

## СПОРУДИ ТРАНСПОРТУ

УДК 693

DOI 10.31649/2311-1429-2025-2-156-164

М. Д. Обідник  
В. В. Швець  
В. М. Бойчук

## ВИКОРИСТАННЯ КОНТРАСТНОГО МАРКУВАННЯ НА КОЛІЙНИХ ПЕРЕХОДАХ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ ТА ДОРІГ

Вінницький національний технічний університет

У статті розглянуто питання застосування контрастного маркування на колійних переходах у міському просторі як елемента підвищення безпеки пішоходів і розвитку безбар'єрного середовища. Проведено аналіз міжнародних практик у країнах Європейського Союзу, Шотландії, Канаді, США, Японії та Австралії, де використання кольорових, фактурних і світловідбивних контрастів регламентовано на нормативному рівні. Встановлено, що ефективність маркування визначається поєднанням оптичних і матеріальних характеристик, які забезпечують чітку візуальну орієнтацію та комфорт пересування для всіх груп населення, зокрема людей з порушеннями зору.

Особливу увагу приділено економічним аспектам впровадження висококонтрастних рішень, оскільки міжнародні дослідження доводять, що зменшення кількості інцидентів на колійних переходах прямо корелює зі скороченням витрат на лікування травм, ремонт інфраструктури та компенсаційні виплати, а також опосередковано впливає на підвищення ефективності міської мобільності.

У роботі визначено, що в українському законодавстві питання контрастного маркування залишаються недостатньо врегульованими. Наявні документи, такі як ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» і ДСТУ 4100:2021 «Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні», лише частково визначають вимоги до організації переходів через колії. Відсутні чіткі норми щодо параметрів кольорового контрасту, поєднання візуальних і тактильних елементів, а також критеріїв оцінювання ефективності їх застосування.

Проведене дослідження доводить доцільність адаптації міжнародних стандартів до національних умов з урахуванням кліматичних, технологічних і соціальних чинників. Застосування таких підходів дозволить сформувати сучасну систему нормативного регулювання, спрямовану на підвищення безпеки пішоходів, покращення візуальної навігації та розвиток універсального дизайну при проектуванні в міському середовищі.

Результати роботи можуть бути використані при оновленні національних стандартів і розробленні рекомендацій щодо облаштування колійних переходів у межах проєктів із розвитку безбар'єрного міського простору, а також при формуванні економічно обґрунтованих рішень у сфері транспортної інфраструктури.

**Ключові слова:** контрастне маркування, проектування доріг, колійний перехід, безбар'єрне середовище, міський простір; візуальний контраст; тактильні елементи; міжнародні стандарти; універсальний дизайн.

### Вступ

У контексті глобальних урбанізаційних процесів та стратегічного курсу України на розвиток інклюзивного та безбар'єрного середовища, питання забезпечення належного рівня безпеки та доступності на об'єктах критичної транспортної інфраструктури, зокрема на колійних переходах (трамвайних, залізничних та комбінованих), набуває статусу пріоритетного. Зростання інтенсивності руху, як громадського транспорту, так і пішоходів, вимагає перегляду застарілих підходів до проектування та облаштування цих зон, керуючись принципами універсального дизайну.

Контрастне маркування виступає ключовим інструментом візуальної навігації та орієнтації, виконуючи не лише технічну функцію попередження, а й забезпечуючи ергономічне сприйняття простору. Його ефективність критично важлива для всіх груп населення, особливо для осіб із порушеннями зору, які покладаються на чітке розмежування зон руху та попередження про наближення небезпеки. Водночас сучасні дослідження у сфері транспортної безпеки демонструють, що застосування висококонтрастного маркування має не лише соціальний, а й економічний ефект: зменшення кількості інцидентів на переходах дозволяє істотно скорочувати прямі та непрямі витрати, пов'язані з лікуванням травм, ремонтом інфраструктури, компенсаційними виплатами та втратами продуктивності. Таким чином, удосконалення стандартів маркування розглядається не лише як інструмент підвищення безпеки, а й як економічно доцільний напрям модернізації міського середовища.

Міжнародний досвід у країнах Європейського Союзу, Шотландії, Канаді, США, Японії та Австралії демонструє системний підхід, де використання кольорових, фактурних і світловідбивних контрастів

чітко регламентовано на нормативному рівні, зокрема в міжнародних стандартах ISO 21542:2021 та CSA B651:23. Проте проведене дослідження свідчить, що в українському законодавстві, зокрема у ДБН В.2.3-5:2018 та ДСТУ 4100:2021, вимоги до контрастного маркування колійних переходів залишаються недостатньо деталізованими. Відсутні чіткі норми щодо параметрів світлового контрасту, узгодження візуальних і тактильних елементів, а також уніфіковані критерії оцінювання їхньої експлуатаційної ефективності, що створює додаткові ризики як у сфері безпеки, так і з погляду довгострокових витрат на експлуатацію та ремонт.

