НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Адреса: 79013, місто Львів, вулиця Ст. Бандери, 12

ПОГОДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
Іван ДЕМИДОВ

(підпис)

М.П.

ПРОМІЖНИЙ ЗВІТ
(анотований звіт)
про виконану роботу в рамках реалізації проєкту
з виконання наукових досліджень і розробок
Інноваційні комплексні підходи для відновлення транспортних споруд
(назва Проєкту)

Науковий керівник проєкту _____ Зіновій БЛІХАРСЬКИЙ
(підпис)

Рік завершення, номер етапу 2024, 1

Підготовку звіту завершено «06» грудня 2024 р.

Результати роботи розглянуто Науково-технічною радою Національного університету «Львівська політехніка», протокол від «07» грудня 2024 р. № 12/1

1. **Назва конкурсу** Дослідницькі інфраструктури для проведення передових наукових досліджень
2. **Номер державної реєстрації проєкту** 0124U003830
3. **Номер Договору про надання грантової підтримки** 218/0026
4. **Підстава для реалізації проєкту з виконання наукового дослідження і розробки**
   Рішення наукової ради Національного фонду досліджень України
   протокол від «25-26» липня 2024 року № 25
5. **Найменування організації/установи грантоотримувача** Національний університет «Львівська політехніка»
6. **Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ наукового керівника проєкту** Зіновій БЛІХАРСЬКИЙ, д.т.н., професор
7. **Місце основної роботи та посада наукового керівника проєкту** Національний університет «Львівська політехніка», заступник директора з науково-педагогічної роботи Інституту будівництва та інженерних систем
8. **Терміни та тривалість виконання проєкту:**

Тривалість проєкту 22,5 **місяців**	
Початок	01.08.2024
Закінчення	15.12.2026
Тривалість звітного етапу 4,5 **місяців**	
Початок	01.08.2024
Закінчення	13.12.2024

9. **Обсяги фінансування проєкту:**

Загальний обсяг фінансування:	
за заявкою на отримання грантової підтримки	27 537,327 **тис. грн.**
за рішенням наукової ради НФДУ	27 537,327 **тис. грн.**
Обсяг фінансування звітного етапу:	
за заявкою на отримання грантової підтримки	4 695,029 **тис. грн.**
за договором на отримання грантової підтримки	4 695,029 **тис. грн.**
фактичний	4 693,951 **тис. грн.**

10. Перелік виконавців з оплатою праці

№ з/п	Прізвище, ім'я, науковий ступень, вчене звання	Основне місце роботи або навчання	Наявність статусу молодого вченого (на момент подачі звіту)	Посада за проєктом	Форма залучення виконавця (договір ЦПХ, строковий трудовий договір)	Основні завдання у проєкті (стисло окреслити функції)	Особистий підпис
1.	Володимир ГУНЬКА, д.т.н., доцент	Національний університет «Львівська політехніка»	молодий вчений	доцент кафедри хімічної технології переробки нафти та газу	договір ЦПХ	Завдання № 1 виконання якого передбачено ТЗ	06.12.2024р.
2.	Ярослав БЛІХАРСЬКИЙ, д.т.н., доцент	Національний університет «Львівська політехніка»	молодий вчений	професор кафедри автомобільних доріг та мостів	договір ЦПХ	Завдання № 1 виконання якого передбачено ТЗ	06.12.2024р.
3.	Юрій ДЕМЧУК, д.ф.	Національний університет «Львівська політехніка»	молодий вчений	асистент кафедри хімічної технології переробки нафти та газу	договір ЦПХ	Завдання № 1 виконання якого передбачено ТЗ	06.12.2024р.
4.	Юрій СІДУН, к.т.н., доцент	Національний університет «Львівська політехніка»	молодий вчений	доцент кафедри автомобільних доріг та мостів	договір ЦПХ	Завдання № 1 виконання якого передбачено ТЗ	06.12.2024р.
5.	Роман ХМІЛЬ, д.т.н., професор	Національний університет «Львівська політехніка»		завідувач кафедри будівельних конструкцій та мостів	договір ЦПХ	Завдання № 1 виконання якого передбачено ТЗ	06.12.2024р.
6.	Ананій КОГУТ, д.х.н., професор	Національний університет «Львівська політехніка»		професор кафедри органічної хімії	договір ЦПХ	Завдання № 1 виконання якого передбачено ТЗ	06.12.2024р.
7.	Ольга ПОЛЯК	Національний університет «Львівська політехніка»	молодий вчений	аспірант кафедри хімічної технології переробки нафти та газу	договір ЦПХ	Завдання № 1 виконання якого передбачено ТЗ	06.12.2024р.
8.	Андрій КЛИМ	Національний університет «Львівська політехніка»	молодий вчений	аспірант кафедри автомобільних доріг та мостів	договір ЦПХ	Завдання № 1 виконання якого передбачено ТЗ	06.12.2024р.

11. Стислий зміст проєкту *(актуальність, мета, основні завдання, ідеї, гіпотези тощо до 20 рядків)*

Мета Проєкту: розроблення інноваційних підходів для відновлення траспортних споруд.

Основні завдання Проєкту:

1. Аналіз сучасних підходів при відновлені транспортних споруд.

2. Дослідження в'яжучих немодифікованих та модифікованих адгезійними добавками, полімерами, восками та комплексами добавок за системою SUPERPAVE.

3. Дослідження впливу заповнювачів та наповнювачів на властивості асфальтобетонів за системою SUPERPAVE.

4. Дослідження впливу технологій вкладання асфальтобетонних сумішей (теплі або гарячі) на властивості асфальтобетонів.

5. Створення рекомендацій щодо застосування системи Superpave в Україні.

6. Дослідження відновлених та підсилених залізобетонних згинаних елементів із впровадженням методу цифрової кореляції зображення.

7. Експериментальне встановлення фактичних нелінійних діаграм деформування бетону та арматури.

8. Розроблення на основі експериментально-теоретичних результатів методики оцінювання технічного стану відновлених та підсилених залізобетонних зразків.

12. Основні результати виконання попереднього етапу *(за наявності, до 20 рядків)*

Немає (даний етап є першим).

13. Номер та назва звітного етапу *(за наявності)*

Етап №1. Аналіз сучасних підходів для відновлення транспортних споруд.

