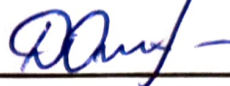


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ НАЗЕМНИХ СПОРУД І АЕРОДРОМІВ**

Кафедра інфраструктури авіаційного транспорту

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

 - Дубик О.М.

“ 05 ” 06 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 192 «БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА

«АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ І АЕРОДРОМИ»

Тема: «Кільцева розв'язка в Чернівецькій області»

Виконавець: студентка Пясковська Марія Богданівна

Керівник: к.т.н., доцент Чернишова Оксана Сергіївна

Нормоконтролер: Дубик Олександр Миколайович

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет наземних споруд і аеродромів

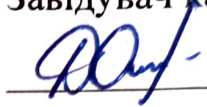
Кафедра інфраструктури авіаційного транспорту

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Автомобільні дороги і аеродроми»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 О.М. Дубик

«05» 06 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

ПЯСКОВСЬКОЇ МАРІЇ БОГДАНІВНИ


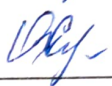

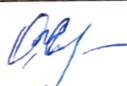
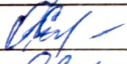

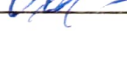
(П.І.Б. випускника)

1. Тема роботи «Кільцева розв'язка в Чернівецькій області»
затверджена наказом ректора від « 23 » квітня 2024р. № 614/ст .
2. Термін виконання роботи: з 20.05.2024р. по 16.06.2024р.
3. Вихідні дані роботи: зібрані та опрацьовані під час проходження переддипломної практики в ПП «Полтава-Проект»: цифрова модель місцевості, характеристики району проєктування (кліматичні умови, умови рельєфу місцевості, гідрогеологічні характеристики).
4. Зміст пояснювальної записки:
1. Опис району проєктування. 2. Обґрунтування актуальності запровадження кільцевого руху. 3. Проєктування профілів та основних елементів кільцевої розв'язки. 4. Розрахунок класу наслідків (відповідальності). 5. Технологія провадження робіт. 6. Організація дорожнього руху.

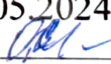

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, графіки.

1. Загальні характеристики. 2. План автомобільної дороги. 3. Поздовжні профілі.
4. Поперечні профілі та технологічні схеми. 5. Результати розрахунків та організація дорожнього руху.


6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Опис району проектування	20.05.24 – 22.05.24	
2.	Обґрунтування актуальності запровадження кільцевого руху	23.05.24 – 24.05.24	
3.	Проектування профілів та основних елементів кільцевої розв'язки	25.05.24 – 29.05.24	
4.	Розрахунок класу наслідків (відповідальності)	30.05.24 – 31.05.24	
5.	Технологія провадження робіт	01.06.24 – 03.06.24	
6.	Організація дорожнього руху	04.06.24 – 07.06.24	
7.	Вступ, реферат, висновки	08.06.24 – 10.06.24	

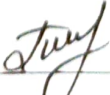
7. Консультація з окремих розділів:

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-6	доц. Чернишова О.С.	20.05.2024 	07.06.24 

8. Дата видачі завдання: « 20 » травня 2024 р.

Керівник кваліфікаційної роботи: 
(підпис керівника)

Чернишова О.С.
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: 
(підпис випускника)

Пясковська М.Б.
(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пясковська Марія Богданівна. Кільцева розв'язка в Чернівецькій області.

Рисунків – ..., таблиць – ..., кількість найменувань літератури –

Ключові слова: КІЛЬЦЕВА РОЗВ'ЯЗКА, ІНТЕНСИВНІСТЬ РУХУ, КОНФЛІКТНІ ТОЧКИ, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНІ ПРИГОДИ, ПОЗДОВЖНИЙ ПРОФІЛЬ, ПОПЕРЕЧНИЙ ПРОФІЛЬ, ДОРОЖНИЙ ОДЯГ, ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ.

Об'єктом досліджень є ділянка автомобільної дороги загального користування державного значення Н-03 Житомир – Чернівці на ділянці км 310+752 у місті Хотин, Хотинського району Чернівецької області, де планується будівництво транспортної розв'язки кільцевого типу в одному рівні.

Метою роботи є розробка проекту будівництва кільцевої транспортної розв'язки для підвищення безпеки дорожнього руху та оптимізації транспортних потоків на перетині вулиці Шевченка та дороги Н-03, враховуючи наявну інтенсивність руху та перспективне зростання транспортного навантаження.

Стисла характеристика роботи

Робота включає аналіз кліматичних умов району проєктування для визначення оптимальних технічних рішень. Аналіз перспективної інтенсивності руху показав необхідність можливого розширення кількості смуг у майбутньому. Проєктування включало побудову поздовжніх профілів, визначення вертикальних кривих та вибір поперечних профілів. Для дороги передбачено використання нежорсткого типу дорожнього одягу – ЩМА. За допомогою автоматизованого проєктування AutoCAD Civil 3D було отримано ЦММ та запроєктовано кільце діаметром 38 м.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОПИС РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ.....	9
1.1. Постановка задачі	9
1.2. Характеристики ділянки проєктування	10
1.2.1. Клімат	10
1.2.2. Рельєф.....	13
1.2.3. Ґрунти	14
1.2.4. Гідрологія.....	15
1.3. Розрахунок тривалості будівельного сезону.....	16
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ЗАПРОВАДЖЕННЯ КІЛЬЦЕВОГО РУХУ	19
2.1. Аналіз ДТП.....	19
2.2. Оцінка небезпеки перетину	20
2.3. Досвід ефективності організації дорожнього руху по кільцю	27
2.4. Вимоги до проєктування транспортних розв'язок в одному рівні	29
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ ПРОФІЛІВ ТА ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВОЇ РОЗВ'ЯЗКИ.....	32
3.1. Вихідні дані для проєктування поздовжніх профілів, їх елементи та оформлення.	32
3.1.1. Проєктування поздовжнього профілю	33
3.1.2. Робочі відмітки, проєктування кюветів	36
3.2. Вихідні дані для проєктування поперечних профілів, їх елементи та оформлення	38
3.3. Розрахунок основних елементів кільцевої розв'язки.....	41
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК КЛАСУ НАСЛІДКІВ (ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ)	45
РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВАДЖЕННЯ РОБІТ	48
5.1. Вихідні дані для розрахунку дорожнього одягу.....	48
5.2. Розрахунок дорожнього одягу	49
5.2.1. Розрахунок інтенсивності дорожнього руху	49
5.2.2. Розрахунок дорожнього одягу за допустимим пружним прогином.....	50
5.3. Технологія будівництва.....	52
РОЗДІЛ 6. ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ.....	63
ВИСНОВКИ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	68
ДОДАТКИ.....	71

ВСТУП

Кільцеві розв'язки є одним з найефективніших засобів організації дорожнього руху, що дозволяє забезпечити високу пропускну здатність перетинів доріг при зменшенні кількості дорожньо-транспортних пригод. В умовах стрімкого зростання автомобільного транспорту та урбанізації, особливо важливим є забезпечення ефективного і безпечного руху на перетинах доріг. Це питання стає актуальним як для великих міст, так і для менших населених пунктів, де концентрація транспортних потоків також може бути значною.

Чернівецька область, як і багато інших регіонів України, стикається з проблемою високого рівня аварійності на дорогах. За останні кілька років, статистика показує значну кількість дорожньо-транспортних пригод, зокрема на перехрестях з інтенсивним рухом, тому проектування кільцевих розв'язок може суттєво зменшити кількість ДТП завдяки зниженню швидкості транспортних засобів та покращенню видимості на перехрестях.

Проект передбачає облаштування кільцевої розв'язки на перетині дороги загального користування державного значення Н-03 та вул. Шевченка в м. Хотин. Наразі перетин має Т-подібну форму, що створює низку проблем з безпекою дорожнього руху. Для зниження аварійності та підвищення пропускну здатності пропонується облаштувати кільцеву розв'язку.

На поточному Т-подібному перетині спостерігається значна кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Причинами аварій можуть бути: висока швидкість руху; погана видимість; недостатнє інформування; людський фактор.

Також на даному Т-подібному нерегульованому перехресті існує дев'ять конфліктних точок, де можуть виникати різного роду аварійні ситуації, наприклад: виїзд з другорядної дороги на головну, поворот ліворуч на головну дорогу, зустрічний рух на головній дорозі.

Впровадження кільцевого руху на перетині доріг Н-03 та вул. Шевченка в м. Хотин має потенціал значно знизити кількість ДТП та підвищити ефективність транспортного потоку. Кільцеві розв'язки зменшують кількість конфліктних точок, забезпечують плавніше пересування транспорту та сприяють зниженню швидкості руху.

У багатьох країнах світу кільцевий рух вже давно використовується як ефективний засіб поліпшення безпеки на дорогах.

Так, наприклад, у Великобританії кільцеві розв'язки є невід'ємною частиною дорожньої інфраструктури. Вони сприяють зниженню аварійності на 40% порівняно з традиційними перетинами.

У Швеції розв'язки з круговим рухом широко застосовуються для зменшення числа серйозних ДТП. Тут кільцеві розв'язки показали зниження кількості смертельних випадків на дорогах на 50%.

У США кільцеві розв'язки використовуються як ефективний засіб зменшення заторів і підвищення пропускної здатності доріг.

Слід відмітити, що кліматичні умови відіграють важливу роль при виборі типу дорожнього одягу для будівництва та експлуатації автомобільних доріг. У випадку проєктування кільцевої розв'язки на перетині дороги загального користування державного значення Н-03 та вул. Шевченка в м. Хотин, пропонується використовувати нежорсткий тип дорожнього одягу (асфальтобетонного покриття) зумовлений кількома ключовими факторами, пов'язаними з кліматичними особливостями Чернівецької області. Цей регіон характеризується помірно-континентальним кліматом з суттєвими температурними коливаннями протягом року, високим рівнем опадів та значними перепадами вологості.

Періодичні зміни температури, зокрема взимку та влітку, можуть призводити до утворення тріщин та деформацій на дорожньому покритті.

У цьому контексті вибір нежорсткого типу дорожнього одягу є оптимальним рішенням, оскільки асфальтобетонне покриття має високі показники стійкості до температурних коливань та вологості. Воно також забезпечує кращу зчепленість із транспортними засобами в умовах снігу та льоду, що підвищує безпеку дорожнього руху. Використання основи, укріпленої цементом, а також трьох шарів асфальтобетону, з яких верхній шар виконаний з щебенево-мастикового асфальтобетону, гарантує довговічність та ефективність дорожнього одягу.

Відомо, що впровадження кільцевого руху вимагає перегляду організації дорожнього руху. Буде розроблено нову схему руху, яка включатиме встановлення відповідних дорожніх знаків, розмітки та освітлення. Це дозволить створити безпечніші умови для всіх учасників дорожнього руху, знизити аварійність та підвищити ефективність транспортного потоку.

Таким чином, проєкт облаштування кільцевої розв'язки на перетині дороги Н-03 та вул. Шевченка в м. Хотин є необхідним заходом для поліпшення безпеки та організації дорожнього руху в місті.

РОЗДІЛ 1. ОПИС РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Постановка задачі

Програмою «Велике будівництво» у місті Хотин, Хотинського району Чернівецької області було передбачено будівництво транспортної розв'язки в одному рівні кільцевого типу на автомобільній дорозі загального користування державного значення Н-03 Житомир – Чернівці на ділянці км 310+752.

Дана розв'язка розташовується на перехресті вулиці Шевченка в м. Хотин з дорогою загального значення Н-03 Житомир – Чернівці на ділянці км 310+752. Дослідна ділянки траси Н03 відноситься до II категорії, а її приведена інтенсивність руху становить 8500 авт./добу. Це означає, що в поперечному профілі ця автомобільна дорога має дві смуги руху, по одній в кожному напрямку. Загальна ширина проїзної частини та узбіч становить 14 метрів.

На дослідному перетині фіксується понад 50 дорожньо-транспортних пригод на рік та порядку десяти аварійних ситуацій на добу, що є достатньо несприятливими показниками з точки зору рівня безпеки дорожнього руху.

Основна мета нової розв'язки:

- мінімізувати кількість дорожньо-транспортних пригод, що виникають на дослідному перетині;
- знизити ризики виникнення аварійних ситуацій;
- забезпечити неперервне пересування пішоходів і транспортних засобів;
- контроль за дотриманням обмеження швидкості;
- забезпечення безпеки при транспортуванні пасажирів та вантажів.

На рис. 1.1 наведено розташування даного перетину на Google-maps, а також супутниковий знімок для кращого розуміння прилеглої території та можливості проєктування кільцевої розв'язки.

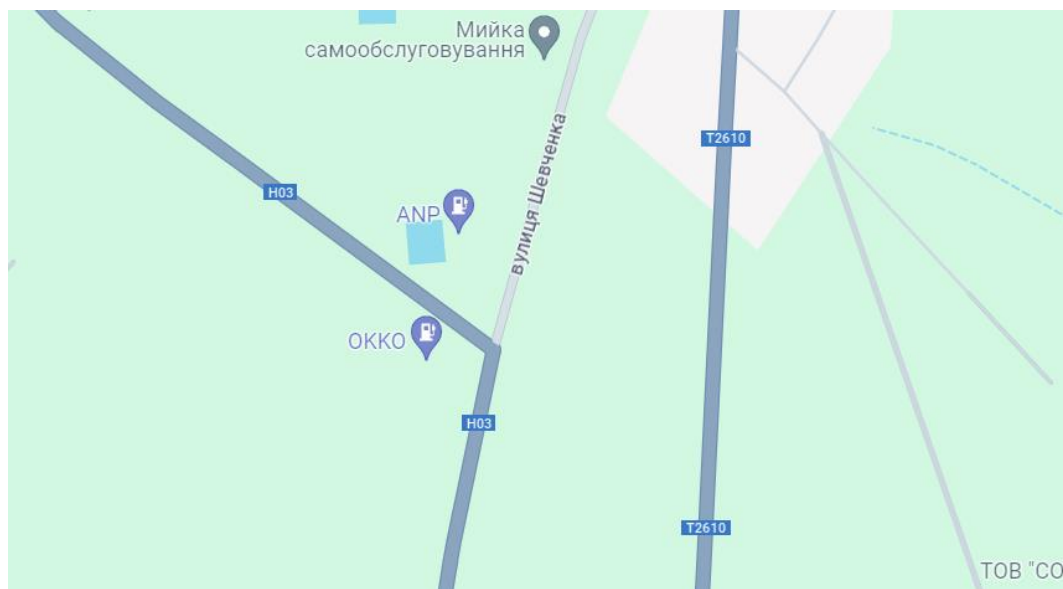
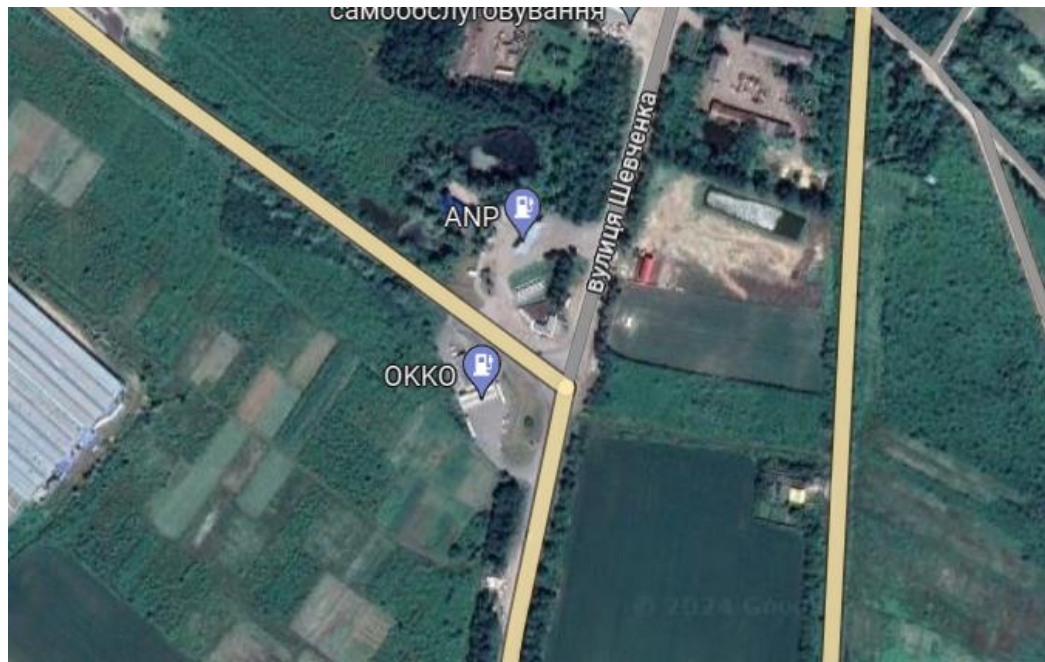


Рисунок 1.1 – Географічне розташування транспортної ділянки

1.2. Характеристики ділянки проєктування

1.2.1. Клімат

Клімат Чернівецької області характеризується як помірно континентальний з м'якими зимами та теплим, часто вологим літом. Цей регіон розташований на південному заході України та включає частину Карпатських

гір, що впливає на його кліматичні умови, роблячи їх більш м'якими та вологими у порівнянні з іншими регіонами країни.

Нижче наведена середньомісячна температура повітря та середньодобова амплітуда повітря (табл. 1.1), згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія [1].

Таблиця 1.1

Температура зовнішнього повітря

Обл.	Середньомісячна температура повітря, °С												Сер. за рік, °С
	Середньодобова амплітуда температури, °С												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Черні- вецька	-4,1	-2,4	2, 0	8,9	14,5	17,6	19,1	18,4	14,1	8, 7	2,7	-2,1	8,1
	6,2	6,2	7, 7	10,0	10,4	10,1	10,0	10,5	10,4	9, 4	6,3	5,7	

Як видно з табл. 1.1 середньорічна температура повітря в заданому районі проектування становить 8,1 °С. Найнижча температура спостерігається у січні місяці — -4,1 °С. Найвища температура повітря фіксується у липні — 19,1 °С.

