

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

(повне найменування факультету)

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

(повна найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ БІЛОСТОК –  
АНТОНІВКА 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-31  
**МИЛОВАН Л.С.**

(підпис)

Керівник:  
к.т.н.,  
Процюк Віталій Олексійович

(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

(повне найменування закладу вищої освіти)

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

МИЛОВАНУ Любомиру Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра Проект реконструкції автомобільної дороги Білосток –  
Антонівка у Волинській області

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Вітаоїй ПРОЦЮК, 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 вишукувань 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. Планувальні рішення, Розділ 2. Конструктивні рішення, Розділ 3. Технологія  
будівництва, Розділ 4. Організація будівництва, Розділ 5. Охорона праці.

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

1. План автомобільної дороги \_\_\_\_\_
2. Поздовжній профіль дороги \_\_\_\_\_
3. Поперечні профілі земляного полотна \_\_\_\_\_
4. Конструкції дорожнього одягу \_\_\_\_\_
5. Схема організації дорожнього руху \_\_\_\_\_

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	Сергій ДРОБИШИНЕЦЬ, доцент		
5. Охорона праці	Віталій ПРОЦЮК, 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 завідувачу 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)

Любомир МИЛОВАН  
(ім'я та прізвище)

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

Віталій ПРОЦЮК  
(ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

МИЛОВАН Л.С. «Проект реконструкції автомобільної дороги Білосток – Антонівка у Волинській області». (на матеріалах інженерних вишукувань по об'єкту; кліматичних умовах регіону, даних по будівельно-матеріальних ресурсах регіону; характеристиках транспортних потоків, плану місцевості з даними по землеволодінню, комунікаціях; ґрунтово-геологічних характеристиках; гідрологічних даних по місцевості). 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, літератури, додатків.

У роботі досліджено кліматологічні особливості району будівництва, існуючий стан автомобільної дороги між селами Білосток і Антонівка, запропоновано провести реконструкцію автомобільної дороги до параметрів IV технічної категорії, а також розроблено схему організації дорожнього руху.

Ключові слова: автомобільна дорога, ґрунт, земляне полотно, дорожній одяг, покриття, схема організації дорожнього руху.

## ANNOTATION

MYLOVAN L.S. «The reconstruction project of the road Bilostok - Antonivka in the Volyn region». (on the materials of engineering surveys on the object; climatic conditions of the region, data on construction and material resources region, characteristics of traffic flows, area plan with data on land tenure, communications, soil and geological characteristics, hydrological data on the area). Manuscript.

Qualification work of the bachelor of OP «Construction and Civil Engineering» specialty 192 Construction and Civil Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The bachelor's thesis consists of an introduction, five sections, conclusions, a list of sources used, applications.

The work investigates the climatic features of the construction area, the current state of the road Bilostok - Antonivka, it is proposed to carry out the reconstruction of the road to the parameters of the IV technical category, as well as to develop a traffic organization scheme.

Key words: road, soil, subgrade, pavement, traffic organization scheme

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	8
<b>Розділ 1. ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ</b> .....	10
1.1 Техніко-економічна характеристика Волинської області.....	10
1.2 Аналіз природно-кліматичних умов району реконструкції дороги.....	12
1.3 Особливості проекту реконструкції автомобільної дороги.....	16
1.4 План траси.....	18
1.5 Земляне полотно і дорожній одяг.....	19
1.5.1 Поздовжній профіль.....	19
1.5.2 Типові поперечні профілі .....	20
1.6 Висновки до розділу 1.....	21
<b>Розділ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ</b> .....	22
2.1 Проектування варіантів конструкцій дорожнього одягу .....	22
2.2 Розрахунок варіантів конструкцій дорожнього одягу.....	25
2.2.1 Загальні положення.....	25
2.2.2 Розрахунок на зрушення в ґрунті робочого шару і основі із слабозв'язних шарів дорожнього одягу.....	27
2.3 Розрахунок об'ємів робіт по капітальному ремонту.....	27
2.4 Інженерні комунікації.....	29
2.5 Дорожні інженерні облаштування.....	29
2.5.1 Пішохідні доріжки і тротуари.....	29
2.5.2 Пішохідні переходи та забезпечення доступності для МГН.....	29
2.5.3 Примикання та з'їзди з дороги.....	30
2.5.4 Зупинки громадського транспорту.....	30
2.6 Технічні засоби організації дорожнього руху.....	31
2.7 Висновки до розділу 2.....	32
<b>Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА</b> .....	33
3.1 Підготовка основи.....	33
3.2 Укладання асфальтобетонної суміші.....	34

3.3 Ущільнення асфальтобетонного покриття.....	37
3.4 Висновки до розділу 3.....	39
<b>Розділ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА.....</b>	<b>40</b>
4.1 Основні положення з організації реконструкції автомобільної дороги .....	40
4.2 Розрахунок тривалості будівництва .....	43
4.3 Вартість будівництва .....	45
4.4 Розрахунок класу наслідків (відповідальності).....	45
4.5 Висновки до розділу 4.....	49
<b>Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ .....</b>	<b>50</b>
5.1. Загальні положення.....	50
5.2 Управління охороною праці.....	51
5.2. Висновки до розділу 5.....	52
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>53</b>
<b>ДОДАТОК А. Розрахунок дорожнього одягу.....</b>	<b>55</b>
<b>ДОДАТОК Б. Техніка безпеки при виконанні будівельних робіт.....</b>	<b>69</b>

## ВСТУП

У сучасному світі важко уявити життя без транспорту. Авіаперевезення з'єднують віддалені країни та континенти, залізничні потяги щодня перевозять мільйони тон вантажів і тисячі пасажирів, а автомобільний транспорт є невід'ємною частиною нашого повсякденного життя — ми ним дістаємося на роботу, вирушаємо у подорожі та на відпочинок. Саме тому значення якісної мережі автомобільних доріг у наш час є надзвичайно важливим. Вважається, що рівень розвитку дорожньої інфраструктури безпосередньо впливає на економічну динаміку та міць держави.

Згідно Закону України [1] «автомобільна дорога – це комплекс лінійних споруд, що забезпечує безперебійний, безпечний із заданою швидкістю рух транспортних засобів» [1]. Утримання дорожньої інфраструктури у належному стані є важливим завданням дорожньої галузі України та місцевих органів влади.

Життєвий цикл дороги починається з економічного обґрунтування і включає інженерно-геодезичні, інженерно-геологічні дослідження, проектування, будівництво та подальшу експлуатацію. Існує думка, що чим більше інвестицій вкладається на етапі будівництва, тим меншими будуть витрати на подальше утримання дороги. Отже, надзвичайно важливо якісно виконувати всі етапи вишукувань та розробляти точну проектно-кошторисну документацію.

Згідно з існуючою класифікацією, дорожнє будівництво поділяється на нове будівництво, реконструкцію та капітальний ремонт. У межах ремонтних робіт виокремлюють поточний середній і дрібний ремонт, а також експлуатаційне утримання.

Основними напрямками технічного розвитку в галузі дорожнього будівництва, реконструкції та ремонту є: покращення якості інженерних вишукувань і проектних рішень, впровадження сучасних технологій та програмного забезпечення, активне застосування геосинтетичних матеріалів і

збірних конструкцій у дорожньому та мостовому господарстві, широке використання комплексної механізації для виконання робіт, а також ефективне залучення місцевих матеріалів для будівництва та ремонту дорожнього одягу.

# РОЗДІЛ 1.

## ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

### 1.1 Техніко-економічна характеристика Волинської області

Волинська область – одна з адміністративно-територіальних одиниць на заході України, з обласним центром у місті Луцьк. Регіон розташований у межах Поліської низовини та Волинської височини. Область межує: на сході – з Рівненською, на півдні – з Львівською областями, на заході – з Польщею (Люблінське воєводство), а на півночі — з Білоруссю (Брестська область). Довжина державного кордону складає 396 км. Загальна площа області становить 20 143 км<sup>2</sup>, що становить 3,34 % від площі України. Станом на 1 січня 2018 року населення області налічувало 1 038 457 осіб. Волинь поділена на 16 районів і має 11 міст, з яких чотири – Луцьк, Ковель, Володимир-Волинський і Нововолинськ – мають статус міст обласного значення.

Основу економіки регіону формують сільське господарство та промисловість. Агропромисловий сектор спеціалізується на м'ясо-молочному тваринництві, вирощуванні зернових, картоплі, овочів, цукрових буряків і фруктів. Важливими галузями промисловості є харчова, паливна, машинобудівна, хімічна та виробництво будівельних матеріалів. Значного потенціалу набирає туристична галузь – область відома великою кількістю чистих озер, серед яких найглибше в Україні – озеро Світязь (58,6 м), а також знаменитий Замок Любарта, що входить до переліку «Семи чудес України». На території області знаходиться близько 500 пам'яток архітектури та містобудування. У регіоні активно розвивається зелений туризм.

Транспортна інфраструктура області представлена автомобільним, залізничним і трубопровідним транспортом. До залізничної мережі області входить 6 підприємств, що підпорядковуються Рівненській дирекції Львівської залізниці. На території регіону розміщено близько 50 станцій, вокзалів та зупинкових платформ. Основна залізнична магістраль – Ковель – Київ

проходить через область з північного заходу на південний схід і є єдиною електрифікованою ділянкою.

Загальна протяжність автомобільних доріг у Волинській області становила 6 192 км станом на 2019 рік, з яких 92 % мають тверде покриття. Через область проходять автомагістралі міжнародного значення: E373, E85, M-07 (Київ – Ковель – Ягодин), M-19 (Доманове – Ковель – Теремблечче), а також національні Н-17 (Львів – Луцьк), Н-22 (Устилуг – Луцьк – Рівне) і регіональні Р14 (Луцьк – Маневичі – Любешів), Р15 (Ковель – Нововолинськ – Жовква) та 13 територіальних доріг. Річковий та авіаційний транспорт наразі практично не функціонують; у місті Луцьку залишився лише один діючий військовий аеродром.

Рельєф Волинської області переважно рівнинний, що зумовлено її розташуванням на Поліській низовині. Це сприяє застою води вздовж земляного полотна доріг. Південні райони області знаходяться на Волинській височині. Висоти коливаються від 45–65 метрів (у долині Західного Бугу) до 110 метрів (біля річки Стир).

Прип'ятсько-Волинська рівнина має слабохвилястий, монотонний рельєф із поодинокими крейдяними горбами. Цей регіон також характеризується незначним ухилом на північ і наявністю мікро- та мезорельєфу у вигляді насипів, гряд і заболочених западин. Волинська височина — це підвищене лесове плато з ускладненим хвилястим рельєфом, розсіченим балками й ярами, сформованими переважно ерозійними процесами.

Особливістю Волинської височини є наявність численних замкнутих западин між підвищеннями. Часто трапляються видовжені зниження, інколи – блюдця чи карстові лійки.

Через Волинську область протікає близько 130 річок довжиною понад 10 км. Найбільші з них – Західний Буг, Прип'ять, Стир і Стохід. Річки належать до басейнів Чорного (Прип'ять) та Балтійського (Західний Буг) морів. Річки Західного Бугу мають глибоко врізані долини, тоді як річки басейну Прип'яті відзначаються заболоченими, широкими заплавами.

## 1.2 Аналіз природно-кліматичних умов району реконструкції дороги

Ділянка автомобільної дороги розташована у помірному кліматичному поясі, для якого характерна м'яка зима та відносно тепле літо з незначними сезонними коливаннями температури. Кліматичні умови також вирізняються високим рівнем зволоження, що підтверджується значною кількістю річних опадів.

Враховуючи кліматичні, ґрунтові та гідрологічні особливості, ця ділянка дороги належить до північної дорожньо-кліматичної зони України.

Згідно з «дорожньо-кліматичним районуванням території України» [3] район вишукувань відноситься до зони У-II – «зони значного зволоження в окремі періоди року» [3].

Клімат району характеризується такими показниками відповідно до [4]:

«Середньорічна кількість опадів 685 мм, з яких в теплий період року випадає 449 мм, в холодний період - 235 мм.

Середня висота снігового покриву 16 см, максимальна - 46 см.

Кількість днів в році: з ожеледицею - 16, з туманами - 58, хуртовиною - 18, грозою-25, градом - 6.

Глибина сезонного промерзання ґрунтів 0,80 м, максимальна - 1,51 м.

Середня річна температура повітря 7,2°C, мінімальна - (-34°C), максимальна - (+38°C).

Тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря меншою, або рівною 0°C складає 100 добу.

Дата переходу середньодобової температури повітря весною через:

<u>0° C</u>	<u>5° C</u>	<u>10° C</u>
10.III;	5.IV;	26.IV

Дата переходу середньодобової температури повітря восени через:

<u>0° C</u>	<u>5° C</u>	<u>10° C</u>
01.XII;	03.XI;	04.X.

Домінуючий напрямок вітру - західний, північно-західний. Середня швидкість вітру в січні 4,3 м/сек, в липні - 3,3 м/сек» [4].

Таблиця 1.1 – Кліматична характеристика Волинської області

Умовні позначення	Величини по місяцях											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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
t <sub>в</sub> , град.	-4,8°	-3,9°	0,5°	7,2°	13,7°	17,0°	18,5°	17,6°	13,2°	7,5°	2,3°	-2,1°
h <sub>п</sub> , см	44	54										26
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
M	SE	E	SW	SW	NE	NE	E	E	E	SW	SW	SW
C, мм	44	46	49	42	50	70	53	40	28	41	44	51
N <sub>5</sub>	1.3	1.4	1.6	1.9	2.5	3.1	2.9	2.2	1.8	2.0	2.2	2.8
h <sub>с</sub> , см	8	9	4									3

*T, год.,хв.- середня тривалість дня на 15 число кожного місяця;*

*t<sub>в</sub>, °C – середня місячна температура повітря;*

*V, м/с – середня місячна швидкість повітря;*

*V – переважаючий напрям вітру;*

*C, мм – середня кількість опадів;*

*N>5мм – число днів з опадами, що перевищують 5мм на добу;*

*Nхурт – число днів з хуртовинами;*

*h<sub>с</sub>, см – середня місячна висота снігового покриву.*

Таблиця 1.2 – «Повторюваність напрямків вітрів та штилів:

Місто	Поточний напрям вітру %, штилів %																	
	Січень									Липень								
	Північний	Пн-Сх	Східний	Пд – Сх	Південний	Пд – Зах	Західний	Пн - Зах	штиль	Північний	Пн-Сх	Східний	Пд – Сх	Південний	Пд – Зах	Західний	Пн - Зах	штиль
Луцьк	4	4	8	13	19	13	23	16	6	7	6	7	8	10	12	26	24	13 »

### Календарна тривалість будівельного періоду:

На території України виділено 16 дорожніх районів. Дорожнє районування України приведено на прикладеній карті (рис. 1.1).