14. Опис процесу реалізації проєкту *(опишіть хід виконання, які дослідження проводились, які методики використовувались, які гіпотези вдалось довести/спростувати тощо, до 50 рядків)*

Дослідження властивостей матеріалів для дорожнього будівництва (в'яжучих, заповнювачів і наповнювачів). Важливо провести наукові дослідження щодо властивостей асфальтобетонних сумішей та їх компонентів, які використовуються в системі SUPERPAVE. Для в'яжучих буде проведено дослідження: оцінки безпеки та працездатності (температура спалаху і динамічна в'язкість); стійкості до колієутворення (визначення динамічного модуля зсуву та фазового кута із використанням приладу DSR для в'яжучих до і після технологічного старіння за методом RTFOT); стійкості до втомного розтріскування (визначення динамічного модуля зсуву та фазового кута із використанням приладу DSR для в'яжучих до і після послідовного технологічного і експлуатаційного старіння методами RTFOT і PAV, відповідно); стійкості до низькотемпературного розтріскування (визначення розтріскування балочки при згині на приладі BBR3 для в'яжучих до і після послідовного технологічного і експлуатаційного старіння методами RTFOT і PAV, відповідно). Для асфальтобетонів будуть проведені дослідження, що включають об'ємний аналіз асфальтобетонних зразків та визначення їх водостійкості за показником ITSR, колієутворення із використанням приладу DWT, та комплекс досліджень асфальтобетону із застосування інноваційного обладнання AMPT Pro. Основними з яких будуть визначення динамічного модулю, повзучості при повторному циклічному навантаженні.

Оптимізація складів сумішей. Проведення досліджень з метою оптимізації складу асфальтобетонних сумішей з використанням принципів SUPERPAVE. Це дозволить вибрати найбільш ефективні складові для покращення якості та довговічності асфальтобетонних шарів, в тому числі і шару дорожнього покриву.

Оптимізація рішень для відновлення залізобетонних конструкцій. Проведення експериментально-теоретичних досліджень відновлених пошкоджених залізобетонних конструкцій з впровадженням методу цифрової кореляції зображення (ЦКЗ). Оскільки метод ЦКЗ дозволяє визначити напружено-деформований стан на всій поверхні дослідних зразків, даний підхід дозволить визначити найбільші концентратори напружень та оптимально визначити підхід у відновленні таких конструкцій. Оскільки, внаслідок воєнних дій більшість

мостових споруд зазнали критичних пошкоджень, даний метод відновлення та діагностики відновлений конструкцій дозволить найбільш оптимально в короткі терміни відновити експлуатаційну придатність пошкоджених та зруйнованих конструкцій та суттєво зекономити витрати на ці роботи.

Підсилення пошкоджених конструкцій. При діагностиці пошкоджених залізобетонних конструкцій залишкова несуча здатність часто є недостатньою, а підсилення даних конструкцій із застосуванням сучасних композитних матеріалів дозволить не лише відновити але і збільшити несучу здатність. Метод цифрової кореляції зображення дозволить визначити дійсний напружено-деформований стан таких конструкцій, що дозволить оптимально виконати підсилення конструкцій та з меншими затратами часу і коштів відновити їх експлуатаційну придатність в порівнянні із зведення нових.

Адаптація до умов України. Врахування специфічних кліматичних, транспортних умов України для адаптації системи SUPERPAVE буде включати вивчення впливу кліматичних змін на дорожні покриви, а також оцінку транспортних навантажень. Стосовно методу цифрової кореляції зображення для дослідження існуючих пошкоджених будівельних мостових конструкцій, то даний метод не застосувався в Україні та лиш окремі дослідження застосовували 2D систему закордоном. Даним проєктом передбачено застосування 3D системи, що дозволить оцінювати напружено-деформований стан конструкцій у трьох-вимірному просторі, а це дозволить в свою чергу найбільш оптимально виконати підсилення та відновлення пошкоджених залізобетонних конструкцій мостів та інших споруд.

Моніторинг і оцінка тривалості служби транспортних споруд. Проведення наукових досліджень з метою моніторингу та оцінки довговічності дорожніх асфальтобетонних шарів, побудованих за допомогою системи SUPERPAVE. Це дозволить зрозуміти ефективність системи на місцевому рівні та внести необхідні корективи для подальшого вдосконалення.

Забезпечення стандартизації та якості транспортних споруд. Вивчення та розробка стандартів і методів контролю якості для впровадження системи SUPERPAVE та цифрової кореляції зображення в транспортній інфраструктурі України. Це важливо для забезпечення якості асфальтобетонних шарів дорожньої конструкції та можливості забезпечення експлуатаційної придатності мостових будівельних конструкцій в різних регіонах країни.

15. Результати виконання звітного етапу відповідно до Технічного завдання до проміжного етапу проєкту з виконання наукового дослідження і розробки / Календарного плану виконання наукового дослідження і розробки:

15.1. Заплановані завдання звітного етапу проєкту *(перерахуйте завдання звітного етапу, окреслені у Календарному плані виконання наукового дослідження і розробки, до 20 рядків)*

Завдання 1. Аналіз сучасних підходів при відновлені транспортних споруд

1.1. Аналіз сучасних підходів при проектуванні складів асфальтобетонів для відновлення автомобільних доріг.

1.2. Аналіз сучасних підходів для відновлення мостів.

1.3. Виготовлення залізобетонних дослідних зразків та зразків для дослідження фізико-механічних характеристик матеріалів.

1.4. Аналіз існуючих методик застосування цифрової кореляції зображення при випробуванні залізобетонних конструкцій.

1.5. Адаптація та апробація застосування методики цифрової кореляції зображення при дослідженні залізобетонних зразків..

15.2. Отримані результаті звітного етапу проєкту *(опишіть отримані результати виконавцями протягом звітного етапу, посилаючись на заплановані та досягнуті цілі, задачі та індикатори виконання, задані в Технічному завданні до проміжного етапу проєкту з виконання наукового дослідження і розробки / Календарному плані виконання наукового дослідження і розробки. Включіть посилання на публікації у наукових виданнях, інші показники з п. 18, що є підтвердженням досягнення індикаторів виконання етапу, до 70 рядків)*

Встановлено, що найінноваційнішим підходом під час відновлення асфальтобетонних автомобільних доріг та вулиць є використання найсучасніших методів проєктування

асфальтобетонів – Superior Performing Asphalt Pavements (SUPERPAVE) (Kohut et al., 2025; Sidun et al., 2024; Поляк and Гунька, 2024). В даній системі встановлено нову концепцію вимог до бітумного в'яжучого та мінерального матеріалу, нові методи та прилади для їх випробування, новий метод підбору складу асфальтобетонної суміші та асфальтобетону та оцінювання їх показників якості (Gunka et al., 2024). Враховуючи складні погодно-кліматичні умови роботи асфальтобетону та значні транспортні навантаження, впровадження системи SUPERPAVE в Україні дало б змогу виконувати вибір бітумного в'яжучого та проектувати склад асфальтобетону з урахуванням цих факторів, що призвело б до підвищення якості та довговічності автомобільних доріг. Однак, на сьогодні, знання про систему SUPERPAVE в Україні є недостатніми, до того ж відсутнє необхідне лабораторне обладнання.