Згідно з [1], здійснено оцінку середньомісячної відносної вологості повітря і середньої добової амплітуди вологості (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Відносна вологість повітря

Область	Середньомісячна відносна вологість, %												Сер. за рік, %
	Середньодобова амплітуда відносної вологості, %												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Черні- вецька	83	82	77	70	69	71	72	74	75	79	84	85	77
	9	12	21	30	31	29	32	33	32	26	13	8	

За допомогою [1] визначено дані щодо середньомісячної кількості опадів та наявності снігового покриву (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Опади

Область, місто	Середньомісячна кількість опадів, мм												Опадів за рік, мм
	Середньомісячна наявність снігового покриву, дні												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Черніве- цька	28	30	34	53	71	93	110	72	56	35	36	35	653
	22	20	11	—	—	—	—	—	—	—	5	16	

Дані табл. 1.3 свідчать про те, що у середньому за рік випадає 653 мм атмосферних опадів і дослідному районі. Найменше опадів спостерігається у січні — 28 мм. Найбільше опадів спостерігається у липні — 110 мм. Сніговий покрив спостерігається з листопада по березень.

Для визначення переважного вітрового режиму згідно з [1], визначено характеристику вітру в січні (табл. 1.4) та характеристику вітру в теплий період – липень (табл. 1.5).

Таблиця 1.4

Характеристика вітру в січні

Область	Повторюваність напрямку вітру, %								Повторюваність штилю, %
	Середня швидкість вітру, м/с								
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	
Черніве- цька	5,3	1,0	27,7	10,0	8,2	5,4	17,4	25,0	8,1
	3,2	1,9	3,3	3,1	2,4	2,6	4,5	4,7	

Таблиця 1.5

Характеристика вітру в липні

Область	Повторюваність напрямку вітру, %								Повторюваність штилю, %
	Середня швидкість вітру, м/с								

	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	
Черні- вецька	16,9	14,5	14,2	8,8	6,0	7,4	16,4	15,8	15,0
	3,7	4,1	4,2	4,0	3,4	3,9	3,9	3,6	

За наведеними даними побудовано розу вітрів, яка наведена на рисунку 1.2.

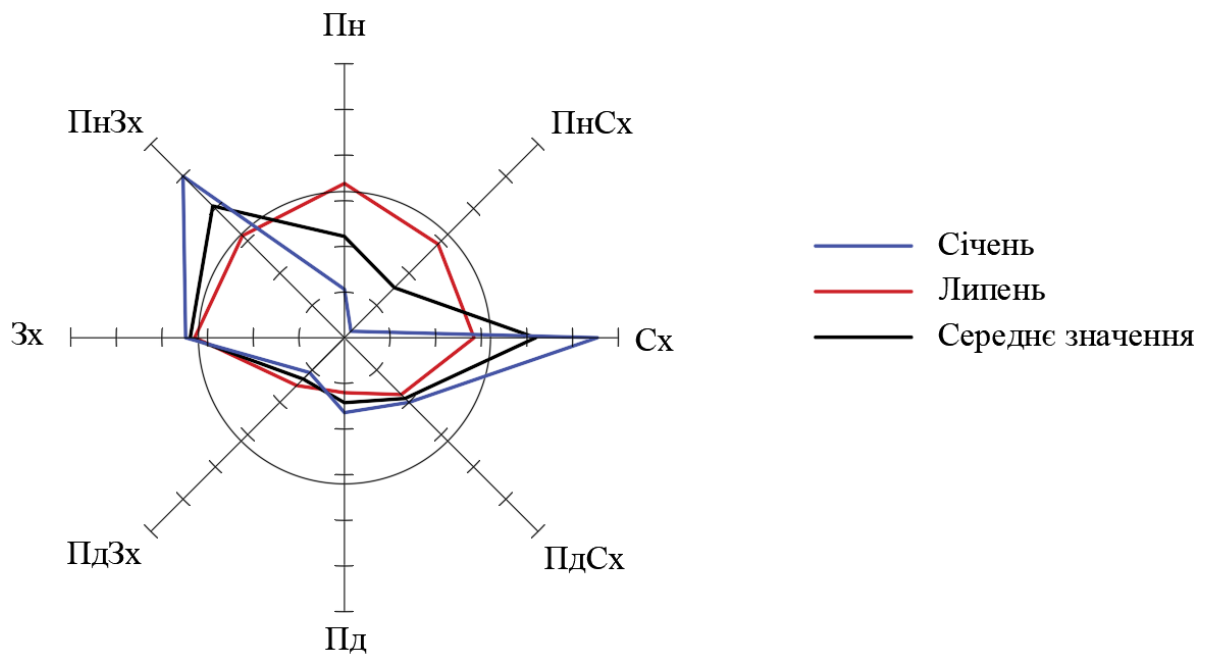


Рисунок 1.2 – Роза вітрів

Для оцінки повторюваності вітру на розу вітрів нанесено поле із 16% ймовірністю. Перевищення цієї вірогідності вказує на підвищену повторювальність вітру з відповідного напрямку, у нашому випадку, із сходу.

Отримані дані потрібні під час визначення тривалості будівельного сезону при розробці технології виконання робіт з будівництва кільцевої розв'язки.

1.2.2. Рельєф

Рельєф Чернівецької області дуже різноманітний і включає як рівнинні, так і гірські території, що відображає географічне розташування області на південному заході України та її часткове примикання до Карпатських гір.

Гірські території в Чернівецькій області займають відносно невелику частину її території та є частиною Покутсько-Буковинських Карпат. Вони розташовані на південному заході області та включають високі та середні висоти, що не перевищують 1500 метрів над рівнем моря. Ці гірські масиви забезпечують важливі природні ресурси, включаючи ліси та мінеральні джерела.

Все ж більшість Чернівецької області займають рівнини та пагорби, які включають подільську височину, частина якої розташована в області, характеризуючись хвилястими пагорбами та широкими долинами річок. Подільська височина сприяє розвитку сільського господарства завдяки своїм родючим ґрунтам.

1.2.3. Ґрунти

Чернівецька область має різноманітні ґрунтові умови, що відображають її географічне розташування та рельєф. Регіон охоплює як рівнинні, так і гірські території, що сприяє формуванню різних типів ґрунтів.

Чорноземи звичайні та чорноземи опідзолені є домінуючими ґрунтами в рівнинних частинах Чернівецької області. Ці ґрунти відомі своєю високою родючістю та вмістом гумусу, що робить їх ідеальними для вирощування зернових культур, технічних культур, овочів та фруктів.

Сірі лісові ґрунти зустрічаються в лісистих районах області, особливо в підніжжях Карпат. Ці ґрунти мають гарну структуру та достатній вміст органічної речовини, що робить їх придатними для лісового господарства та вирощування певних видів сільськогосподарських культур.

Дерново-підзолисті ґрунти переважно розвинені в гірських та підгірських районах, де вони формуються під лісовою та чагарниковою рослинністю. Ці ґрунти менш родючі порівняно з чорноземами та сірими лісовими ґрунтами, але

використовуються для лісового господарства, пасовищ та вирощування культур, пристосованих до бідніших ґрунтових умов.

Бурі лісові ґрунти також зустрічаються в гірських районах Чернівецької області. Вони характеризуються помірним вмістом гумусу та кислою реакцією. Ці ґрунти є основою для гірських лісів та чагарників, а також можуть використовуватися для розвитку гірського сільського господарства, зокрема вирощування картоплі, овочів та кормових культур.

Вапнякові ґрунти можуть бути у деяких районах, особливо в місцях виходу вапнякових порід на поверхню, які мають високий вміст вапна та використовуються для специфічних агрокультур, що вимагають вапняних умов.

Заболочені ґрунти можуть зустрічатися в низинних ділянках області, де вода стоїть довго або є високий ґрунтовий вологість. Такі ґрунти вимагають меліорації для сільськогосподарського використання.

Різноманітність ґрунтів в Чернівецькій області дозволяє розвивати різнобічне сільське господарство, лісівництво та інші господарські діяльності, з урахуванням специфічних ґрунтових та кліматичних умов.

1.2.4. Гідрологія

Гідрологічна система Чернівецької області є досить різноманітною та включає річки, струмки, озера, болота та джерела мінеральних вод. Область розташована у басейні річки Дністер, яка відіграє ключову роль у гідрологічній системі регіону, а також у басейні річки Прут.

Дністер є найбільшою річкою не тільки Чернівецької області, але й усієї Західної України, формуючи західний кордон області. Прут є іншою важливою річкою, що протікає через Чернівецьку область, зокрема через її обласний центр — місто Чернівці. Прут має значення для водопостачання та зрошення.

Крім головних річок, в області є численні менші річки та струмки, які впадають до Дністра та Прута, забезпечуючи водні ресурси для сільськогосподарських угідь, лісів та населених пунктів.

Хоча дана область не відома великою кількістю природних озер, тут є кілька штучних водойм, створених для потреб водопостачання, рибництва та відпочинку.

Гідрологічні ресурси Чернівецької області сприяють розвитку сільського господарства, лісового господарства, рибальства, а також туризму та оздоровлення.

1.3. Розрахунок тривалості будівельного сезону

Будівельний сезон – це період року, коли погодні умови сприятливі для виконання будівельних робіт. Розрахунки цього періоду необхідні для ефективного планування та організації будівельних процесів.

Терміни початку та завершення весняного й осіннього бездоріжжя визначаються на основі аналізу температурного режиму, рівня опадів, стану ґрунтів.

На основі аналізу кліматичних умов розраховують: терміни початку і закінчення весняного та осіннього бездоріжжя і, відповідно, тривалість лінійних робіт.

Для глинистих (супісок, суглинки, глина) ґрунтів дати можливого початку z_n^e і кінця z_k^e весняного бездоріжжя визначають за формулами 1.1 та 1.2 відповідно:

$$z_n^e = z_0 + \frac{5}{\alpha'} \quad (1.1)$$

$$z_k^e = z_n^e + \frac{0,7h}{\alpha'} \quad (1.2)$$

де z_0 – дата переходу температури повітря навесні через 0°C , визначають за дорожньо-кліматичним графіком (ДКГ);

h – середня глибина промерзання ґрунту в районі будівництва, см;

α' – кліматичний коефіцієнт, який характеризує швидкість відтавання ґрунту, см/добу.

$$\text{Отже, } z_n^6 = 16,03 + \frac{5}{3,5} = 17,03, \quad z_k^6 = 17,03 + \frac{0,7 \cdot (33 + 44 + 21)}{3,5} = 24,03$$

Дати початку z_n^{oc} та завершення z_k^{oc} осіннього бездоріжжя визначаються на основі зміни середньомісячної температури повітря в осінній період, зокрема, коли вона коливається від $+5^{\circ}\text{C}$ до 0°C .

Відповідно до ДКГ, ці дати визначені як: $z_n^{oc} = 30,10$, $z_k^{oc} = 24,11$

Тривалість весняного $T_{вес}$ та осіннього $T_{ос}$ бездоріжжя визначають за формулами 1.3 та 1.4 відповідно:

$$T_{вес} = z_k^6 - z_n^6 \quad (1.3)$$

$$T_{ос} = z_k^{oc} - z_n^{oc} \quad (1.4)$$

Отже, $T_{вес} = 24,03 - 17,03 = 8$ днів, $T_{ос} = 24,11 - 30,10 = 26$ днів.

Початок земляних робіт встановлюється на дату завершення весняного бездоріжжя $z_k^6 = 24,03$. Календарна тривалість будівництва земляного полотна в теплу пору року T_k визначається від цієї дати до початку осіннього бездоріжжя $z_n^{oc} = 30,10$. Отже, $T_k = 30,10 - 24,03 = 221$ дні.

Строк будівництва визначають за формулою 1.5:

$$T_p = T_k - T_1 - T_2 - T_3 \quad (1.5)$$

де T_1 – кількість святкових і вихідних днів за період $T_k = 60$ днів;

T_2 – кількість днів на технічне обслуговування та ремонт дорожніх машин (8,84 днів);

T_2 – кількість днів простоїв за кліматичними умовами, які припадають на робочі дні.

Отже, $T_p = 221 - 60 - 8,84 - (2,1 + 3,3 + 4,2 + 5,0 + 5,0) = 132,56 \approx 133$ дня.

Середня кількість робочих змін за період будівництва визначається на основі розрахункової тривалості будівництва за формулою 1.6:

$$T_{зм} = T_p \cdot K_3 \quad (1.6)$$

$$K_3 = \frac{N_1 + 2N_2}{N_1 + N_2} \quad (1.7)$$

N_1, N_2 – календарна кількість днів, відповідно, з одно- та двозмінною роботою за період T_k .

Отже, $T_{зм} = 133 \cdot \frac{105 + 2 \cdot 117}{105 + 117} = 203,09 \approx 203$ зміни

Для попереднього розподілу робочого часу на підготовчі ($T_{підготовчі}$), основні ($T_{основні}$) та завершальні ($T_{завершальні}$) роботи використовуються відповідні формули:

$$T_{підготовчих} = 0,15 \cdot T_{зм} = 0,15 \cdot 203 = 30,45 \approx 30 \text{ змін}$$

$$T_{основних} = 0,7 \cdot T_{зм} = 0,7 \cdot 203 = 142,1 \approx 142 \text{ зміни}$$

$$T_{заключних} = 0,15 \cdot T_{зм} = 0,15 \cdot 203 = 30,45 \approx 30 \text{ змін}$$

Отримані дані допоможуть у плануванні організації робіт під час будівництва кільцевої розв'язки.

РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ЗАПРОВАДЖЕННЯ КІЛЬЦЕВОГО РУХУ

2.1. Аналіз ДТП

Безпека дорожнього руху є комплексною характеристикою, яка визначає загальний рівень захисту учасників дорожнього руху від аварій та їх наслідків. До неї входять різні аспекти, які допомагають створити безпечні умови на дорогах і зменшити ризик виникнення ДТП та важкість їх наслідків. Основні складові цієї комплексної характеристики: інфраструктура, правове регулювання, регулярний контроль, стан транспортних засобів, оперативна медична допомога та інше.

Згідно з даними Патрульної поліції України [2], у 2023 році в Україні було зафіксовано 23 642 аварії із загиблими та травмованими, що на 26,9% більше, ніж у 2022 році (18 628 ДТП). Також зросла кількість загиблих на 9,4% внаслідок ДТП: 3 053 особи (порівняно з 2 791 у 2022 році). Загальний розподіл ДТП за останні роки наведено на рисунку 2.1. Крім того, минулого року в аваріях було травмовано 29 502 особи (23 145 у 2022 році).



Рисунок 2.1 – Статистика ДТП у період з 2017 по 2023 роки

Також статистика на дорозі Н-03 Житомир – Чернівці показує, що у 2023 році відбулося понад близько 100 ДТП, що на 69,5% більше, ніж у 2022 році (59). Також зросла й кількість загиблих (27) та травмованих (172) у порівнянні за 2022 рік, що становить 21 та 88 осіб відповідно.

Розповсюдженою причиною виникнення ДТП у 2023 році, як і в минулих роках, було перевищення безпечної швидкості (усього ДТП 9215). Наступною причиною стало порушення правил маневрування (усього ДТП 5191) (рис. 2.2).

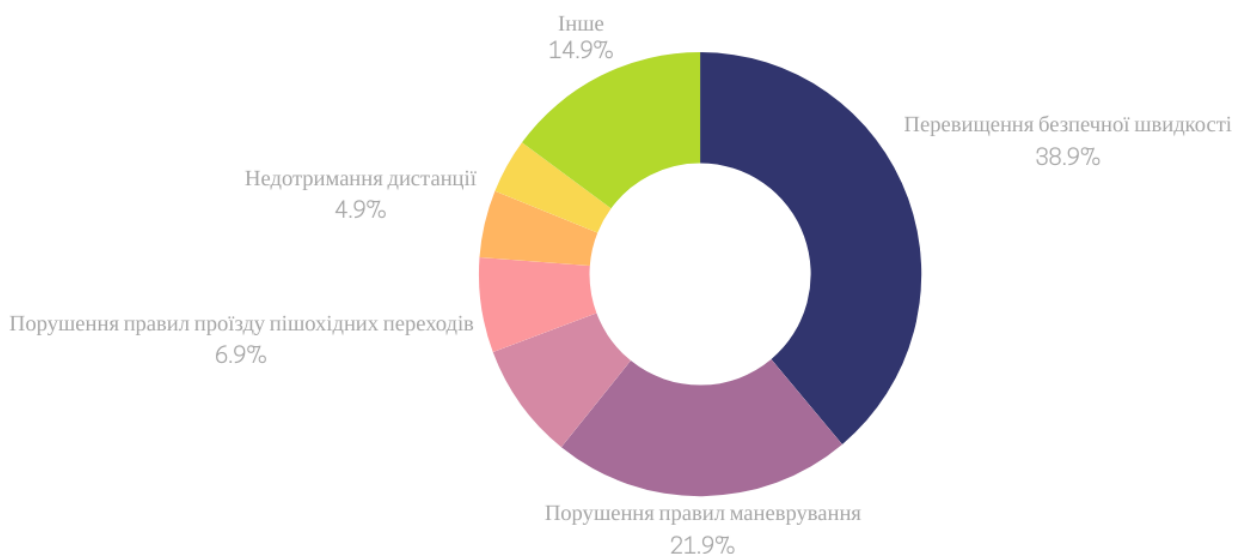


Рисунок 2.2 – Причини ДТП у 2023 році

Також, як видно з рис. 2.2 суттєву частку серед основних причин виникнення ДТП посідають випадки, зумовлені порушенням правил проїзду пішохідних переходів та недотримання дистанції.

2.2. Оцінка небезпеки перетину

Організація дорожнього руху на заданому нерегульованому перехресті з визначеним пріоритетом транспортних засобів відбувається за допомогою дорожніх знаків, розмітки.

Однак цей тип перехрестя не є найбезпечнішим через наявність конфліктних точок. Місця перетину або взаємодії транспортних потоків

створюють підвищений ризик зіткнень, особливо якщо водії неухважно дотримуються знаків або неправильно інтерпретують ситуацію на дорозі.

Конфліктні точки на перехресті дороги (рис. 2.3, а) – місця, де траєкторії руху транспортних засобів або пішоходів перетинаються, створюючи потенційно небезпечні ситуації. Ці точки є місцями підвищеного ризику аварій через можливість зіткнень між різними учасниками дорожнього руху. Основні види конфліктних точок (рис. 2.3, б) включають:

1. Точки пересічення – два або більше транспортних засоби перетинаються під кутом (наприклад, лівий чи правий поворот на перехресті).
2. Точки злиття – дві траєкторії об'єднуються в одну (наприклад, при в'їзді на головну дорогу зі з'їзду).
3. Точки розходження – одна траєкторія руху розділяється на дві (наприклад, на розгалуженнях доріг або в місцях виходу зі смуги).

