

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

(повне найменування факультету)

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

(повна найменування кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

### ПРОЕКТ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ КОВЕЛЬ-НЕЧИМНЕ У ВОЛИНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти

Групи БЦІс-32

**ГОРДІЙ Богдан Олегович**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

**КИСЛЮК Дмитро Ярославович**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:

**АНДРІЙЧУК Олександр Валентинович**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повна вища освіта)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну  
Кафедра будівництва та цивільної інженерії  
Ступінь вищої освіти бакалавр  
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво  
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
Індивідуальна освітня траєкторія здобувача автомобільні дороги та аеродроми  
Освітня програма Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва та  
цивільної інженерії

О. УЖЕГОВА

" 31 " грудня 2024 року

ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ГОРДІЮ Богдану Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра Проект капітального ремонту автомобільної дороги місцевого значення Ковель-Нечимне у Волинській області

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Дмитро КИСЛЮК, к.т.н., доцент  
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від " 31 " грудня 2024 року № 489/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 1 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра матеріали інженерних вищуквань по об'єкту: кліматичні умови регіону; дані по будівельно-матеріальним ресурсам регіону; характеристики транспортних потоків; план місцевості з даними по землеволодінню, інфраструктурі, комунікаціях; ґрунтово-геологічні характеристики; гідрологічні дані по місцевості.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ, Розділ 1. Проектні рішення, Розділ 2. Конструктивні рішення, Розділ 3. Технологія будівництва, Розділ 4. Організація будівництва, Розділ 5. Охорона праці, Розділ 6. Економіка будівництва.

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

1. План автомобільної дороги

2. Поздовжній профіль

3. Штучна споруда

4. Поперечні профілі земляного полотна

5. Конструкції дорожнього одягу

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

Розділ	Ім'я, прізвище, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Планувальні рішення	Віталій ПРОЦЮК, доцент		
2. Конструктивні рішення	Віталій ПРОЦЮК, доцент		
3. Технологія будівництва	Олександр ШИМЧУК, доцент		
4. Організація будівництва	Олександр ШИМЧУК, доцент		
5. Охорона праці	Дмитро КИСЛЮК, доцент		
6. Економіка будівництва	Дмитро КИСЛЮК, доцент		

7. Дата видачі завдання " 31 " грудня 2024 року.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Перша контрольна перевірка. Планувальні рішення. Конструктивні рішення.	05.05.2025	
2	Друга контрольна перевірка. Технологія будівництва. Організація будівництва.	10.05.2025	
3	Третя контрольна перевірка. Охорона праці. Економіка будівництва. Завершення випускної кваліфікаційної роботи.	24.05.2025	
4	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на інструментальну перевірку щодо академічного плагіату.	03.06.2025	
5	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи з відгуком керівника на підпис завідувача кафедри, направлення на рецензію.	07.06.2025	
6	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на підпис декану та відповідальному секретарю екзаменаційної комісії.	07.06.2025	
7	Захист випускної кваліфікаційної роботи.	Графік роботи екзаменаційної комісії № 33: 21, 25 і 26 червня 2025 р.	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(підпис)

Богдан ГОРДІЙ \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище)

Керівник дипломного проекту \_\_\_\_\_  
(підпис)

Дмитро КИСЛЮК \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Гордій Б.О. Проект капітального ремонту автомобільної дороги місцевого значення Ковель-Нечимне у Волинській області. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, п'яти розділів, списку використаних джерел, додатків.

У роботі наведено характеристики району будівництва, характеристики ділянки проектування, розглянуто дорожньо-кліматичні характеристики та запропоновано проект на капітальний ремонт автомобільної дороги місцевого значення Ковель-Нечимне у Волинській області.

Запроектовано дорожній одяг нежорсткого типу.

В проекті запроектовано план траси, поздовжній профіль дороги, поперечні профілі конструкції земляного полотна, запропоновано заходи по водовідведенню, запроектовано та розраховано дорожній одяг, запропоновано заходи по охороні праці.

Ключові слова: капітальний ремонт, автомобільна дорога, земляне полотно, дорожній одяг, асфальтобетон, інтенсивність руху.

## **ABSTRACT**

Gordii B.O. Project for major repairs of the local road Kovel–Nechymne in Volyn oblast. Manuscript.

Bachelor's qualification work OP "Construction and Civil Engineering" specialty 192 Construction and Civil Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

Bachelor's qualification work consists of an introduction, five chapters, a list of sources used, and appendices.

The work provides characteristics of the construction area, characteristics of the design site, considers road and climatic characteristics and proposes a project for the overhaul of the local highway Kovel-Nechymne in the Volyn region.

A non-rigid type of road surface is designed.

The project designs a route plan, a longitudinal profile of the road, transverse profiles of the subgrade structure, proposes drainage measures, designs and calculates road surface, proposes labor protection measures.

**Keywords:** major repairs, highway, dirt road, road surface, asphalt concrete, traffic intensity.

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ.....	9
1.1. Загальні дані.....	9
1.2. Характеристика району проходження траси .....	9
1.3 Промисловість та аграрний сектор.....	11
1.4. Природні умови .....	12
1.5 Існуюче розташування автомобільної дороги.....	13
1.6 Обґрунтування доцільності капітального ремонту автомобільної дороги	14
1.7 Інтенсивність руху автотранспорту.....	15
1.8. Основні ТЕП.....	20
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ.....	21
2.1. План дороги.....	21
2.4. Земляне полотно.....	21
2.2. Поздовжній профіль .....	22
2.4 Розрахунок параметрів автомобільної дороги.....	22
2.5. Штучні споруди.....	28
2.6. Дорожній одяг .....	32
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА.....	34
3.1. Послідовність робіт .....	34
3.2. Технологія транспортування матеріалів.....	35
3.3. Технологія влаштування водопропускної труби Ø1,0 м на ПК 16+10...37	
3.4. Технологія влаштування шару з піску, товщиною 20 см.....	38
3.5 Технологія влаштування шару з щебеню, методом заклинювання, товщиною 15 см.....	41

3.6	Технологія влаштування шару з щільного дрібнозернистого асфальтобетону, марки І, типу Б, товщиною 4 см.....	43
-----	---	----

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА.....		46
--	--	----

4.1.	Організація виконання будівельних робіт.....	46
------	--	----

4.2	Визначення тривалості виконання робіт.....	48
-----	--	----

4.3	Технічні елементи організації дорожнього руху.....	49
-----	--	----

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....		56
---	--	----

5.1	Безпека під час будівництва штучних споруд.....	57
-----	---	----

5.2	Безпека при влаштуванні дорожнього одягу.....	58
-----	---	----

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## Вступ

Розвинена транспортна інфраструктура є одним із ключових чинників соціально-економічного зростання країни. Автомобільні дороги забезпечують мобільність населення, ефективну логістику товарів і послуг, а також є стратегічною ланкою у розвитку регіонів. В Україні, як і в більшості країн світу, дорожня мережа виступає основою для міжміського та міжобласного сполучення, а її якість безпосередньо впливає на безпеку дорожнього руху, стан навколишнього середовища та загальний рівень життя громадян.

Однак значна частина автомобільних доріг в Україні перебуває в незадовільному технічному стані. Зношеність покриття, відсутність належного водовідведення, порушення геометричних параметрів проїзної частини – усе це призводить до зниження пропускної спроможності доріг, зростання аварійності та втрат часу й ресурсів.

У такому контексті особливого значення набуває реалізація проєктів із капітального ремонту дорожньої інфраструктури. Один із таких прикладів – автомобільна дорога місцевого значення, що сполучає місто Ковель із селом Нечимне. Ця ділянка не лише виконує транспортну функцію, а й має культурну й історичну цінність, оскільки веде до місцевостей, пов'язаних із життям та творчістю Лесі Українки. Належне дорожнє покриття на цьому маршруті сприятиме розвитку туризму, покращенню умов життя населення та інтеграції регіону в загальнонаціональну транспортну мережу.

Метою цієї дипломної роботи є обґрунтування необхідності та розробка технічних рішень щодо капітального ремонту автомобільної дороги Ковель-Нечимне, з урахуванням сучасних вимог до безпеки руху, екології та довговічності дорожніх конструкцій.

## РОЗДІЛ 1 ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ

### 1.1 Загальні дані

Проект на капітальний ремонт дороги Ковель-Нечимне розроблявся відповідно до вимог нормативних документів: «ДБН В.2.3-4:2015 Споруди транспорту. Автомобільні дороги» [1], «ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів» [2], «ДБН Б.2.2-12:2018 Планування і забудова територій» [3].

### 1.2 Характеристика району проходження траси

Ковельський район розташований у північно-західній частині держави, в межах природної зони Українського Полісся. Цей регіон часто називають географічним осередком Волинської області. Він має спільні кордони з Володимирським, Камінь-Каширським та Луцьким адміністративними одиницями.

Свого часу район було створено у 1939 році. Географічно він пролягає вздовж річки Турія, яка є правою притокою Прип'яті. Центр району – місто Ковель – виникло на основі старовинного поселення під назвою Ковле. Цей населений пункт отримав Магдебурзьке право відповідно до королівського указу 24 грудня 1518 року. Саме тоді село офіційно набуло статусу міста.

До складу району входять 93 населені пункти, зокрема 2 селища міського типу та 91 сільський населений пункт. Загальна площа району охоплює близько 173,4 тисячі гектарів, що становить приблизно 8,5% від усієї території області. Населення налічує близько 43 тисяч осіб.

Сільськогосподарські землі займають 96 тисяч гектарів, з яких 62 тис. гектарів передано у приватну власність. Лісовий фонд охоплює 76 тисяч гектарів, а водний – 24 тисячі, з яких 12 тисяч наразі перебувають в оренді. У

районі також знаходиться понад 5 тисяч гектарів орних угідь, що є резервними та запропоновані до оренди для аграрного використання.

Територія району багата на природні водойми: тут нараховується 19 природних озер і 11 штучних. Рельєф має переважно рівнинний характер із незначними низинними ділянками.

Ґрунти району представлені здебільшого дерново-підзолистими, супіщаними та піщаними типами, хоча подекуди трапляються торфоболотні ґрунти й торфовища. Мінеральні ресурси Ковельщини включають торф, глину, пісок і сапропель. Поклади сапропелів були детально вивчені в озерах сіл Любитів, Синове, Уховецьк, Іванівка, Перковичі, Доротище, Білин, Облапи, Озірне й Любче. Загальні ресурси сягають 6–7 мільйонів тонн. Крім того, у селі Радошин виявлено перспективне родовище піску.

Географічне розташування району є стратегічно вигідним, адже він лежить на перехресті важливих європейських шляхів. Через нього проходять найкоротші маршрути між Києвом, Варшавою та Берліном, що створює широкі можливості для міжнародної співпраці та економічного розвитку як транзитного вузла.

У межах 90 км розташовані відомі рекреаційні об'єкти Шацьких озер, зокрема озеро Світязь. Одним із культурно-історичних центрів є музей-садиба Лесі Українки в селі Колодяжне. Сюди веде маршрут, передбачений у проєкті ремонту автомобільної дороги.

Колодяжне – одне з наймальовничіших місць Полісся, майже прилягає до Ковеля. Тут розміщується музейний комплекс, присвячений родині Косачів, що займає площу 6,3 га та є філією Волинського краєзнавчого музею. Колекція розташована в чотирьох експозиційних залах: «Колодяжне – колиска Лесиноного таланту», «Волинськими стежками», «Родинна трагедія», «Крізь усе життя – до Лісової пісні. У 2004 році в урочищі Нечимне відкрили ще один музей – "Лісова пісня", присвячений найвідомішому твору поетеси.

### 1.3 Промисловість та аграрний сектор

Волинська область у сучасному економічному просторі виступає як промислово-аграрний регіон, де спостерігається незначне переважання промислового виробництва над сільськогосподарською діяльністю. Основні промислові підприємства розміщені в адміністративному центрі – Луцьку, однак також функціонують потужні об'єкти у Ковелі та Нововолинську – містах обласного значення.

Чимало виробничих одиниць було організовано задля створення стабільного зайнятого населення, хоча більшість із них не мала зв'язку з місцевими природними ресурсами. Зокрема, значна частина цих підприємств була спрямована на задоволення загальнолюдських потреб. Пізніше багато з них втратили своє значення, що призвело до глибокої економічної рецесії.

І донині відчуваються наслідки минулих структурних змін. Регіон демонструє високий рівень безробіття, а заробітна плата залишається однією з найнижчих у державі, через що область входить до переліку дотаційних. Виживання підприємств часто забезпечується за рахунок зовнішньої торгівлі: експортування сировини та товарів на іноземні ринки.

Сільське господарство, яке тривалий час перебувало в кризі, поступово стабілізується. Виробничі потужності зосереджені переважно у Луцьку й Ковелі – ключових промислових центрах області. Зокрема, Ковель спеціалізується на машинобудуванні, хімічній промисловості (включаючи виготовлення побутової хімії, пластмасових виробів), а також на легкій, лісовій, деревообробній та харчовій промисловості.

Кліматичні чинники та природні ресурси області сприяють активному розвитку аграрного виробництва. У регіоні успішно функціонує тваринництво (скотарство, свинарство, птахівництво, вівчарство, бджільництво) і рослинництво (вирощування картоплі, буряків, моркви, кукурудзи, зернових культур). Таке поєднання сприяє зміцненню

агропромислового комплексу й поступовому підвищенню конкурентоспроможності регіону.

#### 1.4 Природні умови

Ділянка дороги Ковель-Нечимне, яка проектується, відповідно до дорожньо-кліматичного районування території України, розташовується в межах I кліматичної зони, для якої є характерним підвищений рівень зволоження на протязі року, особливо в деякі його періоди.

Кліматичні характеристики визначаються на основі положень ДСТУ, а саме «ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія» [4].

