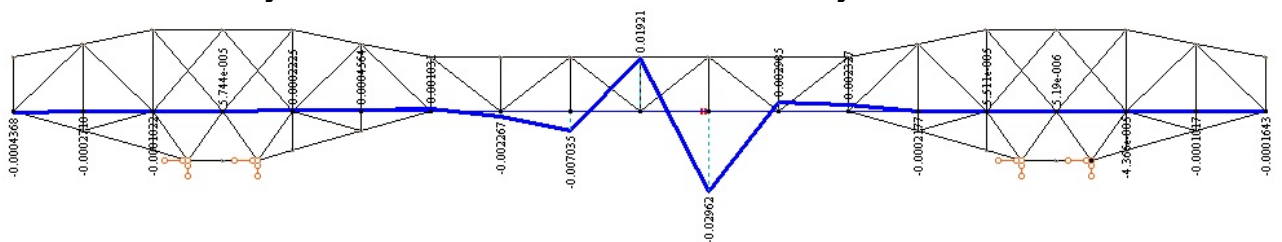
Рисунок 3.3.53 - згинальний момент M_u для Н5-Н6

Рисунок 3.3.54 - згинальний момент M_z для H5-H6

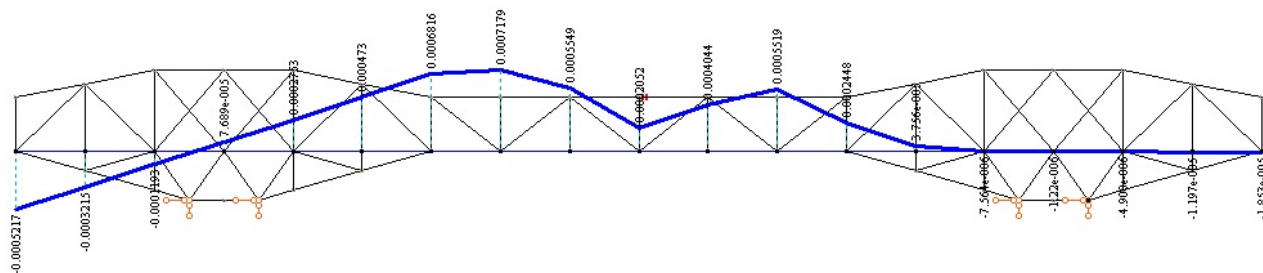
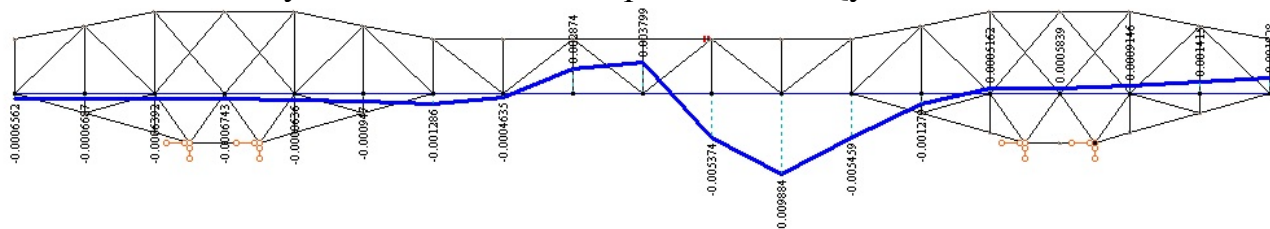
Лінія впливу (див. рисунок 3.3.55) від поперечної сили Q_y та Q_z (рисунок 3.3.56) H10-H11.

Рисунок 3.3.55 - від поперечної сили Q_y для H10-H11Рисунок 3.3.56 - від поперечної сили Q_z для H10-H11

Лінія впливу (див. рисунок 3.3.57) згинальний момент M_y та M_z (див. рисунок 3.3.58) H10-H11.

Рисунок 3.3.57 - згинальний момент M_y для H10-H11Рисунок 3.3.58 - згинальний момент M_z для H10-H11

Лінія впливу (див. рисунок 3.3.59) від поперечної сили Q_y та Q_z (рисунок 3.3.60) B9-B10 (100м).

Рисунок 3.3.59 - від поперечної сили Q_y для В9-В10Рисунок 3.3.60 - від поперечної сили Q_z В9-В10

Лінія впливу (див. рисунок 3.3.61) згинальний момент M_y та M_z (див. рисунок 3.3.62) В9-В10 (100м).

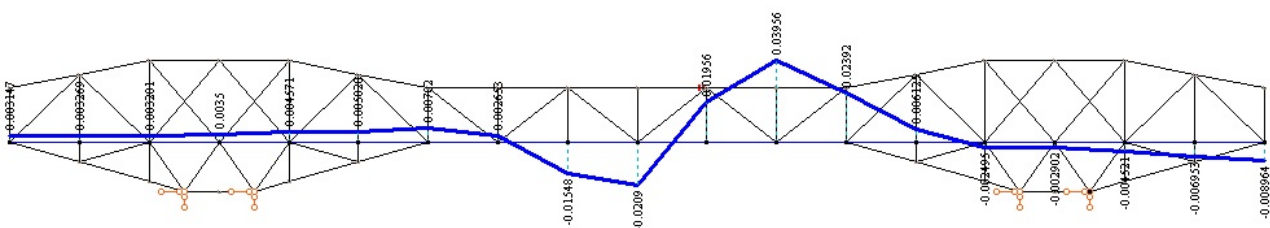
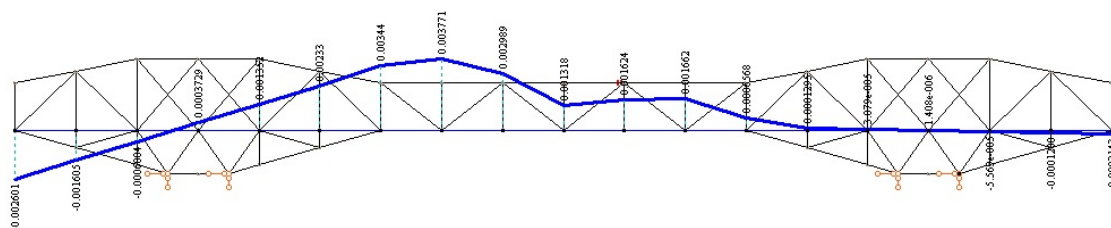
Рисунок 3.3.61 - згинальний момент M_y для В9-В10Рисунок 3.3.62 - згинальний момент M_z для В9-В10

Рисунок 3.3.63 – л. в. від поперечної сили Q_y Н13-Н14.

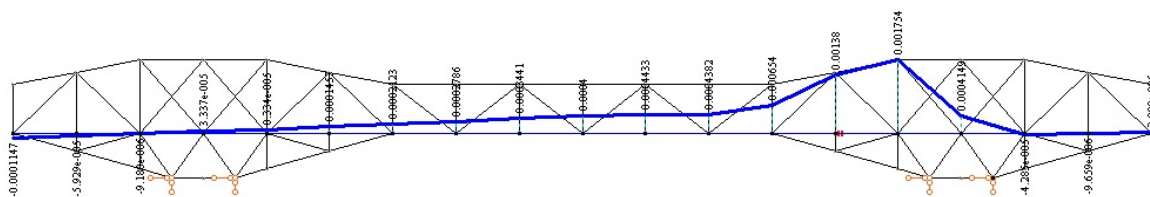
Рисунок 3.3.63 – поперечної сили Q_y для Н13-Н14

Рисунок 3.3.64 – л. в. від поперечної сили Q_z Н13-Н14.

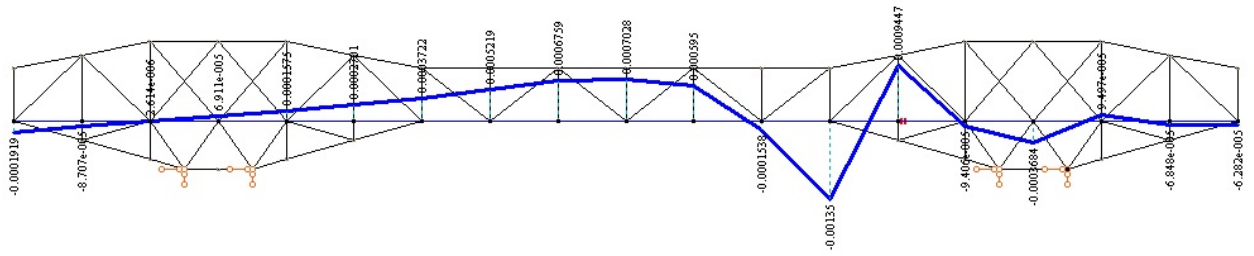


Рисунок 3.3.64 – поперечної сили Q_z для Н13-Н14

Лінія впливу (див. рисунок 3.3.65) згинальний момент M_y та M_z (див. рисунок 3.3.66) Н13-Н14 (140м).

