

УДК 625.7/.8

Терещенко Т. А., канд. хім. наук, пров. наук. співр., <https://orcid.org/0000-0001-7584-9031>Державне підприємство «Національний інститут розвитку інфраструктури» (ДП «НІРІ»),
м. Київ, Україна

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ ЗОН ВЗАЄМОДІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У МЕЖАХ ЗОН ЗАБУДОВИ ЗГІДНО З ДОСВІДОМ КРАЇН ЄС

Анотація

Вступ. У вступі до статті висвітлено актуальність питань проєктування примикань / перехрещень автомобільних доріг та вулиць у межах зон забудови.

Проблематика. Тематика статті стосується переваг примикань / перехрещень в одному рівні з організацією руху по колу — ПРК (англ. *roundabout*, нім. *der Kreisverkehr*) порівняно з іншими типами примикань або перехрещень автомобільних доріг і вулиць у межах зон забудови, а також загальних питань проєктування і функціонування ПРК.

Мета. Метою статті є загальний аналіз досвіду країн ЄС щодо проєктування примикань/перехрещень автомобільних доріг і вулиць у межах зон забудови та виділення рішень, пріоритетних з точки зору безпеки користувачів доріг і ефективності функціонування таких примикань/перехрещень.

Результати. Виконано загальний порівняльний аналіз різних типів примикань / перехрещень автомобільних доріг і вулиць у межах зон забудови, охоплюючи ПРК, виділено загальновизнані переваги та основні вимоги до проєктування і особливості функціонування ПРК у межах зон забудови згідно з досвідом країн ЄС. Дотично розглянуто питання термінологічної сумісності понять у межах об'єкту аналізування.

Розглянуто прийняті підходи до визначення відповідності параметрів ПРК і траєкторії руху транспортних засобів, актуальні для проєктування ПРК і прокладання маршрутів руху окремих типів ТЗ (сідельних тягачів з напівпричепами великої довжини, автобусів, інших ТЗ з довгою базою) у межах зон забудови. Викладено приклад організування руху таких ТЗ на ПРК, що найбільш суттєво обмежують доступність мережі доріг у межах зон забудови для автоперевізників.

Висновки. Надано висновки щодо:

- реалізації, згідно з досвідом країн ЄС, сучасних рішень для примикань / перехрещень автомобільних доріг, вулиць у межах зон забудови через улаштування ПРК;
- переваг ПРК перед іншими типами примикань/перехрещень в одному рівні та доцільності удосконалення проєктування ПРК для підвищення доступності мережі доріг у межах зон забудови для автоперевізників;
- доцільності опрацювання, на національному рівні, розширених положень щодо ПРК у межах зон забудови.

Ключові слова: доступність для маневрування ТЗ, зона забудови, примикання/перехрещення автомобільних доріг / вулиць, примикання/перехрещення в одному рівні з організацією руху по колу, проєктування, функціонування.

Вступ

Зони взаємодії транспортних потоків спричиняють утворення значної кількості потенційних точок конфлікту для користувачів доріг — попри те, що такі зони становлять малу частку в мережі автомобільних доріг, вони є місцями концентрації значної частини ДТП [1]. Проєктуванню і влаштуванню зон взаємодії транспортних потоків у межах зон забудови приділяють особливу увагу.

Аналогічно до запропонованих раніше рівнів стратифікації систем перерозподілення транспортних потоків [2], зони взаємодії транспортних потоків автомобільних доріг і вулиць, що примикають чи перехрещуються, можуть бути реалізовані в одному рівні або влаштовані з розділенням

транспортних потоків за рівнями (переважно з частковим розділенням), через транспортні розв'язки (*interchanges*) [2 – 4]. Сучасним рішенням, економічно вигідним та здатним забезпечувати безпеку і комфорт усіх учасників дорожнього руху у межах зон забудови, є влаштування примикань / перехрещень автомобільних доріг (вулиць) в одному рівні з організацією руху по колу — ПРК (англ. *roundabout*, нім. *der Kreisverkehr*).

ПРК можуть бути визначені як примикання/перехрещення автомобільних доріг в одному рівні з кільцевою проїзною частиною, з забезпеченням циркуляції транспортного потоку навколо центрального острівця за напрямком проти годинникової стрілки¹ і з наданням переваги в русі ТЗ на кільцевій проїзній частині. Головним чинником організування руху є геометрія елементів ПРК. Згідно з даними [5] переваги ПРК як зони взаємодії транспортних потоків полягають у зменшенні кількості потенційних точок конфлікту (*conflict points*).

Ураховуючи актуальність питань розвитку транспортної інфраструктури і підвищення безпеки користувачів автомобільних доріг, у запропонованій статті на підставі даних першоджерел та в розширення тематики [2] проаналізовано досвід країн ЄС стосовно реалізації зон взаємодії транспортних потоків автомобільних доріг і вулиць у межах зон забудови і викладено основні питання, опрацювання яких сприятиме розширеному охопленню положень регуляторних актів ЄС і світового досвіду дорожнього будівництва за даним напрямком на національному рівні.

