

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Дослідження безпеки велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МНмз-61

спеціальності 275.03 Транспортні технології

(на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

		Самборський Т.Р.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник		Вовк Ю.Я.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль		Плекан У.М.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Зав. кафедри		Цьонь О.П.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент		
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультетінженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедраавтомобілів

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

(підпис)

«»

Цьонь О.П.
(прізвище та ініціали)
2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступенямагістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

студентуСамборському Тарасу Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботиДослідження безпеки велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі

Керівник роботиВовк Ю.Я., к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2024 року № 4/7-1074.

2. Термін подання студентом завершеної роботи22.12.2024

3. Вихідні дані до роботиІнформаційні матеріали, джерела з мережі Інтернет

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Вступ. 2. Теоретичний розділ. 3. Аналітико-дослідницький розділ. 4. Проектно-рекомендаційний розділ. 5. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. 6. Висновки.

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

Ілюстративний матеріал

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 11.11.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Самборський Т. Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

ВОВК Ю.Я.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Самборський Т. Р. Дослідження безпеки велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі – Рукопис.

Кваліфікаційні робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 275.03 – транспортні технології (на автомобільному транспорті). – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, – Тернопіль, 2024.

Кваліфікаційні робота присвячена дослідженню безпеки велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі міста Запоріжжя. Дослідження охоплює 10-річний період та аналізує велосипедні аварії.

Основні результати дослідження: 58.8% усіх аварій у центрі міста сталися на перехрестях, порівняно з 47.7% на території кампусу. Найбільшу небезпеку становлять трьохсторонні перехрестя в районі університетського містечка, тоді як у центрі міста вони є відносно безпечнішими. Виявлено підвищений ризик серйозних аварій для велосипедистів старше 39 років та в зимовий період.

Практична значимість: Результати дослідження можуть бути використані для: оптимізації планування велосипедної інфраструктури, підвищення безпеки руху на проблемних перехрестях, розробки рекомендацій щодо зниження аварійності, робота має важливе значення для реалізації концепції "5-кілометрового міста" та розвитку сталої міської мобільності в Запоріжжі

В розділі останньому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ВЕЛОСИПЕД, БЕЗПЕКА ВЕЛОСИПЕДНОГО РУХУ, ПЕРЕХРЕСТЯ, ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЯ МЕРЕЖА, СТАЛИЙ РОЗВИТОК.

ABSTRACT

Samborskyi T. R. Research on bicycle traffic safety at street and road network intersections - Manuscript.

Qualifying work for the master's degree in the specialty 275.03 - transport technology (in road transport). - Ternopil Ivan Puluj National Technical University, - Ternopil, 2024.

The qualification thesis is dedicated to studying bicycle traffic safety at intersections of the street and road network in Zaporizhzhia city. The research covers a 10-year period and analyzes bicycle accidents.

Key research findings: 58.8% of all accidents in the city center occurred at intersections, compared to 47.7% in the campus area, three-way intersections pose the greatest danger in the university campus area, while being relatively safer in the city center, an increased risk of serious accidents was identified for cyclists over 39 years old and during winter periods.

Practical significance. The research results can be used for: optimization of bicycle infrastructure planning, improving traffic safety at problematic intersections, development of recommendations for accident reduction/

The work is important for implementing the "5-kilometer city" concept and developing sustainable urban mobility in Zaporizhzhia.

The final section addresses occupational safety and emergency situation management issues.

BICYCLE, BICYCLE TRAFFIC SAFETY, INTERSECTION, STREET AND ROAD NETWORK, SUSTAINABLE DEVELOPMENT

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	11
1.1. Велосипедний рух та інфраструктура.....	11
1.2. Мета та завдання дослідження	12
1.3. Опис місця дослідження.....	12
1.3.1. Місто Запоріжжя	12
1.3.2. Транспорт в м. Запоріжжя.....	15
1.4. Важливість дослідження та вибрані місця	16
2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Поняття доступності	18
2.2. Сталий розвиток.....	19
2.3. Екологічні транспортні засоби	20
2.4. Методи та дані.....	24
2.4.1. Дані.....	24
2.4.2. Вибір і визначення змінних	27
2.5. Опис методології.....	32
2.6. Результати	38
2.7. Аварії на перехрестях	41
3. ПРОЄКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	44
3.1. Регресійні моделі для перехресть.....	44
3.2. Місце аварій велосипедистів	47
3.3. Ризики, пов'язані з їздою на велосипеді в центрі міста та кампусі ..	48
3.4. Доступність і сталість.....	50
3.5. Обмеження та майбутні дослідження	52
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
4.1. Вимоги безпеки під час експлуатації велосипедів у службових цілях.....	54
4.2. Безпека життєдіяльності велосипедистів в умовах надзвичайних ситуацій.....	57

ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	62
ДОДАТКИ.....	62
Додаток А.....	68

ВСТУП

Починаючи з 1990 року і до сьогодні, використання велосипедів значно зросло. Найбільше зростання можна знайти в європейському контексті (Pucher & Buehler, 2017). Одна з найвищих часток велосипедних поїздок спостерігається в Нідерландах. Майже 40% коротких поїздок до 5 км у Нідерландах здійснюються на велосипеді.

Місто Запоріжжя є одним із міст, які зосереджені на збільшенні використання велосипедів. Влада Запоріжжя має на меті зробити громадський транспорт, їзду на велосипеді та пішки найбільш часто використовуваними видами транспорту в місті.

Опитування поведінки громадян Запоріжжя під час подорожей, проведене муніципалітетом Запоріжжя (2015), показує, що 44% респондентів у віковій групі 16-84 років вважали, що велосипед має бути пріоритетним при плануванні інфраструктури. Крім того, опитування показало, що 21% поїздок у місті Запоріжжя було здійснено на велосипеді. Запоріжжя є одним із міст, де є великі університети і в яких навчається 45000 студентів.

Молоді люди охоче використовують велосипеди як вид транспорту (Rietveld & Daniel, 2004), і це може бути однією з причин, чому їзда на велосипеді досить популярна в Запоріжжя. Існують інші причини, крім молодшого віку, які змушують людей користуватися велосипедом. Причин може бути багато: економічні, здоров'я та екологія. Велосипед сам по собі має низку переваг для людей, які обирають і можуть ним користуватися. Це сприяє підвищенню якості життя, але також сприяє покращенню здоров'я, наприклад покращенню загальної фізичної форми (Lanzendorf & BuschGeertsema, 2014). Окрім підвищення якості життя, це також вид транспорту, де вартість покупки та використання велосипеда відносно низька (Pucher & Buehler, 2017). Третім позитивним аспектом може бути екологічність велосипеда, оскільки він має низький негативний вплив на природу порівняно з іншими видами транспорту (там само).

Збільшення кількості велосипедистів призводить до того, що більше людей піддаються ризикам, пов'язаним з велосипедом. Існує також соціально-економічна ціна, коли люди отримують травми на різних рівнях, наприклад, регіоні, в якому проживає людина, а також для самої людини. Це можна розглядати, наприклад, як витрати на лікування людини, яка потрапила в аварію, що може бути вартістю для персоналу лікарні. Є багато причин, через які велосипедисти постраждали в аваріях. Деякі з них пов'язані з фізичною інфраструктурою, такою як висота та перехрестя (Teschke et al, 2012). Незважаючи на те, що ця тема досліджується понад три десятиліття, відомостей про небезпеку, пов'язану з велосипедом, і про те, що створює цю небезпеку, мало. Перехрестя дуже пов'язані з нещасними випадками та зниженням безпеки для велосипедистів, але ще є дослідження, які необхідно провести в цій області (Reynolds et al, 2009;

Мур та інші, 2011; Wardlaw, 2014). Рейнольдс та інші (2009) зазначають, що недостатньо досліджень щодо того, як кількість доріг на перехресті, що також можна розглядати як тип перехрестя, впливає на частоту аварій і серйозність травм для велосипедиста. Таким чином, тип перехрестя є цікавим аспектом для подальшого дослідження, щоб зробити внесок у базу знань щодо небезпеки, пов'язаної з велосипедом, і може бути способом зменшення негативних наслідків їзди на велосипеді.

Актуальність дослідження:

Збільшення попиту на використання велосипедного транспорту створює необхідність оптимізації безпеки руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі міста. Ефективна організація велосипедної інфраструктури та оптимізація транспортних потоків дозволяє знизити аварійність, підвищити безпеку руху та забезпечити сталий розвиток міської мобільності.

Мета роботи:

Дослідження безпеки велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі міста Запоріжжя для розробки рекомендацій щодо підвищення безпеки руху.

Об'єкт дослідження:

Процеси організації велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі міста Запоріжжя.

Предмет дослідження:

Методи та засоби підвищення безпеки велосипедного руху на перехрестях міста.

Завдання дослідження:

- Провести аналіз сучасних методів забезпечення безпеки велосипедного руху
- Дослідити особливості організації руху на різних типах перехресть
- Розробити методику оцінки безпеки руху на перехрестях
- Провести аналіз аварійності за 10-річний період
- Розробити рекомендації щодо підвищення безпеки руху

Методи дослідження:

- Методи математичного моделювання для оцінки рівня безпеки
- Статистичні методи обробки даних про аварійність
- Методи логістичної регресії для аналізу факторів ризику
- Геоінформаційні системи для просторового аналізу
- Методи системного аналізу транспортних потоків

1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Велосипедний рух та інфраструктура

Інвестиції в інфраструктуру доріг в Україні зазнали загального зростання за останні 5-7 років. Незважаючи на загальне падіння інвестицій, обсяги вантажних і пасажирських перевезень зросли протягом 20 років.

Уряд мав плани адаптуватися до зростання велосипедного руху, зосереджуючись на більш дружніх до велосипедів муніципалітетах. Воно складається з двох завдань: перше — розробити метод вимірювання кількості велосипедистів як на місцевому, так і на регіональному рівнях і використати його як спосіб вироблення пропозицій щодо адаптації до збільшення кількості велосипедистів. Друге завдання полягає в тому, що транспортна адміністрація отримує кошти для того, щоб поділитися з організаціями, які надають інформацію та навчають про безпечніший велосипед, а отже, сприяють безпечнішому середовищу для велосипедного руху (Regeringskansliet, 2017). Варіантів сприяння збільшенню використання велосипедів багато, але головна увага зосереджена на політиці. Хоча це не єдиний шлях, існує також потреба в інвестиціях у велосипедну інфраструктуру разом із зміцненням велосипедної культури (там само).

Планування велосипедної інфраструктури є відносно новим у контексті Європи, Австралії та Північної Америки. До останніх десятиліть нею нехтували, а тепер їй надали підвищеного значення (Pucher & Buehler, 2017), але в результаті цього велосипедна інфраструктура відстала. Тому він не є пріоритетним і не оновлюється, що є важливим фактором для безпеки велосипедистів. Кращим є розвиток від нестабільного транспорту до більш стійкого. Крім того, якщо аспект безпеки не вважається високим, існує ризик того, що люди постраждають у більшому масштабі. Нещодавно зосереджена увага на велосипедній інфраструктурі, можливо, не є збігом, оскільки використання велосипедів як виду транспорту збільшилося в усьому світі (там само). Коли дивитися на атрибути велосипедної інфраструктури та її

вдосконалення, є багато атрибутів, які можуть бути в центрі уваги. На одну з них звернув увагу Wardlaw (2014), який стверджує, що перехрестя, спроектовані належним чином, можуть сприяти безпечнішому середовищу для велосипедистів, якщо вони побудовані належним чином. Це призводить до мети та дослідницьких питань даної дипломної роботи.

1.2. Мета та завдання дослідження

Мета цього дослідження полягає в тому, щоб дослідити, чи кількість доріг на перехресті корелює з серйозністю та рівнем аварій на велосипедах. Використовуючи доступність і стійкість як інструменти аналізу, ця дисертація спрямована на те, щоб краще зрозуміти, що спричиняє кількість аварій, тяжкість цих аварій, чому вони відбуваються, а також наслідки. Це призводить до наступного дослідницького питання:

- Де відбуваються аварії на велосипедах у досліджуваній області?
- Чи становлять перехрестя більший ризик, ніж інші типи небезпек, пов'язаних з аваріями?
- Які змінні впливають на те, що перехрестя є більшою чи меншою мірою ризиком, пов'язаним із їздою на велосипеді?

1.3. Опис місця дослідження

1.3.1. Місто Запоріжжя

Запоріжжя — місто в центрі України, яке відноситься до категорії великих міст.

«Станом на 2023 рік, населення Запоріжжя складає близько 750 тисяч осіб. Однак ці дані можуть змінюватися через демографічні фактори, а також через ситуацію в країні. У місті розташовано 17 професійно-технічних навчальних закладів.

Основні заклади вищої освіти:

Запорізька державна інженерна академія (ЗДІА)

Запорізький державний медико-фармацевтичний університет (ЗДМФУ)

Запорізький національний університет (ЗНУ)

Національний університет «Запорізька політехніка» (НУЗП)

Запорізький інститут економіки та інформаційних технологій (ЗІЕІТ)

Класичний приватний університет (КПУ)

Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія (ХНА)

У вищих навчальних закладах навчається приблизно 45 тисяч студентів.»

У межах цієї кваліфікаційної роботи Запоріжжя можна розглядати як місто, що базується на двох берегах Дніпра.

Центр міста можна розглядати як частину лівого берега, а університет і лікарню – зі східної сторони. Центр міста забудований квартальним типом вулиць з більш-менш прямими лініями.

Найбільші університети розташовані на лівому березі недалеко один від одного (Запорізький національний університет (ЗНУ), Національний університет «Запорізька політехніка» (НУЗП), Класичний приватний університет (КПУ)), і утворюють собою студентське містечко зі своїми кампусами.

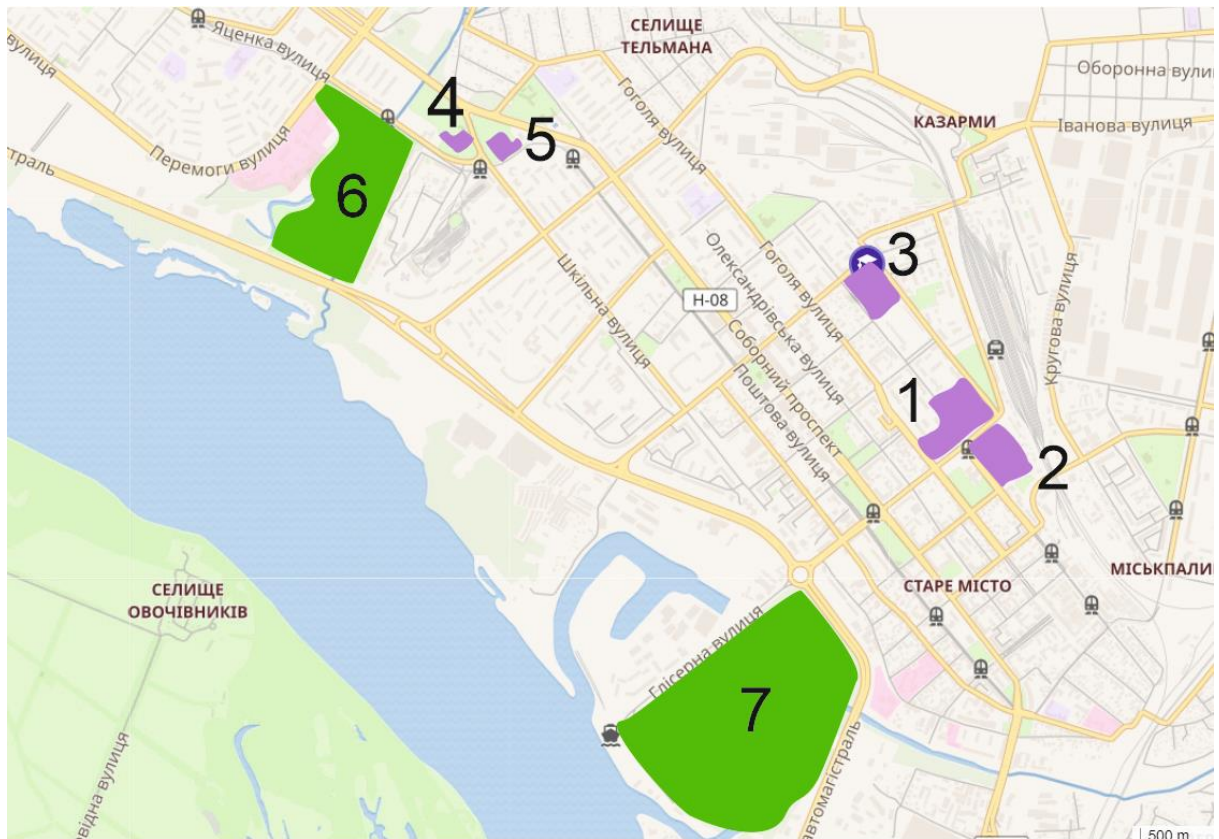


Рисунок 1.1 – Фрагмент мапи м. Запоріжжя: студентські містечка та парки

На рисунку 1.1 відображено найбільші вищі навчальні заклади (1, 2, 3 відповідно: Запорізький національний університет (ЗНУ), Національний університет «Запорізька політехніка» (НУЗП), Класичний приватний університет (КПУ); 4 та 5 коледжі, 6 -Парк Перемоги, 7 – парк Дубовий гай.