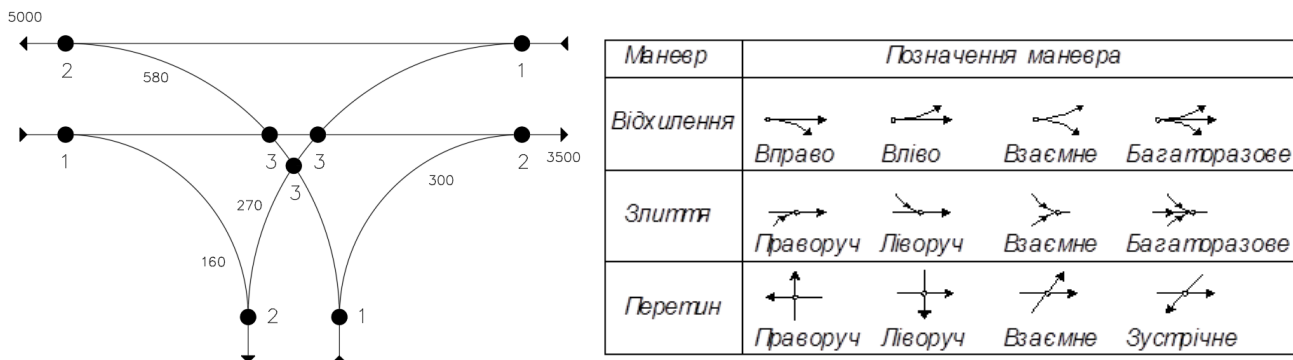


Рисунок 2.3 – Конфліктні точки: а) можливі конфліктні точки на Т-подібному перехресті; б) види можливих конфліктних точок

Для оцінки небезпеки перехрестя використовується п'ятибальна система оцінки конфліктних точок, яка враховує складність транспортного вузла. Згідно з цією системою, кожен вид конфліктної точки оцінюється так: відхилення — 1 бал, злиття — 3 бали, перетин — 5 балів.

Ступінь складності перехрестя можна розрахувати за формулою за формулою (2.1):

$$m = n_g + 3n_z + 5n_n \quad (2.1)$$

де n_g – кількість точок відхилення;

n_z – кількість точок злиття;

n_n – кількість точок пересічення.

Отже, за рис. 2.4 встановлено ступінь складності заданого перехрестя:

$$m = 3 + 9 + 15 = 27; \quad m < 40; \quad 27 < 40$$

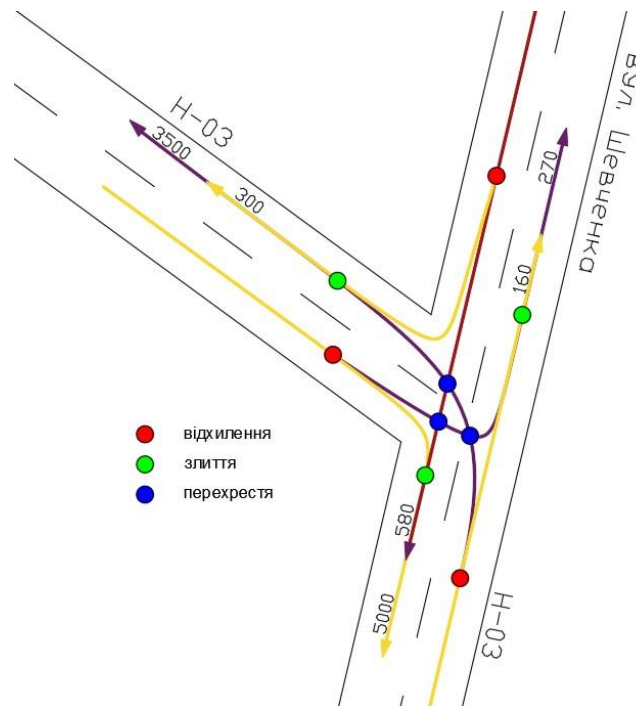


Рисунок 2.4 – Конфліктні точки на перехресті Н–03 та вул. Шевченка

Це означає, що транспортний потік вважається простим. Однак варто пам'ятати, що взаємодія транспортних засобів у потоці — явище складне, і оцінка за п'ятибальною шкалою є дуже спрощеною. Вона не враховує кількість смуг і інтенсивність руху, тому ця оцінка лише дає загальне уявлення про складність будь-якого транспортного вузла.

Для проєктованих перехресть відносна небезпека визначається за кількістю можливих ДТП. Цей метод базується на оцінці ймовірності виникнення конфліктів і їх потенційної тяжкості.

Вірогідна кількість ДТП на 10 млн автомобілів в конфліктній точці становитиме:

$$q = K_i N_j N_i \cdot 365 \cdot 10^{-7} \quad (2.2)$$

де K_i – відносна аварійність в даній конфліктній точці (відхилення – 0,0015; перехрестя – 0,0020; злиття – 0,0025);

N_j, N_i – інтенсивність руху потоків, що взаємодіють у даній конфліктній точці, ТЗ авт./добу.

За формулою (2.2) було розраховано рівень небезпеки кожної конфліктної точки:

$$q_1 = 0,0015 \cdot 5000 \cdot 270 \cdot 365 \cdot 10^{-7} = 0,0739$$

Таким чином обчислено наступні q_n (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Вірогідна кількість ДТП на 10 млн автомобілів

№ точки	Характеристика точки	Інтенсивність потоків	K_i	q_n
1	відхилення	5000+270	0,0015	0,074
2	злиття	5000+580	0,0025	0,265
3	відхилення	3500+160	0,0015	0,031
4	злиття	160+270	0,0025	0,004
5	відхилення	580+300	0,0015	0,010
6	злиття	3500+300	0,0025	0,096
7	перехрестя	3500+270	0,0020	0,069
8	перехрестя	580+3500	0,0020	0,148
9	перехрестя	270+580	0,0020	0,011

Небезпека пересічення Н-03 та вул. Шевченка становитиме сумі всіх конфліктних точок:

$$G = \sum_{i=1}^9 q_i = 0,707$$

Рівень небезпеки руху на перехрестях розрахуємо за формулою (2.3):

$$k_a = \frac{G \cdot 10^6}{25 \cdot \sum N_n} \quad (2.3)$$

де $\sum N_n$ – інтенсивність руху на дорогах, які перетинаються, авт./добу.

$$\text{Отже, } k_a = \frac{0,707 \cdot 10^6}{25 \cdot 9810} = 2,88$$

При значенні $k_a = 2,88$ необхідно забезпечити оглядовість на перехресті, розстановку дорожніх знаків, розмітка проїжджої частини, освітлення поверхні перехрестя.

Інтенсивність руху на автомобільних дорогах – ключовий показник, який визначає ефективність транспортної інфраструктури та комфортність переміщення транспортних засобів. При виникненні заторів або перевищенні пропускної здатності доріг виникає необхідність в аналізі та оцінці поточної ситуації, а також прогнозуванні майбутніх потреб у транспортній інфраструктурі.

Пропускна здатність – це максимальна кількість транспортних засобів, які можуть пройти через смугу руху протягом певного періоду часу. Вона визначається різними факторами, такими як кількість смуг, види транспортних засобів та швидкість руху.

Пропускна спроможність однієї смуги руху транспорту на перегоні визначається за виразом:

$$N_{\text{теор}} = \frac{3600V_p}{l_a + l_{\sigma} + V_p t_p \frac{(k_e - k_1)V_p}{2g(\varphi + f \pm i)}} \quad (2.4)$$

де V_p – швидкість руху транспорту, яка приймається залежно від категорії автомобільної дороги та умов руху на ній, м/с;

t_p – час реакції водія та період спрацювання гальмівної системи автомобіля (0,5...2,0 с).

l_a – довжина розрахункового автомобіля (5 м);

l_0 – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися (2...5 м);

k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування (1,5...1,7);

k_1 – коефіцієнт гальмування переднього автомобіля в екстремальних умовах (1,0...1,2);

g – прискорення сили тяжіння (9,81 м/с²);

φ – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини, приймається залежно від стану поверхні покриття: сухе чисте 0,5...0,7;

f – коефіцієнт опору кочення, приймаємо 0,02;

i – повздовжній ухил ділянки.

Отже, за формулою (2.4) визначимо пропускну спроможність однієї смуги руху транспорту на перегоні:

$$N_{теор} = \frac{3600 \cdot 19,44}{5 + 1 + 19,44 \cdot 0,5 + \frac{(1,7 - 1,2) \cdot 19,44^2}{2 \cdot 9,81(0,6 + 0,008)}} = 2465 \text{ авт / год}$$

Пропускна здатність каналу визначається за виразом:

$$N = N_{теор} \cdot n \quad (2.5)$$

де n – коефіцієнт багатосмуговості, який залежно від кількості смуг в одному напрямку приймається: за однієї смуги – 1.

Отже, за формулою (2.5) визначено пропускну здатність каналу:

$$N = 2465 \cdot 1 = 2465 \text{ од / год}$$

Величину фактично існуючого навантаження на цей канал в годину пік:

$$N_{\text{факт.}} = \frac{N_{\text{розр}} \cdot p \cdot K \cdot K_{60}}{100} \quad (2.6)$$

де $N_{\text{розр}} = 8500$ авт/доб;

p – питома вага години пік у добовому циклі (9%);

K – середній коефіцієнт приведення (2);

K_{60} – перехідний коефіцієнт від величини середньодобової інтенсивності до 60-ої години пік (1,3).

*дані прийнято відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [3].

Отже, за формулою (2.6) розраховано величину фактично існуючого навантаження на цей канал в годину пік:

$$N_{\text{факт.}} = \frac{8500 \cdot 9 \cdot 1,2 \cdot 1,3}{100} = 1194 \text{ авт / год}$$

Перспективна інтенсивність через певну кількість років:

$$N_{\text{персп.}} = N_{\text{факт.}} \cdot \left(1 + \frac{P_3}{100}\right)^n \quad (2.7)$$

де $N_{\text{персп.}}$ – інтенсивність через n років, приймаємо $n = 5$ роки;

P_3 – річний відсоток збільшення інтенсивності, приймаємо від 3 до 5%.

Отже, за формулою (2.7) розраховано перспективну інтенсивність руху транспортних засобів через певну кількість років:

$$N_{\text{персп.}} = 1194 \cdot \left(1 + \frac{5}{100}\right)^{15} = 2483 \text{ авт / год}$$

Оцінена перспективна інтенсивність руху на 15 років й отримані дані подано у графічному вигляді (рис. 2.5).

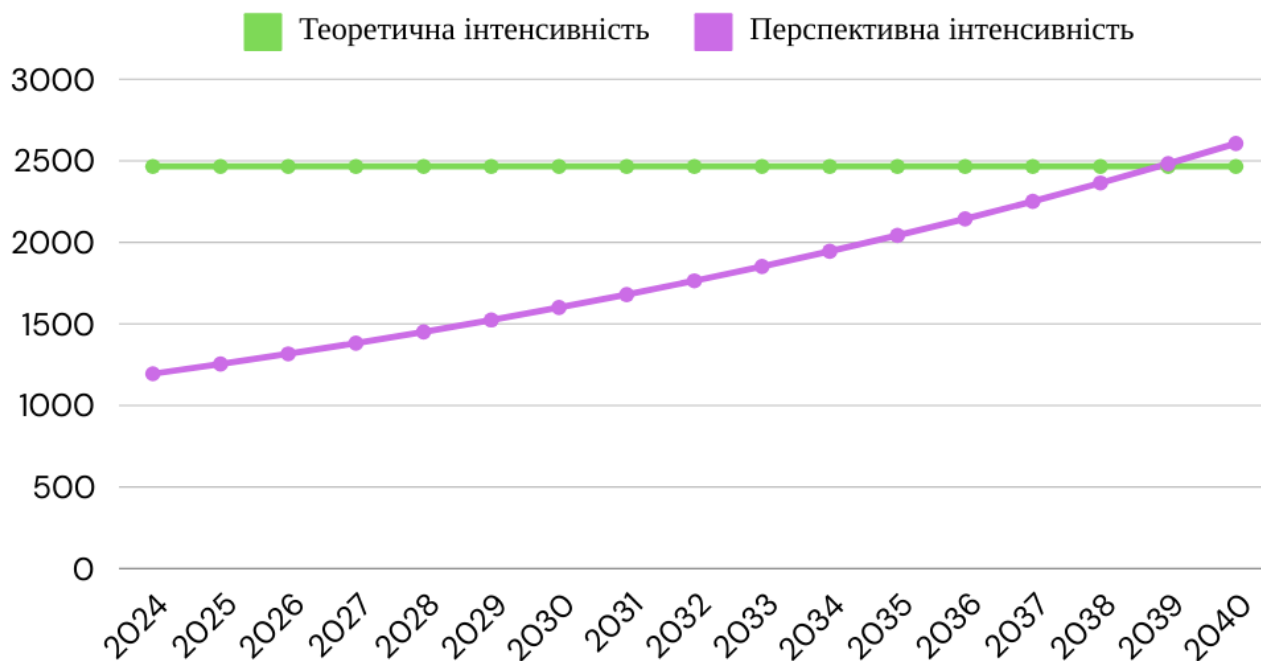


Рисунок 2.5 – Перспективна інтенсивність руху ТЗ на 15 років

Отже, якщо теоретична пропускна здатність дороги становить 2465 авт./год, а прогнозується, що через 15 років інтенсивність руху зросте до 2483 авт./год, то дорога перевищить свою пропускну спроможність і стане перевантаженою між 2038 та 2039 роками. Щоб забезпечити належний рівень руху та уникнути заторів, необхідно розглянути можливість розширення дороги, додавши додаткові дві смуги у віддаленій перспективі.

Таким чином пропускна здатність каналу за формулою (2.5) становитиме:
 $N = 2465 \cdot 1,9 = 4684 \text{ од/год}$ ($n = 1,9$ – дві смуги в одному напрямку).

А отже, автомобільна дорога вичерпає свої ресурси через 28 років та буде потребувати розробки відповідних реконструктивних заходів.

2.3. Досвід ефективності організації дорожнього руху по кільцю

Досвід багатьох розвинених країн вказує на те, що ефективним методом підвищення безпеки дорожнього руху є стратегії "заспокоєння руху". Ці стратегії включають в себе різноманітні технічні та дизайнерські рішення для зниження

швидкості транспортних засобів у потенційно небезпечних або високонавантажених зонах. Одним із найефективніших рішень для перехресть є створення кругових розв'язок малого та середнього діаметра.

У західноєвропейських країнах, наприклад, встановлення таких розв'язок значно знижує всі показники аварійності, включаючи серйозність аварій і кількість ДТП зі смертельними наслідками. Кругові перехрестя зменшують кількість потенційних точок конфлікту між учасниками руху, а також через свої геометричні особливості сприяють зниженню швидкості на перетинах. Це, в свою чергу, покращує умови для пішоходів, оскільки зменшується довжина доріжок для переходу через проїжджу частину, що збільшує їхню безпеку.

Застосування кільцевих перетинів на дорогах і вулицях міст може суттєво стабілізувати статистику ДТП, зменшити їх важкість та покращити пропускну спроможність дорожньої інфраструктури. Як показує досвід Бельгії, перехід від стандартних перетинів до кільцевих розв'язок дозволив знизити середню кількість аварій із потерпілими на одному перетині в рік на 42%, з 1,352 до 0,789, та значно зменшити середню кількість ДТП з важкими наслідками з 0,373 до 0,194.

В Австралії, де було переобладнано 230 перехресть штату Новий Уельс у кільцеві розв'язки, спостерігалось загальне зниження аварійності на 74%, зменшення матеріальних втрат від ДТП на 32% та зниження кількості ДТП з участю пішоходів на 68%.

У Великобританії переобладнання звичайних перехресть на кільцеві перетини призвело до значного зниження кількості ДТП. Статистика показує, що на таких перехрестях аварійність знизилася на 50%, а важкість наслідків аварій - на 40%. Зокрема, зменшення кількості точок конфлікту між транспортними

засобами і геометричні особливості кільцевих перехресть сприяють зниженню швидкості та покращенню умов руху.

У Нідерландах, де вже встановлено більше 200 кільцевих перетинів, зареєстровано зниження кількості ДТП на 65%. Особливо значне зниження спостерігається в категоріях тяжких ДТП, що знизилися на 72%. Вдосконалення кільцевих перетинів включає поліпшення освітленості та встановлення додаткових дорожніх знаків, що допомагає водіям легше орієнтуватися на дорозі.

За результатами досліджень, таких як Лалані і Скун, Ван Май-нен, встановлено, що кільцеві перетини значно зменшують кількість аварій з людськими жертвами. Ризик смертельних ДТП на кільцевому перетині на 1 мільйон транспортних засобів, що в'їжджають на перетин, значно нижчий порівняно з іншими типами перетинів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Вплив переобладнання перетинів в одному рівні в кільцеві Т-подібні перетини на кількість ДТП

ДТП	Зміна кількості ДТП, %	
	Найкращий результат	Межі коливання результатів
з травматизмом	-27	(-40;-12)
з матеріальними збитками	+52	(+29;+78)

Таким чином, з досвіду різних країн можна висновувати, що кільцеві перетини є важливим елементом у стратегії безпеки дорожнього руху, значно знижуючи ризики для всіх учасників руху та покращуючи загальну пропускну здатність перехресть.

2.4. Вимоги до проєктування транспортних розв'язок в одному рівні

Для забезпечення безпеки, оптимізації дорожнього руху та підвищення ефективності транспортної системи в цілому використовують комплексні

інженерні та організаційні заходи – транспортні розв'язки. Вони, у свою чергу, можуть включати будівництво тунелів, мостів, розв'язок різних рівнів, а також організацію руху за допомогою дорожніх знаків та сигналів.

Транспортні розв'язки дозволяють розподілити транспортний потік таким чином, що уникнути заторів, скоротити час, необхідний для проїзду між певними точками, а також зменшити кількість точок дотику між транспортними засобами, тим самим знижуючи ризик аварій.

Важливим аспектом при плануванні розв'язки є забезпечення можливостей для подальшого розширення або оновлення схеми з метою підвищення її пропускної спроможності та безпеки для автомобільного руху.

У даній роботі розглянуто ділянку на перетині вулиці Шевченка в м. Хотин з дорогою загального значення Н-03 Житомир – Чернівці.