Порівняльний аналіз різних типів примикань / перехрещень автомобільних доріг, вулиць у межах зон забудови

Зони взаємодії транспортних потоків у межах зон забудови — на під'їздах до населених пунктів, у межах населених пунктів, особливо у великих містах — переважно становлять проблему розвитку інфраструктури, оскільки забудова, місцями щільна, уможливило лише екстенсивний розвиток мережі доріг. Примикання/перехрещення доріг і вулиць не тільки є місцями концентрації значної частини ДТП, але й спричиняють затримку транспортних потоків і суттєві економічні збитки (наприклад у США у 2019 році збитки склали 190 білйонів доларів [6]), а також призводять до підвищення витрат палива.

Вирішення відповідних проблем полягає у пошуку ефективних проектних і технічних рішень для зон взаємодії транспортних потоків: визнанням ефективним рішенням є влаштування ПРК, функціонування яких не тільки підвищує безпеку доріг і надає можливість підвищити пропускну здатність примикань/перехрещень в одному рівні, але й пов'язане зі зменшенням витрат палива і меншими, ніж для інших типів примикань/перехрещень, експлуатаційними витратами [6]. Поряд з цим у [7] визначено зниження шуму дорожнього руху на ПРК, що є надзвичайно актуальним для населених пунктів.

Згідно з [3] зони взаємодії транспортних потоків² у межах зон забудови реалізують переважно через примикання та перехрещення доріг і вулиць, де рух регулюють з застосуванням дорожніх знаків, разом з дорожньою розміткою, чи сигналів, або через елементи ПРК. Певний виняток становлять під'їзні дороги з переважно односмуговою проїзною частиною, які забезпечують прямий доступ до будівель, промислових об'єктів, резиденцій тощо.

На підставі [3] виділено такі категорії ПРК у межах зон забудови:

- міні – ПРК;
- малі ПРК;
- малі ПРК з елементами двосмугової кільцевої проїзної частини;
- великі ПРК із застосуванням сигналів.

У **табл. 1** наведено рекомендації щодо вибору типу примикань / перехрещень у межах зон забудови згідно з [3].

¹ Визначення наведено для правостороннього руху.

² У [3] вжито термін «*der Knotenpunkte*» (нім.) - вузлова точка, тому коректно буде також застосовувати визначення «вузол транспортних потоків». Поняття «*Knotenpunkte*» охоплює примикання/перехрещення, інші ніж ПРК (*Einmündungen/Kreuzungen*, Pl. нім.), ПРК (*Kreisverkehr*, m, нім.) та рішення з частковим розділенням транспортних потоків за рівнями (*Teilplanfreie Lösung*, f, нім.). Якщо звернутися до змісту [4], цим термінам, у межах класифікації об'єктів регламентування, будуть відповідати англомовні «*intersection*», «*junction*», «*roundabout*» та «*interchange*».

Таблиця 1

Рекомендації щодо вибору типу примикань / перехресть за різних умов функціонування [3]

	Примикання / перехрещення інші, ніж ПРК			ПРК			Часткове розділення транспортних потоків за рівнями
	функціонують за правилом надання переваги в русі ТЗ, що рухаються праворуч	організування руху через застосування дорожніх знаків	організування руху через застосування дорожніх сигналів	міні - ПРК	малі ПРК	великі ПРК з застосуванням сигналів	
Примикання / перехрещення під'їзних доріг:							
одної категорії	++	+	-	++	++	-	-
різних категорій	+	++	+	++	++	-	-
Сполучення під'їзних доріг з іншими дорогами:							
з головною магістральною дорогою / вулицею з двома смугами наскрізного руху	-	++	++	+	++	-	-
з головною магістральною дорогою / вулицею з чотирма або більше смугами наскрізного руху	-	+	++	-	-	-	-
Примикання / перехрещення магістральних доріг / вулиць:							
головної магістральної дороги / вулиці з двома смугами наскрізного руху з головною магістральною дорогою / вулицею з двома смугами наскрізного руху	-	+	++	+	++	-	-
головної магістральної дороги / вулиці з двома смугами наскрізного руху з головною магістральною дорогою / вулицею з чотирма смугами наскрізного руху	-	-	++	-	+	++	+
головної магістральної дороги / вулиці з чотирма смугами наскрізного руху з головною магістральною дорогою / вулицею з чотирма смугами наскрізного руху	-	-	++	-	-	++	+
головної магістральної дороги із заїздами / виїздами міської магістралі	-	-	++	-	++	++	+
++ застосовні; + обмежено застосовні; - незастосовні.							

Згідно з даними **табл. 1** для всіх варіантів примикань / перехресть доріг, вулиць у межах зон забудови є прийнятними ПРК певної категорії — за функціональністю ПРК незначно поступаються «традиційним» примиканням / перехрещенням з організуванням руху через застосування сигналів. У Настанові [3] наведено такі загальні рекомендації щодо влаштування ПРК. На під'їздах до населених

пунктів, коли параметри дороги змінюються — з прокладеної на відкритій місцевості на прокладену в зоні забудови — улаштовують, переважно як альтернативу транспортним розв'язкам, великі ПРК з застосуванням сигналів. Міні — ПРК на під'їздах до населених пунктів не влаштовують, також не влаштовують міні — ПРК, якщо немає можливості забезпечити чітке розрізнення ПРК як елемента дороги (міні — ПРК).