«На карті шифровка районів приведена в такий спосіб – перша (римська) цифра позначає дорожню зону; букви Р чи Г позначають дорожню область (рівнинна чи гірська) і третя (арабська) – дорожній район» [3].



Рисунок 1.1 – Дорожнє районування України

Волинська область належить до У-І району, отже характеристики будуть наступними:

Таблиця 1.3 – «Дати температурних переходів навесні»

Темп. повітря у січні, °С	Темп. повітря у липні, °С	Дата переходу у весняний період із середньодобовою температурою повітря через			
		0°	5°	10°	15°
-4,8	+18,5	9.III-13.III	5.III-7.III	26.IV	21.V»

Таблиця 1.4 – «Дати температурних переходів осінню»

Дати переходу у осінній період із середньодобовою температурою повітря через				Число днів у році із середньодобовою температурою повітря вище			
0°	5°	10°	15°	0°	5°	10°	15°
26.XI-25.XI	30.X-27.X	7.X-4.X	4.IX	259	205	161	107»

Таблиця 1.5 – «Температура ґрунту, вологість повітря»

Температура ґрунту на висоті 40см			Сонячна радіація, ккал/см тепле півріччя	Відносна вологість повітря, %		
Березень-квітень	Червень-липень	Вересень-жовтень	Холодне півріччя	весна	літо	осінь
2,1	16,8	11,6	22-23	62	58	69»

Таблиця 1.6 – «Кількість опадів для умов України»

Сума опадів за рік, мм	Сума опадів за літній період	Кількість днів з опадами 5 мм						Коливання (чисельник) і середньо максимальна вологість за зиму декадна, %
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	
600	400-500	2,7	3,5	5,0	5,0	4,3	3,4	$\frac{15-22}{17}$ »

Таблиця 1.7 – «Характеристика ґрунтів України»

Кількість днів з сніговим покривом	К-ть днів у році з ожеледдю	Типові ґрунти	Типові ґрунти	Межа текучості	
				від - до	середня
60-90	20-30	Підзольні та дерново-підзольні ґрунти з торф'яно-болотними	Суглинок	31,9-28,5	30,2»

Таблиця 1.8 – «Показники вологості ґрунтів

<i>Середня відносна вологість ґрунту у верхній частині</i>						<i>Оптимальна вологість ґрунтів, %</i>	<i>Оптимальна щільність ґрунтів, г/см<sup>3</sup></i>
<i>весна</i>		<i>літо</i>		<i>осінь</i>			
<i>%</i>	<i>відносна</i>	<i>%</i>	<i>відносна</i>	<i>%</i>	<i>відносна</i>		
22,4	0,74	19,1	0,63	18,6	0,62	18,1	1,75»

### ***Гідрологічні умови***

З гідрогеологічної точки зору, територія, якою проходить автомобільна дорога, розташована в межах Волино-Подільського артезіанського басейну. У межах району проектування рівень залягання ґрунтових вод варіюється. В літній період у понижених місцях вони трапляються на глибині від 0,8 до 1,2 метра, тоді як під час весняних паводків рівень води може підніматися до 0,6 метра від поверхні.

Варто зазначити, що в східній частині зони будівництва ґрунтові води залягають значно глибше – на рівні 35-50 метрів від поверхні землі. Крім того, територією району проходження автомобільної дороги протікає річка Черногуска, яка перетинає її трасу.

### **1.3 Особливості проекту реконструкції автомобільної дороги**

Ділянка автомобільна дорога Білосток – Антонівка є частиною автомобільної дороги загального користування місцевого значення О 030744 Локачі – Шельвів – Линів – Кошів – Білосток – Антонівка – Забороль – до а/д Н-22 Луцького району Волинської області класифікується як дорога загального користування місцевого значення (обласна автомобільна дорога) [1].

Автомобільна дорога побудована за параметрами V технічної категорії, із шириною проїзної частини 4,5 м. Існуюче покриття на автомобільній дорозі – це щебеневе покриття виконане методом просочення бітумом.

Автомобільна дорога О 030744, з'єднує село Білосток (населення 380 осіб) із селом Антонівка (населення 274) та прямує до автомобільної дороги Н-22 Устилуг – Луцьк – Рівне.

На даний момент на зазначеній ділянці автомобільної дороги спостерігаються несприятливі умови для руху транспорту, що проявляється у зниженому рівні безпеки та комфортності пересування. Це зумовлює необхідність проведення реконструкції.

За результатами обліку дорожнього руху, поточна інтенсивність руху на проєктованій ділянці становить 114 транспортних засобів на добу, що еквівалентно 187 умовним одиницям (легковим автомобілям).

З урахуванням прогнозованого зростання пасажирських перевезень і збільшення кількості особистого автотранспорту, до 2044 року інтенсивність руху очікується на рівні 483 автомобілів на добу, що відповідає 815 умовним одиницям (легковим автомобілям).

За результатами обстеження було прийняте рішення про реконструкцію автомобільної дороги до IV технічної категорії з двома смугами руху.

Склад руху автомобільного транспорту:

- вантажні легкі - (143 авто);
- вантажні середні - (53 авто);
- важковагові - (40 авто);
- автобуси - (40 од.);
- легкові - (207 авто).

Основні технічні нормативи, прийняті для проєктування [3]:

- категорія проєктної ділянки дороги – IV;
- основна розрахункова швидкість руху потоку – 90 км/год (60 км/год в населеному пункті);
- к-сть смуг руху – 2 шт;
- ширина однієї смуги руху – 3,00 м;
- ширина земляного полотна коливається – 9,00 – 11,00 м.

Загальна протяжність проектної ділянки автомобільної дороги, що підлягає реконструкції – 2,211 км.

Протягом усієї довжини ділянки вісь існуючої автомобільної дороги здебільшого збігається з віссю запроєктованої траси, за винятком окремих відрізків, де передбачено збільшення радіусів горизонтальних кривих. Нормативні вимоги щодо видимості в плані виконуються.

Проектом передбачено вирубку придорожніх насаджень у місцях примикань та на ділянках, де дерева розташовані ближче ніж 6,00 м до крайки проїзної частини, з метою забезпечення належної оглядовості.

На запроєктованій ділянці будівництва спеціальні заходи зі зміцнення земляного полотна не передбачаються. Водовідведення в поздовжньому напрямку здійснюватиметься по існуючих резервах, природному рельєфу місцевості, а також через запроєктовані бічні канали. Для укріплення цих каналів передбачено засів багаторічними травами, влаштування щебеневого шару товщиною 0,10 м, а також укладання монолітного бетону тієї ж товщини на щебенеvu основу завтовшки 0,10 м.

Крутизна укосів існуючого насипу змінюється в межах від 1:1 до 1:4. Максимальний поздовжній ухил на ділянці становить 35 %. Коефіцієнт ущільнення ґрунтів земляного полотна коливається в межах від 0,95 до 0,97.

#### **1.4 План траси**

Проект реконструкції ділянки автомобільної дороги проводиться в межах існуючої смуги відведення автомобільної дороги без додаткового відведення земель.

У реконструкції передбачено очищення території вздовж траси від чагарників та молоді порослі, а також видалення окремих дерев, які розташовані поблизу проїзної частини та в межах зони будівництва автобусних зупинок у смузі відведення автомобільної дороги.

Ширина смуги відведення дороги становить 18,0 м. У межах населеного пункту ця смуга обмежується червоними лініями забудови.

Початок проектної ділянки реконструкції автомобільної дороги км 0+789 відповідає км 0+789 автомобільної дороги О 030744 Локачі – Шельвів – Линів – Кошів – Білосток – Антонівка – Забороль – до а/д Н-22. Довжина ділянки 3,211 км.

Маршрут траси пролягає в південно-східному напрямку з максимально можливим використанням існуючої дороги.

Ділянка автомобільної дороги від км 0-200 до км 0+250 проходить через населений пункт і розрахована на проектну швидкість 60 км/год.

Основні техніко-економічні показники плану траси:

- кількість кутів повороту - 9 шт;
- загальна довжина - 3,456 км.

Деякі параметри даної автомобільної дороги в плані не відповідає вимогам ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги» Зміна 1. Для доріг IV категорії встановлені певні вимоги, тому з метою забезпечення безпеки руху під час капітального ремонту передбачено впровадження технічних засобів організації дорожнього руху у тих місцях, де зміна геометричних параметрів дороги потребуватиме значних матеріальних ресурсів та часу (зокрема, пов'язаних з відведенням земель).

## **1.5 Земляне полотно**

### **1.5.1 Поздовжній профіль**

Поздовжній профіль автомобільної дороги запроектований у відповідності до вимог ДБН В.2.3-4-2015, для доріг IV технічної категорії. Поздовжній профіль розроблено за допомогою програмного комплексу AutoCAD Civil 3D.

Робоча відмітка по осі існуючого дорожнього покриття прийнята з підвищенням на 11 см, що враховує посилення шаром вирівнювання та асфальтобетонним покриттям.

Основні техніко-економічні показники поздовжнього профілю:

- мінімальні радіуси вертикальних кривих:
- угнутих кривих -14500 м;
- опуклих кривих -34700 м.
- максимальний поздовжній ухил - 5,4‰;

### **1.5.2 Типові поперечні профілі**

Стан існуючого земляного полотна, з урахуванням його дренажних властивостей, дозволяє застосовувати його в процесі реконструкції ділянки автомобільної дороги.

Конструкція земляного полотна запроектована з урахуванням рельєфу місцевості, кліматичних та ґрунтово-геологічних умов району проходження траси, що знаходиться в I «північній» дорожньо-кліматичній зоні, відповідно до вимог ДБН В.2.3-4:2015.

Типи поперечних профілів земляного полотна максимально відображають зміни проектної ширини, крутизну укосів, з'їзди, розширення та віражі на горизонтальних кривих. Проектом передбачено чотири типи поперечних профілів конструкції земляного полотна.

На всій довжині ділянки капітального ремонту технічні параметри дороги (висота насипу, поздовжні ухили та стан дорожнього покриття, за винятком кривих у плані) дають можливість використовувати існуючу дорогу, надаючи їй параметри IV категорії з мінімальними витратами.

Максимальна висота земляного полотна не перевищує 4,00 м.

## **1.6 Висновки до розділу 1.**

В першому розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто і подано загальну характеристики району реконструкції ділянки автомобільної дороги Білосток – Антонівка, описано загальні кліматичні і фізико-географічні характеристики району реконструкції, подано загальну інформацію про рельєф, рослинність, а також згадано інженерно-геологічні умови ділянки реконструкції.

В розділі охарактеризовано основні транспортно-експлуатаційні властивості району реконструкції, описано завантаженість району реконструкції ділянки автомобільної дороги між селами Білосток і Антонівка.

Розраховано перспективну інтенсивність дорожнього руху на 20 рік після введення автомобільної дороги в експлуатацію. Приведені основні техніко-економічні показники запроектої ділянки автомобільної дороги Білосток – Антонівка, які відповідають нормам IV технічної категорії згідно ДБН В.2.3-4-2015.

## РОЗДІЛ 2. КОСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

### **2.1 Проектування варіантів конструкцій дорожнього одягу**

Для визначення та обґрунтування оптимального типу конструкції дорожнього одягу було проведено техніко-економічне зіставлення кількох варіантів, розроблених з урахуванням результатів обстеження стану наявного покриття, з дотриманням вимог ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги» [3] та ГБН В.2.3-37641918-559:2019 «Дорожній одяг нежорсткий» [5].

Тип покриття конструкції дорожнього одягу визначався відповідно до транспортно-експлуатаційних вимог, з урахуванням категорії автомобільної дороги та прогнозованої інтенсивності руху.

Під час проектування конструкції дорожнього одягу було розглянуто фізико-механічні властивості матеріалів, доступність місцевої сировини, а також кліматичні й інженерно-геологічні умови району. Крім того, враховувалися вимоги технологічності виконання робіт і ефективності подальшої експлуатації конструкції.

Відповідно до прогнозованого рівня інтенсивності руху та з урахуванням розрахункового строку служби нежорсткого типу дорожнього одягу, виконано інженерний розрахунок конструкції на міцність і стійкість до деформацій, спричинених горизонтальними та вертикальними напруженнями, що можуть викликати залишкові деформації.

Розрахунок конструкції дорожнього одягу виконано з використанням програмного комплексу, з урахуванням складу руху транспорту та наявної конструкції дорожнього одягу.

Запроектована ділянка дороги, що проходить територією Луцького району Волинської області, класифікується як автомобільна дорога IV категорії. Існуюче покриття представлено щебеневим шаром з бітумним просоченням, частково – асфальтобетонним, що є наслідком виконаних поточних ремонтів.

Оцінювання технічного стану покриття здійснювалося під час вишукувальних робіт шляхом візуального обстеження та проведення інструментальних вимірювань параметрів шорсткості, рівності та модуля пружності дорожнього одягу відповідно до вимог [6].

Найпоширенішими видами деформацій дорожнього покриття є тріщини, лущення та руйнування крайки. Усі виявлені дефекти детально зафіксовані у відомості дефектів дорожнього одягу.

За результатами розрахунків було запропоновано конструктивні рішення щодо підсилення існуючого дорожнього одягу, а також варіанти для розширення проїзної частини.