Для адаптації системи SUPERPAVE під українські реалії необхідно здійснити наступні кроки:

1) запропонувати PG маркування бітумів із впровадженням нового районування території України за кліматичними умовами роботи асфальтобетону;

2) запропонувати концепцію лабораторного підбору асфальтобетонної суміші і методу її ущільнення, з переходом на гіраторий (обертовий) метод виготовлення зразків асфальтобетону;

3) запропонувати показники якості асфальтобетонних зразків і їх нормування, за рахунок використання якісно нових методів контролю.

Оскільки серед мостових конструкцій, які довгий час використовуються у транспортній інфраструктурі, переважають залізобетонні, то важливе значення має узагальнення й аналіз наявних пропозицій з проектування і використання ефективних способів підсилення таких конструкцій (Tereshko and Blikharskyy 2024a). В останні роки поряд з традиційними методами підсилення (металевими, бетонними, залізобетонними обоймами, нарощуванням арматури) набувають популярності сучасні методи підсилення композитними матеріалами (високоміцні розчини на основі полімерів, армовані волокнистими полімерами (FRP), підсилення сітками з вуглецевих волокон) (Tytarenko et al., 2024; Tereshko and Blikharskyy, 2024b; Kharchenko et al., 2024; Krasnitskyi et al., 2024). Серед способів відновлення стиснутої зони бетону мостових конструкцій рекомендується використовувати високоміцні розчини на основі полімерів (Klym et al., 2024; Lytvynenko and Blikharskyy, 2024). Серед наукових досліджень наявна незначна кількість публікацій стосовно відновлення пошкоджених конструкцій та зовсім відсутні дослідження стосовно відновлення зруйнованих мостових конструкцій з використанням високоміцних розчинів на основі полімерів (Klym et al., 2024). Серед способів підсилення розтягнутої зони залізобетонних мостових конструкцій можна виділити підсилення високоміцними композитними матеріалами (Терешко and Бліхарський, 2024c). Незважаючи на відносно високу вартість, їх використання набуває все більшого розповсюдження. До таких матеріалів належать неметалева арматура, ламінати, сітки та полотна на основі високоміцних волокон. До прикладу міцність на розтяг вуглецевого волокна може в 10 разів перевищити міцність арматурної сталі. При цьому власна вага волоконних матеріалів незначна.

Для реалізації завдань проекту була сформована програма досліджень та виготовлено дослідні зразки залізобетонних згинаних елементів розмірами 2000×180×140 мм, бетонні куби 150×150×150 мм і бетонні призми 150×150×600 мм для експериментальних досліджень у мостовій тематиці проекту для виконання етапу 2 (2025 р) та етапу 3 (2026 р) (Kopiika et al., 2024c).

Метод цифрової кореляції зображення (DIC) має значні переваги для впровадження його у процес моніторингу технічного стану конструкцій та інфраструктури під час служби або після екстремальних подій (Kopiika and Blikharskyy, 2024; Ivanytskyi et al., 2024). Завдяки використанню камер високої роздільної здатності та передових алгоритмів цей підхід забезпечує істотні можливості для фіксації складних деформацій, таких як ті, що викликані динамічними навантаженнями або факторами навколишнього середовища, надаючи інженерам і дослідникам цінну інформацію про характеристики моста. Можливість працювати в реальних умовах у поєднанні з безконтактним характером методу робить кореляцію зображень особливо цінною для вимірювань в польових умовах. Багато

практичних досліджень продемонстрували можливість впровадження методу на існуючих конструкціях, вимагаючи невеликого втручання в конструкцію, що контролюється. Зокрема, з логістичної точки зору налаштування DIC значно перевершує попередні звичайні методи, мінімізуючи перешкоди в русі та оптимізуючи загальний процес моніторингу.

Авторами проєкту проведено перші дослідження з використанням методу цифрової кореляції зображень при дослідженні реальних залізобетонних зразків розмірами 2000×180×140 мм та відповідно методику адаптовано для використання у лабораторних умовах (Kopiika et al., 2024a). Також проведено перші дослідження підсилення залізобетонних балок з пошкодженою робочою арматурою з використанням зовнішньої композитної карбонової стрічки (Kopiika et al., 2024b). В результаті досліджень встановлено, що несуча здатність не тільки відновлюється, але і підвищується. Особливо зростають показники зменшення деформативності зразків та відповідно експлуатаційна придатність за досягнення граничного прогину.

15.3. Відхилення від Календарного плану виконання наукового дослідження і розробки (за наявності) *(вкажіть та детально обґрунтуйте можливі відхилення від Технічного завдання до проміжного етапу проєкту з виконання наукового дослідження і розробки / Календарного плану виконання наукового дослідження і розробки, до 30 рядків)*

Немає.

16. Наукова цінність і актуальність отриманих результатів *(науково-технічної продукції), їх порівняння з українськими та/або кращими закордонними аналогами, до 30 рядків)*

Науковою новизною роботи щодо дорожньої тематики є отримання нових результатів вимірювань та на їх основі закономірностей щодо дослідження бітумних в'яжучих та асфальтобетонів за системою SUPERPAVE на основі матеріалів, які використовуються в Україні. Використання найпрогресивнішої системи підбору та оцінювання якостей бітумів та асфальтобетонів SUPERPAVE дасть змогу якісно відновити асфальтобетонні шари дорожніх конструкцій.