Клас транспортної розв'язки встановлено згідно з ДБН В.2.3:4 [4] за категоріями доріг, що перехрещуються й наведено в таблиці 2.3. Оскільки дорога Н-03 Житомир – Чернівці відноситься до II категорії, а вул. Шевченка в м. Хотин – до IV категорії, то розв'язка потребує проєктування в одному рівні, чому відповідає V клас розв'язки.

Таблиця 2.3

Класифікація транспортних розв'язок

Клас розв'язки	Категорія доріг, що перехрещуються або примикають	Тип пересічення потоків	Влаштування ПШС при сумарній інтенсивності на основній дорозі та примиканні
V	II – IV, II – V, III – IV, III – V	В одному рівні	З ПШС на дорозі вищої категорії і без ПШС на дорогах нижчої категорії та каналізуванням лівоповоротних напрямків на дорозі вищої категорії

За формою дана розв'язка є Т-подібна. Отже, тип розв'язки позначається – V (II–IV) Т. За конструкцією буде звичайна кільцева розв'язка, за розміром

центрального острівця – середня (діаметр становить від 18 м до 60 м), за формою центрального острівця – у вигляді кола.

Транспортні розв'язки потрібно влаштовувати подалі від житлових зон, враховуючи особливості природного ландшафту для підвищення їхньої ефективності. Ухил дороги на під'їздах до таких розв'язок не має бути більшим за 40% для забезпечення безпечного і оперативного проходження транспортних засобів.

Кількість смуг на виході та навколо центрального острівця мають бути однакові.

На автомобільних дорогах II-III категорій смугу для лівого повороту необхідно облаштувати за рахунок зміни ширини узбіччя або земляного полотна. Такий підхід дозволяє зберігати безпеку та пропускну здатність основної проїзної частини, мінімізуючи вплив на рух транспорту. Крім того, це забезпечує плавний і безпечний маневр для водіїв, які виконують лівий поворот, знижуючи ризик аварійних ситуацій та підвищуючи загальну ефективність дорожнього руху.

Перехідно-швидкісні смуги (ПШС) влаштовують для досягнення наступних цілей: забезпечення безпеки дорожнього руху, плавний рух транспорту, підвищення пропускну здатності дороги, зменшення заторів, оптимізація дорожнього руху. Нормативні вимоги до ПШС наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Довжина перехідно-швидкісної смуги

Категорія дороги	Поздовній похил, ‰	Довжина відгону смуги розгону і гальмування, м
За межами населених пунктів		
II – III	від 20 до +20	60

Довжина ПШС залежить від поздовжнього похилу (табл. 2.4), а ширина має бути не меншою ширини основної смуги руху.

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ ПРОФІЛІВ ТА ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВОЇ РОЗВ'ЯЗКИ

3.1. Вихідні дані для проєктування поздовжніх профілів, їх елементи та оформлення.

Поздовжній профіль – це графічне представлення автомобільної дороги, що вертикальною лінією перетинає вісь земляного полотна, показуючи всі висотні точки, дані яких потрібні для оцінки та планування інженерних рішень задля комфортного дорожнього руху.

До основних елементів поздовжнього профілю входить:

- лінія траси (показує вертикальне положення траси на кожній точці вздовж осі дороги);
- позначення висот (вказівні точки висот на дорозі відносно рівня моря);
- вертикальні криві (елементи дороги, що мають різні ухили, повинні забезпечувати плавний перехід між ними);
- інженерні споруди (позначення тунелів, мостів, які можуть бути розташовані в межах даної ділянки);
- ухили (нахил дороги, що потрібні для дренажу води та зниження ризику аквапланування).

Поздовжній профіль дороги оформлюють відповідно до вимог ДСТУ Б А.2.4-29:2008, табл. 1 [5] у таких масштабах: по горизонталі 1:1000, по вертикалі 1:200, ґрунтів по вертикалі 1:50. Відстань між пікетами становитиме 100 м.

Поздовжній профіль автомобільної дороги створюється, враховуючи дані, представлені в таблиці-сітці, яка розміщена під самим профілем.

Основні параметри для елементів плану та поздовжнього профілю за ДБН В.2.3-4:2015 [4] призначають такими:

- Поздовжні ухили повинні бути не менше 5‰ й не більше 30‰;
- Мінімальна відстань видимості для зупинки автомобіля має становити не менше 450 м;
- Радіуси кривих у плані повинні бути не менше 3000 м;
- Для радіусів кривих у поздовжньому профілі встановлено наступні вимоги:
 - для випуклих кривих радіус не повинен бути менше 70000 м;
 - для ввігнутих кривих радіус не повинен бути менше 8000 м;
- Довжини кривих у поздовжньому профілі мають бути наступними:
 - для випуклих кривих довжина не менше 300 м;
 - для ввігнутих кривих довжина не менше 100 м.

3.1.1. Проектування поздовжнього профілю

Поздовжній профіль було відтворено на основі цифрової моделі місцевості за результатами супутникової зйомки. Цифрова модель місцевості (ЦММ) — це цифрове представлення рельєфу земної поверхні. ЦММ може включати інформацію про висоти, схили, орієнтацію схилів та інші характеристики рельєфу. В кваліфікаційній роботі ЦММ була з супутникового знімку. Для розробки проектних рішень було застосовано пакет автоматизованого проектування AutoCAD Civil 3D від компанії Autodesk (навчальна версія).

Похил i , ‰ на кожній ділянці запроєктованої дороги визначався за наступною формулою (3.1):

$$i = \frac{H_n - H_k}{d} \quad (3.1)$$

де $H_n - H_k$ — перевищення між точками відрізка на проектній лінії, м;

d — відстань між цими точками, м.

Приклад (1 пікет – профіль Н-03):

$$i = \frac{248,91 - 247,96}{100} = 9,5‰$$

Таким чином розрахуємо всі інші ухили на двох профілях.

Таблиця 3.1

Поздовжні похили

№ пікету	Ухили
Н-03	
1+00	9,5
2+00	2,6
3+00	1,7
4+00	8,9
5+50	16,5
6+00	20
Шевченко + Н-03	
1+50	4,5
2+00	5,8
3+00	2,9
3+51,8	9,6
4+00	10,3
5+00	20
6+00	18,9
7+00	19,5

Вертикальні криві вписують у переломи поздовжнього профілю для забезпечення безпеки та комфортного руху автомобіля.

Параметри вертикальної кривої визначалися за формулами 3.2–3.6:

— довжина вертикальної кривої дорівнює:

$$K_{Bn} = R_{Bn} \cdot (i_1 \pm i_2), \text{ м} \quad (3.2)$$

*відповідно до [4] залежно від розрахункової швидкості 70 км/год найменший радіус кривої у профілі становить: опуклої – 5500 м; увігнутої – 1300 м.

— тангенс становить:

$$T_{Bn} = \frac{K_{Bn}}{2}, \text{ м} \quad (3.3)$$

— бісектриса становить:

$$B_{Bn} = \frac{T_{Bn}^2}{2R_{Bn}}, \text{ м} \quad (3.4)$$

— початок вертикальної кривої (ПВК_n) буде дорівнювати:

$$ПВК_n = ВЛ_n - T_n \quad (3.5)$$

— кінець вертикальної кривої (КВК_n) становить:

$$КВК_n = ВЛ_n + T_n \quad (3.6)$$

Приклад (профіль Н-03):

Ухили на ПК1+00 та ПК 2+00 однозначні, йдуть униз, тому їх різниця дорівнює $9,5 - 2,6 = 6,9$, оскільки їх різниця більша, ніж 5%, то вертикальну криву вписуємо увігнуту.

$$R_{B1} = 4000 \text{ м}; K_{B1} = 4 \cdot 6,9 = 27,6 \text{ м}; T_{B1} = \frac{27,6}{2} = 13,8 \text{ м}; B_{B1} = \frac{13,8^2}{2 \cdot 4000} = 0,023$$

$$ПВК_1 = ПК1 + 0,0 - (13,8) = ПК0 + 86,2$$

$$КВК_1 = ПК1 + 0,0 + (13,8) = ПК1 + 13,8$$

Таким чином розрахуємо вертикальні криві на двох профілях (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вертикальні криві

Різниця	Вид	R_{Bn} , м	K_{Bn} , м	T_{Bn} , м	B_{Bn} , м	ПВК _n	КВК _n
Н-03							
6,9	увігнута	4000	27,6	13,8	0,02	ПК0+86,2	ПК1+13,8
4,3	—	—	—	—	—	—	—
10,6	опукла	6000	63,3	31,6	0,08	ПК2+68,4	ПК3+31,6
7,6	увігнута	2000	15,2	7,6	0,01	ПК3+92,4	ПК4+7,6
3,5	—	—	—	—	—	—	—
Шевченко + Н-03							
1,3	—	—	—	—	—	—	—
8,7	опукла	6000	52,2	26,1	0,05	ПК1+73,9	ПК2+26,1
6,7	увігнута	2000	18,4	6,7	0,01	ПК2+93,3	ПК3+6,7

0,7	—	—	—	—	—	—	—
9,7	увігнута	2000	19,4	9,7	0,02	ПК3+90,3	ПК4+9,7
1,1	—	—	—	—	—	—	—
0,6	—	—	—	—	—	—	—

На рисунку 3.1 та 3.2 наведені поздовжні профілі.

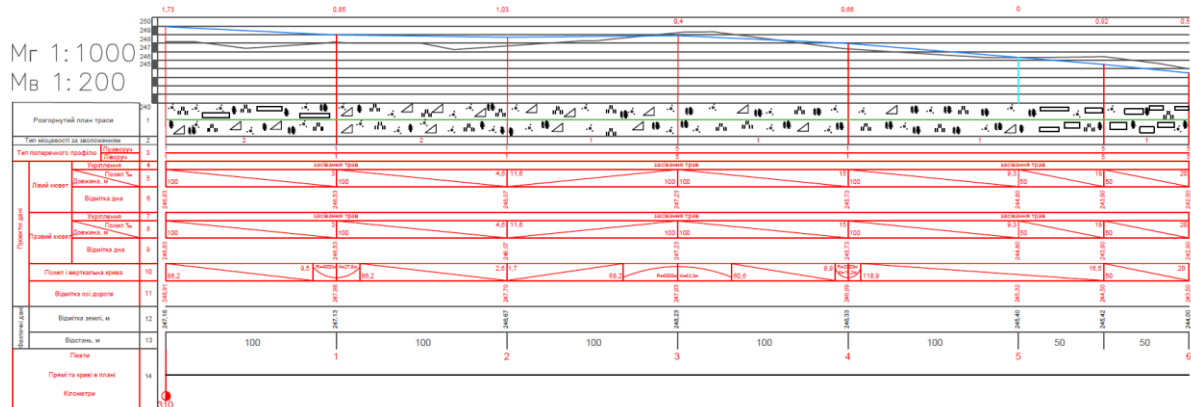


Рисунок 3.1 – Поздовжній профіль Н-03

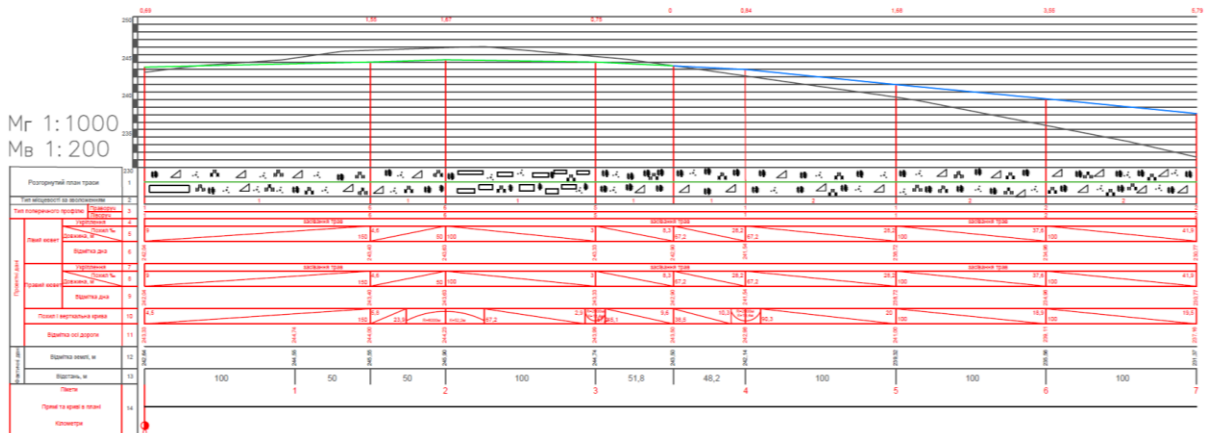


Рисунок 3.2 – Поздовжній профіль вул. Шевченко + Н-03

3.1.2. Робочі відмітки, проектування кюветів

Робочі відмітки – точки, які використовуються для встановлення точних рівнів висот дорожнього полотна, кюветів. Вони дають розуміння в точному

обсязі земляних робіт безпосередньо в переломних точках траси. Обчислюються за формулою 3.7:

$$h_p = H_{вз} - H_{во}, \text{ м} \quad (3.7)$$

де $H_{вз} - H_{во}$ – відмітка землі та відмітка осі дороги, відповідно.

Приклад (0 пікет – профіль Н-03):

$$h_p = 247,18 - 248,91 = 1,73 \text{ м}$$

Таким чином розрахуємо робочі відмітки на інших пікетах на двох профілях (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Робочі відмітки

№ пікету	Робочі відмітки	Насип/виїмка
Н-03		
0+00	1,73	насип
1+00	0,85	насип
2+00	1,03	насип
3+00	0,4	виїмка
4+00	0,66	насип
5+00	0	–
5+50	0,92	виїмка
6+00	0,5	виїмка
Шевченко + Н-03		
0+00	0,89	насип
1+50	1,55	виїмка
2+00	1,67	виїмка
3+00	0,75	виїмка
3+51,8	0	–
4+00	0,84	насип
5+00	1,68	насип
6+00	3,55	насип
7+00	5,79	насип

Кювет – канава, яка розташована вздовж країв дорожнього полотна, що призначена для збору та відведення поверхневих вод, забезпечуючи довговічність дорозі та зниження ризику аквапланування.

Кювети влаштовуються у виїмках, насипах до 3 м та нульових точках. Їх укріплення виконується для запобігання ерозії та зсуву ґрунту в залежності від поздовжнього похилу – у нашому випадку застосуємо укріплення у вигляді засівання трав.

3.2. Вихідні дані для проєктування поперечних профілів, їх елементи та оформлення

Поперечний профіль дороги – поперечний розріз земляного полотна, що відображає ширину смуг руху та узбіч, ухили, кювети, огороження тощо.

До основних елементів поперечного профілю входить:

- смуги руху (показує їх кількість, ширину);
- узбіччя (елементи, які застосовуються для зупинки транспортних засобів);
- кювети (канави, які розташовані вздовж дорожнього полотна для забезпечення стоку води);
- ухили (нахил дороги, що забезпечуватиме безперешкодне стікання води до кюветів).

Поперечний профіль дороги оформлюють за ДСТУ Б А.2.4-29:2008, табл. 1 [5] у масштабі 1:100. Відстань між пікетами становитиме 100 м.

Поздовжній профіль автомобільної дороги створюється, враховуючи дані, представлені в таблиці-сітці, яка розміщена під самим профілем.

Основні параметри призначаються відповідно до ДБН В.2.3-4:2015 2 [4], табл. 5.1 у залежності від категорії доріг. В кваліфікаційній роботі перевірено на відповідність нормам заданої ділянки дороги.

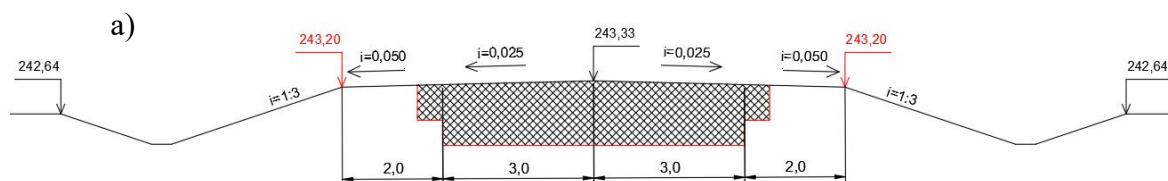
Параметри поперечного профілю для II, IV категорій доріг

Ч.ч.	Показник	Одиниця вимірювання	Категорії доріг	
			II	IV
1	Кількість смуг руху	шт.	2	2
2	Ширина смуги руху	м	3,75	3,00
3	Ширина узбіччя, у тому числі:	»	3,75	2,00
	– ширина зупинчої смуги разом з укріпленою смугою;	»	2,50	–
	– ширина укріпленої смуги	»	0,50	0,50
4	Ширина укріпленої смуги	»	–	–
5	Ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі	»	–	–

Поперечний похил проїзної частини прийнято згідно з ДБН В.2.3-4:2015 [4] залежно від матеріалу покриття дорожнього одягу, асфальтобетонне або цементобетонне покриття, тому необхідний поперечний похил становитиме 25‰.

Поперечний похил узбічч прийнято згідно з ДБН В.2.3-4:2015 [4] залежно від типу укріплення узбічч, укріплено засівом трав, тому необхідний поперечний похил становитиме 50‰.

На профілі Н-03 використано типові поперечні профілі типу I та V, на профілі Шевченко + Н-03 застосуємо профілі I, II, V, VI типу (рис. 3.3).