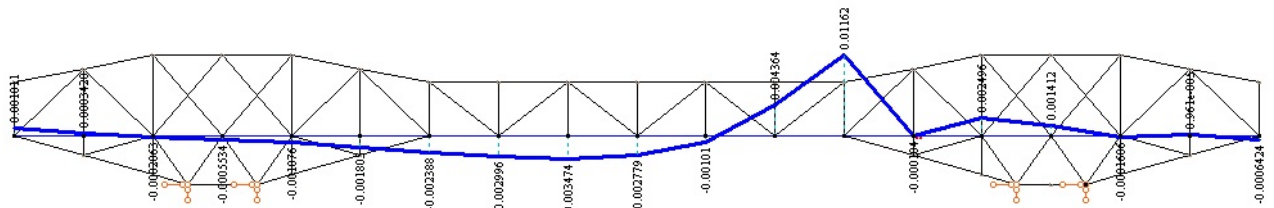


Рисунок 3.3.65 - згинальний момент M_y для Н13-Н14

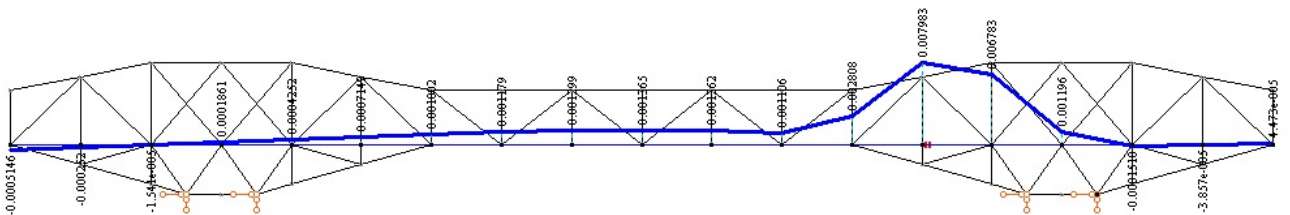


Рисунок 3.3.66 - згинальний момент M_z для Н15-Н16

Л.в. Н15-Н16 (160м) - від поперечної сили Q_y (див. рисунок 3.3.67).

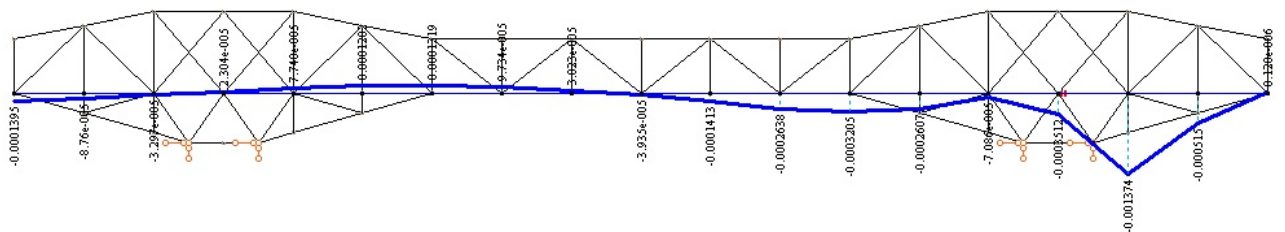


Рисунок 3.3.67 - поперечна сила Q_y для Н15-Н17

Л.в. НН4-НН5 (40м) - від поперечної сили Q_y (див. рисунок 3.3.68).

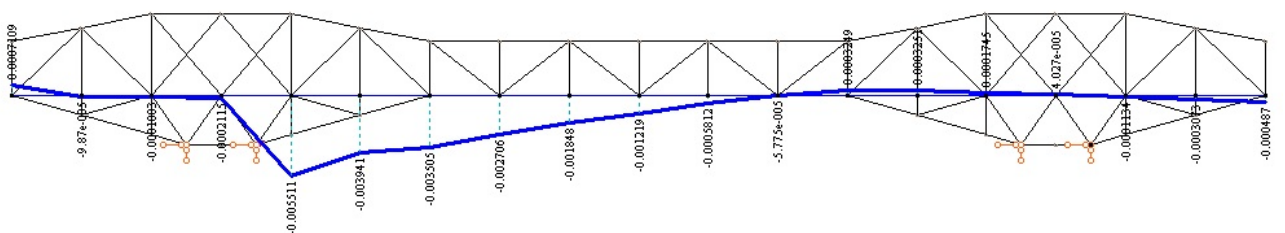


Рисунок 3.3.68 - поперечна сила Q_y для НН4-НН5 (ліво)

Л.в. НН14-НН13 (140м або право 50м) - від поперечної сили Q_y (див. рисунок

3.3.69).

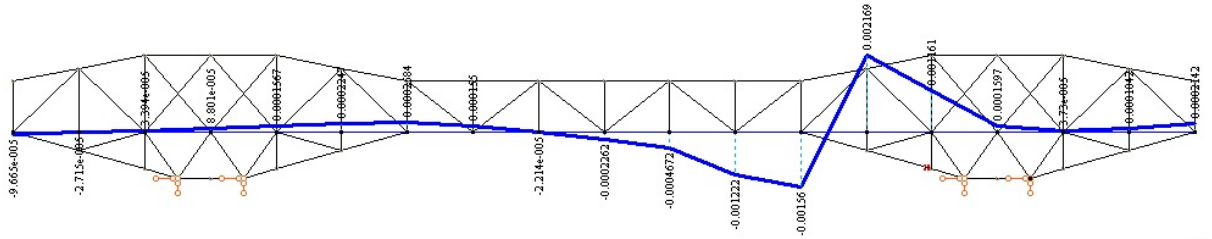


Рисунок 3.3.69 - поперечна сила Q_y для НН13-НН14
Стойка СЗ-Н2 (10м) л.в. поперечна сила Q_y (див. рисунок 3.3.70).

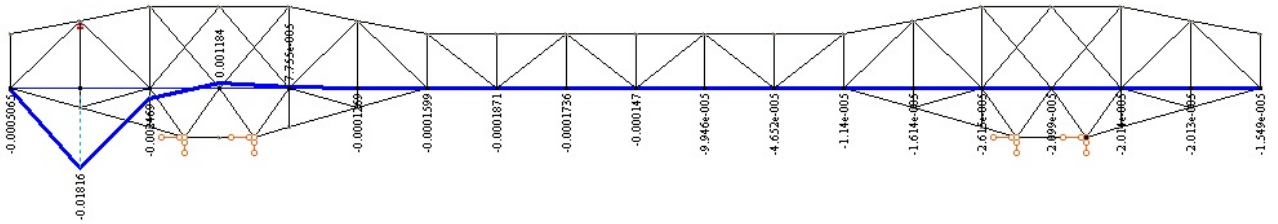


Рисунок 3.3.70 - поперечна сила Q_y для СЗ-Н2
Раскос ліво – 10м Н0-В1 л.в. поперечна сила Q_y (див. рисунок 3.3.71).

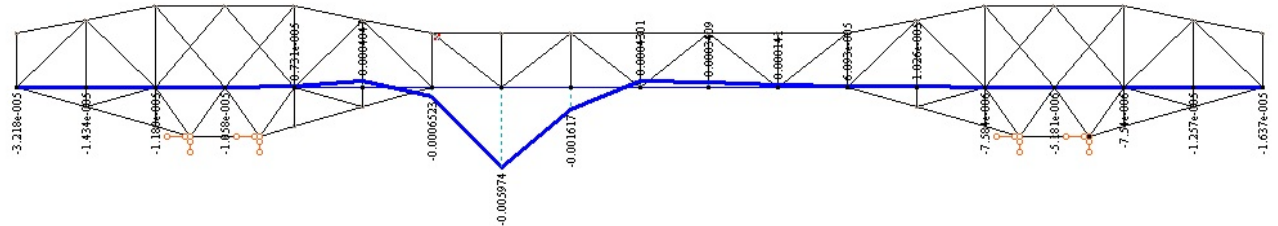


Рисунок 3.3.72 - поперечна сила Q_y для Н0-В1
Раскос право – 40м (або 150м) Н15-В14 л.в. поперечна сила Q_y (див. рисунок 3.3.73).