Дорожньо-кліматичне районування показано на рисунку 1.1., а клімат в таблиці 1.1

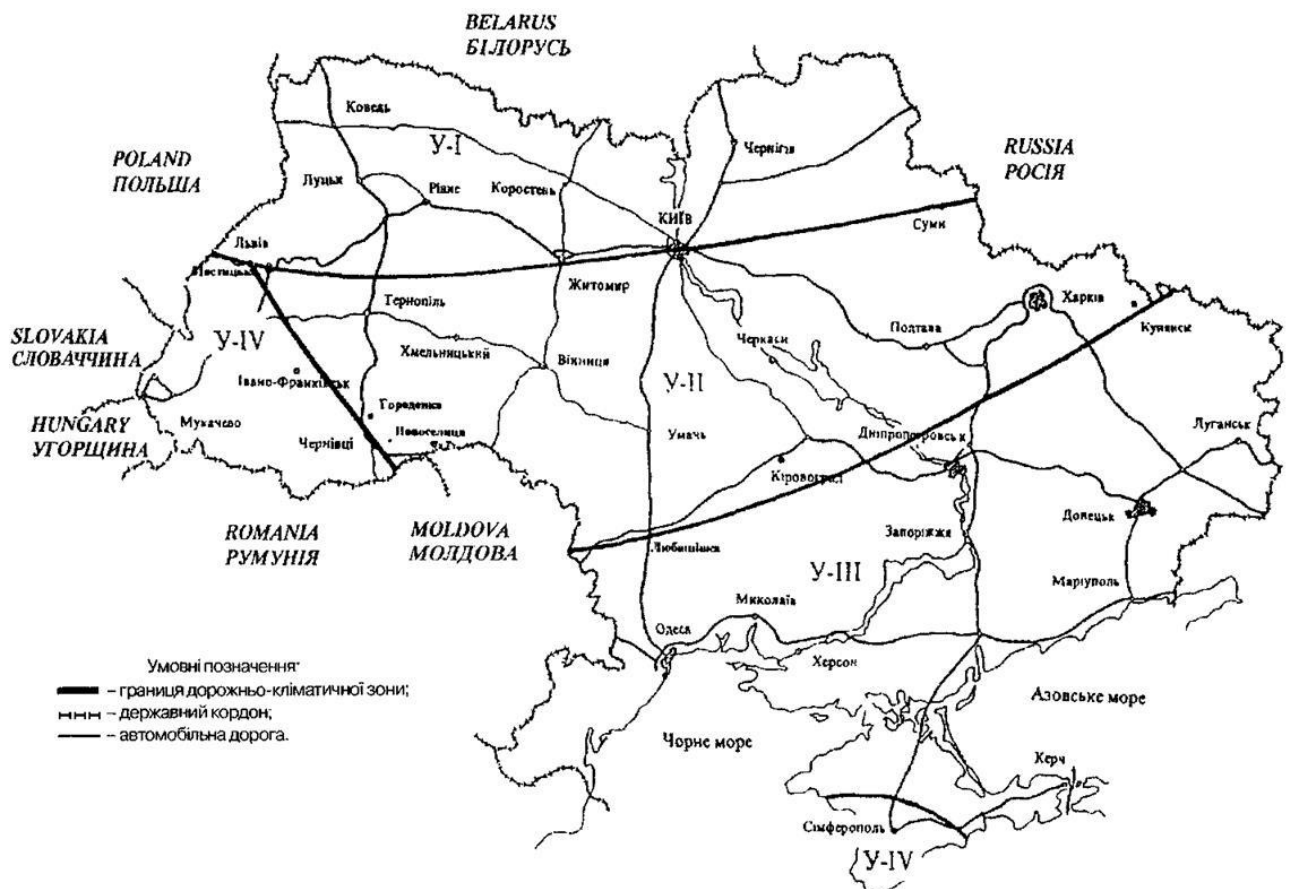


Рисунок 1.1 Дорожньо-кліматичне районування України

Таблиця 1.1

Показники	місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня тривалість дня на 15 число кожного місяця, $T$ , год, хв.	8,20	9,58	11,48	13,46	15,30	16,31	16,08	14,40	12,32	10,49	8,56	7,58
Середня температура повітряного середовища, $t$ , град	-4,9	-3,9	0,5	7,3	13,7	17,0	18,6	17,6	13,2	7,7	2,3	-2,1
Середньомісячна швидкість вітру, $V$ , м/с	4,7	4,7	4,8	4,2	4,1	3,4	3,3	3,1	3,0	3,7	4,2	4,4
Переважаючий напрям вітру	ПдСх	Сх	ПдЗ	ПдЗ	ПнСх	ПнСх	Сх	Сх	Сх	ПдЗ	ПдЗ	ПдЗ
Середня кількість опадів, $C$ , мм	48	41	41	42	50	70	56	42	33	41	44	50
Кількість днів з опадами, що перевищують 5 мм на добу, $N > 5$ мм	1,3	1,4	1,6	1,9	2,5	3,1	2,9	2,2	1,8	2	2,2	2,8
Кількість днів з хуртовинами, $N_{хурт}$	0,2	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	0,4	1
Середньомісячна висота снігового покриву, $H_c$ , см	8	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3

### 1.5 Існуюче розташування автомобільної дороги

Розглянута автомобільна дорога пролягає в напрямку урочища Нечимне зі сторони міста Ковель. Трасування здійснюється по рівнинній ділянці місцевості без виражених перепадів висот.

На даний момент покриття проїзної частини виконане з асфальтобетону, однак його технічний стан оцінюється як критично незадовільний. На дорожній поверхні спостерігаються численні дефекти – вибоїни, тріщини, сколи, викришування, ямковість і виступи. Через значне пошкодження полотна ширина проїзної частини у багатьох місцях зменшилась, оскільки часто фіксуються обламування крайок. Це, у свою чергу, істотно впливає на безпечність та комфортність пересування.

З урахуванням зазначеного, стає очевидним, що поточний технічний стан дороги не забезпечує можливості її повноцінної експлуатації відповідно до нормативних вимог.

Існуюча ширина проїзної частини становить від 6,0 до 7,0 метрів, що є мінімально допустимим показником для подібних транспортних маршрутів. Проте поперечний профіль має деформації, які унеможливають своєчасне відведення поверхневих вод (зокрема, талих і дощових). Через це дорога не виконує функцію дренажного нахилу, що негативно позначається на її довговічності.

Поздовжній похил проїзної частини або відсутній зовсім, або має недостатній кут, аби забезпечити ефективний водовідвід. Як наслідок, у період танення снігу або дощів виникають застої води, що провокують руйнування покриття, особливо у холодну пору року.

Досліджувана ділянка траси розміщується в межах рівнинної території, що вирізняється відсутністю крутих поворотів, різких підйомів або небезпечних спусків, а тому має потенціал для якісного оновлення дорожньої інфраструктури.

## 1.6 Обґрунтування доцільності капітального ремонту автомобільної дороги

Проект під назвою «Капітальний ремонт автомобільної дороги місцевого значення Ковель-Нечимне у Волинській області» був розроблений

згідно з наданим технічним завданням. Загальна довжина ділянки, яка підлягає ремонту, становить 2003 метри.

Необхідність проведення капітального ремонту цієї дороги зумовлена тим, що її геометричні характеристики – як поздовжній, так і поперечний профілі – не відповідають встановленим будівельним стандартам. Через це на поверхні проїзної частини утворюється застій води, яка не має можливості своєчасного відтоку. У результаті відбувається прискорене руйнування дорожнього покриття, яке вже перебуває у незадовільному технічному стані.

Крім того, зазначена ділянка дороги не відповідає нормативним вимогам за такими параметрами, як ширина проїзної частини, кут ухилу та радіуси кривизни, що є критично важливим для забезпечення безпеки та ефективності руху транспорту.

Проектована дорога розташовується на території Ковельського району Волинської області й має важливе значення для регіонального сполучення, а також забезпечення доступу до культурно-історичних об'єктів, зокрема до урочища Нечимне. Це ще більше підкреслює необхідність проведення капітального оновлення дорожньої інфраструктури для поліпшення транспортної доступності та загального розвитку території.

### 1.7 Інтенсивність руху автотранспорту

Існуючі методи фіксації, аналізу та класифікації транспортного потоку й оцінювання швидкості поділяються на дві основні категорії. Перша включає вимірювання параметрів руху із застосуванням спеціалізованих приладів: контактні, інфрачервоні, радіолокаційні, магнітні, ультразвукові пристрої, а також фотоелементні й звукові лічильники. Ці технічні засоби реєструють інтенсивність, швидкість і типи транспортних одиниць.

Друга група – це методи візуального спостереження, при яких облік ведеться шляхом фіксації транспортного потоку без застосування технічних засобів. На сьогодні найпоширенішими вважаються саме ці візуальні методи.

Інтенсивність руху обчислюється у транспортних одиницях. При цьому виділяють категорії: легкові автомобілі, вантажівки, автобуси та тролейбуси. Крім того, часто використовують одиниці, приведені до умовного легкового автомобіля, що забезпечує уніфікацію даних. Аналіз також може проводитись за марками транспортних засобів, які використовують дорогу.

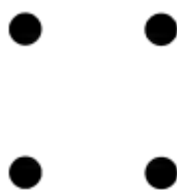
Щоб оцінити інтенсивність і склад потоку, застосовують візуальний метод обліку. Його суть полягає у визначенні середньорічного добового показника інтенсивності й складу руху за результатами періодичних спостережень. Такі спостереження можна проводити в будь-який час доби, протягом дня, тижня або місяця – із врахуванням поправочних коефіцієнтів.

У разі, коли день проведення обліку припадає на офіційне свято, підрахунок переносять на найближчий робочий день. Поправочні коефіцієнти враховують добові, тижневі та сезонні коливання інтенсивності.

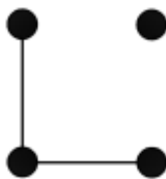
Вибірковий облік може проводитися у будь-який зручний момент, проте тривалість спостереження має бути не меншою за одну годину. Це дозволяє зібрати репрезентативні дані, які потім узагальнюються з допомогою відповідних формул.

Під час спостереження заповнюється спеціальний бланк, де фіксується: назва дороги, місце обліку (у форматі км+м), дата, день тижня, а також час початку підрахунку. По завершенні вказується точний час завершення та загальна тривалість.

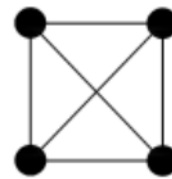
Якщо облік проводиться стаціонарно, слід враховувати транспорт, що рухається в обидва напрямки – прямий і зворотній. Для зручності використовуються умовні позначення – крапки й риси, що символізують певну кількість автомобілів.



4 автомобілі



6 автомобілів



10 автомобілів

*Примітка: Один символ дорівнює одному транспортному засобу, або десяти — за умови високої інтенсивності.*

Після завершення спостереження підраховується загальна кількість автомобілів за обраний період.

Таблиця 1.2

Коефіцієнти приведення транспортних засобів до легкового автомобіля

№ з/п	Тип транспортного засобу	Коефіцієнт приведення
1	Мотоцикл без коляски та мопед	0,5
2	Мотоцикл з коляскою	0,75
3	Легковий автомобіль	1,0
4	Вантажний автомобіль вантажопідйомністю, т: - до 1	1,0
	- від 1 до 2	1,5
	- від 2 до 6	2
	- від 6 до 8	2,5
	- від 8 до 14	3,0
	- понад 14	3,5
5	Автопоїзд вантажопідйомністю, т: - до 12	3,5
	- від 12 до 20	4,0
	- від 20 до 30	5,0
	- понад 30	6,0
6	Колісний трактор з причепами вантажопідйомністю, т: - до 10	3,5
	- понад 10	5,0
	Автобус	3,0
	Довгомірний автобус	5,0
<p><b>Примітка 1.</b> При проміжних значеннях вантажопідйомності транспортних засобів коефіцієнти приведення визначають інтерполяцією.</p> <p><b>Примітка 2.</b> Коефіцієнти приведення для спеціальних автомобілів приймають як для базових автомобілів відповідної вантажопідйомності.</p>		

Таблиця 1.3

Годинна інтенсивність руху транспорту у фізичних та (в дужках) приведених до легкового автомобіля одиницях

Тип транспортних засобів	Час, <u>хв</u>			Всього
	0-20	21-40	41-60	
Мотоцикл без коляски та мопед	2(1)	2(1)	2(1)	6(3)
Мотоцикл з коляскою				
Легковий автомобіль	8(8)	10(10)	12(12)	30(30)
Мікроавтобуси	4(4)	3(3)	3(3)	10(10)
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю, т:				
до 1 (на базі легкових автомобілів).				
від 1 до 2 (на базі мікроавтобусів).	6(9)	4(6)	8(12)	18(27)
від 2 до 6 (ГАЗ).	3(6)	2(4)	3(6)	8(16)
від 6 до 8 (ЗІЛ).	1(2,5)	1(2,5)	0	2(5)
від 8 до 14 (МАЗ, КАМАЗ).	0	2(6)	0	2(6)
понад 14 (МАН, МЕРСЕДЕС).				
Автопоїзд вантажопідйомністю, т:				
до 12 (ЗІЛ).				
від 12 до 20 (МАЗ, КАМАЗ).	2(8)	3(12)	1(4)	6(24)
від 20 до 30 (МАН, МЕРСЕДЕС).				
понад 30				
Колісний трактор з причепами вантажопідйомністю, т:				
до 10	1(3,5)	1(3,5)	2(7)	4(14)
понад 10				
Автобус (ІАЗ, БОГДАН, ЕТАЛОН).	2(6)	3(9)	1(3)	6(18)
Довгомірний автобус	1(5)	1(5)	0	2(10)
Тролейбус				
Зчленований тролейбус				
<b>Всього в транспортних одиницях</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>94(221)</b>

Інтенсивність різних транспортних засобів перераховується в еквівалент легкового автомобіля із застосуванням відповідних коефіцієнтів:

- тролейбус одиночний – 3,5;
- тролейбус зчленований – 5,0.

