

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій
ННІ Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

(назва факультету/ННЦ)

«Транспортна інфраструктура»

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

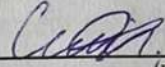
на тему: «Аналіз характеристик капітального ремонту шляхопроводу по вул.
Моторного в м. Лозова Харківської області».

за освітньою програмою «Мости і транспортні тунелі»

зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

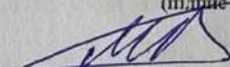
Виконав: студент групи: ГІ2421


(підпис студента)

/ Павло СЕЛІВАНОВ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

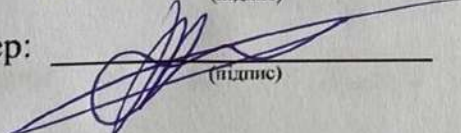
Керівник:


(підпис)

/доц. Віталій МІРОШНИК /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

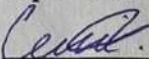

(підпис)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент



(підпис)

**Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies
Dnipro Institute of Infrastructure and Transport**

Building, architecture and infrastructure

(faculty/TRC)

Transport infrastructure

(department)

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

on the topic: «Analysis of the characteristics of the overhaul of the overpass on Motornogo Street in Lozova, Kharkiv region»

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: TI2421 / Pavlo SELIVANOV
(name, surname)

Scientific Supervisor: / Assoc. Prof. Vitalii MIROSHNYK/
(position, name, surname)

Normative controller : / Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /
(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій
ННІ Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

Освітня програма: «Будівництво та експлуатація транспортної інфраструктури»

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»

Олексій ТЮТЬКІН

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата _____

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

студенту _____

Селіванов Павло Ілліч

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Аналіз характеристик капітального ремонту шляхопроводу по вул. Моторного в м. Лозова Харківської області»

Керівник роботи: Мірошник Віталій Анатолійович, PhD

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

затверджені наказом від

«02» жовтня 2025 р.

№ 1401ст

2. Строк подання студентом роботи:

«12» січня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: Технічний звіт із обстеження автодорожнього мосту, інженерно-геологічні та інженерно-геодезичні вишукування

Вступ. Розділ 1. Коротка характеристика автодорожнього мосту .

Розділ 2. Дефекти штучної споруди

Розділ 3. Проектні рішення

Розділ 4. Розрахунок елементів прогонових будов

Висновки. Перелік посилань

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	Опрацювання вихідних даних. Розділ 1. Коротка характеристика автодорожнього мосту. Розділ 2. Дефекти штучної споруди	10.11.2025	
2	Розділ 3. Проектні рішення.	08.12.2025	
3	Розділ 4. Розрахунок елементів прогонових будов. Висновки. Оформлення ВКР.	05.01.2026	
4	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	11.01.2026	
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	12.01.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	20.01.2026	

Студент

(підпис)

Павло СЕЛІВАНОВ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

Віталій МІРОШНИК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

53 стор., 24 рис., 0 табл., 8 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – автодорожній шляхопровід по вул. Моторного в м. Лозова Харківської області.

Мета роботи – аналіз технічного стану шляхопроводу та обґрунтування рішень капітального ремонту з урахуванням сучасних вимог до надійності, довговічності та безпеки експлуатації мостових споруд.

Метод дослідження – аналітичний розрахунок.

В магістерській роботі наведено основні проектні рішення, проведенні розрахунки та виконанні перевірки монолітної плити проїзної частини балок прогонових будов. Також виконано розрахунок кількості упорів для забезпечення спільної роботи монолітної плити та балок прогонових будов.

На основі отриманих результатів обґрунтовано необхідність комплексного капітального ремонту шляхопроводу, спрямованого на відновлення захисних властивостей бетону, забезпечення водонепроникності мостового полотна, надійної роботи деформаційних швів і системи водовідведення. Показано, що запропоновані рішення дозволяють підвищити експлуатаційну придатність і подовжити строк служби споруди.

Ключові слова: АВТОДОРОЖНІЙ МІСТ, КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ, ДЕФЕКТИ ШТУЧНОЇ СПОРУДИ, РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ПРОГОНОВОЇ БУДОВИ, ГНУЧКИЙ УПОР.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОДОРОЖНЬОГО МОСТУ	10
1.1. Конструкція проїзної частини та пішохідних тротуарів.....	10
1.2. Прогонові будови шляхопроводу	11
1.3. Стояни та проміжні опори	11
1.4. Підмостовий простір.....	13
РОЗДІЛ 2. ДЕФЕКТИ ШТУЧНОЇ СПОРУДИ.....	14
2.1. Загальний стан дефектів	14
2.2. Дефекти прогонових будов	14
2.3. Дефекти опор та фундаментів.....	17
2.4. Дефекти проїзної частини та тротуарів	19
2.5. Дефекти підмостового простору	20
2.6. Аналіз причин дефектів.....	20
2.7. Висновки за результатами обстеження.....	20
РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ.....	21
3.1 Конструктивні рішення	21
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТИ ПРОГОНОВИХ БУДОВ	6
4.1. Розрахунок плити автопроїзду	6
4.2. Розрахунок упорів для об'єднання монолітної плити проїзної частини із балками прогонових будов довжиною 15 м.....	16
4.3. Розрахунок упорів для об'єднання монолітної плити проїзної частини із балками прогонових будов довжиною 24 м.....	23
ВИСНОВКИ.....	30
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	32

ВСТУП

У сучасному світі транспортна інфраструктура відіграє ключову роль у забезпеченні економічного розвитку, мобільності населення та безпеки руху. В Україні, де значна частина штучних споруд (мостів, шляхопроводів, тунелів) була побудована в 60-80-х роках минулого століття, актуальною проблемою є їх знос, викликаний інтенсивною експлуатацією, впливом атмосферних факторів, корозією матеріалів та недостатнім фінансуванням на утримання. За даними Міністерства інфраструктури України, понад 6 тисяч мостів потребують ремонту або реконструкції, що загрожує аваріями та економічними втратами. Особливо це стосується шляхопроводів над залізничними коліями, які забезпечують безперервний рух автотранспорту в урбанізованих районах.

Об'єктом дослідження в цій магістерській роботі є залізобетонний автодорожній шляхопровід через залізничні колії лінії Павлоград – Лозова по вул. Моторного в м. Лозова Харківської області. Ця споруда, введена в експлуатацію в 1977 році, є важливою частиною місцевої транспортної мережі, забезпечуючи сполучення між центром міста та житловими мікрорайонами.

Метою роботи є комплексна оцінка технічного стану шляхопроводу, визначення несучої спроможності та залишкового ресурсу елементів, а також виконання проєкту капітального ремонту для забезпечення безпечної експлуатації.

Для досягнення мети вирішуються такі завдання:

- Збір та аналіз проєктної, виконавчої та експлуатаційної документації;
- Натурне обстеження конструкцій (прогонових будов, опор, проїзної частини, тротуарів, конусів насипів) з фіксацією дефектів, пошкоджень та фотофіксацією;
- Проведення інструментальних вимірювань;
- Оцінка технічного стану споруди в цілому.

Методи дослідження включають емпіричні (натурне обстеження, інструментальні вимірювання) та аналітичні (обробка даних, розрахунки за нормативами).

Виконання цієї роботи дозволить розробити проєктну документацію на капітальний ремонт шляхопроводу, що сприятиме підвищенню безпеки та подовженню терміну служби споруди.

РОЗДІЛ 1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОДОРОЖНЬОГО МОСТУ

Автодорожній шляхопровід через залізничні колії Павлоград – Лозова по вул. Моторного в м. Лозова Харківської області побудовано у 1977 р. Будівельно-монтажні роботи зі спорудження шляхопроводу виконав Мостозагін №27 «Мостобуду - 1» за проектом Харківського відділення ДПІ ПромтрансНДІпроекту. Споруда призначена для пропуску 2-х смуг руху автомобільного транспорту.

Шляхопровід трипрогоновий, повною довжиною 54,0 м, виконаний за схемою 15+24+15 м (розрахункові прогони 14,4+23,4+14,4 м). Габарит проїзної частини Г-15,0 м. Тротуари 2х3,0 м. Підмостовий габарит шляхопроводу складає над парною колією залізниці 6,77 м, а над непарною 6,97 м. Розташований шляхопровід у плані на прямій і на вертикальній кривій радіусом ~2500 м в профілі.

1.1. Конструкція проїзної частини та пішохідних тротуарів

Габарит автомобільного проїзду по прогоновим будовам шляхопроводу Г–15,0 м. Для проходу пішоходів існує два тротуари шириною 3,0 м кожний. Проїзна частина від тротуарів відгороджена бетонним бордюром тротуарних блоків висотою 0,4 м. Тротуари влаштовано на тротуарних залізобетонних типових блоках висотою 40 см з плитою товщиною 10 см поверху. Покриття асфальтобетонне. Покриття проїжджої частини асфальтобетонне. Передбачене освітлення на шляхопроводу. Сполучення проїжджої частини і підхідних насипів виконано у вигляді конусів. Конуси укріплені монолітними залізобетонними плитами. Для забезпечення плавного в'їзду автотранспорту на підходах укладені перехідні плити. Відвід води з проїзної частини здійснюється за рахунок водовідвідних трубок Ø 100 мм (на прогоновій будові ПБ 2-3) та за рахунок поздовжніх і поперечних ухилів на інших прогонах. На підходах до шляхопроводу та на ньому дорожня розмітка відсутня. На підходах до і після шляхопроводу поздовж узбіччя встановлено тільки бордюр

висотою 50 см, бар'єрне огороження відсутнє. Перильна огорожа пішохідного тротуару з металевого секційного паркану, висотою 1,0 м.

1.2. Прогонові будови шляхопроводу

Отвір шляхопроводу перекрито балочно-розрізними прогоновими будовами. Усі прогонові будови уніфіковані типові бездіафрагменні залізобетонні з попередньо напруженою арматурою з пучків високоміцного дроту. За своїм перерізом балки зроблені по типовому проекту серії 3.503-12, Союздорпроект інв. №384/45. В прогонах 1-2 та 2-3 встановлено прогонові будови повною довжиною – 15,00 м, розрахунковий прогін - 14,40 м. В прогоні 2-3 встановлено типову прогонову будову повною довжиною 24,00 м, розрахунковий прогін - 23,40 м. Матеріал прогонових будов: бетон гідротехнічний класу В27,5÷В40, марка F200, арматура — попередньо напружена В-II, з дроту діаметром 5 мм. Проект розроблений під навантаження Н30 та НК-80. В поперечному перерізі встановлено дев'ять балок. Усі балки розташовані з кроком 1,70-1,82 м, об'єднання балок виконано по плиті. Висота балок довжиною $L_p=15,00$ м дорівнює 90 см, товщина ребра – 16 см, товщина плити 15 см. Висота балок довжиною $L_p=24,00$ м складає 120 см. Товщина ребра – 16 см, товщина плити 15 см. Балки виготовлено в 1981 році на Київському заводі МЖБК. Для забезпечення поперечного ухилу проїзної частини балки встановлено на підферменних каменях різної висоти (від 12 до 26 см залежно від опори). Опорні частини всіх прогонових будов – РОЧ, товщиною 30 мм.

1.3. Стояни та проміжні опори

Проміжні опори залізобетонні стійкові, зі збірних блоків, споруджені відповідно до типового проекту "Союздорпроект" №3-503-28 інв. №863. Фундаменти проміжних опор по типовому проекту з глибиною закладання 1,7 м. Стояни також стійкові, однорядні споруджені згідно типового проекту серії 3.503-28 (інв. №863).



Рис.1.1 Вид на стоян №4



Рис. 1.2 Проміжна опора №2 шляхопроводу



Рис 1.3 Проміжна опора №3 шляхопроводу

1.4. Підмостовий простір

Безпосередньо під шляхопроводом в прогоні 2-3 розташовано дві залізничні головні колії лінії Павлоград – Лозова. Колія лінії Павлоград – Лозова електрифікована. Обидві колії йдуть паралельно одна одній та перетинають вісь шляхопроводу під кутом 90° . Підмостовий габарит шляхопроводу складає над парною колією залізниці 6,77 м, а над непарною 6,97 м.

Згідно з геологічними вишукуваннями (звіт 93/04-2023), територія вишукувань розташована в районі з п'ятибальною сейсмічністю, поверхня спланована насипним ґрунтом, абсолютні позначки 189,40-190,10 м. Ґрунти складаються з насипних утворень, рослинного шару та суглинків твердої консистенції, неагресивні до бетонів W8, рівень ґрунтових вод не зафіксовано до 10 м.



Рис. 1.4 Загальний вид підмостового простору

РОЗДІЛ 2. ДЕФЕКТИ ШТУЧНОЇ СПОРУДИ

2.1. Загальний стан дефектів

Під час обстеження автодорожнього шляхопроводу через залізничні колії Павлоград – Лозова по вул. Моторного в м. Лозова Харківської області, проведеного у квітні 2023 року відповідно до ДБН В.2.3-6:2016, виявлено значну кількість дефектів, зумовлених як природним зносом, так і пошкодженнями, спричиненими воєнними діями у 2022 році. Дефекти охоплюють прогонові будови, опори, фундаменти, проїзну частину та підмостовий простір. Загальний технічний стан споруди класифіковано як непрацездатний (стан 5), що вимагає капітального ремонту для відновлення несучої спроможності та безпеки експлуатації.

2.2. Дефекти прогонових будов

Прогонові будови, виконані з попередньо напружених залізобетонних балок за типовим проектом серії 3.503-12, мають численні дефекти:

Тріщини в бетоні балок, особливо в зонах опорних частин РОЧ (товщиною 30 мм), з максимальним розкриттям до 2 мм, що свідчить про порушення цілісності попереднього напруження.

Відшарування захисного шару бетону (до 10–15 мм) на верхніх гранях балок у прогонах 1-2 та 2-3, викликане корозією арматури.