Метою роботи є аналіз міжнародного досвіду застосування контрастного маркування на колійних переходах у міському просторі, виявлення прогалин у національній нормативній базі та розроблення пропозицій щодо адаптації міжнародних стандартів до українських умов з метою підвищення безпеки та доступності пішохідного середовища. Окрему увагу приділено оцінюванню потенційного економічного ефекту від впровадження висококонтрастних рішень, зокрема їх здатності зменшувати фінансові втрати, пов'язані з травматизмом, та знижувати довгострокові експлуатаційні витрати на утримання інфраструктури.

### Результати дослідження

Міжнародна практика свідчить, що контрастне маркування розглядається як невід'ємний компонент системи безпеки дорожнього руху й міського дизайну. У країнах Європейського Союзу, Шотландії, Канаді, США, Австралії та Японії питання вибору кольору, фактури, світловідбивних властивостей та геометрії маркування регламентується на рівні державних або муніципальних стандартів. Це дозволяє забезпечити однакові вимоги до візуального сприйняття переходів для всіх учасників руху, включно з людьми з порушеннями зору [1–4].

В українських містах ця сфера наразі перебуває на етапі становлення. Найвні норми та стандарти, зокрема ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» і ДСТУ 4100:2021 «Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні», лише частково охоплюють вимоги до контрастного маркування колійних переходів. Спеціалізованих положень щодо поєднання візуальних, тактильних і колірних контрастів у місцях перетину колій наразі немає. Саме тому аналіз міжнародного досвіду та його співвіднесення з українськими реаліями має практичну цінність для формування ефективних підходів до підвищення безпеки та доступності міського середовища.

Контрастне маркування на колійних переходах виконує кілька функцій – підвищення видимості переходу, попередження про зміну середовища, забезпечення орієнтації людей із порушеннями зору, а також візуальне відокремлення пішохідної зони від колійної частини [5]. Його ефективність залежить від правильно підбраної комбінації кольорів, фактури поверхні, кута огляду та освітлення. В країнах ЄС застосовуються стандарти, які враховують контраст між пішохідною зоною та прилеглим покриттям, зокрема рекомендації Європейської федерації з доступності середовища (ЕАА) [6].

У Канаді контрастне маркування входить до системи універсального дизайну міського простору. В стандартах CSA B651:23 «Accessible Design for the Built Environment» передбачено мінімальні параметри світлового контрасту між покриттям і маркуванням не менше ніж 70% [7]. Японія, у свою чергу, застосовує комбіновані системи – контрастні смуги поєднуються з тактильними плитками, що мають підвищену зносостійкість і забезпечують надійне зчеплення навіть під час опадів [8]. В Австралії відповідно до стандарту AS 1428.1:2021 «Design for Access and Mobility» акцент робиться на поєднанні кольорових та матеріальних контрастів із візуальною безперервністю простору [9].

У країнах ЄС контрастне маркування часто використовується у вигляді світловідбивних смуг жовтого або білого кольору, нанесених перпендикулярно напрямку руху. Застосовуються також спеціальні полімерні матеріали з протиковзкими властивостями. На залізничних переходах у Німеччині та Франції маркування поєднується з сигнальними елементами – блимаючими світлодіодами, що активуються при наближенні поїзда [10].

Практичні підходи до облаштування колійних переходів у різних країнах демонструють широку варіативність застосування контрастного маркування та поєднання кольорових, матеріальних і просторових рішень. У Великій Британії (зокрема в Шотландії) технічні мануали Railway Infrastructure чітко регламентують використання тактильних плиток і висококонтрастних смуг для підвищення безпеки та орієнтації. Зокрема, мануал Network Rail NR/GN/CIV/300/06 описує вимоги до тактильної навігації і візуальної маркувальної розмітки на платформах і пішохідних переходах [11]. Компанія Mima, яка співпрацювала з Network Rail, розробила практичні рекомендації з реалізації таких рішень для станцій та перехресть [12].

У Бельгії оператор інфраструктури Infrabel при модернізації станцій передбачає встановлення тактильних систем попередження та напрямних відповідно до європейських технічних специфікацій (TSI PRM) і місцевих норм; однак дослідження проекту TRIPS показує, що тактильні рішення присутні передусім у нещодавніх реконструкціях і не завжди є на старих або віддалених платформах [13, 14].

В Іспанії нормативна база зосереджена на загальних положеннях доступності, зокрема Real Decreto 1544/2007, який регламентує базові умови доступності в транспорті і згадує застосування підлогової сигналізації для осіб з порушенням зору; практикою є використання контрастних жовтих смуг і тактильних плиток на платформах і переходах [15, 16].

В Ірландії підхід поєднує термопластичні білі смуги і куполоподібні тактильні панелі («blister tactile paving») з чітким колірним контрастом щодо навколишнього покриття; відповідні настанови узагальнені в документах Transport Infrastructure Ireland та місцевих політиках залізничних операторів [17].