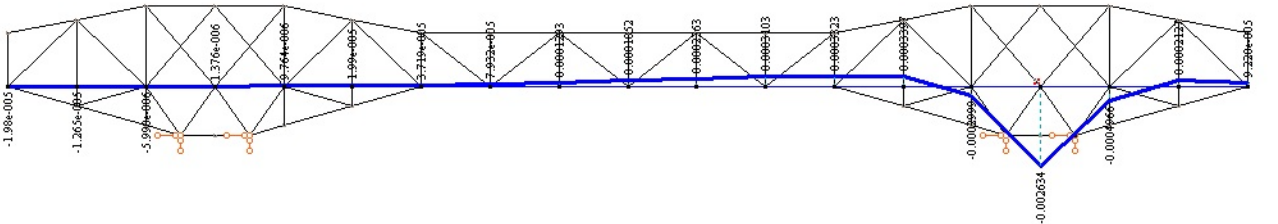


Рисунок 3.3.73 - поперечна сила Q_y для Н15-В14
Поздовжня сила N_x л.в. раскос В6-Н7 (70м) – рисунок 3.3.74

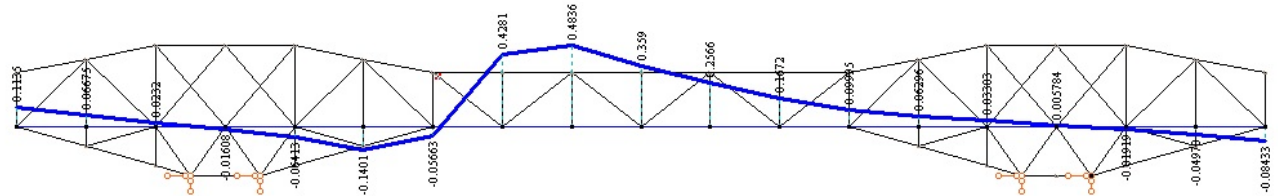


Рисунок 3.3.74 - поздовжня сила N_x для В6-Н7
Поздовжня сила N_x л.в. раскос Н15-В14 (150м) – рисунок 3.3.75.

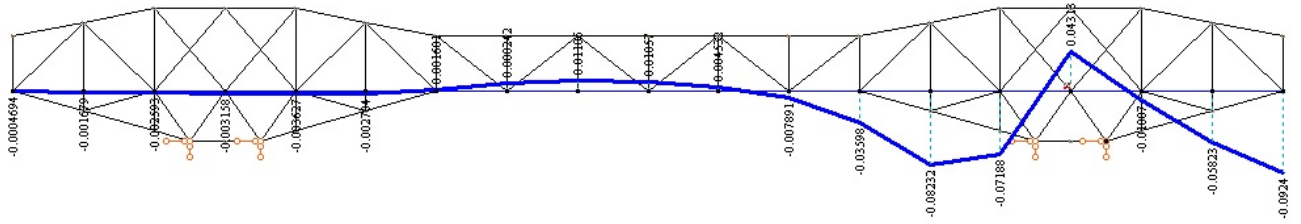


Рисунок 3.3.75 - поздовжня сила N_x для Н15-В14
Поздовжня сила N_x л.в. стойка В1-Н2 (10м) – рисунок 3.3.76

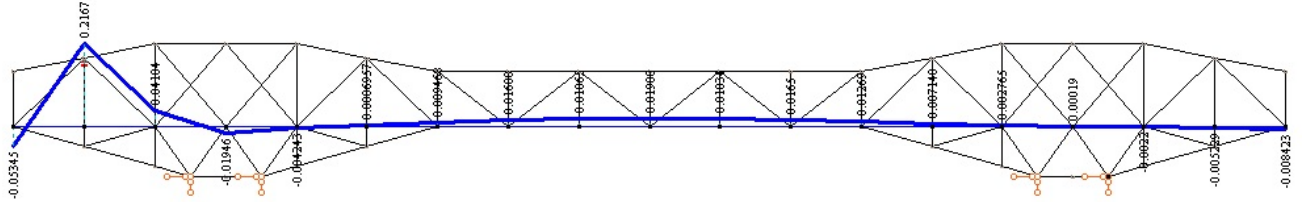


Рисунок 3.3.76 - поздовжня сила N_x для В1-Н2
Лінія впливу поздовжніх зусиль в елементі ферми В2-В3 – рисунок 3.3.77

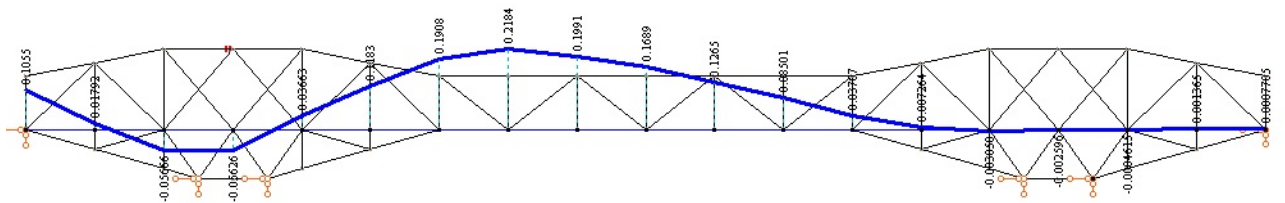


Рисунок 3.3.77 – л.в. поздовжніх зусиль в елементі ферми В2-В3
Л.в. поздовжніх зусиль в елементі ферми В7-В8 (див. рисунок 3.3.78)

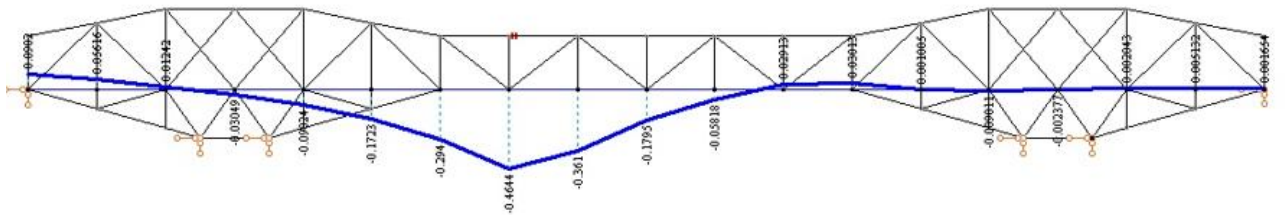


Рисунок 3.3.77 - л.в. поздовжніх зусиль в елементі ферми В7-В8
Л.в. поздовжніх зусиль в елементі ферми Н0-В1- рисунок 3.3.79

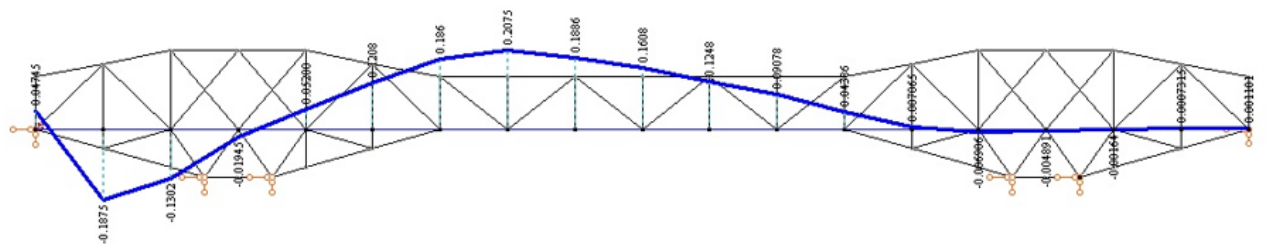


Рисунок 3.3.79 – л.в. поздовжніх зусиль в елементі ферми Н0-В1
Л.в. поздовжніх зусиль в елементі ферми Н1-НН2 – рисунок 3.3.80

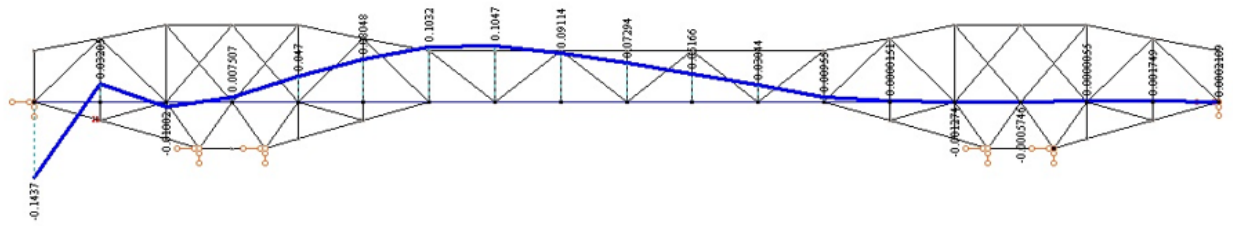


Рисунок 3.3.80 - л.в поздовжніх зусиль в елементі ферми Н1-Н2
Л.в поздовжніх зусиль в елементі ферми Н3-В4 – рисунок 3.3.81