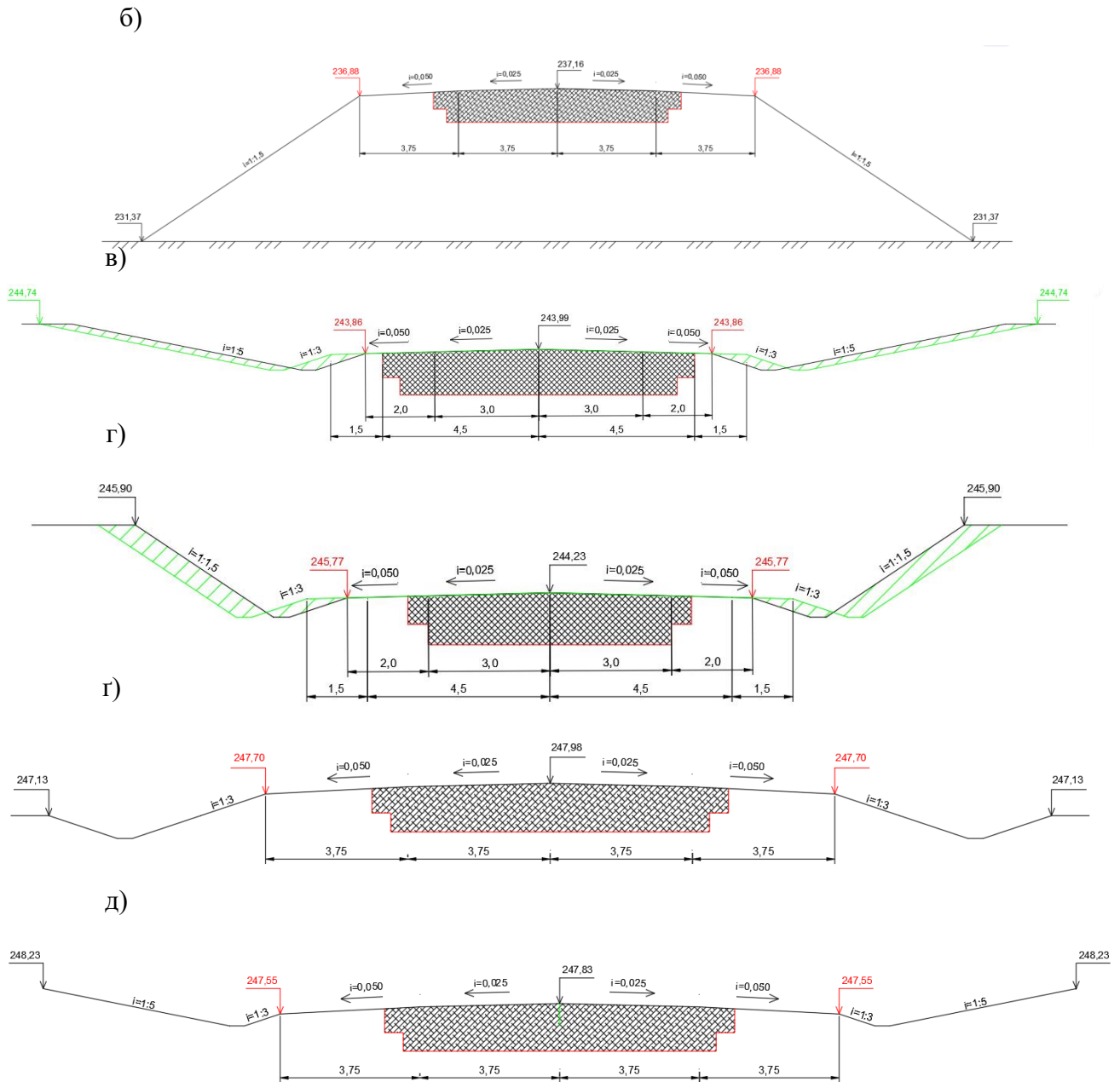


Рисунок 3.3 – Типи поперечних профілів: а) насип I типу (IV категорія дороги); б) насип II типу (IV категорія дороги); в) виїмка V типу (IV категорія дороги); г) виїмка VI типу (IV категорія дороги); г) насип I тип (II категорія дороги); д) насип II типу (II категорія дороги).

Як видно з рис. 3.3 г) і д) при розширенні проїзної частини на підході до кільця потрібно розширювати земляне полотно для забезпечення безпечної ширини узбіччя, що розглянуто в розділі з технології провадження робіт.

3.3. Розрахунок основних елементів кільцевої розв'язки

Основні елементи кільцевої розв'язки включають:

- Кільцевий проїзд: дорога, що оточує центральний острівець і забезпечує рух по колу.
- Центральний острівець: центральна частина кільця, яка може мати різні форми і функції, включаючи озеленення або встановлення інфраструктурних об'єктів.
- Входи та виходи: ділянки дороги, що з'єднують кільцевий проїзд з іншими дорогами. Вони включають розгінні та гальмівні смуги.
- Розмітка та дорожні знаки: елементи регулювання руху, що забезпечують правильний напрямок та безпеку руху.

Мінімальний діаметр кільцевого (центрального) острівця:

$$D_{\min} = \frac{\sum_{i=3}^n (A + P)}{\pi} = \frac{A + P}{\pi} n, \text{ м} \quad (3.8)$$

де P – відстань між точками виходу автомобілів з кільцевого руху і входами у нього, м,

A – довжина ділянки переплетення (перерозподілу потоків).

$$\sum_{i=3}^n (A + P) = (A + P)n - \text{довжина кола, м.}$$

Зовнішній діаметр (D_3) кільцевої розв'язки визначає загальні розміри кільця, включаючи проїжджу частину та центральну острівцю. Формула для його визначення (3.8):

$$D_3 = D_6 + 2W, \text{ м} \quad (3.8)$$

де W – ширина проїзної частини кільця становить (3.9):

$$W = N \cdot S, \text{ м} \quad (3.9)$$

де N – кількість смуг руху;

S – ширина однієї смуги руху;

D_e – внутрішній діаметр кільцевої розв'язки й визначається за формулою (3.10):

$$D_e = 2R_u, \text{ м} \quad (3.10)$$

де R_u — радіус центрального острівця й визначаємо за формулою (3.11):

$$R_u = \frac{D_e}{2}, \text{ м} \quad (3.11)$$

Радіус зовнішнього кільця визначається як відстань від центру кільця до зовнішньої межі кільця за формулою (3.12):

$$R_s = \frac{D_s}{2}, \text{ м} \quad (3.12)$$

Довжина в'їзду/виїзду (L_b) на кільце залежить від швидкості руху, безпеки та комфорту водіїв. Формула для розрахунку довжини в'їзду/виїзду може виглядати наступним чином (3.13):

$$L_b = t \cdot V + C \cdot V^2, \text{ м} \quad (3.13)$$

де $t = 0,5$ с – ситуативний час реакції водія;

V – розрахункова швидкість руху, м/с;

C – коефіцієнт гальмування, приймається від 0,08 до 0,125, в середньому $C = 0,1$.

Швидкість руху на кільці залежить від його радіусу, нахилу дороги та коефіцієнту опору кочення. Формула розрахунку швидкості виведена нижче (3.14):

$$V = \sqrt{\frac{(l_a + l_b) \cdot 2g \cdot (\varphi + f \pm i)}{k_e - k_1}}, \text{ км/год} \quad (3.14)$$

де l_a – довжина розрахункового автомобіля (приймається – 5 м);

l_b – безпечна відстань між автомобілями, що зупинилися (2–5 м);

k_e – коефіцієнт нормальних експлуатаційних умов гальмування (1,5–1,7);

k_I – коефіцієнт гальмування переднього автомобіля в екстремальних умовах (1,0–1,2);

g – прискорення сили тяжіння (9,81 м/с²);

φ – коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям проїжджої частини (0,5...0,7);

f – коефіцієнт опору кочення (0,02);

i – повздовжній уклон ділянки магістралі.

Отже, $D_s = 38\text{ м}$, $W = 7,5\text{ м}$, $D_e = 25,7\text{ м}$, $R_y = 12,85\text{ м}$, $R_s = 19\text{ м}$, $L_b = 92,4\text{ м}$,

$V = 28\text{ км/год}$

На рисунку 3.4 наведено основні елементи смуги розгону.

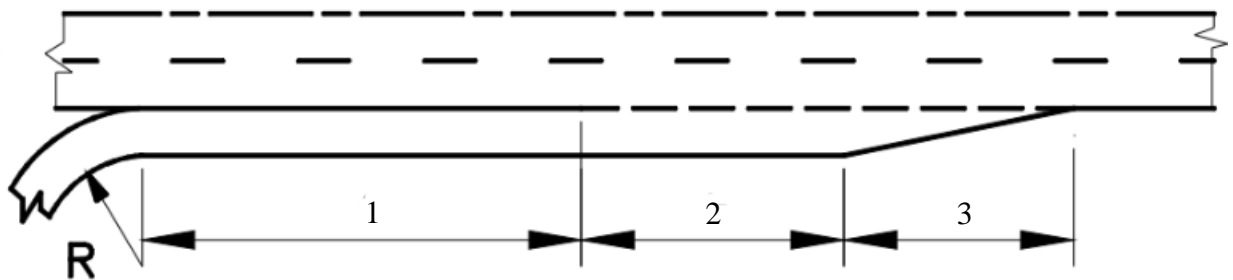


Рисунок 3.4 – Елементи смуги розгону: 1 – ділянка прискорення, 2 – фазова ділянка, 3 – ділянка зміни ширини смуги руху

Смуга розгону дозволяє водіям плавно і безпечно збільшувати швидкість перед в'їздом на головну дорогу. Вона повинна бути спроектована з урахуванням кількох важливих аспектів, таких як достатня довжина для прискорення, ширина, що дозволяє маневрувати, належний нахил для комфорту руху, відповідний радіус кривизни та хороша видимість. Це забезпечує ефективний перехід з меншої швидкості на вищу, що сприяє безпечному інтегруванню в потік транспорту на головній дорозі.

Отже, на рисунку 3.5 показано запроєктоване кільце на перетині вулю Шевченка та траси Н-03.

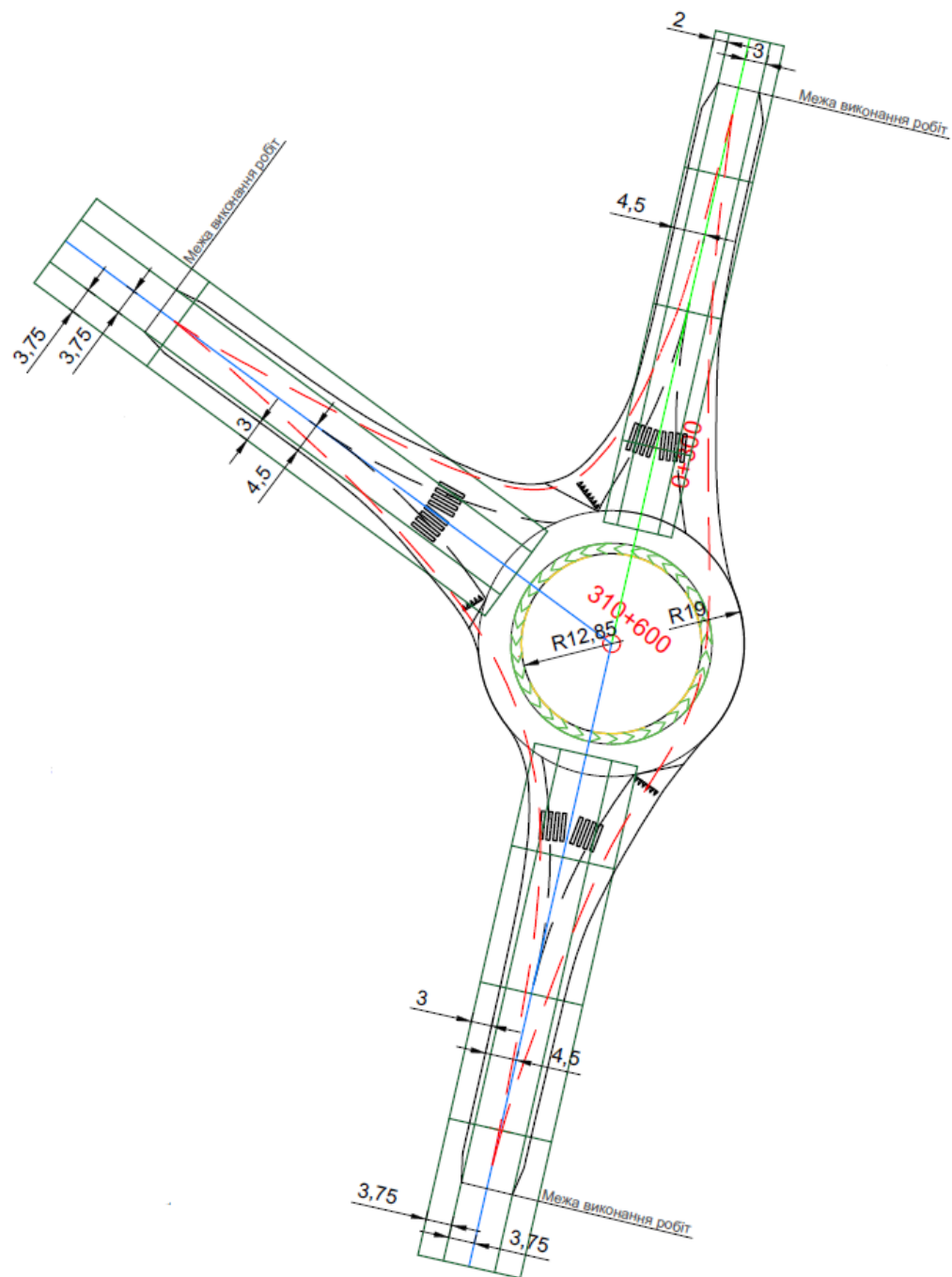


Рисунок 3.5 – Схема кільця

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК КЛАСУ НАСЛІДКІВ (ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ)

Клас наслідків (відповідності) будівництва будемо визначати відповідно до ДСТУ 8855:2019 «Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності)» [6] та ГБН В.2.3-37641918-552:2015 Автомобільні дороги. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів дорожнього будівництва [7].

1. Клас наслідків за ознакою можливої небезпеки для здоров'я людей, які постійно перебувають на об'єкті дорожнього будівництва.

Кількість осіб, які постійно перебувають на об'єкті (вважаються люди, якщо вони знаходяться на об'єкті не менше 8 годин на добу і не менше 150 днів на рік).

Визначено таку кількість людей за формулою (4.1):

$$N_n = N_{н.б.} \cdot \epsilon_{np} \cdot z \cdot T_{н.б.} \quad (4.1)$$

де $N_{н.б.}$ – кількість транспортних засобів, які одночасно можуть перебувати на об'єкті дорожнього будівництва за 1 хв., авт.:

$$N_{н.б.} = \frac{0,076 \cdot I_{м.о.}}{60 \cdot T} \quad (4.2)$$

де 0,076 – коефіцієнт приведення середньорічної добової інтенсивності руху транспортних засобів до годинній інтенсивності;

$I_{м.о.}$ – розрахункова середньорічна добова інтенсивність руху, $I_{м.о.} = 3168$ авт./добу

T – час проїзду транспортних засобів по об'єкту дорожнього будівництва при розрахунковій швидкості, хв.:

$$T = \frac{L}{V} \quad (4.3)$$

де L – довжина об'єкта дорожнього будівництва, $L = 235$ м;

V – розрахункова швидкість, $V = 70$ км/год = 1167 м/хв;

ϵ_{np} – усереднена кількість осіб у приведеному транспортному засобі, $\epsilon_{np} = 3$ чол.;

z – рівень завантаженості автомобільної дороги згідно з табл. 2.4 П-Г.1-218-113:2009 "Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України" [8] становить 0,7 для доріг категорії II;

$T_{н.б.}$ – час постійного перебування людей на об'єкті, $T_{н.б.} = 480$ хв.

$$\text{Отже, } T = \frac{235}{1167} = 0,20 \text{ хв}$$

$$N_{н.б.} = \frac{0,076 \cdot 3168}{60 \cdot 0,20} = 0,80$$

$$N_n = 0,80 \cdot 3 \cdot 0,7 \cdot 480 = 807 \text{ чол.}$$

Отже, клас наслідків (відповідальності) за ознакою можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті дорожнього будівництва СС3 – значні наслідки (табл. 1, [6]).

2. Клас наслідків за ознакою «Кількість осіб, які періодично перебувають на об'єкті».

Кількість осіб, які періодично можуть перебувати на об'єкті, вважаються люди, які перебувають на об'єкті не більше 3 годин на добу. Для об'єктів дорожнього будівництва, які мають лінійний характер, ця характеристика не нормується.

3. Клас наслідків за ознакою «Кількість осіб, які перебувають поза об'єктом».

Кількість осіб, що перебувають поза об'єктом приймають з урахуванням кількості осіб, які постійно перебувають на об'єктів, та людей, які тимчасово перебувають на об'єктах прилеглих до даної ділянки дороги, що становить 450 чоловік.

Отже, за даною ознакою об'єкт відповідає класу наслідків (відповідальності) СС2 – середні наслідки (табл. 1, [6]).

4. Клас наслідків за ознакою «Припинення функціонування об'єктів дорожнього будівництва».

Користуючись Додатком А, зроблено висновок, що транспортна розв'язка в одному рівні з перехідно-швидкісними смугами на перетині Н-03 та вул. Шевченка відноситься до об'єктів транспортної мережі регіонального та місцевого рівнів – клас наслідків (відповідальності) СС2 – середні наслідки (табл. 1, [6]).

За визначеними показниками клас наслідків (відповідальності) об'єкта прийнято за найвищою характеристикою можливих наслідків, отриманих за результатами розрахунків – клас наслідків (відповідальності) – СС3 (рис. 4.1).