У Сполучених Штатах ключовими документами є ADA Standards for Transportation Facilities та PROWAG, які деталізують застосування detectable warnings і розміщення тактильних панелей на перетинах і поблизу країв платформ; Federal Railroad Administration також видає рекомендації щодо обробки пішохідних підходів до залізничних переходів і використання контрастного маркування для підвищення безпеки [18-20].

Незважаючи на різні національні підходи, спільним для цих країн є принцип поєднання візуального контрасту та тактильної інформації, використання матеріалів з підвищеною зносостійкістю та адаптація рішень до місцевих кліматичних умов.

Для порівняння прикладів реалізації облаштування колійних переходів та переїздів наведено фотографії: Шотландія на рис.1, Бельгія на рис.2, Іспанія на рис.3, Ірландія на рис.4, США на рис. 5-6.



Рисунок 1 – Колійний перехід у Шотландії



Рисунок 2 – Колійний перехід у Бельгії



Рисунок 3 – Колійний перехід у Іспанії



Рисунок 4 – Колійний перехід у Ірландії



Рисунок 5 – Колійний переїзд у США

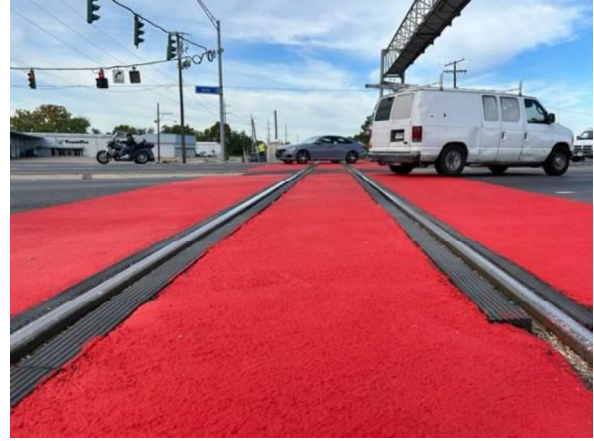


Рисунок 6 – Колійний переїзд у США

В українській нормативній базі питання контрастного маркування залишаються фрагментарно врегульованими. ДБН В.2.3-5:2018 визначає загальні принципи облаштування пішохідних переходів через колії, однак не містить чітких вимог щодо колірного чи фактурного контрасту. ДСТУ ISO 23599:2020 «Тактильні індикатори для орієнтації людей з порушенням зору» передбачає використання напрямних і попереджувальних плиток, проте їх застосування на колійних переходах поки що не є обов'язковим [21]. Натомість деякі міста України (зокрема Львів, Вінниця, Харків) почали впроваджувати пілотні рішення на основі європейських рекомендацій, використовуючи контрастне кольорове маркування в межах проєктів безбар'єрного міського середовища [22].

Приклад облаштування пішохідного переходу через трамвайні колії у місті Вінниця (перехрестя вул. Зодчих та вул. Пирогова) на рис. 7.



Рисунок 7 – Недостатній контраст пішохідного переходу (м. Вінниця, перехрестя вул. Зодчих та вул. Пирогова)

Проблема полягає також у відсутності узгоджених методик оцінювання ефективності маркування. На практиці в Україні переважають елементи з фарбованого бетону або плитки, контраст якої з навколишнім покриттям може бути недостатнім у темну пору доби. У результаті ефект попередження для пішоходів знижується (рис.7). Тому доцільним є розроблення національного стандарту, який враховував би поєднання візуального, тактильного та матеріального контрасту з урахуванням кліматичних умов, освітлення та типів покриття [23].

На основі проведеного аналізу розроблено типові варіанти облаштування колійних переходів, що можуть стати основою для розробки галузевих рекомендацій та оновлення національних стандартів, представлені на рисунках 8-13.