Інші види транспорту перераховуються згідно з таблицею 2.2 [1]. У разі, якщо трамвай рухається разом з іншими транспортними засобами, застосовується коефіцієнт, аналогічний до зчленованого автобуса або тролейбуса.

Формула розрахунку годинної інтенсивності:

$$N_{год}^л = \sum_{i=1}^л N_{годi} \cdot K_{ли}, \quad (1.1)$$

тут  $N_{год i}$  – кількість транспортних засобів певного типу за годину, автом./год;

$K_{ли}$  – коефіцієнт врахування приведення до легкового автомобіля.

Інтенсивність руху, яка визначається протягом однієї години та приведена до еквіваленту легкового автомобіля відповідно до заданих коефіцієнтів, розраховується за формулою (1.1). Отримані значення заносяться у таблицю.

Оскільки вимірювання інтенсивності проводилося у проміжку з 11:00 до 12:00, згідно з ([6], табл. 8.1, яка укладена на основі фактичних досліджень у польових умовах), коефіцієнт зведення від годинної до добової інтенсивності становить 12,2.

Добова інтенсивність руху обчислюється за формулою:

$$N_{доб} = \sum_{i=1}^л N_{годi} \times K_z = 94 \times 12,2 = 1150, \text{ автом./добу}$$

де  $N_{доб}$  – добова інтенсивність руху в транспортних одиницях, автом./добу;

$N_{год}$  – годинна інтенсивність руху, автом./добу;

$K_3$  – коефіцієнт перерахунку з годинної до добової інтенсивності, згідно з табл. 8.1 [6].

## 1.8 Основні ТЕП

Основні ТЕП плану траси (таблиця 1.4.)

Таблиця 1.4

Показник	Од. виміру	Значення
Інтенсивність руху (розрахункова) - Категорія	Авто/добу -	1150 III
Швидкість руху (розрахункова)	Км/год.	90
Число смуг руху	штук	2
Смуга руху шириною	м	3,50
Проїзна частина (ширина)	м	7,00
Узбіччя (ширина) зокрема - укріплена смуга узбіччя (ширина)	м м	2,50 0,50
Ширина <u>земполотна</u> (не менше)	м	22
Поздовжній ухил (найбільший)	%	5
Радіуси кривих (найменші) - в плані - в поздовжньому профілі - опуклих - увігнутих	м м м м	600 9000 2100
Модуль пружності (потрібний)	<u>МПа</u>	302

## РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

### 2.1 План дороги

Початкова точка проектної ділянки капітального ремонту дороги ПК 0+00 – відповідає координаті км 0+000 автомобільного шляху Ковель-Нечимне. Завершується дана ділянка на ПК 20+03, що відповідає км 2+003 тієї ж дороги. Загальна довжина запроєктованої ділянки становить 2,003 км.

В межах зазначеного відрізка автодороги наявний один геометричний поворот із кутом  $50^\circ$  на ПК 14+90. Радіус заокруглення становить 600 метрів. Для цього повороту встановлені такі проектні величини:

$$T = 340,24 \text{ м};$$

$$K = 643,6 \text{ м};$$

$$D = 36,88 \text{ м};$$

$$B = 63,13 \text{ м}.$$

Запроєктована частина автомобільної дороги Ковель-Нечимне належить до III технічної категорії та передбачає наступні параметри:

ширину земляного полотна – 12,00 м;

ширину проїзної частини – 7,00 м;

ширину узбіччя – 2,50 м.

### 2.2 Земляне полотно

Проектна ділянка дороги проходить переважно в насипу, де земляне полотно має ширину близько 22 метрів. Укоси мають крутизну 1:3 та 1:1,5. Для їхнього зміцнення, а також для озеленення розділювальної смуги, передбачається посів газонних трав з додаванням родючого шару ґрунту товщиною 0,15 м.

У проєкті заплановано три типи поперечних профілів земляного полотна:

Тип 1 – виїмка глибиною до 1,0 м, ухил укосу 1:3.

Тип 2 – насип висотою до 1,5 м, також із крутизною укосу 1:3.

Тип 3 – насип заввишки до 4,0 м, укоси 1:1,5.

Ґрунт у межах існуючого полотна – легкий супісок. За складністю розробки ґрунт відноситься до I та II груп. Коефіцієнт ущільнення насипного матеріалу становить 1,1.

### 2.3 Поздовжній профіль

Поздовжній профіль траси запроектовано відповідно до нормативного документа [1] для доріг III категорії. Проїзна частина нової дороги збігається з віссю існуючого покриття.

Основні характеристики:

- максимальний поздовжній ухил – 50 ‰;
- мінімальні радіуси вертикальних кривих: для опуклих – 9000 м, для увігнутих – 2100 м.

### 2.4 Розрахунок параметрів автомобільної дороги

З урахуванням проектної інтенсивності руху, приведеної до легкового автомобіля – 2697 авто на добу, обрана III категорія дороги. Згідно з таблицею нормативів, для такої дороги розрахункова швидкість складає 90 км/год.

*Мінімальний радіус повороту в плані.*

Залежить від розрахункової швидкості (м/с), коефіцієнта поперечної сили, поперечного ухилу дороги (0,02) та прискорення вільного падіння (м/с<sup>2</sup>). Формула дозволяє визначити мінімально допустимий радіус повороту траси.

$$R = \frac{V^2}{g \cdot (\mu \pm i_n)}, \quad (2.1)$$

в цій формулі  $V$  – розрахункова швидкість руху транспорту, яка є різною для різної категорії дороги, м/с;

$\mu$  – являється коефіцієнтом поперечної сили;

$$m = 0.15;$$

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – прискорення вільного падіння;

$i_n$  - поперечний ухил віража;

$$i_n = 0.02.$$

$$R_{\min}^{\text{без.вип.}} = \frac{(90/3,6)^2}{9,81(0,15 - 0,02)} = 490,08 \text{ (м)};$$

$$R_{\min}^{\text{з.вип.}} = \frac{(90/3,6)^2}{9,81(0,15 + 0,02)} = 373,38 \text{ (м)}.$$

*Максимальний поздовжній ухил.*

Визначається через здатність автомобіля подолати підйом, враховуючи коефіцієнт опору коченню ( $f_v$ ) і динамічний фактор – вільне тягове зусилля на привідних колесах. Цей фактор залежить від швидкості руху та вибраної передачі, визначається графіком динамічних характеристик транспортного засобу. У розрахунках застосовується емпірична формула, яка дозволяє отримати значення поздовжнього ухилу в процентах або проміле.

Максимальний поздовжній ухил дороги визначається з умови подолання розрахунковим автомобілем підйому за формулою:

$$i_{\max} = \frac{P_T}{G} - f_v, \quad (2.2)$$

де:

-  $i_{\max}$  - максимальний поздовжній ухил, виражений у частках (наприклад, 0.05 для 5%) або в проміле (‰);

-  $P_T$  - динамічне тягове зусилля на ободі ведучих коліс, Н (НЬЮТОНИ);

-  $G$  - вага автомобіля, Н;

-  $f_v$  - коефіцієнт опору коченню (типово в межах 0.015–0.030 для асфальту чи ущільненого ґрунту).

Тягове зусилля  $P_T$  – це частина сили, яку може реалізувати автомобіль для подолання зовнішнього опору (опір коченню, гірка, повітря). Його значення залежить від:

- типу двигуна,
- швидкості руху,
- передачі, що ввімкнена,
- динамічних характеристик автомобіля.

Зазвичай визначається за графіками динаміки руху, але для попередніх розрахунків може бути оцінено через емпіричну формулу:

$$P_T = \frac{M_{ДВ} \cdot \eta_{ТР}}{r}$$

де:

-  $M_{ДВ}$  - крутний момент двигуна (Н·м);

-  $\eta_{ТР}$  - ККД трансмісії (зазвичай 0.85–0.95);

-  $r$  - радіус колеса, м.

Коефіцієнт опору коченню  $f_v$  - залежить від стану дорожнього покриття, швидкості та типу шин. Наприклад:

- Асфальт – 0.015-0.02;

- ґрунтова дорога – 0.025-0.030;

- мокра чи обледеніла поверхня – може сягати 0.05 і вище.

Щоб перевести ухил з дробової форми у проміле, множимо результат на 1000:

$$i_{\max} = \left( \frac{P_T}{G} - f_v \right) \cdot 1000$$

В нашому випадку:

- вага автомобіля  $G=68670$  Н (тобто 6 т),
- динамічне тягове зусилля  $P_T=4905$ Н,
- $f_v=0.02$

$$i_{\max} = \left( \frac{68670}{4905} - 0.02 \right) \cdot 1000 = 50\%$$

Отже, максимальний допустимий ухил становить 50 проміле.

*Визначення параметрів проїзної частини.*

На рівних ділянках дороги розмір смуги з двостороннім рухом встановлюється за формулою:

$$B = b + c + 2y + x$$

тут  $b$ ,  $c$  – габарит кузова транспортного засобу й ширина його колісної бази;

$y$  – запас між зовнішнім краєм сліду колеса та обабіч частини руху;

$$y = \sqrt{0,1 + 0,0075V}$$

$x$  – простір між корпусами зустрічних машин.

$$x = 0,3 + 0,1\sqrt{V_1 + V_2}$$

Відповідно до табличних значень:

$b = 1570$  мм, а  $c = 1220$  мм.

Тоді

$$y = \sqrt{0,1 + 0,0075 \cdot 90} = 0,88 \text{ (м);}$$

$$x = 0,3 + 0,1\sqrt{90 + 90} = 1,64 \text{ (м);}$$

$$B = 1,57 + 1,22 + 2 \cdot 0,88 + 1,64 = 6,19 \text{ (м).}$$

При русі по криволінійній траєкторії кожне колесо авто описує окремий шлях, внаслідок чого загальна ширина зайнятої смуги зростає.

З геометричних принципів і врахуванням швидкості розрахунок додаткової ширини проводиться за формулою:

$$\Delta = \frac{l^2}{2R} + \frac{0,05V}{\sqrt{R}},$$

де  $l$  – база задньої осі автомобіля (вимірюється у метрах),  
( $l = 3,740$  м);

$R$  - радіус вигину на плані дороги.

Отже:

$$\Delta_{\min}^{\text{з.вир.}} = \frac{(3,74)^2}{2 \cdot 373,38} + \frac{0,05 \cdot 90}{\sqrt{373,38}} = 0,25 \text{ (м)};$$

$$D_{\min}^{\text{без.вир.}} = \frac{(3,74)^2}{2 \cdot 490,08} + \frac{0,05 \cdot 90}{\sqrt{490,08}} = 0,22 \text{ (м)}.$$

*Визначення ширини узбіччя.*

Залежно від дорожньої категорії, ширина узбіччя обирається з нормативних джерел. У нашому випадку вона становить 2,50 м.

*Видимість зустрічного транспорту.*

Для розрахунку дистанції, необхідної для безпечного огляду шляху й зустрічного авто, враховується відстань, що потрібна для повної зупинки машини:

$$S_{n.d} = Vt + \frac{k_e \cdot V^2}{g \cdot \varphi} + l_0,$$

в цій формулі  $t$  - час реакції водія (приймається  $t = 1$  с);

$k_e$  - коефіцієнт гальмівної ефективності,  $k_e = 1,2...1,4$ ;

$\varphi$  - фактор зчеплення на прямій ділянці покриття ( $\varphi = 0,5$ );

$l_0$  - безпечна дистанція до можливого об'єкта,  $l_0 = 5...10$  м.

В результаті:

$$S_{n.d} = \frac{90}{3,6} \cdot 1 + \frac{1,4 \cdot \left(\frac{90}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,5} + 9 = 129,8 \text{ (м);}$$

$$S_B = 2 \cdot \frac{90}{3,6} \cdot 1 + \frac{1,4 \cdot \left(\frac{90}{3,6}\right)^2}{9,81 \cdot 0,5} + 9 = 218,69 \text{ (м)}$$

*Вертикальні криві дороги.*

Для забезпечення плавності та зручності руху на зламах профілю встановлюються опуклі та вгнуті кривини.

Радіус опуклих вигинів визначається з урахуванням забезпечення прямої видимості дороги на обчислювану відстань:

$$R_{\text{оп.}} = \frac{S_{n.d.}^2}{2d},$$

в цій формулі  $d$  - перевищення рівня очей водія над асфальтом (приймаємо  $d \approx 1,2$  м).

Радіус вгнутої кривини розраховується з урахуванням, щоб ресори автомобіля не зазнавали надмірних навантажень:

$$R_{\text{угн.}} = \frac{V^2}{a},$$

в цій формулі  $a$  - прискорення відцентрове.

В підсумку:

$$R_{\text{вип.}} = \frac{(129,8)^2}{2 \cdot 1,2} = 7020,2 \text{ (м)};$$

$$R_{\text{узн.}} = \frac{\left(\frac{90}{3,6}\right)^2}{0,3} = 2083,33 \text{ (м)}.$$

## 2.5 Штучні споруди

### 2.5.1 Створення мостової споруди малого типу

У точці ПК 7+30 дороги перетинає водотік Голуба, над яким необхідне зведення моста компактного формату.

*1. Параметри для розрахунку:*

Площа зони стоку:

$$F = 12,6 \text{ км}^2 ;$$

Загальна довжина русла:

$$L = l_1 + l_2 + \dots + l_i = 720 \text{ м}$$

Середнє падіння головного водостоку:

$$i_n = \frac{H_1 - H_2}{L} = 0,026 ;$$

Місцевий нахил біля переходу:

$$i_c = \frac{H_{1c} - H_{2c}}{L} = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0,31}{720} = 0,0004$$

Похил схилів прилеглого рельєфу:

$$i_1 = \frac{H_1 - H_0}{l_1} = \frac{141,9 - 141,5}{30} = 0,013$$

$$i_2 = \frac{H_2 - H_0}{l_2} = \frac{142,5 - 141,5}{10} = 0,1$$

Висота западини на ділянці споруди:

$$h_n = H_2 - H_0 = 142,5 - 141,5 = 1 \text{ м}$$

Інтенсивність опадів упродовж години:  $a_z = 1,41 \text{ мм/хв}$

Коригуючий множник переходу до розрахункової інтенсивності:

$$k_t = 1,32;$$

Множник втрат рідини при стіканні:  $\alpha = 0.20$ ;

Редукційний коефіцієнт:  $\varphi = 0.297$ .