Механічні пошкодження (вигини, сколи) на балках довжиною 24,00 м у прогоні 2-3, ймовірно, внаслідок ударних навантажень під час воєнних дій.

Деформація плити проїзної частини (просідання до 5 см) у центральному прогоні, що призводить до порушення поперечного ухилу та водовідведення.



Рис. 2.1 Стельова поверхня плити прогонової будови ПБ 1-2



Рис. 2.2 Сколювання бетону опорного перерізу балки БЗ на стояні №1



Рис. 2.3 Руйнування тротуарної плити прогонової будови ПБ 1-2 (вид знизу)



Рис. 2.4 Пролом плити прогонової будови ПБ 3-4

2.3. Дефекти опор та фундаментів

Проміжні опори та стояни, виконані зі збірних залізобетонних блоків за типовим проектом 3.503-28, зазнали значних ушкоджень:

Тріщини в стійках опор (шириною до 3 мм) у зонах контакту з фундаментами, що вказує на зсув ґрунту або локальне руйнування основи.

Корозійне пошкодження арматури в нижніх частинах стояків, викликане агресивним впливом вологи.

Зсуви фундаментів (глибиною закладання 1,7 м) на 2–3 см у районі опор №2 та №3, що підтверджується геодезичними зйомками.

Механічні руйнування опорних блоків (до 30% об'єму) унаслідок прямих ударів, що призвели до втрати стійкості конструкції.



Рис. 2.5 Замалий захисний шар бетону стійки С1 проміжної опори №2



Рис. 2.6 Дефекти С1 проміжної опори №3



Рис. 2.7 Дефекти бетону на стійці С6 проміжної опори №3



Рис. 2.8 Тріщина насадки стояна №4 розкриттям 5 мм довжиною 0,8 м між балками Б4-Б5, сколювання бетону площею 0,1 м²

2.4. Дефекти проїзної частини та тротуарів

Проїзна частина та тротуари демонструють наступні дефекти:

Тріщини в асфальтобетонному покритті проїзної частини (довжиною до 5 м, розкриттям до 5 мм), що утворилися внаслідок деформації прогонових будов.

Зруйновані ділянки тротуарних плит (до 20% площі) на лівому тротуарі, з оголенням арматури та корозією.

Відсутність водовідвідних трубок Ø 100 мм у деяких секціях прогону 2-3, що спричинило накопичення води та подальше руйнування покриття.

Пошкодження перильного огородження (відсутність 30% секцій) та відсутність бар'єрного огородження на підходах.

2.5. Дефекти підмостового простору

Підмостовий простір зазнав обмежених пошкоджень, пов'язаних із загальним станом конструкції:

Ерозія ґрунту в зонах конусів насипів (глибиною до 0,5 м) через порушення водовідведення.

Механічні пошкодження залізничних колій (деформація рейок на 1–2 см) унаслідок осідання опор, що впливає на безпеку руху поїздів.

2.6. Аналіз причин дефектів

Основними причинами дефектів є:

Природний знос конструкції (експлуатація понад 45 років) із корозією арматури та втратою міцності бетону.

Недостатнє водовідведення, яке призвело до ерозії ґрунту та руйнування покриття.

Сейсмічні впливи (п'ятибальна сейсмічність) та слабкі ґрунти (насипні суглинки), що сприяли деформації фундаментів.

2.7. Висновки за результатами обстеження

Виявлені дефекти свідчать про критичний стан шляхопроводу, що унеможлиблює його подальшу експлуатацію без капітального ремонту. Найбільш ураженими є прогонові будови та опори, де механічні пошкодження переважають над корозійними. Необхідно провести детальний інженерно-геологічний аналіз ґрунтів та розробити проект реконструкції з урахуванням відновлення несучої здатності та підвищення стійкості до навантажень А11 і НК-80.

РОЗДІЛ 3

ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ

3.1 Конструктивні рішення

Конструктивні елементи при капітальному ремонті шляхопроводу прийняті наступні:

- сполучення шляхопроводу з насипами підходів виконано із влаштування монолітних залізобетонних перехідних плит МПП-1 напівзануреного типу з обпирання на монолітний лежень МЛ-1;
- посилення стійок проміжних опор виконується арматурою посилення $\varnothing 25$ А500С та розподільчою арматурою $\varnothing 8$ А240С. Відновлення захисного шару стійок за допомогою токретбетону. Поверхні стійки покриваються модифікованими цементними розчинами, вирівнюючим шаром шпаклівки та захисними фарбами.
- монолітна залізобетонна об'єднуюча плита проїзної частини, що укладається по плитам прогонових будов, товщиною від 140 мм (згідно з вимогами п. 7.2.4 і додатка Е ДБН В.2.3-22:2009 з дрібнозернистий важкого бетону, що відповідає ДСТУ Б В.2.7-43-96, класу В 35 по міцності, марки F300 по морозостійкості та водонепроникністю W8);
- монолітні тротуари шириною прохідної частини 3,0 м з установленням закладних деталей для кріплення стійок перильного та бар'єрного огородження;
- бетон монолітних конструкцій дрібнозернистий за ДСТУ Б В.2.7-43-96 з додаванням домішок виробництва Sika або аналог;
- арматура періодичного профілю класу А500С, гладка арматура класу А240С за ДСТУ 3760:2019;
- бортовий камінь 1000x200x80 марки ГП-5 згідно ДСТУ Б В.2.7-246:2010;
- металеве бар'єрне огородження проїзної частини оцинковане, висотою огорожувальної частини 110 см конструкція якого розроблена згідно вимог ДБН В.2.3-14:2006 "Споруди транспорту. Мости та труби.

Правила проектування." та ДСТУ Б.В.2.3-12-2004 "Споруди транспорту. Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови";

- перильне огороження – металеве оцинковане, висотою огорожувальної частини 1,3 м, розроблено згідно вимог ДСТУ Б В.2.3-11-2004 "Огородження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови", кріплення панелей перил до закладних деталей в монолітних тротуарах;
- антикорозійне покриття закладних деталей (видимої частини) виконати холодним цинком;
- система гідроізоляції проїзної частини шляхопроводу наноситься на підготовлену бетону поверхню у наступній технологічній послідовності з обов'язковим додаванням каталізатору (відповідно до технічних карт матеріалів):
 - -грунтування поверхні праймером PAR 1 Primer;
 - -напилювальне гідроізоляційне покриття Eliminator Part A та Eliminator Part B;
 - -сполучний шар, гідроізоляційного покриття з асфальтобетоном, із праймеру Bond Coat 3;
- зносостійке покриття тротуарів на шляхопроводу наноситься на підготовлену бетону поверхню у наступній технологічній послідовності:
 - -грунтування поверхні праймером PAR 1 Primer;
 - -напилювальне гідроізоляційне покриття Eliminator Part A та Eliminator Part B;
 - - кольорове протиковзне покриття Safetrack SC, з присипкою базальтовою крихтою фр. 0,63-1,8 мм;
- деформаційні шви прийняті однопрофільного типу Maurer D80 виробництва ТОВ "Маурер Україна";

- дренажна система складається із дренажних блоків та ПЕ-6 трубок $\varnothing 50$ мм та воронки водовідведення типу "ОМЕГА";
- дренажні канали виконуються із дренажних блоків мостового полотна полімербетонний 600x200x40, які укладаються на проїзній частині вздовж монолітних тротуарів та деформаційних швів на прогоновій будові, а також влаштовуються поперечні канали в місцях розташування дренажних трубок. Пазухи між гідроізоляцією та дренажними блоками заповнюються мілким гравієм;
- спеціальні дрібнозернисті розчини для захисту бетонних поверхонь від корозії торгової марки «Sika» або аналог;
- асфальтобетонне покриття проїзної частини двошарове, загальною товщиною 110 мм:
 - нижній шар $\delta=60$ мм - дрібнозернистий асфальтобетон АБбмп.Др.Щ.А.НП.БМПА 60/90-53 згідно з ДСТУ 8959:2019;
 - верхній шар $\delta=50$ мм - щебеномастиковий асфальтобетон ЩМА-20 згідно ДСТУ Б В.2.7-127:2015;
- укріплення конусу насипу виконується монолітним бетоном В20, F200, W6 $h=8$ товщиною 10 см, армований сіткою з вічком 200x200 мм катанкою $\varnothing 6,5$, по шару щебня $h=10$ см.
- службові сходи збірні залізобетонні відповідно до типового проекту серії 3.503.1-96;
- встановлення оцинкованих щитів огороження частин контактної мережі під напругою розміром 2,0x2,0 м.

Згідно ДБН В.1.2-14:2018 п.5.2 основні конструкції шляхопроводу (палі, ригелі, прогонові будови, перехідні плити) відповідають категорії відповідальності конструкції А1. Елементи мостового полотна відповідають категорії відповідальності конструкції Б. Укріплення конусу насипу відповідає категорії відповідальності конструкції В.

Формування монолітної плити здійснюється з урахуванням необхідності забезпечення поперечного двоскатного профілю проїзної частини, рівного 25

‰ та поздовжнього ухилу прогонових будов 1-2 та 3-4 15 ‰, а прогонова будова 2-3 - 3 ‰.

Профіль монолітного тротуару прийнятий односкатний у сторону проїзної частини та становить 20 ‰. Пішохідні тротуари шириною 3,0 м.

Виконання демонтажних і ремонтних робіт на шляхопроводу передбачається виконати із поетапним закриттям руху автотранспорту і пішоходів по шляхопроводу.

Несна здатність шляхопроводу, після проведення розробленого комплексу ремонтних робіт, буде задовольняти пропуску розрахункового навантаження (Н30, НК80).

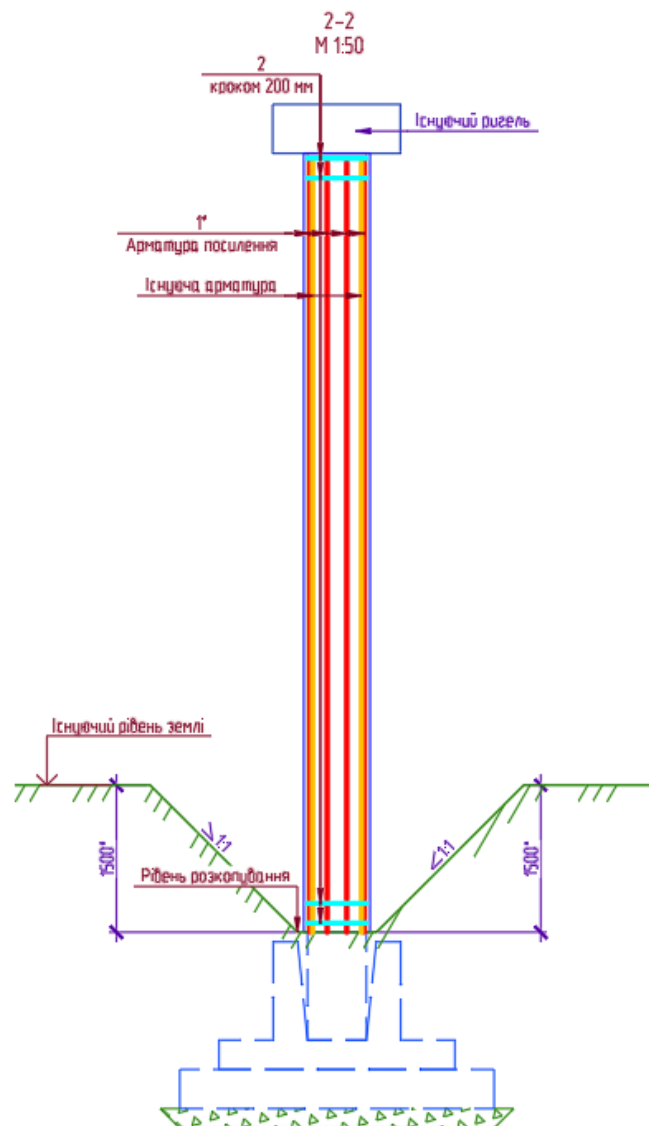


Рисунок 3.1 – Підсилення стійок проміжних опор

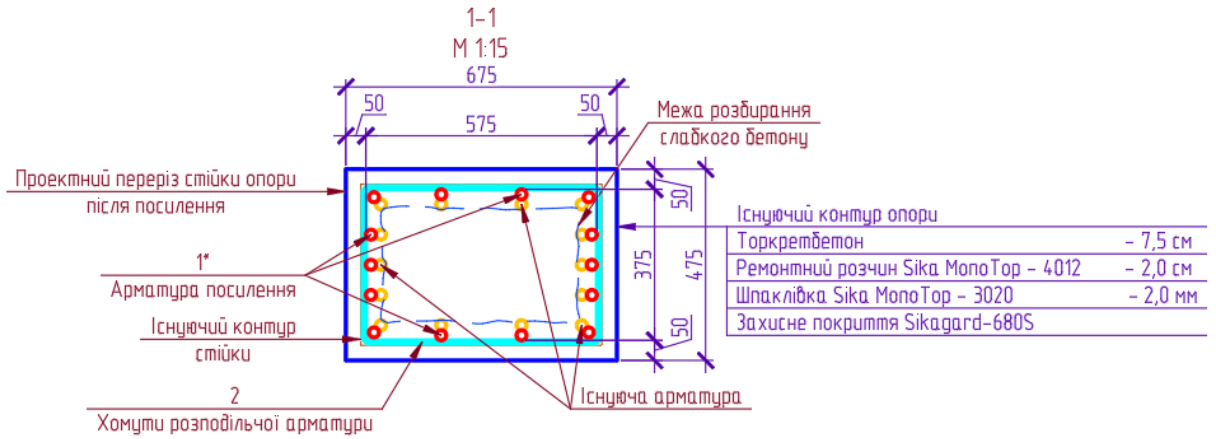


Рисунок 3.2 – Підсилення стійок проміжних. Вид зверху.