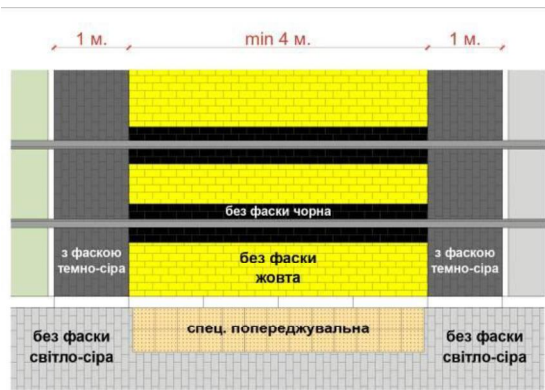


Рисунок 8 – Варіант 1

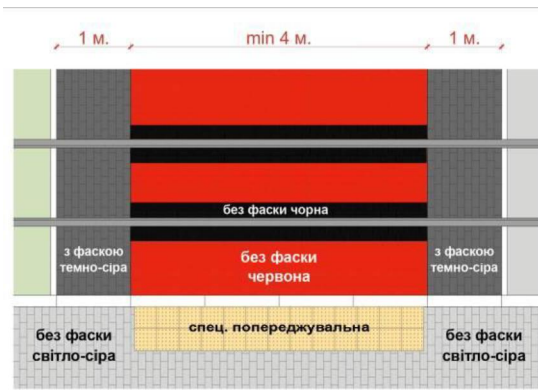


Рисунок 9 – Варіант 2



Рисунок 10 – Варіант 3

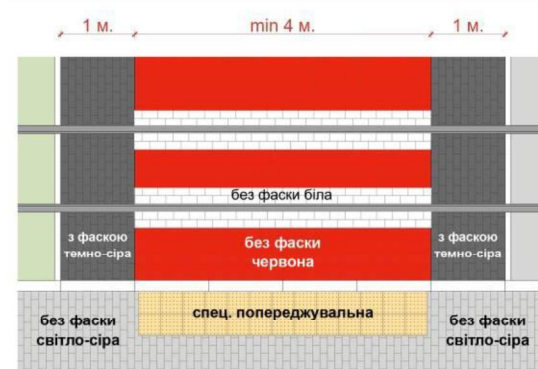


Рисунок 11 – Варіант 4

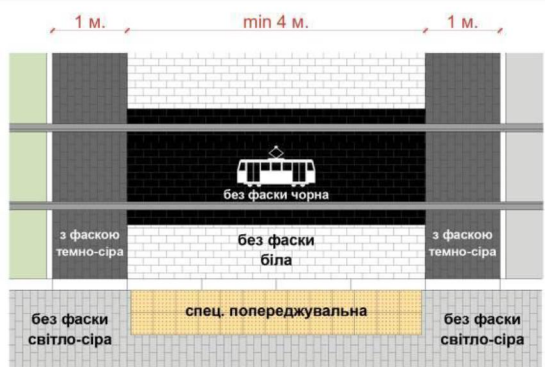


Рисунок 12 – Варіант 5

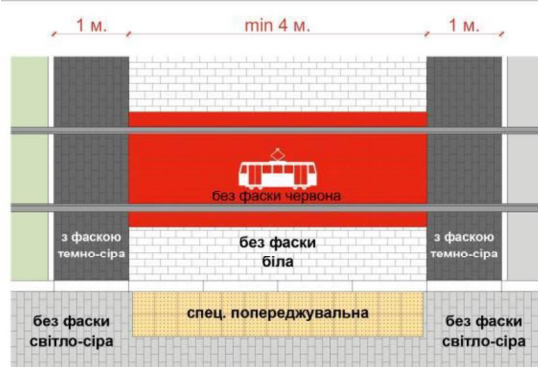


Рисунок 13 – Варіант 6

У всіх варіантах пропонується застосовувати:

- на тротурній зоні – світло-сіру тротуарну плитку без фаски;
- на навколишній колійній зоні – темно-сіру тротуарну плитку з фаскою;
- безпосередньо перед початком пішохідного переходу – спеціальний попереджувальний тактильний індикатор.

У варіанті 1 (рис.8) основний колір небезпечної зони пішохідного переходу через трамвайні колії виділено яскраво жовтим кольором, а самі трамвайні колії відокремлено чорним кольором.

У варіанті 2 (рис.9) основний колір – яскраво червоний, колії – чорний колір.

У варіанті 3 (рис.10) основний колір – яскраво жовтий, колії – білий колір.

У варіанті 4 (рис.11) основний колір – яскраво червоний, колії – білий колір.

У варіанті 5 (рис.12) / варіанті 6 (рис.13): основний колір небезпечної зони пішохідного переходу через трамвайні колії виділено комбінацією чорного/яскраво червоного (зона руху трамваю) та білого (перед та після колій) кольорів, а також додатково нанесено схематичне зображення трамваю.

Запропоновані рішення спрямовані на:

1) Уніфікацію кольорового та світлового контрасту: Застосування висококонтрастних полімерних або термопластичних матеріалів (наприклад, яскраво-жовтого, червоного або білого кольору) із гарантованим коефіцієнтом контрасту щодо навколишнього покриття.

2) Забезпечення тактильної навігації: Обов'язкове використання попереджувальної та за необхідності, прямої тактильної плитки на підходах до колій і безпосередньо перед ними.

3) Підвищення зносостійкості та безпеки: Використання матеріалів із антиковзкими властивостями, що зберігають свою ефективність в умовах опадів та низьких температур.

Впровадження висококонтрастного маркування на колійних переходах слід розглядати як інфраструктурний захід, економічна доцільність якого оцінюється через зниження соціальних і прямих економічних витрат, пов'язаних із ДТП, а також підвищення доступності та мобільності населення.

Ключові аргументи та практичні кроки для їх перевірки та кількісної оцінки:

1. *Економічні вигоди від зниження травматизму і смертності.* Оцінка вигод від заходів безпеки зазвичай спирається на концепцію Value of a Statistical Life (VSL) та на вартість травм і втрат продуктивності, яких вдалось запобігти; застосування заходів, що зменшують ризик падінь, наїздів або інших інцидентів на переходах, має явну монетарну вигоду через збережені витрати на медичну допомогу, судові витрати, втрати робочого часу і нематеріальні втрати (вартість життя). Методологічні підходи до встановлення VSL та їхнє застосування в дорожній безпеці описано у численних мета-аналізах і рекомендаціях з оцінювання вигод [24].