Ці заклади в окремому районі міста утворюють місце для реалізації амбітних планів розвитку міста, та велосипедної інфраструктури зокрема.

Місто Запоріжжя розглядає велосипед як важливу частину сталого виду транспорту, який, у свою чергу, може створити більш привабливе та екологічне місто. Муніципалітет Запоріжжя має на меті зробити громадський транспорт, їзду на велосипеді та пішки найбільш часто використовуваними видами транспорту в місті. Запоріжжя з 2019 року активно працює над створенням основної мережі доріг для велосипедистів і має 22% основної мережі велосипедистів/пішоходів, відокремлених від інших видів транспорту (там само). У поглибленому комплексному плані муніципалітету Запоріжжя

згадується, що велосипедні дороги мають бути з'єднані, щоб люди відчували, що швидше дістаються з місця А в пункт Б, що створює більшу відносну доступність. Далі вони зазначають, що існує мета п'ятикілометрового міста, це означає, що забудовані райони мають бути найкращим чином побудовані за п'ять кілометрів від центру міста чи території кампусу (там само).

1.3.2. Транспорт в м. Запоріжжя

Не лише Запоріжжя надає перевагу велосипеду як виду транспорту. В опитуванні про поведінку під час подорожей, проведеному в місті (2016), у якому взяли участь приблизно 1400 людей віком від 16 до 84 років, які живуть в Запоріжжя, 46% цих респондентів вважали, що велосипед як вид транспорту має бути пріоритетним у плануванні руху. Далі опитування показує, що існує різниця в тому, який вид транспорту вибирають залежно від віку респондентів. 65 % респондентів вікової групи 65-80 років обирають основним видом транспорту автомобіль, тоді як 40 % респондентів вікової групи 19-29 років використовують велосипед і 31 % респондентів вікової групи 16 років -19 обирає громадський транспорт. Опитування також показує, що існує різниця, коли люди вибирають велосипеди залежно від пори року (див. рис. 2). Спостерігається зниження в усіх категоріях від літа до зими, за винятком рідко/ніколи. 47% респондентів відповіли, що користуються велосипедом щодня влітку, тоді як 22% робили це взимку. Це свідчить про те, що взимку менше людей користуються велосипедами порівняно з літнім сезоном.

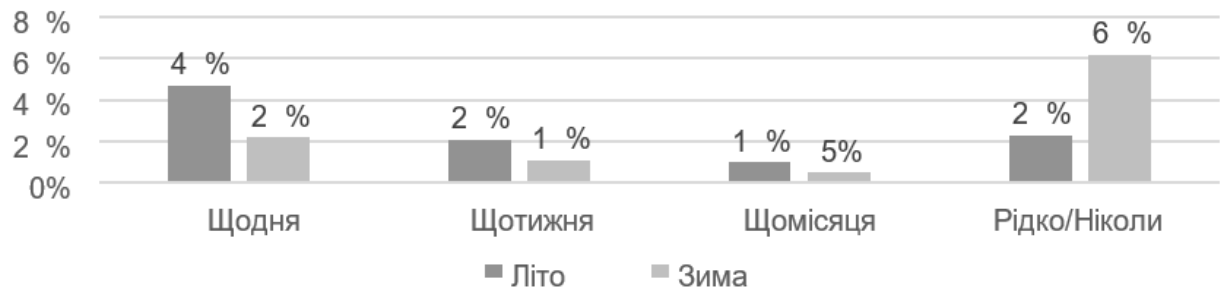


Рисунок 1.2 – Діаграма різниці частоти їзди на велосипеді в 2016 в залежності від сезону року. (N)=1640.

1.4. Важливість дослідження та вибрані місця

На даний час недостатньо досліджень щодо впливу кількості доріг на перехресті як на серйозність, так і на кількість аварій, тому це дослідження може стати внеском у більшу зображення велосипедної інфраструктури та ризику, пов'язаного з нею. Існує потреба заповнити цю прогалину, і, як Уокер (2011) формулює це: «Що стосується більшості аспектів велосипедних досліджень, найкраще, що ми зараз маємо, — це підказки та неповні історії». Перехрестя є одним із найнебезпечніших елементів, коли мова заходить про використання велосипеда, і близько 60% аварій відбувається саме в цьому середовищі (Asgarzadeh et al, 2016). Це відіграє певну роль у тому, щоб зробити один елемент їзди на велосипеді безпечнішим або принаймні зрозумілішим.

Запоріжжя як досліджувана територія є цікавою завдяки своїй меті покращити й зробити велосипед нормою. Є кілька причин, чому було обрано Запоріжжя. Однією з причин є те, що більше людей користуються велосипедами в регіональних містах з населенням 25000-120000 жителів порівняно з великими містами з населенням понад 200000 жителів (Vandenbulcke, 2009). Не все Запоріжжя було обрано як територію дослідження, а два більш конкретні місця в муніципалітеті через кілька причин. Першим районом був центр міста Запоріжжя, і причина цього полягає в тому, що фізична інфраструктура побудована таким чином, що в цьому

районі розташовано багато перехресть, що зробило його вдалим місцем для цього дослідження. Ще одна причина полягала в тому, що багато міст, побудовані з однаковою інфраструктурою, що робить місце в цілому порівнянним. Другим обраним районом був кампус. Першою причиною цього було те, що території кампусу зазвичай діють як генератори поїздок (Wang et al, 2012), що означає, що існує багато поїздок до та з кампусу. Оскільки в муніципалітеті Запоріжжя проживає 45000 студентів, це розумна область для дослідження. Другою причиною є підвищена обізнаність студентів у студентських містечках щодо сталого розвитку. Загалом головних пріоритетів щодо сталого розвитку було кілька, але одним із них були екологічні перевезення (Yuan & Zuo, 2013). Таким чином, чи може пріоритет сталого транспорту призвести до збільшення частки людей, які користуються велосипедами завдяки їхній обізнаності. Якщо поглянути на об'єднані дві досліджувані території, то в поглибленому комплексному плані Запоріжжя вони зосереджені на будівництві новозабудованих територій. Це означає, що є плани побудови та реформування цих двох, що може призвести до трансформації фізичної інфраструктури, а отже, є варіанти покращення велосипедної інфраструктури.

2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Поняття доступності

Доступність – це не лише концепція, яка пов’язана з місцем, хоча вона є невід’ємною. Це також включає такі структурні умови, як соціальні проблеми та бідність (Farrington, 2007). Відношення до місця здається досить очевидним, але місце також стосується людей, які там живуть. Це може означати, що люди, які живуть у певних місцях, не мають доступу до можливостей, таких як інфраструктура чи певний вид транспорту (там само). Доступність є нормативною концепцією, яка означає, що якщо люди відчують, що їм потрібна більша доступність, вони продемонструють, щоб це було виправлено (там само).

Доступність добре відома і використовується як у транспортній географії, так і в розробці політики (Farrington, 2007). Концепцію доступності можна розглядати по-різному, і одним із способів може бути розділення концепції за її значенням на макро- та мікромасштаби. На макрорівні це можна визначити як можливість людей і підприємств отримувати доступ до певних видів діяльності, які є частиною суспільства. Здатність зробити це можна виміряти різними способами, такими як евклідова відстань, час, необхідний від пункту А до пункту Б, і вартість подорожі, а також відносна міра того, наскільки безпечно це відчувається та комфорт. У мікроперспективі це можна розглядати як здатність людини рухатися та реальне середовище, де це можна робити. Це означає, що необхідно здобувати як інформацію про людей, так і знання про довкілля (Hydén, 2008).

Geurs & van Wee (2004) розрізняють чотири компоненти, які можна пов’язати з визначенням доступності, а саме: землекористування (1), транспорт (2), тимчасовий (3) та індивідуальний компонент (4). Компонент землекористування (1) має три виміри: якість і кількість певних можливостей, якими люди можуть скористатися, попит на доступність і конкуренцію доступності. Транспорт (2) охоплює відсутність користі від використання

певних видів транспорту, які можна розглядати в сенсі часу, вартості та зусиль. Відчуття зусиль включає відносний ризик нещасних випадків і надійність, пов'язану з використанням доступності. Тимчасовий (3) компонент складається з часу, доступного для доступу до певних можливостей, які можуть бути обмежені часом доби або часом, який використовується для інших видів діяльності, таких як робота. Індивідуальний компонент (4) відображає потребу, здібності та можливості, які має людина, і може призвести до того, що певні можливості, пов'язані з доступністю, не можуть бути використані (Geurs & van Wee, 2004). Неможливо відокремити ці компоненти через взаємодію та вплив, який вони мають один на одного, і в найкращому світі все це слід враховувати під час використання цієї концепції. Незважаючи на те, що все ще є дослідники, які підходять до концепції доступності лише з одного з цих понять, і якщо хтось це робить, важливо розуміти, яку частину доступності це включає та що означають результати. (Там же).

2.2. Сталий розвиток

Концепція сталого розвитку набула форми у звіті Всесвітньої комісії з навколишнього середовища та розвитку: Наше спільне майбутнє (1987). У доповіді пролунала фраза: «Сталий розвиток — це розвиток, який задовольняє потреби сьогодення, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти власні потреби» (с. 41), але ця концепція пішла ще далі і її ретельно вивчали всередині і зовні. Незважаючи на ретельне вивчення концепції, це все ще найчастіше використовується для сталого розвитку. Існує вбудована напруга між стійкістю та розвитком, коли читати визначення: потреби сьогодення, хоча це має підтримуватися в майбутньому (Fleurbaey та інші, 2014). Цю концепцію використовували різні головні суб'єкти, такі як компанії та уряд, і критика полягає в тому, що вона є досить вільною у своєму значенні та її легко використовувати для виправдання деяких дій, які роблять цю концепцію безглуздою. Інша сторона медалі

полягає в тому, що деякі стверджують, що це сила концепції, це гнучкість, яка може стати орієнтиром щодо того, чого потрібно досягти, а не як це зробити (Giddings et al, 2002). Інше визначення ґрунтується не лише на екологічному та економічному розвитку, а й на соціальному вимірі, який відноситься до трьох стовпів УР. Деякі стверджують, що ці три можуть існувати в балансі, тоді як інші припускають, що існує ієрархія, де економіка існує в соціальній матриці, але не може функціонувати без екосфери (Fischer et al, 2007). Поділ на три стовпи є способом відокремити частини СД і може виправдати зосередження на одному зі стовпів більше, ніж на інших. Основна увага зазвичай приділяється економічній стійкості як в компаніях, так і в урядах, прикладом цього є зосередженість на зростанні ВВП, що є одним із найпоширеніших напрямів для розгляду стійкості (Giddings, et al 2002).

2.3. Екологічні транспортні засоби

З точки зору екологічного транспорту, тобто способів транспортування, які є екологічно чистими в трьох аспектах стійкості, велосипед є одним із найкращих видів транспорту, який можна використовувати. Велосипед майже не завдає шкоди навколишньому середовищу, що сприяє екологічній частині стійкості. Великі переваги для здоров'я, які приносить фізична активність, сприяють їй у соціальній перспективі. Вартість не лише велосипеда та його використання досить низька, але й вартість громадської інфраструктури. Велосипед можна використовувати не лише для коротких поїздок, але й для поїздок середньої довжини, які можуть бути складнішими для пішки, що також може сприяти більш стійкій транспортній системі (Pucher & Buehler, 2017). Переваг велосипедів і використання велосипеда багато, але чому більше людей ним не користуються? Причини багатогранні, і один із способів їх розгляду полягає в соціальному середовищі, фізичних та індивідуальних факторах. Фактори фізичного середовища передбачають кілька атрибутів, але одним із важливих є фізична інфраструктура. Дизайн інфраструктури, як-от багатофункціональні велосипедні смуги, тобто велосипеди та пішоходи на

одній дорозі, але також розділені велосипедні смуги мають значення. Це змушує людей використовувати свій велосипед у більших масштабах. Люди вирішують не використовувати свої велосипеди, якщо дизайн має недоліки та не відповідає їхнім критеріям. Індивідуальною частиною може бути сприйняття ризику, пов'язаного з використанням і володінням велосипедом (Handy et al, 2010). Передбачуваний ризик отримання травми, пов'язаної з велосипедом і автомобілем, є одним із факторів, який оцінюється як високий ризик серед людей, які часто їздять на велосипеді (Winters et al, 2011). Стримуючий фактор відмови від користування велосипедом є найвищим, коли умови на дорозі не сприймаються як безпечні, тобто якщо дороги крижані та засніжені, більшість людей віддадуть перевагу не використовувати велосипед як спосіб пересування (там само) . Фактичний ризик потрапити в аварію з автомобілем досить низький порівняно з уявним ризиком. Загалом 60 % аварій сталися без участю моторизованих транспортних засобів. Це вимагає зміни уваги до нещасних випадків, пов'язаних із велосипедистами/автомобілями (Schleinitz et al, 2015). Ризик отримати травму під час їзди на велосипеді в сім-сімдесят разів більший, ніж під час користування автомобілем, залежно від того, в якому контексті це розглядається (Reynolds et al, 2009).

Попередня література про аварії на велосипеді та пов'язану з ними тяжкість травм величезна. Більшість статей зосереджується або на тяжкості аварій, або на кількості аварій, щоб отримати уявлення про ризики, пов'язані з їздою на велосипеді. Основні висновки полягають у тому, що перехрестя вважаються однією з найнебезпечніших частин під час їзди на велосипеді (Wardlaw, 2014; Harris et al, 2013).. Попередні дослідження кореляції між аваріями та перехрестями можуть зробити висновок, що перехрестя є важливою змінною для дослідження. Кореляція, зроблена/виявлена, полягає в тому, що в таких типах середовища спостерігається збільшення аварій та/або серйозності. Тим не менш, немає єдиної змінної, яка б пояснювала, чому перехрестя є менш безпечними, але кілька змінних було використано, щоб довести цю кореляцію. Зосередженість на тому, яка змінна найкраще пояснює це, різна, таким чином надаючи розуміння цієї проблеми, але однією змінною,

яку можна знайти в багатьох дослідженнях, є дизайн перехрестя, наприклад, який тип маршруту з'єднаний з перехрестям (Harris et al, 2013; Rivara et al, 2015; Asgarzadeh et al, 2016) і кутовий удар на перехресті (Wang & Nihan, 2004; Мур та ін., 2011; Харріс та ін., 2013). Вплив різних маршрутів різняться, що призводить до висновку, що велосипедні маршрути є менш безпечними під час виїзду на перехрестя (Rivara та ін., 2015), тоді як інша стаття робить протилежний висновок (Harris та ін., 2013).

