

TYPES OF LINEAR-EXTENDED STRUCTURES AND THEIR PLACE IN THE INFRASTRUCTURE OF CITIES

STEBNYTSKY V.O.¹, BANAKH A.V.²

Received: 2026-02-16

Accepted: 2026-04-19

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.21338074>

Abstract. The article examines the concept, classification and functional purpose of linear-extended structures in the structure of modern cities from the standpoint of construction and civil engineering. It is substantiated that linear objects - transport corridors, engineering networks, linear parks, embankments, pedestrian and bicycle routes - form the basic infrastructure framework of urban systems and determine their spatial planning organization. Historical and modern approaches to the formation of linear cities, their potential for optimizing transport and land use, as well as limitations due to the complexity of practical implementation and the need to adapt to the context of urbanized territories are considered. Special attention is paid to the role of linear parks as innovative elements of the green infrastructure of post-industrial cities, capable of transforming former infrastructure or industrial corridors into environmentally and socially significant spaces.

The study analyzed the importance of engineering communications as a hidden, but critically important component of the urban environment, which ensures the life of the city and affects the possibilities of its further development. The role of embankments as multifunctional linear formations that combine recreation, mobility, aesthetics and water-ecological functions, forming new directions of interaction of the city with the natural environment, was also revealed.

The study shows that linear-extended structures go beyond the boundaries of purely engineering infrastructure and act as key tools for the formation of a sustainable, environmentally balanced and socially integrated urban space. They ensure the continuity of flows, determine the directions of territorial growth, increase the comfort and safety of movement, contribute to the improvement of the ecological state and create the prerequisites for the balanced development of urban agglomerations.

The scientific novelty of the study lies in the generalization of various types of linear structures in a single conceptual field and the determination of their systemic role in the formation of the city's infrastructure framework. The practical significance of the results obtained lies in the possibility of using the presented conclusions in urban planning, design of engineering networks and development of green infrastructure, as well as in creating comprehensive strategies for the reconstruction and modernization of urban areas.

Keywords: linear-extended structures, urban infrastructure, linear cities, linear parks, transport corridors, engineering networks, embankments, spatial planning.

¹ postgraduate student Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 66 Universytetska St., 69011, Zaporizhzhia, Ukraine, tel. +380681305686, e-mail ahoreevic@gmail.com

² Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Urban Construction and Architecture, Zaporizhzhia National University, 66 Universytetska St., 69011, Zaporizhzhia, Ukraine

Постановка проблеми. Розвиток урбанізованих територій характеризується інтенсивним зростанням міст, що супроводжується низкою складних інженерно-будівельних та містобудівних викликів. Одним із ключових питань, що постає перед фахівцями у галузі будівництва та цивільної інженерії, є організація раціональної просторової структури міських агломерацій та забезпечення ефективної інфраструктурної мережі. У контексті цієї проблематики особливого значення набувають лінійно-протяжні споруди, які формують структурний каркас сучасного міста та визначають характер його функціонування.

Лінійно-протяжні споруди являють собою об'єкти будівництва та інженерної інфраструктури, що характеризуються значною перевагою одного з основних розмірів над іншими. До таких споруд належать транспортні комунікації, інженерні мережі, гідротехнічні об'єкти, об'єкти благоустрою та озеленення лінійного типу. Їхня роль у формуванні міського середовища є надзвичайно важливою, оскільки саме ці елементи забезпечують зв'язність різних функціональних зон міста, створюють умови для життєдіяльності населення та визначають можливості подальшого розвитку урбанізованих територій.

Проблема ефективного проектування, будівництва та експлуатації лінійно-протяжних споруд набуває особливої актуальності в умовах обмеженості міських територій, необхідності оптимізації капіталовкладень в інфраструктуру та зростаючих вимог до якості міського середовища. Недостатнє врахування особливостей лінійних споруд на етапах містобудівного планування призводить до формування неефективної просторової структури міст, виникнення транспортних проблем, погіршення екологічної ситуації та зниження комфортності проживання населення.

Водночас традиційні підходи до проектування міст часто не повною мірою враховують потенціал лінійно-протяжних споруд як інструменту просторової організації урбанізованих територій. Концепції компактного міста та радіально-кільцевої структури, що домінували у містобудуванні протягом тривалого часу, демонструють свої обмеження в сучасних умовах [1]. У зв'язку з цим виникає необхідність переосмислення ролі лінійних елементів міської інфраструктури та розробки комплексного підходу до їх планування та реалізації.