2. *Прямі та непрямі витрати впровадження.* Витрати включають капітальні (закупівля матеріалів, демонтаж/монтажні роботи, підготовка основи), експлуатаційні (очищення, ремонт, заміна) та транзакційні (проектування, робочий нагляд, громадські консультації). Для обґрунтування потрібно зібрати локальні кошториси (вартість матеріалів за м<sup>2</sup>, вартість монтажу) і прогнозувати середній термін служби та інтервали обслуговування.

3. *Оцінка ефективності (ефект «до/після») і часовий горизонт.* Економічні моделі мають базуватися на емпіричних даних «до/після» впровадження: зміна частоти інцидентів, зміна тяжкості травм, вплив на швидкість пішоходів та час орієнтації. У випадку, якщо прямих даних немає, застосовують консервативні оцінки покращення безпеки з використанням результатів подібних досліджень у інших країнах та коригують їх на локальні умови [25].

4. *Коефіцієнт ефективності витрат та поріг прийнятності.* Типовою метрикою є Benefit–Cost Ratio (BCR) та Net Present Value (NPV) для визначення, чи виправдовує очікуване зниження збитків витрати на встановлення та експлуатацію. У європейській практиці часто використовують поріг  $BCR \geq 1$  (вигоди перевищують витрати) і застосовують дисконтування за соціальною ставкою (наприклад, 3–5 %), а також чутливісний аналіз щодо VSL і очікуваної ефективності заходу [26].

5. *Соціально-економічні додаткові вигоди.* Підвищення доступності сприяє зростанню мобільності вразливих груп (люди старшого віку, люди з порушеннями зору), що має непрямі економічні ефекти: збільшення відвідувань торговельних точок, покращення доступу до послуг, зниження соціальної ізоляції та потенційне зростання доходів місцевого бізнесу. OECD/ITF-дослідження показують, що інвестиції в доступність можуть мати мультиплікативний ефект на місцеву економіку [27].

6. *Ризики та невизначеність – як їх враховувати.* Основні ризики: невідповідність матеріалів до умов (швидке стирання, вицвітання), неправильний монтаж на ділянках з рейками, низька дотримуваність експлуатаційних процедур. Для зменшення невизначеності рекомендовано проводити пілотні впровадження з ретельним моніторингом (польові вимірювання контрасту, анкетування користувачів, відеоспостереження інцидентів) і включати ці витрати в економічну модель.

На підставі огляду економічних методик і результатів досліджень з оцінки заходів дорожньої безпеки, впровадження висококонтрастного маркування на колійних переходах є економічно обґрунтованим за умови: наявності достовірних локальних даних щодо інцидентів або використання перевірених коефіцієнтів ефективності; правильного вибору матеріалів та проектного рішення; виконання пілотного проекту з подальшим масштабуванням у разі підтвердження вигоди. Основні методичні рекомендації – застосовувати BCR/NPV як ключові метрики, використовувати VSL для оцінки вигод від запобігання смертей, і робити повноцінний чутливісний аналіз із включенням витрат обслуговування.