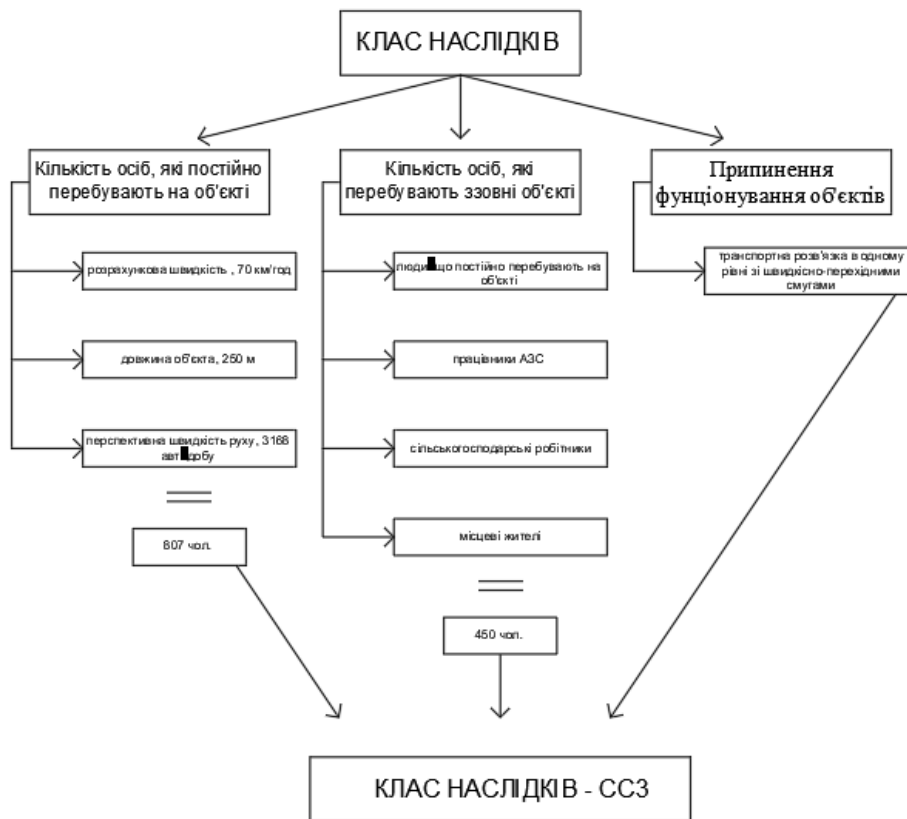


Рисунок 4.1 – Клас наслідків (відповідальності) для автомобільної дороги

РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВАДЖЕННЯ РОБІТ

5.1. Вихідні дані для розрахунку дорожнього одягу

Проектування дорожнього одягу є критично важливим для забезпечення довговічності та безпеки дорожнього покриття. Вихідні дані для цього розрахунку включають геотехнічні характеристики ґрунтів, кліматичні умови регіону, а також інтенсивність та тип транспортного потоку (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Вихідні дані

№ пп	Параметр	Одиниця вимірювання	Показник	Обґрунтування
1	Технічна категорія автомобільної дороги	–	II	Табл. 4.1, ДБН В.2.3-4:2015
2	Тип дорожнього одягу	–	Капітальний	Табл. 8.1, ДБН В.2.3-4:2015
3	Нормативне статичне навантаження на вісь A_2	кН	115	Табл. Б додатку Б ДБН В.2.3-4:2015
4	Нормативне статичне навантаження на поверхню покриття від колеса розрахункового автомобіля, $Q_{розр.}$	кН	57,5	табл. Б додатку Б ДБН В.2.34:2015
5	Тиск повітря в шині, p	МПа	0,8	табл. Б додатку Б ДБН В.2.34:2015
6	Діаметр відбитка колеса, D_n	м	0,303	табл. Б додатку Б ДБН В.2.34:2015
7	Діаметр відбитка колеса, D_d	м	0.345	табл. Б додатку Б ДБН В.2.34:2015
8	Термін служби покриття зі ЩМА	років	12	табл. Е додатку Е ДБН В.2.34:2015
9	Дорожньо-кліматичний район	–	IV	табл. Г додатку Г ДБН В.2.34:2015
10	Інтенсивність руху	трансп. од./доб.	8500	

5.2. Розрахунок дорожнього одягу

5.2.1. Розрахунок інтенсивності дорожнього руху

Розрахунок інтенсивності дорожнього руху транспортних засобів на ділянці автомобільної дороги загального користування державного значення Н-03 наведено в табл. 5.2 .

Таблиця 5.2

Інтенсивність дорожнього руху ТЗ

№ пп	Тип ТЗ	Середньорічна інтенсивність дорожніх ТЗ на добу	Коефіцієнт приведення до легкового автомобіля	Приведення легкових автомобілів	Коефіцієнт приведення до розрахункового навантаження	Розрахунок ТЗ
1	Легкові	3700	1	3700	0,000996	3,69
2	Вантажні легкі	246	1,5	369	0,00132	0,32
3	Вантажні середні	489	2,5	1222,5	0,06502	31,79
4	Вантажні важкі	371	3,5	1298,5	1,86754	692,86
5	Автобуси середні	98	3	294	0,47038	46,10
6	Автобуси важкі	77	5	385	1,42854	110,00
7	Тягачі з напівпричепом	101	6	606	2,28768	231,06
8	Тягачі з причепом	125	5	625	1,90295	237,87
РАЗОМ		1910		8500		1353,68

Сумарна кількість проїздів розрахункового навантаження за строк експлуатації дорожнього одягу визначається за формулою (5.1):

$$\sum N_p = 0,7 T_{pdp} K_n K_c N_{Ip} \quad (5.1)$$

N_{Ip} – середньодобова інтенсивність руху в обох напрямках автомобілів i -ї марки в перший рік служби, один./д;

T_{pdp} — кількість розрахункових діб за рік, відповідно до стану деформативності конструкції (140 діб);

K_n — коефіцієнт, що враховує ймовірність відхилення сумарного руху від середнього, що очікується (1,49);

K_c — коефіцієнт суми, що визначається за формулою (5.2):

$$K_c = \frac{q^{T_{cl}} - 1}{q - 1} \quad (5.2)$$

де T_{cl} — розрахунковий строк служби (12 років);

q — показник змін інтенсивності руху даного типу автомобіля за роками; встановлюється за результатами техніко-економічних вишукувань або за іншими даними (1,04).

$$\text{Отже, } K_c = \frac{1,04^{11}}{1,04 - 1} = 15,02$$

$$\sum N_p = 0,7 \cdot 140 \cdot 1,49 \cdot 15,02 \cdot 744,535 = 1632930 \text{ одиниць}$$

5.2.2. Розрахунок дорожнього одягу за допустимим пружним прогином

Конструкція дорожнього одягу відповідає вимогам надійності і міцності за критерієм пружного прогину, якщо:

$$K_{мц} \leq E_{заг} / E_{потр} \quad (5.3)$$

де $K_{мц}$ — коефіцієнт міцності дорожнього одягу (1,43);

$E_{заг}$ — загальний модуль пружності конструкції;

$E_{потр}$ — потрібний модуль пружності конструкції з урахуванням капітальності одягу, типу покриття й інтенсивності дії навантаження (235 МПа).

Попередньо призначено типову конструкцію дорожнього одягу (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Розрахункові параметри матеріалів обраної конструкції дорожнього одягу

№ п/п	Матеріал шару	h шару, см	Розрахунок за пружним прогином, E , МПа
1	ЩМА-15 БМПА 60/90-53	4	800
2	АБ.АСГ.Др.Щ.А1.НП.1, БМПА 60/90-53+ АСМ	6	5200
3	АБ.АСГ.Кр.П.А-Б.НП.І, БМПА 60/90-53	10	2000
4	ЩПС С-7, укріплена цементом, М20	14	700

Розрахунок ведуть пошаровий, починаючи із підстильного ґрунту, за допомогою номограми, що наведена на рисунок 6.3 ГБН В.2.3-37641918-554:2013 Автомобільні дороги. Шари дорожнього одягу з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів, укріплених цементом. Проектування та будівництво [9].

$$1) \frac{E_n}{E_6} = \frac{E_{sp}}{E_4} = \frac{80}{700} = 0,11 \quad \frac{h_4}{D} = \frac{14}{34,5} = 0,40 \quad \frac{E_{4заг}}{E_4} = 0,21$$

$$E_{4заг} = 0,21 \cdot E_4 = 0,21 \cdot 700 = 147 \text{ МПа}$$

$$1) \frac{E_n}{E_6} = \frac{E_{sp}}{E_3} = \frac{147}{2000} = 0,07 \quad \frac{h_3}{D} = \frac{10}{34,5} = 0,28 \quad \frac{E_{3заг}}{E_3} = 0,13$$

$$E_{3заг} = 0,13 \cdot E_3 = 0,13 \cdot 2000 = 260 \text{ МПа}$$

$$1) \frac{E_n}{E_6} = \frac{E_{sp}}{E_2} = \frac{260}{5200} = 0,05 \quad \frac{h_2}{D} = \frac{6}{34,5} = 0,17 \quad \frac{E_{2заг}}{E_2} = 0,07$$

$$E_{2заг} = 0,07 \cdot E_2 = 0,07 \cdot 5200 = 364 \text{ МПа}$$

$$1) \frac{E_n}{E_6} = \frac{E_{сп}}{E_1} = \frac{364}{800} = 0,45 \quad \frac{h_1}{D} = \frac{4}{34,5} = 0,11 \quad \frac{E_{1заг}}{E_1} = 0,47$$

$$E_{1заг} = 0,47 \cdot E_1 = 0,47 \cdot 800 = 376 \text{ МПа}$$

Визначено коефіцієнт міцності за пружним прогином:

$$\frac{E_{заг}}{E_{нотр}} = \frac{376}{235} = 1,6$$

Необхідний мінімальний коефіцієнт міцності для розрахунку за допустимим пружним прогином – 1,43. Отже, вибрана конструкція задовільняє умові міцності за допустимим пружним прогином.

5.3. Технологія будівництва

Автомобільна дорога загального користування державного значення Н-03 є діюча, тому для влаштування кільця, перш за все, потрібно розширити смуги з виходом на кільце, оскільки наявної ширини узбіччя недостатньо для забезпечення безпеки водіїв.

Для цього необхідно провести земляні роботи, що включають підготовку та вирівнювання основи, розширення дорожнього полотна, а також створення додаткових земляних насипів. Ці роботи забезпечать належні умови для подальшого укладання дорожнього покриття та створення безпечного і функціонального транспортного кільця.

У зоні кільця виконується повний розбір існуючого дорожнього одягу, включаючи зрізання верхніх шарів та основи на глибину 0,34 м.

На підходах до кільця виконується фрезерування існуючого дорожнього одягу на глибину 0,04 м для подальшого влаштування суцільного верхнього шару зносу.

Після цього буде вкладатися основа (ЩПС С-7, укріплена цементом) та нижні шари асфальтобетону товщиною 0,30 м, а верхній шар (ЩМА-15) буде укладено товщиною 0,04 м на ділянках, де виконувався повний розбір існуючого покриття та на ділянках, де виконувалося фрезерування. Ці заходи забезпечать рівномірність і довговічність дорожнього покриття, а також підвищать безпеку руху.

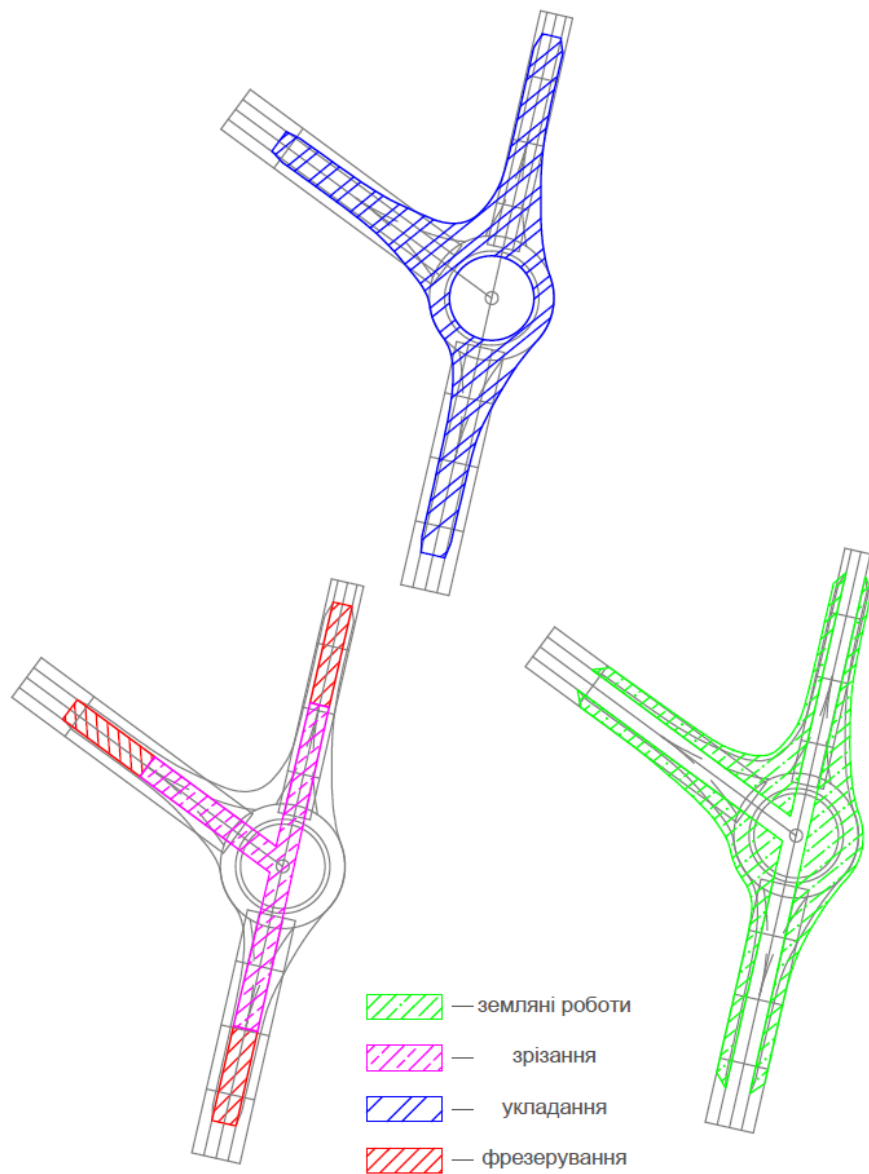


Рисунок 5.1 – Види робіт на об'єкті

Для успішного влаштування кільця на автомобільній дорозі необхідно виконати комплекс підготовчих і будівельних робіт, обсяги яких описані в табл. 5.4 та показані на рисунку 5.1 .

Таблиця 5.4

Відомість обсягів робіт

Вид роботи	Висота шару, м	Одиниці вимірювання	Кількість
Фрезерування дорожнього покриття	0,04	м ²	630,27
Зрізання існуючого дорожнього покриття	0,34	м ² /м ³	1040,13/353,65
Укладання нового дорожнього одягу на ділянках, де виконувалося зрізання існуючого дорожнього одягу	0,30	м ² /м ³	2181,23/654,37
Укладання верхнього шару дорожнього одягу з урахуванням ділянок фрезерування	0,04	м ² /м ³	2811,5/112,46
Земляні роботи		м ²	2555,24

Калькуляція трудових витрат необхідна для ефективного планування та організації робочого процесу, оцінки вартості проекту та контролю витрат на оплату праці. Вона дозволяє точно визначити необхідну кількість працівників та їх розподіл, що підвищує продуктивність і якість виконання робіт.

Тож у табл. 5.5, 5.6 обрахована калькуляція трудових витрат на влаштування 1000 м² основи дорожнього одягу та верхнього шару відповідно асфальтоукладальником на гусеничному ході VOGELE SUPER 2100, а на рисунках 5.2, 5.3 показані технологічні схеми влаштування ЩПС, укріпленої цементом та ЩМА відповідно.

Таблиця 5.5.

Калькуляція трудових витрат на влаштування основи з піщано-щебеневої суміші, укріпленої цементом, асфальтоукладальником на гусеничному ході VÖGELE SUPER 2100

Найменування робіт	Склад ланки	Одиниця виміру	Обсяг	Витрати на одиницю вимірювання		Витрати на обсяг	
				люд. год	маш. год	люд. год	маш. год
Встановлення копіювальної сітки	Дорожні робітники 4 розряд – 1; 3 розряд - 1	100 м	2,01	3,70	–	7,44	–
Укладання оптимальної ЩПС, обробленої цементом асфальтоукладальником на гусеничному ході VÖGELE SUPER 2100: прийом суміші, укладання, ущільнення суміші та опорядження поверхні основи	Машиніст 8 розряд - 1 Помічник машиніста 7 розряд - 1 Асфальтобетонник 5 розряд - 1 Дорожні робітники 4 розряд – 2;3 розряд - 1	1000 м ²	2,19	11,04	1,84	24,18	4,03
Ущільнення ЩПС, обробленої цементом котком за 2 проходи по одному сліду: - коток самохідний комбінованої дії НАММ HD 110 К 9,3 т	Машиніст котка 7 розряд - 1	1000 м ²	2,19	1,00	1,00	2,19	2,19
Ущільнення ЩПС, обробленої цементом за 3 проходи по одному сліду: - коток самохідний гладковальцевий НАММ HD 110 10,6 т	Машиніст котка 7 розряд - 1	1000 м ²	2,19	1,12	1,12	2,45	2,45
Ущільнення ЩПС, обробленої цементом котком за 3 проходи по одному сліду: - коток самохідний на пневматичних шинах НАММ HD 150 ТТ 14,33 т	Машиніст котка 8 розряд - 1	1000 м ²	2,19	0,87	0,87	1,91	1,91
Остаточне ущільнення ЩПС, обробленої цементом за 2 проходи по одному сліду: - коток самохідний ґрунтовий з гладким вальцем НАММ 3520 19,8 т	Машиніст котка 8 розряд - 1	1000 м ²	2,19	0,72	0,72	1,58	1,58
Догляд за влаштованою основою дорожнього одягу шляхом зволоження шару оптимальної ЩПС, обробленої цементом через розпилювальні сопла: - Машина поливально-мийна ПМ-130 6000 л	Машиніст 5 розряд - 1	1 м ³	577,19	0,08	0,08	46,18	46,18
РАЗОМ:						85,91	58,33

Таблиця 5.6

Калькуляція трудових витрат на влаштування верхнього шару покриття із щебенево-мастикової суміші, асфальтоукладальником на гусеничному ходу VÖGELE SUPER 2100

Найменування робіт	Склад ланки	Одиниця виміру	Обсяг	Витрати на одиницю вимірювання		Витрати на обсяг	
				люд. год	маш.год	люд. год	маш.год
Очищення нижнього шару а/б покриття механічною щіткою від пилу, сухого сміття та бруду	Машиніст поливально-мийної машини 5 розряд – 1	100 м ²	28,11	0,03	0,03	0,84	0,84
Розлив в'язучих матеріалів автогудронатором АГ-3,5 місткість 3500 л	Машиніст 5 розряд – 1; Помічник машиніста 4 розряд – 1	1000 м ²	2,81	0,072	0,036	0,20	0,10
Встановлення копійовальної струни	Дорожні робітники 4 розряд – 1; 3 розряд – 3	100 м	2,91	3,70	–	10,77	–
Укладання щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші асфальтоукладальником на гусеничному ходу VÖGELE SUPER 2100: прийом суміші та очищення кузовів автомобілів-самоскидів від залишків суміші, укладання, розрівнювання, ущільнення суміші та опорядження поверхні покриття асфальтоукладальником, обрубання країв свіжоукладеної суміші із змащенням бітумом місць прилягання	Машиніст 8 розряд - 1 Помічник машиніста 7 розряд – 1 Асфальтобетонники: 5 розряд – 1; 4 розряд – 1; 3 розряд – 2	1000 м ²	2,81	6,54	1,09	18,38	3,06
Ущільнення щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші дорожнім самохідним вібраційним гладковальцевим котком НАММ E1D 110, масою 10,6 т за 4 проходи по одному сліду	Машиніст котка 7 розряд – 1	1000 м ²	2,81	1,50	1,50	4,22	4,22
Остаточне ущільнення щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші дорожнім самохідним вібраційним гладковальцевим котком НАММ E1D 130, масою 14,2 т за 4 проходи по одному сліду	Машиніст котка 7 розряд – 1	1000 м ²	2,81	0,79	0,79	2,22	2,22
Зняття копійовальної струни	Дорожні робітники 3 розряд – 2	100 м	2,91	0,69	–	2,01	–
РАЗОМ:						38,63	10,44