Особливої уваги потребує питання інтеграції різнотипних лінійно-протяжних споруд у єдину систему міської інфраструктури. Транспортні коридори, інженерні комунікації, зелені насадження лінійного типу мають розглядатися не як ізольовані елементи, а як взаємопов'язані компоненти єдиного міського організму. Таким чином, комплексне використання лінійних споруд може суттєво підвищити ефективність функціонування міста та якість міського середовища.

Актуальність дослідження видів лінійно-протяжних споруд та їх місця в інфраструктурі міст також зумовлена необхідністю адаптації міських систем до викликів сучасності, серед яких зміна клімату, цифровізація, трансформація транспортних систем, підвищення ролі екологічної складової у містобудуванні. Лінійні споруди можуть виступати ефективним інструментом вирішення цих завдань за умови науково обґрунтованого підходу до їх проектування та реалізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика лінійно-протяжних споруд та їх ролі у міській інфраструктурі отримала значну увагу у науковій літературі з містобудування, будівництва та цивільної інженерії. Дослідження охоплюють широкий спектр питань від теоретичних концепцій лінійного міста до практичних аспектів проектування конкретних типів лінійних споруд [2].

Значний внесок у розвиток теорії лінійного міста зробив іспанський інженер Артуро Сорія-і-Мата наприкінці дев'ятнадцятого століття, запропонувавши модель міста, що розвивається вздовж транспортної магістралі.

Сучасний етап досліджень характеризується переосмисленням класичних концепцій лінійного розвитку міст з урахуванням нових реалій та можливостей.

Критичний аналіз концепції лінійного міста представлений у роботі Туфек-Мемішевіча, яка досліджує розриви між теоретичними моделями та практичною реалізацією лінійних міст [3]. Автор вказує на те, що незважаючи на теоретичні переваги лінійних міст, їх практична імплементація часто стикається з численними проблемами, що призводить до неправильного

тлумачення їх дизайну та функцій. Це дослідження підкреслює необхідність більш виваженого підходу до застосування концепції лінійного міста та врахування контекстуальних факторів.

Окремим напрямком досліджень є лінійні парки як специфічний тип лінійно-протяжних споруд. Фундаментальна робота Кульмана присвячена аналізу еволюції та дизайну лінійних парків у постіндустріальних містах [4]. На основі вивчення двадцяти лінійних парків у Європі та Північній Америці автор розкриває роль цих об'єктів у перетворенні зон, створених інфраструктурою, на життєво важливі зелені насадження. Дослідження демонструє, що лінійні парки не лише забезпечують рекреаційні простори, але й сприяють пожвавленню міських районів та посиленню зв'язку громад.

У контексті вивчення досліджень в Україні, то значна увага приділяється проектуванню транспортних комунікацій як основного типу лінійно-протяжних споруд. Роботи українських науковців розглядають питання розміщення автомобільних доріг у структурі міста, організації громадського транспорту, планування пішохідних та велосипедних маршрутів. Особливий інтерес представляють дослідження, присвячені адаптації транспортної інфраструктури до умов історичних міських центрів, де необхідно поєднати вимоги сучасної мобільності з збереженням культурної спадщини.

Інженерні мережі як тип лінійно-протяжних споруд також є предметом активних досліджень. Науковці розглядають питання раціонального розміщення підземних комунікацій, створення технічних коридорів для розміщення інженерних систем, впровадження інноваційних технологій у проектування та експлуатацію мережевої інфраструктури. Актуальним напрямком є дослідження можливостей спільного використання транспортних та інженерних коридорів для оптимізації використання міських територій [5, 6].

Гідротехнічні споруди лінійного типу розглядаються у контексті забезпечення екологічної безпеки міст та формування водно-зеленого каркасу урбанізованих територій. Дослідження охоплюють питання реконструкції та ренатуралізації міських водотоків, створення набережних просторів, інтеграції водних об'єктів у систему громадських просторів міста.

Комплексний підхід до планування лінійно-протяжних споруд знаходить відображення у дослідженнях, присвячених формуванню зелених коридорів та екологічних каркасів міст. Науковці розглядають лінійні зелені насадження не лише як елементи благоустрою, але й як важливі компоненти екологічної інфраструктури, що забезпечують біорізноманіття, покращують мікроклімат та сприяють адаптації міст до зміни клімату.

Аналіз наукової літератури свідчить про зростаючий інтерес до проблематики лінійно-протяжних споруд та усвідомлення їх важливої ролі у формуванні сучасного міського середовища. Водночас залишається потреба в систематизації знань про різні типи лінійних споруд, узагальненні досвіду їх проектування та експлуатації, розробці методичних підходів до інтеграції лінійних елементів у систему міської інфраструктури.