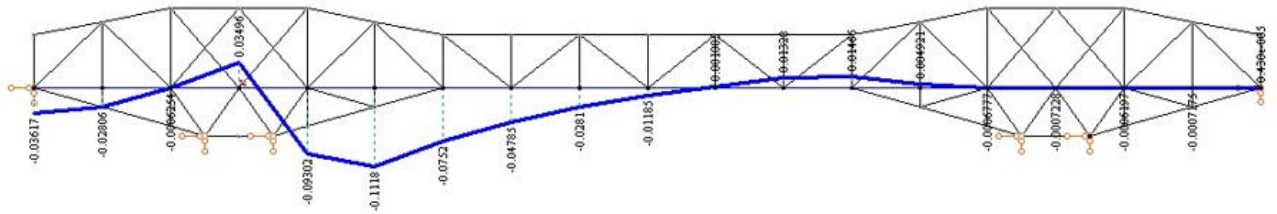


Рисунок 3.3.81 - л.в поздовжніх зусиль в елементі ферми Н3-В4
Л.в поздовжніх зусиль в елементі ферми Н8-Н9 – рисунок 3.3.82

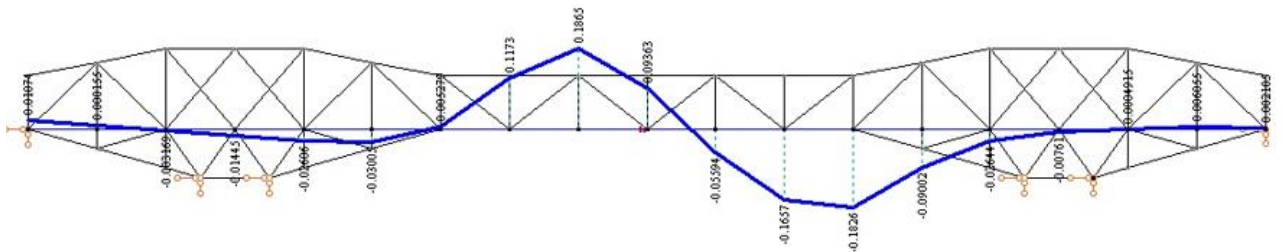


Рисунок 3.3.82 - л.в поздовжніх зусиль в елементі ферми Н8-Н9
Л.в поздовжніх зусиль в елементі ферми Н9-Н10 – рисунок 3.3.83

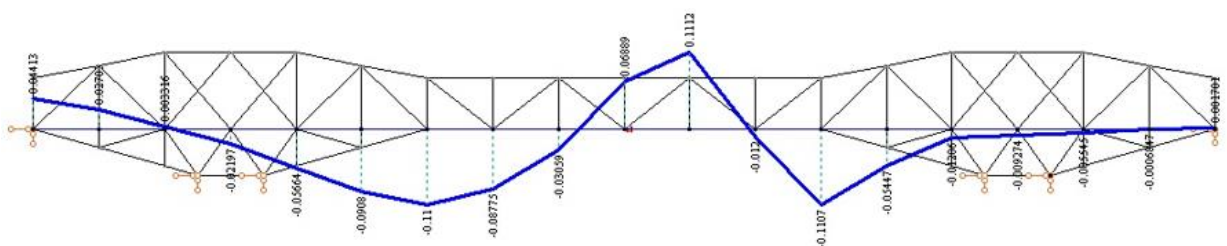


Рисунок 3.3.83 - л.в поздовжніх зусиль в елементі ферми Н9-Н10

Таблиця 3.3.6 – л.в поздовжня сила варіант №4

ВАРІАНТ №4				
Зусилля	Умовне позначення	Додатні ділянки	Відємні ділянки	Сума
НН3-НН4				
поздовжня сила	Nx 4.1	0.03077	-0.1356	-0.10483
поздовжня сила	Nx 4.2	0.03139	-0.1198	-0.08841
поздовжня сила	Nx 4.3	0.0954	-0.04552	0.04988
поздовжня сила	Nx 4.4	0.1648	-0.123	0.0418
поздовжня сила	Nx 4.5		-0.282	-0.282
поздовжня сила	Nx 4.6		-0.3624	-0.3624
поздовжня сила	Nx 4.7		-0.388	-0.388
поздовжня сила	Nx 4.8		-0.3927	-0.3927
поздовжня сила	Nx 4.9		-0.3711	-0.3711
поздовжня сила	Nx 4.10		-0.3354	-0.3354
поздовжня сила	Nx 4.11		-0.2809	-0.2809
поздовжня сила	Nx 4.12		-0.2193	-0.2193
поздовжня сила	Nx 4.13		-0.1446	-0.1446
поздовжня сила	Nx 4.14		-0.07542	-0.07542
поздовжня сила	Nx 4.15		-0.02012	-0.02012
СУМА		0.32236	-3.29586	-2.9735
Н11-В12				
поздовжня сила	Nx 4.16	0.2879	-0.02957	0.25833
поздовжня сила	Nx 4.17	0.1757	-0.1274	0.0483
поздовжня сила	Nx 4.18	0.06561	-0.2403	-0.17469
поздовжня сила	Nx 4.19	0.03765	-0.3505	-0.31285
поздовжня сила	Nx 4.20	0.02006	-0.4244	-0.40434
поздовжня сила	Nx 4.21	0.003165	-0.4623	-0.459135
поздовжня сила	Nx 4.22		-0.4488	-0.4488
поздовжня сила	Nx 4.23		-0.3865	-0.3865
поздовжня сила	Nx 4.24		-0.2417	-0.2417
поздовжня сила	Nx 4.25		-0.03144	-0.03144
поздовжня сила	Nx 4.26		-0.01262	-0.01262
поздовжня сила	Nx 4.27		-0.02967	-0.02967
поздовжня сила	Nx 4.28		-0.05828	-0.05828
СУМА		0.590085	-2.84348	-2.253395
В3-Н4				
поздовжня сила	Nx 4.29	0.4149	-0.06232	0.35258
поздовжня сила	Nx 4.30	0.2502	-0.1055	0.1447
поздовжня сила	Nx 4.31	0.09334	-0.05828	0.03506
поздовжня сила	Nx 4.32	0.02432	-0.003153	0.021167

Продовження таблиці 3.3.6

поздовжня сила	Nx 4.33	0.07087	-0.0104	0.06047
поздовжня сила	Nx 4.34	0.09428	-0.01898	0.0753
поздовжня сила	Nx 4.35	0.09695		0.09695
поздовжня сила	Nx 4.36	0.00607		0.00607
поздовжня сила	Nx 4.37	0.07021		0.07021
поздовжня сила	Nx 4.38	0.04572		0.04572
поздовжня сила	Nx 4.39	0.02252		0.02252
поздовжня сила	Nx 4.40	0.009941		0.009941
поздовжня сила	Nx 4.41	0.00278		0.00278
СУМА		1.202101	-0.258633	0.943468
H9-H10				
поздовжня сила	Nx4.42	0.04413	-0.02197	-0.3412262
поздовжня сила	Nx4.43	0.02703	-0.05664	-0.7046124
поздовжня сила	Nx4.44	0.003316	-0.0908	-0.6750024
поздовжня сила	Nx4.45	0.06889	-0.11	-0.5799474
поздовжня сила	Nx4.46	0.1112	-0.08775	-0.5531324
поздовжня сила	Nx4.47	0.001701	-0.03059	-0.5973644
поздовжня сила	Nx4.48		-0.012	-0.4811804
поздовжня сила	Nx4.49		-0.1107	-0.3386204
поздовжня сила	Nx4.50		-0.05447	-0.2999904
поздовжня сила	Nx4.51		-0.01206	-0.4276289
поздовжня сила	Nx4.52		-0.009274	-0.4995339
поздовжня сила	Nx4.53		-0.0005545	-0.5145049
поздовжня сила	Nx4.54		-0.0006847	-0.5215604
СУМА		0.256267	-0.5974932	-0.7005252
H8-H9				
поздовжня сила	Nx4.55	0.01074	-0.003169	0.007571
поздовжня сила	Nx4.56	0.000155	-0.01445	-0.014295
поздовжня сила	Nx4.57	0.005278	-0.02606	-0.020782
поздовжня сила	Nx4.58	0.1173	-0.030005	0.087295
поздовжня сила	Nx4.59	0.1865	-0.05594	0.13056
поздовжня сила	Nx4.60	0.09363	-0.1657	-0.07207
поздовжня сила	Nx4.61	0.0004915	-0.1826	-0.1821085
поздовжня сила	Nx4.62	0.006055	-0.09002	-0.083965
поздовжня сила	Nx4.63	0.002195	-0.02644	-0.024245
поздовжня сила	Nx4.64		-0.00761	-0.00761
Сума		0.4223445	-0.601994	-0.1796495
B2-B3				
поздовжня сила	Nx 4.65	0.1055	-0.05666	0.04884
поздовжня сила	Nx 4.66	0.01792	-0.05626	-0.03834
поздовжня сила	Nx 4.67	0.03663	-0.00305	0.03358
поздовжня сила	Nx 4.68	0.1183	-0.002596	0.115704
поздовжня сила	Nx 4.69	0.1908	-0.0004615	0.1903385