Науковою новизною роботи щодо мостової тематики є розроблення методики діагностики, відновлення та підсилення пошкоджених залізобетонних конструкцій транспортної інфраструктури, особливо внаслідок воєнний дій, якій базується на впровадженні методу цифрової кореляції зображення, що є актуальним та не вивченим на сьогодні питанням. Метод цифрової кореляції зображення більш широко досліджений закордоном, чим в Україні. Проте, більшість праць спрямовані на дослідження сталі, а застосування даного методу на залізобетонних конструкціях спрямоване в більшості на визначення переміщень та недостатньо на комплексне оцінювання напружено-деформованого стану таких конструкцій. Науковою новизною роботи також є отримання залежностей зміни фізико-механічних характеристик матеріалів пошкоджених залізобетонних конструкцій, отримання повної діаграми деформування бетону з низхідною віткою з використанням методу цифрової кореляції зображення. Це дозволить більш детально вивчити вплив пошкоджень на технічний стан конструкцій та оптимально визначити ефективні методи відновлення та підсилення таких конструкцій.

17. Практична цінність результатів для потреб оборони, безпеки, економіки та/або суспільства України *(у разі наявності, до 30 рядків)*

Оборона та безпека.

Стійкість дорожніх покриттів до екстремальних навантажень та швидке відновлення несучих конструкцій транспортної інфраструктури від ракетних ударів. Superpave дозволяє проєктувати асфальтобетонні суміші, які витримують інтенсивний рух важкої техніки, зокрема військової з мінімізацією руйнувань. Система враховує місцеві кліматичні умови, що забезпечує довговічність доріг навіть під час різких змін температур. Система цифрової кореляції зображень дозволяє проводити більш ретельну та якісну діагностику з визначенням критичних ділянок відновлення конструкцій.

Економіка.

Оптимізація витрат на відновлення, ремонт та обслуговування транспортної інфраструктури. Довговічні дорожні покриви знижують потребу у частих ремонтах, що економить державні кошти, якісні методи відновлення та діагностики дозволяють більш економічно відновити критичні ділянки пошкодження. Покращення транспортної логістики: якісні дороги сприяють прискоренню перевезень вантажів, що стимулює розвиток бізнесу та торгівлі. Енергоефективність: зменшення витрат пального транспортних засобів через рівні та міцні дороги.

Суспільство

Безпека руху: стійкі до колійності та утворення тріщин асфальтобетонні покриви підвищують безпеку водіїв та пасажирів. Зручність для громадян: покращення дорожньої інфраструктури сприяє підвищенню якості життя населення, скорочує час у дорозі та зменшує рівень стресу.
Екологічність: використання сучасних матеріалів і технологій знижує шкідливі викиди та зменшує вплив на навколишнє середовище.

Стратегічна важливість для України

Відновлення та розбудова інфраструктури. Післявоєнне відновлення доріг та мостів за сучасними стандартами допоможе створити міцну основу для розвитку країни.
Інтеграція з ЄС. Застосування системи SUPERPAVE, DIC та відновлення композитними матеріалами узгоджується з міжнародними стандартами, що сприятиме інтеграції України у європейські транспортні мережі.
Підвищення інвестиційної привабливості. Надійна транспортна мережа є важливим фактором для залучення іноземних інвестицій.

Враховуючи ці аспекти, впровадження системи Superpave має широкий спектр позитивних наслідків для різних сфер життя України.

18. Основні кількісні індикатори виконання звітного етапу *(у таблиці мають бути відображені індикатори, які було заплановано в Технічному завданні до проміжного етапу проєкту з виконання наукового дослідження і розробки із зазначенням відповідного фактичного кількісного виконання цих індикаторів. Якщо у Технічному завданні до проміжного етапу проєкту з виконання наукового дослідження і розробки кількісні показники не планувались, то у таблиці відображаються лише показники у разі їх наявності / виконання)*

№ з/п	Індикатори виконання	Заплановано (відповідно до КП), кількість	Фактично отримано (відповідно до КП), кількість
1.	**Публікація результатів:**	**4**	**22**
1.1.	Статті у журналах, що індексуються наукометричними базами даних:	2	6
	- Scopus та/або Web of Science Core Collection, 2всього, од.		
	з них із квартилем Q1 і Q2 на момент опублікування, од.	1	6
	з них із квартилем Q3 і Q4 на момент опублікування, од.	1	1
1.2.	Статті у наукових журналах (без квартилю), збірниках наукових праць, матеріалах конференцій тощо, що індексуються наукометричними базами даних Scopus або Web of Science Core Collection (крім тих, що увійшли до п.1.1), од.		4
1.3.	Статті у фахових виданнях України категорії «Б» , од.	2	7

№ з/п	Індикатори виконання	Заплановано (відповідно до КП), кількість	Фактично отримано (відповідно до КП), кількість
1.4.	Статті у періодичних виданнях інших країн, що мають ISSN, од.		1
1.5.	Публікації у матеріалах конференцій, тезах доповідей та виданнях, що не включені до переліку наукових фахових видань України та не індексуються наукометричними базами даних Scopus або Web of Science Core Collection, од.		3
1.6.	Монографії та розділи монографій, опубліковані (або підготовлені і подані до друку) у закордонних видавництвах іноземними мовами, од.		
1.7.	Монографії та розділи монографій, опубліковані (або підготовлені і подані до друку) в українських видавництвах, од.		
1.8	Словники, довідники, енциклопедії, видані українськими та/або закордонними видавництвами, од.		
1.9	Інші публікації, які не описані у пп. 1.1-1.8, од.		
2.	**Презентація та дисемінація результатів:**	**2**	**7**
2.1.	Міжнародні науково-комунікативні заходи, конференції, од.	2	7
2.2.	Всеукраїнські та регіональні науково-технічні/промислові виставкові заходи, од.		
2.3.	Представлення розробки/бізнес-плану/результатів проєкту на:		
	інноваційних фестивалях, од.		
	конкурсах стартапів, од.		
	акселераційних програмах, од.		
	хакатонах, од.		
2.4.	Науково-популярні публікації з метою поширення інформації про результати проєкту для загальної (широкої) аудиторії, од.		
2.5.	Представлення інформації про результати проєкту на науково-популяризаційних заходах (Дні науки, Наукові пікніки тощо), од.		
2.6.	Інші заходи, які не описані у пп. 2.1-2.5, од.		
3.	**Охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності (ОПІВ)**		**1**
3.1.	Отримано патентів України на винахід, од.		
3.2.	Отримано свідоцтв України на промисловий зразок , од.		
3.3.	Отримано патентів України на корисну модель, од.		
3.4	Отримано охоронний документ на ОПІВ інших країн, од.		