Об'єм пікової витрати:

$$Q_{зл} = 16,7 \cdot a_r \cdot k_t \cdot F \cdot \alpha \cdot \varphi = 16,7 \cdot 1,41 \cdot 1,32 \cdot 12,6 \cdot 0,20 \cdot 0,297 = 23,3 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Сукупний об'єм зливого потоку:

$$W = 60000 \frac{a_r \cdot F \cdot \alpha \cdot \varphi}{\sqrt{k_t}} = 60000 \frac{1,41 \cdot 12,6 \cdot 0,20 \cdot 0,297}{\sqrt{1,32}} = 55059,2 \text{ м}^3 ;$$

Показники гідрологічної структури та показник ступені (n) :

$$k_0 = 0,016$$

$$n = 0,25$$

Багаторічний шар:

$$h = 0,9 \cdot 60 = 54 \text{ см.};$$

Варіативність:

$$c_v = 1,25 - 0,5 = 0,625 ;$$

Коефіцієнт асиметричності:

$$c_s = 2c_v = 2 \cdot 0,625 = 1,25 ;$$

Модуль співвідношення:

$$\kappa_p = 3,5 ;$$

Сумарний розрахунковий рівень стоку:

$$h_p = h \cdot \kappa_p = 54 \cdot 3,5 = 189 \text{ мм};$$

Озерність і заболоченість території:

$$\delta_1 = 0,9, \quad \delta_2 = 1,0.$$

Снігова витрата (макс.):

$$Q_{сн} = \frac{\kappa_0 \cdot h_p \cdot F}{(F + 1)^n} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 = \frac{0,016 \cdot 189 \cdot 12,6}{(12,6 + 1)^{0,25}} \cdot 0,9 \cdot 1 = 18,1 \text{ м}^3 / \text{с} ;$$

Порівняння витрат:

$$Q_{зл} = 23,3 \text{ м}^3 / \text{с} > Q_{сн} = 18,1 \text{ м}^3 / \text{с} ;$$

$$Q_p = Q_{zn} = 23,3 \text{ м}^3 / \text{с};$$

Застосовується облицювання з плит при граничній швидкості  $V_{дон} = 3,5 \text{ м/с}$ ;

Швидкість при стисканні потоку:

$$V_c = 1,1 \cdot V_{дон} = 1,1 \cdot 3,5 = 3,85 \text{ м/с};$$

Висота водяного дзеркала перед мостом:

$$H = 1,46 \frac{V_c^2}{g} = 1,46 \frac{3,85^2}{9,81} = 2,20 \text{ м.};$$

Габарити отвору:

$$b = \frac{Q_p}{1,33 \sqrt{H^3}} = \frac{23,3}{1,33 \sqrt{2,2^3}} = 5,37 \text{ м.}$$

Обрано збірні блоки із напруженого бетону: довжина прольоту розрахункова  $l_p = 5,60 \text{ м}$ , довжина конструкції прольотної  $l_{пр} = 6,0 \text{ м}$ , висота будівельна  $h_{кон} = 0,42 \text{ м}$ .

Мінімальна монтажна висота:

$$H_{м.мин} = 0,88H + z + h_{кон} = 0,88 \cdot 2,2 + 0,25 + 0,42 + 0,24 = 2,85 \text{ м}$$

Довжина моста:

$$L_m = l_{пр} + 2\alpha = 6,0 + 2 \cdot 0,05 = 6,1 \text{ м}$$

Післямостове укріплення:

швидкість потоку за межами моста :  $V = 1,5 \cdot V_c = 1,5 \cdot 3,85 = 5,78 \text{ м/с}$ .

Матеріал укріплення: бетон М150, товщина – 0,12 м.

## 2.5.2 Проектування водоперепускної труби

На ПК 16+10 шлях перетинає яр, де заплановано встановлення водовідвідної труби.

*Вхідні параметри:*

Площа стоку:  $F = 0,5 \text{ км}^2$

Протяжність каналу:  $L = 970\text{м}$

Похил середній:  $i_s = \frac{H_1 - H_2}{L} = 0,0054$ ;

Ухил поблизу об'єкта:

$$i_c = \frac{H_{1c} - H_{2c}}{L} = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0,31}{720} = 0,0038$$

Злизова інтенсивність годинного типу:  $a_2 = 1,41\text{мм/хв}$

Коефіцієнт переходу:  $k_t = 1,32$ ;

Коефіцієнт втрат води:  $\alpha = 0,20$ ;

Редукційний коефіцієнт:  $\varphi = 0,67$  ;

Злизова максимальна витрата:

$$Q_{зл} = 16,7 \cdot a_r \cdot k_t \cdot F \cdot \alpha \cdot \varphi = 16,7 \cdot 1,41 \cdot 1,32 \cdot 0,5 \cdot 0,20 \cdot 0,67 = 2,1\text{м}^3/\text{с}$$

Загальний об'єм стоку зливових вод :

$$W = 60000 \frac{a_r \cdot F \cdot \alpha \cdot \varphi}{\sqrt{k_t}} = 60000 \frac{1,41 \cdot 0,5 \cdot 0,20 \cdot 0,67}{\sqrt{1,32}} = 4928,9 \text{ м}^3 ;$$

Коефіцієнти паводкової відповідності:

$$k_0 = 0,016 \qquad n=0,25$$

Багаторічний шар:

$$h = 0,9 \cdot 60 = 54\text{см.};$$

Варіативність:  $c_v = 0,5$ ;

Коефіцієнт асиметричності:  $c_s = 2c_v = 2 \cdot 0,5 = 1,0$ ;

Модуль співвідношення:  $\kappa_p = 2,3$  ;

Сумарний розрахунковий рівень стоку:  $h_p = h \cdot \kappa_p = 54 \cdot 2,3 = 125\text{мм}$  ;

Озерність і заболоченість території:

$$\delta_1 = 0,9, \quad \delta_2 = 1,0.$$

Максимальна витрата від снігу:

$$Q_{сн} = \frac{\kappa_0 \cdot h_p \cdot F}{(F + 1)^n} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 = \frac{0,016 \cdot 125 \cdot 0,5}{(0,5 + 1)^{0,25}} \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,6 \text{ м}^3/\text{с} ;$$

Порівняння витрат:

$$Q_{зл} = 2,1 \text{ м}^3 / \text{с} > Q_{сн} = 1,6 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$Q_p = Q_{зл} = 2,1 \text{ м}^3 / \text{с};$$

Вибір труби: кругла, без тиску  $d=1,00\text{м}$ . Глибина потоку перед отвором:  $H=1,13\text{м}$ . Швидкість при виході:  $V_{\text{вих}}=2,7 \text{ м/с}$ . Режим: безнапірний.

Найменша висота насипу:

$$H_{\text{min}} = h_{\text{мп}} + \delta + \square = 1,25 \cdot + 0,12 + 0,61 = 1,98 \text{ м}$$

Приймаємо  $H_{\text{нас}} = 2,85 \text{ м}$

Довжина труби без обрамлення:

$$l = \left[ \frac{0,5 \cdot B + m(H_{\text{нас}} - h_{\text{мп}})}{1 + m i_{\text{мп}}} + \frac{0,5 \cdot B + m(H_{\text{нас}} - h_{\text{мп}})}{1 - m i_{\text{мп}}} + n \right] \cdot \frac{1}{\sin \alpha} = 20,5 \text{ м.}$$

Повна довжина з оголовком :

$$L_{\text{мп}} = l + 2M = 20,5 + 2 \cdot 2,26 = 25,02 \text{ м}$$

Укріплення здійснено бетонними плитами.

## 2.6 Дорожній одяг

У рамках даного проєкту була прийнята типова конструкція нежорсткого дорожнього одягу, яка відповідає умовам експлуатаційного навантаження та інженерно-геологічним характеристикам ґрунтової основи. Конструкція передбачає поетапне укладання шарів з різних матеріалів із урахуванням їх несучої здатності, довговічності та водостійкості.

Склад конструктивних шарів дорожнього одягу знизу вгору:

- Підстильний шар із піску товщиною 20 см.

Цей шар виконує роль дренажу та частково вирівнює основу. Завдяки високій водопроникності пісок сприяє відведенню вологи та запобігає накопиченню води в нижніх шарах дорожнього одягу.

- Основний шар з щебеню, укладеного способом заклинки, товщиною 15 см.

Шар складається з крупного щебеню з ущільненням середньофракційним матеріалом, що дозволяє забезпечити високу щільність та зчеплення частинок. Метод заклинки підвищує стійкість конструкції до зсувів і сприяє рівномірному розподілу навантаження.

- Вирівнюючий шар з пористого крупнозернистого асфальтобетону, товщиною 10 см.

Цей шар виконує функцію перехідного між несучими та верхніми шарами, забезпечує вирівнювання поверхні та часткове поглинання деформацій від дії навантаження.

- Верхній шар покриття – щільний дрібнозернистий асфальтобетон марки I, тип Б, товщиною 4 см.

Даний тип асфальтобетону характеризується високою зносостійкістю, низькою водопроникністю та хорошими експлуатаційними властивостями при значних навантаженнях. Саме цей шар безпосередньо контактує з транспортними засобами і визначає комфортність руху.

Загальна товщина дорожнього одягу становить 49 см, що відповідає нормативним вимогам до конструкцій покриттів автомобільних доріг місцевого та загального користування при середньому транспортному навантаженні.

Обрана конструкція забезпечує надійність, довговічність та економічну доцільність при будівництві дорожнього покриття, а також можливість проведення поточних та капітальних ремонтів у процесі експлуатації.

## РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА

### 3.1. Послідовність робіт

Капітальний ремонт автомобільної дороги Ковель-Нечимне на ділянці ПК 16+10 передбачає влаштування водоперепускної труби та повну реконструкцію дорожнього одягу згідно з технічними вимогами для доріг III категорії. Роботи виконуються у наступній послідовності:

1. Підготовчі заходи:
  - Геодезична розбивка осі дороги та місця монтажу труби;
  - Очищення території від рослинності, сторонніх предметів та існуючих пошкоджених конструкцій;
  - Влаштування тимчасових об'їздів або обмеження руху транспорту за погодженими схемами.
2. Земляні роботи:
  - Зняття рослинного шару ґрунту та розробка виїмки у місці прокладання труби;
  - Формування основи насипу з ущільненням шарами згідно з проектними позначками.
3. Влаштування водоперепускної труби на ПК 16+10:
  - Укладання підготовчої піщаної подушки з ущільненням;
  - Монтаж круглої безнапірної труби діаметром 1,0 м;
  - Засипка пазух труби пошарово з ущільненням, дотримуючись симетрії засипки;
  - Влаштування оголовків і зміцнення укосів бетонними плитами;
  - Відновлення профілю земляного полотна над трубою.
4. Конструкція дорожнього одягу:
  - Укладання піщаного шару товщиною 20 см з ретельним пошаровим ущільненням;

- Влаштування щебеневої основи товщиною 15 см способом заклинки (ущільнення з використанням дрібного щебеню або відсіву);
- Укладання пористого крупнозернистого асфальтобетону товщиною 10 см як вирівнювального шару;
- Влаштування верхнього шару покриття із щільного дрібнозернистого асфальтобетону, марки І, типу Б, відповідно до вимог ДСТУ [7].

#### 5. Завершальні роботи:

- Влаштування узбіч із ущільненням і профілюванням;
- Встановлення дорожніх знаків, сигнальних стовпчиків та нанесення розмітки;
- Проведення контрольних вимірів товщин, ухилів, рівностей і ущільнення дорожніх шарів;
- Очищення території будівництва та введення об'єкта в експлуатацію.

Усі роботи виконуються відповідно до чинних норм ДБН, ДСТУ та технічної документації з обов'язковим технічним наглядом та дотриманням заходів безпеки.

### 3.2. Технологія транспортування матеріалів

Для забезпечення безперебійного та якісного виконання капітального ремонту автомобільної дороги Ковель-Нечимне усі будівельні матеріали транспортуються згідно з вимогами чинних стандартів та інструкцій із дотриманням техніки безпеки та охорони праці.

#### 1. Загальні положення

Матеріали, необхідні для влаштування дорожнього одягу (пісок, щебінь, асфальтобетон), а також елементи водоперепускної труби, доставляються на об'єкт спеціалізованими транспортними засобами. Вибір

способу транспортування залежить від виду матеріалу, його об'єму, відстані перевезення та умов будівельного майданчика.

## *2. Транспортування піску*

- Вид транспорту: самоскиди вантажопідйомністю 10–20 т;
- Умови: перевезення здійснюється з піщаного кар'єру або складу з обов'язковим уникненням зволоження (за потреби – накриття тентами);
- Вивантаження: безпосередньо на підготовлену ділянку, подальше переміщення – бульдозером або автогрейдером;
- Ущільнення: проводиться одразу після розподілу шару, із використанням віброкатків.

## *3. Доставка щебеню (для основи, заклінки)*

- Тип транспорту: автосамоскиди, що забезпечують сухість і розсипчастість матеріалу;
- Захист під час перевезення: для запобігання втратам – брезентове накриття;
- Подача на об'єкт: у черговості, що узгоджується з графіком укладання;
- Розподіл: здійснюється грейдером, ущільнення – котками з гладким або вібраційним барабаном.