Крім того, попередні дослідження показують, що існує кореляція між швидкістю та тяжкістю травми: чим вища швидкість аварії, тим вищий ризик збільшення тяжкості (Harris et al, 2013; Moore et al, 2011; Klop & Khattak, 1999; De geus et al, 2012), і це пов'язано не лише з перехрестями, а й з неперетинами. Існують інші змінні, які корелюють не лише з перехрестями, але й із велосипедним рухом у загальному сенсі, наприклад, маршрут, де основна увага приділяється інфраструктурі, і те, як вони розроблені та використовуються, і більшість статей роблять висновок, що велосипедні доріжки є такими ж безпечними, як або безпечніше, ніж їзда по дорозі з автомобілями (Teschke та ін, 2012; Lusk та ін, 2011).

Інша основна відмінність у літературі полягає в тому, що акцентується увага на тому, який тип транспортних засобів потрапив у ДТП. Основна увага статей зосереджена на аваріях на велосипедах, які відбуваються з автотранспортом (MVS) (Wang & Nihan, 2004; De Geus et al, 2012; Schepers et al, 2011; Asgarzadeh et al, 2016). а з іншого боку, яка не має такого пріоритету, поодинокі аварії (Schleinitz та ін., 2015; Schepers та ін., 2014), і це може бути через збільшення тяжкості, пов'язаної з аваріями на велосипедах і автомобілях (BMV) та що частота нещасних випадків вища, якщо розглядати одиничні нещасні випадки. Одним із факторів, який розглядається в літературі, є змінна: чим більше велосипедистів, тим менш безпечно. Теорія стверджує, що велосипедисти стають менш обізнаними про навколишнє середовище, що саме по собі не є позитивним для зменшення аварій, але оскільки велосипедисти є більш поширеними, це призводить до того, що люди в МВ стають більш обізнаними (Jacobsen, 2003).

Основний пріоритет, який приділявся нещасним випадкам BMVS, не є вмотивованим, і більше уваги слід приділяти поодиноким нещасним випадкам через більш високу частоту нещасних випадків, що, у свою чергу, призводить до економічного тягаря та проблем зі здоров'ям відповідно до Schleinitz та ін. (2015). Це призводить до суперечки про те, що важливіше для вивчення: тяжкість чи частоту нещасних випадків. Крім того, попередні дослідження показують, що поведінка та характеристики людей, які користуються велосипедами, є придатною змінною для вивчення при розгляді велосипедних аварій. Дослідження щодо використання шолома показує, що якщо людина не носить шолом, це призводить до збільшення ризику летального результату та отримання серйозних травм (Elvik, 2011; Kaplan та ін., 2014; Rivara та ін., 2015). Однак, згідно з Елвіком (2011), під час використання шолома можливі негативні наслідки, такі як травми ший та обличчя, які можуть виникати з такою ж частотою або частіше, ніж у людей, які не використовують шоломи. З демографічної точки зору попередні дослідження показують, що стать і вік є факторами, які мають значення, коли йдеться як про частоту, так і про серйозність велосипедних аварій. Роджерс (1995) стверджує, що чоловіки частіше потрапляють у серйозніші аварії. Однак далі він стверджував, що досі не зрозуміло, чому це так. На додаток до цього, Rivara et al. (2015) стверджує, що люди молодші та старші 40 років мають підвищений ризик отримати серйозні травми. Алкоголь є ще одним фактором, який вступає в дію, і зв'язок між алкоголем і рівнем нещасних випадків зростає (Kaplan et al, 2014). У літературі вказується, що дорожні умови можуть впливати на ризик нещасних випадків під час їзди на велосипеді (Nyberg et al, 1996; De Geus, 2012). На умови доріг можуть впливати погане технічне обслуговування (там же), погане дорожнє покриття та бордюри (Nyberg et al, 1996). Поганий догляд включає сніг, лід, гравій і мокре листя (там же). Зважаючи на це, у цій галузі досліджень є деякі прогалини, які можна заповнити. Перша така, як згадувалося у вступі: якщо існує різниця в тяжкості та частоті по відношенню до кількості доріг на перехресті, а по-друге, не було дослідження, яке б використало всі незалежні змінні, які розглядаються як пояснювальні фактори,

коли йдеться про частоту та тяжкість велосипедних аварій. Однак це може бути результатом проблеми з даними та часових рамок.

2.4. Методи та дані

2.4.1. Дані

«За 2023 рік в м. Запоріжжя зафіксовано 618 ДТП з постраждалими, 258 з яких (що складає 41,74%) відбулось за участі пішоходів.

Всього в ДТП за 2023 рік:

- загинуло одразу або протягом 30 днів – 33 особи (з них 22 пішоходи та 1 велосипедист);
- тяжко травмовано – 112 осіб;
- легко травмовано – 638 осіб.

Всього за 2023 рік було травмовано або померло 265 пішоходів. (з них 22 загинуло, а 55 тяжко травмовані).»

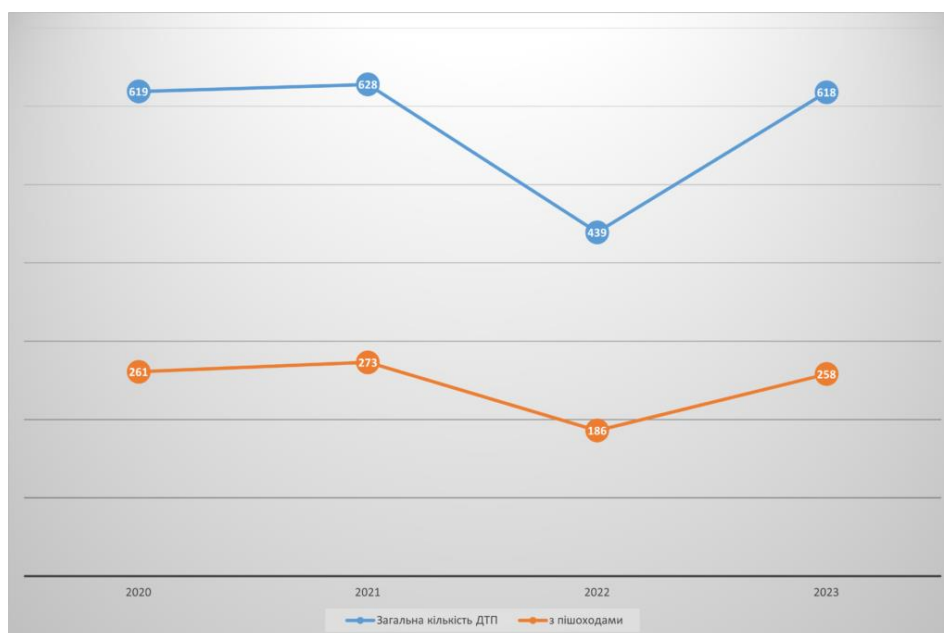


Рисунок 2.1 – Динаміка кількості ДТП з постраждалими 2020-2023рр

«ДТП з велосипедистами.

Всього за 2023 рік відбулось 31 ДТП за участю велосипедистів, в яких 1 загинув, 3 отримали тяжкі, а 26 легкі травми.

Причин ДТП може бути як одна, так і кілька, тому сума причин буде більша за 618.

Основні причини ДТП протягом 2023 року (одна з причин):»

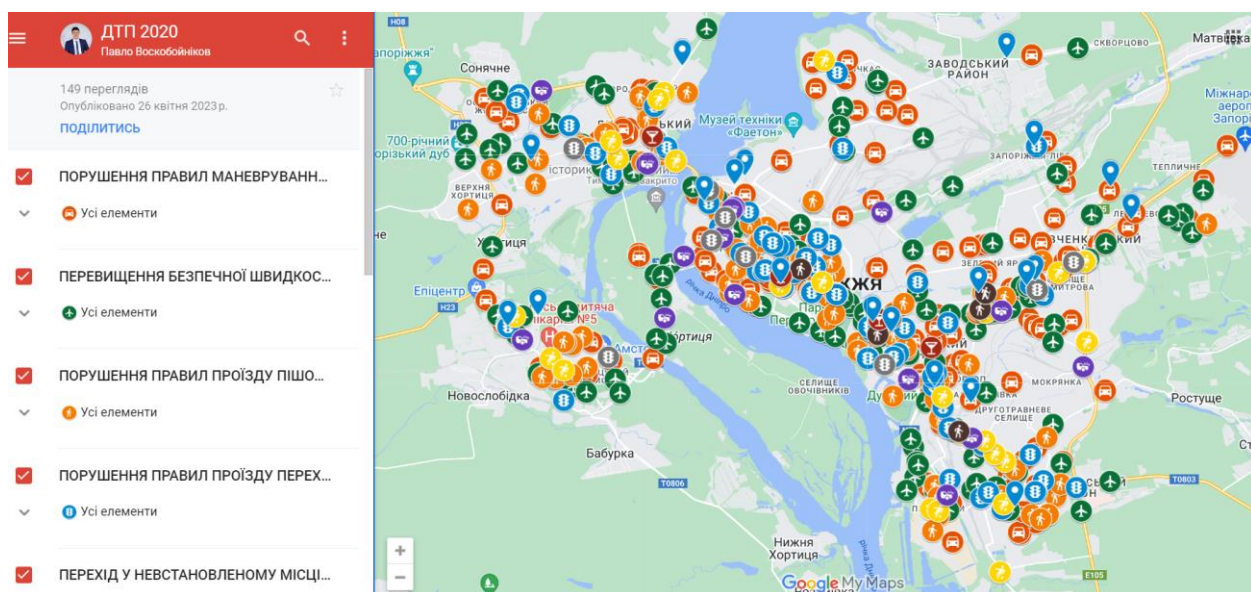
Таблиця 2.1 – Основні причини ДТП протягом 2023 року

Причина ДТП	Кількість ДТП	%
Порушення правил маневрування	183	29,61%
Порушення правил проїзду перехресть	137	22,17%
Перевищення безпечної швидкості	130	21,04%
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	98	15,86%
Перехід у невстановленому місці	61	9,87%
Недодержання дистанції	37	5,99%
Невиконання вимог сигналів регулювання	26	4,21%
Керування транспортним засобом в нетверезому стані	23	3,72%
Виїзд на смугу зустрічного руху	5	0,81%
Неочікуваний вихід на проїзну частину	5	0,81%
Перевищення встановленої швидкості	4	0,65%
Порушення правил обгону	4	0,65%
Пішоходи невиконання вимог сигналів регулювання	2	0,32%
Порушення правил зупинки і стоянки транспортного засобу	2	0,32%
Порушення техніки безпеки пасажиром	2	0,32%
Порушення правил утримання автодоріг та вулиць	1	0,16%

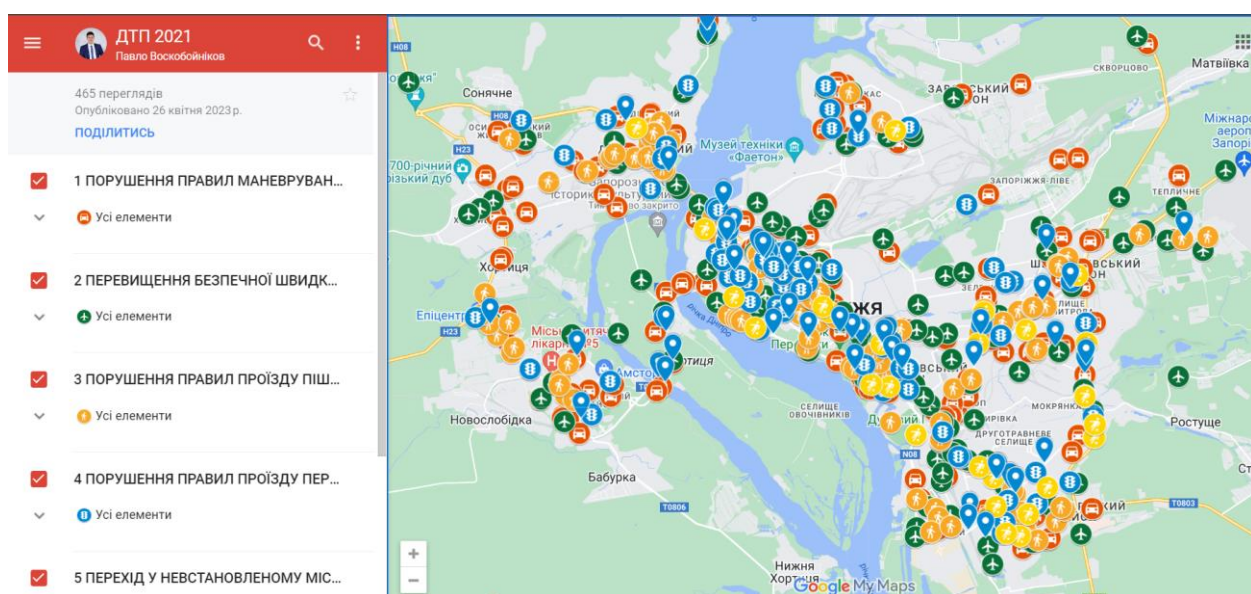
«Як видно з таблиці, незмінними причинами ДТП є порушення правил маневрування та перевищення безпечної швидкості. Разом з поверненням довоєнного рівня кількості ДТП, повернулась велика кількість постраждалих пішоходів які загинули або були травмовані.

Пішоходи: серед 618 ДТП, 252 це наїзд на пішохода з тих чи інших причин, тому пішоходи залишаються найбільш вразливою категорією

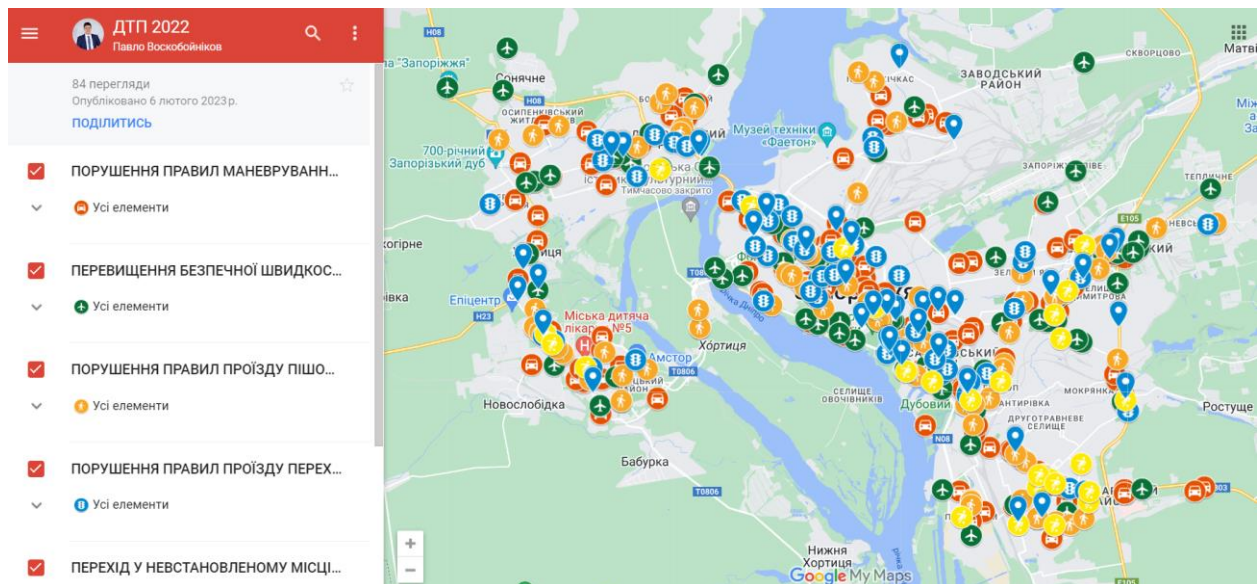
учасників дорожнього руху. Серед загиблих за 2023 рік 67% це пішоходи.»