№ з/п	Індикатори виконання	Заплановано (відповідно до КП), кількість	Фактично отримано (відповідно до КП), кількість
3.5	Інші ОПІВ, які не описані у пп. 3.1-3.4, од.		
3.6	Подано заявок на отримання охоронного документу на ОПІВ України та /або інших країн, од.		1
4.	**Впровадження та використання наукових або науково-практичних результатів:**		**7**
4.1.	Підписання (укладання) договорів (угод) на впровадження (використання) результатів проєкту (окрім індивідуальних), серед них:		
4.1.1	Господарських договорів/контрактів, од./тис.грн.		3/3050,54
4.1.2	Ліцензійних договорів/договорів на ноу-хау, од./тис.грн.		
4.1.3	Грантових угод, од./тис.грн.		
4.1.4	Інші договори (угоди), які не описані у пп. 4.1.1-4.1.3, од./тис. грн.		
4.4	Документально підтверджено використання результатів у практиці органів державної/місцевої влади, суспільних практиках тощо, од.		
4.5	Проведено маркетингові дослідження, перемовини з потенційними замовниками із підписанням протоколу (меморандуму, угоди) про наміри комерційного впровадження результатів, од.		
4.6	Подано заявок на державні, міжнародні наукові гранти (окрім індивідуальних), од.		4
5.	**Створено чи істотно удосконалено/покращено існуючі:**		
5.1.	Пристрої (макет, експериментальний/дослідний зразок), од.		
5.2.	Матеріали, процеси, технології, технологічні регламенти, цифрові продукти та електронні сервіси, од.		
5.3.	ТУ, ДСТУ, будівельні норми, зареєстровані проєкти законодавчих актів, од.		
5.4.	Наукові (науково-технічні) послуги, од.		
5.5	Іншу продукцію, яка не описана у пп. 5.1-5.4, од.		

19. Відхилення від запланованих індикаторів, зазначених у п. 18 *(у разі наявності зазначити і обґрунтувати причини таких відхилень та їх вплив на подальше виконання проєкту, до 20 рядків)*

Немає.

20. Вихідні дані щодо показників виконання відповідно до п. 18 *(зазначити дані про публікації, конференції, отримання ОПІВ, впровадження, створення НТП, залучення молодих вчених тощо з додаванням Web-посилання (за наявності) на ресурси, де вони розміщенні)*

Статті у журналах, що індексуються наукометричними базами даних Scopus та/або Web of Science Core Collection:

1. Kopiika, N., Klym, A., Blikharskyy, Y., Katunský, D., Popovych, V. & Blikharskyy, Z. (2024a). Evaluation of the stress-strain state of the RC beam with the use of DIC. ***Production Engineering Archives***, Sciendo, 30(4), 463-476. https://doi.org/10.30657/pea.2024.30.44 (Scopus Q1)
2. Kopiika, N., & Blikharskyy, Y. (2024). Digital image correlation for assessment of bridges' technical state and remaining resource. ***Structural Control and Health Monitoring***, 2024(1), 1763285. https://doi.org/10.1155/2024/1763285 (Scopus Q1)
3. Kharchenko, Y., Blikharskyy, Y., Bilovus, A., Vira, V., Selejdak, J., & Blikharskyy, Z. (2024). Influence of Nonstationary Processes in Drill Rigs on the Durability of Structural Elements. ***Applied Sciences***, 14(13), 5930. https://doi.org/10.3390/app14135930 (Scopus Q1).
4. Ivanytskyi, Y., Blikharskyy, Y., Sęp, J., Blikharskyy, Z., Selejdak, J., & Holiian, O. (2024). Evaluation of the Technical Condition of Pipes during the Transportation of Hydrogen Mixtures According to the Energy Approach. ***Applied Sciences***, 14(12), 5040. https://doi.org/10.3390/app14125040 (Scopus Q1).
5. Kopiika, N., Blikharskyy, Y., Selejdak, J., Khmil, R., Blikharskyy, Z., & Katunsky, D. (2024b). CFRP Materials for Restoration of the Bearing Capacity of RC Beams With Damaged Rebar. ***Journal of Engineering***, *2024*(1), 4915391. https://doi.org/10.1155/2024/4915391 (Scopus Q2)
6. Gunka, V., Sidun, I., Helesh, A., Demchuk, Y., Poliak, O., Vytrykush, N. (2024). Modification of Asphalt Concrete With Sulfur-Containing Waste. ***Advances in Materials Science and Engineering***, 5571988, 14 pages. https://doi.org/10.1155/amse/5571988 (Scopus Q2).
7. Kohut, A., Poliak, O., Sidun, Iu., Astakhova, O., Onyshchenko, A., Besaha, Kh., & Gunka, V. (2025). A Review of Road Bitumen Modification Methods. Part 2 – Chemical Modification. ***Chemistry & Chemical Technology,*** 19(1). (Scopus Q3)

Статті у періодичних виданнях інших країн, що мають ISSN:

1. Tereshko A., Blikharskyy Y. (2024a). Research into the bearing capacity of reinforced concrete bent elements strengthened by the FRCM system. ***Construction of Optimized Energy Potential (CoOEP)***, 13, 246-252. https://bozpe.pcz.pl/archives/2024/bozpe-2024-25

Матеріали конференцій, що індексуються наукометричними базами даних Scopus та/або Web of Science Core Collection:

1. Kopiika, N., Blikharskyy, Y., Khmil, R., & Tereshko, A. (2024c). Design of Experiment for Facilitating Effective Research Program Development. In: Blikharskyy, Z., Zhelykh, V. (eds) Proceedings of EcoComfort 2024. ***Lecture Notes in Civil Engineering***, 604, Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67576-8_24 (Conference Paper, Scopus Q4)
2. Tytarenko, R., Khmil, R., Blikharskyy, Y., Katunský, D., & Popovych, V. (2024). Development of a Model for Assessing the Reliability of RC Beams Strengthened Under 50% of ULS Load Using Monte Carlo Simulation. In: Blikharskyy, Z., Zhelykh, V. (eds) Proceedings of EcoComfort 2024. ***Lecture Notes in Civil Engineering***, 604, Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67576-8_51 (Conference Paper, Scopus Q4)
3. Klym, A., Blikharskyy, Y., Panchenko, O., Sobko, Y., & Blikharskyy, Z. (2024). Load-Bearing Capacity of the Repaired RC Beam Using Sika MonoTop 4012. In: Blikharskyy, Z., Zhelykh, V. (eds) Proceedings of EcoComfort 2024. ***Lecture Notes in Civil Engineering***, 604, Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67576-8_19 (Conference Paper, Scopus Q4)
4. Krasnitskyi, P., Lobodanov, M., Vegera, P., Selejdak, J., & Blikharskyy, Z. (2024). Modeling and Analysis of Reinforced Concrete Beam Using ANSYS Software. In: Blikharskyy, Z., Zhelykh, V. (eds) Proceedings of EcoComfort 2024. ***Lecture Notes in Civil Engineering***, 604, Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67576-8_27 (Conference Paper, Scopus Q4)