Продовження таблиці 3.3.6

поздовжня сила	Nx 4.70	0.2184		0.2184
поздовжня сила	Nx 4.71	0.1991		0.1991
поздовжня сила	Nx 4.72	0.1689		0.1689
поздовжня сила	Nx 4.73	0.1265		0.1265
поздовжня сила	Nx 4.74	0.08501		0.08501
поздовжня сила	Nx 4.75	0.03707		0.03707
поздовжня сила	Nx 4.76	0.007264		0.007264
поздовжня сила	Nx 4.77	0.001365		0.001365
поздовжня сила	Nx 4.78	0.0007705		0.0007705
СУМА		1.3135295	-0.1190275	1.194502
H1-HH2				
поздовжня сила	Nx 4.79	0.03205	-0.1437	-0.11165
поздовжня сила	Nx 4.80	0.007507	-0.01002	-0.002513
поздовжня сила	Nx 4.81	0.047	-0.001274	0.045726
поздовжня сила	Nx 4.82	0.08048	-0.0005746	0.0799054
поздовжня сила	Nx 4.83	0.1032		0.1032
поздовжня сила	Nx 4.84	0.1047		0.1047
поздовжня сила	Nx 4.85	0.09114		0.09114
поздовжня сила	Nx 4.86	0.07294		0.07294
поздовжня сила	Nx 4.87	0.05166		0.05166
поздовжня сила	Nx 4.88	0.03044		0.03044
поздовжня сила	Nx 4.89	0.00955		0.00955
поздовжня сила	Nx 4.90	0.00000151		0.00000151
поздовжня сила	Nx 4.91	0.00000055		0.00000055
поздовжня сила	Nx 4.92	0.001749		0.001749
поздовжня сила	Nx 4.93	0.00002109		0.00002109
Сума		0.63243915	-0.1555686	0.47687055
B9-H9				
поздовжня сила	Nx 4.94	0.0003434	-0.0005397	-0.0001963
поздовжня сила	Nx 4.95	0.001245	-0.0003235	0.0009215
поздовжня сила	Nx 4.96	0.09119	-6.3710005	-6.2798105
поздовжня сила	Nx 4.97	0.2224	-0.004202	0.218198
поздовжня сила	Nx 4.98	0.08963	-0.01443	0.0752
поздовжня сила	Nx 4.99	0.001527	-0.01816	-0.016633
поздовжня сила	Nx 4.100	0.0007149	-0.005275	-0.0045601
поздовжня сила	Nx 4.101	0.0002506	-3.2130005	-3.2127499
поздовжня сила	Nx 4.102	4.6380005	-7.1060005	-2.468
поздовжня сила	Nx 4.103		-1.9620005	-1.9620005
Сума		5.0453014	-18.6949322	-13.6496308
B9-B10				
поздовжня сила	Nx 4.104	0.07093	-0.02143	0.0495
поздовжня сила	Nx 4.105	0.04215	-0.05996	-0.01781
поздовжня сила	Nx 4.106	0.000009	-0.1007	-0.100691
поздовжня сила	Nx 4.107	0.05797	-0.1488	-0.09083

Продовження таблиці 3.3.6

поздовжня сила	Nx 4.108	0.007403	-0.2006	-0.193197
поздовжня сила	Nx 4.109	0.00007	-0.2765	-0.27643
поздовжня сила	Nx 4.110	0.0004065	-0.5026	-0.5021935
поздовжня сила	Nx 4.111		-0.01287	-0.01287
поздовжня сила	Nx 4.112		-0.0008516	-0.0008516
поздовжня сила	Nx 4.113		-0.02512	-0.02512
поздовжня сила	Nx 4.114		-0.001652	-0.001652
СУМА		0.1789385	-1.3510836	-1.1721451

Визначення зусиль в перерізах балки від постійного навантаження представляю в вигляді таблиці 3.3.7 варіант №1, №2, №3, №4 (поздовжня сила).

Таблиця 3.3.7 – визначення зусиль в перерізах балки від навантаження

Варіант	Елемент ферми	Максимальна S	Сумарна S	Вага нормативна	коэф. Над-сті 1.1	коэф. Над-сті 0.9	Зусилля
1	B7-B8	6,366	6,366	-46.9804242	-1.663827	-1.361313	-1306,75
	B8-H8	0,5995	0,289363	8.98761478	0.65945	0.53955	63,35287
	B9-H9	-0,011269	0,0087474	-0.27169424	-0.0123959	-0.010142	-0,22244
	B9-B10	-2,6497	-2,635476	81.85788456	-2.91467	-2.38473	1008,31
	H8-H9	5,83647	5,81957	18.07558442	0.6420117	0.5252823	1525,565
2	B2-B3	7,7039	7,2992	22.6713152	0.847429	0.693351	1115,924
	B3-H4	0,576879	0,552821	17.17062026	0.6345669	0.5191911	66,54336
	H1-HH2	1,4329	-0,622707	19.34127942	1.57619	1.28961	298,966
	H3-B4	-0,5458135	0,2336535	-7.25727771	-0.60039485	-0.491232	39,41448
3	B2-B3	9,7	8,5	26.5460502	1.068232	0.874008	1685,812
	H1-HH2	4,6	10,2	-3.18268714	-0.46101	-0.37719	1222,423
	H0-B1	1,051265	0,715295	22.2170627	1.1563915	0.9461385	189,983
	H8-H9	0,76773	0,703474	21.84990244	0.844503	0.690957	110,2306
	B9-H9	11,9421279	5,4045163	167.8642763	1,313634069	1,074	2345,778