а)



б)



в)

Рисунок 2.2 – Мапа ДТП в м. Запоріжжя: а) 2020, б) 2021, в) 2022 рр.

Набір даних, використаний для цієї роботи, містить велосипедні аварії в муніципалітеті Запоріжжя за 10-річний період часу, 2012-2022. Набір даних містить 59 різних змінних, але не всі вони були використані (перелік змінних див. у додатку 1). Загальна кількість аварій у наборі даних становить 3346, з яких 1146 сталися в районі кампусу та в центрі міста.

2.4.2. Вибір і визначення змінних

В якості відправної точки важливо знати, як вимірювання нещасних випадків буде використовуватися для кваліфікаційної роботи, і було обрано два шляхи. Перший з них – кількість нещасних випадків, другий показник – серйозність нещасного випадку. Ці вимірювання були обрані з двох причин.

Залежна змінна.

Необхідно визначити кількість аварій і тяжкість аварій, і перше з них є досить простим, кількість аварій, пов'язаних з велосипедистами, які сталися протягом певного періоду часу. Останній описується за допомогою шкали тяжкості травм (ISS), яка є мірою впливу травм. Цей бал ISS базується на

скороченій шкалі травм (AIS). AIS базується на кожній конкретній травмі людини та оцінюється від 1 до 6, де кожна цифра означає можливість вижити після травми. Тоді ISSscore обчислюється на основі трьох найвищих балів AIS для кожного типу травми особи, що робиться шляхом зведення їх у квадрат. Тоді оцінка ISS оцінюється за шкалою від 1 до 75, що призводить до різних категорій, де ISS 1-3 вважається незначною аварією, 4-8 вважається аварією середнього ступеня тяжкості, а все від 9 вважається важкою аварією (Transportstyrelsen, 2018c). Ця класифікація означала, що набір даних завершився п'ятьма категоріями, де 0 означає відсутність ушкоджень осіб у аварії, 1 — незначні аварії, 2 — аварії середньої тяжкості, 3 — важкі аварії та 4 — аварії зі смертельними наслідками. Категорія летального результату була вручну написана людьми, відповідальними за STRADA, у наборі даних, тому що показник ISS не має номера летального результату. Треба було зробити вибір, як згрупувати ці змінні для регресій. У цьому документі його розділили на дві різні категорії: перша була згрупована разом у категорії «Без травм» і «незначна аварія», а друга стала «середньою/тяжкою/смертельною аварією». Це було зроблено через кількість аварій, які були в кожній категорії. Було б недоцільно використовувати жодну травму в окремій категорії, оскільки в ній було лише шість випадків, і те саме стосується віднесення помірної/важкої/смертельної до тієї ж категорії. Лише одна аварія зі смертельним наслідком і 35 важких. Це все ще розглядатиметься як відношення шансів збільшення тяжкості аварії.

Категорія тяжкості аварії функціонуватиме як залежна змінна через запитання, які задаються для кваліфікаційної роботи.

Незалежні змінні.

Змінна, яка представляє перетини, має досить просте визначення. Незалежно від того, чи сталася аварія на перехресті, це спрощує визначення фіктивної змінної, де 1 означає перехрестя, а 0 — відсутність перехрестя. Вплив перехрестя може поширюватися не тільки на аварії, які сталися прямо на перехресті, і Asgarzadeh et al (2016) згадують, що більшість аварій сталися

в радіусі 20 метрів від центру перехрестя. Ось чому для кваліфікаційної роботи буде використано припущення про вплив перехрестя та вплив на ДТП у цьому діапазоні.

Існують різні типи перехресть, і вони можуть варіюватися від трьох доріг, які перетинаються, до майже нескінченної кількості. Перехрестя на досліджуваній території коливається від трьох до п'яти доріг. Перехрестя з трьома дорогами може бути перехрестям, утвореним буквою Т або Y. Перехрестя чотирьох доріг мають форму Х, а п'ять або більше доріг можна розглядати як перехрестя типу «павук». Для цієї кваліфікаційної роботи буде об'єднано чотири перехрестя доріг і п'ять перехресть доріг у категорію, яка називатиметься чотирма дорогами або більше. Це було пов'язано з тим, що була лише одна аварія, яка сталася на п'яти або більше перехрестях доріг, і що було лише одне з цих перехресть у досліджуваній області.

Змінна, що представляє місце для досліджуваної області, була створена за допомогою фіктивних елементів. Один для центру міста і один для території кампусу. Визначення території кампусу ґрунтувалося на визначенні з поглибленого комплексного плану «Університетського міста», розробленого м.Запоріжжя, де вони визначають територію в контексті майбутнього планування Запоріжжя.

Центр міста було визначено вручну з усіх точок компаса. Північний кордон досліджуваної території складається із залізничних колій, а південний кордон утворює річка. Шосе E20 є західним кордоном, а східний кордон позначено місцем. Усі ці межі центру міста мають фізичну природу, що робить цю частину досліджуваної території обмеженою фізичними атрибутами.

Змінну, на якій вулиці/маршруті сталася аварія, розділили на чотири категорії. Перший – ділянка вулиці/дороги, де їздить переважно автотранспорт. Другий – це дороги лише для велосипедистів і дороги як для велосипедистів, так і для пішоходів (змішана велосипедна смуга). Третє – дороги лише для пішоходів. Останньою була категорія Miscellaneous, яка включає автобусні зупинки, міські площі та «інше». «Інші» в наборі даних більше не пояснювалися. Цю останню категорію було створено, тому що їх

було важко віднести до будь-якої з попередніх категорій. Ці категорії базувалися на тому, що велосипедні та велосипедні/пішохідні дороги загалом безпечніші, ніж велосипедні дороги з транспортними засобами, оскільки дороги з транспортними засобами є більш «шумними», що означає, що є більше речей, на які слід звернути увагу.

Наступною змінною був тип аварії. Було використано три різних типи: поодинокі аварії, BMVS і велосипедні аварії. Поодинокі аварії були пов'язані з вищою частотою аварій головним чином тому, що це було місце, де більшість велосипедистів здійснювалася, і підвищена тяжкість була пов'язана з BMVS-аваріями та велосипедами (Scheepers et al, 2014).

Змінна, що представляє тип погоди, коли сталася аварія, була представлена сезоном. Вибір класифікації пір року ґрунтувався на просторовому розташуванні Запоріжжя. Оскільки він знаходиться північніше, ніж багато інших місць, це призводить до більш тривалих періодів холодної погоди та коротших періодів теплої погоди. Класифікація закінчується квітнем-вереснем як літні або тепліші періоди та жовтнем-березнем як зимовими або холоднішими періодами. База даних містить інформацію про стан доріг, але не про всі аварії, що ускладнювало використання як стандарту, і тому пори року стали вказівником на те, яке покриття дороги (крижана чи ні) було в той час. аварії. У літературі вказується на збільшення кількості нещасних випадків під час їзди на велосипеді під час снігопаду через засніжені та/або крижані дороги (De Geus та ін., 2012; Nyberg та ін., 1996). У Nyberg et al (1996) вони дійшли висновку, що причиною більшості аварій є погане обслуговування доріг. Ця категорія також була розділена на дві різні фіктивні змінні.

Іншою змінною був вік. Попередні дослідження показують, що вік є незалежним фактором нещасних випадків на велосипеді. Існували дві групи велосипедистів із підвищеним ризиком отримання травми: люди віком від дванадцяти років і молодше та люди віком 40 років і старше. Причина, чому перша група була більш схильна до травм, полягала в тому, що вони не приділяли стільки уваги, як люди похилого віку, а причина для людей у віці

40 років і старше полягала в тому, що вони мають підвищену фізичну крихкість порівняно з молодими людьми, що також призводить до збільшення тяжкості аварій (Rivara, 2015). Ця змінна закінчилася з трьома різними віковими змінними як фіктивними: перша для людей віком до 13 років, друга як люди у віці 13-39 років і третя для людей старше 39 років.

Іншою змінною була гендерна різниця, яка базувалася на тому, що чоловіки частіше потрапляють у аварії, ніж жінки (Rodgers, 1995). Це закінчилося двома манекенами, одним для чоловіків і одним для жінок. Усі змінні, використані в аналізах, коротко описані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Список обраних змінних для дипломної роботи

Змінні	Визначення
Тяжкість	Нещасні випадки з наступним результатом: без травм, незначні, середні, важкі або смертельні. Вимірювання на МКС-шкалі.
Нещасні випадки (Н)	Кількість нещасних випадків. Рахується в цифрах
Перетин множин	Як в 20 метрах від перехрестя. Це можуть бути перехрестя з 3,4,5 і більше дорогами
Без перетину	Далі, ніж за 20 метрів від перехрестя
Перехрестя з трьох доріг	Перехрестя, до якого причетні три дороги
Чотири дороги або більше, перетин множин	Перехрестя з чотирма і більше з'єднаними з ним дорогами
Центр міста	Територія, в основі якої лежать фізичні бар'єри
Територія кампусу	Визначено на основі поглибленого комплексного плану муніципалітету Запоріжжя
Дорога	Проїжджа частина
Велосипед та велосипед/пішохід дорога	Дороги лише для велосипедистів або спільних з пішоходами
Пішохідна дорога	Дороги для пішоходів
Різна інфраструктура	Жодна з попередніх трьох категорій. Це можуть бути автобусні зупинки, міські площі або інші
Одиночний нещасний випадок	Нещасний випадок за участю однієї людини
Велосипедна аварія	ДТП за участю двох велосипедів

Дорожньо-транспортна пригода	ДТП за участю транспортного засобу
Літо	місяці квітень-вересень
Зима	місяці жовтень-березень
Вік 13<	До 13 років
Вік 13-39	Від 13 до 39 років
Вік 39>	Старше 39 років
Чоловіків	Стать
Жінок	Стать

2.5. Опис методології

Вибір методу.

Вибір методу має на меті дати розуміння впливу кількості доріг на перехрестя, який, крім того, можна розглядати як ризик під час використання велосипеда. Кількісний підхід означає, що людина отримує уявлення про реальність за допомогою числових і вимірюваних даних (Bryman, 2012). Кількісний підхід було обрано через його природу, яка передбачає перегляд великої кількості даних для отримання загального уявлення про аварії в Запоріжжя. Це дає як просторовий вимір, так і часовий вимір із багатьма різними випадками, які можна використати, щоб скласти загальне уявлення та побачити відмінності між багатьма нещасними випадками, що сталися. Це підходить для типу запитань, на які намагається відповісти ця дисертація, які включають як просторові атрибути «де», так і кількість аварій і тяжкість аварій. Ризики, які розглядає ця теза, загалом однакові для всіх, якщо людина падає зі своїм велосипедом, вона отримує травму, і тому їх можна виміряти кількісно, а кількість нещасних випадків із пояснювальними змінними має велику кількість даних, що також підходить цей тип методу.

Існує в основному чотири підходи, які використовувалися для дослідження ризиків під час використання велосипеда, де три з них більш кількісного характеру, а один більш якісний. Підходи такі: (1) опитування або інтерв'ю з велосипедистами, (2) аналіз статистики ДТП або поглиблене розслідування нещасних випадків, (3) лікарняні дані та (4) місцеві

спостереження (Schleinitz et al., 2015). Ці чотири мають різні сильні та слабкі сторони. Два, які були обрані, це другий і третій, які відповідають питанням, на які ця дисертація намагається відповісти. Це пояснюється природою цих типів статистики, яка базується на цифрах, і той самий аргумент стосується даних лікарень. Ці два різні підходи можуть доповнювати один одного таким чином, що нещасні випадки, які не є настільки серйозними, щоб про них повідомляла поліція, можна знайти в даних лікарні, деталі про тяжкість і тип травм є більш детальними. Існує можливість отримати більш детальну інформацію про місце аварії в звіті поліції, оскільки вони були на місці, де сталася аварія, і прикладами цього можуть бути тип інфраструктури, навколишнє середовище та характеристики водія (там само). Ось де набір даних має свої сильні сторони.

Кількісні методи.

Використання кількісних методів завершилося різними типами: Створення карт і розрахунків у програмному забезпеченні ArcMap, що є способом використання географічної інформаційної системи (ГІС) та створення регресій за допомогою програмного забезпечення STATA.

Геоінформаційна система.

Першим було використання ГІС у формі програмного забезпечення ArcMap, сильними сторонами якого є те, що читачеві легко отримати загальне уявлення про те, де сталися аварії, і відобразити реальність за допомогою створення карт (Harrie, 2013).. ГІС використовувалася як інструмент для проведення розрахунків, необхідних для аналізу небезпек під час розгляду велосипедного руху, але також використовувалася для створення описових карт. Описова статистика та карти мають перевагу в тому, що велика сукупність даних стає легшою для розуміння (там само). Переглядаючи описову статистику, таку як карти, використовувався перший спосіб категоризації тяжкості аварії. Це п'ять різних категорій серйозності, згаданих раніше. Жодних травм, незначна аварія, аварія середньої тяжкості, важка аварія та смертельна аварія.

Для того, щоб створити фіктивні змінні центр міста та кампус, потрібно було створити багатокутники. Це було зроблено шляхом створення нових багатокутників і малювання їх вручну. При цьому попередні визначення були посібником щодо їх створення. Створення макетів для перехресть було виконано таким чином: Першим кроком було вставити як файл форми для доріг, так і файл форми для велосипедних доріг. Мережа доріг мала недоліки в налаштуваннях, де кілька з того, що виглядало як прямі дороги, містили дві пересічні. Це потрібно було виправити, щоб дороги рахувалися як одна ціла дорога, і це було зроблено шляхом розчинення файлу форми. Щоб зробити файл форми розведеної дороги цілісною системою, використовувався інструмент *planarize* із функціями до ліній. Тепер дороги були правильні у вигляді перехрестя. Для підрахунку кількості доріг на перехресті використовувався інструмент просторового з'єднання з точками, що перетинаються з лініями. Це призвело до появи точок на кожному перехресті з інформацією про те, скільки доріг перетинаються в будь-якій точці, і ці точки отримали буферну зону на 20 метрів, що спричинило проблему. Кілька аварій сталися на кількох перехрестях, і для цих аварій було зроблено вибір. Вибір полягав у тому, щоб з'єднати аварії з найближчим перехрестям на евклідовій відстані, і це було обчислено за допомогою інструменту лінійки від аварій до найближчого перехрестя.

Логістична регресія.

Логістична регресія – це статистичний метод аналізу ймовірності того, що щось станеться або не відбудеться. Це пояснюється за допомогою впливу незалежних змінних на залежну змінну. Залежну змінну можна встановити по-різному. Один із способів полягає в тому, що залежна змінна має два результати, такі як «пройшов/не пройшов», і тоді вона є бінарною змінною, отже модель є біноміальною регресією. Інший спосіб полягає в тому, що залежна змінна є категоричною з порядком або без порядку. Якщо це порядок, то порядкова логістична регресія є найбільш прийнятною. Якщо він не впорядкований, тоді підходить мультиноміальна логістична регресія. Модель, обрана для цієї дипломної роботи, є бінарною. Результатом буде або

помірна/тяжка/смертельна аварія, або ні. Формула для цього може бути виражена у вигляді $\log(p/(1-p)) = a + b_1x_1 + \dots + b_kx_k$, де a і b є параметрами, а функція p є логарифмом шансів (Nationalencyklopedin, 2018).