## *4. Асфальтобетонні суміші*

- Типи сумішей: пористий крупнозернистий та щільний дрібнозернистий (марка І, тип Б);
- Спосіб транспортування: у спеціалізованих термос-бункерах або ізотермічних кузовах автосамоскидів, з температурою не нижче 120–140 °С;
- Час доставки: не більше 1,5 години з моменту виготовлення до укладання;
- Розвантаження: безпосередньо в асфальтоукладач, без проміжного зберігання;
- Контроль: перевірка температури суміші перед укладанням та в процесі ущільнення.

### *5. Елементи водоперепускної труби*

- Складові: залізобетонні круглі труби, оголовки, бетонні плити;
- Метод доставки: автоплатформи або низькорамні трали;
- Умови транспортування: кріплення вантажу для уникнення зміщення, використання прокладок між елементами;
- Вивантаження: краном або навантажувачем, з безпечним розташуванням на майданчику до моменту монтажу.

### *6. Тимчасове зберігання та логістика*

- Усі матеріали повинні зберігатися на обладнаних майданчиках поблизу об'єкта з урахуванням вимог до захисту від опадів та механічних пошкоджень;
- Для асфальтобетону складування не допускається;
- Організація маршрутів транспортування передбачає уникнення руху техніки по завершених шарах дорожнього одягу.

Уся техніка, що використовується для транспортування, має бути справною, а водії – проінструктованими щодо особливостей доставки будівельних матеріалів. Забезпечення логістичної ефективності напряму впливає на якість дорожніх робіт та дотримання строків ремонту.

### 3.3. Технологія влаштування водопропускної труби Ø1,0 м на ПК 16+10

На пікеті ПК 16+10 проектом передбачено влаштування водопропускної труби діаметром 1,0 м з метою забезпечення безперешкодного проходження водного потоку через насип дороги. Труба має працювати в безнапірному режимі та відповідає нормативним вимогам для доріг III категорії. Роботи виконуються згідно з технологічною послідовністю, що гарантує довговічність і надійність споруди.

#### *1. Підготовчі роботи*

- Проведення розбивочних робіт із закріпленням осей труби на місцевості;

- Встановлення знаків безпеки та обмеження руху транспорту;
- Очищення будівельного майданчика від рослинності, сміття та нестабільного ґрунту;
- Відведення поверхневих вод від місця влаштування труби.

## *2. Земляні роботи*

- Розробка траншеї під трубу з урахуванням ухилу дна (згідно з проєктом);
- Дно траншеї повинно бути рівним, ущільненим, з поздовжнім ухилом не менше 0,005;
- Улаштування підготовчої піщаної подушки товщиною 20 см, ущільненої шарами не менше 95% від стандартної щільності за Проктором;
- У місцях можливого зволоження допускається влаштування додаткового дренажу (фільтруючого шару або геотекстилю).

## *3. Монтаж водопропускної труби*

- Труба Ø1,0 м доставляється на об'єкт у зібраному вигляді або окремими секціями з заводським армуванням;
- Монтаж починається з нижнього оголовка;
- Кожен елемент труби стикується за допомогою муфт або гумових ущільнювачів (залежно від типу конструкції);
- Контроль горизонтального та вертикального положення труби за допомогою нівеліра;
- У місцях стиків передбачено гідроізоляцію (бітумна мастика, ущільнюючі кільця тощо).

## *4. Засипання пазух труби*

- Пазухи труби засипаються пошарово (висотою не більше 20 см) з обох боків одночасно;
- Використовується пісок або гравійно-піщана суміш, ущільнення до 0,98 від максимальної щільності;
- При засипанні забороняється використовувати мерзлий або глинистий ґрунт, який може спричинити просідання.

### *5. Влаштування оголовків і укріплення укосів*

- Оголовки виготовляються із залізобетону заводського виробництва та встановлюються на бетонну основу;
- Кріплення укосів виконується бетонними плитами або монолітним заливанням з бетону класу не нижче В15;
- Під плитами передбачається ущільнений піщаний або щебеневий прошарок.

### *6. Відновлення земляного полотна*

- Після завершення монтажу труби та укріплення укосів відновлюється профіль насипу;
- Засипка над трубою проводиться пошарово, з ущільненням кожного шару (не більше 25 см);
- Мінімальна висота насипу над верхом труби приймається не менше 1,25 м, згідно з розрахунками;
- Верх труби захищається геотекстильним прошарком для запобігання проникненню дрібних часток.

### *7. Завершальні роботи*

- Профілювання полотна, укладання шарів дорожнього одягу згідно з проектом;
- Влаштування узбіч та водовідвідних лотків (за необхідності);
- Перевірка пропускної здатності труби (пробна подача води);
- Фотофіксація та підписання акту виконаних робіт.

Усі операції виконуються з дотриманням вимог ДБН В.2.3-4:2015, ДБН В.2.1-10-2018 [8] та чинних стандартів із контролем технагляду на кожному етапі.

### *3.4. Технологія влаштування шару з піску, товщиною 20 см*

Піщаний шар товщиною 20 см є нижнім конструктивним елементом дорожнього одягу на ділянці ремонту автомобільної дороги Ковель-Нечимне

(III категорія) та виконує функцію дренажного і вирівнюючого шару. Його влаштування здійснюється згідно з вимогами ДБН В.2.3-4:2015.

#### *1. Матеріал*

Для влаштування шару використовується промитий природний пісок середньої крупності з вмістом пилюватих та глинистих часток не більше 3%. Пісок не повинен містити органічних включень або сторонніх домішок.

#### *2. Підготовчі роботи*

- Очистка основи (земляного полотна або шару над трубою) від сторонніх предметів, вирівнювання рельєфу;
- Вирівнювання дна виїмки або поверхні насипу за допомогою автогрейдера;
- За потреби – влаштування геотекстильного полотна для запобігання замуленню або міграції часток.

#### *3. Укладання піску*

- Транспортування піску здійснюється самоскидами із подальшим розподілом уздовж дороги;
- Пісок розрівнюється рівномірно бульдозером або автогрейдером до проектної товщини у природному (неущільненому) стані – приблизно 25 см, із подальшим ущільненням до 20 см;
- Товщина одного шару піску не повинна перевищувати 20 см після ущільнення. Якщо необхідно, шар укладається у два проходи.

#### *4. Зволоження та ущільнення*

- Перед ущільненням пісок рівномірно зволожується до оптимальної вологості (близько 8–12%, залежно від гранулометричного складу);
- Ущільнення проводиться вібраційними котками масою не менше 10 т, у кілька проходів до досягнення щільності не нижче 0,98 від максимальної (за методом стандартного Проктора);
- Контроль ущільнення здійснюється шляхом відбору зразків і лабораторної перевірки.

### *5. Контроль якості*

- Візуальна перевірка рівності поверхні (допускається відхилення не більше  $\pm 10$  мм);
- Перевірка товщини ущільненого шару шурфами;
- Визначення щільності піску за допомогою щільноміра або лабораторного аналізу;
- У разі виявлення зон із недостатнім ущільненням проводиться додаткове ущільнення або заміна шару.

### *6. Умови виконання робіт*

- Роботи виконуються у суху погоду або при температурі повітря не нижче  $+5$  °С;
- Забороняється укладати пісок у зволжених або підтоплених зонах без попереднього осушення;
- Після завершення шару з піску негайно переходять до влаштування наступного шару (щебеневої основи), щоб уникнути розмокання.

Влаштування піщаного шару є критично важливою операцією, оскільки забезпечує рівномірне розподілення навантажень і підвищує загальну стійкість дорожнього одягу.

3.5 Технологія влаштування шару з щебеню, методом заклинювання, товщиною 15 см

Щебенивий шар товщиною 15 см, укладений методом заклинювання, є важливою частиною конструкції дорожнього одягу на ділянці ремонту автомобільної дороги Ковель-Нечимне. Цей шар виконує функцію основи, що забезпечує рівномірний розподіл навантажень, підвищує несучу здатність покриття та покращує дренажні властивості.

### *1. Матеріали*

- Щебінь фракції 20–40 мм – для основного шару;

- Дрібний щебінь або відсів фракції 5–20 мм – для заклинювання;
- Матеріали мають відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-75-98 [9], бути чистими, без домішок глини, пилу або органіки;

- Вміст пилюватих і глинистих часток – не більше 1%.

## *2. Підготовка основи*

- Перевірка рівності та щільності піщаного шару, на який укладається щебінь;
- При потребі – повторне ущільнення або вирівнювання поверхні;
- Наявність ухилів для водовідведення згідно з проектом.

## *3. Укладання щебеню (основного шару)*

- Щебінь транспортується самоскидами і вивантажується рівномірно на підготовлену основу;
- Розподіл матеріалу по ширині дороги здійснюється автогрейдером або розподільником;
- Товщина шару в ущільненому стані має становити 15 см;
- Укладання проводиться з урахуванням бокових уклонів (1:20 – 1:30).

## *4. Ущільнення основного шару*

- Після розподілу щебінь ущільнюється вібраційним котком масою не менше 10–12 т;
- Проходи здійснюються не менш ніж у 6–8 напрямках до досягнення необхідної щільності;
- Поверхня має бути стабільною, без слідів просідання та зсувів.

## *5. Заклинювання щебеню*

- На ущільнену поверхню рівномірно наноситься дрібний щебінь (або відсів) товщиною 3–5 см;
- Матеріал розподіляється автогрейдером, без формування локальних куп;
- Потім виконується ретельне зволоження поверхні з подальшим ущільненням важким котком до заповнення пустот між крупними фракціями;

- Заклинювання повторюється до досягнення щільної, монолітної структури шару без вільних частинок на поверхні.

#### *6. Контроль якості*

- Перевірка товщини ущільненого шару в контрольних шурфах;
- Візуальна оцінка рівності (максимальні допустимі відхилення – не більше  $\pm 10$  мм);
- Визначення щільності шару за допомогою щільноміра або лабораторними методами (щільність не менше 0,98 від максимальної);
- Перевірка зчеплення між фракціями (відсутність рухомих зерен).

#### *7. Умови виконання робіт*

- Роботи проводяться у суху погоду, за температури не нижче  $+5$  °С;
- Після завершення влаштування щебеневого шару не допускається рух важкої техніки до укладання наступного шару (асфальтобетонного);
- При довготривалому очікуванні – поверхню тимчасово захищають геотекстилем або плівкою.

3.6 Технологія влаштування шару з щільного дрібнозернистого асфальтобетону, марки І, типу Б, товщиною 4 см

Фінішним покриттям дорожнього одягу на автомобільній дорозі Ковель-Нечимне (ІІІ категорія) є шар щільного дрібнозернистого асфальтобетону, марки І, типу Б, товщиною 4 см в ущільненому стані. Цей шар забезпечує гладкість проїзної частини, зчеплення коліс з покриттям та водонепроникність.

#### *1. Матеріал*

- Асфальтобетонна суміш виготовляється на АБЗ згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-119:2011;
- Тип суміші – Б (на мінеральному матеріалі з базальту, граніту, діабазу тощо);

- Марка I відповідає підвищеним вимогам до зносостійкості;
- Температура суміші при відвантаженні з заводу – не нижче 150 °С.

#### *2. Підготовка основи*

- Поверхня нижнього шару (пористий крупнозернистий асфальтобетон) очищується від пилу, бруду, дрібних частинок;
- При потребі – виконується підгрунтовка емульсією або бітумною мастикою (витрата – 0,25-0,5 л/м<sup>2</sup>);
- Перевіряється рівність та відсутність деформацій.

#### *3. Транспортування і зберігання*

- Асфальтобетонна суміш доставляється ізотермічними самоскидами або спеціалізованими термосами;
- Час транспортування не більше 90 хвилин;
- Забороняється зберігати суміш на майданчику – укладка повинна бути безперервною.

#### *4. Укладання суміші*

- Укладання проводиться асфальтоукладачем зі шнековим розподільником і вібраційною плитою;
- Товщина шару в розпушеному стані має бути приблизно 5 см, щоб після ущільнення отримати 4 см;
- Температура при укладанні – не нижче 130 °С, зовнішня температура повітря – не нижче +5 °С;
- Укладання виконується від краю до середини проїзної частини з перекриттям між проходами не менше 5 см.

#### *5. Ущільнення покриття*

- Початок ущільнення – одразу після укладки, коли температура суміші становить 120–140 °С;
- Використовуються катки з гладкими вальцями (статичні або вібраційні), масою 8-12 т;

- Ущільнення триває до досягнення проєктної щільності (не менше 98% від максимальної);

- Перевірка щільності – щільноміром або свердловинами.

#### *6. Контроль якості*

- Перевірка товщини шару у контрольних шурфах;

- Контроль температури під час транспортування, укладання та ущільнення;

- Перевірка на наявність розшарувань, тріщин, відкритих пор;

- Допустиме відхилення по рівності – не більше 3 мм на 3-метровій рейці.

#### *7. Умови експлуатації*

- Рух транспорту по щойно влаштованому шару дозволяється не раніше ніж через 6 годин, або після повного охолодження;

- За потреби наноситься тимчасова розмітка.

Фінішний шар з щільного дрібнозернистого асфальтобетону забезпечує довговічність покриття та комфортність руху, а якість його влаштування – ключ до тривалого терміну експлуатації дороги.

## РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

### 4.1. Організація виконання будівельних робіт

Організація будівництва під час капітального ремонту автомобільної дороги Ковель-Нечимне спрямована на забезпечення безпечного, раціонального та безперебійного виконання всіх видів робіт із дотриманням чинних нормативних документів, охорони праці та екологічних вимог. Основна мета – якісне та своєчасне відновлення дорожньої інфраструктури з мінімальними незручностями для користувачів дороги.

#### 1. Загальні положення.

Будівництво здійснюється на основі затвердженого графіка виконання робіт, з урахуванням сезонності, пропускнуєї здатності дороги та безперервності дорожнього руху. Усі дії координуються між замовником, підрядною організацією, технічним наглядом та контролюючими органами.