Існуюча конструкція дорожнього одягу має наступну будову (відповідно до дорожнього паспорта):

Супісок піщанистий

Пісок -0.20 м

Щебінь улаштований способом заклинювання -0.17 м

Щебінь вкладений за способом просочення в'язким бітумом -0.08 м

#### Тип 1 (посилення)

- Холодне фрезерування асфальтобетонного покриття на глибину -0.03 м

- Вирівнювання двосхилого поперечного профілю в односхилий (Оптимальна щебенево-піщана суміш С7 - ДСТУ Б В.2.7-30-2013) -0.03-016

- Емульсія. ЕКШ-50 - ДСТУ Б В.2.7-129:2013 -1.20 л/м<sup>2</sup>

- Вирівнюючий шар із асфальтобетону АСГ. Др.Щ.А.НП.ІІ. БНД 60/90 згідно ДСТУ Б В.2.7-119:2011 (розхід суміші 161.2т/1000м<sup>2</sup>)

- Емульсія. ЕКШ-50 - ДСТУ Б В.2.7-129:2013 -0.60 л/м<sup>2</sup>

- Асфальтобетон. АСГ. Др.Щ.А.НП.І БНД 60/90 згідно ДСТУ Б В.2.7-119:2011 -0.05 м

## Тип 2 (новий дорожній одяг)

- Оптимальна щебенево-піщана суміш С5- ДСТУ Б В.2.7-30-2013 -0.22 м
- Емульсія. ЕКШ-50 - ДСТУ Б В.2.7-129:2013 -1.20 л/м<sup>2</sup>
- Асфальтобетон. АСГ.Кр.Щ.А.НП.ІІ БНД 60/90-  
ДСТУ Б В.2.7-119:2011 -0.10 м
- Емульсія. ЕКШ-50 - ДСТУ Б В.2.7-129:2013 -0.60 л/м<sup>2</sup>
- Асфальтобетон. АСГ.Др.Щ.А.НП.І БНД 60/90-  
ДСТУ Б В.2.7-119:2011 -0.05 м

## Ровик поширення, уширення на віражах

- Оптимальна щебенево-піщана суміш С5 - ДСТУ Б В.2.7-30-2013 -0.22 м
- Емульсія. ЕКШ-50 - ДСТУ Б В.2.7-129:2013 -1.20 л/м<sup>2</sup>
- Вирівнювання-асфальтобетон. АСГ. Др.Щ.А.НП.ІІ БНД 60/90  
(розхід суміші 161.2 т/1000м<sup>2</sup>) - ДСТУ Б В.2.7-119:2011
- Емульсія. ЕКШМ-50 - ДСТУ Б В.2.7-129:2013 -0.60 л/м<sup>2</sup>
- Асфальтобетон. АСГ.Др.Щ.А.НП.І БНД60/90-ДСТУ Б В.2.7-119:2011 -0.05 м

## На тротуарах, посадкових майданчиках, пішохідних доріжках

- Суміш С7 з розміром зерен 0-40 - ДСТУ Б В.2.7-30-2013 -0.12 м
- Асфальтобетон. АСГ.Др.Щ.В.НП.ІІ БНД60/90- ДСТУ Б В.2.7-119:2011-0.04 м

## На з'їздах

- Суміш С5 з розміром зерен 0-70 мм - ДСТУ Б В.2.7-30:2013 -0.18 м
- Емульсія. ЕКШ-50 - ДСТУ Б В.2.7-129:2013 -1.2 л/м<sup>2</sup>
- Асфальтобетон. АСГ.Др.Щ.А.НП.ІІ БНД60/90 ДСТУ Б В.2.7-119:2011-0.05 м

Конструкцію дорожнього одягу на даній ділянці автомобільної дороги запроєктовано у відповідності з ГБН В.2.3-37641918-559:2019 «Дорожній одяг нежорсткий» [5].

## **2.2 Розрахунок варіантів конструкцій дорожнього одягу**

### **2.2.1 Загальні положення**

Програма «CREDO-РАДОН UA» виконує конструктивні розрахунки дорожнього одягу нежорсткого типу згідно галузевих нормативів України, а також надає додаткові можливості по прийняттю найбільш економічних конструктивних рішень.

Концепція програми базується на застосуванні сучасних методів теорії пружності для розрахунку конструкцій дорожнього одягу. Програма надає можливість користувачеві обрати оптимальне рішення, уникаючи надмірного запасу міцності шляхом варіювання товщини шарів, використання додаткових шарів із недорогих місцевих матеріалів, а також включення прошарків із синтетичних матеріалів. Такий підхід дозволяє досягти необхідних конструктивних характеристик з урахуванням економічної доцільності.

Програмне забезпечення ефективно використовується при проектуванні дорожнього одягу для нових доріг, реконструкції існуючих ділянок, підсиленні конструкцій, а також при створенні типових рішень та каталогів конструкцій дорожнього одягу. Воно є ефективним інструментом для оптимізації конструкцій нежорсткого типу з урахуванням місцевих кліматичних, геологічних та конструктивних умов.

Початкові дані для розрахунку (відповідно до [3, 5]) включають:

- кліматичні, гідрологічні, ґрунтово-геологічні умови району будівництва, рельєф, глибина промерзання;
- заданий рівень надійності, капітальність конструкції, термін служби;

- технічні параметри спеціальних шарів (дренажні, морозозахисні, теплоізоляційні), за потреби;

- склад і інтенсивність руху у базовий рік, темпи зростання або розрахункова інтенсивність на кінець терміну експлуатації;
- для нових доріг – структура дорожнього одягу, для підсилення – модулі пружності існуючих шарів або коефіцієнти зносу;
- допустимі межі товщини шарів конструкції;
- фізико-механічні характеристики матеріалів та типи транспортних засобів за нормативною документацією.

На ділянках, де використовується існуюча конструкція дорожнього одягу, проектування здійснюється згідно з відповідними нормативними документами на основі детальних обстежень (буріння, лабораторні випробування тощо), що дозволяють оцінити стан і несучу здатність конструктивних шарів.

#### **Розрахункова схема навантаження**

У якості моделі навантаження використовується гнучкий круговий штамп діаметром  $D$ , що передає рівномірно розподілений тиск  $p$ . Параметри навантаження визначаються з урахуванням характеристик розрахункового транспортного засобу – найбільш важкого автомобіля, частка якого у загальному потоці становить не менше 10 % з урахуванням змін протягом експлуатаційного терміну.

Тип навантаження (статичне, багатократне короткочасне) враховується через відповідні розрахункові значення характеристик шарів, а також шляхом введення коефіцієнта динамічності.

#### **Параметри розрахункової інтенсивності:**

- $N$  – перспективна середньодобова інтенсивність руху на кінець терміну експлуатації;
- $N_p$  – приведені число проїздів коліс по одній смузі руху (на кінець терміну служби);
- $N_{p(\Sigma)}$  – сумарне приведені навантаження на конструкцію у розрахунковій точці.

Перспективні інтенсивності визначаються на основі економіко-транспортних досліджень та прогнозів розвитку обсягів перевезень.

Розрахунки дорожнього одягу представлені у додатку А

### 2.2.2 Розрахунок на зрушення в ґрунті робочого шару і основі із слабозв'язних шарів дорожнього одягу.

Проектом передбачено посилення існуючого покриття дорожнього одягу автомобільної дороги, тому даний розрахунок не проводимо.

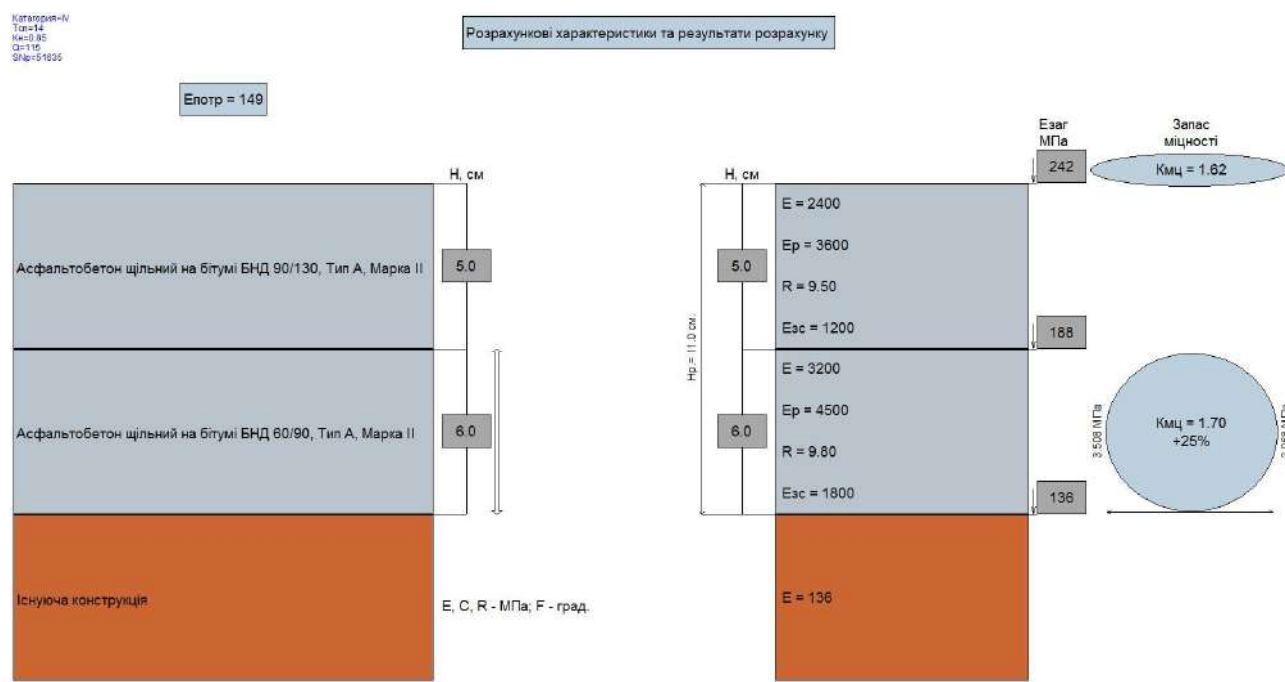


Рисунок 2.1 – Конструкція шарів посилення на ділянці автомобільної дороги

### 2.3 Розрахунок об'ємів робіт по реконструкції

«Об'єм робіт по капітальному ремонту, є площа поверхні, яка підлягає ремонту» [8]:

$$F_{кр} = L_{кр} B_{кр} , \quad (2.1)$$

де  $L_{кр}$  – довжини ділянок автомобільної дороги, на яких необхідно виконати ремонт м;

$B_{кр}$  – ширина поверхні дорожнього одягу з укріпленими смугами на ділянках ремонту, м;

Необхідна кількість матеріалів для капітального ремонту визначається по формулі:

$$Q_{ар}^m = F_{ар} h \rho K_n, \quad (2.2)$$

де  $Q_{ар}^m$  – вага матеріалів для аварійних робіт, т;

$h$  – товщина шару підсилення при капітальному ремонті, м;

$K_n$  – коефіцієнт втрат,  $K_n = 1,05-1,1$ ;

$\gamma$  – середня щільність сухого матеріалу в ущільненому стані, для асфальтобетону  $\gamma = 2,40$  т/м<sup>3</sup>.

Результати розрахунків зведені в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Об'єми робіт і потреба в матеріалах для влаштування верхнього шару асфальтобетонного покриття

Кілометри	Вид ремонту	Об'єм робіт, м <sup>2</sup>	Найменування матеріалу	Кількість, т
1	Капітальний ремонт	1477	Дрібнозерниста асфальтобетонна суміш	396,4
2		7000		1878,8
3		7000		1878,8
<b>Всього:</b>				<b>4154</b>

Зведена загальна відомість обсягів основних будівельно-монтажних робіт з реконструкції ділянки автомобільної дороги місцевого значення «О 030744 Локачі – Шельвів – Линів – Кошів – Білосток – Антонівка – Забороль – до а/д Н-22 Луцького району Волинської області» представлена в таблиці 2.1.

## **2.4 Інженерні комунікації**

На ділянці реконструкції автомобільної дороги інженерні комунікації представлені лише повітряними лініями електропередач та підземними комунікаціями.

Через села Білосток та Антонівка ліворуч і праворуч по ходу траси проходить ЛЕП на залізобетонних та дерев'яних опорах з ліхтарями освітлення.

Підземні комунікації представлені мережами газопроводів.

Роботи по перенесенню, ремонту чи заміні підземних комунікацій проектом реконструкції не передбачені.

## **2.5 Дорожні інженерні облаштування**

### **2.5.1 Пішохідні доріжки та тротуари**

Проектом передбачено облаштування тротуару з лівого боку дороги в межах населеного пункту, шириною 1,80 м. У місцях переходу до проїзної частини тротуар обладнується тактильним покриттям та пониженим бортовим каменем з метою забезпечення безбар'єрного пересування маломобільних груп населення.

### **2.5.2 Пішохідні переходи та забезпечення доступності для МГН**

Проектом передбачено улаштування дев'яти пішохідних переходів через проїзну частину, у тому числі на з'їздах. Усі переходи будуть оснащені технічними засобами організації дорожнього руху, зокрема дорожньою розміткою, дорожніми знаками, обмежувальними стовпчиками та огороженням.

У рамках проекту прийнято інженерні рішення, що забезпечують доступність для маломобільних груп населення (МГН), а саме:

- передбачено безбар'єрне з'єднання пішохідної та проїзної частин із пониженням бортового каменю до рівня не більше ніж 0,025 м;
- на підходах до пішохідних переходів запроєктовано укладання тактильного покриття шириною 0,50 м на відстані 0,80 м від небезпечної зони;
- встановлення дорожніх знаків заплановано на висоті не менше 2,00 м від рівня покриття.

Комплекс зазначених заходів забезпечить безпечне та зручне пересування для осіб із обмеженою мобільністю.

### **2.5.3 Примикання та з'їзди з дороги**

На запроєктованій ділянці автомобільної дороги відсутні примикання інших доріг. Влаштування з'їздів до приватних домоволодінь передбачається шляхом пониження бортового каменю на ширину 3,00 м із плавними переходами довжиною по 2,00 м з обох боків.

З'їзди з основної дороги на вулиці населеного пункту проєктуються з радіусами заокруглень, переважно 12,00 м. У місцях із обмеженими просторовими умовами радіуси зберігаються в межах існуючих параметрів.

### **2.5.4 Зупинки громадського транспорту**

Проєктом передбачено облаштування двох автобусних зупинок із заїзними кишнями, а також двох посадкових майданчиків без кишень у зв'язку з наявністю щільної капітальної забудови. Габарити зупинок, зупинкових та посадкових майданчиків визначені відповідно до вимог «ГБН В.2.3-37641918-550:2018» [7] та наведені у відповідній відомості.

Розміри автобусних зупинок і посадкових майданчиків відображено на планах автомобільної дороги та у кресленнях організації дорожнього руху.

Конструкція дорожнього одягу для зупинкових і посадкових майданчиків представлена на аркуші «Конструкції дорожнього одягу».

## 2.6 Технічні засоби організації дорожнього руху

З метою підвищення безпеки дорожнього руху та покращення орієнтування водіїв проєктом передбачено:

- встановлення дорожніх знаків відповідно до вимог ДСТУ 4100 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування»;
- нанесення горизонтальної розмітки згідно з ДСТУ 2587 «Розмітка дорожня»;
- облаштування огорожень і напрямних пристроїв відповідно до ДСТУ 8751 «Огородження дорожні і напрямні пристрої».

Передбачається використання дорожніх знаків другого типорозміру. Загалом буде встановлено 216 дорожніх знаків, зокрема:

- типових — 213 шт.;
- знаків із замінним інформаційним полем (ЗІП) — 3 шт.

Опори для дорожніх знаків запроектовані згідно з альбомом типових рішень конструкцій опор дорожніх знаків для автомобільних доріг загального користування (АД А.2.4-376419/8-001:2015) та виконані з металевих труб. Монтаж знаків здійснюється відповідно до креслення «Схема розташування стояків дорожніх знаків».

Нанесення дорожньої розмітки проїзної частини виконуватиметься згідно з ДСТУ 2587:2010. Усі запроектовані технічні засоби організації дорожнього руху наведені у зведених таблицях.