ПРК, у порівнянні з іншими формами примикань/перехрещень, здатні створювати максимальну безпеку учасників дорожнього руху. Згідно з [1] основними чинниками безпеки ПРК є зменшення кількості потенційних точок конфлікту, зниження швидкості руху і зменшення потенційного кута удару (*impact angle* — тж. кут зустрічі) у разі зіткнення ТЗ. Порівняльні схеми утворення потенційних точок конфлікту на найбільш поширених типах примикань/перехрещень в одному рівні, охоплюючи ПРК, наведено на **рис. 1**.

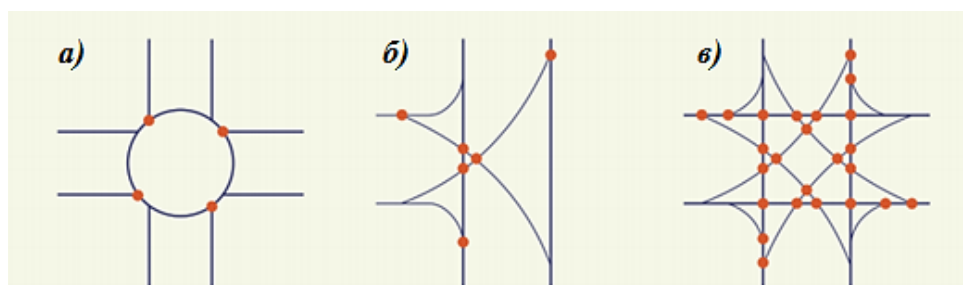


Рисунок 1 — Схеми потенційних точок конфлікту для різних типів примикань / перехрещень в одному рівні згідно з [1]

Кількість потенційних точок конфлікту на ПРК з однією смугою руху на кільцевій проїзній частині з чотирма відгалуженнями (**рис. 1 а**) є меншою, ніж на Т — подібному примиканні (**рис. 1 б**) і суттєво меншою, ніж на перехрещенні «традиційного» типу з чотирма відгалуженнями (**рис. 1 в**), де кількість таких точок сягає 24. Наведені на **рис. 1** схеми не охоплюють прилеглі ділянки з пішохідними переходами, також методології визначання потенційних точок конфлікту можуть різнитися в різних роботах, проте всі автори виділяють переваги ПРК у порівнянні з «традиційними» примиканнями / перехрещеннями — відповідно здійснення реконструкції із заміною «традиційного» примикання/перехрещення доріг з улаштуванням ПРК з однією кільцевою смугою руху дозволяє знизити кількість ДТП на значення орієнтовно до 78 %.

Кількість потенційних точок конфлікту на ПРК з кількома смугами руху на кільцевій проїзній частині є дещо більшою, також більшими є швидкість руху ТЗ на кільцевій проїзній частині і кути зустрічі у разі зіткнення ТЗ. Поряд з цим, згідно з даними [8], правила руху на таких ПРК дещо різняться на території різних країн ЄС. Автори [9] виділяють тип «турбо — ПРК», який можна розглядати як ПРК з кількома смугами руху на кільцевій проїзній частині, що розділено механічними засобами, або, згідно з визначенням [8], де унеможливають зміну смуг руху на кільцевій проїзній частині і перетинання траєкторії руху ТЗ на виїзді з ПРК, що забезпечує суттєве зменшення кількості потенційних точок конфлікту. У разі здійснення реконструкції «традиційного» примикання / перехрещення з улаштуванням турбо — ПРК досягається аналогічний до влаштування ПРК з однією кільцевою смугою руху ефект зниження кількості ДТП. У Німеччині, згідно з [8], турбо — ПРК улаштовують переважно на під'їздах до зон забудови.

За результатами виконаних німецькими колегами порівняльних досліджень стосовно безпеки зон взаємодії транспортних потоків визначено, що кількість ДТП на ПРК є приблизно вдвічі меншою, а кількість ДТП з тяжкими наслідками — приблизно втричі меншою, ніж у разі організування руху через застосування сигналів — на примиканнях / перехрещеннях, інших ніж ПРК; відрізняється також структура чинників та умов ДТП на ПРК — більшість ДТП на ПРК відбувається у темну пору доби, на відміну від екстремальної кількості ДТП під час виконання поворотів у другому випадку [5].