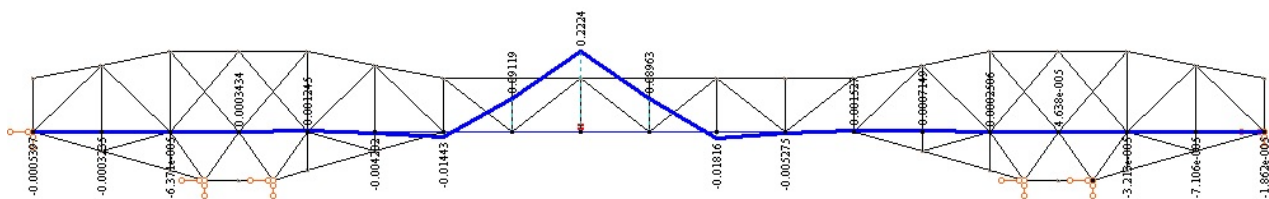


Рисунок 3.3.85 – л.в. поздовжня сила варіант №4 елемент ферми В9-Н9

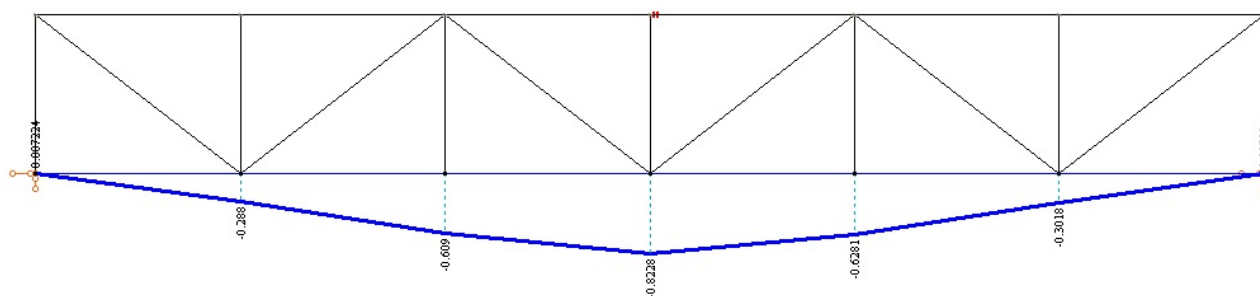


Рисунок 3.3.86 – л.в. поздовжня сила варіант №1 елемент ферми В9-В10

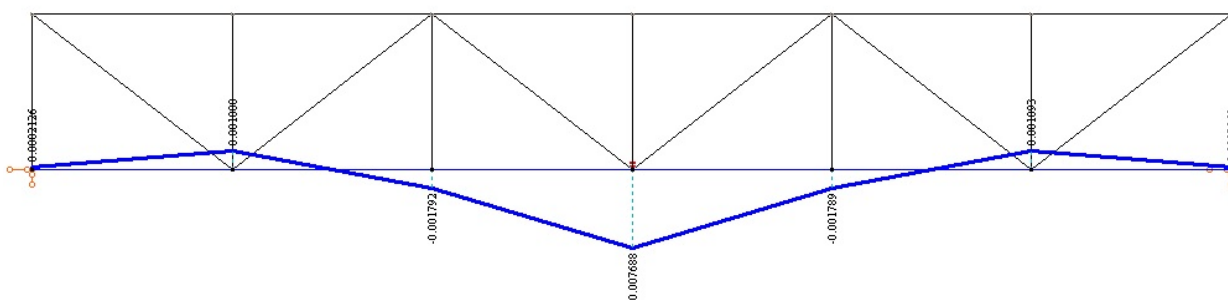


Рисунок 3.3.87 – л.в. поздовжня сила варіант №1 елемент ферми В9-Н9

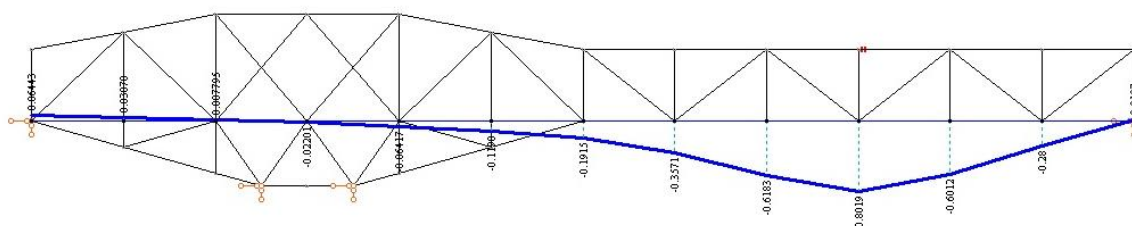


Рисунок 3.3.87 – л.в. поздовжня сила варіант №3 елемент ферми В9-В10

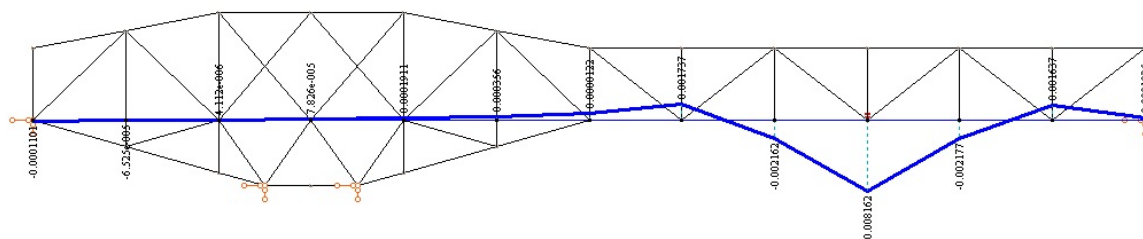


Рисунок 3.3.88 – л.в. поздовжня сила варіант №3 елемент ферми В9-Н9

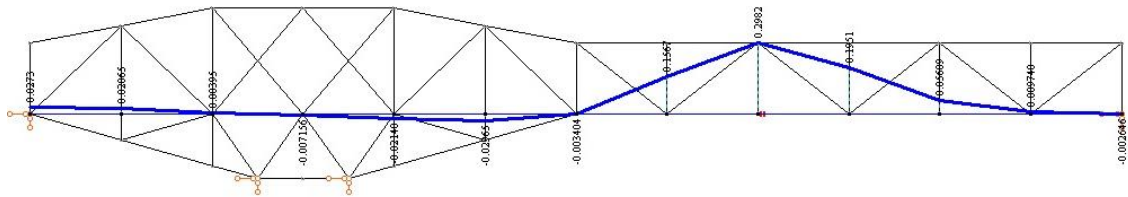


Рисунок 3.3.89 – л.в. поздовжня сила варіант №3 елемент ферми Н8-Н9
Таблиця 3.3.8 – л.в. від поперечної сили
Таблиця 3.3.8

Зусилля	Умове позначення	Додатні ділянки	Відємні ділянки	Сума
Н3-Н4				
поперечна сила	Qy1	0.000192	-3.8100005	-3.8098085
поперечна сила	Qy2	0.0007476	-4.4170005	-4.4162529
поперечна сила	Qy3	0.002235	-2.1670005	-2.1647655
поперечна сила	Qy4	0.0003144	-3.730006	-3.7296916
поперечна сила	Qy5	0.000266		0.000266
поперечна сила	Qy6	0.0004508		0.0004508
поперечна сила	Qy7	0.0004834		0.0004834
поперечна сила	Qy8	0.0004395		0.0004395
поперечна сила	Qy9	0.0003372		0.0003372
поперечна сила	Qy10	0.0002351		0.0002351
поперечна сила	Qy11	0.0001247		0.0001247
поперечна сила	Qy12	3.230005		3.230005
поперечна сила	Qy13	1.7370005		1.7370005
поперечна сила	Qy14	4.4640005		4.4640005
поперечна сила	Qy15	6.0490005		6.0490005
Сума		15.4858322	-14.1240075	1.3618247
Н5-Н6				
поперечна сила	Qy16	2.4020005	-0.0004108	-4.0380495
поперечна сила	Qy17	4.5790005	-0.001837	2.3009955
поперечна сила	Qy18	5.904005	-0.0017	5.9034833
поперечна сила	Qy19	1.106005	-0.0008032	1.1056835
поперечна сила	Qy20	5.52005	-0.000496	5.5199307
поперечна сила	Qy21	0.0001049	-0.0004631	-7.5598957
поперечна сила	Qy22		-0.0003943	0
поперечна сила	Qy23		-0.0003159	0
поперечна сила	Qy24		-0.0002309	0
поперечна сила	Qy25		-0.0001609	0
поперечна сила	Qy26		-0.0001114	0
поперечна сила	Qy27		-6.44005	0
поперечна сила	Qy28		-2.278005	0
Сума		19.5111659	-8.7249785	3.2321478

Продовження таблиці 3.3.8

B10-B11				
поперечна сила	Qy29	7.6890005	-0.0005217	7.6884788
поперечна сила	Qy30	0.0002753	-0.0003215	-0.0000462
поперечна сила	Qy31	0.0000473	-0.0001183	-0.000071
поперечна сила	Qy32	0.0006816	-1.220006	-1.2193244
поперечна сила	Qy33	0.00071719	-4.900006	4.89928881
поперечна сила	Qy34	0.0005549	-1.1970005	-1.1964456
поперечна сила	Qy35	0.0002052	-1.8530005	-1.8527953
поперечна сила	Qy36	0.0004044	-7.56400006	7.56359566
поперечна сила	Qy37	0.0005519		0.0005519
поперечна сила	Qy38	0.00024448		0.00024448
поперечна сила	Qy39	3.756		3.756
сума		11.44868277	-16.73497456	5.28629179
H10-H11				
поперечна сила	Qy40	5.7440005	-0.0004368	5.7435637
поперечна сила	Qy41	0.0002225	-0.000271	-0.0000485
поперечна сила	Qy42	0.0004564	-0.0001022	0.0003542
поперечна сила	Qy43	0.001031	-0.002267	-0.001236
поперечна сила	Qy44	0.01921	-0.007035	0.012175
поперечна сила	Qy45	0.002985	-0.02962	-0.026635
поперечна сила	Qy46	0.002327	-0.0002177	0.0021093
поперечна сила	Qy47	5.5110005	-4.3660005	1.145
поперечна сила	Qy48	5.0190006	-0.000107	5.0188936
поперечна сила	Qy49		-0.0001643	-0.0001643
Сума		16.3002335	-4.4062215	11.894012
H13-H14				
поперечна сила	Qy50	3.337005	-0.0001147	3.3368903
поперечна сила	Qy51	0.3340005	-5.929005	-5.5950045
поперечна сила	Qy52	0.0001452	-9.180006	-9.1798608
поперечна сила	Qy53	0.0002123	-4.2850005	-4.2847882
поперечна сила	Qy54	0.0002786	-9.65900086	-9.65872226
поперечна сила	Qy55	0.0003441		0.0003441
поперечна сила	Qy56	0.0004		0.0004
поперечна сила	Qy57	0.0004433		0.0004433
поперечна сила	Qy58	0.0004382		0.0004382
поперечна сила	Qy59	0.000654		0.000654
поперечна сила	Qy60	0.00138		0.00138
поперечна сила	Qy61	0.001754		0.001754
поперечна сила	Qy62	0.0004149		0.0004149