Основною причиною, чому було обрано логістичну регресію, були питання, на які ця теза намагається відповісти. Бачення ризику того, що щось станеться, пов'язане з ймовірністю того, що щось станеться чи ні. Якщо вибрати інший метод, наприклад МНК, то результати було б дещо проблематично інтерпретувати через лінійне ймовірнісне співвідношення. Це означає, що ризик не може бути в центрі уваги. Ще одна причина, чому логістичну регресію було обрано замість МНК, полягає в тому, що МНК більше підходить для безперервної залежної змінної, чого немає в наборі даних, і це, швидше за все, матиме деякі недоліки в інтерпретації та оцінці через низькі кількості можливі результати. Одним із інших методів, які розглядалися, була регресія Пуассона. Регресія Пуассона є вигідною, оскільки вона може відповідати нижчим середнім, незважаючи на те, що вони спотворені. Однак, оскільки залежна змінна (серйозність нещасних випадків) у цьому аналізі була більш придатною як бінарна змінна результату, а не змінна підрахунку, модель логістичної регресії вважалася більш прийнятною, оскільки Пуассон найбільше підходить для змінних підрахунку.

Моделі логістичної регресії для цієї статті використовують лише фіктивні змінні для незалежних змінних, і це має плюси та мінуси. Це створює високий ступінь гнучкості при створенні регресійних моделей (Garavaglia, 1994). Недоліком цього всього є те, що перед їх створенням потрібно багато працювати та думати (там же). У деяких випадках це досить чітко, як-от стаття: або у вас є стаття чоловіка, або жінки, але в інших випадках це може вимагати більшого обдумування. У цій статті є приклади таких типів манекенів. Муляж сезону довелося продумати через різницю погоди від сезону до сезону. Це може вплинути на те, що деякі аварії мали холоднішу погоду, навіть якщо вони потрапляли в категорію «літо».

Деякі змінні були обрані, а інші – ні, і на це була причина. Причина в тому, що деякі змінні складніше використовувати та підраховувати. Для цього набору даних було багато змінних, які існували, але не мали достатнього покриття в наборі даних, і це саме по собі, звичайно, є слабкою стороною, але навіть якщо є білі шуми, краще використовувати логістичну регресію, яка показує те, що швидше точні, ніж не точні взагалі.

Логістичну регресію було зроблено в STATA для створення трьох різних моделей. У регресіях ці три моделі називатимуться різними назвами. Перша модель називається «Перехрестя», друга модель «Дороги на перехресті» і третя модель «Дороги на перехресті + відмінності просторових атрибутів». Усі моделі мали однакову залежну змінну, яка була двійковою та включала три різні ступені тяжкості ДТП. Ступінь тяжкості був помірним, важким і смертельним і був закодований як 1, тоді як інші ступені тяжкості відсутність травм і незначна аварія були закодовані як 0. Це означало, що моделі показали співвідношення шансів потрапити в аварію середньої тяжкості/важку/смертельну, яка в регресії буде відноситись до ДТП вищої тяжкості. Це пояснюється тим, що це вищий ступінь тяжкості, ніж відсутність травм і незначні аварії. Усі незалежні змінні для всіх трьох моделей були фіктивними змінними, що означало, що для кожної фіктивної змінної повинна існувати еталонна змінна, яка також є фіктивною.

Три моделі мали майже всі незалежні змінні спільно, єдиною відмінністю між моделлю «Перехрестя» та моделлю «Дороги на перехресті» була зміна перехрестя до якого типу перехрестя. Це означало, що в модель «Перехрестя» були включені перехрестя загалом, а саме аварії, які сталися в радіусі 20 метрів від перехрестя. У той час як модель «Дороги на перехресті» зосереджувалася на типі перехресть, що призвело до включення аварій на трьох та чотирьох або більше перехрестях замість перехресть загалом. Включення змінних взаємодії було використано в моделі «Дороги на перехресті + відмінності просторових атрибутів». По суті, це означало, що береться модель «Дорога на перехресті» та використовується взаємодія незалежних змінних. Для цієї моделі було обрано взаємодію з кампусом. Це означало, що

можна було побачити різницю між кампусом (ефект взаємодії) та центром міста (основний ефект). Щоб зрозуміти результати, які це створює, слід провести тести на надійність. Перший тест полягав у тому, щоб побачити, чи підходять друга та третя моделі, і це було зроблено за допомогою тесту правдоподібності, який отримав р-значення 0,01. Другий тест полягав у тому, щоб побачити взаємозв'язок між основним ефектом і ефектами взаємодії, що було зроблено за допомогою графіка полів для всіх змінних. Підсумовуючи це, перша модель включала перехрестя та додаткові незалежні змінні, друга модель включала три перехрестя доріг, чотири або більше перехресть і ті самі додаткові незалежні змінні, третя модель включала ті самі незалежні змінні, що й друга модель, але на додаток до між усіма незалежними змінними та кампусом було введено термін взаємодії.

Таблиця 2.3 – Фіктивні змінні та наступні довідкові змінні

Манекен в моделі	Довідкова змінна
Перетин	Неперетин
Перехрестя трьох доріг	Неперетин
Перехрестя чотирьох доріг	Неперетин
Чоловіки	Жінки
Кампус	Центр
Люди до 13 років	Вік 13-39 років
Люди старше 39 років	Вік 13-39 років
Велосипед-велосипед	Одиночний
Автотранспорт - велосипед	Одиночний
Дорога	Велосипедна та вело/пішохідна дорога
Пішохідна дорога	Велосипедна та вело/пішохідна дорога
Інша категорія місць	Велосипедна та вело/пішохідна дорога
Зима	Літо

Обговорення методу

Протягом історії кількісний метод не використовувався без критики. Однією з найбільших критик є те, що метод не дає ідеального уявлення про реальність, і одна з причин цього полягає в тому, що індивідів розглядають як

кількість (Bryman, 2012). Це створює проблему, оскільки, наприклад, усі самці не мають однакових характеристик і поведінки, і їх не можна розглядати однаково, оскільки не всі самці діють однаково. Немає жодного способу обійти це для цього дослідження через підхід, але якби хтось мав більш глибокі деталі, це, можливо, можна було б вивчити альтернативним шляхом. Ця проблема поведінки не може бути виміряна в цій кваліфікаційній роботі, і потрібно розуміти наслідки того, що це узагальнений погляд на реальність і що в результатах і обчисленнях буде білий шум. Незважаючи на те, що це один бік медалі, інший бік можна розглядати інакше. Якщо досліджувати індивідуальні характеристики за допомогою якісного методу, зміниться кілька речей. По-перше, він не був би таким об'єктивним, як кількісний метод, оскільки вплив людей може мати багато різних результатів, а по-друге, результати було б важко застосувати до всієї сукупності людей (Libarkin & Kurdziel, 2002), які були в велосипедні аварії. А використовуючи дані та статистику, можна сказати, що особисті переконання мають менший вплив на результати (там само).

Класифікацію тяжкості аварій можна розглядати як критику в цілому. Вибір згрупувати категорії, де помірні, тяжкі та смертельні трактуються однаково, може ввести в оману. Звичайно, смертельна аварія гірша, ніж травми середньої тяжкості, але через брак даних у кожній категорії я переконався, що це все-таки правильний шлях. Результати все ще показують різницю між незначною травмою та відсутністю травми порівняно з помірною, тяжкою та смертельною травмою, і є відносним способом розгляду підвищеного ризику отримання більш серйозних травм.

2.6. Результати

Усі аварії.

Таблиця 2.4 – Таблиця кількості окремих типів перехресть

Кількість доріг	Кампус	Центр міста
Три	221 (61,6%)	184 (40%)
Чотири	137 (38,2%)	276 (60%)
П'ять	1 (0,2%)	0 (0%)
Всього	359	460

Таблиця 2.4 показує кількість певного типу перехресть як у кампусі, так і в центрі міста. Вони відрізняються один від одного тим, що кампус має більшість з трьох перехресть доріг, а центр міста має більшість з чотирьох перехресть. Відсотковий розподіл майже дзеркальний для двох областей, де кампус має 60% трьох перехресть, а центр міста – 61,6% чотирьох перехресть. Загальна кількість перехресть дещо відрізняється, оскільки в кампусі є 359 перехресть, а в центрі міста – 460.

Таблиця 2.5 – Описова таблиця різних змінних, пов'язаних із серйозністю аварії та кількістю аварій

Змінні	Немає травм	Незначний	Помірний	Сильний	Фатальний	Тотальні аварії	Загальна кількість аварій (%)
Перетин	4	434	158	20	0	616	53,7
Неперетин	2	378	134	15	1	530	46,3
Три дороги	3	188	63	8	0	262	42,5
Чотири дороги	1	245	95	12	0	353	57,3
П'ять доріг	0	1	0	0	0	1	0,2
Центр міста	4 (0,6%)	469 (69,8%)	174 (25,9%)	24 (3,6%)	1 (0,1%)	672	58,6
Територія кампусу	2 (0,4%)	343 (72,4%)	118 (24,9%)	11 (2,3%)	0 (0,0%)	474	41,4
Дорога	3	299	110	12	0	424	37
Велосипед та пішохідна дорога	2	440	159	19	0	620	54,1
Пішохідна дорога	1	46	21	2	0	70	6,1
Різна інфраструктура	0	27	2	2	1	32	2,8
Поодинокі аварії	6	581	241	28	0	856	74,7
Велосипедна аварія	0	89	28	2	0	119	10,5
ДТП	0	143	22	5	0	170	14,8
Літо	4	530	168	24	1	727	63,4
Зима	2	282	124	11	0	419	36,6
Вік 13< років	0	21	9	0	0	30	2,7
Вік 13-39 років	3	497	150	8	0	658	59,1
Вік 40> років	3	268	128	26	1	426	38,2
Чоловіки	4	346	127	22	0	499	44,4
Жінки	2	448	162	13	1	626	55,6

Таблиця 2.5 показує кількість нещасних випадків, пов'язаних із серйозністю нещасних випадків для обраних змінних. Кольорова схема показує груповий поділ, де він переходить від білого для однієї групи до сірого для наступної групи, що означає, що щоразу, коли колір змінюється, виникає нова група. Шкала тяжкості аварій має шаблон, де найбільша частка аварій є незначною та зменшується з кожним стрибком у шкалі. 53,7% ДТП сталися на перехрестях, що в сумі становить 616 ДТП. Подивившись далі на перехрестя, можна побачити, що більшість аварій сталися на перехрестях, які пов'язані з чотирма дорогами (57,3%), а на трьох перехрестях припадає 42,5% аварій, тоді як є лише одне, яке має сталось в п'ятидорожній. Якщо дивитися на дві досліджувані території: університетське містечко та центр міста, то більшість аварій відбувається в центрі міста – 58,6% усіх аварій. На яких типах доріг чи об'єктів інфраструктури сталася аварія, більшість – на велосипедних та велосипедних/пішохідних дорогах – 54,1%, а на другому – на дорогах – 37%.

Майже три чверті аварій сталися як поодинокі ДТП. У літній сезон найбільше аварій – 63,4 %. Більшість нещасних випадків за віковими групами відбулася у віці від 13 до 39 років (майже 60%), у той час як люди старше 40 років потрапили в 38,2% аварій і 2,7% для людей віком до 13 років. Частка між жінками та чоловіками досить однакова: 55,6% ДТП стають жінки та 44,4% – чоловіки.

2.7. Аварії на перехрестях

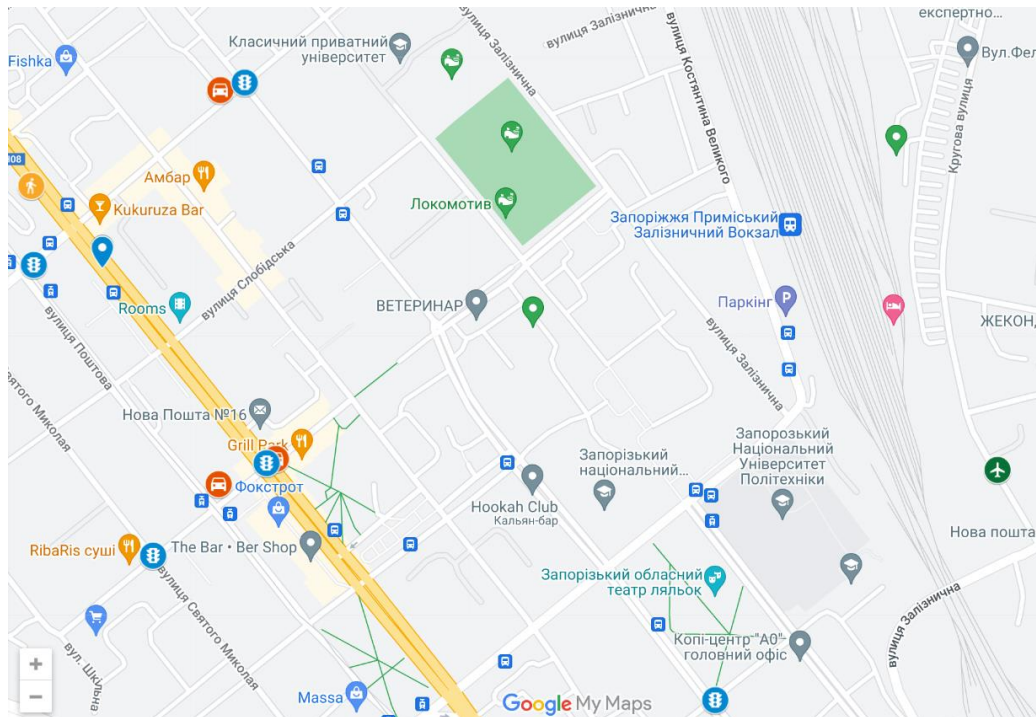


Рисунок 2.3 – Карта важких аварій, пов’язаних із перехрестями в кампусі у 2022 році

На рисунку 2.3 показано карту велосипедних аварій у 2022 році на території кампусу в Запоріжжя.

Аварії класифікувалися за їхньою серйозністю, а також залежно від того, сталися вони на перехресті чи ні. Ступінь базується на кольоровій схемі, де зелений колір символізує незначну аварію, жовтий помірну аварію, червоний серйозну аварію, а світло-блакитний – відсутність травм. Аварії, що сталися на перехрестях, зображено колами, а трикутниками — аварії на неперехрестях. Кількість аварій, які сталися на перехресті, становить 226, що становить більшість від загальної кількості, і 155 з них є незначними. Всього ДТП середньої тяжкості сталося 64, є 6 ДТП тяжкого ступеня та одна ДТП без травм. ДТП на неперехрестях більше, загальна кількість яких становить 249, і більшість із них також були незначними ДТП із загальною кількістю 188. ДТП середньої тяжкості становлять 54, важкі – 6 і одна ДТП без травм. до людини.

Існує концентрація плям аварій, які зазвичай можна знайти на зовнішніх спідницях території кампусу. Перший знаходиться в північній частині на велосипедній дорозі, що йде з північного сходу на південний захід. Більшість аварій є незначними та на перехрестях, але є одна серйозна аварія, яка сталася на неперехресті разом із кількома помірними (див. коло № 1). Другу концентрацію можна знайти в південній частині, де велосипедна дорога йде з півдня на північ. Більшість аварій стаються незначними на перехрестях разом із кількома незначними на неперехрестях. Також можна знайти одну серйозну аварію на неперехресті та одну помірну на перехресті (див. коло № 2). На захід від велодоріжки, на дорозі для мототранспорту, концентрація ДТП легкого та середнього ступеня тяжкості, а також ДТП важкого ступеня. Третю концентрацію можна знайти в західному куті на півдні на велосипедній дорозі, де більшість із них відбуваються на неперехрестях із поєднанням незначних, середньої тяжкості та серйозних аварій. Трохи на північ від цього є концентрація аварій на перехрестях, де поєднання середніх і незначних аварій.