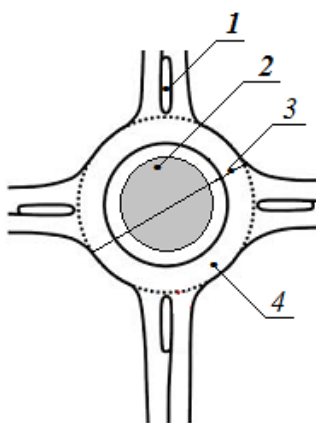
Особливості проєктування ПРК і функціонування ПРК у межах зон забудови на підставі досвіду країн ЄС

Нижче стисло проаналізовано загальні особливості проєктування і функціонування різних категорій ПРК у межах зон забудови на підставі даних [3].

Засадами забезпечення ефективного функціонування ПРК у межах зон забудови є:

- чітко визначувана траєкторія руху навколо центрального острівця для ТЗ, що рухаються в напрямку на в'їзд ПРК;
- одна смуга руху на виїзді з ПРК;
- забезпечення прямих або наближених до прямих кутів шляхом зцентрування осевих ліній доріг на відгалуженнях на підходах до ПРК із центром ПРК.

Головні елементи ПРК на підставі даних [3] наведено на **рис. 2**.



- 1 — розділювальний острівець;
2 — центральний острівець;
3 — зовнішній діаметр;
4 — кільцева проїзна частина.

Рисунок 2 — Схематичне зображення головних елементів ПРК на підставі [3]

Значення зовнішнього діаметра³ ПРК (**рис. 2, поз. 3**) приймають в інтервалі (13 – 22) м для міні — ПРК, (26 – 40) м для малих ПРК та (40 – 60) м для ПРК з елементами двосмугової проїзної частини. Зовнішній діаметр великих ПРК із застосуванням сигналів повинен становити не менше ніж 50 м. Для малих ПРК, улаштованих із непроїжджим центральним острівцем, зовнішній діаметр не повинен перевищувати 26 м.

Кільцеву проїзну частину ПРК (**рис. 2, поз. 4**) улаштовують переважно круглої форми (кільцева проїзна частина, — оскільки центральний острівець елементом проїзної частини не є [3]), проте проїзна частина може бути влаштована у вигляді двох півкіл однакового діаметра, сполучених прямолінійними сегментами за довжини такого сегмента більшої, ніж радіус півкола. Для великих ПРК рекомендованою є кругла форма кільцевої проїзної частини з метою дотримання її сталої ширини.

Основним елементом проєктування ПРК та функціонування ПРК є центральний острівець (**рис. 2, поз. 2**). Центральний острівець повинен створювати таку зміну траєкторії руху ТЗ, щоб забезпечувати мінімальну швидкість руху — радіус кривої руху ТЗ на кільцевій проїзній частині вздовж центрального острівця, охоплюючи, за потреби, проїзд ТЗ через перон вантажного автомобіля, повинен становити дві ширини відповідної смуги руху на в'їзді на відгалуженні ПРК. Міні — ПРК вказаного вище зовнішнього діаметра улаштовують з проїжджим центральним острівцем; конструкція центрального острівця має бути такою, щоб суттєво ускладнювати (за рідкими винятками) проїзд по ньому легкових автомобілів, та уможливлувати проїзд вантажних автомобілів та автобусів на малій швидкості; центральний острівець відділяють від кільцевої проїзної частини бордюром заввишки над

³ Зовнішній діаметр ПРК згідно з [3] та діаметр вписаного кола згідно з [11] доцільно розглядати як величини, що описують один параметр ПРК, оскільки в обох випадках ці значення вимірюють на відтинку між зовнішніми крайками кільцевої проїзної частини, а також ці діаметри вписано в контур для нанесення дорожньої розмітки на в'їзді на ПРК.

поверхнею проїзної частини (4 – 5) см. Центральний острівцеві міні — ПРК повинен забезпечувати чітке розрізнення ПРК як елемента дороги [3].

Елементом малих ПРК, охоплюючи ПРК з двосмуговою кільцевою проїзною частиною, є розділювальні острівці (**рис. 2, поз. 1**); за потреби розділювальні острівці влаштовують також на відгалуженнях на міні — ПРК. Параметри розділювальних острівців водночас із параметрами центрального острівця повинні забезпечувати потрібне вигинання траєкторії руху ТЗ на кільцевій проїзній частині. У межах зон забудови розділювальні острівці на всіх відгалуженнях ПРК мають бути споряджені елементами організування пішохідного руху і повинні мати відповідні параметри; розділювальні острівці можна не влаштовувати на відгалуженні з другорядною дорогою, або за малої ширини проїзної частини дороги на відгалуженні чи за низької інтенсивності руху на ній.

Перепускальну здатність ПРК може бути підвищено через улаштування правоповоротних об'їздів для перепуску ТЗ, що рухаються в об'їзд ПРК; об'їзди мають бути фізично відділені від смуг руху ПРК.

Стосовно перепускальної здатності великих ПРК із застосуванням сигналів у [3] вказано, що важливим чинником є алгоритм програмування роботи сигналів. Рух пішоходів, велосипедистів в зоні великих ПРК організують з улаштуванням доріжок (тротуарів) навколо зовнішнього периметра ПРК; якщо місцеві умови є стислими, розглядають альтернативне влаштування транспортної розв'язки — з частковим розділенням потоків за рівнями — або передбачають рух пішоходів, велосипедистів через центральний острівцеві — у цій частині ПРК згідно з [3] (Німеччина) принципово відрізняються від визначених положеннями [11] (США), де примикання/перехрещення в одному рівні кільцевого типу з доступом пішоходів, велосипедистів до центрального острівця як ПРК не класифікують.