Проєктом також передбачено встановлення дорожнього огороження трьох груп:

### **Перша група:**

- металеві бар'єрні огороження в зонах високих насипів і на криволінійних ділянках дороги.

### **Друга група:**

- стримувальні огороження для пішоходів поблизу пішохідних переходів і зупинок громадського транспорту.

### **Третя група:**

- обмежувальні стовпчики на пішохідних переходах і велосипедних переїздах із кроком 2,0 м та висотою 0,8 м.

### **Напрямні пристрої першої групи включають:**

- напрямні стовпчики на штучних спорудах, у місцях кривизни та при наближенні до огорожень першої групи.

## **2.7 Висновки по розділу 2.**

У другому розділі випускної кваліфікаційної роботи представлено конструювання дорожнього одягу. У роботі запропоновано три варіанти конструкції дорожнього одягу для проїзної частини. На основі техніко-економічного порівняння обрано оптимальний варіант, який враховує експлуатаційні, конструктивні та економічні показники.

Окремо розглянуто основні конструктивні елементи плану автомобільної дороги, поперечні та поздовжній профілі. Також охарактеризовано технічні засоби організації дорожнього руху, які мають безпосередній вплив на забезпечення безпеки руху.

## РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА

Проектом передбачено влаштування верхнього шару асфальтобетонного покриття з гарячих асфальтобетонних сумішей у суху погоду за температури повітря не нижче +5 °С весною та влітку, і не нижче +10 °С у інші періоди.

Технологічний процес облаштування асфальтобетонних шарів включає такі основні етапи [9]:

- приготування суміші на асфальтобетонних заводах;
- підготовка основи;
- укладання асфальтобетонної суміші;
- ущільнення шару.

### **3.1 Підготовка основи**

Для забезпечення надійного зчеплення між існуючою основою із в'язучих матеріалів та новим шаром асфальтобетонного покриття необхідно провести підгрунтовування поверхні основи бітумною емульсією або рідким (розрідженим) в'язким бітумом, нагрітим до заданої температури.

«Поверхня основи перед підгрунтовуванням має бути чистою, рівною, сухою і не мати дефектів» [2].

За температури повітря від +5 °С до +40 °С для доставки органічних матеріалів до місця виконання робіт та їх рівномірного розподілу по поверхні основи використовують автогудронатори. Якість обробки основи оцінюється, як правило, за рівномірністю нанесення органічних матеріалів на поверхню. «Висоти установки розподільної труби автогудронатора ув'язується з кутом розпилу в'язучого форсунками. Необхідно добитися такого їх поєднання, при якому смуги підстави, що обробляються в'язучими кожною форсункою, з'єднувалися між собою без перекриття і утворення необроблених ділянок» [10].

Необхідно правильно розрахувати питому витрату в'язучого матеріалу (бітуму чи емульсії). Недостатня його кількість не забезпечить надійного зчеплення між основою і асфальтобетонним покриттям, тоді як надмірна – може викликати зрушення шарів і утворення пластичних деформацій у вигляді зсувів у покритті.

«Обробляти основу рекомендується за 3-5 год до початку укладання асфальтобетонного шару» [10].

Якщо в якості єднального матеріалу використовують розріджений в'язкий бітум, укладання асфальтобетонної суміші слід починати після випаровування розріджувача. Швидкість випаровування залежить від марки бітуму, виду розріджувача та погодних умов. У разі використання бітумної емульсії для підгрунтування основи, асфальтобетонну суміш укладають після розпаду емульсії.

Рекомендуються наступні норми витрати матеріалів: «при підгрунтуванні в розрахунку на чистий бітум нижнього шару асфальтобетонного покриття - 0,2-0,3 л/м<sup>2</sup>, основи - 0,5-0,8 л/м<sup>2</sup>; при підгрунтуванні 60 %-ю бітумною емульсією нижнього шару асфальтобетонного покриття - 0,3-0,4 л/м<sup>2</sup>, основи - 0,6-0,9 л/м<sup>2</sup>» [2].

«Підгрунтування основи можна не робити, якщо за відсутності руху технологічного транспорту інтервал часу між пристроєм верхнього і нижнього шарів асфальтобетонного покриття складає не більше двох діб» [2]. Для підгрунтування основи ефективно застосовувати бітум, вспінений в автогудронаторі.

### **3.2 Укладання асфальтобетонної суміші**

Швидкість охолодження суміші під час транспортування значною мірою залежить від погодних умов. Зі збільшенням маси суміші в автосамоскиді швидкість охолодження зменшується. Раціональна кількість суміші в автосамоскиді повинна становити не менше 15 тонн.

Температура суміші під час укладання має забезпечувати нормальну та безперебійну роботу робочих органів асфальтоукладальника або перевантажувача, а також можливість подальшого якісного ущільнення до необхідної щільності.

Під час транспортування асфальтобетонна суміш може активно охолоджуватись, утворюючи кірку, під якою температура суміші залишається практично незмінною. Якщо кірка занадто тонка, під час вивантаження суміші у приймальний бункер асфальтоукладальника або перевантажувача, а також під час її подальшого розподілення до трамбуючого бруса і плити укладальника кірка руйнується.

За несприятливих погодних умов – низької температури повітря та основи покриття, високої швидкості вітру або опадів – якісне будівництво покриття неможливе, тому роботи необхідно негайно припинити.

Під час вивантаження (перевантаження) суміші в приймальний бункер асфальтоукладальника (перевантажувача) водій самоскида має під'їхати до асфальтоукладальника (перевантажувача) і зупинитися поблизу. Після зупинки водій натискає на гальма, а машиніст асфальтоукладальника направляє укладальник вперед і стикується з самоскидом. «Основне правило взаємодії самоскидів з асфальтоукладальником: асфальтоукладальник повинен стикуватися з самоскидом, але самоскид не повинен зіштовхувати асфальтоукладальника назад з його осі руху» [10].

«Якщо суміш має тенденцію до сегрегації, необхідно злегка підвести кузов автосамоскида, щоб суміш сповзла до заднього відкидного борту до того, як він буде відкритий. Такий прийом дозволяє вивантажити суміш з самоскида у вигляді єдиної маси в приймальний бункер укладальника, що знижує вірогідність сегрегації суміші у влаштовуваному покритті.

Для забезпечення вивантаження суміші з автосамоскида до рами приймального бункера асфальтоукладальника приварюють стійку з коротким ланцюгом. Перед вивантаженням суміші робітник надіває ланку ланцюга на нижній гачок заднього борту автосамоскида. При опусканні задньої частини

кузова ланцюг відкриває задній борт без допомоги робітника. Після вивантаження суміші у бункер і очищення кузова від залишків суміші робітник знімає ланцюг з борту і подає сигнал для від'їзду автосамоскида.

Укладають асфальтобетонні суміші асфальтоукладальниками, що складаються з самохідного шасі і робочого устаткування. Вони призначені для прийому суміші з транспортних засобів, розподілу по основі і попереднього ущільнення. Суміші розподіляють шаром заданої товщини із забезпеченням поперечного і подовжнього профілів покриття» [11].

Асфальтобетонна суміш з автосамоскида під час вивантаження, перемішуючись під впливом штовхаючого зусилля машини, через ролики потрапляє у приймальний бункер. З бункера суміш подається на основу за допомогою скребкових живильників через регульований розвантажувальний отвір і днище бункера. Кількість суміші, що надходить із бункера, контролюється заслінкою, яка переміщується у вертикальній площині за допомогою гвинтів. «Суміш на основі розподіляється гвинтовими конвеєрами на задану ширину і ущільнюється трамбуючим брусом і віброплитою. Для отримання заданого поперечного профілю робочі органи (гвинтові конвеєри, трамбуючий брус, віброплита) складаються з двох частин - правої і лівої, які внизу сполучені шарніром, а згори - гвинтовим стягуванням. Товщину шару, що укладається, по усій ширині смуги асфальтобетонної суміші, що укладається, регулюють гвинтами» [11].

Для зміни ширини укладаємої смуги під час руху асфальтоукладальника передбачені розширювачі робочих органів, трамбуючого бруса і віброплити. Сучасні асфальтоукладальники оснащуються бортовим комп'ютером і системою автоматичного управління, яка контролює та регулює подовжній і поперечний ухили поверхні покриття.

За типом ходового пристрою асфальтоукладальники бувають гусеничні, колісні та комбіновані. Бункер укладальника призначений для прийому, перемішування та тимчасового зберігання асфальтобетонної суміші. Його ширина має трохи перевищувати ширину кузова автосамоскида. Щоб уникнути

тиску самоскида на передню частину укладальника, слід використовувати автосамоскиди з піднятим кузовом, який не спирається на бункер під час розвантаження.

Для очищення бункера бічні стінки складаються за допомогою гідроциліндрів. Швидкість руху стрічки живильника регулюється відповідно до швидкості асфальтоукладальника.

«Перед початком процесу укладання асфальтобетонної суміші асфальтоукладальника готують до роботи. Спочатку встановлюють вібраційні плити в робоче положення. Для цього необхідно вкласти шаблон, товщина якого на 10-15 % більше проектної товщини покриття. За допомогою регулювальних гвинтів плиту опускають так, щоб між нею і шаблоном не залишалася просвіти. Зафіксувавши положення гвинтів, шаблон прибирають. Потім оглядають інші органи асфальтоукладальника, Для чого піднімають бічні стінки приймального бункера, оглядають гвинтовий конвеєр і трамбуєчий брус, встановлюють шибєрні заслінки в положення, що відповідає товщині шару, що укладається.

Укладати асфальтобетонні суміші слід на усю ширину покриття або на окремих смугах, ширина яких кратна ширині покриття. У останньому випадку, уклавши одну смугу, переходять на сусідню, поки надмірно не остигнула кромка раніше укладеної смуги.

При одночасній роботі двох асфальтоукладальників на суміжних смугах випередження одного відносно іншого повинно бути в межах 10-30 м» [12].

### **3.3 Ущільнення асфальтобетонної суміші**

Висока якість ущільнення асфальтобетонної суміші досягається завдяки виконанню мінімально необхідної кількості проходів котків і дотриманню оптимального температурного режиму суміші на кожному етапі ущільнення: попередньому, проміжному та завершальному.

Якщо суміш занадто гаряча, коток «тонутиме» в ній, що призведе до утворення хвиль і тріщин. Ущільнення холодної суміші неефективне і може пошкодити щєбінь. Важливе також співвідношення товщини шару і максимального розміру зерен: якщо товщина шару менша за подвійну максимальну зернистість, необхідної щільності досягти важко, а поверхня буде нерівною через «тягнення» великих зерен.

В практиці застосовують три типи котків:

- **Котки статичної дії** з гладкими вальцями – прості й надійні, класифікуються за масою: легкі (3–6 т), середні (до 8 т), важкі (понад 10 т). Важливо дотримуватися раціональних режимів роботи: швидкості руху і кількості проходів. Швидкість руху зазвичай становить 1,5–4,9 км/год, причому перші проходи виконують на мінімальній швидкості (1,5–2,2 км/год), на проміжному етапі – швидше (3,5–5 км/год), а на завершальному – знову повільно (1,5–2,2 км/год). Число проходів залежить від типу суміші, її температури і товщини шару. Оптимальна кількість проходів визначається пробним укочуванням.

- **Котки на пневматичних шинах** зазвичай використовують на проміжному етапі ущільнення, іноді на попередньому або завершальному. Ефективність ущільнення залежить від навантаження на колесо, тиску і жорсткості шини. Тиск у шинах можна регулювати, щоб оптимізувати контактні тиски відповідно до температури суміші і ступеня ущільнення.

- **Вібраційні котки** (віброкотки) – не згадані у вашому тексті, але також широко застосовуються для ущільнення.

«Котки вібраційної дії (віброкотки). Ці котки можуть працювати в трьох режимах: в режимі статичної дії на матеріал який ущільнюється (вібратори відключені), в режимі комплексної дії (один валець робить на матеріал статична дія, а другий — вібраційне) і у вібраційному режимі (вібратори на обох вальцях включені).

Віброкотки чинять на ущільнювану суміш статичну і вібраційну дію. Статична дія визначається масою, що доводиться на валець, а вібраційне —

величиною вібруючої сили, обумовленої обертанням ексцентриків. Ефективність ущільнення визначається масою вальця, що коливається, амплітудою і частотою коливання» [12].

Зазвичай амплітуда вібрацій котків становить 0,3–0,9 мм, а частота коливань – 35–57 Гц. Величина амплітуди залежить від товщини ущільнюваного шару: для тонких шарів (до 0,6 м) рекомендують використовувати малі амплітуди, а з ростом товщини – амплітуду збільшують.

Частоту коливань вібровальців підбирають з урахуванням типу суміші, її температури та швидкості руху котка. Зі збільшенням вмісту щебеню і робочої швидкості віброкотка рекомендовано підвищувати частоту коливань.

Рекомендовані швидкості руху віброкотків:

- Початковий етап ущільнення — 3–5,5 км/год
- Проміжний етап — 4,5–6,5 км/год

Для забезпечення однорідної щільності по всій ширині укладання застосовують схему укочування з рівномірним перекриттям проходів котка.

### **3.4 Висновки по розділу 3.**

В даному розділі бакалаврської роботи було описано основні заходи щодо технологічних процесів під час виконання підготовчих робіт, робіт по реконструкції земляного полотна автомобільної дороги і доведення її параметрів до IV технічної категорії.

В розділі також описана послідовність технології виконання робіт по улаштуванню шарів основи і покриття дорожнього одягу.

## РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

### **4.1 Основні положення з організації реконструкції автомобільної дороги**

Організація виконання робіт з реконструкції розроблена з урахуванням наступних нормативних документів:

- ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва»;
- ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги»;
- «Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом (реконструкцією, капітальним ремонтом) автомобільних доріг»;
- ДСТУ Б А.1.3-22:2013 «Визначення тривалості будівництва споруд»;

Вихідними даними для розроблення проєкту організації реконструкції автомобільної дороги є:

- прийняті проєктні рішення;
- погодження з відповідними зацікавленими організаціями;
- обсяги та технології виконання робіт;
- схема забезпечення будівельними матеріалами.

Проєктом передбачається капітальний ремонт автомобільної дороги місцевого значення IV технічної категорії протяжністю 2,211 км. Дорога матиме удосконалене капітальне покриття (асфальтобетонне) та розташована в дорожньо-кліматичній зоні У-II.

«Місце виконання робіт облаштовуються запобіжними засобами, а об'їзди облаштовуються тимчасовими дорожніми знаками у відповідності до вимог» [13]. Схеми ОДР в місцях проведення дорожніх робіт приведені на відповідних кресленнях.