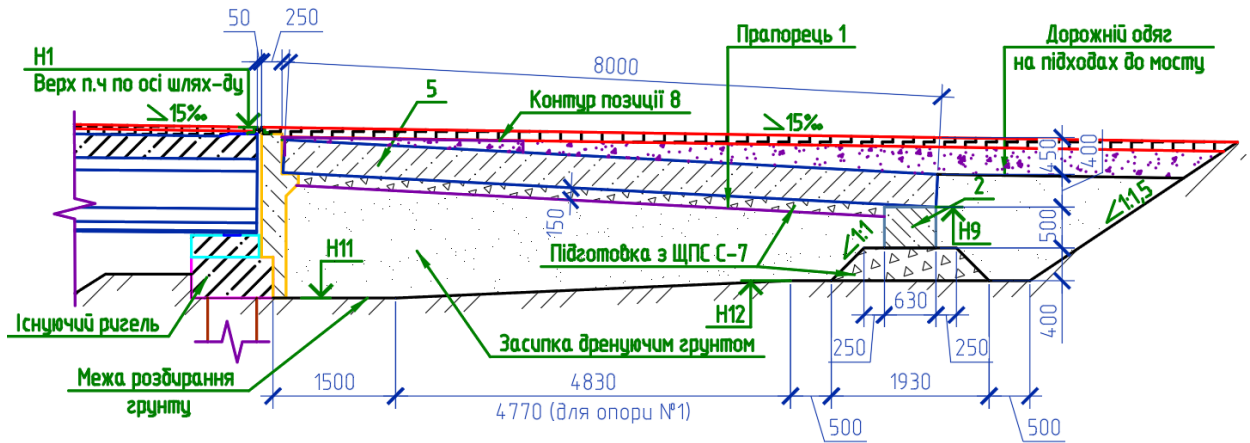


Рисунок 3.3 – Конструкція сполучення мосту з насипом підходів.

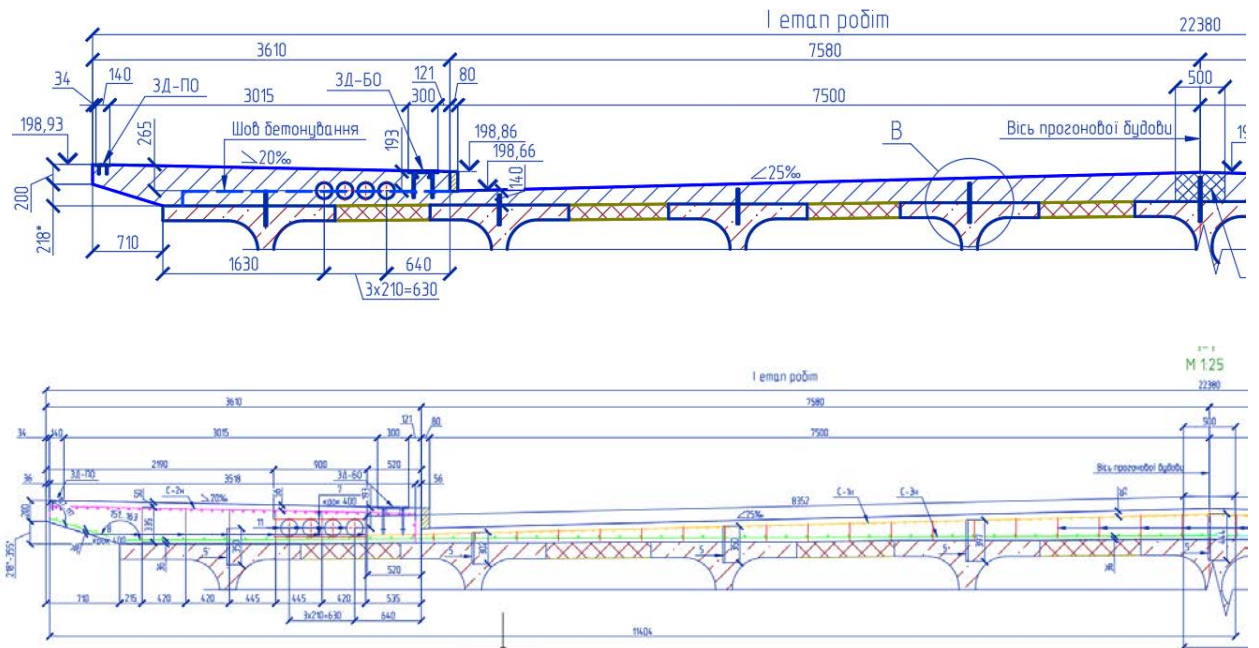


Рисунок 3.4 – Опалубне і арматурне креслення монолітної плити.

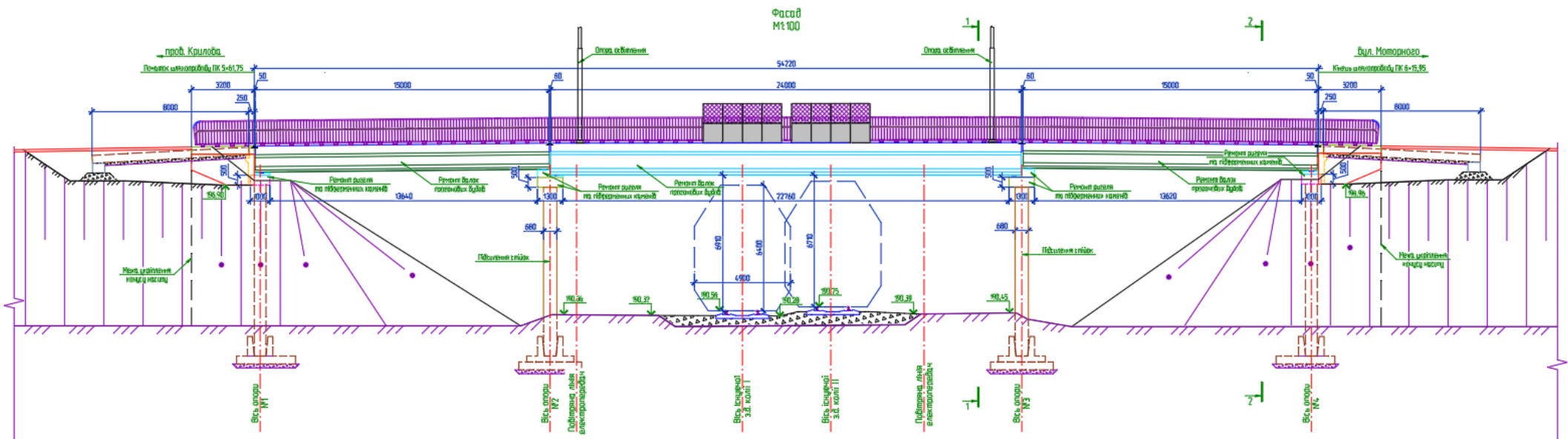


Рисунок 3.5 – Фасад проектного шлюхопровода.

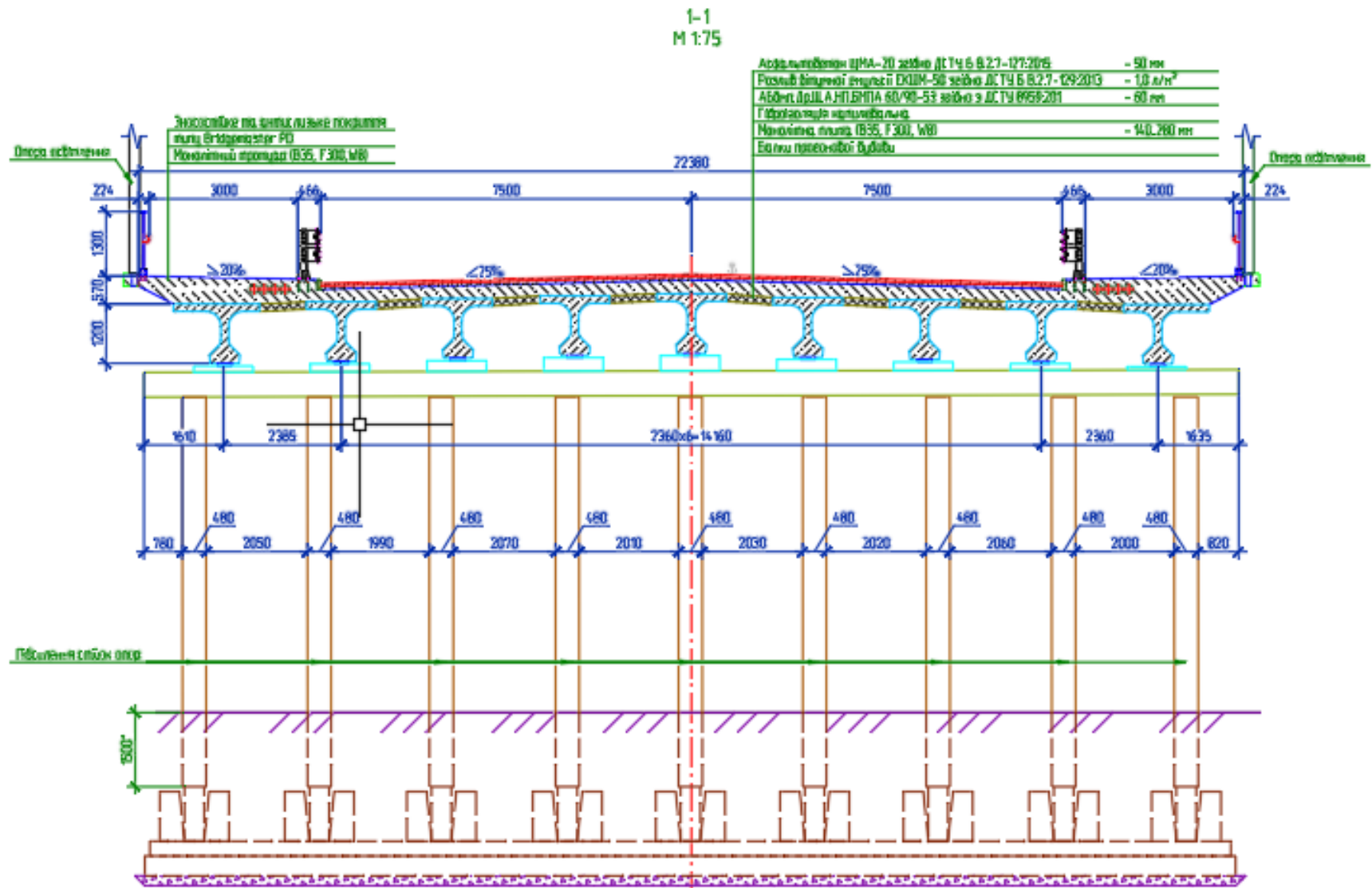


Рисунок 3.6 – Переріз проєктованого шляхопроводу

РОЗДІЛ 4.

РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТИ ПРОГОНОВИХ БУДОВ

4.1. Розрахунок плити автопроїзду

Розрахунок плити автопроїзду $l_p := 2.28 \text{ m}$

Попередньо приймаємо товщину плити 29 см $h_p := 15 + 14 \text{ см}$

☑ Збір навантажень, розрахунок розрізної

асфальтобетон 11 см: $h_{ab} := 0.11$

$$q_{nab} := 1 \cdot h_{ab} \cdot 22 = 2.42 \quad \gamma_f := 2 \quad q_{rab} := q_{nab} \cdot \gamma_f = 4.84$$

Гідроізоляція

$$q_{nh} := 0.005 \cdot 15 = 0.075 \quad \gamma_{f, \text{гидро}} := 1.25 \quad q_{rh} := q_{nh} \cdot \gamma_f = 0.094$$

Монолітна плита

$$q_{npl} := 0.01 \cdot h_p \cdot 25 = 7.25 \quad q_{rpl} := q_{npl} \cdot \gamma_f = 9.062$$

$$q_{np} := q_{nab} + q_{nh} + q_{npl} = 9.745$$

$$q_{rp} := q_{rab} + q_{rh} + q_{rpl} = 13.996$$

$$M_{np} := \frac{q_{np} \cdot l_p^2}{8} = 6.332$$

$$M_{rp} := \frac{q_{rp} \cdot l_p^2}{8} = 9.095$$

Тимчасове навантаження Н-30:

$$v_n := \frac{0.11}{2} = 0 \quad P_n := \frac{9.81 \cdot 12}{2} = 58.86 \quad P_v := P_n = 58.86$$

$b := 0.6 \quad a := 0.2$ - відбиток колеса, розподіляємо в аб і д кутом 45 град.