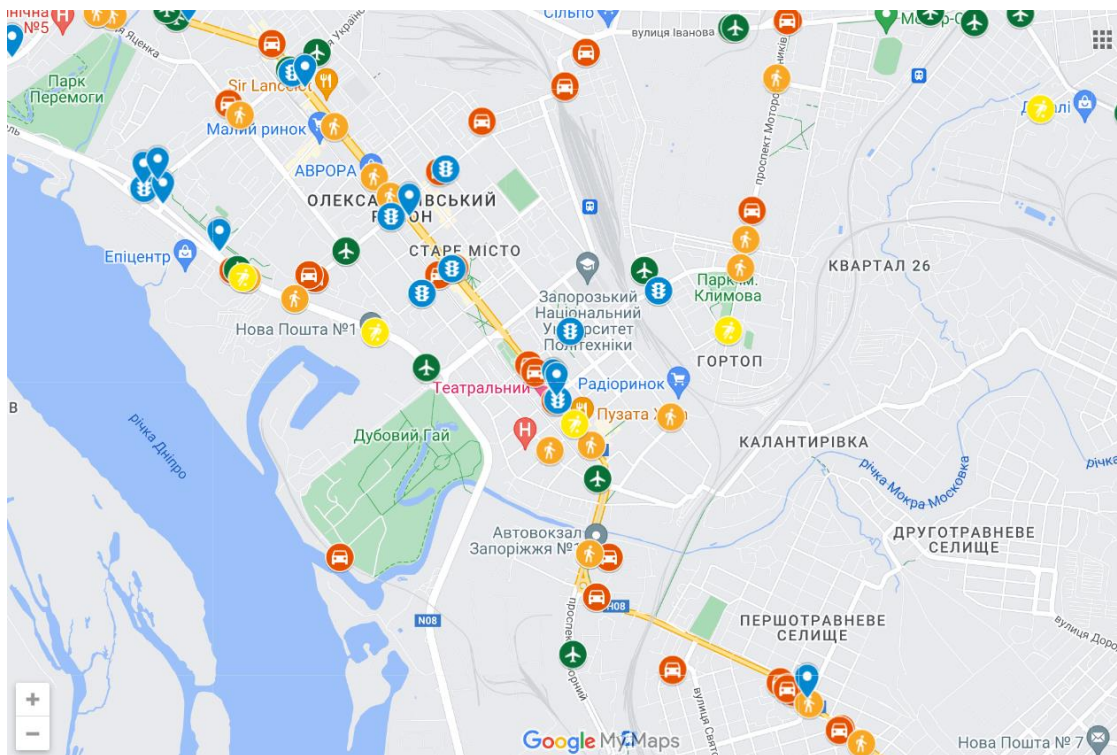


Рисунок 2.4 – Карта важких аварій, пов'язаних із перехрестями в центрі у 2022 році

На рисунку 2.4 показано карту велосипедних аварій, які сталися в 2022 році роках у центрі міста Запоріжжя. Аварії класифікувалися за їхньою серйозністю, а також залежно від того, сталися вони на перехресті чи ні. Ступінь і поділ такі ж, як на рисунку 5.2, крім того, є сірий колір, який символізує нещасні випадки зі смертельним наслідком. На перехрестях сталося 395 аварій, більшість з яких – незначні ДТП, загальна кількість аварій – 282. ДТП середньої тяжкості нараховують до 96, важких – до 14 і три аварії без травм. Кількість аварій на неперехрестях менше, ніж на перехрестях. Загальна кількість аварій на неперехрестях становить 282, більшість з яких є незначними, 190 аварій. ДТП середньої тяжкості – 80, важкої – 10, одна зі смертельними наслідками та одна без постраждалих.

Концентрація аварій у загальному сенсі може бути знайдена в середній частині центру, де вона рідша на захід і схід. Також висока концентрація аварійності на велодоріжках, які ведуть над водою. На західній велосипедній доріжці, яка веде над водою, трапляються як перехрестя, так і неперехрестя, де є поєднання середніх і незначних аварій (див. коло № 1). На східній велосипедній доріжці над водою більше аварій, пов'язаних з перехрестями, ніж на неперехрестях з більшістю незначних аварій, але також є серйозні аварії (див. коло № 2).

Загальна кількість усіх аварій на перехрестях становить 226, і більшість аварій сталася на трьох перехрестях із загалом 133 аварій. Загальна кількість аварій, пов'язаних із чотирма перехрестями доріг, становить 92, а також одна аварія сталася на п'яти перехрестях. Єдину аварію на перехресті з п'ятьма дорогами можна знайти в південній частині кампусу, де вона знаходиться в безпосередній близькості від двох аварій на перехресті з трьома дорогами. Чітких концентрацій аварійності на певному типі перехресть немає.

3. ПРОЄКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Регресійні моделі для перехресть

Таблиця 3.1 ілюструє три різні моделі логістичної регресії з різними змінними, де всі мають серйозність аварії як залежну змінну. Залежну змінну класифікують, щоб показати відношення шансів потрапити в аварію середньої тяжкості, важку чи смертельну.

Щоб почати з моделі «Перехрестя», було включено перехрестя та інші пояснювальні змінні, і було три змінні, які були значущими: зима, вік старше 39 років і автомобіль. Коефіцієнт шансів приблизно 1,35 для зими показує, що існує підвищений ризик потрапити в аварію з помірним, важким або летальним результатом, якщо людина їздить на велосипеді взимку порівняно з літом. Коефіцієнт шансів для людей старше 39 років склав приблизно 2,15, що показує, що люди цієї категорії мають підвищений ризик потрапити в аварію більш тяжкого характеру порівняно з людьми віком від 13 до 39 років. при приблизно 0,365 для автомобіля показує протилежне співвідношення порівняно з двома попередніми змінними. Це означає, що існує менший ризик потрапити в більш серйозну аварію, ніж потрапити в одну пов'язану аварію.

Перетин у моделі «Перетин» не був значним. Це призвело до рішення придивитися до різних типів перехресть. Різні типи перехресть, які були включені як незалежні змінні в модель «Дороги на перехресті», склалися з трьох перехресть і чотирьох або більше перехресть.

Модель «Дороги на перехресті» все ще включала зиму, людей старше 39 років і аварії на автомобілях/велосипедах як значущі з коефіцієнтами шансів, які вказували на приблизно однаковий ризик потрапити або не потрапити в більш серйозну аварію. Не було значущості для трьох перехресть доріг, чотирьох доріг або більше перехресть, і це було порівняно з контрольною змінною неперехресть. Це призвело до наступної моделі, моделі «Дороги на перетині + відмінності просторових атрибутів», де розглядалося конкретне місце, яке було кампусом. Щоб побачити, чи є різниця між змінними в кампусі

порівняно з центром міста, до всіх незалежних змінних було введено змінну взаємодії.

Використовуючи взаємодію для отримання цього просторового поділу, результати вийшли по-іншому, і на додаток до попередніх моделей було додано дві нові значущі змінні. Була також змінна, яка була відхилена в моделі через занадто мало результатів, це було Misc#Campus. Основний ефект (змінні, які не взаємодіють із кампусом) показує зв'язок між змінними в центрі міста, а ефект взаємодії (змінні, які взаємодіють (#campus)) показує зв'язок у кампусі порівняно з центром міста. Новими значущими змінними були вік до 13 років і три перехрестя доріг. Співвідношення шансів основного ефекту та ефекту взаємодії вказує на те, що існує вищий ризик аварії з вищою серйозністю, якщо один велосипед їде на перехресті з трьома дорогами в кампусі, а не в центрі міста. Ризик серйознішої аварії менший, якщо вам більше 39 або менше 13 років у кампусі порівняно з їздою на велосипеді в центрі міста. Ефект BMV:s втрачає свою значимість, якщо дивитися на територію кампусу, але все ще має таке ж значення в центрі міста. Основний ефект також показує, що вищий ризик потрапити в більш серйозну аварію, коли ви їдете на велосипеді взимку, але не має значення в районі кампусу. Це вказує на те, що в середовищі центру міста є більше змінних, які мають значення, ніж на кампусі, і що ефекти відрізняються один від одного.

Таблиця 3.1 – Таблиця результатів трьох різних моделей логістичної регресії, пов'язаних із помірним/важким, а також смертельні випадки та інші змінні

	Перехрестя взагалі	Дороги на перетині	Дороги на перетині + відмінності просторових атрибутів
Перетин	1,106364 (0,73)		
Перехрестя трьох доріг		.9335095 (-0,39)	.4852571** (-2,71)
Чотири або більше перехрестя доріг		1,269494 (1,47)	1,10329 (0,49)
Кампус	.9870328	1,02197	1,02197

	(-0,09)	(0,14)	(0,14)
Зима	1,346055**	1,357339**	1,559708**
	(2,11)	(2,17)	(2,35)
До 13 років	1,410242	1,446495	3,235244**
	(0,83)	(0,89)	(2,35)
Старше 39 років	2,145268***	2,15703***	2,445501***
	(4,01)	(4,11)	(3,80)
Чоловіки	1,096102	1,100048	1,126714
	(0,68)	(0,71)	(0,67)
Велосипед-Велосипед	.7998383	.7844753	.7547423
	(-0,97)	(-1,05)	(-0,88)
Автомобіль	.3649349***	.3610372***	.3645579***
	(-4,16)	(-4,20)	(-3,47)
Дорога	1,186062	1,154877	1,349651
	(1,07)	(0,90)	(1,48)
Пішохідна дорога	1,155915	1,142558	1,076354
	(0,51)	(0,47)	(0,23)
Різне	.4821244	.4629852	.4924539
	(-1,44)	(-1,52)	(-1,32)
Перехрестя трьох доріг#Campus			3,20751*** (3,21)
Чотири або більше доріг #Campus			1,364188 (0,88)
Зима#Campus			.7417184 (-1,03)
До 13 років#Campus			.0992579* (-1,97)
Старше 39#Campus			.4170422* (-1,96)
Чоловіки#Кампус			.9832525 (-0,06)
Велосипед- Велосипед#Кампус			1,074414 (0,15)
Автотранспорт #Кампус			1,141433 (0,24)
Дорога#Кампус			.7434715 (-0,85)
Пішохідна дорога#Кампус			2,673411 (1,16)
Різне#Кампус			1 (порожній)
N	1146	1146	1139

z статистика в дужках * p<0,05 ** p<0,01 *** p<0,001

3.2. Місце аварій велосипедистів

Якщо ми почнемо з вищого географічного масштабу, можна побачити, що існує різниця в тому, скільки нещасних випадків на велосипедах відбувається в тому чи іншому регіоні. Найбільше аварій припало на центр міста, де з 1146 трапилося 672 ДТП. Причиною цього може бути те, що більше людей їздять на велосипедах цією територією, а не територією кампусу, що, у свою чергу, наражає більше людей на ризики, пов'язані з використанням велосипеда.

У більш локальному масштабі можна побачити, що аварії трапляються в багатьох місцях, як на кампусі, так і в центрі міста, що не дивно з огляду на часовий проміжок у 10 років. Аварії на перехрестях також мають просторовий поділ, де 58,8% усіх аварій у центрі міста сталися на перехрестях порівняно з 47,7% на території кампусу. Це може бути тому, що фізична інфраструктура відрізняється від однієї та іншої, де центр міста має більшу загальну кількість перехресть, виключно через його дизайн. Розподіл аварій за типом перехрестя відрізняється в центрі міста порівняно з кампусом, де більшість аварій сталася на трьох дорогах у кампусі та чотирьох дорогах у центрі міста. Це також може бути через різницю в кількості перехресть, які існують у двох різних областях, що залежить від кількості того чи іншого типу перехресть.

Дивлячись на територію кампусу, можна виділити три концентрації, де сталося багато велосипедних аварій, і всі вони розташовані на околицях області. Три області мають різні поєднання тяжкості, але з більшістю незначних аварій, що не є дивним результатом, оскільки загальна більшість аварій є просто незначними. У центрі міста схема виглядає дещо інакше, де райони з великою кількістю аварій можна знайти в центральному регіоні та складається з комбінації аварій різного ступеня тяжкості. Це може свідчити про те, що є декілька районів, які мають більший ризик проїхати велосипедом.

Коли мова заходить про те, де найчастіше трапляються аварії різного ступеня тяжкості, здається, що це слідує певній моделі. Більшість нещасних випадків насправді є незначними, і, як зробив висновок Шеперс (2014), це

може бути пов'язано з тим, що більшість нещасних випадків є одиничними нещасними випадками, що, у свою чергу, може бути пов'язане з меншим ступенем тяжкості нещасних випадків. У районі кампусу спостерігається найвища частка незначних аварій порівняно з центром міста, і якщо ми перейдемо до другого за поширеністю ДТП середнього ступеня тяжкості, можна побачити, що найбільшу частку таких аварій можна знайти в центрі міста. Третє місце за поширеністю займають важкі ДТП, і найбільше їх спостерігається в центрі міста. Це призводить до того, що загалом центр міста стає більш небезпечним для велосипедистів через більшу частку аварій середнього та важкого/смертельного характеру.

3.3. Ризики, пов'язані з їздою на велосипеді в центрі міста та кампусі

Що стосується перехресть і пов'язаних з цим ризиків, Wardlaw (2014) і Harris et al (2013) кажуть, що так, існує більший ризик, але є багато змінних, які впливають на велосипед. Перехрестя загалом не становлять більшого ризику в досліджуваному районі, що досить дивно з одного боку, оскільки і в університетському містечку, і в центрі міста їх так багато, але з іншого боку ні, тому що якщо у вас так багато перехресть у районі, то аварії повинні змінюватися через вплив інших змінних. Якщо придивитися до перехресть ближче, регресії показують, що насправді існує різниця в тому, на якому типі перехрестя сталася аварія. Здається, що три перехрестя відіграють ключову роль у цьому дослідженні, оскільки це є і більш небезпечним, і менш небезпечно для їзди на велосипеді. У районі кампусу три перехрестя є більш небезпечними, ніж їзда на велосипеді без перехрестя, що є цікавим результатом. Це може призвести до частки таких типів перехресть у цьому районі, але інші причини також можуть бути вірогідними, важко точно сказати чому через відсутність досліджень на цю тему раніше, але можна припускати. Може бути, що комбінація кількох змінних має вплив саме в цій ситуації, і це можуть бути змінні, які не взаємодіяли з трьома перехрестями доріг, наприклад вплив алкоголю, швидкість або використання велосипедного

шолома тощо. У центрі міста три дороги перехрестя мають протилежний зв'язок і корелюють з меншим ризиком, і тут можна використати той самий аргумент: частка підданого ризику менша через меншу кількість перехресть трьох доріг у цьому районі. Чотири або більше перехресть доріг не мали кореляції з підвищеним ризиком серйозності в будь-якій із областей, що не очікувалося через те, що це повинно корелювати з попереднім дослідженням, де більш шумні вулиці створюють менш безпечне середовище, оскільки є більше вулиць, про які слід знати і більше речей відбувається.