#### 2. Організація будівельного майданчика:

- визначаються місця для тимчасового зберігання будівельних матеріалів, стоянки техніки, розташування пересувних побутових приміщень (вагончиків);
- улаштовується щитове або стрічкове огороження небезпечних ділянок;
- проводиться електрифікація, освітлення та підведення води до робочих зон;
- встановлюються санітарно-побутові умови для працівників.

#### 3. Організація дорожнього руху на час робіт:

- на час виконання робіт розробляється тимчасова схема організації руху;
- забезпечується встановлення попереджувальних і заборонних знаків, напрямних віх та світлової сигналізації (в темну пору доби);

- при необхідності організовується тимчасовий об'їзд або чергова схема пропуску транспорту в об'їзд з використанням розворотних майданчиків;

- для безпечного пересування пішоходів на час будівництва передбачено прокладення тимчасових пішохідних доріжок або встановлення переходів.

#### 4. Організація трудових ресурсів та техніки:

- формується будівельна бригада відповідно до обсягів та характеру робіт;

- залучається спеціалізована техніка: екскаватори, автогрейдери, котки, самоскиди, асфальтоукладачі, автокрани;

- перед початком робіт проводиться інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки;

- забезпечується щоденний контроль за станом машин, умовами праці та дисципліною на об'єкті.

#### 5. Логістика та постачання.

Постачання матеріалів (пісок, щебінь, асфальтобетон, труби тощо) здійснюється відповідно до узгодженого графіка та в необхідних об'ємах.

Завозяться лише перевірені та сертифіковані матеріали.

Місця розвантаження розташовуються поблизу фронту робіт, на ущільнених майданчиках.

Усі транспортувальні операції здійснюються у денний час, із дотриманням вантажопідйомності дорожнього покриття.

#### 6. Дотримання охорони праці та екологічної безпеки.

Усі роботи проводяться згідно з вимогами ДСТУ ISO 45001 [10], Правил охорони праці у будівництві. Здійснюється утилізація будівельних відходів згідно з нормами екологічної безпеки. Уникається потрапляння нафтопродуктів, бетону та відходів у ґрунт та водні об'єкти.

У разі влаштування труби або земляних робіт передбачено заходи зі збереження природного стоку та укріплення берегів.

#### 7. Контроль та звітність:

- ведеться будівельний журнал, акти прихованих робіт, протоколи лабораторних випробувань;
- технічний нагляд перевіряє відповідність матеріалів, технології та обсягів виконаних робіт проєктній документації;
- після завершення робіт проводиться обстеження та підписання акту готовності об'єкта до експлуатації.

Чітка організація будівництва є запорукою безпечного, швидкого та якісного проведення капітального ремонту автомобільної дороги Ковель-Нечимне відповідно до чинних нормативів.

#### 4.2 Визначення тривалості виконання робіт

З метою гарантування безпечного середовища під час проведення ремонтних заходів, а також для створення належних санітарно-побутових умов для працівників, підприємство, яке здійснює реалізацію проєкту, розробляє відповідні організаційно-технічні рішення.

Капітальний ремонт здійснюється згідно з базовими положеннями нормативних документів [11].

Тривалість періоду, впродовж якого виконуються заплановані процеси, визначається в проєкті організації робіт відповідно до методичних вказівок [12].

Тривалість реалізації капітального оновлення інфраструктури розраховується на підставі обсягу передбачених дій та з обов'язковим дотриманням встановленої технології на кожному етапі.

Згідно з вимогами [12,13], тривалість робіт  $T_p$  (в днях), що виконується із урахуванням продуктивності робочої групи, визначається наступною формулою:

$$T_p = \frac{Q}{n \cdot N} \quad (3.1)$$

де:

Q – трудомісткість комплексу робіт у людино-днях;

N – кількість робітників у складі однієї бригади, осіб;

n – число змін, що виконується протягом доби.

Для реалізації капітального оновлення дороги місцевого призначення Ковель-Нечимне, на відрізку ПК 0+00.00 – ПК 20+03.13, розташованої в межах Ковельського району Волинської області, необхідно витратити 21942,27 людино-годин, що еквівалентно 2742,78 людино-днів (за умови тривалості зміни 8 годин).

Склад кожної робочої групи – 18 осіб, при цьому функціонує дві повноцінні бригади. Виконання робіт передбачається в одну зміну.

Тоді розрахункова тривалість основних робіт становить:

$$T_p = \frac{2742,78}{2 \cdot 18} = 76 \text{ днів}$$

Додатково, на підготовчі заходи відводиться 2 дні, а на завершальні операції – ще 1 день.

Загальна календарна тривалість ремонтного періоду розраховується за формулою:

$$T_p = 76 + 2 + 1 = 79 \text{ робочих днів} \quad (3.2)$$

#### 4.3 Технічні елементи організації дорожнього руху

Технічні компоненти для регулювання руху (ТЗОДР) – це спеціальні інженерні засоби й пристрої, призначені для покращення безпеки дорожнього середовища, управління потоками транспорту та координації дій усіх учасників у межах проїзної частини.

Ці засоби виконують багатофункціональну роль: інформують, регламентують поведінку, попереджають про небезпеки, обмежують

швидкість або напрям, забезпечують орієнтування та реагують на зміни ситуації в реальному часі.

Основні групи ТЗОДР, які використовуються для покращення дорожньої організації, включають:

- інформаційні дорожні знаки – передають водіям і пішоходам чіткі вказівки щодо дій, дозволів, заборон або правил проїзду в конкретних зонах;
- горизонтальна розмітка – формує візуальні межі, розділяє напрямки руху, позначає місця зупинок, переходи, розвороти, смуги для громадського транспорту;
- світлофорні об'єкти – регулюють черговість проїзду, особливо актуальні на вузлах перетинів доріг або в пішохідно-інтенсивних місцях;
- огорожувальні конструкції – перешкоджають виїзду за межі проїзної частини, захищають учасників дорожнього руху від небезпечних ситуацій;
- пристрої контролю швидкості – включають спеціальні засоби: лежачі перешкоди, сенсори, камери, лазерні радары та цифрові вимірювачі;
- динамічні табло – повідомляють у режимі онлайн про пробки, погодні зміни, ділянки з ремонтними роботами чи аварійні ситуації;
- системи навігаційного типу – інтегруються з GPS і використовують дані для коригування маршрутів, реагування на затримки, інформування водіїв;
- комбіновані сигнальні комплекси – обладнання з візуальним чи звуковим попередженням, встановлюються в зонах із підвищеним рівнем аварій або поблизу переїздів;
- інфраструктура для паркування – автоматичні термінали, електронні інформаційні щити, регульовані шлагбауми для впорядкування зупинок транспорту.

Застосування цих елементів у комплексі забезпечує суттєве зниження аварійності, стабільну динаміку транспортного потоку, підвищену

прогнозованість дій водіїв і пішоходів. Сучасні цифрові системи дають можливість створення інтелектуальних інтегрованих мереж, які обробляють дані в реальному часі та оперативно адаптують умови руху відповідно до ситуацій на дорозі.

На нашій ділянці дороги Ковель-Нечимне передбачено:

- встановлення нових дорожніх знаків, які відповідають чинним нормам [14];
- нанесення розмітки відповідно до стандарту [15];
- монтаж напрямних сигнальних стовпчиків по краях проїзної частини [16].

Проект розроблено відповідно до положень ДСТУ 8752:2017 [17], що регламентує вимоги до структури, змісту та оформлення технічної документації в сфері організації дорожнього руху.

#### 4.3.1 Дорожні знаки

Дорожні знаки – це ключові візуальні орієнтири, які забезпечують учасникам дорожнього руху оперативну, зрозумілу та структуровану інформацію щодо дозволених дій, режимів руху, маршруту прямування та потенційних небезпек. Завдяки уніфікованим формам, кольоровій гамі, символам і стандартному розташуванню, знаки дозволяють водіям і пішоходам зчитувати правила з першого погляду, що критично важливо для швидкого прийняття рішень у динамічному русі.

Правильно організована система дорожніх знаків підвищує безпеку, сприяє зниженню кількості аварій, а також покращує пропускну здатність дороги.

*Типи знаків за функціональним призначенням.*

- Попереджувальні – повідомляють про наближення до небезпечної зони (наприклад, слизька ділянка, небезпечний поворот). Візуально: трикутник з червоною облямівкою.

- Заборонні – регламентують обмеження (заборона обгону, в'їзду тощо). Форма: червоний контур, круглий знак.
- Наказові – вказують на обов'язкові дії (рух прямо, поворот, об'їзд). Вигляд: синє коло з білими символами.
- Інформаційно-вказівні – орієнтують на місцевості, показують відстані, напрямки руху, назви населених пунктів. Мають прямокутну форму.
- Пріоритету – визначають черговість проїзду (головна дорога, поступися тощо), найчастіше мають трикутну або ромбічну форму.
- Сервісні – повідомляють про наявність об'єктів обслуговування (АЗС, лікарня, СТО, готель), зображуються як прямокутники з піктограмами.
- Додаткові таблички – уточнюють дію основного знака (час, зона, напрямок дії, категорія ТЗ).

*Основні вимоги до встановлення дорожніх знаків.*

- Розміщення – забезпечення повної видимості на необхідній відстані відповідно до швидкісного режиму.
- Висота кріплення – у межах населених пунктів: 1,5–2 м, поза межами: 2–2,5 м (від нижнього краю до поверхні землі).
- Відстань від краю проїзної частини – 0,5–2,0 м залежно від умов місцевості.
- Типорозмір знака – залежить від категорії дороги та допустимої швидкості.
- При двох і більше смугах у напрямку руху – допускається дублювання знаків над проїзною частиною.
- У нічний час – використовуються світловідбиваючі плівки класу не нижче 2-го, а в особливо небезпечних зонах – додаткове освітлення.

*Застосування на ділянці Ковель–Нечимне.*

В межах капітального ремонту автомобільної дороги Ковель-Нечимне (III категорія), проектом передбачено встановлення 12 дорожніх знаків другого типорозміру, відповідно до чинного «Альбому типових рішень з організації дорожнього руху...» [18]. Монтаж здійснюється на оцинкованих

сталевих опорах із дотриманням вимог щодо відстаней, кутів нахилу та висоти розміщення.

Ураховано особливості кожної ділянки шляху: у місцях підвищеної аварійності встановлено заборонні знаки.

Встановлення дорожніх знаків є обов'язковим елементом завершального етапу ремонту та має бути виконане до введення дороги в експлуатацію.

Таблиця 4.1

### Дорожні знаки

Номер відповідно ДСТУ 4100:2021	Число, шт.			Стояки відповідно до [18]	
	Типорозмір		ДЗП	Число, шт.	Марка
	I	II			
1	2	3	4	5	6
Попереджувальні знаки					
1.1	-	1	-	1	СКМ 1.35
1.2	-	1	-	1	СКМ 1.35
1.4.1	-	1	-	1	СКМ 1.35
1.4.2	-	1	-	1	СКМ 1.35
Разом	-	4	-	4	-
Заборонні знаки					
3.25	-	2	-	2	СКМ 1.35
3.26	-	2	-	2	СКМ 1.35
3.29	-	2	-	2	СКМ 1.35
3.30	-	2	-	2	СКМ 1.35
Разом	-	8	-	8	СКМ 1.35
Всього	-	12	-	12	-

### 4.3.2 Дорожня розмітка

Розмітка є ключовим елементом дорожньої інфраструктури, що впливає на організацію транспортного потоку, просторову орієнтацію водіїв і загальну безаварійність експлуатації автошляху.

Її поділяють за кількома основними ознаками.

#### 1. За функціональним призначенням:

- горизонтальна: містить лінії, стрілки, написи, що забезпечують розділення руху, позначення переходів і місць зупинок;
- вертикальна: розміщується на бордюрах або опорах для підвищення помітності, позначення об'єктів чи перешкод.

#### 2. За кольоровим вирішенням:

- біла – для постійної інформації;
- жовта – використовується при тимчасових змінах організації;
- синя – маркує спеціальні, платні, або службові ділянки;
- червона/чорна – акцентує зони підвищеної небезпеки або обмеження.

#### 3. За змістовним наповненням:

- поздовжні смуги – регламентують напрямки руху, обмеження на обгін;
- поперечні маркування – виділяють пішохідні ділянки, зупинки;
- напрямні стрілки – вказують допустимі траєкторії;
- символи, тексти – інформують про обмеження швидкості або призначення смуг;
- острівці безпеки – означають ділянки, де проїзд заборонений.

Матеріали і спосіб нанесення.

Розмітка виконується відповідно до норм [15], із використанням зносостійких складів: фарб, термопластичних речовин або пластикових сумішей із світловідбиваючими властивостями.

Рекомендації щодо нанесення:

- вибір кольору та товщини визначається типом і функцією розмітки;
- видимість повинна залишатися стабільною в будь-яких умовах (дощ, ніч, сніг);
- на небезпечних ділянках застосовують яскраві відтінки або рельєфні вставки;
- регулярне оновлення підвищує довговічність ефекту впливу;
- розмітка обов'язково узгоджується з дорожніми знаками, формуючи логічну й послідовну систему орієнтації.

Таким чином, грамотно виконана розмітка сприяє не лише зручному пересуванню, а й суттєво впливає на рівень безпеки дорожнього середовища.

В нашому проекті була використана горизонтальна розмітка 1.1; 1.2; 1.5; та 1.6.

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Протягом трудової активності людина проводить значну частину доби в умовах організованої діяльності, пов'язаної з виготовленням як матеріальних, так і нематеріальних ресурсів.

Виробниче середовище – це сукупність умов, у яких людина реалізує свою працю. Воно має характерні риси: розміри простору, особливості мікроклімату, рівень шуму, освітлення, які разом можуть спричинити фізіологічну напругу або вплив на організм.