Також, згідно з [3], всі типи примикань / перехрещень, охоплюючи ПРК, мають забезпечувати проїзд у всіх напрямках ТЗ, рух яких в даній локації не можна виключати, за потреби — проїзд із застосуванням зустрічної смуги руху; ПРК також повинні витримувати навантаження від проїзду, за низької швидкості руху, військової техніки.

Підходи до визначення відповідності параметрів ПРК і траєкторії руху ТЗ

Окремим питанням є дослідження відповідності параметрів ПРК вимогам щодо маневрування ТЗ, яке виконують як на початковому етапі проектування ПРК, так і під час прокладання маршрутів руху певних ТЗ, із застосуванням шаблонів трактрис (*die Schleppkurve*, нім.) сидельних тягачів з причепами, напівпричепами, автобусів, охоплюючи автобуси з шарнірно-зчленованою базою, та інших ТЗ, або за результатами натурних досліджень, та методів комп'ютерного моделювання CAD (*computer-assisted drifting*) [10, 12].

У процесі таких досліджень ураховують відповідні вимоги, установлені на регіональному / національному рівні. Так, у ЄС згідно з Директивою [13], разом зі Зміною [14], визначено, що будь-який ТЗ (або комбінація ТЗ) під час руху повинен виконувати поворот у межах кола зі значеннями внутрішнього та зовнішнього радіусів 5,3 м та 12,5 м відповідно; також додатково установлено, що жодна частина ТЗ під час виїзду з прямої траєкторії на кільце зазначених розмірів не повинна виходити за межі вертикальної площини більше ніж на 0,6 м; це значення, на регіональному рівні, нормовано для автобусів. Таку площину (за умови, що ТЗ не перебуває в русі) визначають як вертикальну площину, проведену тангенціально (дотично) боку ТЗ на зовнішньому контурі кільця та позначену лінією на перетині з горизонтальною поверхнею (на землі). Для шарнірно-зчленованих ТЗ співвіднесення з вертикальною площиною виконують для двох частин ТЗ.

Автори [12] (Німеччина), на етапі упровадження нових вимог щодо параметрів ТЗ, досліджували відповідність параметрів ПРК у межах зон забудови вимогам щодо маневрування сидельного тягача з напівприцепом Kögel лінійки Big Maxx — більшої, ніж це було нормовано раніше, довжини (за загальної довжини ТЗ 17,8 м) шляхом моделювання, зокрема, траєкторії повороту (**рис. 3**).

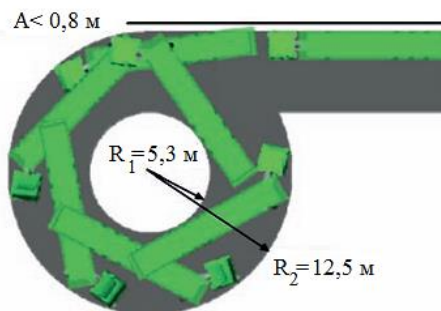


Рисунок 3 — Моделювання траєкторії повороту сідельного тягача з напівприцепом [12]

Було підтверджено дотримання установлених на національному рівні, на час виконання досліджень, вимог щодо виходу за межі вертикальної площини (згідно з [3] — нім. *das Ausschermaß*, розмір бічного заносу), обмеженого максимальним значенням 0,8 м (**рис. 3**, значення «А»).

Поряд з цим було досліджено придатність малих ПРК із зовнішнім діаметром 26 м для виконання маневрів зазначеного ТЗ (**рис. 4**), оскільки саме малі ПРК зазначеного діаметра, які влаштовують з непроїжджим центральним острівцем, потенційно є перешкодою руху ТЗ з великими розмірами (довжиною).

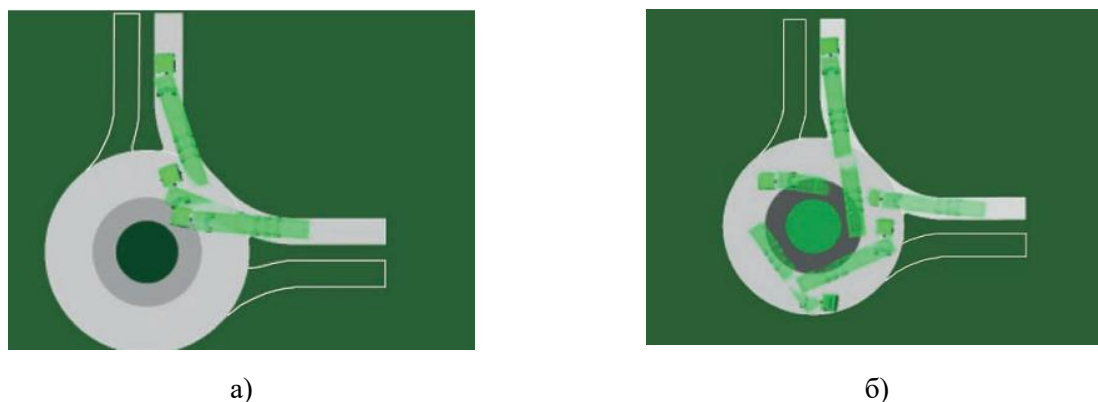


Рисунок 4 — Моделювання проїзду сідельного тягача з напівприцепом за загальної довжини ТЗ 17,8 м на малій ПРК із зовнішнім діаметром 26 м згідно з [12]