Коли справа доходить до інших змінних, які були значущими в моделях, є лише дві змінні, які просвічуються в усіх із збільшенням співвідношення шансів у серйозності, і це якщо вам більше 39 років і зима. Зв'язок між тим, якщо вам більше 39 років, і вищим ризиком потрапити в більш серйозну аварію не є дуже дивним: ці люди мають підвищену фізичну вразливість, хоча це, ймовірно, вірніше, ніж вище ви стаєте у віці. Це змінна, яка постійно демонструє збільшення вищої тяжкості нещасних випадків. Співвідношення шансів для зими також не є несподіванкою, оскільки на дорозі є додатковий елемент, який не актуальний у літній сезон. Елементом є сніг і/або лід, які роблять дорогу більш слизькою і, отже, роблять більш вірогідним потрапити в аварію в такому середовищі, як показано в Nyberg et al (1996).

Більш дивовижний результат полягає в тому, що аварії з автотранспортом менш імовірно будуть більш серйозними, і це важко пояснити на основі даних, але однією з причин може бути те, що це пов'язано з просторовим контекстом, де люди в Запоріжжя, як правило, більш обережні на дорогах і в транспортних засобах, яка пов'язана з теорією безпеки в цифрах Якобсена (2003), яка стверджує, що люди, які керують транспортними засобами, більш обізнані та швидше реагують. Теорія також зазначає, що велосипедисти стають менш обізнаними, що може усунути вплив більш обізнаних водіїв у транспортних засобах, але, можливо, це не так в Запоріжжя, і це може бути фактором, що сприяє зв'язку з гостротою. Іншим вірогідним варіантом для отримання від'ємного співвідношення шансів для нещасних випадків із залученням транспортних засобів може бути кореляція між цим і

смертельними наслідками, як згадують Björnstig та інші (1993). У цій досліджуваній області стався лише один нещасний випадок зі смертельним результатом, що призводить до того, що представлення цих типів результатів не просвічується в регресіях.

Загальна кількість нещасних випадків (див. Таблицю 4) показує, що деякі змінні виглядають більш небезпечними, ніж інші. Це правда в одному сенсі, але з іншого боку ні. Як показує опитування поведінки під час подорожей (Umeå kommun, 2015), все більше людей вважають за краще не їздити на велосипеді взимку. Це означає, що влітку більше людей наражається на ризики, пов'язані з їздою на велосипеді, ніж взимку, і, отже, було б розумно бачити більше аварій у цей період сезону. Як ми бачимо з Nyberg et al (1996), існує підвищений ризик потрапити в аварію на велосипеді взимку через погане обслуговування доріг. З огляду на те, що люди в Запоріжжя менш охоче їздять на велосипеді взимку, можна вважати відносно вищий ризик їздити на велосипеді взимку порівняно з літом.

3.4. Доступність і сталість

Важливо оформити результати, щоб отримати краще уявлення про деякі з можливих результатів і ефектів, які будуть зроблені в цьому розділі з огляду на доступність і сталість.

Метою муніципалітету Запоріжжя є створення 5-кілометрового міста, як зазначено в розділі 1.5, з ідеєю міста з високою доступністю та міста, яке теоретично не потребує певних видів транспорту, таких як автомобілі. Це створює можливість для інших видів транспорту, таких як їзда на велосипеді, бути більш сприятливими. Це відповідає зростанню велосипедного руху в європейському контексті. Це добре поєднується з підходом до сталого розвитку, де включені всі три стовпи концепції, причому деякі більше, ніж інші. Основна увага приділяється екологічній частині, а це сприятливо для велосипедистів. Як зазначили Гіддінгс та інші (2002), часто одна частина має пріоритет над однією та іншою, але в цьому випадку це може бути неправдою,

навіть якщо екологічна частина має більше уваги. Існують корисні побічні ефекти, які можуть включати всі три частини, якщо все робити правильно.

Якщо ми подивимося на ціль з точки зору географічного масштабу, здається, що 5-кілометрове місто зосереджено в основному на перспективі макродоступності, як визначено Hydén (2008), де зменшення міста може створити меншу евклідову відстань для його громадян, і де можна було б зробити більше поїздок на велосипедах. Але доступність — це не лише евклідова відстань, це також може бути відносно. Як стверджують Geurs & van Wee (2004), є чотири компоненти, щоб зробити щось доступним. Якщо безпека трьох перехресть розглядається як вищий ризик у кампусі, то це призводить до того, що друга частина доступності, а саме відносний ризик аварій та надійність, не виконується. Теоретично це могло б протидіяти можливості зробити місто більш доступним і призвести до менш сприятливого середовища для велосипедного руху. Саме тут мікроперспектива стає важливою для створення доступного міста. Як зазначав Hydén (2008), мікроперспектива доступності означає здатність людини рухатися та реальне середовище для цього. Це можна розглядати як поєднане з 5-кілометровим містом, але є одна частина, якої не вистачає, а саме: чи безпечне фактичне середовище? Далі це призводить до тієї частини, чому люди не користуються своїми велосипедами, а саме сприйняття ризику. Сприйняття ризику означає, що якщо люди не почуваються в безпеці, вони залишають свої велосипеди вдома (Handy et al, 2010). Тож, хоча місто можна вважати більш доступним, все ще є частини фізичної інфраструктури, які можна розглядати як ризик і в нашому випадку три перехрестя доріг.

Наслідки цього можуть позбавити всіх позитивних наслідків для сталого розвитку, що є необхідним для того, щоб зробити місто більш привабливим. У подальшому це може призвести до кількох негативних наслідків, наприклад, до більшого забруднення іншими видами транспорту, меншої користі для здоров'я, а також до вищих витрат, пов'язаних із транспортуванням як особи. Це переваги, які можуть бути пов'язані з використанням велосипеда (Pucher & Buehler, 2017) і відлунюватимуться при його відсутності.

Дві цілі — зробити Запоріжжя привабливішим завдяки стійкості та доступності — йдуть рука об руку, і важливо, щоб усі шматочки головоломки зійшлися разом, інакше це буде просто модне слово, яке використовується для позначення «добре виглядати». Запоріжжя — це лише один випадок, коли можна побачити, що стійкість знаходиться в центрі уваги. Проблема тут не в тому, що їзда на велосипеді зростає, а навпаки, у їзди на велосипеді є багато переваг, про які слід знати, які пов'язані з екологічністю. Звичайно, велосипед не може бути повним пріоритетом, оскільки не всі люди можуть користуватися цим видом транспорту, але все ж це те, що слід розглядати як щось позитивне. Це призводить до того, що слід бачити потенціал у підйомі велосипеда як важливого екологічного способу транспортування, але якщо це зробити, є проблеми, які потрібно вирішити.

В Запоріжжі вони пройшли довгий шлях, відокремивши великі частини своєї велосипедної мережі від інших видів транспорту та збільшивши переваги велосипедного руху, але проблема з перехрестями все ще існує. Ще більше підвищуючи безпеку їзди на велосипеді та інших аспектів, таких як ризик їзди на велосипеді не лише на перехрестях, але й інших аспектах, пов'язаних з фізичною інфраструктурою, можна зменшити негативні наслідки, такі як соціально-економічні витрати, які виникають разом із їздою на велосипеді, і нехай усі позитивні сторони переважають негативні.

3.5. Обмеження та майбутні дослідження

Це дослідження продемонструвало, що існує підвищений коефіцієнт шансів потрапити в більш серйозну аварію на велосипеді через три перехрестя доріг, але є кілька моментів, які слід зробити. Одна з них полягає в тому, що вплив базувався на 20-метровій буферній зоні від центру перехрестя, яку, можливо, можна розглядати як велику відстань. Це потребує ще одного дослідження, щоб з'ясувати, чи вплив перехресть з трьома дорогами та чотирма або більше дорогами може змінитися, якщо поглянути на це інакше. Одним із способів зробити це може бути розділення впливу перехресть на

вплив 5, 10 і 15 метрів, щоб побачити, чи будуть однакові результати. Причини, чому три перехрестя доріг у кампусі є більш небезпечними, ніж перехрестя в центрі міста, було б цікаво дослідити далі, якщо хтось хоче зробити це більш корисним у місцевому контексті. Інший момент, який може бути цікавим для дослідження, це використання цього дослідження в іншому географічному контексті та перегляд результатів цього дослідження, щоб порівняти те, що відрізняється або те саме в двох дослідженнях.

Дослідження має свої слабкі сторони, і його можна було б провести по-іншому для майбутніх досліджень. Це може бути, наприклад, наслідки такої кількості змінних у регресії в Запоріжжя, які можуть вказувати на кілька речей, які можуть змінити результат, і однією з причин можуть бути визначення певних змінних, таких як включення автобусних зупинок і міських площ до різної категорії. У наступному дослідженні це можна було б зробити інакше, щоб бути точнішим. Ще однією слабкою стороною можуть бути дані, які мали недоліки, і їх можна було б використовувати разом із більш глибоким аналізом, використовуючи, наприклад, інтерв'ю. Використовуючи як дані, так і інтерв'ю, можливо, можна було б заповнити деякі прогалини в даних і отримати більшу глибину свого дослідження. Ще одним обмеженням є відсутність даних про те, скільки цих велосипедів, де і коли. Це призвело до того, що деякі небезпеки вважалися більш небезпечними, ніж вони могли бути в абсолютних цифрах. Щоб показати відносний ризик потрапити в аварію, можна мати дані про цю інформацію, яка дала б краще розуміння відносних ризиків, які існують протягом певних періодів сезону, а також у певних місцях.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Вимоги безпеки під час експлуатації велосипедів у службових цілях

В останні роки спостерігається стрімке зростання використання велосипедного транспорту в місті Запоріжжя, особливо серед суб'єктів господарювання. Кур'єрські служби, соціальні працівники та інші категорії працівників все частіше використовують велосипеди для виконання службових обов'язків. Така тенденція зумовлює необхідність розробки та впровадження комплексних заходів з охорони праці для забезпечення безпеки велосипедистів під час виконання службових обов'язків.

Технічне забезпечення безпеки руху

Службові велосипеди повинні відповідати суворим технічним вимогам та регулярно проходити технічний огляд. Кожен велосипед має бути обладнаний справною гальмівною системою, яка забезпечує ефективне гальмування в будь-яких погодних умовах. Обов'язковою є наявність звукового сигналу достатньої гучності для попередження інших учасників руху. Велосипед повинен мати світловідбивачі: передній білого кольору, задній червоного кольору, а також бокові оранжевого кольору. При використанні велосипеда в темний час доби необхідне додаткове освітлення - передня фара білого світла та задній ліхтар червоного кольору.

Організація безпечного руху

Роботодавець зобов'язаний забезпечити проведення інструктажів з безпеки руху для працівників, які використовують велосипеди. Особлива увага приділяється правилам руху в різних погодних умовах та в різний час доби. Працівники повинні знати та дотримуватися правил дорожнього руху, враховувати особливості маршруту та інтенсивність руху транспорту.

При експлуатації службових велосипедів категорично забороняється перевищувати допустиме навантаження, рухатися з несправними гальмами, перевозити вантажі, що заважають керуванню або перевищують встановлені

габарити. Забороняється також керування велосипедом у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння, використання мобільних телефонів під час руху, та рух по тротуарах у заборонених місцях.

Особливості експлуатації в зимовий період

Зимовий період вимагає підвищеної уваги до технічного стану велосипеда та особливої обережності при русі. Необхідно використовувати спеціальні зимові шини з підвищеним зчепленням, регулярно перевіряти стан гальмівної системи та проводити додаткову обробку механізмів проти замерзання. Швидкість руху повинна бути знижена, а дистанція до інших транспортних засобів - збільшена.

Засоби індивідуального захисту

Працівники, які використовують службові велосипеди, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту: захисним шоломом, світловідбиваючим жилетом, захисними окулярами, рукавицями та відповідним спецодягом залежно від сезону. Особлива увага приділяється якості та стану захисного шолома, який повинен відповідати встановленим стандартам безпеки.

Контроль та відповідальність

Роботодавець зобов'язаний організувати систему контролю за технічним станом велосипедів та дотриманням працівниками правил безпеки. Необхідно вести журнал технічного обслуговування велосипедів, регулярно проводити їх огляд та своєчасно усувати виявлені несправності. Працівники несуть персональну відповідальність за дотримання правил безпеки та збереження ввіреного їм транспортного засобу.

Рекомендації щодо зниження травматизму

Для мінімізації виробничого травматизму необхідно впровадити комплексний підхід до організації безпеки руху. Це включає регулярне навчання працівників, проведення практичних тренувань з безпечного керування велосипедом, розробку оптимальних маршрутів руху з урахуванням інтенсивності транспортного потоку та особливостей дорожньої інфраструктури.

Впровадження цих заходів дозволить суттєво підвищити рівень безпеки при використанні велосипедів як службового транспорту та знизити рівень виробничого травматизму серед велосипедистів.

Додаткові важливі аспекти безпеки включають:

Вимоги до екіпірування велосипедиста:

- Обов'язкове використання захисного шолома та світловідбиваючого жилету при виконанні службових обов'язків
- Використання захисних окулярів для захисту очей від пилу та комах
- Спеціальне взуття з неслизькою підошвою

Організаційні заходи:

- Проведення щоденного передрейсового медичного огляду працівників
- Ведення журналу технічного стану велосипедів
- Розробка безпечних маршрутів руху з урахуванням інтенсивності транспортного потоку
- Заборона експлуатації велосипедів при несприятливих погодних умовах

Навчання та інструктажі:

- Обов'язкове проходження курсу з правил дорожнього руху
- Практичні тренування з безпечного керування велосипедом
- Навчання навичкам надання першої домедичної допомоги
- Відпрацювання дій в аварійних ситуаціях

Медичне забезпечення:

- Наявність аптечки першої допомоги у кожного велосипедиста
- Регулярні медичні огляди працівників
- Психофізіологічна експертиза для оцінки придатності до роботи
- Впровадження цих додаткових заходів дозволить суттєво підвищити рівень безпеки при використанні велосипедів як службового транспорту.

4.2. Безпека життєдіяльності велосипедистів в умовах надзвичайних ситуацій

Зростання популярності велосипедного транспорту в місті Запоріжжя створює необхідність розробки комплексного підходу до забезпечення безпеки велосипедистів не лише в звичайних умовах, але й при виникненні надзвичайних ситуацій. Особливої уваги потребує розробка рекомендацій щодо дій велосипедистів при погіршенні погодних умов, техногенних аваріях та інших небезпечних ситуаціях.

Природні загрози для велосипедистів

Раптове погіршення погодних умов становить серйозну загрозу для велосипедистів. Сильний вітер може призвести до втрати рівноваги та падіння, особливо на відкритих ділянках маршруту та мостах. Гроза створює небезпеку ураження блискавкою, особливо при використанні металевих елементів велосипеда. Град може спричинити травмування та погіршення видимості.

Підтоплення територій ускладнює рух велосипедистів через затоплення велодоріжок та утворення глибоких калюж. Особливо небезпечними є підземні переходи та низинні ділянки маршрутів. Ожеледиця та снігопади значно підвищують ризик падіння через втрату зчеплення з поверхнею. Екстремальні температури можуть призвести до теплового удару влітку або переохолодження взимку.

Техногенні загрози

Розташування промислових об'єктів у місті створює потенційну небезпеку для велосипедистів у разі аварій. Викиди небезпечних речовин можуть призвести до отруєння через інтенсивне дихання під час фізичного навантаження. Особливу увагу слід приділяти маршрутам, що проходять поблизу хімічних підприємств та складів небезпечних речовин.

Пожежі та вибухи на об'єктах інфраструктури можуть заблокувати звичні маршрути руху та створити загрозу для життя велосипедистів. Руйнування дорожньої інфраструктури внаслідок аварій або природних явищ

може призвести до раптової зміни умов руху та виникнення аварійних ситуацій.