Всі монтажні і будівельні роботи по реконструкції дороги необхідно виконувати з додержанням правил техніки безпеки, які передбачені ДБН А.3.2-

2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення» [14] і інших документів, які регламентують порядок виконання спеціальних робіт. Дотримуватись вимог НПАОП 63.21-1.01-09 «Правила охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг»[15].

Будівництво здійснюватиметься підрядним способом. Генеральна підрядна організація визначається на основі відкритих торгів.

Послідовність виконання будівельно-монтажних робіт наведена у відомості обсягів основних будівельних робіт і включає:

- підготовчі роботи;
- влаштування дорожнього одягу (установлення бортового каменю, влаштування асфальтобетонного покриття);
- улаштування покриття тротуарів;
- облаштування дороги технічними засобами організації дорожнього руху.

Укладання верхнього шару асфальтобетонного покриття товщиною 5 см виконується в такій послідовності:

- встановлення копіювальних струн;
- очищення поверхні нижнього шару покриття від пилу та бруду (після фрезерування);
- оброблення нижнього шару покриття бітумною емульсією;
- приймання щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші в бункер асфальтоукладальника з автосамоскидів під час руху (без зупинки укладання);
- транспортування суміші з бункера до робочих органів машини;
- розподіл суміші по ширині смуги, що укладається;
- вигладжування та опорядження шару покриття;
- ущільнення асфальтобетонної суміші;
- зняття копіювальних струн.

Асфальтобетонні покриття слід улаштовувати за сухої погоди: навесні та влітку – за температури повітря не нижче +5 °С, восени – не нижче +10 °С.

Перед укладанням верхнього шару необхідно очистити нижній шар покриття від бруду та пилу за допомогою механічних щіток, стисненого повітря або інших засобів.

На ділянках з поздовжнім ухилом понад 40 % укладання асфальтобетонного покриття слід проводити у напрямку, протилежному ухилу.

Рівність покриття та дотримання заданого поперечного профілю забезпечується автоматичною системою керування асфальтоукладацьника.

Якщо під час роботи асфальтоукладацьника на покритті залишається неукладена вузька смуга (наприклад, на віражах або уширеннях), допускається укладання суміші вручну одночасно з роботою машини з метою уникнення поздовжнього шва. Це дає змогу ущільнювати асфальтобетонну суміш одразу на всю ширину покриття.

Перед початком укладання обов'язково перевіряється наявність паспорта на асфальтобетонну суміш, у якому мають бути зазначені: тип суміші, її температура, час відправлення та об'єм.

Транспортування асфальтобетонної суміші необхідно здійснювати автотранспортом великої вантажопідйомності на відстань не більше ніж дві години руху, щоб уникнути її розшарування.

Для запобігання налипанню суміші внутрішні поверхні кузова автосамоскида обробляють мазутом або нафтою за допомогою спеціальних розпилювачів або вручну.

Кузови транспортних засобів повинні бути закритими і підігріватися вихлопними газами двигуна.

Укладання асфальтобетонної суміші має відбуватись безперервно, без технологічних зупинок. Потрібно максимально використовувати ущільнювальні можливості асфальтоукладацьника. Важливо, щоб товщина шару перевищувала утричі максимальний розмір зерен мінерального матеріалу.

Для ущільнення шарів доцільно застосовувати гладковальцеві котки масою 8–10 т або 12–14 т, сталеві вальці яких під час роботи змочуються мильним розчином, водно-гасовою емульсією або водою.

Вмикати вібрацію на котку дозволено лише після виконання початкового ущільнення в статичному режимі (3–4 проходи по одному сліду).

Заправляти котки паливом або мастильними матеріалами безпосередньо на асфальтобетонному покритті **заборонено**.

Асфальтобетонна суміш, яка застосовується у гарячому стані, повинна відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-119:2011 [16].

## 4.2 Розрахунок тривалості будівництва

Розрахунок тривалості реконструкції ділянки автомобільної дороги виконується у відповідності ДСТУ Б А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів» [17] з урахуванням визначених об'ємів будівельних робіт, що повинні бути виконані та умов виконання реконструкції на основі аналізу застосування нових прогресивних будівельних матеріалів, продуктивності механізмів та машин.

При визначенні тривалості робіт з реконструкції за основу були взяті норми часу відповідно до СОУ 42.1-37641918-098:2017 «Автомобільні дороги. Норми часу на ремонтно-будівельні роботи» [18].

Відповідно до відомості ресурсів, витрата часу робітників складає 36662.46 люд. год середній розряд робіт 3.3

Усі будівельні роботи з реконструкції будуть виконуватися механізовано та вручну.

«Тривалість механізованих робіт  $T_{\max}$ (діб), темп яких визначається провідною будівельною машиною чи механізмом, обчислюється за формулою:

$$T_{\max} = M/nxt$$

де  $M$  - машиномісткість, маш.змін;

$n$  - Кількість змін на добу, змін/добу;

$t$  - Кількість будівельних машин, механізмів.

- для робіт по зведенню земляного полотна необхідно:

$$T_{max} = M/nxt = 117/1 \times 3 = 39 \text{ днів.}$$

- для улаштування асфальтобетонного покриття необхідно:

$$T_{max} = M/nxt = 87/1 \times 4 = 22 \text{ дні} \gg [17].$$

Тривалість ручних робіт визначається за трудомісткістю, розрахованою згідно з підсумковою відомістю ресурсів, і становить 36 662 людино-години.

До ручних робіт, що виконуватимуться на об'єкті, належать:

- встановлення бортового каменю;
- влаштування тактильних смуг;
- облаштування дороги технічними засобами організації дорожнього руху;
- фарбування огорожень;
- інші ручні операції.

Для виконання зазначених робіт необхідно 4 583 людино-зміни (36 662 ÷ 8 годин).

Передбачається залучення 6 бригад по 5 працівників.

Загальна тривалість ручних робіт становитиме:

$$4583 / (6 \text{ бригад} \times 5 \text{ працівників}) = \text{приблизно } 153 \text{ дні.}$$

(Остаточну тривалість слід коригувати з урахуванням календарного плану, режиму роботи, вихідних, погодних умов тощо.)

$$T_{max} = M/nxt = 4583/1 \times 30 = 153 \text{ дні.}$$

У визначенні тривалості будівництва необхідно враховувати також технологічні перерви, зокрема перерву на набір міцності монолітних бетонних елементів конструкцій, яка становить 28 діб.

Враховуючи зазначені дані, загальна тривалість основного будівництва становить 181 день. Механізовані та ручні роботи планується виконувати паралельно, що дозволяє оптимізувати строки реалізації проєкту.

На підготовчі та завершальні роботи передбачається по одному місяцю кожен, тобто додатково 60 днів.

Таким чином, загальна тривалість будівництва становитиме 241 день, або 8 місяців.

Будівництво здійснюватиметься підрядним способом.

Загальна тривалість реалізації проекту реконструкції автомобільної дороги Білосток – Антонівка у Волинській області становитиме 8 місяців.

### **4.3. Вартість будівництва**

Для визначення кошторисної вартості робочого проекту реконструкції автомобільної дороги Білосток – Антонівка Волинської області були розроблені локальні, об'єктні кошториси, а також зведений кошторис.

Кошторисна вартість капітального ремонту визначена згідно з діючими на момент розроблення проекту нормативами та цінами і становить: 139803,048 тис.грн.

Вартість будівельно-монтажних робіт	- 107089,048	тис.грн.
Інші витрати	- 9649,578	тис.грн.
Податок на додану вартість	- 23063,826	тис.грн.

### **4.4 Розрахунок класу наслідків (відповідальності)**

Для визначенні класу наслідків (відповідальності) об'єкта реконструкції – «Проект реконструкції автомобільної дороги Білосток – Антонівка Волинської області» користувались наступні документи:

1. Закон України «Про автомобільні дороги» [1]
2. ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)» [19]
3. ГБН В.2.3-37641918-552:2015 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів дорожнього будівництва» (з урахуванням поправки)» [20].

4. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд» [21]

Згідно пункту 4.4 ДСТУ 8855 клас наслідків (відповідальності) об'єкта визначається за характеристиками наслідків відмови об'єкта.

«Даний об'єкт будівництва класифікується як автомобільна дорога загального користування місцевого значення (обласна автомобільна дорога)» [1]

Визначення класу наслідків (відповідальності) об'єкта.

1. «Можлива небезпека для здоров'я та життя людей, які постійно перебувають на об'єкті визначається згідно ГБН В.2.3-37641918-552» [20].

Вихідні дані:

Автомобільна дорога – IV категорії.

Розрахункова швидкість,  $v$  - 60 км/год.

Перспективна інтенсивність руху на 2039 рік ,

Іт.о. - 240 авт /добу.

Протяжність ділянки,  $L$  -2211 м.

«Кількість осіб за характеристикою можлива небезпека для здоров'я і життя людей,  $N_n$ . які постійно перебувають на об'єкті, визначається за формулою» [20]:

$$N_n = N_{н.б} \times v_{пр} \times Z \times k_i.$$

де:  $N_{н.б}$ . - кількість транспортних засобів, які одночасно можуть перебувати на об'єкті дорожнього будівництва, визначається за формулою, авт.:

$$N_{н.б} = 0.076 \times I_{т.о.} / 60 \times T$$

де 0,076 – «коефіцієнт приведення середньорічної добової інтенсивності руху транспортних засобів до годинної інтенсивності» [20];

Іт.о. - розрахункова середньорічна добова перспективна (на 20 років) інтенсивність руху, авт./на добу.  $I_{т.о} = 240$  авт./добу.

$T$  - час проїзду транспортних засобів по об'єкту дорожнього будівництва при розрахунковій швидкості, визначається згідно з формулою, хв:

$$T = L / v;$$

де:  $L$  - довжина об'єкта, що проектується становить 5211 м;  
 $v$  - розрахункова швидкість, прийнято 60 км/год (1000 м/хв);

$$T = 5,21 \text{ хв};$$

$v_{np}$  - усереднена кількість осіб у приведеному транспортному засобі, чол.

Визначається за формулою:

$$V_{np} = V_l \times I_l + V_v \times I_v + V_a \times I_a / I_l + I_v + I_a;$$

де:  $V_l$ ,  $V_v$ ,  $V_a$  - середня кількість людей відповідно у легковому, вантажному автомобілі та автобусі, чол. Прийнято:  $V_l = 2$  чол.;  $V_v = 1$  чол.;  $V_a = 17$  чол.;

$I_l$ ,  $I_v$  та  $I_a$  - розрахункова середньорічна добова перспективна інтенсивність руху за транспортними засобами. Згідно відомості інтенсивності руху

$$I_l = 1200 \text{ авт./доб.}; I_v = 60 \text{ авт./доб.}; I_a = 20 \text{ авт./доб.};$$

$$v_{np} = (2 \times 1200 + 1 \times 60 + 17 \times 20) / (1200 + 60 + 20) = 2.19 \text{ чол.}$$

$Z$  - рівень завантаженості автомобільної дороги відповідно до таблиці 2.4 П-Г.1-218-113 ((годинна інтенсивність/пропускну здатність 2000)  $Z = 0,12$ );

$$N_{н.б} = 0.076 \times 240 / 60 \times 5.21 = 1.58 \text{ авт.}$$

$k_1 = 6.7$  - коефіцієнт зміни інтенсивності у період з 9.00 до 17.00 год становить 6.7 згідно ПОР 218-141-2000

$$N_n = 1.58 \times 2.19 \times 0.12 \times 6.7 = 2.78 = 3 \text{ чол.}$$

Відповідно до вимог таблиці 1 ДБН В.1.2-14 клас наслідків (відповідальності) за ознакою можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті дорожнього будівництва СС1- незначні наслідки.

2. «Можлива небезпека для здоров'я та життя людей, які періодично перебувають на об'єкті визначається згідно ГБН В.2.3-37641918-552» [20]

«Для об'єктів дорожнього будівництва, які мають лінійний характер, ця характеристика не нормується. (п.6.1)» [20].

3. «Можлива небезпека для здоров'я та життя людей, які перебувають зовні об'єкта визначається згідно ГБН В.2.3-37641918-552» [20]

Кількість осіб, що перебувають поза об'єктом, але в зоні його впливу, визначається та надається замовником. Згідно даних замовника в зоні впливу автомобільної дороги перебуває 52 домогосподарства або 164 особи.

Відповідно до вимог таблиці 1 ДБН В.1.2-14 клас наслідків (відповідальності) за ознакою можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають зовні об'єкта дорожнього будівництва СС2- середні наслідки.

4. Обсяг можливого економічного збитку

«Прогнозований обсяг економічного збитку розраховується по формулі» [20]:

$$\Phi = c \sum_i^n P_i \left( 1 - \frac{1}{2} T_{ef} \times K_{a,i} \right),$$

де:  $\Phi$  - прогнозовані втрати, грн.;

$c$  – «коефіцієнт, що враховує відносну долю основних фондів, що повністю втрачаються під час аварії. Значення  $c$  можна оцінювати при аналізі сценарію розвитку аварії (0,45)» [20];

$P_i$  – вартість  $i$ -го виду основних фондів, що можуть бути втрачені, під якою слід розуміти загальну вартість, визначену на підставі «Правил визначення вартості будівництва» [20] (ДСТУ Б Д.1.1-1:2013), грн.

$T_{ef}$  – «середнє значення встановленого терміну експлуатації основних фондів» [20], років (13);

$K_{a,i}$  – «коефіцієнт амортизаційних відрахувань  $i$ -го виду основних фондів» [20] (0,01);

$n$  – кількість видів основних фондів (1).

Таким чином, прогнозований обсяг економічного збитку для комплексу складається з показників усіх складових об'єктів:

$$\Phi = 0,45 \times 69901226 \times (1 - 0,5 \times 13 \times 0,01) = 29410940,84 \text{ грн}$$

обсяг можливого економічного збитку у м.р.з.п. складає:

29410940,84/4723,00=7047,91 м.р.з.п.

Відповідно до вимог таблиці 1 ДБН В.1.2-14 клас наслідків (відповідальності) за ознакою обсяг можливого економічного збитку об'єкта дорожнього будівництва має клас СС1- незначні наслідки.

5. Припинення функціонування лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, об'єктів комунікацій, зв'язку енергетики та інженерних мереж.

Згідно ДСТУ 8855 п. 4.13 та таблиці 1 «об'єкт будівництва відноситься до місцевого рівня» [1] – відповідно має клас наслідків (відповідальності) СС2.

Відповідно до вимог таблиці 1 ДБН В.1.2-14 «клас наслідків (відповідальності) за ознакою припинення функціонування лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, об'єктів комунікацій, зв'язку енергетики та інженерних мереж» [20] має клас СС2- середні наслідки.

**Висновок.** «Відповідно до п.4.4 ДСТУ 8855 клас наслідків даного об'єкту встановлюється за найвищою характеристикою можливих наслідків, отриманих за результатами розрахунків» [20], тобто «Проект реконструкції автомобільної дороги Білосток – Антонівка Волинської області» відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС2 - середні наслідки.