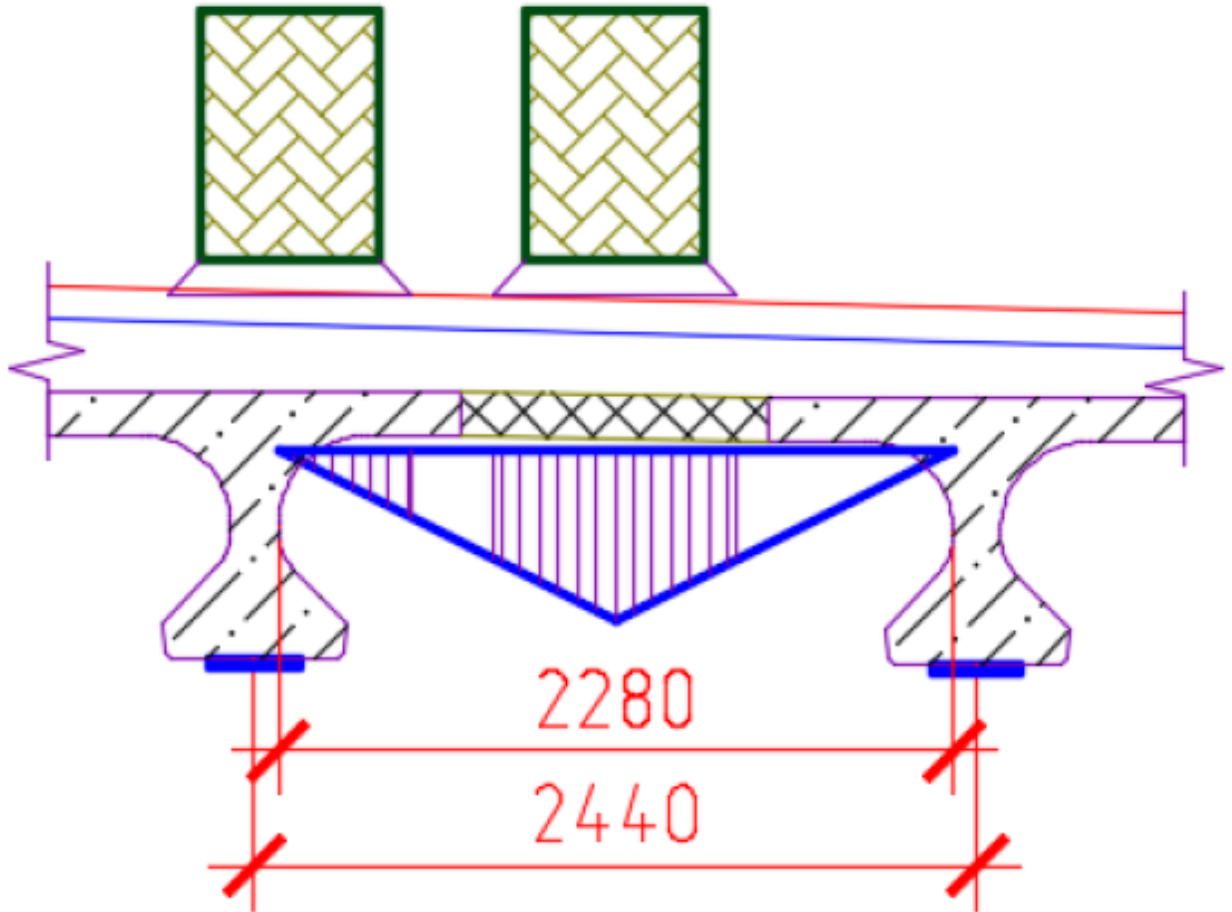
$$b_1 := b + 2h_{ab} = 0.82 \quad a_1 := a + 2h_{ab} + \frac{l_p}{3} = 1.18 \quad a_{dv} := \frac{2l_p}{3} = 1.52$$

$$q_v := \frac{v_n}{b_1} = 0 \quad q_p := \frac{P_n}{a_1 \cdot b_1} = 47.224 \quad q_{pv} := \frac{P_v}{a_1 \cdot b_1} = 47.224$$

$$\mu_p := 0.3 \quad \gamma_{vv} := 1.3 \quad \gamma_{vp} := 1.4 \quad \text{- згідно з СН-200-62}$$

Варіант 1: колесо Н30 в середині плити

$$\omega_1 := 0.383 + 0.05 = 0.433$$



$$M_{n051} := (q_v + q_p) \cdot \omega_1 + M_{np} = 26.78$$

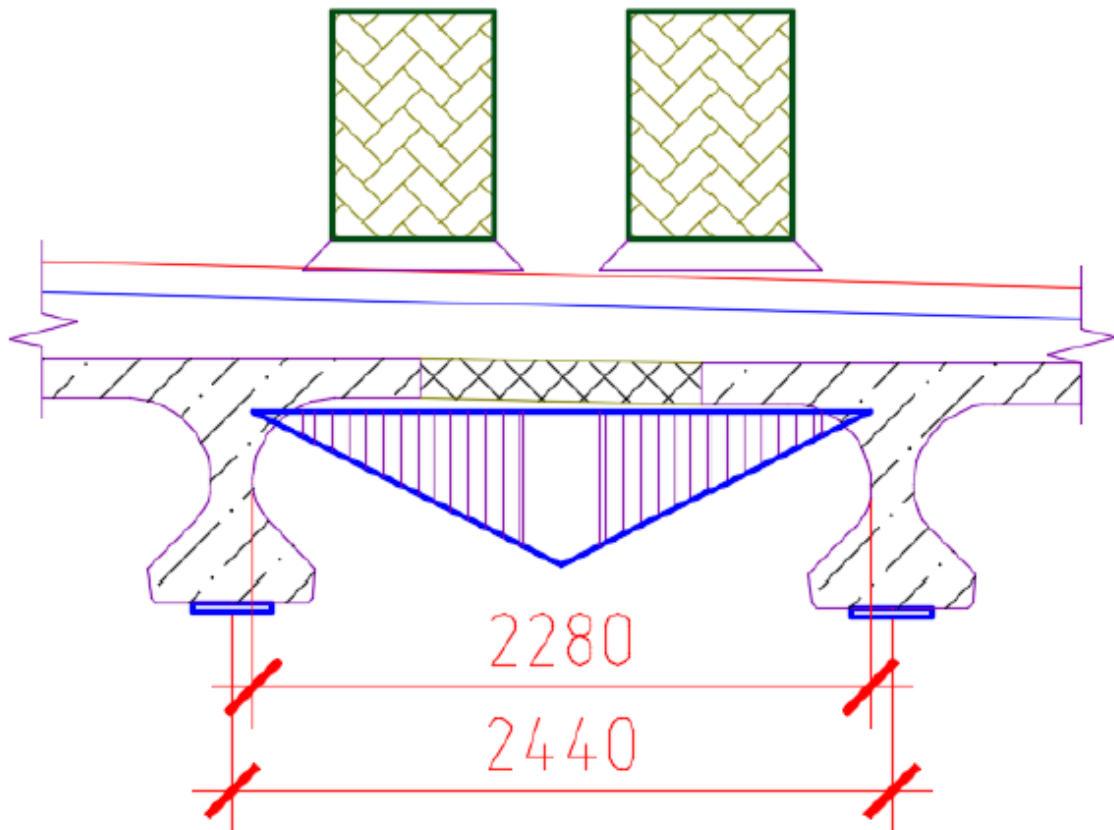
$$M_{r051} := [q_v \cdot \gamma_{vv} + q_p \cdot (1 + \mu_p) \cdot \gamma_{vp}] \cdot \omega_1 + M_{rp} = 46.31$$

$$M_{v051max} := q_{pv} \cdot \omega_1 + M_{np} = 26.78 \quad M_{v051min} := M_{np} = 6.332$$

Варіант 2: колеса Н30 розташовані симетрично відносно осі прогону:

$$\omega_2 := 0.242 + 0.242 = 0.484$$

-площа лінії впливу



$$M_{n052} := (q_v + q_p) \cdot \omega_2 + M_{np} = 29.189$$

-момент нормативний

$$M_{r052} := [q_v \cdot \gamma_{vv} + q_p \cdot (1 + \mu_p) \cdot \gamma_{vp}] \cdot \omega_2 + M_{rp} = 50.693$$

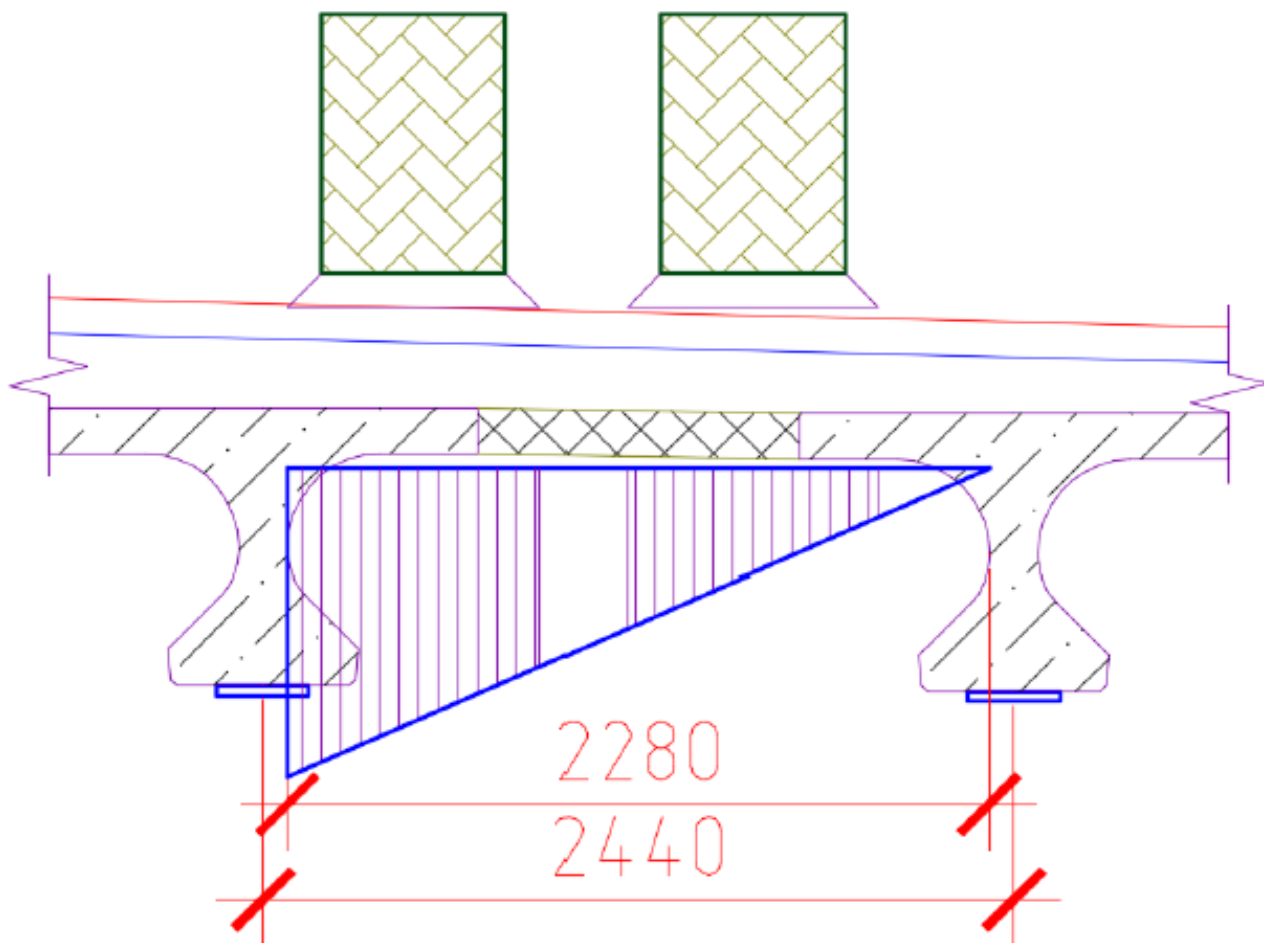
-момент розархунковий

$$M_{v052max} := q_{pv} \cdot 0.242 + M_{np} = 17.761 \quad M_{v052min} := M_{np} = 6.332$$

-моменти розархунку на витивалість

Варіант 3: для розрахунку поперечної сили

$$\omega_3 := 0.673 + 0.277 = 0.95$$

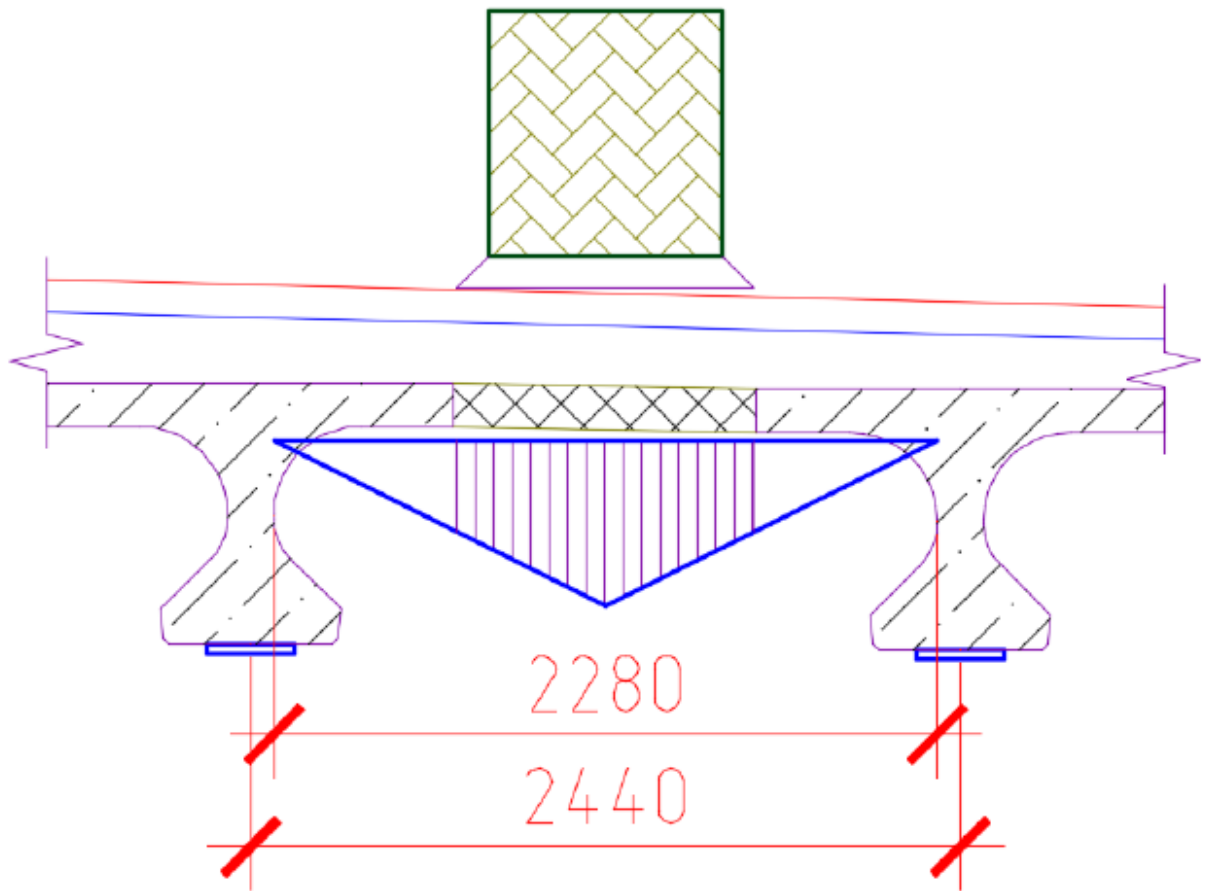


$$Q_{n03} := (q_v + q_p) \cdot \omega_3 + q_{np} \cdot 0.5 \cdot l_p = 55.972$$

$$Q_{r03} := [q_v \cdot \gamma_{vv} + q_p \cdot (1 + \mu_p) \cdot \gamma_{vp}] \cdot \omega_3 + q_{np} \cdot 0.5 \cdot l_p = 97.606$$