## Висновки

- Проведене дослідження підтверджує, що системне застосування контрастного маркування є невід'ємною складовою системи безпеки дорожнього руху та універсального дизайну в сучасному міському середовищі. На основі аналізу міжнародного досвіду встановлено, що ефективність маркування на колійних переходах визначається не лише його наявністю, а й поєднанням оптичних (колірних) і матеріальних (фактурних) характеристик, які забезпечують чітку візуальну орієнтацію та комфорт пересування для всіх груп населення, особливо для осіб із порушеннями зору. Світова практика, зокрема стандарти ЄС, США, Канади та Австралії, демонструє чітке нормативне регулювання мінімального коефіцієнта світлового контрасту та обов'язкове поєднання візуальної розмітки з тактильними індикаторами. Натомість в українському контексті це питання залишається фрагментарно врегульованим: наявні ДБН та ДСТУ не містять вичерпних вимог щодо параметрів контрасту, що знижує ефективність маркування та загальний рівень безпеки пішоходів.
- Наукова новизна роботи полягає у доведенні доцільності адаптації міжнародних стандартів, до національних умов та розробці **типових пропозицій** (Рисунки 8-13) щодо облаштування колійних переходів, які передбачають інтеграцію чітко регламентованих візуальних і тактильних елементів.
- Практичне значення дослідження полягає у можливості використання його результатів і сформульованих пропозицій Міністерством розвитку громад, територій України, а також місцевими органами влади при оновленні національних стандартів та розробленні методичних рекомендацій, спрямованих на розвиток інклюзивного та безбар'єрного міського простору в Україні. Впровадження цих рішень дозволить суттєво підвищити рівень безпеки, комфорту й орієнтації пішоходів.
- Крім технічних та експлуатаційних переваг, впровадження висококонтрастного маркування на колійних переходах має виразний економічний ефект, який підтверджується дослідженнями у сфері транспортної безпеки. Зменшення кількості інцидентів і травматизму дозволяє суттєво скоротити витрати на медичну допомогу, ремонт інфраструктури, судові та адміністративні витрати, а також знижує непрямі втрати, пов'язані зі зменшенням продуктивності та соціальною ізоляцією постраждалих. Додаткові вигоди формуються за рахунок підвищення доступності міського простору для вразливих груп населення, що сприяє збільшенню мобільності, розширенню економічної активності та зростанню привабливості території для мешканців і бізнесу. Таким чином, навіть за умов помірних витрат на проєктування, монтаж та обслуговування, висококонтрастне маркування демонструє позитивне співвідношення «витрати-вигоди» протягом усього життєвого циклу рішення та може розглядатися як економічно доцільний інструмент підвищення безпеки й якості міського середовища.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] European Accessibility Act, Directive (EU) 2019/882 of the European Parliament and of the Council, 2019. URL: [https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/882/oj/eng?utm\\_source=chatgpt.com](https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/882/oj/eng?utm_source=chatgpt.com)
- [2] ISO 21542:2021. Building construction – Accessibility and usability of the built environment. URL: [https://accessible-eu-centre.ec.europa.eu/content-corner/digital-library/iso-215422021-building-construction-accessibility-and-usability-built-environment\\_en?utm\\_source=chatgpt.com](https://accessible-eu-centre.ec.europa.eu/content-corner/digital-library/iso-215422021-building-construction-accessibility-and-usability-built-environment_en?utm_source=chatgpt.com)
- [3] Transport Infrastructure Ireland. Guidelines for Pedestrian and Cycle Facilities, 2020.
- [4] Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (Japan). Universal Design Guidelines, 2019.
- [5] Ashby, M. F., Johnson, K. (2021). *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design*. Elsevier.
- [6] European Accessibility Federation (EAA). Recommendations on Visual Contrast in Public Spaces, 2022.
- [7] Canadian Standards Association (CSA). Accessible Design for the Built Environment. CSA B651:23, 2023.
- [8] Japanese Industrial Standard (JIS T 9251:2018). Guidelines for Tactile Ground Surface Indicators. URL: [https://accessible.canada.ca/creating-accessibility-standards/csa-asc-b651-accessible-design-built-environment?utm\\_source=chatgpt.com](https://accessible.canada.ca/creating-accessibility-standards/csa-asc-b651-accessible-design-built-environment?utm_source=chatgpt.com)
- [9] Standards Australia. Design for Access and Mobility. AS 1428.1:2021, 2021.
- [10] UIC (International Union of Railways). Level Crossing Safety Handbook, 2020.
- [11] Network Rail. NR/GN/CIV/300/06 — *Tactile Paving & Wayfinding*. URL: <https://www.networkrail.co.uk/wp-content/uploads/2024/05/NR-GN-CIV-300-06-Tactile-Paving-wayfinding.pdf>
- [12] Mima Group. *Network Rail tactile paving guidance (project overview)*. URL: <https://mimagroup.com/work/network-rail>
- [13] TRIPS Project. *D.2.2 Qualitative Insights Report*. URL: <https://trips-project.eu/wp-content/uploads/2020/10/TRIPS-D.2.2-Qualitative-Insights-report.pdf>
- [14] Infrabel. *Infrastructure accessibility and tactile guidance (project materials)*. URL: <https://www.infrabel.be/en>
- [15] Real Decreto 1544/2007. *Condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación en el transporte*. Spain.