#### **4.4 Висновки по розділу 4.**

У розділі 4 було відображено основні положення з організації реконструкції автомобільної дороги, наведено основні нормативні документи на які потрібно посилалися під час організації будівельного процесу на автомобільних дорогах. Було розраховано тривалість виконання робіт з реконструкції даної автомобільної дороги, а також наведена загальна вартість виконання реконструкції і вартість виконання будівельних робіт.

В розділі було розраховано клас наслідків (відповідальності) об'єкта реконструкції. Відповідно до розрахунків, об'єкт відноситься до СС2 – середні наслідки.

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 5.1 Загальні положення

Під час виконання робіт з реконструкції автомобільної дороги необхідно керуватися такими основними законодавчими актами України:

- Конституція України;
- Кодекс законів про працю України;
- Закони України:
  - «Про охорону праці»;
  - «Про об'єкти підвищеної небезпеки»;
  - «Про пожежну безпеку»;
  - «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності»;
  - «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»;
  - «Про охорону навколишнього природного середовища»;
  - «Про дорожній рух».

Також слід дотримуватися положень державних нормативних актів з охорони праці, зокрема:

- ДНАОП 5.1.14-1.01-96 «Правила охорони праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг і на інших об'єктах дорожнього господарства»;
- ДНАОП 0.00-1.07-94 «Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском»;
- ДНАОП 0.00-1.03-93 «Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів»;
- ДБН А.3.1-5:2009 «Організація будівельного виробництва».

## 5.2 Управління охороною праці

Управління охороною праці – це підготовка, прийняття та реалізація рішень щодо впровадження організаційних, технічних, гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці, збереження життя і здоров'я працівників, а також підвищення ефективності виробництва.

Мета управління охороною праці – забезпечення функціонування системи безпеки праці на робочих місцях, виробничих майданчиках і на підприємстві в цілому.

Відповідальність за організацію охорони праці:

- Загальне керівництво охороною праці на підприємстві здійснює керівник (головний інженер);

- На виробничих дільницях — майстри.

Нормативною основою управління охороною праці є:

- Кодекс законів про працю України;
- Система стандартів безпеки праці;
- Галузеві правила, норми, положення, інструкції та вказівки.

Основні завдання управління охороною праці:

- навчання працівників з питань охорони праці;
- забезпечення безпечного стану обладнання, процесів, будівель і споруд;
- нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;
- забезпечення засобами індивідуального захисту;
- дотримання режимів праці та відпочинку;
- організація лікувально-профілактичного та санітарно-побутового обслуговування працівників;
- професійний відбір для окремих категорій робіт.

Будівництво та ремонт автомобільних доріг здійснюється лише за наявності затвердженого в установленому порядку проекту організації будівництва та робочої документації.

Згідно із Законом України «Про охорону праці», усі працівники при прийнятті на роботу та у процесі діяльності проходять обов'язковий інструктаж (навчання), у тому числі щодо дій у разі нещасного випадку та надання першої медичної допомоги.

Особливі вимоги:

- Працівники, що залучаються до робіт із підвищеною небезпекою або які потребують професійного відбору, зобов'язані пройти попередню спеціальну підготовку та щорічну перевірку знань з охорони праці.

- Посадові особи проходять навчання та перевірку знань один раз на три роки, відповідно до визначених процедур за участю представників органів державного нагляду і профспілок.

- Особи, які не пройшли навчання, інструктаж або перевірку знань з охорони праці, до виконання робіт не допускаються. У разі незадовільних результатів знань – працівник зобов'язаний пройти повторне навчання та інструктаж. Більш детально техніка безпеки при виконанні будівельних робіт наведена у додатку Б.

### **5.3 Висновки до розділу 5.**

У п'ятому розділі бакалаврської роботи було наведено закони України, загальні положення і нормативні документи, які регулюють законодавство у сфері охорони праці під час виконання робіт з реконструкції автомобільних доріг.

В даному розділі згадується про відповідальність за охорону праці і хто буде відповідати за нещасні випадки на будівництві.

В розділі висуваються основні вимоги до посадових осіб і працівників на будівництві.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
2. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. К.: Мінрегіонбуд України, 2018. – 55 с.
3. ДБН В.2.3.-4:2015 Споруди транспорту. Автомобільні дороги. К.: Мінрегіонбуд України, 2015. – 112с.
4. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. К.:Мінрегіон України, 2018. – 64 с.
5. ДСТУ-Н Б В.2.2-31:2011 Будинки і споруди. Настанова з облаштування будинків і споруд цивільного призначення елементами доступності для осіб з вадами зору і слуху. К.:Мінрегіон України, 2011. – 14 с.
6. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування. К.: Міністерство інфраструктури України, 2018. – 58с.
7. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. К.:Мінрегіонбуд України, 2012. – 63с.
8. ДСТУ-Н Б В.2.3-39:2016 Настанова з влаштування шарів дорожнього одягу з кам`яних матеріалів
9. ДСТУ Б В.2.7-145:2008 Вироби бетонні тротуарні неармовані. Технічні умови. К.:Мінрегіонбуд України, 2012. – 26с.
10. ДСТУ 4044:2019 Бітуми нафтові дорожні в`язкі. Технічні умови. К.:Мінрегіонбуд України, 2020. – 45с.
11. ДСТУ Б В.2.7-30:2013 Матеріали нерудні для щибених і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг. Загальні технічні умови. К.:Мінрегіонбуд України, 2013. – 32с.
12. ГБН В.2.3-37641918-555 Автомобільні дороги. Транспортні розв'язки в одному рівні. Проектування

13. ДБН А.2.2-1-2003 Склад і зміст документів з оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд

14. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 46с.

15. СОУ 45.2-00018112-006:2006 Безпека дорожнього руху. Порядок огороження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг. К.: Укравтодор, 2006. – 25 с.

16. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення. – К: Мінрегіонбуд України, 2009 – 48 с.

17. НПАОП 63.21-1.01-09 Правила охорони праці при під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг

18. СОУ 42.1-37641918-098 Автомобільні дороги. Норми часу на ремонтно-будівельні роботи

19. ДСТУ 8749:2017 Огороження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт

20. ДБН В.1.1.7–2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.:Держпожбезпека. – 22 с.

## ДОДАТОК А.

### Розрахунок дорожнього одягу нежорсткого типу за методикою ГБН В.2.3-37641918-559(Посилення)

Найменування дороги	Проект реконструкції автомобільної дороги Білосток - Антонівка у Волинській області
Особливість розрахунку	Перегін
Ім'я варіанти розрахунку	RadonIII 2

#### 1. Кліматичні характеристики

Дорожньо-кліматична зона	1
Підзона	У I P.1
Схема зволоження робочого шару	1
Кількість розрахункових днів у році, днів	145
Глибина промерзання ґрунту, см	80

#### 2. Дані про дорогу

<b>Загальні дані:</b>	
Категорія дороги	IV
Кількість смуг руху	2
Номер розрахункової смуги	1
Тип конструкції дорожнього одягу	Удосконалений полегшений
Термін служби покриття, років	14
Коефіцієнт надійності	0.85

<b>Основа:</b>	
Основа конструкції	Замірний модуль
Значення вимірюваного модуля, МПа	120

### 3. Склад автомобільного потоку

Склад руху	Невідомий
Коефіцієнт зростання інтенсивності, частки од.	1.040
Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на початковий рік служби, авт/добу.	50
Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на кінець останнього року служби, авт/добу.	83.74
Сумарне розрахункове число прикладень на смугу за весь термін служби, авт.	117645
Необхідний модуль пружності, МПа	150.00

Обчислюємо сумарну розрахункову кількість прикладень розрахункового навантаження:

$$E_{пот} = 42.843 * \ln(\sum N_p) - b \Rightarrow \sum N_p = e^{\frac{E_{пот} + b}{42.843}} = e^{\frac{150.00 + 350.21}{42.843}} = 117645 \text{ авт.}$$

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на перший рік служби з урахуванням коефіцієнту, що враховує кількість смуг руху:

$$\sum N_p = 0.7 * T_{рдр} * K_n * K_c * N_{1p} \Rightarrow N_{1p} = \frac{\sum N_p}{0.7 * T_{рдр} * K_n * K_c} = \frac{117645}{0.7 * 145 * 1.26 * 18.292} = 50.29 \text{ авт/добу}$$

де усереднений коефіцієнт суми:

$$K_c = \frac{q^{T_{сл}} - 1}{q - 1} = \frac{1.0400^{14} - 1}{1.0400 - 1} = 18.292$$

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на останній рік служби:

$$N_t = N_{1р} * q^{T_{сл} - 1} = 50.29 * 1.0400^{14-1} = 83.74 \text{ авт/добу}$$

#### **4. Розрахункове навантаження**

Навантаження визначається	по ДБН В.2.3-4
Розрахункове навантаження	Стандартна
Вид розрахункового навантаження	Динамічна
Тип колеса	Двобалоних
Нормативне статичне навантаження на вісь, $Q_{розр}/вісь$ кН	100.00
Тиск в шинах $p$ , МПа	0.60
Діаметр штампа $D$ , м	0.3710

#### **Визначення параметрів розрахункового навантаження:**

Розрахунок динамічного навантаження:

$$Q_{розр} = Q_j * K_{дин} = 50.00 * 1.3 = 65.00 \text{ кН}$$

Розрахунок діаметра штампу:

$$D = 0.01 * \sqrt{\frac{40 * Q_{розр}}{\pi * p}} = 0.01 * \sqrt{\frac{40 * 65.00}{\pi * 0.60}} = 0.3710 \text{ м}$$

## 5. Конструкція дорожнього одягу

Таблиця 2. Конструкція дорожнього одягу

№ шару Г	Найменування матеріалу шару	Товщина шару, см		Модуль пружності, МПа			Середнє значення межі міцності на розтяг при згині R, МПа	Коефіцієнт m	Коефіцієнт Kпр	Вологість, Wр, частки од.	Коефіцієнт Kз	Зчеплення, С, МПа		Кут внутрішнього тертя, F, град		Щільність, ρ, кг/куб. м.
		Мінімальна, hmin	Максимальна, hmax	Пружний прогин, E	Зсув, Eзс	Згин, Eр						динаміка	статика	динаміка	статика	
1	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип А, Марка І	5.0	5.0	3200	1800	4500	9.80	5.50	4.00	-	-	-	-	-	-	2400
2	Щебінь М1000–1400, влаштований за способом заклинки з міцних осадових та метаморфічних порід	16.0	16.0	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1800
3	Замірний модуль	-	-	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Розрахунок конструкції дорожнього одягу за допустимим пружним прогином.

1) Розрахунок виконується для шару Щебінь М1000–1400, влаштований за способом заклинки з міцних осадових та метаморфічних порід  
(Розрахунок виконаний за номограмою ГБН В.2.3-37641918-559)

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{\text{під}}}{E_2} = \frac{120.00}{350.00} = 0.34; \quad \frac{h_B}{D} = \frac{16.0}{37.10} = 0.43; \quad \frac{E_{2\text{заг}}}{E_2} = 0.492; \quad E_{2\text{заг}} = 0.492 * 350.00 = 172.34 \text{ МПа};$$

2) Розрахунок виконується для шару Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип А, Марка І  
(Розрахунок виконаний за номограмою ГБН В.2.3-37641918-559)

$$\frac{E_H}{E_3} = \frac{E_{\text{під}}}{E_3} = \frac{172.34}{3200.00} = 0.05; \quad \frac{h_B}{D} = \frac{5.0}{37.10} = 0.13; \quad \frac{E_{3\text{заг}}}{E_3} = 0.069; \quad E_{3\text{заг}} = 0.069 * 3200.00 = 219.54 \text{ МПа};$$

$$K_{\text{мц}} = \frac{E_{3\text{заг}}}{E_{\text{потр}}} = \frac{219.54}{150.00} = 1.4636$$

Необхідний коефіцієнт міцності  $K_{\text{пр}}^{\text{тр}} = 1.29$

$1.4636 > 1.29$  - умова виконана

$$\text{Запас міцності} = \frac{K_{\text{мц}} - K_{\text{пр}}^{\text{тр}}}{K_{\text{пр}}^{\text{тр}}} * 100\% = \frac{1.4636 - 1.29}{1.29} * 100\% = +13\%$$

## Розрахунок конструкції дорожнього одягу на опір монолітних шарів втомного руйнування від розтягу при згині.

1) Розрахунок на згин виконується для шару Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип А, Марка І

Середньозважений модуль пружності шарів:

$$E_B = \frac{E_1 * h_1}{h_1} = \frac{4500 * 5.0}{5.0} = 4500.00 \text{ МПа}$$

$$\text{За відношеннями:} \quad \frac{E_B}{E_H} = \frac{4500.00}{172.34} = 26.111 \text{ и} \quad \frac{h_B}{D} = \frac{5.00}{37.10} = 0.13$$

За номограми визначаємо:  $\overline{\sigma}_r = 3.650 \text{ МПа}$

Розрахункове розрахункове напруження на розтяг :

$$\sigma_r = \overline{\sigma}_r * \rho * k_B = 3.650 * 0.60 * 0.85 = 1.862 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$R_{3z} = R_p * k_m * k_T * k_{\text{кп}} = 8.761 * 0.95 * 0.85 * 0.479 = 3.387 \text{ МПа}$$

$$\text{де } R_p = R_{\text{лаб}} * (1 - t * V_m) = 9.80 * (1 - 1.06 * 0.10) = 8.761 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт, який враховує вплив повторних навантажень у нерозрахунковий період,  $K_{\text{кп}}$ :

$$k_{\text{кп}} = k_{\text{пр}} * \sum N_p^{(-1/m)} = 4.00 * 117645^{(-1/5.50)} = 0.479$$

$$K_{\text{мц}} = \frac{R_{3z}}{\sigma_r} = \frac{3.387}{1.862} = 1.8194$$

Необхідний коефіцієнт міцності  $K_{\text{мц}}^{\text{потр}} = 1.27$

$1.8194 > 1.27$  - умова виконана

$$\text{Запас міцності} = \frac{K_{\text{мц}} - K_{\text{мц}}^{\text{потр}}}{K_{\text{мц}}^{\text{потр}}} * 100\% = \frac{1.8194 - 1.27}{1.27} * 100\% = +43\%$$

Таблиця 3. Характеристики міцності конструкції дорожнього одягу.