Випадок 4: Навантаження НК посередині плити

$$\omega_4 := 0.451 = 0.451$$



$$P_{nk} := 196 \quad b_7 := 0.8 + 2h_{ah} = 1.02$$

$$a_2 := 3 \cdot 1.2 + a + 2h_{ab} + \frac{l_p}{3} = 4.78$$

$$a_{2w} := 3 \cdot 1.2 + \frac{2l_p}{3} = 5.12$$

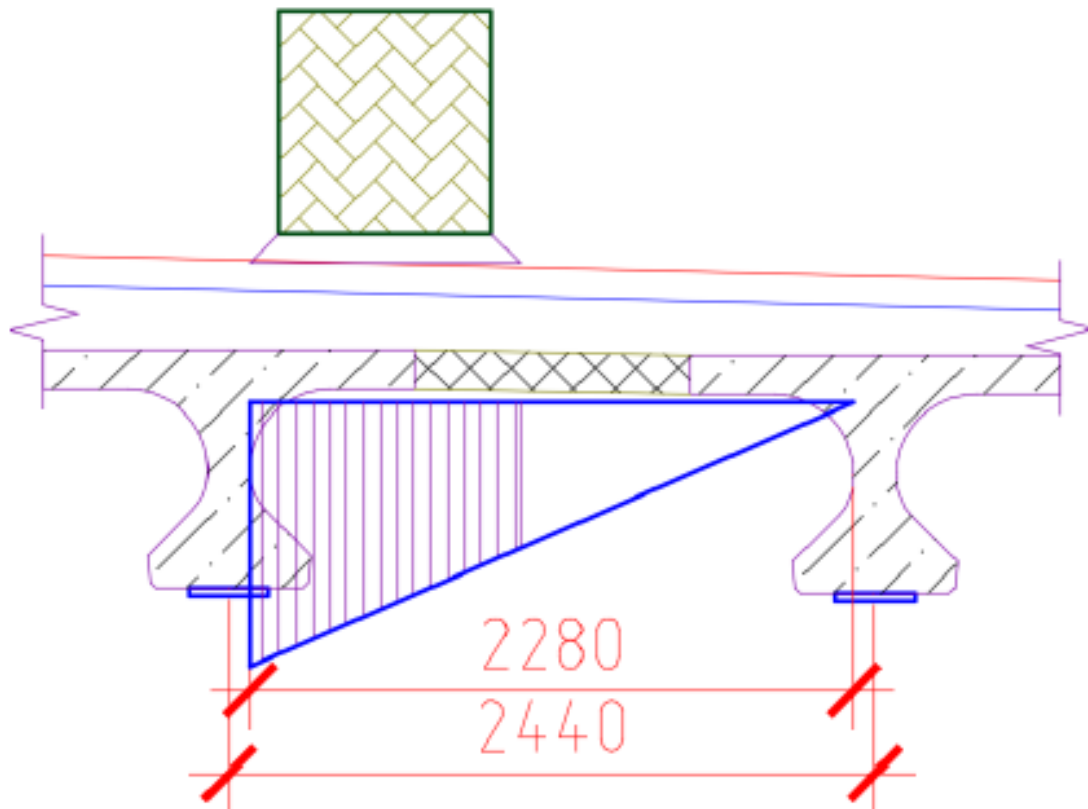
$$q_{nk} := \frac{4 \cdot P_{nk} \cdot 0.5}{a_2 \cdot b_2} = 75.061$$

$$M_{n054} := q_{nk} \cdot \omega_4 + M_{np} = 40.185$$

$$M_{r054} := q_{nk} \cdot \omega_4 + M_{rp} = 42.947$$

Випадок 5: для визначення поперечної сили від НК

$$\omega_5 := 0.792$$



$$Q_{n05} := q_{nk} \cdot \omega_5 + q_{np} \cdot 0.5 \cdot l_p = 70.558$$

$$Q_{r05} := q_{nk} \cdot \omega_3 + q_{rp} \cdot 0.5 \cdot l_p = 87.264$$

$$M_{n051} = 26.78$$

$$M_{r051} = 46.31$$

$$Q_{r03} = 97.606$$

$$M_{v051max} = 26.78$$

$$M_{n052} = 29.189$$

$$M_{r052} = 50.693$$

$$Q_{r05} = 87.264$$

$$M_{v051min} = 6.332$$

$$M_{n054} = 40.185$$

$$M_{r054} = 42.947$$

▲ Збір навантажень, розрахунок розрівної

▼ Знаходження зусиль в зацімленій

Розраховуємо плиту як зацімлену. Знаходимо зусилля:

$$I_k := \frac{1}{3} \cdot \left[\left(\frac{244}{29} - 0.63 \right) \cdot 29^4 + \left(\frac{63}{16} - 0.63 \right) \cdot 16^4 + \left(\frac{62}{12} - 0.63 \right) \cdot 12^4 \right] = 1.939 \times 10^6 \quad \text{см}^4$$

$$E_b := 34500 \quad G_b := 0.4E_b = 1.38 \times 10^4$$

$$D := \frac{0.1 \cdot E_b \cdot h_p^3}{12(1 - 0.2^2)} = 7.304 \times 10^6 \quad n_1 := 0.001 \cdot \frac{D \cdot (1001_p)^3}{G_b \cdot I_k} = 3.236$$

$$\alpha := 0.8 \quad \text{На опорі}$$

$$\beta := 0.5 \quad \text{В прогоні}$$

$$M_{\text{top}} := \alpha \cdot \max(M_{r051}, M_{r054}) = 37.048$$

$$M_{\text{topr}} := \beta \cdot \max(M_{r051}, M_{r054}) = 23.155$$

$$M_{\text{nop}} := \alpha \cdot \max(M_{n051}, M_{n054}) = 32.148$$

$$M_{\text{nopr}} := \beta \cdot \max(M_{n051}, M_{n054}) = 20.092$$

$$M_{\text{vopmax}} := \alpha \cdot M_{v051\text{max}} = 21.424$$

$$M_{\text{voprmax}} := \beta \cdot M_{v051\text{max}} = 13.39$$

$$M_{\text{vopmin}} := -0.25 \cdot M_{v051\text{max}} = -6.695$$

$$M_{\text{voprmin}} := -0.25 \cdot M_{v051\text{max}} = -6.695$$

$$Q_{r03} = 97.606$$

▲ Знаходження зусиль в зацімленій

Конструкція і перевірки

B27,5

$$R_b := 14.3 \quad R_{bt} := 1.05 \quad \text{арматура A400C} \quad R_s := 350 \quad d := 1.0 \quad E_s := 1.96 \cdot 10^5$$

$$a_s := 2 + \frac{d}{2} = 2.5 \quad a_{s1} := 5 + \frac{d}{2} = 5.5 \quad b_{\text{max}} := 100 \quad -20\% \quad \text{Alll}$$

▼ Верхня арматура

Розраховуємо верхню арматуру (на опорі):

$$h_0 := h_p - a_{s1} = 23.5$$

$$\alpha_0 := \frac{100M_{\text{top}}}{0.1 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = 0.047$$

$$\xi := 0.123 \quad \eta_1 := 0.939 \quad \omega := 0.85 - 0.008 \cdot R_b = 0.736$$

$$\xi_y := \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{500} \left(1 - \frac{\omega}{1.1}\right)} = 0.597$$

$$A_s := \frac{100 \cdot M_{\text{top}}}{0.1 R_s \cdot h_0 \cdot \eta_1} = 4.797 \quad A_{s1} := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0.785 \quad \frac{A_s}{A_{s1}} = 6.108 \quad n := 10$$

$$A_{s1} := A_{s1} \cdot n = 7.854$$

Міцність за згинальним моментом:

$$x := \frac{A_s \cdot R_s}{R_b \cdot b} = 1.922$$

$$100 M_{\text{top}} = 3.705 \times 10^3 \quad M_{\text{gr}} := 0.1 R_b \cdot b \cdot x \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) = 6.196 \times 10^3$$

Міцність за поперечною силою:

$$\xi := h_0 = 23.5$$

$$Q_b := \frac{2 \cdot 0.1 R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c} = 493.5$$

$$Q_{bt} := 1.3 \cdot 0.1 R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 320.775 \quad Q_{r03} = 97.606$$

Розрахунок тріщиностійкості:

$$x = 1.922 \quad h_0 = 23.5$$

$$\sigma := \frac{100 M_{\text{top}}}{A_s \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right)} = 18.161 \quad A_Y := b \cdot \left(a_{s1} + \frac{d}{2} + 6 \right) = 1.2 \times 10^3$$

$$R_Y := \frac{A_Y}{n \cdot d \cdot l} = 120 \quad \psi := 1.5 \cdot \sqrt{R_Y} = 16.432 \quad a_{\text{cr}} := \frac{\sigma}{0.1 E_s} \cdot \psi = 0.015$$

Розрахунок на витривалість:

$$n_1 := 20 \quad M_{\text{vormax}} = 21.424 \quad M_{\text{vormin}} = -6.695$$

$$A_{sn} := A_{s1} \cdot 10 \cdot 0.8 = 6.283 \quad \text{- нижня арматура з урахуванням корозії}$$

$$r := n_1 \cdot \frac{A_s + A_{sn}}{b} = 2.827 \quad \xi := 2 \cdot n_1 \cdot \frac{A_s \cdot h_0 + A_{sn} \cdot a_s}{100} = 80.111$$

$$x_1 := -r + \sqrt{r^2 + s} = 6.559$$

$$I_{\text{redv}} := \frac{b \cdot x_1^3}{12} + n_1 \cdot A_s \cdot (h_0 - x_1)^2 + n_1 \cdot A_{sv} \cdot (x_1 - a_s)^2 = 4.95 \times 10^4$$

Бетон:

$$\sigma_{b\text{max}} := 100M_{\text{vopmax}} \cdot \frac{x_1}{I_{\text{redv}}} = 0.284 \quad \rho_b := \frac{M_{\text{vopmin}}}{M_{\text{vopmax}}} = -0.312$$

$$\beta_b := 1.28 \quad \epsilon_b := 1 \quad 0.6 \cdot 0.1 \cdot \beta_b \cdot \epsilon_b \cdot R_b = 1.098$$

Арматура:

$$\sigma_s := n_1 \cdot \frac{100M_{\text{vopmax}}}{I_{\text{redv}}} \cdot (h_p - x_1 - a_{s1}) = 14.664$$

$$\beta_s := 1 \quad \epsilon_s := 0.43 \quad 0.1 \cdot \beta_s \cdot \epsilon_s \cdot R_s = 15.05$$

▲ Верхня арматура

▼ Нижня арматура

Розраховуємо нижню арматуру (в прогоні):

$$h_{0\text{sv}} := h_p - a_s = 26.5 \quad A_{sv} := A_{s1} \cdot 10 = 7.854$$

$$A_{s1} := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0.785 \quad n := 10$$

$$A_s := A_{s1} \cdot n \cdot 0.8 = 6.283$$

Міцність за згинальним моментом:

$$\frac{x}{h_0} := \frac{A_s \cdot R_s}{R_b \cdot b} = 1.538$$

$$100M_{\text{rpr}} = 2.316 \times 10^3 \quad M_{\text{sv}} := 0.1R_b \cdot b \cdot x \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) = 5.659 \times 10^3$$

Міцність за поперечною силою:

$$\frac{c}{h_0} := h_0 = 26.5$$

$$Q_{\text{max}} := \frac{2 \cdot 0.1 R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c} = 556.5$$

$$Q_{\text{min}} := 1.3 \cdot 0.1 R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 361.725 \quad Q_{r03} = 97.606$$

Розрахунок тріщиностійкості:

$$x = 1.538 \quad h_0 = 26.5 \quad h_0 = 26.5$$

$$\sigma_{\text{max}} := \frac{100 M_{\text{npf}}}{A_s \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right)} = 12.428$$

$$A_{sv} := b \cdot \left(a_{s1} + \frac{d}{2} + 6 \right) = 1.2 \times 10^3$$

$$R_{\text{max}} := \frac{A_T}{n \cdot d \cdot l} = 120$$

$$\psi := 1.5 \cdot \sqrt{R_T} = 16.432$$

$$\lambda_{\text{max}} := \frac{\sigma}{0.1 E_s} \cdot \psi = 0.01042$$

Розрахунок на витривалість:

$$n_1 := 15 \quad M_{\text{vprmax}} = 13.39 \quad M_{\text{vprmin}} = -6.695$$

$$r := n_1 \cdot \frac{A_s + A_{sv}}{b} = 2.121 \quad s := 2 \cdot n_1 \cdot \frac{A_s \cdot h_0 + A_{sv} \cdot a_{s1}}{100} = 62.91$$

$$x_1 := -r + \sqrt{r^2 + s} = 6.09$$

$$I_{\text{redv}} := \frac{b \cdot x_1^3}{12} + n_1 \cdot A_s \cdot (h_0 - x_1)^2 + n_1 \cdot A_{sv} \cdot (x_1 - a_{s1})^2 = 4.118 \times 10^4$$