За результатами моделювання виконання правого повороту, яке в роботі [12] описано як проїзд $\frac{1}{4}$ частини ПРК, у даному випадку неможливе без виїзду за межі проїзної частини ПРК (**рис. 4 а**); поряд із цим проїзд з виконанням виключно лівоповоротних маневрів (або проїзд $\frac{5}{4}$ ПРК, (**рис. 4 б**)) забезпечує відповідність траєкторії руху досліджуваного ТЗ параметрам ПРК. Як підкреслюють автори, шляхом моделювання було підтверджено можливість, за умови дотримання певного порядку, проїзду досліджуваного ТЗ на малих ПРК.

Автори [12] досліджували також відповідність параметрів і траєкторії руху інших ТЗ з довгою базою (автопоїзд, автовоз загальної довжини ТЗ 20,00 м та 20,75 м відповідно) параметрам примикань / перехресть в одному рівні інших (ніж ПРК) типів. Попри те, що в цілому доступність національної дорожньої інфраструктури у межах зон забудови для застосування автоперевізниками було визначено як обмежену, де найбільші обмеження спричинено геометричними параметрами малих ПРК і проїзд певних типів ТЗ можливий лише у вузькому «коридорі», навіть незначні відхилення від якого можуть мати негативні наслідки, моделювання руху ТЗ може забезпечити пошук рішень для окремих маршрутів.

Висновки

Згідно з досвідом країн ЄС сучасним рішенням для автотранспортної мережі у межах зон забудови є реалізація примикань / перехресть в одному рівні з організацією руху по колу — ПРК (англ. *roundabout*), які за функціональністю не поступаються «традиційним» примиканням / перехрещенням в одному рівні з організуванням руху через застосування сигналів та в певних випадках можуть слугувати економічно вигідною альтернативою транспортним розв'язкам, з розділенням (частковим розділенням) транспортних потоків за рівнями.

Дослідження, виконані колегами в регіонах, де влаштування ПРК у межах зон забудови є усталеною практикою, вказують на зменшення кількості потенційних точок конфлікту і зниження кількості ДТП з тяжкими наслідками у порівнянні з примиканнями/перехрещеннями в одному рівні інших типів. Водночас дослідження на рівні країн ЄС вказують на можливу потребу в удосконаленні підходів до проектування ПРК, які в певних випадках обмежують доступність мережі автомобільних доріг у межах зон забудови для автоперевізників.

Доцільно, на національному рівні, з урахуванням положень регуляторних актів країн ЄС і світового досвіду в галузі дорожнього будівництва, опрацювати розширені положення стосовно ПРК як елемента автомобільної дороги з виокремленням загальних вимог щодо проектування і влаштування ПРК у межах зон забудови.

Список літератури

1. Roundabouts and other intersections. SWOV fact sheet, June 2022 SWOV Institute for Road Safety Research, The Hague. 22 p. URL: https://swov.nl/sites/default/files/bestanden/downloads/FS%20Roundabouts%20and%20other%20intersections_3.pdf (дата звернення: 18.06.2025).
2. Терещенко Т. А. Системи перерозподілення транспортних потоків. Транспортні розв'язки. Застосовувані терміни. *Дороги і мости*. Київ, 2024. Вип. 30. С. 398–406. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2024.30.398>.
3. Directives for the design of urban roads. English Version of «Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen», RAST 06, Edition 2006, Translation 2012. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln. 131 p. URL: https://www.fgsv-verlag.de/pub/media/pdf/200_E_PDF.v.pdf (дата звернення 16.06.2025).
4. EUROPEAN AGREEMENT ON MAIN INTERNATIONAL TRAFFIC ARTERIES (AGR) Consolidated version ECE/TRANS/SC.1/384 14 March 2008. 57 p. URL: <https://unece.org/DAM/trans/conventn/ECE-TRANS-SC1-384e.pdf> (дата звернення 28.07.2023).
5. Spahn, V. Ist der Kreisverkehr sicherer als die Lichtsignalanlage? Vortrag zum Deutschen Straßen- und Verkehrskongress 2008 (FGSV 001/22), FGSV, Köln, 12 p. URL: https://verlag.fgsv-datenbanken.de/media/upload/tagungsbaende/FGSV_001_22/FGSV_001_22-7.pdf (дата звернення 20.06.2025).
6. Taglieri, D., Liu, H., Gayah, V. Network-Wide Implementation of Roundabouts Versus Signalized Intersections on Urban Streets: Analytical and Simulation Comparison. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*. 2024, Vol. 2678(5), P. 719–735. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/03611981231192093> (дата звернення 18.06.2025).
7. Wirkung von Maßnahmen zur Umweltentlastung, Teil 2: Kreisverkehre, Ausgabe 2015. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV 210/2. 7 p. URL: http://www.trc-transportation.com/cms/images/dokumente/FGSV_210_2_Kreisverkehre.pdf (дата звернення 20.06.2025)⁴.
8. Wachsmann, J., Riel, J. Internationale Verkehrsregelungen an zweistreifigen Kreisverkehren und deren Auswirkung auf die Leistungsfähigkeit. HEUREKA 2021, 18 p. URL: https://verlag.fgsv-datenbanken.de/media/upload/tagungsbaende/FGSV_002_127/FGSV_002_127-51.pdf (дата звернення 20.06.2025).