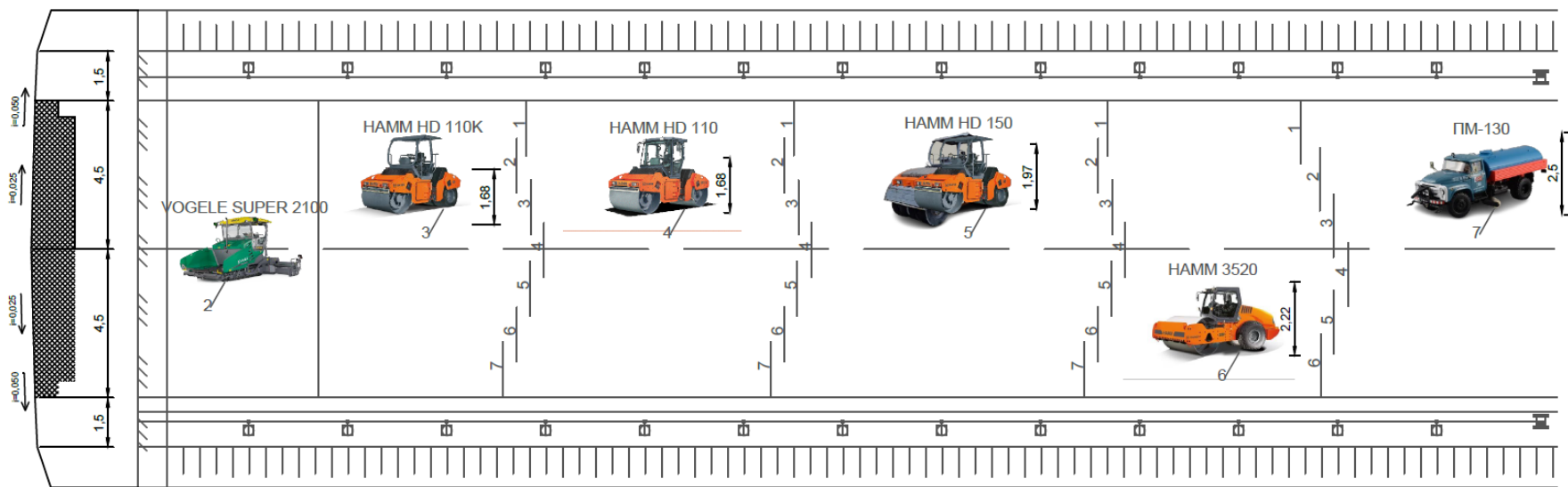


Рисунок 5.2 – Технологічна схема влаштування дорожнього одягу товщиною 14 см з оптимальної піщано-щебеневої суміші, обробленої цементом, асфальтоукладальником на гусеничному ході VOGELE SUPER 2100

Відповідно до рисунка 5.2 опишемо детальніше послідовність усіх операцій.

1. Встановлення копіювальних струн

Ця операція включає в себе встановлення копіювальних струн для забезпечення точного вирівнювання та висоти майбутнього дорожнього покриття. Копіювальні струни натягуються вздовж траси дороги відповідно до проектних позначок, що дозволяє точно визначити місце укладання шарів основи та асфальту.

2. Укладання оптимальної ЩПС укріпленої цементом асфальтоукладальником на гусеничному ході VOGELE SUPER 2100

Ця операція передбачає використання асфальтоукладальника VOGELE SUPER 2100 для укладання оптимальної суміші ЩПС (щебенево-піщана суміш), укріпленої цементом. Машина забезпечує рівномірне розподілення суміші на підготовлену поверхню, дотримуючись заданих параметрів висоти та ширини.

3. Попереднє ущільнення оптимальної ЩПС укріпленої цементом самохідним котком комбінованої дії HAMM HD 110K 9,3 т

На цьому етапі використовують самохідний коток комбінованої дії HAMM HD 110K для попереднього ущільнення укладеної суміші. Цей коток забезпечує початкове ущільнення матеріалу за рахунок комбінованого впливу вібрації та статичного навантаження, що допомагає досягти потрібної щільності.

4. Ущільнення оптимальної ЩПС укріпленої цементом самохідним котком гладковальцевим HAMM HD 110 10,6 т

Далі проводиться ущільнення суміші за допомогою гладковальцевого котка HAMM HD 110. Цей коток використовує статичне навантаження для досягнення більш високої щільності та рівності поверхні укладеної суміші.

5. Ущільнення оптимальної ЩПС укріпленої цементом самохідним котком на пневматичних шинах HAMM HD 150 14,3 т

Наступний етап включає ущільнення суміші за допомогою котка на пневматичних шинах НАММ HD 150. Пневматичні шини забезпечують рівномірний розподіл тиску по поверхні, що сприяє досягненню необхідної щільності та усуненню можливих пустот у структурі матеріалу.

6.Остаточне ущільнення основи самохідним ґрунтовим вібраційним гладковальцевим котком НАММ 3520 19,8 т

Остаточне ущільнення здійснюється ґрунтовим вібраційним гладковальцевим котком НАММ 3520. Вібрація та велика маса котка забезпечують максимальну щільність та стабільність укладеного шару.

7.Догляд за шаром основи шляхом розподілення води поливально-мийною машиною ПМ-130 6000 л

Після завершення ущільнення здійснюється догляд за шаром основи шляхом розподілення води за допомогою поливально-мийної машини ПМ-130. Це допомагає уникнути пересихання цементної суміші та забезпечує її правильне твердіння.

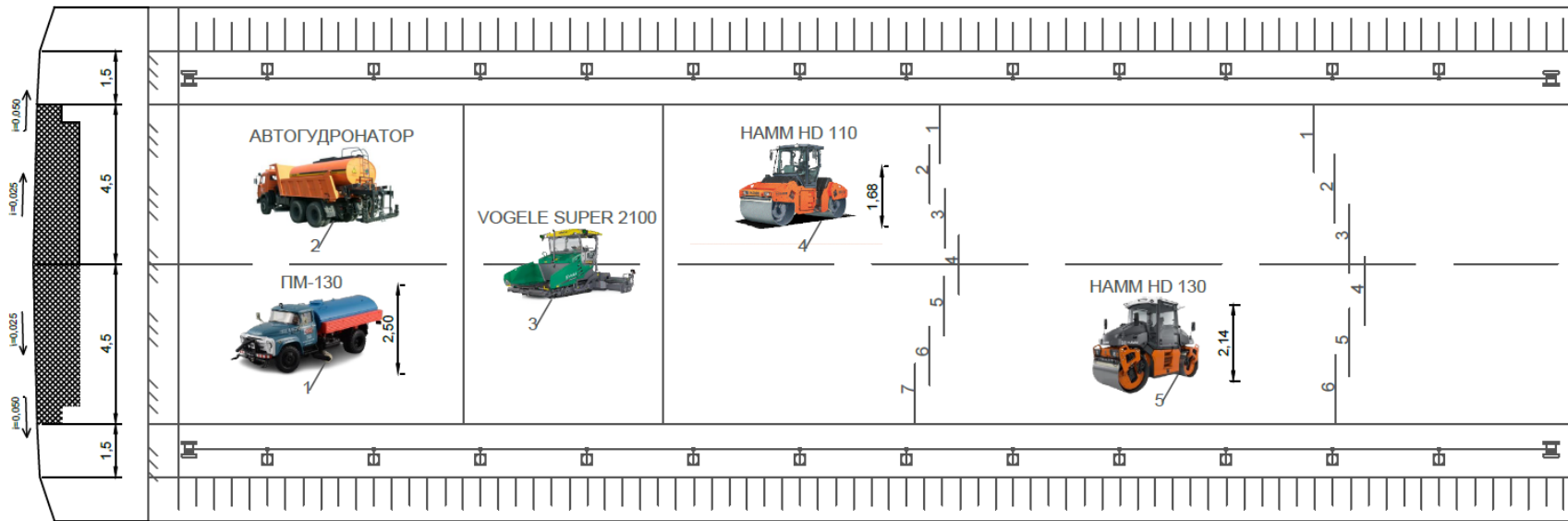


Рисунок 5.3 – Технологія влаштування верхнього шару покриття товщиною 4 см із щебенево-мастикової суміші асфальтоукладальником на гусеничному ході VOGELE SUPER 2100

Відповідно до рисунка 5.3 опишемо детальніше послідовність усіх операцій.

1. Очищення нижнього шару асфальтобетонного покриття механічною щіткою від пилу, сухого сміття та бруду

Перед початком робіт з укладання нового шару асфальту необхідно ретельно очистити нижній шар від пилу, сухого сміття та бруду. Для цього використовують механічні щітки, які ефективно видаляють всі забруднення. Очищення поверхні забезпечує кращу адгезію нового шару асфальту до основи, що підвищує міцність та довговічність дорожнього покриття.

2. Розлив в'язучих матеріалів автогудронатором

Після очищення поверхні здійснюється розлив в'язучих матеріалів за допомогою автогудронатора. В'язучі матеріали, як правило, це бітумна емульсія, яка розподіляється рівномірним шаром на підготовлену основу. Це створює адгезійний шар, що покращує зчеплення нового шару асфальту з основою і запобігає виникненню дефектів у майбутньому.

3. Встановлення копіювальних струн

Перед початком укладання асфальтобетонного покриття встановлюються копіювальні струни. Вони використовуються для точного вирівнювання та контролю висоти майбутнього покриття. Струни натягуються вздовж траси дороги відповідно до проектних позначок. Це дозволяє асфальтоукладальнику точно слідувати заданим параметрам, забезпечуючи рівномірність укладання.

4. Укладання ЩМА асфальтоукладальником на гусеничному ході VOGELE SUPER 2100

Для укладання щєбенево-мастичного асфальту (ЩМА) використовується асфальтоукладальник VOGELE SUPER 2100 на гусеничному ході. Цей потужний апарат забезпечує рівномірне розподілення асфальтобетонної суміші на

підготовлену поверхню. Завдяки гусеничному ходу машина забезпечує стабільність та точність укладання, що гарантує високу якість покриття.

5. Попереднє ущільнення ЩМА самохідним гладковальцевим котком НАММ HD 110 10,54 т

Після укладання асфальтобетонної суміші здійснюється її попереднє ущільнення за допомогою самохідного гладковальцевого котка НАММ HD 110 масою 10,54 тонни. Цей коток забезпечує початкове ущільнення, використовуючи статичне навантаження. Попереднє ущільнення дозволяє зменшити пористість матеріалу та забезпечити кращу стійкість до механічних навантажень.

6. Остаточне ущільнення ЩМА самохідним гладковальцевим котком НАММ HD 130 14,2 т

Остаточне ущільнення укладеного шару ЩМА здійснюється самохідним гладковальцевим котком НАММ HD 130 масою 14,2 тонни. Цей коток застосовує високе статичне навантаження, що дозволяє досягти максимальної щільності та стабільності покриття. Остаточне ущільнення забезпечує довговічність асфальтобетонного покриття та його високу стійкість до експлуатаційних навантажень.

РОЗДІЛ 6. ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Організація безпеки руху на кільцевій розв'язці має свої особливості, які забезпечують безпечний та ефективний рух транспортних засобів та пішоходів. Основні аспекти, які слід врахувати при проєктуванні та облаштуванні кільцевої розв'язки, включають наступне:

1. Критерії організації безпеки руху

— Розміщення дорожніх знаків (попереджувальні знаки перед кільцевою розв'язкою, знаки пріоритету на в'їздах до кільцевої розв'язки, інформаційні знаки для вказівки напрямків руху);

— Дорожня розмітка (позначення смуг руху на під'їздах до кільцевої розв'язки, нанесення розмітки для позначення напрямку руху по кільцю);

— Система освітлення (забезпечення достатнього освітлення для видимості в темний час доби);

— Безпека пішоходів та велосипедистів (організація безпечних пішохідних переходів з відповідним знакуванням та розміткою).

2. Нормативні документи

— ДБН В.2.3-4:2015 – "Автомобільні дороги" [4];

— ДБН В.2.3-5:2018 – "Вулиці та дороги населених пунктів" [10];

— ДСТУ 4100:2021 – "Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування" [11];

— ДСТУ 2587:2021 "Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови" [12];

— Правила дорожнього руху України (ПДР) [13].

За допомогою наведених вище нормативних документів було розроблено схему організації дорожнього руху на кільці (рис. 6.1).

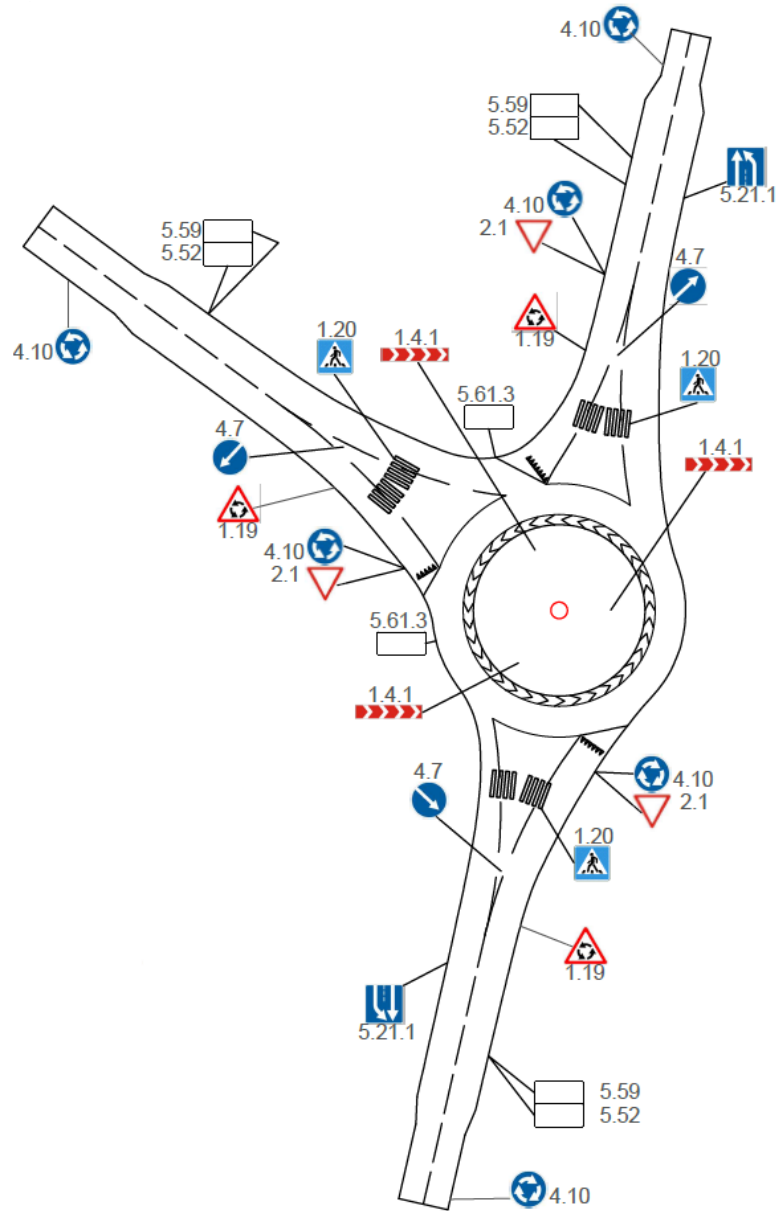


Рисунок 6.1 – Схема організації дорожнього руху на кільцевій розв’язці

Відповідно до рис. 6.1 за допомогою [14] були описані дорожні знаки й подані в таблиці 6.1.

Дорожні знаки

Назва знака	Номер знака	Вигляд	Умови розташування
Перехрещення з рухом по колу	1.19		Попереджувальний знак встановлюється поза населеними пунктами на відстані 150–300 м, у населених пунктах — на відстані 50–100 м до початку небезпечної ділянки.
Об'їзд перешкоди з правого боку	4.7		Знак застосовується, щоб зазначити, що об'їзд острівців безпеки і різноманітних перешкод, що знаходяться на проїзній частині, дозволяється з правого боку.
Круговий рух	4.10		Знак вимагає об'їзду клумби (центрального острівця) в напрямку, показаному стрілками на перехресті з круговим рухом.
Дати дорогу	2.1		Водій повинен дати дорогу транспортним засобам, що під'їжджають до нерегульованого перехрестя по головній дорозі
Показчик відстаней	5.61.3		Зазначає відстані (км) та підтверджує напрямки до населених пунктів, розташованих на маршруті.
Показчик напрямку	5.59		Застосовується для зазначення напрямку руху до населеного пункту або іншого об'єкту.
Кінець населеного пункту	5.52		Показує кінець населеного пункту
Пішохідний перехід	1.20		Знак застосовується для позначення місць, призначених для організованого переходу пішоходів через проїзну частину.
Напрямок повороту	1.4.1		Знак показує напрямок об'їзду центра перехрестя з круговим рухом.
Кінець додаткової смуги руху	5.21.1		Знак указує на кінець додаткової смуги або смуги розгону.

ВИСНОВКИ

На ділянці автомобільної дороги Н-03 Житомир – Чернівці, км 310+752, відбулося будівництво кільцевої транспортної розв'язки в одному рівні. Ця траса відноситься до II категорії, а її інтенсивність руху становить 8500 автомобілів на добу. Аналіз статистики ДТП за період з 2017 по 2023 роки показав, що лівова частка аварій сталася через перевищення безпечної швидкості. Враховуючи високий рівень конфліктних точок на цьому перетині, було прийнято рішення запроєктувати середнє кільце діаметром 38 м. Це дозволить знизити швидкість руху транспортних засобів та підвищити безпеку на цій ділянці.

Проведений аналіз перспективної інтенсивності руху показав, що через 15 років кількість транспортних засобів значно зросте, що призведе до перевантаження дороги. Таким чином, у перспективі необхідно буде розширювати кількість смуг з 2 до 4 в обох напрямках. Це забезпечить належну пропускну здатність дороги та підвищить її ефективність.