Продовження таблиці 3.3.8

поперечна сила	Qy63	2.0090005		2.0090005
Сума		5.6864706	-29.05312706	-23.36665646
Н15-Н16				
поперечна сила	Qy64	2.3040005	-0.0001395	2.303861
поперечна сила	Qy65	7.700005	-8.760005	-1.06
поперечна сила	Qy66	0.0001202	-3.2970005	-3.2968803
поперечна сила	Qy67	0.0001319	-3.9350005	-3.9348686
поперечна сила	Qy68	9.7340005	-0.0001413	9.7338592
поперечна сила	Qy69	3.0230005	-0.0002638	3.0227367
поперечна сила	Qy70		-0.0003205	-0.0003205
поперечна сила	Qy71		-0.0002607	-0.0002607
поперечна сила	Qy72		-7.0860005	-7.0860005
поперечна сила	Qy73		-0.0003512	-0.0003512
поперечна сила	Qy74		-0.001374	-0.001374
поперечна сила	Qy75		-0.000515	-0.000515
Сума		22.7612586	-23.0813725	-0.3201139

Визначення зусиль в перерізах балки від постійного навантаження представляю в вигляді таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.9

	Зусилля	Максимальна S	Сумарна S л.в	Вага 54860т * 55.33/2	Нормативне	тимчасове 9.81	тимчасове 13.73
Н3-Н4	Qy1	15.4858322	1.3618247	1517.7019	2066.843935	151.9160139	212.6204761
Н5-Н6	Qy16	19.5111659	3.2321478	1517701.9	4905436.857	191.4045375	267.8883078
Н10-Н11	Qy40	16.3002335	11.894012	1517701.9	18051564.61	159.9052906	223.802206
Н13-Н14	Qy50	-29.05312706	- 23.36665646	1517701.9	- 35463618.91	- 285.0111765	-398.8994345
Н15-Н16	Qy64	-23.0813725	-0.3201139	1517701.9	- 485837.4742	- 226.4282642	-316.9072444

Схема завантаження прогону згідно з ДБН В.2.3-14:2006 [3] див. рисунок 3.3.84 .

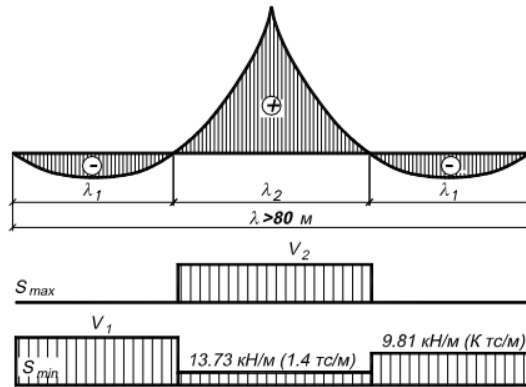


Рисунок 3.3.90 – завантаження прогону

При розрахунку на витривалість завантажують лінію впливу для визначення зусиль – рисунок 3.3.85 максимальні та мінімальні напруження. [3]

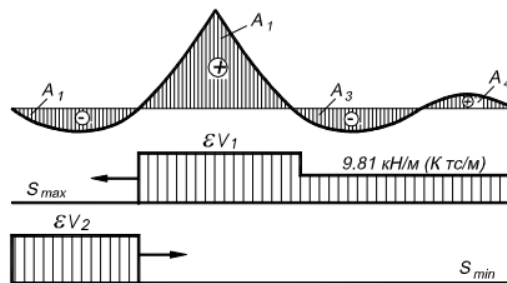


Рисунок 5. Схема завантаження ділянок лінії впливу для визначення максимальних і мінімальних зусиль (напружень) при розрахунку на витривалість

Рисунок 3.3.91 – максимальні та мінімальні напруження

Еквівалентні навантаження – таблиця 3.3.10 С14 . [3]

Таблиця 3.3.10

Довжина	$\alpha=0$	$\alpha=0.5$
60м	151.1	137.3
120м	138.6	137.3
180м	137.3	137.3

Від'ємний участок лінії впливу завантажуюмо порожніми вагонами.

Навантаження від рухомого складу на лінію впливу НН15-НН16 в вигляді

таблиці 3.3.11

Таблиця – 3.3.11

елемент НН15-НН16				
d - довжина панелі	координата	$S = \sum *d$	Навантаження кН/м	Зусилля
10	0.1928	1.928	9.81	18.91368
10	0.1199	1.199	9.81	11.76219

Продовження таблиці 3.3.11

10	0.0404	0.404	9.81	3.96324
10	-0.01557	-0.1557	9.81	-1.527417
10	-0.0016	-0.016	13.73	-0.21968
10	-0.1537	-1.537	13.73	-21.10301
10	-0.2326	-2.326	13.73	-31.93598
10	-0.3257	-3.257	13.73	-44.71861
10	-0.4243	-4.243	13.73	-58.25639
10	-0.5181	-5.181	13.73	-71.13513
10	-0.6084	-6.084	13.73	-83.53332
10	-0.6907	-6.907	13.73	-94.83311
10	-0.6417	-6.417	13.73	-88.10541
10	-0.3683	-3.683	13.73	-50.56759
10	-0.03096	-0.3096	13.73	-4.250808
10	-0.006335	0.06335	9.81	-0.6214635
10	-0.0174	-0.174	9.81	-1.70694
10	-0.02083	-0.2083	9.81	-2.043423
10	-0.01287	-0.1287	9.81	-1.262547
СУМА	-3.7160	37.1597	229.51	-521.1817185

Збір навантажень та зусиль

Нормативна власна вага ферми з урахуванням БМП:

$$q_{\text{ВВ}}^{\text{H}} = 55.33 \text{ кН/м.}$$

Нормативна власна вага половини ферми для подальшого розрахунку:

$$q_{\text{П}}^{\text{H}} = \frac{q_{\text{ВВ}}^{\text{H}}}{2} = \frac{55.33}{2} = 27.665 \text{ кН/м.} \quad (3.1)$$

В8-Н9

Коефіцієнти:

$$\gamma_v = 1.3 - 0.003 \cdot \lambda = 1.3 - 0.003 \cdot 32 = 1.204; \quad (3.2)$$

$$\mu = \frac{18}{30+\lambda} = \frac{18}{30+32} = 0.2903; \quad (3.3)$$

$$\varepsilon = 1.$$

Інтенсивність еквівалентного навантаження при $\alpha = 0$:

$$v = 183.4 \text{ кН/м.}$$

Розрахункові зусилля:

$$N_{\max}^M = q_{\Pi}^H \cdot \omega \cdot \gamma_f + \frac{v \cdot K}{2} \cdot \omega \cdot \gamma_v \cdot (1 + \mu) = 27.665 \cdot 1.204 \cdot 19.27 + \frac{183.4 \cdot 14}{2} \cdot (-13.65) \cdot 1.204 \cdot (1 + 0.2903) = 1904.452 \text{ кН.}$$

$$N_{\max}^B = q_{\Pi}^H \cdot \omega + \frac{v \cdot K}{2} \cdot \omega \cdot \varepsilon \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \mu\right) = 27.665 \cdot 19.27 + \frac{183.4 \cdot 14}{2} \cdot (-13.65) \cdot 1.204 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot 0.2903\right) = 1797.289 \text{ кН.} \quad (3.5)$$

$$N_{\min}^B = q_{\Pi}^H \cdot \omega = 27.665 \cdot (-13.6496308) = -377.627 \text{ кН.} \quad (3.6)$$