№ шару г	Найменування матеріалу шару	Розрахунок товщина шару, см	Загальний модуль пружності по шарам, Езаг, МПа	Показник міцності:			Граничне активне напруження зсуву в шарі, Тгр, МПа	Розрахункове активне напруження зсуву, Т, МПа	Граничне напруження розтягу при згині, Rзг, МПа	Розрахункове напруження розтягу в шарі, Gг, МПа	Розрахункова вологість ґрунту, Wр, частки од.	Вартість, гривні/кв.м
				критерій	розрахункове значення коеф. міцності Кмц	величина, запас (+/-), %						
1	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип А, Марка І	5.0	220	Розтяг	1.82	+43%	-	-	3.387	1.862	-	-
2	Щебінь М1000–1400, влаштований за способом заклинки з міцних осадових та метаморфічних порід	16.0	172	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Замірний модуль	-	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумарна товщина конструкції:		21.0	Підсумкова вартість конструкції:									-

## 6. Інформація

\* Розрахунок виконаний. Зауважень немає

## Розрахунок дорожнього одягу нежорсткого типу за методикою ГБН В.2.3-37641918-559

Найменування дороги	Проект реконструкції автомобільної дороги Білосток - Антонівка у Волинській області
Особливість розрахунку	Перегін
Ім'я варіанти розрахунку	RadonIII 3

### **1. Кліматичні характеристики**

Дорожньо-кліматична зона	1
Підзона	У I P.1
Схема зволоження робочого шару	1
Кількість розрахункових днів у році, днів	145
Глибина промерзання ґрунту, см	80
Кліматичний коефіцієнт $a_0$	50.00

### **2. Дані про дорогу**

<b>Загальні дані:</b>	
Категорія дороги	IV
Кількість смуг руху	2
Номер розрахункової смуги	1
Тип конструкції дорожнього одягу	Удосконалений полегшений
Термін служби покриття, років	14
Коефіцієнт надійності	0.85
<b>Профіль:</b>	
Поперечний профіль дороги	Двосхилий
Ширина смуги руху, м	3.00

Ширина узбіччя, м	2.00
Ширина укріпленої частини узбіччя, м	0.50
Закладення укосу, 1: m	1 : 3
Увігнутість поздовжнього профілю	Не враховується
Висота насипу, м	1.50
<b>Ґрунт:</b>	
Ґрунт робочого шару	Пісок крупний
Комплексну характеристику В визначати:	По таблиці
Комплексна характеристика В	2.00
<b>Джерело зволоження:</b>	
Джерело зволоження	Не задано
<b>Особливості:</b>	
Конструктивні заходи, що знижують вологість або впливають на розрахунок дренального шару	Не передбачені

### **3. Склад автомобільного потоку**

Склад руху	Невідомий
Коефіцієнт зростання інтенсивності, частки од.	1.040
Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на початковий рік служби, авт/добу.	50
Розрахункова добова кількість прикладень на смугу приведенного навантаження на кінець останнього року служби, авт/добу.	83.74
Сумарне розрахункове число	117645

прикладень на смугу за весь термін служби, авт.	
Необхідний модуль пружності, МПа	150.00

Обчислюємо сумарну розрахункову кількість прикладень розрахункового навантаження:

$$E_{пот} = 42.843 * \ln(\sum N_p) - b \Rightarrow \sum N_p = e^{\frac{E_{пот} + b}{42.843}} = 2.718282^{\frac{150.00 + 350.21}{42.843}} = 117645 \text{ авт.}$$

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на перший рік служби з урахуванням коефіцієнту, що враховує кількість смуг руху:

$$\sum N_p = 0.7 * T_{рдр} * K_n * K_c * N_{1p} \Rightarrow N_{1p} = \frac{\sum N_p}{0.7 * T_{рдр} * K_n * K_c} = \frac{117645}{0.7 * 145 * 1.26 * 18.292} = 50.29 \text{ авт/добу}$$

де усереднений коефіцієнт суми:

$$K_c = \frac{q^{T_{сл}} - 1}{q - 1} = \frac{1.0400^{14} - 1}{1.0400 - 1} = 18.292$$

Обчислюємо приведену інтенсивність до розрахункового навантаження на останній рік служби:

$$N_t = N_{1p} * q^{T_{сл} - 1} = 50.29 * 1.0400^{14-1} = 83.74 \text{ авт/добу}$$

#### **4. Розрахункове навантаження**

Навантаження визначається	по ДБН В.2.3-4
Розрахункове навантаження	Стандартна
Вид розрахункового навантаження	Динамічна
Тип колеса	Двобалоних
Нормативне статичне навантаження на вісь, Q <sub>розр</sub> /вісь кН	100.00
Тиск в шинах p, МПа	0.60
Діаметр штампа D, м	0.3710

#### **Визначення параметрів розрахункового навантаження:**

Розрахунок динамічного навантаження:

$$Q_{розр} = Q_i * K_{дин} = 50.00 * 1.3 = 65.00 \text{ кН}$$

Розрахунок діаметра штампу:

$$D = 0.01 * \sqrt{\frac{40 * Q_{розр}}{\pi * p}} = 0.01 * \sqrt{\frac{40 * 65.00}{\pi * 0.60}} = 0.3710 \text{ м}$$

## 5. Конструкція дорожнього одягу

Таблиця 2. Конструкція дорожнього одягу

№ шару г	Найменування матеріалу шару	Товщина шару, см		Модуль пружності, МПа			Середнє значення межі міцності на розтяг при згині R, МПа	Коефіцієнт m	Коефіцієнт K <sub>пр</sub>	Вологість, W <sub>p</sub> , частки од.	Коефіцієнт K <sub>з</sub>	Зчеплення, C, МПа		Кут внутрішнього тертя, F, град		Щільність, ρ, кг/куб.м.
		Мінімальна, h <sub>min</sub>	Максимальна, h <sub>max</sub>	Пружний прогин, E	Зсув, E <sub>зс</sub>	Згин, E <sub>р</sub>						динаміка	статика	динаміка	статика	
1	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип А, Марка І	5.0	5.0	3200	1800	4500	9.80	5.50	4.00	-	-	-	-	-	-	2400
2	Щебінь М1000–1400, влаштований за способом заклинки з міцних осадових та метаморфічних порід	20.0	20.0	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1800
3	Пісок крупний	-	-	130	-	-	-	-	-	-	7.00	0.004	0.004	35.0	35.0	2000

## Розрахунок конструкції дорожнього одягу за допустимим пружним прогином.

1) Розрахунок виконується для шару Щебінь М1000–1400, влаштований за способом заклинки з міцних осадових та метаморфічних порід  
(Розрахунок виконаний за номограмою ГБН В.2.3-37641918-559)

$$\frac{E_H}{E_в} = \frac{E_{під}}{E_2} = \frac{130.00}{350.00} = 0.37; \quad \frac{h_в}{D} = \frac{20.0}{37.10} = 0.54; \quad \frac{E_{2заг}}{E_2} = 0.558; \quad E_{2заг} = 0.558 * 350.00 = 195.13 \text{ МПа};$$

2) Розрахунок виконується для шару Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип А, Марка I  
(Розрахунок виконаний за номограмою ГБН В.2.3-37641918-559)

$$\frac{E_H}{E_в} = \frac{E_{під}}{E_3} = \frac{195.13}{3200.00} = 0.06; \quad \frac{h_в}{D} = \frac{5.0}{37.10} = 0.13; \quad \frac{E_{3заг}}{E_3} = 0.077; \quad E_{3заг} = 0.077 * 3200.00 = 247.54 \text{ МПа};$$

$$K_{мц} = \frac{E_{заг}}{E_{потр}} = \frac{247.54}{150.00} = 1.6503$$

Необхідний коефіцієнт міцності  $K_{пр}^{тр} = 1.29$

$1.6503 > 1.29$  - умова виконана

$$\text{Запас міцності} = \frac{K_{мц} - K_{пр}^{тр}}{K_{пр}^{тр}} * 100\% = \frac{1.6503 - 1.29}{1.29} * 100\% = +27\%$$

## Розрахунок за умовою зсувостійкості робочого шару земляного полотна і шарів із незв'язних матеріалів.

1) Розрахунок виконується для шару Пісок крупний

Модуль пружності верхнього шару моделі обчислюють як середньозважений

$$E_в = \frac{E_1 * h_1 + E_2 * h_2}{h_1 + h_2} = \frac{1800 * 5.0 + 350 * 20.0}{5.0 + 20.0} = 640.00 \text{ МПа}$$

$$\text{За відношеннями:} \quad \frac{E_в}{E_H} = \frac{640.00}{130.00} = 4.92 \quad \text{и} \quad \frac{h_в}{D} = \frac{25}{37.10} = 0.67$$

за допомогою номограми знаходимо питоме активне напруження зсуву від одиничного навантаження:

$$\bar{t}_a = 0.05608 \text{ МПа}$$

Діючі активні напруження зсуву:

$$T = t_n + t_v = 0.0336 + -0.00138 = 0.03227 \text{ МПа}$$

$$\text{де} \quad t_n = t_a * p = 0.05608 * 0.60 = 0.0336 \text{ МПа}$$

$$t_v = 0.00001 * (5 - 0.3 * \varphi) * (h_1 + h_2) = 0.00001 * (5 - 0.3 * 35.0) * (5.0 + 20.0) = -0.00138 \text{ МПа}$$

Граничне активне напруження зсуву:

$$T_{гр} = C_{гр} * k_1 * k_2 * k_3 = 0.004 * 1.0 * 1.207 * 7.0 = 0.03380 \text{ МПа}$$

$$\text{де} \quad k_2 = 1.816 - 0.15 * \ln\left(\frac{\sum N_p}{(T_{др} * T_{сл})}\right) = 1.816 - 0.15 * \ln(117645 / (145 * 14)) = 1.207 \text{ МПа}$$

$$K_{мц} = \frac{T_{гр}}{T} = \frac{0.03380}{0.03227} = 1.4473$$

Необхідний коефіцієнт міцності  $K_{\text{мц}}^{\text{потр}} = 1.38$

$1.4473 < 1.38$  - умова виконана

$$\text{Запас міцності} = \frac{K_{\text{мц}} - K_{\text{мц}}^{\text{потр}}}{K_{\text{мц}}^{\text{потр}}} * 100\% = -24\%$$

## Розрахунок конструкції дорожнього одягу на опір монолітних шарів втомного руйнування від розтягу при згині.

1) Розрахунок на згин виконується для шару Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип А, Марка I

Середньозважений модуль пружності шарів:

$$E_{\text{с}} = \frac{E_1 * h_1}{h_1} = \frac{4500 * 5.0}{5.0} = 4500.00 \text{ МПа}$$

За відношеннями:  $\frac{E_{\text{с}}}{E_{\text{н}}} = \frac{4500.00}{195.13} = 23.061$  и  $\frac{h_{\text{с}}}{D} = \frac{5.00}{37.10} = 0.13$

За номограмі визначаємо:  $\overline{\sigma}_r = 3.346 \text{ МПа}$

Розрахункова розрахункове напруження на розтяг :

$$\sigma_r = \overline{\sigma}_r * p * k_{\text{с}} = 3.346 * 0.60 * 0.85 = 1.707 \text{ МПа}$$

Обчислюємо граничне напруження на розтяг:

$$R_{\text{зе}} = R_p * k_m * k_T * k_{\text{кп}} = 8.761 * 0.95 * 0.85 * 0.479 = 3.387 \text{ МПа}$$

$$\text{де } R_p = R_{\text{лаб}} * (1 - t * V_m) = 9.80 * (1 - 1.06 * 0.10) = 8.761 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт, який враховує вплив повторних навантаження у нерозрахунковий період,  $K_{\text{кп}}$ :

$$k_{\text{кп}} = k_{\text{пр}} * \sum N_p^{(-1/m)} = 4.00 * 117645^{(-1/5.50)} = 0.479$$

$$K_{\text{мц}} = \frac{R_{\text{зе}}}{\sigma_r} = \frac{3.387}{1.707} = 1.9848$$

Необхідний коефіцієнт міцності  $K_{\text{мц}}^{\text{потр}} = 1.27$

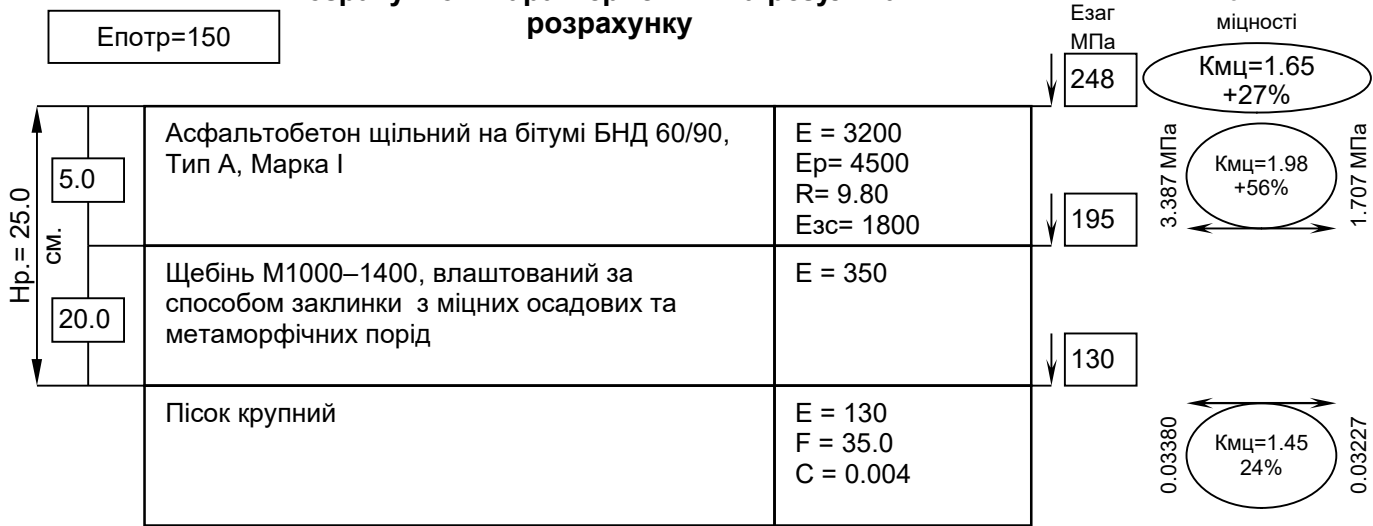
$1.9848 > 1.27$  - умова виконана

$$\text{Запас міцності} = \frac{K_{\text{мц}} - K_{\text{мц}}^{\text{потр}}}{K_{\text{мц}}^{\text{потр}}} * 100\% = \frac{1.9848 - 1.27}{1.27} * 100\% = +56\%$$

Таблиця 3. Характеристики міцності конструкції дорожнього одягу.