⁴ Згідно з наведеною у першоджерелі інформацією [7] складено як одну з частин збірника; інформацію щодо завершення розроблення збірника в цілому не наведено.

9. Petru, J., Krivda, V. An Analysis of Turbo Roundabouts from the Perspective of Sustainability of Road Transportation. *Sustainability*. 2021, 13, 2119. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/4/2119> (дата звернення 17.06.2025).
10. Robinson, B. V., Rodegerdst, L., Scarborough, W., Kittelson, W., Troutbeck, R., Brilon, V., et. al. Roundabouts: an informational guide. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Report No FHWA-RD-00-067. 2006. 284 p. URL: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/00067/00067.pdf> (дата звернення 30.05.2025).
11. Hedges, C. J., Dekelbab, W., Hanna, A. N., Griswold, E., Barnes, N., DiAngelis, H. Guide for roundabouts. NCHRP research Report 1043. Transportation research Board, 2023. 426 p. URL: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/27069/guide-for-roundabouts> (дата звернення: 29.05.2025).
12. Friedrich, B., Hoffmann, S., Axer, S., Niemeier, W., Tengen, D., Adams, S., u.a. Überprüfung der Befahrbarkeit innerörtlicher Knotenpunkte mit Fahrzeugen des Schwerverkehrs. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST), Verkehrstechnik Heft V. 245, 2014. 117 p. URL: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/799/file/V245ELBA_Bericht_barrierefrei.pdf (дата звернення 20.06.2025).
13. COUNCIL DIRECTIVE 96/5 3/EC of 25 July 1996 Laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0053> (дата звернення 25.06.2025).
14. DIRECTIVE 2002/7/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 February 2002 Amending Council Directive 96/53/EC laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorised dimensions in national and international traffic and the maximum authorised weights in international traffic. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0007> (дата звернення 25.06.2025).

References

1. Roundabouts and other intersections. SWOV fact sheet, June 2022 SWOV Institute for Road Safety Research, The Hague. 22 p. URL: https://swov.nl/sites/default/files/bestanden/downloads/FS%20Roundabouts%20and%20other%20intersections_3.pdf (Last accessed: 18.06.2025) [in English]
2. Tatyana Tereshchenko. Interchange systems. Interchanges. Used terminology. *Dorogi i mosti* [Roads and bridges]. Kyiv, 2024. Issue 30. P. 398–406. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2024.30.398> [in Ukrainian].
3. Directives for the design of urban roads. English Version of «Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen», RAS 06, Edition 2006, Translation 2012. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln. 131 p. URL: https://www.fgsv-verlag.de/pub/media/pdf/200_E_PDF.v.pdf (Last accessed: 16.06.2025) [in English].
4. EUROPEAN AGREEMENT ON MAIN INTERNATIONAL TRAFFIC ARTERIES (AGR) Consolidated version ECE/TRANS/SC.1/384 14 March 2008. 57 p. URL: <https://unece.org/DAM/trans/conventn/ECE-TRANS-SC1-384e.pdf> (Last accessed: 28.07.2023) [in English].
5. Spahn, V. Ist der Kreisverkehr sicherer als die Lichtsignalanlage? Vortrag zum Deutschen Straßen- und Verkehrskongress 2008 (FGSV 001/22), FGSV, Köln, 12 p. URL: https://verlag.fgsv-datenbanken.de/media/upload/tagungsbaende/FGSV_001_22/FGSV_001_22-7.pdf (Datum des letzten Besuchs: 20.06.2025) [auf Deutsch].
6. Taglieri, D., Liu, H., Gayah, V. Network-Wide Implementation of Roundabouts Versus Signalized Intersections on Urban Streets: Analytical and Simulation Comparison. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*. 2024, Vol. 2678(5), P. 719–735. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/03611981231192093> (Last accessed: 18.06.2025) [in English].