Н8-Н9,

Коефіцієнти:

$$\gamma_v = 1,3 - 0,003 \cdot \lambda = 1,3 - 0,003 \cdot 40 = 1.18 \quad (3.7)$$

$$\mu = \frac{18}{30+\lambda} = \frac{18}{30+40} = 0,257; \quad (3.8)$$

$$\varepsilon = 1.$$

Інтенсивність еквівалентного навантаження при $\alpha = 0$:

$$v = 168.2 \text{ кН/м.}$$

Розрахункові зусилля:

$$N_{\max}^M = q_{\Pi}^H \cdot \omega \cdot \gamma_f + \frac{v \cdot K}{2} \cdot \omega \cdot \gamma_v \cdot (1 + \mu) = 27.665 \cdot (-0.60199) \cdot 1.18 + \frac{168.2 \cdot 14}{2} \cdot (-0.17965) \cdot 1.8 \cdot (1 + 0.257) = 1157.482 \text{ кН.} \quad (3.9)$$

$$N_{\max}^B = q_{\Pi}^H \cdot \omega + \frac{v \cdot K}{2} \cdot \omega \cdot \varepsilon \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \mu\right) = 27.665 \cdot (-0.60199) \cdot + \frac{168.2 \cdot 14}{2} \cdot (-0.17965) \cdot 1.18 \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot 0.257\right) = 1160.498 \text{ кН.} \quad (3.10)$$

$$N_{\min}^B = q_{\Pi}^H \cdot \omega = 27.665 \cdot (-0.60199) = -16.654 \text{ кН.} \quad (3.11)$$

В9-В10

Коефіцієнти:

$$\gamma_v = 1,3 - 0,003 \cdot \lambda = 1,3 - 0,003 \cdot 50 = 1.15; \quad (3.17)$$

$$\mu = \frac{18}{30+\lambda} = \frac{18}{30+50} = 0.225; \quad (3.18)$$

$$\varepsilon = 1.$$

Інтенсивність еквівалентного навантаження при $\alpha = 0$:

$$v = 158 \text{ кН/м.}$$

Розрахункові зусилля:

$$\begin{aligned} N_{\max}^M &= q_{\Pi}^H \cdot \omega \cdot \gamma_f + \frac{v \cdot K}{2} \cdot \omega \cdot \gamma_v \cdot (1 + \mu) = 27.665 \cdot (-1.3510) \cdot 1.15 + \frac{158 \cdot 14}{2} \cdot \\ &1.172 \cdot 1.15 \cdot (1 + 0.225) = 1063.548 \text{ кН.} \end{aligned} \quad (3.19)$$

$$\begin{aligned} N_{\max}^B &= q_{\Pi}^H \cdot \omega + \frac{v \cdot K}{2} \cdot \omega \cdot \varepsilon \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \mu\right) = 27.665 \cdot -1.3510 + \frac{158 \cdot 14}{2} \cdot 1.172 \cdot \\ &1.172 \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot 0.225\right) = 1070.215 \text{ кН.} \end{aligned} \quad (3.20)$$

$$N_{\min}^B = q_{\Pi}^H \cdot \omega = 27.665 \cdot 1.172 = 32.423 \text{ кН.} \quad (3.21)$$

Н1-НН2

Коефіцієнти:

$$\gamma_v = 1,3 - 0,003 \cdot \lambda = 1,3 - 0,003 \cdot 25 = 1.225; \quad (3.22)$$

$$\mu = \frac{18}{30+\lambda} = \frac{18}{30+25} = 0.327; \quad (3.23)$$

$$\varepsilon = 1.$$

Інтенсивність еквівалентного навантаження при $\alpha = 0$:

$$v = 193.9 \text{ кН/м.}$$

Розрахункові зусилля:

$$N_{\max}^M = q_{\Pi}^H \cdot \omega \cdot \gamma_f + \frac{v \cdot K}{2} \cdot \omega \cdot \gamma_v \cdot (1 + \mu) = 27.665 \cdot 0.63244 \cdot 1.18 + \frac{193.9 \cdot 14}{2} \cdot 0.47687 \cdot 1.225 \cdot (1 + 0.327) = 1378.721 \text{ кН.} \quad (3.24)$$

$$N_{\max}^B = q_{\Pi}^H \cdot \omega + \frac{v \cdot K}{2} \cdot \omega \cdot \varepsilon \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \mu\right) = 27.665 \cdot 0.63244 + \frac{193.9 \cdot 14}{2} \cdot 0.47687 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot 0.327\right) = 1375.508 \text{ кН.} \quad (3.25)$$

$$N_{\min}^B = q_{\Pi}^H \cdot \omega = 27.665 \cdot 0.47687 = 17.496 \text{ кН.} \quad (3.26)$$

Основне сполучення навантаження на міцність Н1-НН2:

$$S_{\Pi} = q_{\Pi}^H \cdot \omega \cdot \gamma_f = 227.665 \cdot 0.63244 \cdot 1.18 = 169.902 \text{ кН.} \quad (3.27)$$

$$S_{\Pi v} = \frac{v_{\max} \cdot K}{2} \cdot \omega \cdot \gamma_v \cdot (1 + \mu) = \frac{193.9 \cdot 14}{2} \cdot (0.63244) \cdot 1.18 \cdot (1 + 0.327) = 1344.1511 \text{ кН,} \quad (3.28)$$

$$S_M^0 = S_{\Pi} + S_{\Pi v} = 169.902 - 1344.1511 = -1174.2491 \text{ кН.}$$

На витривалість Н1-НН2:

$$S_B = q_{\Pi}^H \cdot \omega = 27,665 \cdot 0.63244 = 17.496 \text{ кН.}$$

$$S_{Bv} = \frac{v_{\max} \cdot K}{2} \cdot \omega \cdot \varepsilon \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \mu\right) = \frac{193.9 \cdot 14}{2} \cdot 0.63244 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot 0.327\right) = 1043.084 \text{ кН,}$$

$$S_{B,max}^0 = S_B + S_{Bv} = 17.496 + 1043.084 = 1060.58 \text{ кН.}$$

$$S_{B,min}^0 = S_B = 17.496 \text{ кН.}$$

Висновок до розділу :

В ході дослідження трьох варіантів конструкції ферм : №1 варіант - центральна прогонова будова довжиною 60 м спирається на додаткові опорні частини в вузлах Н6 та Н12, що забезпечує цьому прогону розрізну схему, №2 варіант та №3 варіант - часткової частково нерозрізна ферма, №4 варіант – розрізна ферма. Має найменші зусилля в перерізі варіант №4.

ВИСНОВКИ

Мости унікальні, інженерні споруди. Їх велика кількість і всі вони мають свою історію, і архітектурні особливості.

Корозія підступний ворог мостів. Правильний вибір корозійного захисту не тільки захистить мостову конструкцію, а і дозволить поліпшити технічні характеристики, підвищить термін експлуатації конструкції.

Опираючись на світовий досвід мостобудування, я склала три схеми мосту. Виходячи з техніко-економічних порівнянь була обрана третя схема для подальшого дослідження перевагою якої є низькі опори та архітектура. Були складені чотири варіанти конструкції ферми схеми 3 .

В ході дослідження варіантів конструкції ферм : №1 варіант - центральна прогонова будова довжиною 60 м спирається на додаткові опорні частини в вузлах Н6 та Н12, що забезпечує цьому прогону розрізну схему, №2 варіант та №3 варіант - часткової частково нерозрізна ферма, №4 варіант – розрізна ферма. Має найменші зусилля в перерізі варіант №4.

Перелік посилань

1. Електронний ресурс «Відомі мости та віадуки світу»
<https://tourkazka.com/vidomi-mosty-ta-viaduky-vrazhayuchyiy-top-7/>
2. Електронний ресурс «В Китаї відкрили найдовший у світі підвісний прозорий міст: фантастичні фото»
https://house.24tv.ua/kitayi-vidkrili-naydovshiy-sviti-pidvisniy-prozoriy-ostanni-novini_n1408666
3. ДБН В.2.3-14:2006 Мости та труби правила проектування.
4. Електронний ресурс «Корозія»
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%96%D1%8F>
5. Електронний ресурс «Способи захисту металоконструкцій»
<https://www.promstan.com.ua/ua/articles/sposoby-zaschity-metallokonstruktsij-ot-korrozii>
6. . Електронний ресурс «Форт - Брідж»
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D1%82-%D0%91%D1%80%D1%96%D0%B4%D0%B6>
7. Косяк В.М., Тарасенко В.П., Попович М.М. Методичні вказівки по складанню варіантів металевого моста – 2009.
8. ДСТУ Б В.2.3 – 1 - 95 Габарити підмостові судноплавних прогонів мостів на внутрішніх водних шляхах – 1997.
9. ДБН В.1.2.- 15:2009 Мости та труби. Навантаження і впливи.
10. Тарасенко В.П. Основні положення розрахунку балок проїзної частини. Методичні вказівки для курсового та дипломного проектування – 1999.
11. Тарасенко В.П. Розрахунок металевих ферм, зв'язок між фермами та розрахунок опорних частин. Методичні вказівки для курсового та дипломного проектування - 2000.