- [16] Discapnet. *Accesibilidad en el transporte ferroviario*. URL: <https://www.discapnet.es/accesibilidad/accesibilidad-en-el-transporte/transporte-ferroviario>
- [17] Transport Infrastructure Ireland (TII). *Accessibility and Design standards (guidance documents)*. URL: <https://www.tii.ie>
- [18] ADA.gov. *Guidance on the 2010 ADA Standards for Accessible Design*. URL: <https://www.ada.gov/law-and-regs/design-standards/standards-guidance/>
- [19] U.S. Access Board. *Public Rights-of-Way Accessibility Guidelines (PROWAG), Final Rule*. URL: <https://www.access-board.gov/prowag/preamble.html>
- [20] Federal Railroad Administration (FRA). *Grade Crossing Toolkit — Sidewalk pavement treatments*. URL: <https://gradecrossingtoolkit.fra.dot.gov/eLib/Details/L00113>
- [21] ДСТУ ISO 23599:2020. Тактильні індикатори для орієнтації людей з порушенням зору.
- [22] ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. URL: [https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2018/08/DBN-V23-5-2018.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2018/08/DBN-V23-5-2018.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- [23] ДСТУ 4100:2021. Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні.
- [24] A. De Blaeij, A.T., «The value of statistical life in road safety: a meta-analysis», Tinbergen Institute Discussion Paper (summary), 2003. URL: [https://papers.tinbergen.nl/00089.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://papers.tinbergen.nl/00089.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- [25] B. Rahim, M.J., et al., «Cost-Benefit Analysis of a Distracted Pedestrian Intervention», PubMed / medRxiv (2022–2023) — приклад методики СВА для пішохідних інтервенцій. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36396441/>
- [26] C. Elvik J., et al., «A systematic cost-benefit analysis of road safety measures» (overview of CBAs for road safety interventions). URL: [https://estore.carecinstitute.org/wp-content/uploads/2022/11/Elvik\\_j\\_aap\\_10.1016.2019.105292\\_acceptedversion.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://estore.carecinstitute.org/wp-content/uploads/2022/11/Elvik_j_aap_10.1016.2019.105292_acceptedversion.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- [27] D. OECD/ITF, «Economic Benefits of Improving Transport Accessibility», ITF Discussion Paper (2017) — економічні вигоди від підвищення доступності транспорту. URL: [https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/economic-benefits-improved-accessibility-transport-systems.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/economic-benefits-improved-accessibility-transport-systems.pdf?utm_source=chatgpt.com)

## REFERENCES

- [1] European Accessibility Act, Directive (EU) 2019/882 of the European Parliament and of the Council, 2019. URL: [https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/882/oj/eng?utm\\_source=chatgpt.com](https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/882/oj/eng?utm_source=chatgpt.com)
- [2] ISO 21542:2021. Building construction – Accessibility and usability of the built environment. URL: [https://accessible-eu-centre.ec.europa.eu/content-corner/digital-library/iso-215422021-building-construction-accessibility-and-usability-built-environment\\_en?utm\\_source=chatgpt.com](https://accessible-eu-centre.ec.europa.eu/content-corner/digital-library/iso-215422021-building-construction-accessibility-and-usability-built-environment_en?utm_source=chatgpt.com)
- [3] Transport Infrastructure Ireland. *Guidelines for Pedestrian and Cycle Facilities*, 2020.
- [4] Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (Japan). *Universal Design Guidelines*, 2019.
- [5] Ashby, M. F., Johnson, K. (2021). *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design*. Elsevier.
- [6] European Accessibility Federation (EAA). *Recommendations on Visual Contrast in Public Spaces*, 2022.
- [7] Canadian Standards Association (CSA). *Accessible Design for the Built Environment*. CSA B651:23, 2023.
- [8] Japanese Industrial Standard (JIS T 9251:2018). *Guidelines for Tactile Ground Surface Indicators*. URL: [https://accessible.canada.ca/creating-accessibility-standards/csa-asc-b651-accessible-design-built-environment?utm\\_source=chatgpt.com](https://accessible.canada.ca/creating-accessibility-standards/csa-asc-b651-accessible-design-built-environment?utm_source=chatgpt.com)
- [9] Standards Australia. *Design for Access and Mobility*. AS 1428.1:2021, 2021.
- [10] UIC (International Union of Railways). *Level Crossing Safety Handbook*, 2020.
- [11] Network Rail. *NR/GN/CIV/300/06 — Tactile Paving & Wayfinding*. URL: <https://www.networkrail.co.uk/wp-content/uploads/2024/05/NR-GN-CIV-300-06-Tactile-Paving-wayfinding.pdf>
- [12] Mima Group. *Network Rail tactile paving guidance (project overview)*. URL: <https://mimagroup.com/work/network-rail>
- [13] TRIPS Project. *D.2.2 Qualitative Insights Report*. URL: <https://trips-project.eu/wp-content/uploads/2020/10/TRIPS-D.2.2-Qualitative-Insights-report.pdf>
- [14] Infrabel. *Infrastructure accessibility and tactile guidance (project materials)*. URL: <https://www.infrabel.be/en>
- [15] Real Decreto 1544/2007. *Condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación en el transporte*. Spain.
- [16] Discapnet. *Accesibilidad en el transporte ferroviario*. URL: <https://www.discapnet.es/accesibilidad/accesibilidad-en-el-transporte/transporte-ferroviario>
- [17] Transport Infrastructure Ireland (TII). *Accessibility and Design standards (guidance documents)*. URL: <https://www.tii.ie>
- [18] ADA.gov. *Guidance on the 2010 ADA Standards for Accessible Design*. URL: <https://www.ada.gov/law-and-regs/design-standards/standards-guidance/>
- [19] U.S. Access Board. *Public Rights-of-Way Accessibility Guidelines (PROWAG), Final Rule*. URL: <https://www.access-board.gov/prowag/preamble.html>
- [20] Federal Railroad Administration (FRA). *Grade Crossing Toolkit — Sidewalk pavement treatments*. URL: <https://gradecrossingtoolkit.fra.dot.gov/eLib/Details/L00113>
- [21] DSTU ISO 23599:2020. Tactile indicators for the orientation of people with visual impairments.
- [22] DBN V.2.3-5:2018. Streets and Roads of Settlements. URL: [https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2018/08/DBN-V23-5-2018.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2018/08/DBN-V23-5-2018.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- [23] DSTU 4100:2021. Road Traffic Safety. Road Signs.
- [24] A. De Blaeij, A.T., «The value of statistical life in road safety: a meta-analysis», Tinbergen Institute Discussion Paper (summary), 2003. URL: [https://papers.tinbergen.nl/00089.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://papers.tinbergen.nl/00089.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- [25] B. Rahim, M.J., et al., «Cost-Benefit Analysis of a Distracted Pedestrian Intervention», PubMed / medRxiv (2022–2023) — example of a CBA methodology for pedestrian interventions. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36396441/>