7. Wirkung von Maßnahmen zur Umweltentlastung, Teil 2: Kreisverkehre, Ausgabe 2015. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV 210/2. 7 p. URL: http://www.trc-transportation.com/cms/images/dokumente/FGSV_210_2_Kreisverkehre.pdf (Datum des letzten Besuchs: 20.06.2025)⁵ [auf Deutsch].
8. Wachsmann, J., Riel, J. Internationale Verkehrsregelungen an zweistreifigen Kreisverkehren und deren Auswirkung auf die Leistungsfähigkeit. HEUREKA 2021, 18 S. URL: https://verlag.fgsv-datenbanken.de/media/upload/tagungsbaende/FGSV_002_127/FGSV_002_127-51.pdf (Datum des letzten Besuchs: 20.06.2025) [auf Deutsch].
9. Petru, J., Krivda, V. An Analysis of Turbo Roundabouts from the Perspective of Sustainability of Road Transportation. *Sustainability*. 2021, 13, 2119. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/4/2119> (Last accessed: 17.06.2025) [in English].
10. Robinson, B. V., Rodegerdts, L., Scarborough, W., Kittelson, W., Troutbeck, R., Brilon, V., et. al. Roundabouts: an informational guide. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Report No FHWA-RD-00-067. 2006. 284 p. URL: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/00067/00067.pdf> (Last accessed: 30.05.2025) [in English].
11. Hedges, C.J., Dekelbab, W., Hanna, A.N., Griswold, E., Barnes, N., DiAngelis, H. Guide for roundabouts. NCHRP research Report 1043. Transportation research Board, 2023. 426 p. URL: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/27069/guide-for-roundabouts> (Last accessed: 29.05.2025) [in English].
12. Friedrich, B., Hoffmann, S., Axer, S., Niemeier, W., Tengen, D., Adams, S., u.a. Überprüfung der Befahrbarkeit innerörtlicher Knotenpunkte mit Fahrzeugen des Schwerverkehrs. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST), Verkehrstechnik Heft V. 245, 2014. 117 p. URL: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/799/file/V245_ELBA_Bericht_barrierefrei.pdf (Datum des letzten Besuchs: 20.06.2025) [auf Deutsch].
13. COUNCIL DIRECTIVE 96/53/EC of 25 July 1996 Laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0053> (Last accessed: 25.06.2025) [in English].
14. DIRECTIVE 2002/7/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 February 2002 Amending Council Directive 96/53/EC laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorised dimensions in national and international traffic and the maximum authorised weights in international traffic. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0007> (Last accessed: 25.06.2025) [in English].

Tatyana Tereshchenko, Ph.D., Senior Research Officer, <https://orcid.org/0000-0001-7584-9031>

State Enterprise «National Institute for Infrastructure Development» (SE «NIDI»), Kyiv, Ukraine

CONTEMPORARY APPROACHES TO THE DESIGN OF TRAFFIC FLOW INTERACTION ZONES WITHIN BUILT-UP AREAS IN ACCORDANCE WITH THE PRACTICE OF EU COUNTRIES

Introduction. The introduction to the paper highlights the actuality of the issues of the design of roads/streets junctions within built-up areas.

Problem statement. The topic of the paper concerns the advantages, as well as general issues of design and performance of at-grade junctions including roundabouts — PRC (German: der Kreisverkehr) compared to other types of roads and streets junctions within built-up areas.

⁵ Згідно з наведеною у першоджерелі інформацією [7] складено як одну з частин збірника; інформацію щодо завершення розроблення збірника в цілому в першоджерелі не наведено.

The topic of the paper concerns the advantages of PRC (English: roundabout, German: der Kreisverkehr) compared to other types of roads / streets junctions within built-up areas, as well as general issues of the design and operation of PRC.

Purpose. The purpose of the paper is a general analysis of the experience of EU countries in design of roads / streets junctions within built-up areas and highlighting solutions that are priority in terms of road user safety and the operational efficiency of such junctions.

Results. A general comparative analysis of various types of roads/streets junctions within built-up areas, including the PRC, has been carried out and the recognized advantages and basic requirements for the design and features of the PRC's operation within built-up areas according to the experience of EU countries have been highlighted. The issue of compatibility of terms definition within the scope of the analysis was briefly reviewed.

The approaches accepted to determine the appropriateness of PRC parameters for vehicle swept paths relevant for the design of PRCs and the laying of routes for individual types of vehicles (tractor trucks with long-length semi-trailers, car carriers, other vehicles with a long base) within built-up areas have been considered. An example of organizing the route of such vehicles movement through PRCs that most significantly limit the accessibility of the road network within built-up areas for carriage vehicles has been presented.

Conclusions. Conclusions are provided on:

- realization, according to the experience of EU countries, of contemporary solutions for roads/streets junctions within built-up areas through the construction of PRC;
- advantages of PRC over other types of level junctions and the advisability of the PRC design evolution to increase the accessibility of the road network within built-up zones for carriage vehicles;
- advisability of developing, at the national level, adjusted regulations regarding roundabouts design and performance within built-up areas.

Keywords: built-up area, design, maneuverability with vehicles, motor roads / streets junctions, roundabout, performance.