Бетон:

$$\sigma_{\text{max}} := 100 M_{\text{vprmax}} \cdot \frac{x_1}{I_{\text{redv}}} = 0.198 \quad \sigma_{\text{min}} := \frac{M_{\text{vprmin}}}{M_{\text{vprmax}}} = -0.5$$

$$\beta_{\text{max}} := 1.28 \quad \epsilon_{b\text{max}} := 1 \quad 0.6 \cdot 0.1 \cdot \beta_b \cdot \epsilon_b \cdot R_b = 1.098$$

Арматура:

$$\sigma_{\text{ar}} := n_1 \cdot \frac{100 M_{\text{vprmax}}}{I_{\text{redv}}} \cdot (h_p - x_1 - a_{s1}) = 8.491$$

$$\beta_{\text{ar}} := 1 \quad \epsilon_{\text{ar}} := 0.4 \quad 0.1 \cdot \beta_s \cdot \epsilon_s \cdot R_s = 14$$

4.2. Розрахунок упорів для об'єднання монолітної плити проїзної частини із балками прогонових будов довжиною 15 м

Упори:

$$\text{Балка } q_{nb} := \frac{21.1 \cdot 9.81}{15} + 0.96 \cdot 0.15 \cdot 24.5 = 17.327 \quad \gamma_f := 1.25 \quad q_{rb} := q_{nb} \cdot \gamma_f = 21.659$$

$$\text{Плита } q_{npl} := 0.454 \cdot 24.5 = 11.123 \quad q_{rpl} := q_{npl} \cdot \gamma_f = 13.904$$

$$\text{а/б } q_{nbo} := 0.115 \cdot 2.4 \cdot 22 = 6.072 \quad \gamma_{f\&A} := 2 \quad q_{rbo} := q_{nbo} \cdot \gamma_f = 12.144$$

$$q_{npo} := 0 = 0 \quad q_{rpo} := q_{npo} \cdot \gamma_f = 0$$

$$q_{rp} := q_{rb} + q_{rpl} + q_{rbo} \quad \text{Постійне навантаження:}$$

$$l_p := 14.4$$

Порахуємо упори від 0 до 1/4:

Тимчасові навантаження та коефіцієнти:

$$s_1 := 1 \quad s_2 := 0.9 \quad \text{-коефіцієнти полосності для Н-30}$$

$$v_{n30} := 3.54 \cdot 9.81 = 34.727 \quad \text{-еквівалентне розподілене навантаження Н-30 для 0}$$

$$v_{nk} := 9.722 \cdot 9.81 = 95.373 \quad \text{-еквівалентне розподілене навантаження НК80 для 0}$$

$$q_{tr} := (3.92 - 0.0196 \cdot l_p) \cdot 1.52 = 5.529 \quad \text{-розподілене навантаження на тротуари}$$

$$\gamma_{n30} := 1.4 \quad \text{-коефіцієнт надійності до Н30}$$

$$\gamma_{nk} := 1.1 \quad \text{-коефіцієнт надійності до НК-80}$$

$$\gamma_{tr} := 1.1 \quad \text{-коефіцієнт надійності до пішохідного навантаження}$$

$$H_{n30} := 0.3 \cdot \frac{45 - l_p}{40} = 0.23 \quad \text{-динамічний коефіцієнт для Н30}$$

для балки Б2:

$$\eta_{n30} := \frac{0.944 + 0.140}{2} = 0.542 \quad \text{-КПУ Н-30}$$

$$\eta_{nk} := 0 \quad \text{-КПУ НК-80}$$

$$\eta_{tr} := 0.322 \quad \text{-КПУ пішохідного навантаження}$$

для балки середньої:

$$\eta_{\text{н30}} := \frac{1 + 0.2}{2} + 0.9 \cdot \frac{0.526}{2} = 0.837 \quad \text{-КПУ Н-30}$$

$$\eta_{\text{н80}} := 0.5 \quad \text{-КПУ НК-80}$$

$$\eta_{\text{нав}} := 0 \quad \text{-КПУ пішохідного навантаження}$$

Момент інерції балки разом з монолітною плитою:

$$I_1 := \frac{236 \cdot 15^3}{12} = 6.638 \times 10^4 \quad A_1 := 236 \cdot 15 = 3.54 \times 10^3 \quad y_1 := 90 - \frac{15}{2} = 82.5$$

$$I_2 := \frac{61 \cdot 20^3}{12} = 4.067 \times 10^4 \quad A_2 := 61 \cdot 20 = 1.22 \times 10^3 \quad y_2 := \frac{20}{2} = 10$$

$$I_3 := \frac{16 \cdot (90 - 15 - 20)^3}{12} = 2.218 \times 10^5 \quad A_3 := 16 \cdot (90 - 15 - 20) = 880 \quad y_3 := 20 + \frac{(90 - 15 - 20)}{2} =$$

$$n_1 := 5.8$$

$$d := 0.5 \quad a_p := \frac{8 \cdot 4 + 18 + 28}{6} = 13 \quad A_p := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot (24) \cdot 6 = 28.274$$

$$a_{p1} := 3 \quad A_{p1} := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot (0) = 0 \quad y_{p1} := (75 - a_{p1}) = 72$$

$$I_{p1} := \frac{236 \cdot 19^3}{12} = 1.349 \times 10^5 \quad A_{p1} := 236 \cdot 19 = 4.484 \times 10^3 \quad y_{p1} := 90 + \frac{19}{2} = 99.5$$

$$x_c := \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + A_3 \cdot y_3 + A_p \cdot a_p \cdot n_1 + A_{p1} \cdot y_{p1} \cdot n_1 + A_{pl} \cdot y_{pl}}{A_1 + A_2 + A_3 + A_p \cdot n_1 + A_{p1} \cdot n_1 + A_{pl}} = 71.955$$

$$I_0 := \left[I_1 + A_1 \cdot (x_c - y_1)^2 \right] + \left[I_2 + A_2 \cdot (x_c - y_2)^2 \right] + A_p \cdot (x_c - a_p)^2 + A_{p1} \cdot (x_c - a_{p1})^2 \dots = 9.567 \times$$

$$+ \left[I_{p1} + A_{p1} \cdot (x_c - y_{p1})^2 \right] + I_3 + A_3 \cdot (x_c - y_3)^2$$

л.в.1/8

$$\gamma_{nk} := \frac{l_p \cdot \frac{7 \cdot l_p}{8}}{\frac{l_p}{8}} = 1.575 \quad \omega := y_1 \cdot l_p \cdot 0.5 = 11.34$$

$$M_{n30} := v_{n30} \cdot \gamma_{n30} \cdot (1 + \mu_{n30}) \cdot \eta_{n30} \cdot \omega = 567.168 \quad \text{-момент від Н-30}$$

$$M_{tr} := q_{tr} \cdot \gamma_{tr} \cdot \eta_{tr} \cdot \omega = 0 \quad \text{-момент від пішохідного навантаження}$$

$$M_{n30} + M_{tr} = 567.168 \quad \text{-сумарний момент Н-30 + пішоходи}$$

$$M_{nk} := v_{nk} \cdot \gamma_{nk} \cdot \eta_{nk} \cdot \omega = 594.84 \quad \text{-момент від НК-80}$$

$$M_p := \omega \cdot q_{rp} = 540.997 \quad \text{-момент від постійного навантаження}$$

$$M_{1_8} := \max(M_{nk}, M_{n30} + M_{tr}) + M_p = 1.136 \times 10^3 \quad \text{- сумарний момент в 1/4}$$

$$\sigma_b := \frac{(M_{1_8}) \cdot 100}{I_0} \cdot \left(90 - x_c - \frac{19}{2}\right) = 0.101 \quad \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \text{- напруження в бетоні}$$

$$S_{\text{max}} := \sigma_b \cdot A_{pl} = 454.891 \quad \text{- зсуваюча сила} \quad S_1 := S = 454.891$$

$$R_b := 15.5 \quad R_{s1} := 350 \quad m := 0.9 \quad d_a := 2 \quad \text{- анкери d2 AIII}$$

$$\begin{aligned} \text{Несуча здатність бетону} & \quad d_a^2 \cdot \sqrt{10R_b} = 49.8 \quad \text{kN} \\ \text{та упорів} & \quad 0.063 d_a^2 \cdot m \cdot R_{s1} = 79.38 \end{aligned}$$

$$\frac{S}{49.8} = 9.134 \quad \text{10 анкерів від 0 до 1/8. При x анкерах в перерізі приймаємо крок 200 mm}$$

від 1/8 до 1/4

$$\omega := \frac{\left(\frac{1}{4} \cdot l_p \cdot \frac{3}{4} \cdot l_p\right) \cdot \frac{l_p}{2}}{l_p} = 19.44$$

- лінія впливу моменту в 1/4

$$M_{n30} := v_{n30} \cdot \gamma_{n30} \cdot (1 + \mu_{n30}) \cdot \eta_{n30} \cdot \omega = 972.288$$

-момент від Н-30

$$M_{tr} := q_{tr} \cdot \gamma_{tr} \cdot \eta_{tr} \cdot \omega = 0$$

-момент від пішохідного навантаження

$$M_{n30} + M_{tr} = 972.288$$

-сумарний момент Н-30 + пішоходи

$$M_{nk} := v_{nk} \cdot \gamma_{nk} \cdot \eta_{nk} \cdot \omega = 1.02 \times 10^3$$

-момент від НК-80

$$M_p := \omega \cdot q_{rp} = 927.424$$

-момент від постійного навантаження

$$M_{1_4} := \max(M_{nk}, M_{n30} + M_{tr}) + M_p = 1.947 \times 10^3$$

- сумарний момент в 1/4

$$\sigma_{bn} := \frac{(M_{1_4} - M_{1_8}) \cdot 100}{I_0} \cdot \left(90 - x_c - \frac{19}{2}\right) = 0.072 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

- напруження в бетоні

$$S := \sigma_b \cdot A_{pl} = 324.922$$

- зсуваюча сила

$$S_{1_k} := S = 324.922$$

$$R_{b1} := 15.5 \quad R_{s1} := 350 \quad m := 0.9 \quad d_{av} := 2$$

- анкери д2 АIII

$$\begin{aligned} \text{Несуча здатність бетону} \\ \text{та упорів} \end{aligned} \quad \begin{aligned} d_a^2 \cdot \sqrt{10R_b} &= 49.8 \quad \text{kN} \\ 0.063 d_a^2 \cdot m \cdot R_{s1} &= 79.38 \end{aligned}$$

$$\frac{S}{49.8} = 6.525$$

7 анкерів від 1/8 до 1/4. При 1х анкерах в перерізі приймаємо крок 300 мм

Упори від 1/4 до 1/2:

- момент - з розрахунку плит

$$v_{n30} := 3.10 \cdot 9.81 = 30.411$$

- еквівалентне розподілене навантаження Н-30 для 0

$$v_{nk} := 9.27 \cdot 9.81 = 90.939$$

- еквівалентне розподілене навантаження НК80 для 0

$$y := \frac{l_p}{4} \quad \omega := \frac{l_p \cdot y}{2} = 25.92$$

$$M_{n30} := v_{n30} \cdot \gamma_{n30} \cdot (1 + \mu_{n30}) \cdot \eta_{n30} \cdot \omega = 1.135 \times 10^3 \text{ - момент від Н-30}$$

$$M_{tr} := q_{tr} \cdot \gamma_{tr} \cdot \eta_{tr} \cdot \omega = 0 \quad \text{- момент від пішохідного навантаження}$$

$$M_{n30} + M_{tr} = 1.135 \times 10^3 \quad \text{- сумарний момент Н-30 + пішоходи}$$

$$M_{nk} := v_{nk} \cdot \gamma_{nk} \cdot \eta_{nk} \cdot \omega = 1.296 \times 10^3 \quad \text{- момент від НК-80}$$

$$M_p := \omega \cdot q_{rp} = 1.237 \times 10^3 \quad \text{- момент від постійного навантаження}$$

$$M_{1_2} := \max(M_{nk}, M_{n30} + M_{tr}) + M_p = 2.533 \times 10^3 \quad \text{- сумарний момент в 1/4}$$

$$\sigma_{bn} := \frac{(M_{1_2} - M_{1_4}) \cdot 100}{I_0} \cdot \left(90 - x_c - \frac{19}{2}\right) = 0.052 \quad \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \text{- напруження в бетоні}$$

$$S := \sigma_b \cdot A_{pl} = 234.622 \quad \text{- зсуваюча сила}$$

$$R_{bt} := 15.5 \quad R_{sk} := 350 \quad m := 0.9 \quad d_{av} := 2$$

Несуча здатність бетону та упорів

$$d_a^2 \cdot \sqrt{10R_b} = 49.8 \quad \text{kN}$$

$$0.063 d_a^2 \cdot m \cdot R_{s1} = 79.38$$

$$\frac{S}{49.8} = 4.711 \quad \text{5 анкери від 1/4 до 1/2. Конструктивно приймаємо крок 500 мм}$$