До основних чинників, що впливають на стан працівника, належать:

- фізичне навантаження – переміщення вантажів, дії зі зусиллям, керування інструментами чи механізмами;
- психоемоційне напруження – потреба в точності, складність облікових процесів, робота з відповідальністю за безпеку інших;
- поза при виконанні – залежить від робочого місця, характеру операцій;
- монотонність процесу – одноманітність рухів, повторювані етапи;
- температурно-вологісні умови – перепади тепла, вологість, променевий вплив;
- пил та домішки у повітрі – знижують якість дихального середовища;
- шумові коливання – створюють акустичне навантаження;
- механічна вібрація, поштовхи – викликають внутрішню напругу;
- освітленість – впливає на зорієнтованість, безпеку, точність.

Усі ці параметри здатні змінювати ефективність і здоров'я працівника, тому їх оцінюють комплексно. При аналізі враховуються три групи показників: виробничі результати, фізіологічні реакції, психічні зміни. Такий

підхід дозволяє оцінювати умови праці з позицій техніки, права, економіки, психології та організації.

### 5.1 Безпека під час будівництва штучних споруд

Охорона праці при виконанні робіт зі зведення штучних конструкцій забезпечується дотриманням технологічного регламенту, підготовкою робочих зон, технічним станом механізмів, а також контролем дій виконавців.

Щоб запобігти виробничому травматизму, слід посилити відповідальність за безпеку як на рівні бригади, так і керівного складу.

Роботи дозволяється починати лише після затвердження проектної документації, яка має передбачати гарантовану безпеку на всіх етапах, незалежно від сезону.

На робочому майданчику повинна бути аптечка з інструкцією з надання першої допомоги. Усі працівники зобов'язані пройти навчання з основ медичної самодопомоги.

Роботи з важкими елементами здійснюються під керівництвом відповідального спеціаліста. Заборонено:

- перебування сторонніх у зоні дії крана;
- подача сигналів без узгодження;
- переміщення деталей, які були засипані ґрунтом або примерзли;
- підйом вантажу без маркування;
- перебування під піднятим елементом або стрілою;
- змінювати виліт стріли під час навантаження.

При розробці котловану:

- не можна працювати або складувати матеріали в зоні нестабільних укосів;
- не допускається присутність людей під стрілою екскаватора або в радіусі менше 5 м;

- при зупинці техніки стрілу відводять від вибою, ківш опускають на землю;

- заборонено пересувати екскаватор із повним ковшем;
- зміну параметрів техніки проводять лише без навантаження.

При варінні бітуму:

- заповнювати казан можна не більше ніж на  $\frac{3}{4}$ ;
- при загорянні закривають горловину, гасять топку – не водою, а піском;

- чистити казан дозволено лише після повного охолодження у захисному спорядженні.

Монтаж труб:

- заборонено починати роботи без повного комплекту інструментів;

- знімати гачки дозволяється лише після фіксації елемента;
- не допускається перебування в трубі під час монтажу;
- перекочування дозволено лише ззаду труби;
- підйом цілого блоку – після затягування всіх болтів.

Бітумоварочні точки:

- розміщуються не ближче ніж 50 м від пожежонебезпечних об'єктів;

- повинні бути оснащені вогнегасниками, лопатами, піском;
- бітум вливають у бензин, а не навпаки, з охолодженням та перемішуванням дерев'яними інструментами;

- обов'язкова наявність медичної аптечки в зоні приготування мастики.

## 5.2 Безпека при влаштуванні дорожнього одягу

Під час робіт із влаштування дорожнього одягу дотримуються всіх вимог охорони праці, незалежно від етапу – підготовка основи, укладка, ущільнення.

#### Основні правила:

- котки обладнуються звуковими сигналами;
- заборонено стояти позаду техніки під час розвантаження;
- небезпечно перебувати між бункером і транспортом;
- під час роботи з в'язкими речовинами: не підходити ближче ніж на 5 м; не торкатися гарячих елементів; перевіряти і прочищати сопла до початку роботи.

#### Під час ущільнення щебеню:

- мінімальна дистанція між котками – 5 м;
- при зміні напрямку – подається сигнал;
- очищення кузова – з землі, лопатою з ручкою довжиною не менше 2 м;
- працівники повинні бути одягнені в захисний одяг, рукавиці та взуття.

#### Роботи з гарячими сумішами:

- проводяться тільки повнолітніми працівниками, що пройшли медогляд та інструктаж;
- мастику готують на майданчику не ближче 15 м до дороги;
- казани встановлюють на стійкій основі, верхній край – на висоті не менше 1,2 м;
- асфальт укладається за допомогою укладальника, за ним рухається коток.

Заборонено стояти на бортах самоскида; мастика наноситься від середини до країв барабана, праймер – лише на охолоджену поверхню; очищення бункера – тільки при зупиненій техніці; усі дії виконуються з навітряного боку, у брезентовому одязі.

*Комплексна реалізація заходів з охорони праці дозволяє мінімізувати ризики та підвищити ефективність виконання робіт під час капітального ремонту дороги Ковель-Нечимне.*

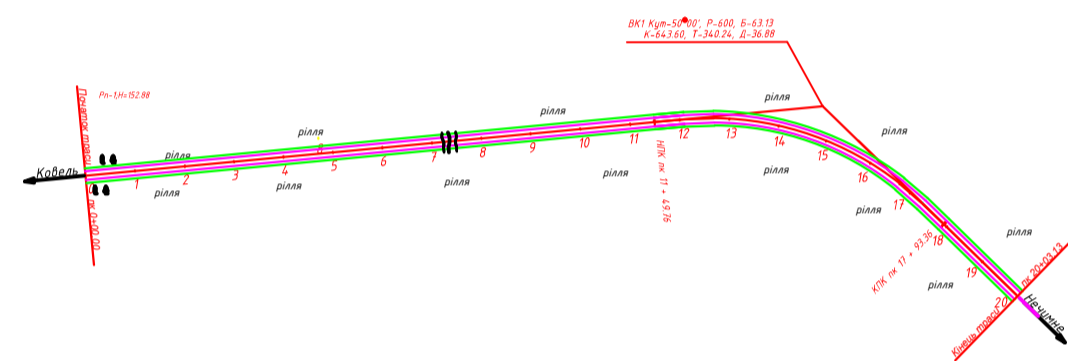
## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Споруди транспорту. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-4:2015 Київ.: Мінрегіонбуд України – 2015. – 104 с. – (Національний стандарт України).
2. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5:2018. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 55 с.
3. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 185 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.
5. ДСТУ 8824:2019 Автомобільні дороги. Визначення інтенсивності руху та складу транспортного потоку.
6. ПОР-218-141-2000 Порядок обліку руху транспортних засобів на автомобільних дорогах загального користування.
7. Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови – ДСТУ Б В.2.7-119-2011: Держбуд України. – Київ, 2011 – 96 с.
8. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 42с.
9. ДСТУ Б В.2.7-75-98 Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови
10. ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT)

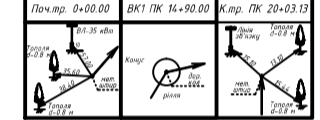
11. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. – 49 с. – (Державні будівельні норми України).
12. Визначення тривалості будівництва об'єктів: ДСТУ Б.А.3.1-22:2013. – Київ: Мінрегіон України, 2014. – 34 с. – (Національний стандарт України).
13. СОУ 42.1-37641918-098:2017 „Автомобільні дороги. Норми часу на ремонтно-будівельні роботи. Зміна №1. – Київ: Державне агентство автомобільних доріг України (Укравтодор), 2020.
14. ДСТУ 4100:2021. Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.
15. ДСТУ 2587:2021. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови.
16. ДСТУ 8751:2017. Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги.
17. ДСТУ 8752:2017 Безпека дорожнього руху. Проект організації дорожнього руху. Правила розроблення, побудови, оформлення. Вимоги до змісту.
18. Альбом типових рішень з проектування опори дорожнього знака для автомобільних доріг загального користування. АД А. 2.4-37641918-001:2015.
19. Бойчук В. С. Довідник дорожника. – К.: Урожай, 2002. – 558 с.
20. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 70 с.
21. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012. – 117 с.



### План автомобільної дороги від ПК0+00 до ПК20+03,13



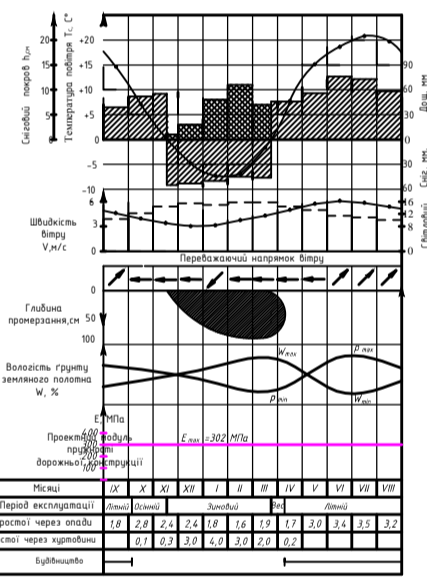
Схеми закріплення траси



Елементи траси

Пункт	№	Назва	Висотні дані		Елементи кривої, м								Початок кривої	Кінць кривої	Висота над рівнем моря	Довжина дуги	Поворотний радіус	Пункт
			під'їзду	спуску	R	T1	T2	K	E	D	п'єд	п'єд						
1	1	Р	71,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,40,00	16,6,26	ПКСк. 85+00'
1	2	К	80,00	-	50°00'	600	346,24	346,24	44,3,60	43,1,13	36,88	11	4,9,76	17	43,38	428,07	299,77	ПКСк. 45+00'
1	3	Д	03,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Дорожно-кліматичний графік



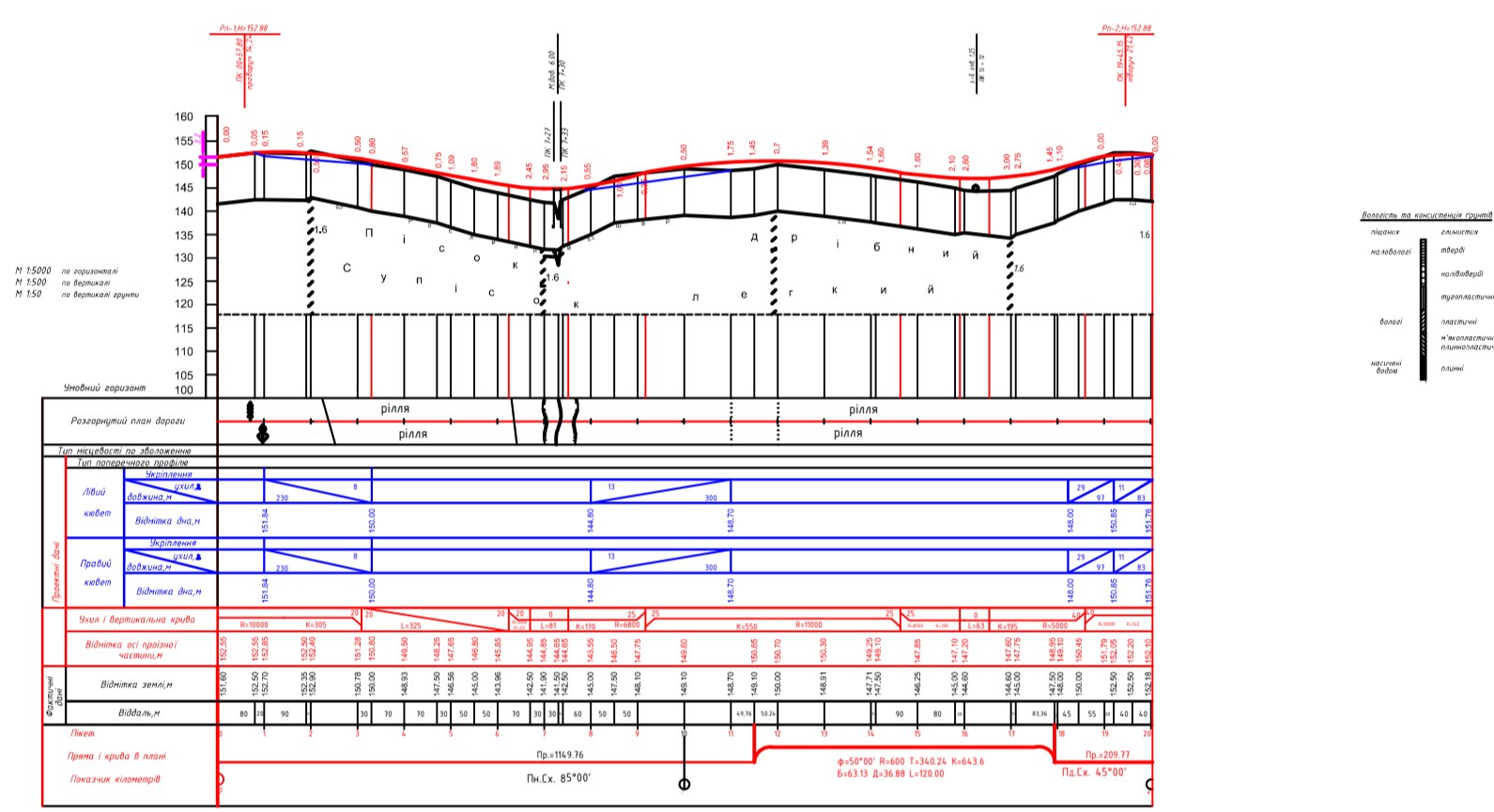
Основні технічні показники

Показники	Об'єкти	Значення
Розрахункова інтенсивність руку	об'єкт/год	1950
Категорія дороги		III
Розрахункова швидкість	км/год	90
Кількість смуг руку	смг	2
Ширина смуги руку	м	3,50
Ширина проїзної частини	м	7,00
Ширина узбіччя в воєн. часі	м	2,50
ширина укріпленої смуги узбіччя	м	0,50
Ширина зони безпеки (без мостів)	м	22,00
Нахилених поздовжніх уклі	%	5
Найменші радіуси кривої:		
- в плані	м	600
- в розвідковому профілі	м	9000
- опуклий	м	2100
Паралельний модуль пружності	МПа	302

- ПРИМІТКИ**
1. Система висот - відносна.
  2. За відсутності відмітки прийнята відмітка репера №1 - 152,880 м.
  3. План зорієнтовано по магнітному меридіану.