Статті у фахових виданнях України категорії «Б»:

1. Sidun, I., Gunka, V., Poliak, O., Kulikov, D. (2024). Residual binder of road bituminous emulsions investigated using the superpave system. review. ***Theory and Building Practice***, 6(2), 50-55. https://doi.org/10.23939/jtbp2024.02.050

2. Поляк, О.Є., & Гунька, В.М. (2024). Властивості бітуму, модифікованого адгезійними добавками на основі відновлюваної сировини. ***Вісник Національного технічного університету «ХПІ»,*** 2(12*)*, 45-49. https://doi.org/10.20998/2079-0821.2024.02.0*8*
3. Klym, A., & Blikharskyy, Y. (2024). Methodology for the application of the digital image correlation (DIC) for investigating RC beams. ***Theory and Building Practice***, 6(2), 69–80. https://doi.org/10.23939/jtbp2024.02.069
4. Lytvynenko, I., & Blikharskyy, Y. (2024). Composite materials for strengthening of reinforced concrete structures – a review. ***Theory and Building Practice***, 6(2), 96–101. https://doi.org/10.23939/jtbp2024.02.096
5. Tereshko, A., & Blikharskyy, Y. (2024b). Strenghening of rc beams by FRC and FRP systems – a review. ***Theory and Building Practice***, 6(2), 56–61. https://doi.org/10.23939/jtbp2024.02.056
6. Терешко, А.Р., & Бліхарський, Я.З. (2024c). Дослідження напружено-деформованого стану залізобетонних згинаних елементів, підсилених композитними матеріалами. ***Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць***, 46, 303–315. https://doi.org/10.31713/budres.v0i46.35
7. Сідун, Ю.В., Гунька, В.М., Поляк, О.Є., & Куліков, Д.О. (2024). Кислотні числа – критерій придатності бітумів для шарів зносу із литих емульсійно- мінеральних сумішей дорожніх покривів. ***Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві***, 22, 206-214. https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-12(22)-21

Публікації у матеріалах конференцій та тезах доповідей:

1. Klym, A., & Blikharskyy, Y. Possibilities of the digital image correlation method for investigating the stress-strain state of RC beams. Proceedings of the XXXIII International Scientific and Practical Conference. Seville, Spain. 2024. 7-14 https://isg-konf.com/scientific-developments-of-young-scientists-to-improve-life/
2. Клим Андрій Богданович, Бліхарський Ярослав Зіновійович. Моделювання у ПК FEMAP руйнування та відновлення стиснутої зони бетону залізобетонної балки. Proceedings of the XX International Scientific and Practical Conference. Oslo, Norway. 2024. Pp. 24-26. https://isg-konf.com/trends-in-the-development-of-quality-training-of-future-specialists/
3. Поляк Ольга Євгенівна, Гунька Володимир Мирославович. Фізико-механічні властивості бітуму, модифікованого ПАР на основі відновлюваної сировини. VIII Міжнародна науково-практична конференція «Фізика і хімія твердого тіла: стан, досягнення та перспективи», м. Луцьк, Україна, 18-19 жовтня, 2024. С. 78.

Презентація та дисемінація результатів:

1. XX International Scientific and Practical Conference «Trends in the development of quality training of future specialists», May 21-24, 2024, Oslo, Norway. https://isg-konf.com/trends-in-the-development-of-quality-training-of-future-specialists/
2. XXXIII International Scientific and Practical Conference «Scientific developments of young scientists to improve life», August 20-23, 2024, Seville, Spain. https://isg-konf.com/scientific-developments-of-young-scientists-to-improve-life/
3. IV International Scientific Conference EcoComfort and Current Issues of Civil Engineering, September 11-13, 2024, Lviv, Ukraine. https://science.lpnu.ua/uk/ecocomfort-2024
4. VIII Міжнародна науково-практична конференція «Фізика і хімія твердого тіла: стан, досягнення та перспективи», 18-19 жовтня, 2024, Луцьк, Україна.
5. Міжнародний закритий практичний форум LIAS Industry 2024 – Інновації для розвитку та відновлення інфраструктури України, 10 жовтня, 2024, Бровари, Україна. https://lpnu.ua/news/lvivski-politekhniky-vzialy-uchast-u-forumi-prysviachenomu-vidnovlenniu-ta-rozvytku
6. Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні підходи у відновленні транспортної інфраструктури в особливих умовах воєнного стану: виклики та перспективи», 23-24 жовтня, 2024, Київ, Україна. http://www.ntu.edu.ua/mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-innovatsiyni-pidhodi-u-vidnovlenni-transportnoyi-infrastrukturi-v-osoblivih-umovah-voyennogo-stanu-vikliki-ta-perspektivi/

7. ІІ Міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих учених та здобувачів вищої освіти «Інноваційні процеси в галузі дорожнього будівництва», 6 листопада, 2024, Луцьк, Україна. https://lntu.edu.ua/uk/media/innovatsiyni-protsesy-v-haluzi-dorozhnoho-budivnytstva-v-lntu-na-kafedri-btsi-vidbulasya-ii

Подано заявок на отримання охоронного документу на ОПІВ України

1. Гунька, В.М., Поляк, О.Є., Гринчук, Ю.М., & Сідун, Ю.В. (2024) Спосіб одержання адгезійної добавки до бітумів на основі відновлюваної сировини, № заявки u202405389.