от 0 до 1,6

$$\omega := \frac{1.6 \cdot (l_p - 1.6)}{l_p} \cdot \frac{l_p}{2} = 10.24 \quad \text{- лінія впливу моменту в 1/4}$$

$$M_{n30} := v_{n30} \cdot \gamma_{n30} \cdot (1 + \mu_{n30}) \cdot \eta_{n30} \cdot \omega = 448.494 \quad \text{-момент від Н-30}$$

$$M_{tr} := q_{tr} \cdot \gamma_{tr} \cdot \eta_{tr} \cdot \omega = 0 \quad \text{-момент від пішохідного навантаження}$$

$$M_{n30} + M_{tr} = 448.494 \quad \text{-сумарний момент Н-30 + пішоходи}$$

$$M_{nk} := v_{nk} \cdot \gamma_{nk} \cdot \eta_{nk} \cdot \omega = 512.167 \quad \text{-момент від НК-80}$$

$$M_{pr} := \omega \cdot q_{pr} = 488.52 \quad \text{-момент від постійного навантаження}$$

$$M_{1-4} := \max(M_{nk}, M_{n30} + M_{tr}) + M_p = 1.001 \times 10^3 \quad \text{-сумарний момент в 1/4}$$

$$\sigma_b := \frac{(M_{1-4}) \cdot 100}{I_0} \cdot \left(75 - x_c - \frac{18}{2}\right) = -0.062 \quad \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \text{-напруження в бетоні}$$

$$S := \sigma_b \cdot A_{pl} = -279.313 \quad \text{-зсуваюча сила}$$

$$S_{sk} := S$$

Кінцеве відривне зусилля:

$$Z := \frac{18}{2} = 9 \quad H := 75 + 18 = 93 \quad b_{sl} := 85 \quad S := S_1 = -279.313$$

$$S_{ab} := 5.6 \cdot \frac{Z}{H + b_{sl}} \cdot S = -79.086 \quad \text{kN}$$

$$R_s := 350$$

Міцність анкера

$$d_a = 2 \quad A_a := \frac{\pi \cdot d_a^2}{4} = 3.142 \quad \frac{S_{ab}}{A_a} = -25.174 \quad 0.1R_s = 35$$

Змінання бетону

Виступи арматури:

$$h := 0.065 \cdot d_a = 0.13 \quad t := 0.6d_a = 1.2$$

$$f_T := 0.056 \cdot A_a = 0.176$$

$$n := \frac{10}{t} = 8.333 \quad n_{\text{int}} := 8$$

$$F_{zm} := f_T \cdot n = 1.407$$

$$R_b = 15.5$$

$$2.5 \cdot F_{zm} \cdot 0.1 \cdot R_b = 5.454$$

$$\frac{S_{ab}}{(2.5 \cdot F_{zm} \cdot 0.1 \cdot R_b)} = -14.50$$

$$R_{bt} := 1.15$$

Виривання

$$A_r := 10 \cdot 10 \cdot 1.41 \cdot \pi = 442.965$$

$$0.5 \cdot A_r \cdot R_{bt} \cdot 0.1 = 25.47$$

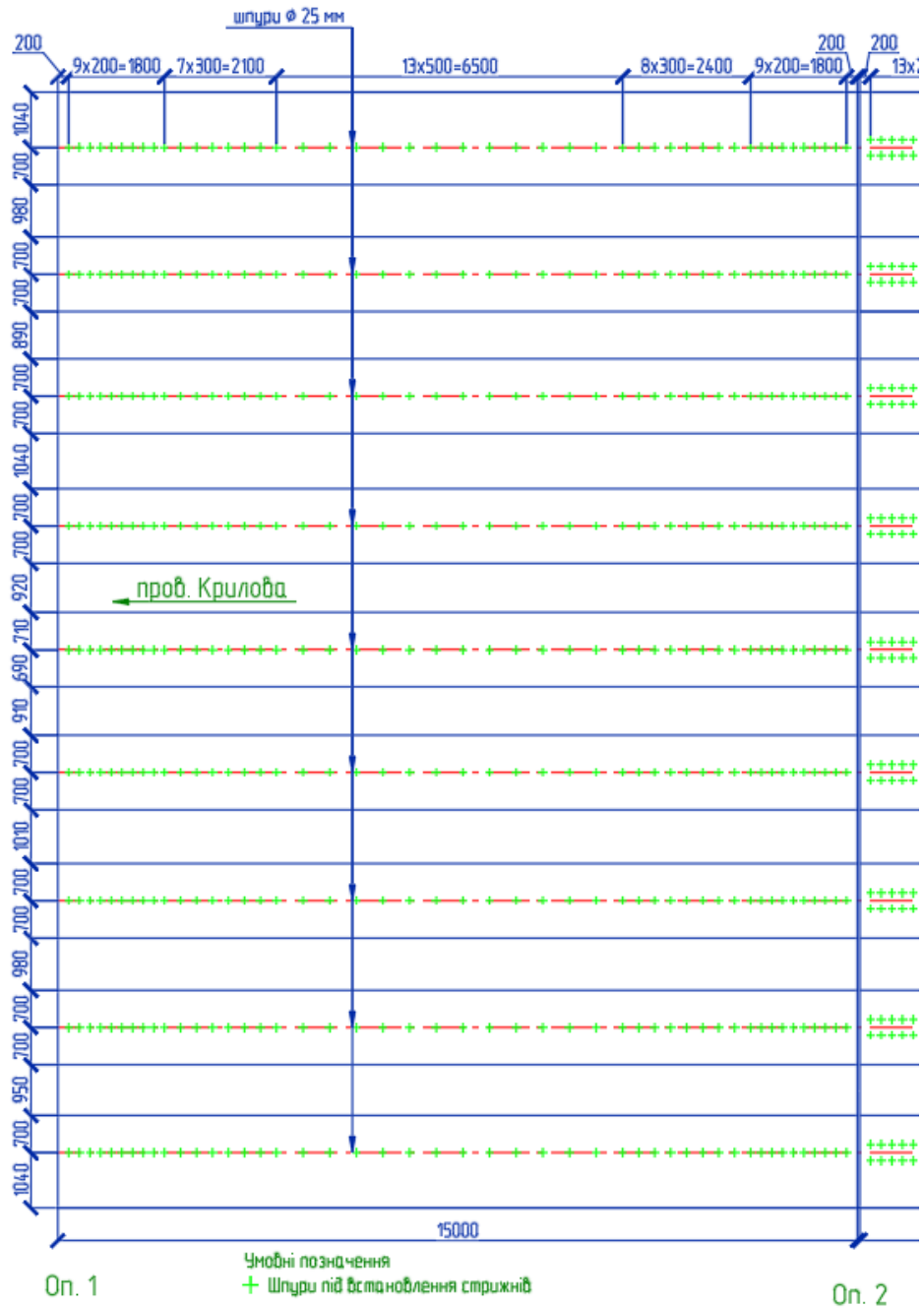


Рисунок 4.6 – Розташування шпурів у балках прогонових будов довжиною 15 м

4.3. Розрахунок упорів для об'єднання монолітної плити проїзної частини із балками прогонових будов довжиною 24 м

Упори:

Балка	$q_{nb} := \frac{38 \cdot 9.81}{15} + 0.96 \cdot 0.15 \cdot 24.5 = 28.38$	$\gamma_f := 1.25$	$q_{rb} := q_{nb} \cdot \gamma_f = 35.475$
Плита	$q_{npl} := 0.454 \cdot 24.5 = 11.123$		$q_{rpl} := q_{npl} \cdot \gamma_f = 13.90$
а/б	$q_{nbo} := 0.115 \cdot 2.4 \cdot 22 = 6.072$	$\gamma_{f,а/б} := 2$	$q_{rbo} := q_{nbo} \cdot \gamma_f = 12.14$
	$q_{npo} := 0 = 0$		$q_{rpo} := q_{npo} \cdot \gamma_f = 0$

$q_{rp} := q_{rb} + q_{rpl} + q_{rbo}$ Постійне навантаження:

$l_p := 23.4$

Порахуємо упори від 0 до 1/4:

Тимчасові навантаження та коефіцієнти:

$s_1 := 1$ $s_2 := 0.9$ -коефіцієнти полосності для Н-30

$v_{n30} := 2.77 \cdot 9.81 = 27.174$ - еквівалентне розподілене навантаження Н-30 для 0

$v_{nk} := 6.32 \cdot 9.81 = 61.999$ - еквівалентне розподілене навантаження НК80 для 0

$q_{tr} := (3.92 - 0.0196 \cdot l_p) \cdot 1.52 = 5.261$ - розподілене навантаження на тротуари

$\gamma_{n30} := 1.4$ -коефіцієнт надійності до Н30

$\gamma_{nk} := 1.1$ -коефіцієнт надійності до НК-80

$\gamma_{tr} := 1.1$ -коефіцієнт надійності до пішохідного навантаження

$\mu_{n30} := 0.3 \cdot \frac{45 - l_p}{40} = 0.162$ -динамічний коефіцієнт для Н30

для балки Б2:

$\eta_{n30} := \frac{0.944 + 0.140}{2} = 0.542$ -КПУ Н-30

$\eta_{nk} := 0$ -КПУ НК-80

$\eta_{tr} := 0.322$ -КПУ пішохідного навантаження

для балки середньої:

$$\eta_{\text{на30}} := \frac{1 + 0.2}{2} + 0.9 \cdot \frac{0.526}{2} = 0.837 \quad \text{-КПУ Н-30}$$

$$\eta_{\text{на6}} := 0.5 \quad \text{-КПУ НК-80}$$

$$\eta_{\text{на9}} := 0 \quad \text{-КПУ пішохідного навантаження}$$

Момент інерції балки разом з монолітною плитою:

$$I_1 := \frac{236 \cdot 15^3}{12} = 6.638 \times 10^4 \quad A_1 := 236 \cdot 15 = 3.54 \times 10^3 \quad y_1 := 90 - \frac{15}{2} = 82.5$$

$$I_2 := \frac{61 \cdot 20^3}{12} = 4.067 \times 10^4 \quad A_2 := 61 \cdot 20 = 1.22 \times 10^3 \quad y_2 := \frac{20}{2} = 10$$

$$I_3 := \frac{16 \cdot (120 - 15 - 20)^3}{12} = 8.188 \times 10^4 \quad A_3 := 16 \cdot (120 - 15 - 20) = 1.36 \times 10^3$$

$$n_1 := 5.8 \quad y_3 := 20 + \frac{(120 - 15 - 20)}{2} = 62.5$$

$$d := 0.5 \quad a_p := \frac{8 \cdot 5 + 18 \cdot 3 + 28}{9} = 13.556 \quad A_p := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot (24) \cdot 9 = 42.412$$

$$a_{p1} := 3 \quad A_{p1} := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot (0) = 0 \quad y_{p1} := (75 - a_{p1}) =$$

$$I_{p1} := \frac{236 \cdot 19^3}{12} = 1.349 \times 10^5 \quad A_{p1} := 236 \cdot 19 = 4.484 \times 10^3 \quad y_{p1} := 120 + \frac{19}{2} = 129.5$$

$$x_c := \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + A_3 \cdot y_3 + A_p \cdot a_p \cdot n_1 + A_{p1} \cdot y_{p1} \cdot n_1 + A_{p1} \cdot y_{p1}}{A_1 + A_2 + A_3 + A_p \cdot n_1 + A_{p1} \cdot n_1 + A_{p1}} = 84.077$$

$$I_0 := \left[I_1 + A_1 \cdot (x_c - y_1)^2 \right] + \left[I_2 + A_2 \cdot (x_c - y_2)^2 \right] + A_p \cdot (x_c - a_p)^2 + A_{p1} \cdot (x_c - a_{p1})^2 \dots = 1.786 \times$$

$$+ \left[I_{p1} + A_{p1} \cdot (x_c - y_{p1})^2 \right] + I_3 + A_3 \cdot (x_c - y_3)^2$$

$$\chi_{sk} := \frac{l_p \cdot \frac{7 \cdot l_p}{8}}{l_p} = 2.559 \quad \omega := y_1 \cdot l_p \cdot 0.5 = 29.945$$

$$M_{n30} := v_{n30} \cdot \gamma_{n30} \cdot (1 + \mu_{n30}) \cdot \eta_{n30} \cdot \omega = 1.108 \times 10^3 \text{ - момент від Н-30}$$

$$M_{tr} := q_{tr} \cdot \gamma_{tr} \cdot \eta_{tr} \cdot \omega = 0 \quad \text{- момент від пішохідного навантаження}$$

$$M_{n30} + M_{tr} = 1.108 \times 10^3 \quad \text{- сумарний момент Н-30 + пішоходи}$$

$$M_{nk} := v_{nk} \cdot \gamma_{nk} \cdot \eta_{nk} \cdot \omega = 1.021 \times 10^3 \quad \text{- момент від НК-80}$$

$$M_p := \omega \cdot q_{rp} = 1.842 \times 10^3 \quad \text{- момент від постійного навантаження}$$

$$M_{1_g} := \max(M_{nk}, M_{n30} + M_{tr}) + M_p = 2.95 \times 10^3 \quad \text{- сумарний момент в 1/4}$$

$$\sigma_b := \frac{(M_{1_g}) \cdot 100}{I_0} \cdot \left(120 - x_c - \frac{19}{2}\right) = 0.436 \quad \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \text{- напруження в бетоні}$$

$$S_{sk} := \sigma_b \cdot A_{pl} = 1.957 \times 10^3 \quad \text{- зсуваюча сила} \quad S_1 := S = 1.957 \times 10^3$$

$$R_b := 15.5 \quad R_{s1} := 350 \quad \frac{m}{mm} := 0.9 \quad d_a := 2.4 \quad \text{- анкери d2 AIII}$$

$$\text{Несуча здатність бетону} \quad d_a^2 \cdot \sqrt{10R_b} = 71.711 \quad \text{kN}$$

$$\text{та упорів} \quad 0.063 d_a^2 \cdot m \cdot R_{s1} = 114.307$$

$$\frac{S}{71.7} = 27.293 \quad \text{28 анкерів від 0 до 1/8. При 2x анкерах в перерізі приймаємо крок 200 mm}$$