- [26] C. Elvik J., et al., «A systematic cost-benefit analysis of road safety measures» (overview of CBAs for road safety interventions). URL: [https://estore.carecinstitute.org/wp-content/uploads/2022/11/Elvik\\_j\\_aap\\_10.1016.2019.105292acceptedversion.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://estore.carecinstitute.org/wp-content/uploads/2022/11/Elvik_j_aap_10.1016.2019.105292acceptedversion.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- [27] D. OECD/ITF, «Economic Benefits of Improving Transport Accessibility», ITF Discussion Paper (2017) — economic benefits of improving transport accessibility. URL: [https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/economic-benefits-improved-accessibility-transport-systems.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/economic-benefits-improved-accessibility-transport-systems.pdf?utm_source=chatgpt.com)

**Обідник Микола Дем'янович** — к.т.н., ст. викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [obidnyk.mykola@vntu.edu.ua](mailto:obidnyk.mykola@vntu.edu.ua) ORCID: 0009-0006-5961-798X.

**Швець Віталій Вікторович** — к.т.н., доцент, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. e-mail: [v.shvets@vntu.edu.ua](mailto:v.shvets@vntu.edu.ua) ORCID: 0000-0002-2748-3685.

**Бойчук Віталій Миколайович** — д.п.н., професор, професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. e-mail: [boichuk1974@gmail.com](mailto:boichuk1974@gmail.com), ORCID: 0000-0002-1082-3962.

**M. Obidnyk**  
**V. Shvets**  
**V. Boichuk**

## USE OF HIGH-CONTRAST MARKINGS AT RAIL CROSSINGS IN THE DESIGN OF URBAN STREETS AND ROADS

Vinnitsia National Technical University

*The article examines the use of contrast marking at track crossings in urban spaces as a means of improving pedestrian safety and developing a barrier-free environment. An analysis of international practices in the countries of the European Union, Scotland, Canada, the United States, Japan, and Australia was conducted, where the use of color, textured, and reflective contrasts is regulated at the normative level. It has been established that the effectiveness of such marking is determined by a combination of optical and material characteristics that provide clear visual orientation and comfortable movement for all population groups, including people with visual impairments.*

*Particular attention is given to the economic aspects of implementing high-contrast solutions, as international studies show that reducing the number of incidents at track crossings directly correlates with decreased costs for medical treatment of injuries, infrastructure repairs, and compensation payments, and also indirectly contributes to improving the efficiency of urban mobility.*

*The study identifies that Ukrainian legislation insufficiently regulates issues related to contrast marking. Existing documents, such as DBN V.2.3-5:2018 "Streets and Roads of Settlements" and DSTU 4100:2021 "Road Safety. Road Signs," only partially define requirements for the arrangement of track crossings. There are no clear standards regarding the parameters of color contrast, the combination of visual and tactile elements, or criteria for assessing the effectiveness of their application.*

*The research demonstrates the feasibility of adapting international standards to national conditions, taking into account climatic, technological, and social factors. Applying such approaches would make it possible to form a modern system of regulatory frameworks aimed at improving pedestrian safety, enhancing visual navigation, and advancing universal design in urban planning.*

*The results of the study may be used in updating national standards and developing guidelines for the arrangement of track crossings within projects aimed at creating a barrier-free urban environment, as well as for formulating economically sound solutions in the field of transport infrastructure.*

**Keywords:** contrast markings, road design, railway crossing, barrier-free environment, urban space; visual contrast; tactile elements; international standards; universal design.

**Mykola Obidnyk** — Ph.D. Senior Lecturer, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [obidnyk.mykola@vntu.edu.ua](mailto:obidnyk.mykola@vntu.edu.ua) ORCID: 0009-0006-5961-798X.

**Vitaliy Shvets** — Ph.D., associate professor Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsia National Technical University. e-mail: [v.shvets@vntu.edu.ua](mailto:v.shvets@vntu.edu.ua) ORCID: 0000-0002-2748-3685.

**Vitaliy Boichuk** — Doctor of science, professor Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsia National Technical University. e-mail: [boichuk1974@gmail.com](mailto:boichuk1974@gmail.com) ORCID: 0000-0002-1082-3962.