Господарські договори

1. Виконати аналіз та переглянути ДСТУ-Н Б В.2.3-38:2016 «Настанова з влаштування захисних шарів зносу покриття дорожнього одягу автомобільних доріг. Замовник: ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ. 449,5 тис. грн. https://smarttender.biz/ru/government/lot/details/21601073/
2. Провести дослідження та розробити національні стандарти з проєктування та влаштування шарів зносу з литих емульсійно-мінеральних сумішей і поверхневої обробки відповідно до ДСТУ EN 12271 та ДСТУ EN 12273 (4 документи). Замовник: ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ. 2449,0 тис. грн. https://smarttender.biz/ru/government/lot/details/21601096/
3. Обстеження, оцінка технічного стану несучих конструкцій об’єкту «Нове будівництво комплексу будівель змішаного використання з житловими квартирами у верхніх поверхах, торгівельним центром, підземним паркінгом, приміщеннями обслуговуючого і комерційного призначення на вул. Залізничній 7 у м. Львові. 2 черга будівництва», що зазнали пошкодження внаслідок ракетного удару 04 вересня 2024р. Замовник: ТОВ «БУДІВЕЛЬНА КОМПАНІЯ «ЗАЛІЗНИЧНА». 152,04 тис. грн.

Подано заявок на державні, міжнародні наукові гранти (окрім індивідуальних)

1. HORIZON-MSCA-2024-DN-01. Proposal ID: 101227225 RESTORE «Threat-agnostic restoration of critical transport infrastructure». https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/horizon-msca-2024-dn-01-01
2. COST OC-2024-1-27593 WE-Green «Employing Green Energy and Green Water to enhance the climate change resilience». https://e-services.cost.eu/sesa/proposal/27593
3. EUREKA 2024-22497/NP PLDSMwDR «Development of prefabricated large diameter sewage manholes with dispersed reinforcement». https://eurekanetwork.org/
4. Заявка на конкурсний відбір проєктів фундаментальних наукових досліджень, прикладних наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок молодих вчених за рахунок коштів загального фонду державного бюджету «Розроблення технології одержання біодизелю кавітаційним методом з попередньою ферментацією сировини».

Захист докторської дисертації під керівництвом/консультацією керівника/авторів/виконавців проекту:

1. Марків Тарас Євгенович. Наукові засади отримання бетонів з підвищеною тріщиностійкістю за рахунок керування структуроутворенням на різних рівнях. Науковий консультант: д.т.н., проф. Бліхарський Зіновій Ярославович. Спеціальність: 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби. Дата захисту: 10.09.2024. Спеціалізована вчена рада Д 35.052.17. https://lpnu.ua/spetsrady/d-3505217/markiv-taras-yevhenovych

До звіту додаються електронні копії наукових публікацій, охоронних документів, інша наукова продукція із вказанням DOI.

21. Рішення вченої (наукової, науково-технічної, технічної) ради або іншого керівного (дорадчого) органу (за відсутності зазначеної ради) організації/установи грантоотримувача щодо результатів розгляду Проміжного звіту *(стисло зазначити текст висновку ради про відповідність/невідповідність виконаних за проєктом робіт Технічному завданню до проміжного етапу проєкту з виконання наукового дослідження і розробки)***:**

Науково-дослідна робота «Інноваційні комплексні підходи для відновлення транспортних споруд», виконана за договором 218/0026 від 01.08.2024 р. з Національним фондом досліджень України, відповідає технічному завданню і календарному плану.

Проміжний науковий звіт про виконання науково-дослідної роботи в цілому – затвердити.

Додаток 1 – копія витягу з протоколу №12/1 засідання науково-технічної ради Національного університету «Львівська політехніка» від 06.12.2024 р.

22. Анотація основних результатів звітного етапу проєкту *(готується українською та англійською мовами, до 30 рядків кожною мовою, викладається науково-популярним стилем)*

Додаток 2

23. За наявності науково-технічної продукції обґрунтування її переваг у порівнянні з аналогами, що існують, до 10 рядків

Рекомендації щодо впровадження системи SUPERPAVE в Україні: сучасний метод проєктування асфальтобетонів з урахуванням кліматичних умов та транспортних навантажень для підвищення якості й довговічності доріг.

Рекомендації щодо застосування методу цифрової кореляції зображень (ЦКЗ) для швидкісної діагностики пошкоджень, спричинених корозією чи вибухами.

Очікувані результати: покращення довговічності та безпеки транспортної інфраструктури в Україні та інтеграція передових технологій та стратегій для стійкого й ефективного відновлення транспортних споруд.

24. Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проєкту в суспільній практиці

Результати проєкту спрямовані на вирішення актуальних проблем відновлення транспортної інфраструктури України, особливо в умовах значних пошкоджень через бойові дії. Використання передових методів і технологій забезпечить підвищення ефективності, стійкості та довговічності транспортних споруд.

Застосування технології SUPERPAVE під час проєктування і будівництва дорожнього покриття дозволить адаптувати асфальтобетон до складних кліматичних умов і високих транспортних навантажень. Результати проєкту допоможуть:

- поліпшити якість і довговічність автомобільних доріг та вулиць завдяки оптимальному вибору бітумного в’яжучого і складу асфальтобетонних сумішей;
- підготувати рекомендації для впровадження системи SUPERPAVE в Україні;
- створити методичну базу для навчання фахівців з використання сучасних лабораторних методів і обладнання, необхідних для реалізації цієї системи.

Результати проєкту сприятимуть застосуванню цифрової кореляції зображень (ЦКЗ) для оцінки пошкоджених залізобетонних конструкцій. Цей метод дозволить:

- швидко й точно визначати напружено-деформований стан пошкоджених елементів;
- виявляти критичні зони та концентрацію напружень для ефективного планування ремонтних робіт;
- відновлювати пошкоджені конструкції мостів та інших об’єктів транспортної інфраструктури в короткі терміни з мінімальними витратами.

Проєкт спрямований на розробку підходів для зменшення корозійних дефектів у залізобетонних конструкціях. Це включає розроблення рекомендацій для підвищення довговічності конструкцій та використання нових матеріалів та методів захисту арматури і бетону від корозії.

Запропоновані інновації сприятимуть:

- вдосконаленню стандартів і нормативних документів для будівництва та відновлення транспортної інфраструктури;
- навчанню фахівців і підвищенню їхньої кваліфікації;
- залученню інвестицій у відновлення інфраструктури з використанням передових технологій.

Таким чином, результати проєкту матимуть широкий суспільний вплив, сприяючи відновленню і вдосконаленню транспортної інфраструктури України.

Примітка: Проміжний звіт не повинен містити відомостей, заборонених до відкритого опублікування.