від 1/8 до 1/4

$$\omega := \frac{\left(\frac{1}{4} \cdot l_p \cdot \frac{3}{4} \cdot l_p\right)}{l_p} \cdot \frac{l_p}{2} = 51.334 \quad \text{- лінія впливу моменту в 1/4}$$

$$M_{n30} := v_{n30} \cdot \gamma_{n30} \cdot (1 + \mu_{n30}) \cdot \eta_{n30} \cdot \omega = 1.899 \times 10^3 \quad \text{- момент від Н-30}$$

$$M_{tr} := q_{tr} \cdot \gamma_{tr} \cdot \eta_{tr} \cdot \omega = 0 \quad \text{- момент від пішохідного навантаження}$$

$$M_{n30} + M_{tr} = 1.899 \times 10^3 \quad \text{- сумарний момент Н-30 + пішоходи}$$

$$M_{nk} := v_{nk} \cdot \gamma_{nk} \cdot \eta_{nk} \cdot \omega = 1.75 \times 10^3 \quad \text{- момент від НК-80}$$

$$M_{p} := \omega \cdot q_{tp} = 3.158 \times 10^3 \quad \text{- момент від постійного навантаження}$$

$$M_{1_4} := \max(M_{nk}, M_{n30} + M_{tr}) + M_p = 5.057 \times 10^3 \quad \text{- сумарний момент в 1/4}$$

$$\sigma_{bx} := \frac{(M_{1_4} - M_{1_8}) \cdot 100}{I_0} \cdot \left(120 - x_c - \frac{19}{2}\right) = 0.312 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \text{- напруження в бетоні}$$

$$S := \sigma_b \cdot A_{pl} = 1.398 \times 10^3 \quad \text{- зсуваюча сила} \quad S_1 := S = 1.398 \times 10^3$$

$$R_{s1} := 15.5 \quad R_{s1} := 350 \quad m := 0.9 \quad d_a := 2.4 \quad \text{- анкери d2 AIII}$$

$$\begin{aligned} \text{Несуча здатність бетону} \\ \text{та упорів} \end{aligned} \quad \begin{aligned} d_a^2 \cdot \sqrt{10R_b} &= 71.711 \quad \text{kN} \\ 0.063 d_a^2 \cdot m \cdot R_{s1} &= 114.307 \end{aligned}$$

$$\frac{S}{71.7} = 19.495 \quad \text{20 анкерів від 1/8 до 1/4. При 2х анкерах в перерізі приймаємо крок 300 мм}$$

Упори від 1/4 до 1/2: - момент - з розрахунку плит

$$v_{n30} := 2.172 \cdot 9.81 = 21.307 \quad \text{- еквівалентне розподілене навантаження Н-30 для 0}$$

$$v_{nk} := 6.144 \cdot 9.81 = 60.273 \quad \text{- еквівалентне розподілене навантаження НК80 для 0}$$

$$y := \frac{l_p}{4} \quad \omega := \frac{l_p \cdot y}{2} = 68.445$$

$$M_{n30} := v_{n30} \cdot \gamma_{n30} \cdot (1 + \mu_{n30}) \cdot \eta_{n30} \cdot \omega = 1.985 \times 10^3 \text{ - момент від Н-30}$$

$$M_{tr} := q_{tr} \cdot \gamma_{tr} \cdot \eta_{tr} \cdot \omega = 0 \quad \text{- момент від пішогоідного навантаження}$$

$$M_{n30} + M_{tr} = 1.985 \times 10^3 \quad \text{- сумарний момент Н-30 + пішоходи}$$

$$M_{nk} := v_{nk} \cdot \gamma_{nk} \cdot \eta_{nk} \cdot \omega = 2.269 \times 10^3 \quad \text{- момент від НК-80}$$

$$M_{p1} := \omega \cdot q_{p1} = 4.211 \times 10^3 \quad \text{- момент від постійного навантаження}$$

$$M_{1_2} := \max(M_{nk}, M_{n30} + M_{tr}) + M_{p1} = 6.48 \times 10^3 \quad \text{- сумарний момент в 1/4}$$

$$\sigma_b := \frac{(M_{1_2} - M_{1_4}) \cdot 100}{I_0} \cdot \left(120 - x_c - \frac{19}{2}\right) = 0.211 \quad \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \text{- напруження в бетоні}$$

$$S := \sigma_b \cdot A_{pl} = 943.994 \quad \text{- зсуваюча сила}$$

$$R_{s1} := 15.5 \quad R_{s1} := 350 \quad m := 0.9 \quad d_a := 2.4$$

Несуча здатність бетону та упорів

$$d_a^2 \cdot \sqrt{10R_b} = 71.711 \quad \text{kN}$$

$$0.063 d_a^2 \cdot m \cdot R_{s1} = 114.307$$

$$\frac{S}{71.7} = 13.166 \quad \text{14 анкери від 1/4 до 1/2. Конструктивно приймаємо крок 500 мм}$$

Кінцеве відривне зусилля:

$$Z := \frac{18}{2} = 9 \quad H_{\text{кр}} := 75 + 18 = 93 \quad b_{\text{sl}} := 85 \quad S_{\text{кр}} := S_1 = 1.398 \times 10^3$$

$$S_{\text{ab}} := 5.6 \cdot \frac{Z}{H + b_{\text{sl}}} \cdot S = 395.779 \quad \text{kN}$$

$$R_s := 350$$

Міцність анкера

$$d_a = 2.4 \quad A_a := \frac{\pi \cdot d_a^2}{4} = 4.524 \quad \frac{S_{\text{ab}}}{A_a} = 87.486 \quad 0.1R_s = 35$$

Змінання бетону

Виступи арматури:

$$h := 0.065 \cdot d_a = 0.156 \quad t := 0.6d_a = 1.44$$

$$f_1 := 0.056 \cdot A_a = 0.253 \quad n := \frac{10}{t} = 6.944 \quad n_{\text{кр}} := 8$$

$$F_{\text{zm}} := f_1 \cdot n = 2.027$$

$$R_b = 15.5 \quad 2.5 \cdot F_{\text{zm}} \cdot 0.1 \cdot R_b = 7.853 \quad \frac{S_{\text{ab}}}{(2.5 \cdot F_{\text{zm}} \cdot 0.1 \cdot R_b)} = 50.$$

$$R_{\text{bt}} := 1.15$$

Виривання

$$A_c := 10 \cdot 10 \cdot 1.41 \cdot \pi = 442.965 \quad 0.5 \cdot A_c \cdot R_{\text{bt}} \cdot 0.1 = 25.47$$

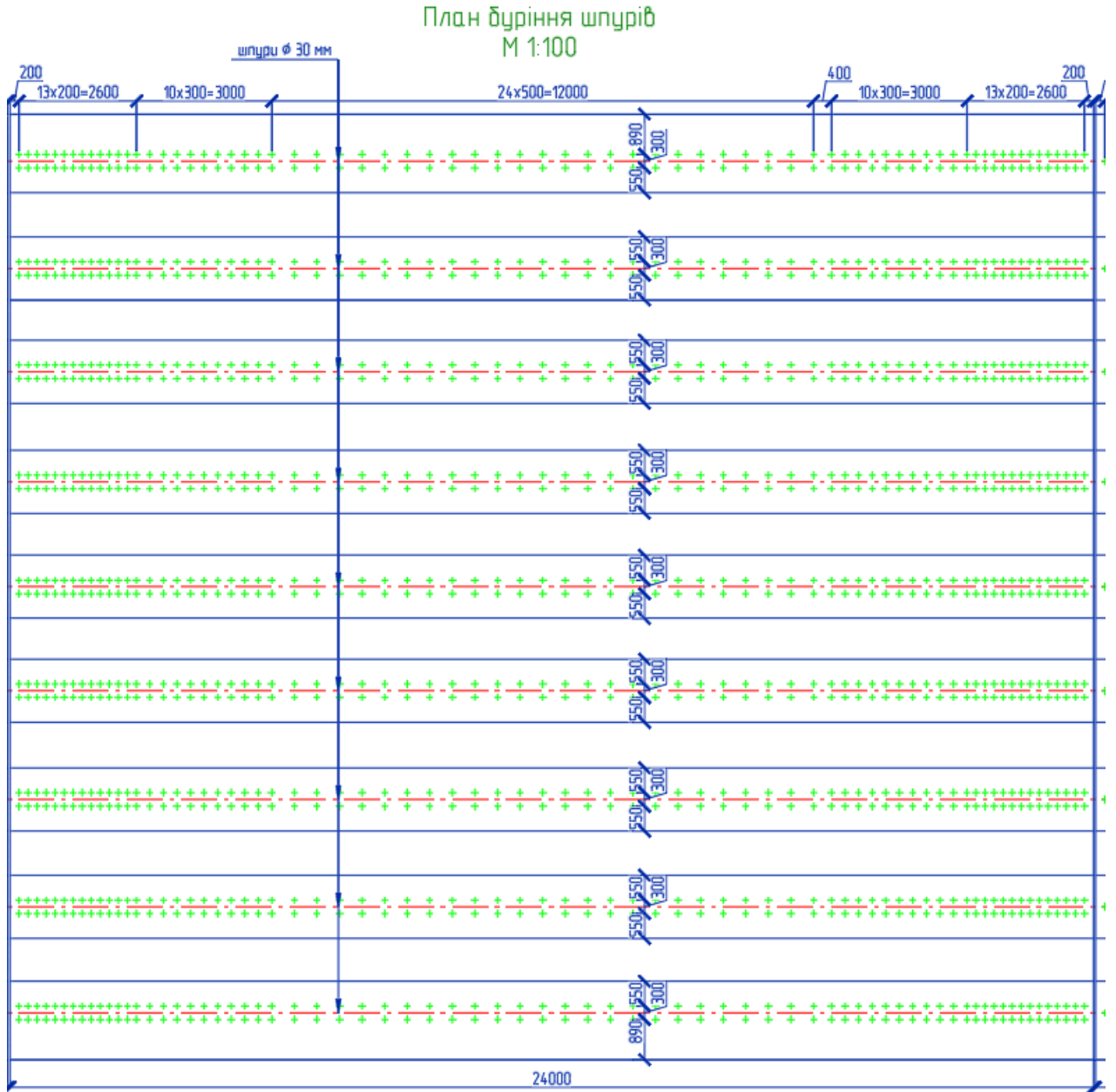


Рисунок 4.7 – Розташування шпурів у балках прогонових будов довжиною 24 м

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі виконано комплексний інженерний аналіз характеристик капітального ремонту шляхопроводу по вул. Моторного в місті Лозова Харківської області з урахуванням технічного стану споруди, умов експлуатації та вимог чинної нормативної бази. Розглянутий шляхопровід є важливим елементом міської транспортної інфраструктури, від працездатності якого залежить безперервність руху, рівень безпеки дорожнього руху та ефективність функціонування прилеглих промислових і житлових територій.

У першому розділі роботи систематизовано вихідні дані щодо розташування, транспортно-експлуатаційного значення, конструктивної схеми та геометричних параметрів шляхопроводу. Встановлено, що споруда працює в умовах підвищеного навантаження, зумовленого наявністю вантажної складової в транспортному потоці, частими циклами гальмування і розгону, а також інтенсивним впливом кліматичних факторів. Проаналізовані інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови підтвердили необхідність урахування водного режиму, можливих нерівномірних деформацій основи та агресивного впливу середовища на залізобетонні конструкції під час прийняття рішень щодо капітального ремонту.

У другому розділі виконано детальний аналіз дефектів і пошкоджень конструктивних елементів шляхопроводу на основі програми обстеження, що поєднує візуальні огляди, інструментальні вимірювання та лабораторні дослідження. Виявлено, що найбільш характерними є дефекти прогонової будови, пов'язані з тріщиноутворенням у згинальних елементах, локальним руйнуванням захисного шару бетону, корозією арматури та порушенням водонепроникності плити проїзної частини. Окрему увагу приділено стану опор, опорних зон і підмостового простору, де дефекти мають тенденцію до розвитку під дією зволоження, циклів замерзання й відтавання та корозійних процесів. Показано, що значна частина пошкоджень має системний характер і пов'язана не лише з віком споруди, а й з порушенням роботи деформаційних швів, гідроізоляції та водовідведення.

У третьому розділі наведено основні проєктні рішення, а саме: розбирання проїзної частини по всій довжині шляхопроводу; перевлаштування поздовжніх стиків балок; підсилення стійок опор №2 та №3; ремонт балок прогонових будов; ремонт ригелів опор №№1, 2, 3, 4; перевлаштування ділянок сполучення шляхопроводу з автодорожніми підходами; влаштування об'єднуючої монолітної залізобетонної плити проїзної частини; влаштування нових сучасних водозахисних деформаційних швів типу MAURER D80; влаштування перильного та бар'єрного огороження згідно вимог ДБН; влаштування напилювальної гідроізоляції; укладання асфальтобетонного покриття; укладання на тротуарах сучасного покриття; влаштування укріплення відкосів насипу; відведення води із проїзної частини шляхопроводу.

У четвертому розділі були проведенні розрахунки та виконанні перевірки монолітної плити проїзної частини балок прогонових будов. Також виконано розрахунок кількості упорів для забезпечення спільної роботи монолітної плити та балок прогонових будов.

На основі отриманих результатів встановлено, що капітальний ремонт шляхопроводу повинен мати комплексний характер і бути спрямованим не лише на локальне усунення видимих дефектів, а й на відновлення цілісності системи «мостове полотно – гідроізоляція – деформаційні шви – водовідведення». Забезпечення надійної роботи цих елементів є ключовою умовою подовження строку служби споруди та зниження темпів подальшої деградації залізобетонних конструкцій. Практичне значення роботи полягає в можливості використання отриманих висновків і підходів при підготовці проєктних рішень з капітального ремонту аналогічних шляхопроводів у міських умовах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.3-14:2006. Мости та труби. Проектування. – Київ : Мінбуд України, 2006.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – Київ : Мінбуд України, 2006.
3. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – Київ : Мінрегіон України, 2018.
4. ДСТУ-Н Б В.2.3-32:2016. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.
5. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010.
6. ДСТУ Б EN 1504 (усі частини). Продукти та системи для захисту і ремонту бетонних конструкцій. – Київ : ДП «УкрНДНЦ».
7. ДСТУ EN 206:2019. Бетон. Технічні умови, експлуатаційні характеристики, виробництво та відповідність. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.
8. Технічний звіт за результатами обстеження автодорожнього шляхопроводу через залізничні колії Павлоград – Лозова по вул. Моторного в м. Лозова Харківської області.