Система захисту велосипедистів

Ефективна система оповіщення велосипедистів про надзвичайні ситуації повинна включати використання мобільних додатків, електронних табло та звукової сигналізації вздовж основних веломаршрутів. Важливим елементом є розробка та позначення альтернативних маршрутів евакуації з урахуванням можливого блокування окремих ділянок.

Створення мережі укриттів вздовж велосипедних маршрутів дозволить забезпечити тимчасовий захист при раптовому погіршенні погоди або виникненні техногенних аварій. Укриття повинні бути обладнані засобами першої допомоги та системами зв'язку для виклику екстрених служб.

Навчання та підготовка

Важливим елементом системи безпеки є регулярне навчання велосипедистів правилам поведінки в надзвичайних ситуаціях. Програма навчання повинна включати практичні заняття з надання першої допомоги, використання засобів індивідуального захисту та відпрацювання дій при різних сценаріях надзвичайних ситуацій.

Зростання популярності велосипедного транспорту в місті Запоріжжя створює необхідність розробки комплексного підходу до забезпечення безпеки велосипедистів не лише в звичайних умовах, але й при виникненні надзвичайних ситуацій. Особливої уваги потребує розробка рекомендацій щодо дій велосипедистів при погіршенні погодних умов, техногенних аваріях та інших небезпечних ситуаціях.

Природні загрози для велосипедистів

Раптове погіршення погодних умов становить серйозну загрозу для велосипедистів. Сильний вітер може призвести до втрати рівноваги та падіння, особливо на відкритих ділянках маршруту та мостах. Гроза створює небезпеку ураження блискавкою, особливо при використанні металевих елементів велосипеда. Град може спричинити травмування та погіршення видимості.

Підтоплення територій ускладнює рух велосипедистів через затоплення велодоріжок та утворення глибоких калюж. Особливо небезпечними є підземні переходи та низинні ділянки маршрутів. Ожеледиця та снігопади значно підвищують ризик падіння через втрату зчеплення з поверхнею. Екстремальні температури можуть призвести до теплового удару влітку або переохолодження взимку.

Техногенні загрози

Розташування промислових об'єктів у місті створює потенційну небезпеку для велосипедистів у разі аварій. Викиди небезпечних речовин можуть призвести до отруєння через інтенсивне дихання під час фізичного навантаження. Особливу увагу слід приділяти маршрутам, що проходять поблизу хімічних підприємств та складів небезпечних речовин.

Пожежі та вибухи на об'єктах інфраструктури можуть заблокувати звичні маршрути руху та створити загрозу для життя велосипедистів. Руйнування дорожньої інфраструктури внаслідок аварій або природних явищ може призвести до раптової зміни умов руху та виникнення аварійних ситуацій.

Система захисту велосипедистів

Ефективна система оповіщення велосипедистів про надзвичайні ситуації повинна включати використання мобільних додатків, електронних табло та звукової сигналізації вздовж основних веломаршрутів. Важливим елементом є розробка та позначення альтернативних маршрутів евакуації з урахуванням можливого блокування окремих ділянок.

Створення мережі укриттів вздовж велосипедних маршрутів дозволить забезпечити тимчасовий захист при раптовому погіршенні погоди або виникненні техногенних аварій. Укриття повинні бути обладнані засобами першої допомоги та системами зв'язку для виклику екстрених служб.

Навчання та підготовка

Важливим елементом системи безпеки є регулярне навчання велосипедистів правилам поведінки в надзвичайних ситуаціях. Програма навчання повинна включати практичні заняття з надання першої допомоги,

використання засобів індивідуального захисту та відпрацювання дій при різних сценаріях надзвичайних ситуацій.

ВИСНОВКИ

За результатами проведеного дослідження безпеки велосипедного руху на перехрестях вулично-дорожньої мережі міста Запоріжжя можна зробити наступні висновки.

Протягом 10-річного періоду (2012-2022) було зафіксовано 1146 велосипедних аварій. У центрі міста спостерігається найбільша концентрація аварій - 672 випадки, що становить 58.8% від загальної кількості. На території кампусу зафіксовано 47.7% аварій на перехрестях.

Трьохсторонні перехрестя виявились найбільш небезпечними в районі університетського містечка, тоді як у центрі міста вони показали нижчий рівень ризику. Чотирьохсторонні перехрестя не продемонстрували значущої кореляції з підвищенням ризиком аварійності.

Дослідження виявило підвищений ризик серйозних аварій для велосипедистів старше 39 років. Зимовий період характеризується вищою ймовірністю важких аварій. Цікаво, що аварії за участю автотранспорту, всупереч очікуванням, показали нижчу тяжкість наслідків.

У центрі міста спостерігається вища частка аварій середньої та важкої тяжкості. На території кампусу аварії частіше трапляються на околицях, тоді як у центрі міста вони концентруються в центральній частині.

Результати дослідження мають важливе значення для реалізації концепції "5-кілометрового міста" та розвитку сталої міської мобільності в Запоріжжі. Вони можуть бути використані для оптимізації планування велосипедної інфраструктури та підвищення безпеки руху на проблемних перехрестях.

Необхідно приділити особливу увагу безпеці трьохсторонніх перехресть в районі кампусу, посилити заходи безпеки в зимовий період та розробити спеціальні заходи безпеки для велосипедистів старшої вікової групи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- Asgarzadeh, M., Verma, S., Mekary, R. A., Courtney, T. K., & Christiani, D. C. (2017). The role of intersection and street design on severity of bicycle-motor vehicle crashes. *Injury prevention*, 23(3), 179-185.
- Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford university press.
- Change, I. C. (2014). Mitigation of climate change. *Contribution of working group III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, 1454, 147.
- De Geus, B., Vandenbulcke, G., Panis, L. I., Thomas, I., Degraeuwe, B., Cumps, E., ... & Meeusen, R. (2012). A prospective cohort study on minor accidents involving commuter cyclists in Belgium. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 683-693.
- Drożdż, W., Vovk, Y., Widera, K., Łopatka, A., & Gawlik, A. (2023). Sustainability assessment of the energy generation systems. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 8(2), 249-258.
- Elvik, R. (2011). Publication bias and time-trend bias in meta-analysis of bicycle helmet efficacy: a re-analysis of Attewell, Glase and McFadden, 2001. *Accident Analysis & Prevention*, 43(3), 1245-1251.
- ESRI (2018). *GIS dictionary. Modifiable areal unit problem*. <https://support.esri.com/en/other-resources/gis-dictionary/term/maup>
- Farrington, J. H. (2007). The new narrative of accessibility: its potential contribution to discourses in (transport) geography. *Journal of Transport Geography*, 15(5), 319-330.
- Fischer, J., Manning, A. D., Steffen, W., Rose, D. B., Daniell, K., Felton, A., ... & Wade, A. (2007). Mind the sustainability gap. *Trends in ecology & evolution*, 22(12), 621-624.
- Form, N. (2018). Bicycle hazards: Do intersections matter?.
- Garavaglia, S. (1994). An information theoretic re-interpretation of the Self Organizing Map with standard scaled dummy variables. In *Proc. WCNN* (Vol. 94, pp. 502-509).

Geurs, K. T., & Van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport geography*, 12(2), 127-140.

Giddings, B., Hopwood, B., & O'brien, G. (2002). Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. *Sustainable development*, 10(4), 187-196.

Handy, S. L., Xing, Y., & Buehler, T. J. (2010). Factors associated with bicycle ownership and use: a study of six small US cities. *Transportation*, 37, 967-985.

Harris, M. A., Reynolds, C. C., Winters, M., Cripton, P. A., Shen, H., Chipman, M. L., ... & Teschke, K. (2013). Comparing the effects of infrastructure on bicycling injury at intersections and non-intersections using a case–crossover design. *Injury prevention*, 19(5), 303-310.

Jacobsen, P. L. (2015). Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury prevention*, 21(4), 271-275.

Kaplan, S., Vavatsoulas, K., & Prato, C. G. (2014). Aggravating and mitigating factors associated with cyclist injury severity in Denmark. *Journal of safety research*, 50, 75-82.

Klop, J. R., & Khattak, A. J. (1999). Factors influencing bicycle crash severity on two-lane, undivided roadways in North Carolina. *Transportation Research Record*, 1674(1), 78-85.

Lanzendorf, M., & Busch-Geertsema, A. (2014). The cycling boom in large German cities—Empirical evidence for successful cycling campaigns. *Transport policy*, 36, 26-33.

Libarkin, J. C., & Kurdziel, J. P. (2002). Research methodologies in science education: The qualitative-quantitative debate. *Journal of geoscience education*, 50(1), 78-86.

Lusk, A. C., Furth, P. G., Morency, P., Miranda-Moreno, L. F., Willett, W. C., & Dennerlein, J. T. (2011). Risk of injury for bicycling on cycle tracks versus in the street. *Injury prevention*, 17(2), 131-135.

Moore, D. N., Schneider IV, W. H., Savolainen, P. T., & Farzaneh, M. (2011). Mixed logit analysis of bicyclist injury severity resulting from motor vehicle crashes at intersection and non-intersection locations. *Accident Analysis & Prevention*, 43(3), 621-630.

Nyberg, P., Björnstig, U., & Bygren, L. O. (1996). Road characteristics and bicycle accidents. *Scandinavian journal of social medicine*, 24(4), 293-301.

Öström, M., Björnstig, U., Näslund, K., & Eriksson, A. (1993). Pedal cycling fatalities in northern Sweden. *International journal of epidemiology*, 22(3), 483-488.

Porter, B. E. (Ed.). (2011). *Handbook of traffic psychology*. Academic press.

Pucher, J., & Buehler, R. (2017). Cycling towards a more sustainable transport future. *Transport reviews*, 37(6), 689-694.

Reynolds, C. C., Harris, M. A., Teschke, K., Crompton, P. A., & Winters, M. (2009). The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature. *Environmental health*, 8, 1-19.

Rietveld, P., & Daniel, V. (2004). Determinants of bicycle use: do municipal policies matter?. *Transportation research part A: policy and practice*, 38(7), 531-550.

Rivara, F. P., Thompson, D. C., & Thompson, R. S. (1997). Epidemiology of bicycle injuries and risk factors for serious injury. *Injury prevention*, 3(2), 110-114.

Rodgers, G. B. (1995). Bicyclist deaths and fatality risk patterns. *Accident Analysis & Prevention*, 27(2), 215-223.

Schepers, J. P., Kroeze, P. A., Sweers, W., & Wüst, J. C. (2011). Road factors and bicycle–motor vehicle crashes at unsignalized priority intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 43(3), 853-861.

Schepers, P., Agerholm, N., Amoros, E., Benington, R., Bjørnskau, T., Dhondt, S., ... & Niska, A. (2015). An international review of the frequency of single-bicycle crashes (SBCs) and their relation to bicycle modal share. *Injury prevention*, 21(e1), e138-e143.

Schleinitz, K., Petzoldt, T., Franke-Bartholdt, L., Krems, J. F., & Gehlert, T. (2015). Conflict partners and infrastructure use in safety critical events in cycling—Results from a naturalistic cycling study. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 31, 99-111.

Teschke, K., Harris, M. A., Reynolds, C. C., Winters, M., Babul, S., Chipman, M., ... & Cripton, P. A. (2012). Route infrastructure and the risk of injuries to bicyclists: a case-crossover study. *American journal of public health*, 102(12), 2336-2343.

Vandenbulcke, G., Thomas, I., de Geus, B., Degraeuwe, B., Torfs, R., Meeusen, R., & Panis, L. I. (2009). Mapping bicycle use and the risk of accidents for commuters who cycle to work in Belgium. *Transport Policy*, 16(2), 77-87.

Vovk, I., Tson, O., Vovk, Y., Vovk, Y., & Rozhko, N. (2024). Mobility as a Service for tourism: Challenges and opportunities for meeting the needs of tourists in urban environments. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 9(2), 137-149.

Vovk, Y. Y., Vovk, Y. Y., Petrenko, O. A., & Veres, A. O. (2023). Impact of smart technologies on road traffic safety: study of technological innovations. *Збірник Матеріалів*, 69.

Wang, X., Khattak, A. J., & Son, S. (2012). What can be learned from analyzing university student travel demand?. *Transportation research record*, 2322(1), 129-137.

Wang, Y., & Nihan, N. L. (2004). Estimating the risk of collisions between bicycles and motor vehicles at signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 36(3), 313-321.

Wardlaw, M. J. (2014). History, risk, infrastructure: perspectives on bicycling in the Netherlands and the UK. *Journal of Transport & Health*, 1(4), 243-250.

Winters, M., Davidson, G., Kao, D., & Teschke, K. (2011). Motivators and deterrents of bicycling: comparing influences on decisions to ride. *Transportation*, 38, 153-168.

World Commission on Environment and Development (1987). *Our common future*. [Nairobi]: [United Nations Environment Programme] <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

Yuan, X., & Zuo, J. (2013). A critical assessment of the Higher Education For Sustainable Development from students' perspectives—a Chinese study. *Journal of Cleaner Production*, 48, 108-115.

Вовк Ю.Я., Ляшук О.Л., Мосейко Ю.В., Хавтур П.В., Заривенний А.Р. Дорожній рух та його безпека: Програма «нульова смертність на дорогах» // Транспортна безпека: правові та організаційні аспекти: матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції (в авторській редакції), (м. Кривий Ріг, 12 листопада 2019 року). Кривий Ріг, 2019. 346 с. – С. 71-74.

Вовк, Ю. Я., & Худобей, Р. В. (2021). Контроль дотримання безпеки перевезень на громадському транспорті в умовах карантинних обмежень з використанням інтелектуальних транспортних систем. Транспортна безпека: правові та організаційні аспекти: матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції (в авторській редакції), (м. Кривий Ріг, 19 листопада 2021 року). Кривий Ріг, 2021. 238 с.

Вовк, Ю. Я., Вовк, І. П., Худобей, В. Р., Питлик, С. В., & Вовк, Я. Ю. (2023). Мобільність як послуга (МааS): доцільність впровадження у малих міських або сільських районах. *ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ*, 62.

Вовк, Ю. Я., Вовк, Я. Ю., Губич, Н. В., & Іванунь, В. В. (2023). Аналіз ролі транспортної телематики та інтернету речей (IoT) в транспорті. *Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*, 134-135.

Вовк, Ю. Я., Матвіїшин, А. Й., & Вовк, Я. Ю. (2022). Паратранзитні та мікроперевезення в системі надання транспортних послуг у військовий період. *Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимотія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських*

машин „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики “, 161-162.

Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» дипломної роботи (для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології») / Укл.: Вовк Ю.Я., Цьонь О.П., Вовк І.П. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – 28 с.

Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С. Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Кількість звернень до поліції	Підозра на алкогольний вплив
Кількість госпітальних звітів	Практика водіння
Q-значення	Зійшов з дороги
Так	Припаркованих
Місяць	Обгін
День	Привід заднього ходу
Будній день	Розворот
Дата невідома	Падіння з транспортного засобу
Час	Обмеження швидкості
Невідомий час	Тип дороги А
Повіт	Тип дороги В
Муніципальне	Правила для доріг типу А
Тип	Правила дорожнього руху типу В
Дорожнє управління	Світлофор для дороги типу А
Вулиця	Світлофор для дороги типу В
Розташувати	Обставини на дорозі
Розташування на карті	Тип дорожнього покриття
Тип місця	Погода
Атрибути до місця	Світловий режим
Тип ДТП	Вуличне освітлення типу В
Ряд	Вуличне освітлення типу В
Максимальна МКС	Поліція
Летальні випадки (госпітальні)	Номер Діарі
Короткий зміст МКС	Елемент трафіку 1
Ступінь тяжкості нещасного випадку	Елемент трафіку 2
Смертельні випадки (поліція)	Елемент дорожнього руху 3