Науковий керівник Проєкту
заступник директора з науково-педагогічної роботи
Інституту будівництва та інженерних систем,
д.т.н., професор
Зіновій БЛІХАРСЬКИЙ



(підпис)

Додаток 1

В и т я г
з протоколу № 12/1 засідання науково-технічної ради
Національного університету «Львівська політехніка»

м. Львів **від 6 грудня 2024 р.**

Присутні: д.т.н. І.В. Демидов, д.т.н. Р.В. Небесний, к.х.н. Р.Р. Гумінілович, д.ю.н. Т.З. Гарасимів, д.т.н. В.М. Желих, д.ф.-м.н. П.П. Костробій, д.т.н. І.Р. Опірський, д.т.н. З.А. Стоцько, д.т.н. В.М. Теслюк, к.т.н. В.Ф. Ткаченко, д.ф.-м.н. С.Б. Убізський, д.х.н. П.Й. Шаповал, д.е.н. Н.О. Шпак, д.т.н. І.З. Щур.

Порядок денний: Про виконання науково-дослідної роботи «Інноваційні комплексні підходи для відновлення транспортних споруд» за договором № 218/0026 від 01.08.2024 р. (№ держреєстрації 0124U003830; термін дії договору 01.08.2024 – 13.12.2024 року; науковий керівник – д.т.н., проф. Бліхарський З.Я.).

Слухали: Д.т.н. Зіновія БЛІХАРСЬКОГО з інформацією про результати, отримані під час виконання науково-дослідної роботи «Інноваційні комплексні підходи для відновлення транспортних споруд».

Ухвалили: 1. Науково-дослідна робота «Інноваційні комплексні підходи для відновлення транспортних споруд», виконана за договором 218/0026 від 01.08.2024 р. з Національним фондом досліджень України, відповідає технічному завданню і календарному плану.

2. Проміжний науковий звіт про виконання науково-дослідної роботи в цілому - затвердити.

Ухвалу прийнято одноголосно.

Голова НТР Іван ДЕМИДОВ

Секретар НТР Руслана ГУМІНІЛОВИЧ

Додаток 2
Анотація основних результатів звітного етапу проєкту

У зв'язку зі значним пошкодженням транспортної інфраструктури, особливо внаслідок бойових дій, виникла потреба у нових інноваційних методах і підходах для відновлення транспортних споруд. Інноваційні комплексні підходи до відновлення транспортних споруд включають в себе застосування передових технологій, методів та стратегій, які спрямовані на підвищення ефективності, стійкості та тривалості транспортної інфраструктури.

Одним із інноваційних підходів під час відновлення автомобільних доріг та вулиць в цьому напрямку є використання найсучасніших методів проектування асфальтобетонів – Superior Performing Asphalt Pavements (SUPERPAVE). В даній системі встановлено нову концепцію вимог до бітумного в'яжучого та мінерального матеріалу, нові методи та прилади для їх випробування, новий метод підбору складу асфальтобетонної суміші та асфальтобетону та оцінювання їх показників якості. Враховуючи складні погодно-кліматичні умови роботи асфальтобетону та значні транспортні навантаження, впровадження системи SUPERPAVE в Україні дало б змогу виконувати вибір бітумного в'яжучого та проектувати склад асфальтобетону з урахуванням цих факторів, що призвело б до підвищення якості та довговічності автомобільних доріг. Однак, на сьогодні, знання про систему SUPERPAVE в Україні є недостатніми, до того ж відсутнє необхідне лабораторне обладнання.

Залізобетонні конструкції є чутливими до впливів експлуатаційного походження, до яких можна віднести: впливи температури, вологи, агресивних середовищ, загальне зниження несучої здатності з часом, тощо. Особливу увагу слід приділити діям агресивного середовища, що спричиняють корозійні дефекти в арматурі і бетоні. Корозія залізобетонних конструкцій є однією з найбільш актуальних проблем в будівельній практиці; основними її наслідками є зменшення поперечного перерізу арматури і бетону, зміни фізико-механічних і хімічних характеристик матеріалів. Також мало досліджено механічні пошкодження, що виникли внаслідок впливу вибуху, що є актуальним питанням для України на сьогоднішній день. Актуальним питанням є дослідження пошкоджених конструкцій із застосуванням нових сучасних методів. Одним із таких методів є застосуванням цифрової кореляції зображень (ЦКЗ) – оптичного методу, в основі якого лежить математичний кореляційний аналіз цифрових зображень досліджуваного елементу в різних умовах. Впровадження цього методу дозволить створити новітній швидкісний спосіб діагностики конструкцій та виконати відновлення пошкоджених об'єктів транспортної інфраструктури.

Annotation of the main results of the reporting stage of the project

The significant damage to transport infrastructure, particularly due to hostilities, necessitates innovative methods and approaches for the recovery of transportation structures. The innovative integrated approaches for the recovery of transportation structures include the use of advanced technologies, methods, and strategies to enhance the efficiency, resilience, and durability of transport infrastructure.

One such innovative approach for the recovery of roads and streets involves the implementation of Superior Performing Asphalt Pavements (SUPERPAVE) – state-of-the-art methods for designing asphalt concretes. The SUPERPAVE system introduces a new standard for bituminous binders and mineral aggregates, alongside advanced methods and devices for their testing. It also provides a modern approach for selecting asphalt concrete formulations and evaluating their performance indicators. Considering Ukraine's challenging weather conditions and significant traffic loads, adopting the SUPERPAVE system would enable the selection of bituminous binders and design of asphalt concrete mixtures optimized for these factors. This, in turn, would improve the quality and longevity of roads. However, knowledge of the SUPERPAVE system remains limited in Ukraine, and the necessary laboratory equipment is currently unavailable.

Reinforced concrete structures are particularly sensitive to various operational impacts, including temperature fluctuations, moisture, exposure to aggressive environments, a general reduction in load-bearing capacity over time, and so forth. Of particular concern is the effect of aggressive environments that cause corrosion defects in reinforcement and concrete. Corrosion in reinforced concrete structures is a pressing issue in construction, leading to reduced reinforcement and concrete cross-sections and altered physical, mechanical, and chemical properties of materials. Additionally, the mechanical damage caused by explosive impacts – an increasingly relevant concern in Ukraine – has been insufficiently studied.

Addressing this issue requires novel contemporary methods for assessing damaged constructions. One such method is Digital Image Correlation (DIC), an optical technique based on the mathematical correlation analysis of digital images of a studied element under different conditions. Implementing the method could facilitate the development of a novel and fast diagnostic approach for assessing structures and recovering damaged transport infrastructure facilities.