№ шару Г	Найменування матеріалу шару	Розрахунок товщина шару, см	Загальний модуль пружності по шарам, Езаг, МПа	Показник міцності:			Граничне активне напруження зсуву в шарі, Тгр, МПа	Розрахункове активне напруження зсуву, Т, МПа	Граничне напруження розтягу при згині, Рзг, МПа	Розрахункове напруження розтягу в шарі, Gr, МПа	Розрахункова вологість ґрунту, Wр, частки од.	Вартість, гривні/кв.м
				критерій	розрахункове значення коеф. міцності Кмц	величина, запас (+/-), %						
1	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД 60/90, Тип А, Марка І	5.0	248	Розтяг	1.98	+56%	-	-	3.387	1.707	-	-
2	Щебінь М1000–1400, влаштований за способом заклинки з міцних осадових та метаморфічних порід	20.0	195	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Пісок крупний	-	130	Зсув	1.05	24%	0.03380	0.03227	-	-	-	-
Сумарна товщина конструкції:		25.0	Підсумкова вартість конструкції:									-

**Розрахункові характеристики та результати розрахунку**



Е, С, R - МПа; F - град.

## ДОДАТОК Б

### Техніка безпеки при виконанні будівельних робіт

Фізичні та юридичні особи, які будуть здійснювати роботи з капітального ремонту повинні дотримуватись вимог:

- Закону України "Про охорону праці"
- 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)
- ДСТУ Б А.3.2-8:2009 Система стандартів безпеки праці. Ремонт міських доріг і тротуарів. Вимоги безпеки.

Посадові особи до початку виконання своїх обов'язків та періодично один раз на три роки проходять навчання, а також перевірку знань в галузі охорони праці в органах галузевого або регіонального управління охороною праці за участі представників органу державного нагляду.

Забороняється допуск до роботи осіб, що не пройшли навчання, інструктажу і перевірки знань. У разі незадовільних знань, працівники повинні пройти повторне навчання. На прохання працівника проводиться додатковий інструктаж.

Адміністрація, враховуючи правила техніки безпеки, розробляє інструкції, що вивішуються в стаціонарних робочих місцях і видаються робітникам. На всіх небезпечних об'єктах робіт, а також на робочих місцях вивішують плакати й попереджуючі написи з техніки безпеки. Робочі місця повинні бути підготовлені, враховуючи дотримання усіх вимог правил техніки безпеки, що встановлені для виконання певних робіт.

Згідно Закону України «Про охорону праці», усі працівники при ухваленні на посаду та в процесі роботи мусять пройти інструктаж з охорони праці, надання першої домедичної допомоги потерпілим від нещасних випадків та з правил поведінки в разі виникнення аварії згідно з положенням, затвердженим Державним комітетом України з нагляду за охороною праці.

Для зменшення дії цих чинників підрядна організація повинна забезпечити робітників:

- спеціальним одягом;
- засобами захисту при роботі зі шкідливими хімічними речовинами;
- освітленням робочих місць;
- огороження місця проведення робіт.

Робітники, зайняті на дорожньому будівництві, повинні забезпечуватися ІЗЗ, а саме:

- захисними окулярами з силікатним склом - для захисту органів зору від уламків твердих матеріалів, грубого пилю та бризок неагресивних рідин;
- протишумовими навушниками - для захисту органів слуху від дії високочастотного шуму з рівнем 110... 120 дБ;
- захисними рукавицями - для захисту рук від дії локальної вібрації під час роботи з пневмоінструментом

У разі виконання робіт в зоні руху транспорту робітникам видаються сигнальні куртки.

Щоб запобігти пожежі при заправці машин паливом, не можна курити та користуватися вогнем. У разі спалаху палива полум'я треба засипати піском, землею або накрити брезентом. Не можна заливати полум'я водою.

Організація будівельного майданчику, ділянок роботи і робочих місць повинна забезпечувати безпеку праці на всіх етапах робіт.

Виконання робіт в захисних зонах допускається тільки після отримання відповідних узгоджень із зацікавленими організаціями та власниками комунікацій.

На будівельному майданчику повинні бути обладнанні санітарно-побутові приміщення.

Біля в'їзду на будівельний майданчик повинна бути встановлена схема руху транспорту і пішоходів.

Робочий проект капітального ремонту житлової вулиці виконаний згідно з вимогами «Правил пожежної безпеки» затвердженому і введеному в дію Наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30 грудня 2014 року.

Виконання дорожньо-будівельних робіт не несе пожежної небезпеки для робітників. Однак при роботі з бітумами та бітумними емульсіями необхідно бути досить обережним, адже бітум є матеріалом нафтового походження, а тому він може швидко загорітися при високій температурі.

У разі виникнення пожежі чи перших ознак горіння кожен робітник зобов'язаний:

- негайно повідомити про це телефоном аварійно-рятувальну службу (тел. 101). При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;

- вжити (по можливості) заходів по евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;

- якщо пожежа виникла на підприємстві, повідомити про неї керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового об'єкту;

- у разі необхідності викликати інші аварійні служби (медичну, газорятувальну тощо).

Перед початком обстежень всі працівники підрозділів, які виконуватимуть визначені роботи на автомобільних дорогах, мають інструктуватися додатково про застосування умовної сигналізації, що подається жестами і прапорцями.

Під час виконання робіт на автомобільних дорогах необхідно:

- скорочувати до мінімуму час перебування працюючих на проїзній частині;

- всі поперечні промірювання проводити від базису, який прокладається по узбіччю на відстані не більше 1,0 м від бровки земляного полотна;

- виставляти регулювальників із числа працюючих в діапазоні від 50 м до 100 м з обох боків від ділянки проведення робіт.

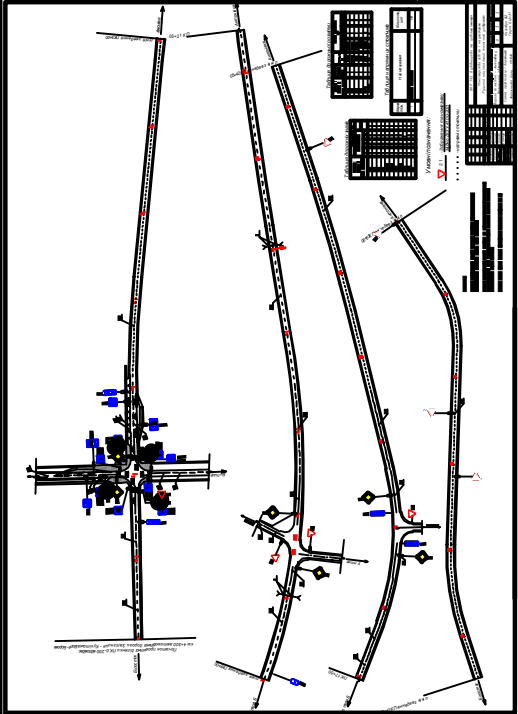
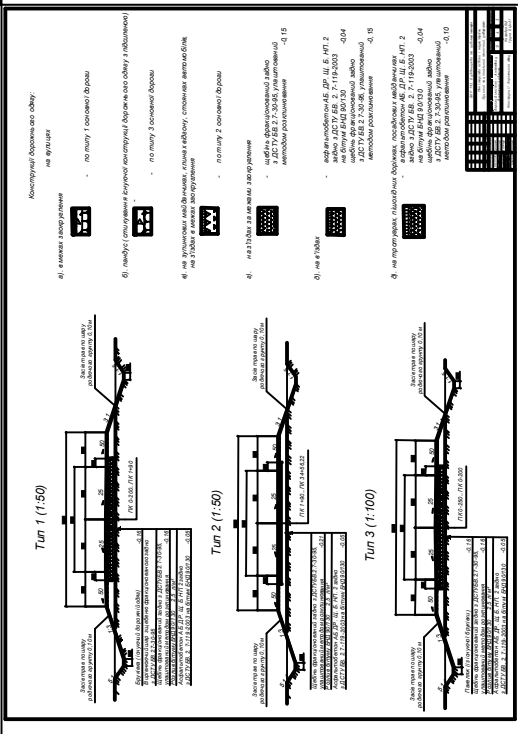
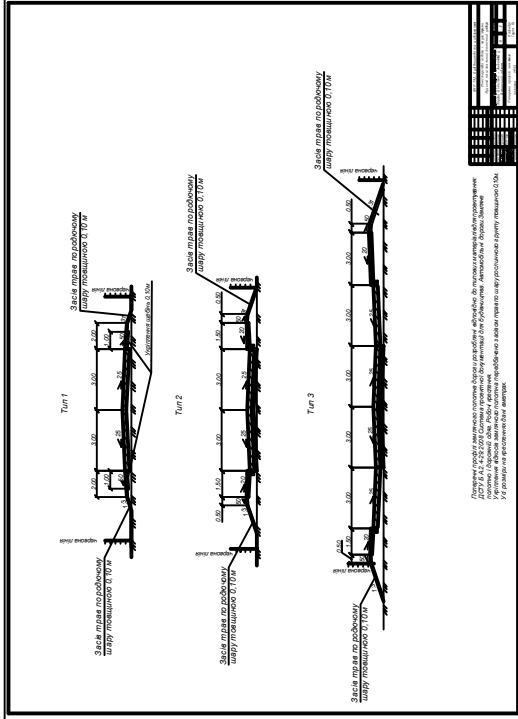
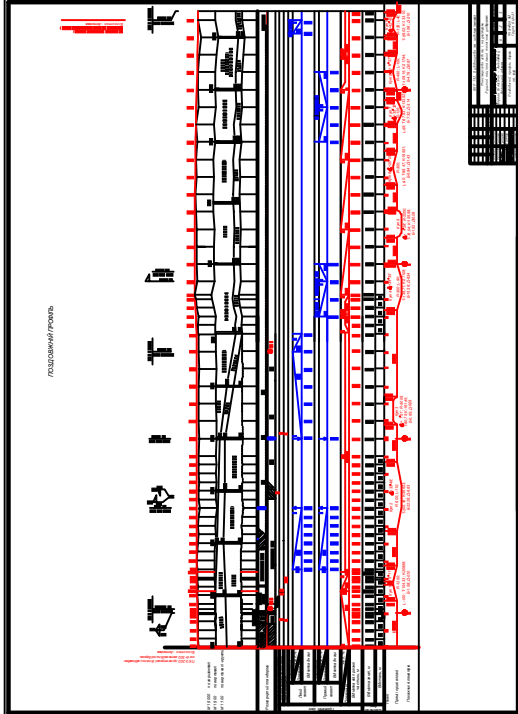
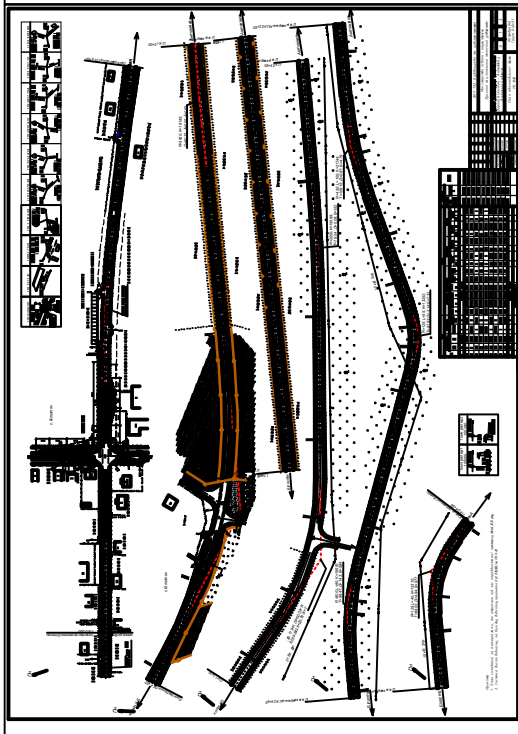
До виконання робіт дозволяється приступати тільки після повного обладнання ділянки дороги всіма необхідними тимчасовими переносними дорожніми знаками і огорожуючими пристроями встановленого зразку.

В усіх випадках установлення огорожуючих пристроїв на ділянках проведення робіт слід виконувати після встановлення дорожніх знаків. Дорожні знаки і огороження слід розміщувати так, щоб забезпечити їх зорове сприймання водіями транспортних засобів на відстані не менше 100 м та виключити можливість їх пошкодження транспортом, що проходить.

Під час проведення короткочасних робіт дозволяється установка знака 1.37 «Дорожні роботи» і одного з наказових знаків: 4.1 «Рух прямо», 4.2 «Рух праворуч», 4.3 «Рух ліворуч», 4.7 «Об'їзд перешкоди з правого боку» або 4.8 «Об'їзд перешкоди з лівого боку» на відстані від 10 м до 15 м від місця робіт. Існуючі дорожні знаки, дія яких поширюється на ділянку проведення робіт, але суперечить прийнятій схемі організації дорожнього руху, мають зніматися або накриватися тимчасово чохлами.

Машини і агрегати мають встановлюватися лицьовою стороною в напрямку руху транспорту.

По закінченні робочої зміни машини, обладнання, інструменти, тимчасові дорожні знаки і огороження слід прибирати з автомобільної дороги, а з існуючих дорожніх знаків, що зачохлені, знімати чохлами.



Проект разработан в соответствии с требованиями СНиП 3-04-01-85 «Системы вентиляции для помещений». Автор проекта: А.В. Иванов. Утвержден: А.В. Иванов. 14.05.2014 г.

Вентиляция воздуха в здании осуществляется по плану 1, показанному на плане. Вентиляция осуществляется по плану 2, показанному на плане. Вентиляция осуществляется по плану 3, показанному на плане.

Тун 1 (1:50)  
Тун 2 (1:50)  
Тун 3 (1:100)

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Сталь	т	100
2	Железобетон	м <sup>3</sup>	500
3	Кирпич	тыс. шт.	200
4	Стекло	м <sup>2</sup>	1000
5	Плиты	м <sup>2</sup>	500
6	Специальные материалы	кг	10000
7	Работы	шт.	1
8	Услуги	шт.	1
9	Итого		

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Сталь	т	100
2	Железобетон	м <sup>3</sup>	500
3	Кирпич	тыс. шт.	200
4	Стекло	м <sup>2</sup>	1000
5	Плиты	м <sup>2</sup>	500
6	Специальные материалы	кг	10000
7	Работы	шт.	1
8	Услуги	шт.	1
9	Итого		

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Сталь	т	100
2	Железобетон	м <sup>3</sup>	500
3	Кирпич	тыс. шт.	200
4	Стекло	м <sup>2</sup>	1000
5	Плиты	м <sup>2</sup>	500
6	Специальные материалы	кг	10000
7	Работы	шт.	1
8	Услуги	шт.	1
9	Итого		

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Сталь	т	100
2	Железобетон	м <sup>3</sup>	500
3	Кирпич	тыс. шт.	200
4	Стекло	м <sup>2</sup>	1000
5	Плиты	м <sup>2</sup>	500
6	Специальные материалы	кг	10000
7	Работы	шт.	1
8	Услуги	шт.	1
9	Итого		