При проєктуванні кільцевої розв'язки були побудовані два поздовжні профілі (вул. Шевченка та Н-03). Було визначено вертикальні криві, що дозволяють забезпечити плавність руху на розв'язці. На профілі Н-03 будуть використовуватися типові поперечні профілі типу I та V, а на профілі вул. Шевченка + Н-03 – профілі I, II, V, VI типу. Це забезпечить відповідність конструкції дороги всім нормативним вимогам.

Визначено клас наслідків (відповідальності) – ССЗ, що свідчить про високий рівень важливості об'єкта.

Для будівництва дороги обрано нежорсткий тип дорожнього одягу: щибенево-мастиковий асфальтобетон. Було розраховано дорожній одяг за пружним прогином і зроблено висновок, що вибрана конструкція задовольняє

умови міцності за допустимим пружним прогином. Це дозволить забезпечити довговічність та надійність дороги.

Наведено технологічну схему вкладання щебенево-піщаної суміші, укріпленої цементом, а також технологічну схему вкладання верхнього шару – щебенево-мастикового асфальтобетону. Ці заходи дозволять забезпечити якісне виконання будівельних робіт та довготривалу експлуатацію дорожнього покриття.

Для забезпечення ефективного використання ресурсів, було визначено калькуляцію витрат в людино-годинах та машино-годинах. Це дозволить раціонально планувати роботи, оптимізувати витрати та забезпечити своєчасне виконання будівельних робіт.

В підсумку розроблено схему організації дорожнього руху, що відповідає всім чинним нормативним документам. Це дозволить підвищити безпеку та ефективність руху на розв'язці, а також забезпечити комфортні умови для всіх учасників дорожнього руху.

Таким чином, проєкт будівництва кільцевої розв'язки у місті Хотин сприятиме покращенню транспортної інфраструктури регіону, зниженню кількості ДТП та підвищенню комфорту для всіх учасників дорожнього руху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія: затв. Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, наказом від 16.12.2010 (№511). С. 127.
2. Статистика ДТП в Україні за 2023 рік, Патрульна поліція [Електронний ресурс]. <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/>
3. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення: затв. Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, наказом від 03.10.2018 (№264). С. 137.
4. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво: затв. Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, наказом від 21.09.2015 р. (№ 234). С. 112.
5. ДСТУ Б А.2.4-29:2008 Автомобільні дороги. Землянеполотно і дорожній одяг. Робочі креслення: затв. Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. С. 32.
6. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності): затв. Державним підприємством «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації та якості», наказом від 24.06.2019 (№175). С. 17.
7. ГБН В.2.3-37641918-552:2015 Автомобільні дороги. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів дорожнього будівництва: затв. Міністерством інфраструктури України, наказом від 19.06.2015 (№223). С. 23.

8. П-Г.1-218-113:2009 Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України: затв. Державною службою автомобільних доріг України (Укравтодор), наказом від 01.07.2009 (№ 320). С. 88.
9. ГБН В.2.3-37641918-554:2013. Автомобільні дороги. Шари дорожнього одягу з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів, укріплених цементом. Проектування та будівництво: затв. Державною службою автомобільних доріг України (Укравтодор), наказом від 20.10.2016 (№ 304). С. 47.
10. ДБН В.2.3-5-2018. Вулиці та дороги населених пунктів: затв. Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, наказом від 24.04.2018 р. (№ 103). С. 61.
11. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. С. 143.
12. Правила дорожнього руху України [Електронний ресурс]. <https://vodiy.ua/pdr/18/>
13. Зміна № 1 до ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво: затв. Мінрегіоном України, наказом від 26.03.2019 р. (№ 84). С. 30.
14. Зміна № 2 до ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво: затв. Міністерством розвитку громад та територій України, наказ від 22.10.2021. (№258). С. 30.
15. Будівництво нової кільцевої розв'язки в чернівецькій області, ФІНІНПРО [Електронний ресурс]. <https://fininpro.com/bud%D1%96vnicztvo-novo%D1%97-k%D1%96lczevo%D1%97-rozvyazki-v-chern%D1%96veczk%D1%96j-oblast%D1%96>
16. У Хотині завершать "Велике будівництво" об'їзної вже цього року, УНІАН інформаційне агенство [Електронний ресурс].

<https://www.unian.ua/economics/transport/u-hotini-zavershat-velike-budivnictvo-ob-jiznoji-vzhe-cogo-roku-novini-ukrajina-11677387.html>

17. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування: затв. Міністерством інфраструктури України, наказ від 22.02.2019. (№120). С. 63.

18. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій: затв. Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, наказом від 26.04.2019 р. (№ 104). С. 185.

19. ДСТУ 8745:2017 Автомобільні дороги. Методи вимірювання нерівностей основи і покриття дорожнього одягу: затв. Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, наказом від 20.12.2017 р. (№ 134). С. 23.

20. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва: затв. Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, наказом від 05.05.2016 р. (№ 115). С. 23.

21. Коваленко Л.О., канд. техн. наук «Аналіз умов та безпеки руху на автомобільних дорогах з урахуванням інформаційних показників дорожнього середовища». 2015. Вип. 8. С.294-301.

22. How to Design a Roundabout for Improved Traffic Flow and Safety [Електронний ресурс]. <https://www.engineering.com/story/how-to-design-a-roundabout-for-improved-traffic-flow-and-safety>

23. Roundabouts: An Informational Guide [Електронний ресурс]. <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/00067/index.cfm>

ДОДАТКИ

Додаток А

Демонстраційні плакати

ЛИСТ 1 - Загальні характеристики

ЛИСТ 2 - План автомобільної дороги

ЛИСТ 3 - Поздовжні профілі

ЛИСТ 4 - Поперечні профілі та технологічні схеми

ЛИСТ 5 - Результати розрахунків та організація дорожнього руху

ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДІЛЯНКИ

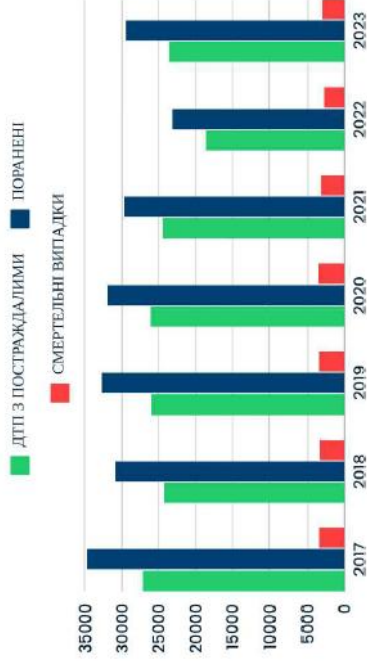
СУПУТНИКОВИЙ ЗНІМОК МІСЦЕВОСТІ



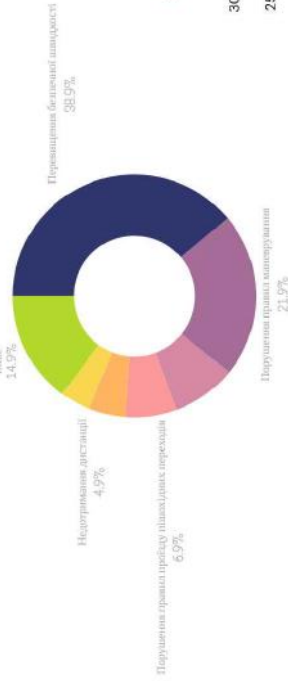
ЗНІМОК ТРАСИ



СТАТИСТИКА ДТП



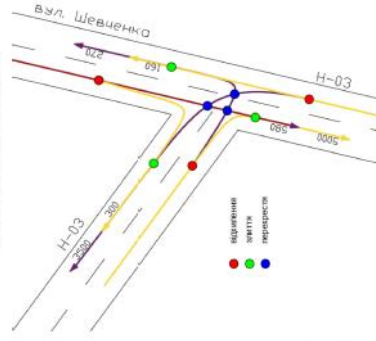
ПРИЧИНИ ДТП



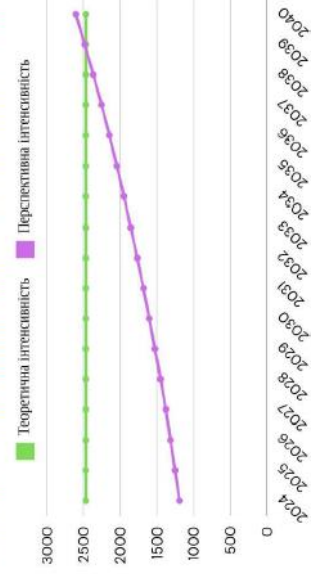
ВПЛИВ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ПЕРЕТИНІВ В ОДНОМУ РІВНІ В КІЛЬЦЕВІ Т-ПОДІБНІ ПЕРЕТИНІ НА КІЛЬКІСТЬ ДТП

ДТП	Зміна кількості ДТП, %
з правлятьомом	Найкращий результат
з матеріальними збитками	Межі коливання результатів
	-27
	+52
	(-40,-12)
	(+29,+78)

КОНФЛІКТНІ ТОЧКИ

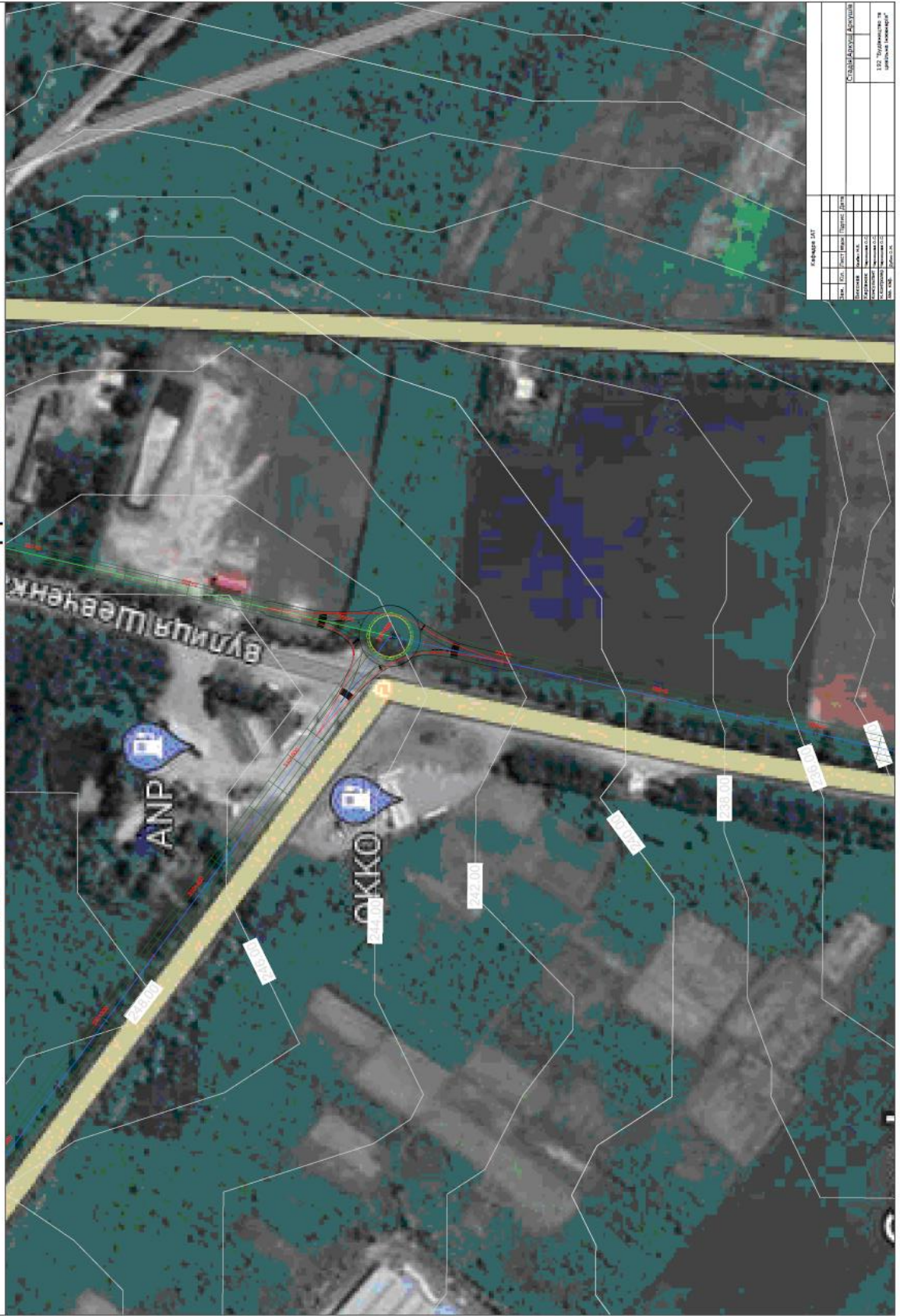


ПЕРСПЕКТИВНА ІНТЕНСИВНІСТЬ РУХУ ТЗ НА 15 РОКІВ

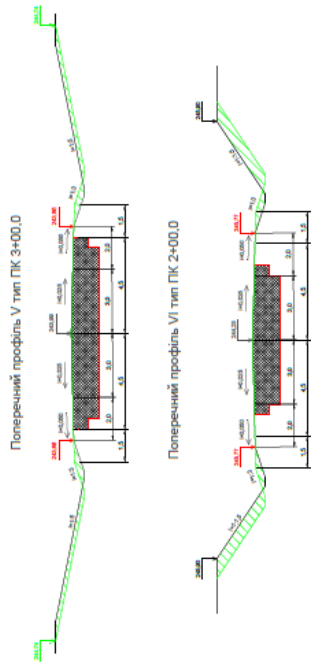


Категорія ДТП		Кількість ДТП	
ДТП	Збитки	ДТП	Збитки
Всього
...
...
...
...

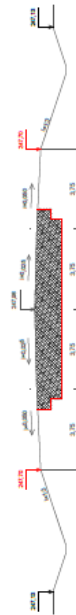
ПЛАН АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ



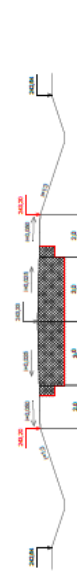
ПОПЕРЕЧНІ ПРОФІЛІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ



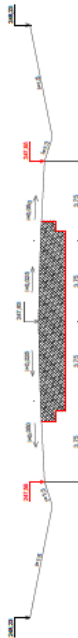
Поперечний профіль I тип ПК 2+00.0



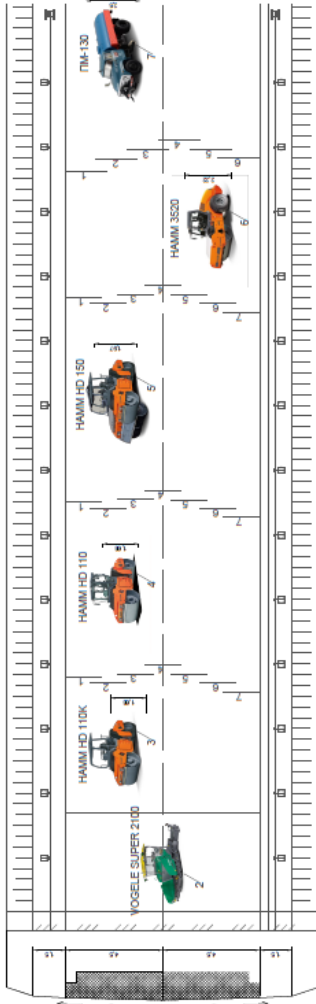
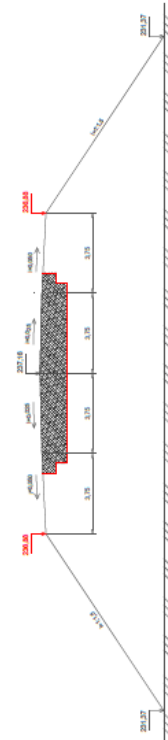
Поперечний профіль I тип ПК 0+00.0



Поперечний профіль V тип ПК 3+00.0

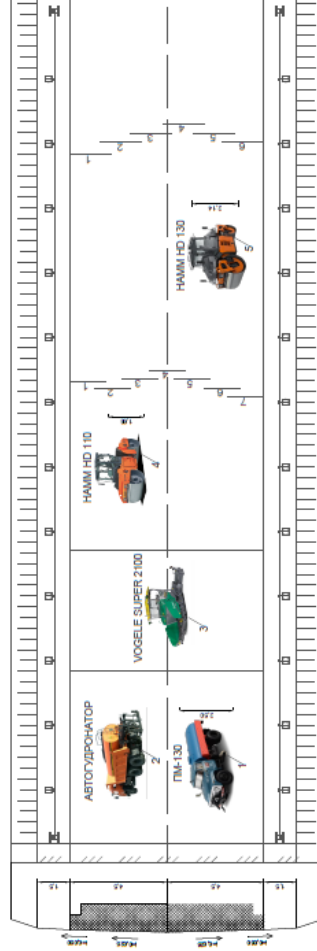


Поперечний профіль II тип ПК 7+00.0



1. Встановлення копювальних струн

2. Укладання оптимальної ЦПС укріпленої цементно асфальтоукладальником на гусеничному ходу VOGELE SUPER 2100.
3. Попереднє ущільнення оптимальної ЦПС укріпленої цементом самохідним котком комбінованої дії HAMM HD 110K 9,3 Т
4. Ущільнення оптимальної ЦПС укріпленої цементом самохідним котком гладковальцевим HAMM HD 110 10,6 Т
5. Ущільнення оптимальної ЦПС укріпленої цементом самохідним котком на пневматичних шинах HAMM HD 150 14,3 Т
6. Остаточне ущільнення основи самохідним ґрунтовим вібраційним гладковальцевим котком HAMM 3520 19,8 Т
7. Догляд за шаром основи шляхом розподілення води подивально-мийною машиною ПМ-130 6000 л



1. Очищення нижнього шару асфальтобетонного покриття механічною щіткою від пилу, сухого сміття та бруду
2. Розлив в ячужих матеріалавтогдронатором
3. Встановлення копювальних струн
4. Укладання ЦПМ асфальтоукладальником на гусеничному ходу VOGELE SUPER 2100
5. Попереднє ущільнення ЦПМ самохідним гладковальцевим котком HAMM HD 110 10,54 Т
6. Остаточне ущільнення ЦПМ самохідним гладковальцевим котком НА MM HD 130 14,2 Т

Розроблено		Перевірено		Затверджено	
Ім'я	Підпис	Ім'я	Підпис	Ім'я	Підпис
Спеціаліст з проектування					
ІНСТ. "Український інженерний консалтинг"					