№	Вид	Висота над рівнем моря	Пункт
1	Р	71,80	ПКСк. 85+00'
2	К	80,00	ПКСк. 45+00'
3	Д	03,13	ПКСк. 45+00'

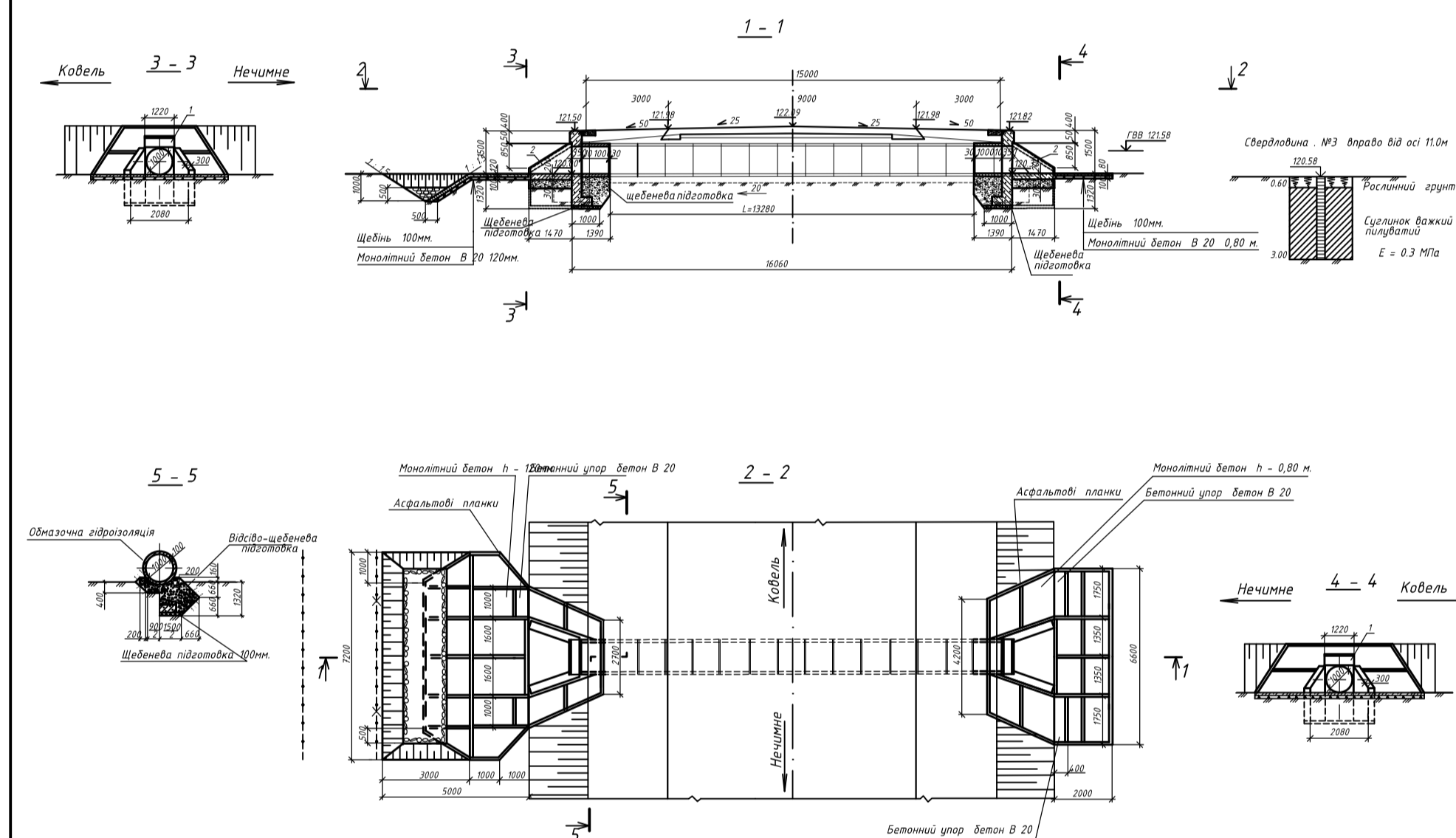
### Поздовжній профіль автомобільної дороги



- ПРИМІТКИ**
1. Поздовжній профіль складено в абсолютній відмітці.
  2. Значення розвідки відомі до цієї частини.
  3. Категорія руку згідно з розвідкою.
  4. Всі розміри на кресленні дані в метрах.

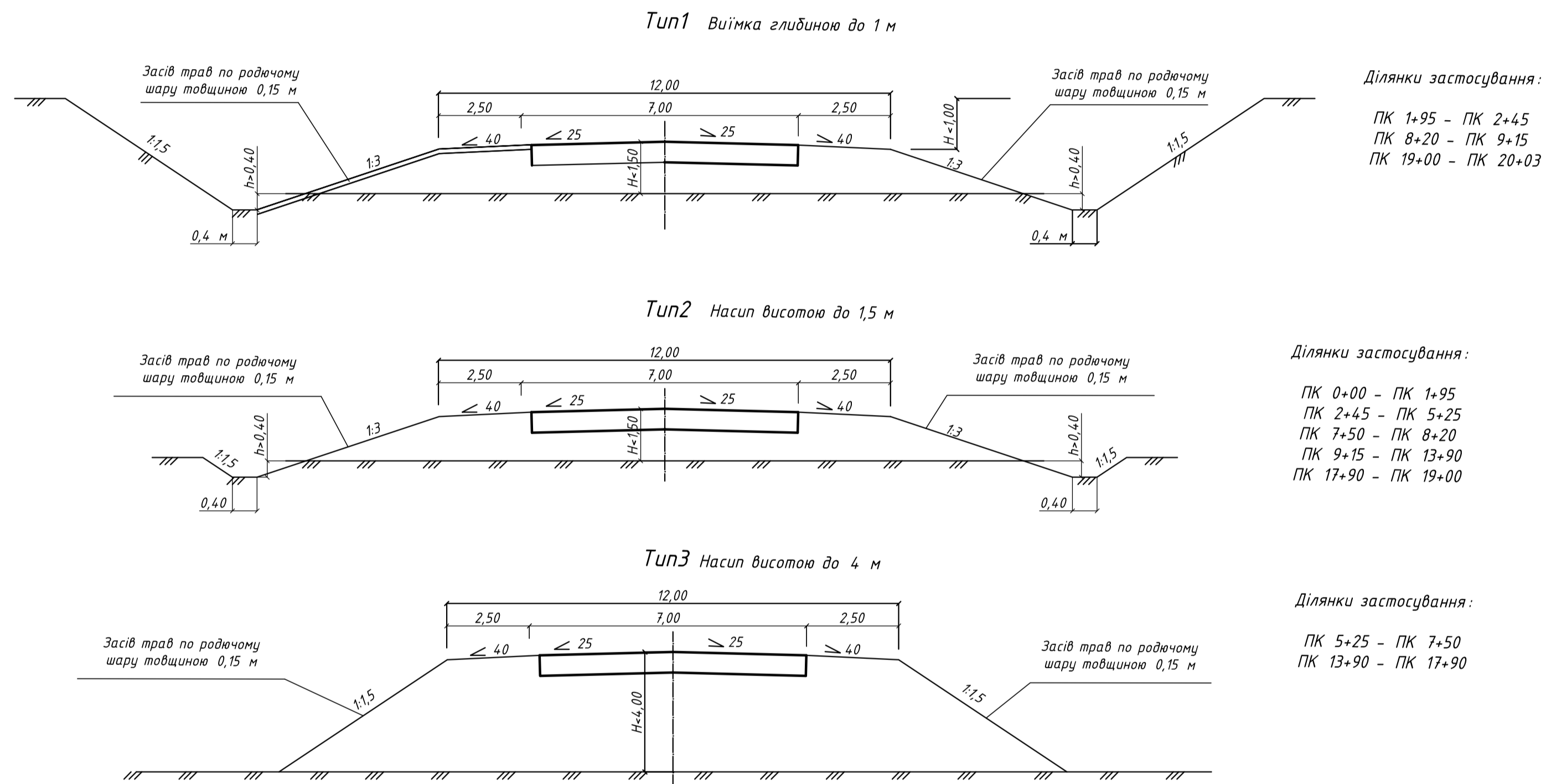
№	Вид	Висота над рівнем моря	Пункт
1	Р	71,80	ПКСк. 85+00'
2	К	80,00	ПКСк. 45+00'
3	Д	03,13	ПКСк. 45+00'

### Залізобетонна труба на ПК16+10



№	Вид	Висота над рівнем моря	Пункт
1	Р	71,80	ПКСк. 85+00'
2	К	80,00	ПКСк. 45+00'
3	Д	03,13	ПКСк. 45+00'

## ТИПОВІ ПОПЕРЕЧНІ ПРОФІЛІ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

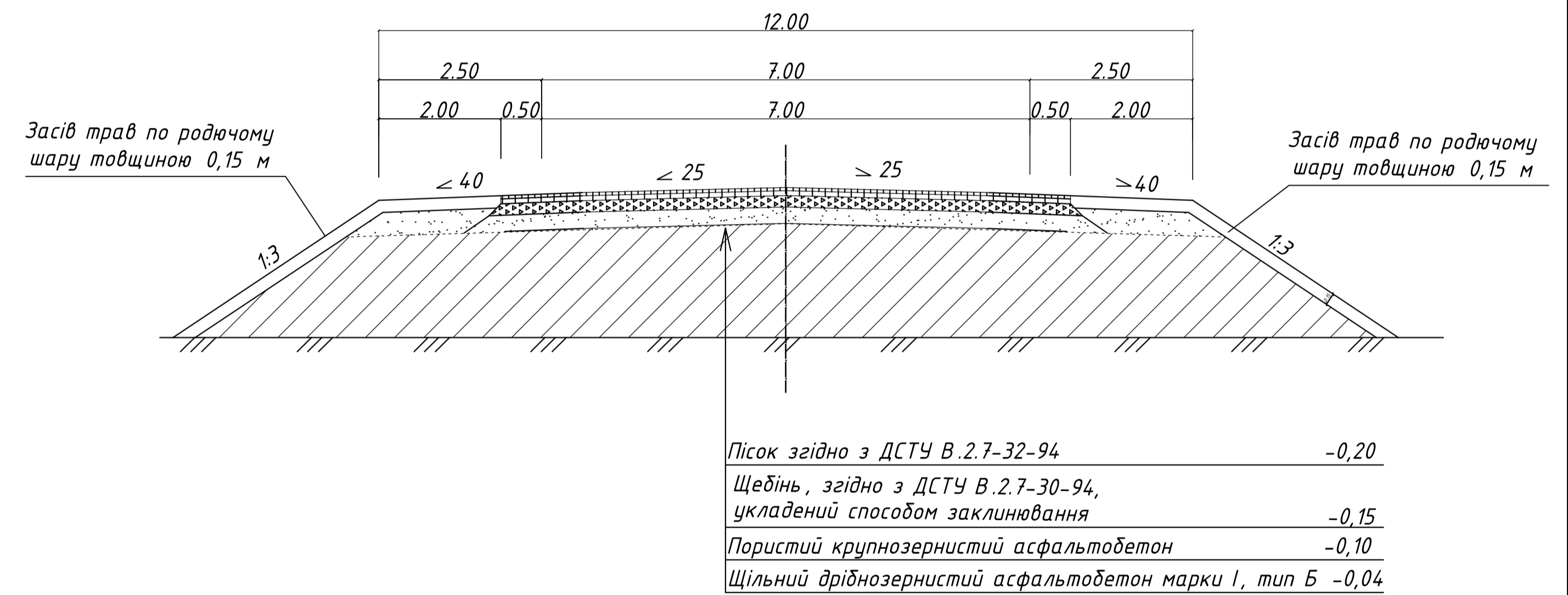


### ПРИМІТКИ

- Укріплення відкосів земляного полотна передбачено засівом трав по шару рослинного ґрунту товщиною 0,10 м.
- Усі розміри на кресленнях дані в метрах.

КР-02 - Будівництво по шпальти лінійки										
Міністерство шляхів і транспорту України										
Державний науково-дослідний інститут шляхотехніки										
№	Код	Назва	Категорія	Статус	Дата	Відом.	Ділянка	М	К	Р
1	01	Проект технічного рішення	1	1	2023	Київ	1	1	1	1
2	02	Детальний проект	2	2	2023	Київ	1	1	1	1
3	03	Робочий проект	3	3	2023	Київ	1	1	1	1
4	04	Виконання робіт	4	4	2023	Київ	1	1	1	1
5	05	Введення в експлуатацію	5	5	2023	Київ	1	1	1	1

## КОНСТРУКЦІЯ ДОРОЖЬОГО ОДЯГУ



КР-02 - Будівництво по шпальти лінійки										
Міністерство шляхів і транспорту України										
Державний науково-дослідний інститут шляхотехніки										
№	Код	Назва	Категорія	Статус	Дата	Відом.	Ділянка	М	К	Р
1	01	Проект технічного рішення	1	1	2023	Київ	1	1	1	1
2	02	Детальний проект	2	2	2023	Київ	1	1	1	1
3	03	Робочий проект	3	3	2023	Київ	1	1	1	1
4	04	Виконання робіт	4	4	2023	Київ	1	1	1	1
5	05	Введення в експлуатацію	5	5	2023	Київ	1	1	1	1