Мета статті – дослідження видів лінійно-протяжних споруд у сучасних містах, визначення їх функціонального призначення та ролі у забезпеченні ефективної, екологічно збалансованої міської інфраструктури, а також узагальнення теоретичних підходів і практичних прикладів їх застосування.

Виклад основного матеріалу. Лінійно-протяжні споруди являють собою елементи міської інфраструктури, які забезпечують взаємопов'язаність територій, доступність ресурсів та ефективний розподіл потоків людей, транспорту й інформації. Їхня основна характеристика полягає у функціональній та геометричній протяжності, що дозволяє формувати коридори мобільності, комунікації та екологічної рівноваги. До основних типів таких споруд належать транспортні магістралі, залізничні колії, мости та естакади, лінії метрополітену, інженерні комунікації, включаючи водогони та каналізаційні мережі, газопроводи, теплотраси, електричні та телекомунікаційні лінії, а також зелені лінійні структури, набережні, пішохідно-велосипедні коридори й лінійні рекреаційні зони.

Ключовою характеристикою лінійної організації є здатність структурувати міський простір, формуючи природні напрямні розвитку територій. Лінійні просторові акценти вказують на пріоритетні напрямки пересування, зони ділової та житлової активності, а також служать структурним каркасом, навколо якого формуються вузлові точки міста. Це особливо

помітно на прикладі лінійних міст, які історично виникали вздовж річок, транспортних шляхів або природних коридорів рельєфу. Лінійні міста, за визначенням, є урбаністичними утвореннями, що формуються вздовж однієї домінуючої осі. Їх просторово-планувальні характеристики визначаються протяжністю територій, що сприяє оптимізації транспортних потоків та раціональному використанню земельних ресурсів [2, 4].

Переваги лінійних міст полягають у можливості забезпечення ефективного транспортного обслуговування та скорочення часу переміщень між основними центрами активності. Такі міста зазвичай функціонують як системи, де транспортні коридори визначають розвиток прилеглих територій, створюючи єдиний міський потік. Теоретичні моделі показують, що в разі раціонального поєднання транспортної інфраструктури і житлових зон створюються умови для рівномірного розвитку та запобігання хаотичному розростанню. Однак практичні спроби реалізації подібних моделей нерідко супроводжуються труднощами. Лінійні міста можуть зіткнутися з проблемами забезпечення рівномірної доступності ресурсів, виникненням периферійних зон та нерівномірним розподілом навантажень, що потребує адаптивних рішень у містобудуванні.

Окремим типом лінійно-протяжних утворень є лінійні парки – сучасні елементи зеленої інфраструктури, що формуються на протяжних територіях, часто пов'язаних із закинутими промисловими коридорами, старими залізничними коліями або ділянками між транспортними магістралями. Лінійні зелені зони виконують функції екологічних коридорів, які підвищують стійкість урбанізованих територій, покращують мікроклімат, сприяють зменшенню теплових островів та створюють умови для рекреації. У багатьох містах світу лінійні парки стали відповіддю на виклики постіндустріального розвитку, де вивільнені території колишніх інфраструктурних коридорів потребують переосмислення. Вони поєднують транспортні функції, рекреацію та екологічний баланс, створюючи простори нового типу, що інтегруються в сучасну міську інфраструктуру.

Лінійні парки, як показано в дослідженнях [4], мають унікальні морфологічні характеристики: вони є витягнутими, вузькими, добре інтегрованими у навколишню забудову. Такі парки виступають не лише зеленими зонами, але й важливими міськими коридорами, що поєднують різні частини міста, сприяють соціальній згуртованості та підвищують пішохідну доступність. Їх успіх залежить від поєднання архітектурного проектування, інженерних рішень та залучення громади, оскільки такі простори потребують адаптації до локальних умов і формування соціально значущих функцій.

Разом із зеленими структурами до лінійно-протяжних споруд належать транспортні магістралі – автомобільні дороги, швидкісні коридори, трамвайні та тролейбусні лінії, а також велосипедна інфраструктура. Вони забезпечують мобільність і є критично важливими для функціонування міста. Лінійний характер транспортних мереж зумовлює специфіку територіального планування: вздовж таких коридорів найчастіше формується житлова, комерційна і промислова забудова, що створює міські осі розвитку. Транспортні магістралі часто стають рамковими елементами, навколо яких організується міський простір, що визначає структуру мобільності населення.

Крім цього, інженерні комунікації формують невидимий, але надзвичайно важливу складову лінійної інфраструктури міста. До них належать мережі водопостачання, каналізації, газопостачання, теплопостачання, електроенергії та зв'язку. Вони забезпечують безперебійне функціонування міських систем і потребують точності проектування та надійності виконання. Просторова організація комунікацій часто визначає можливості забудови, щільність вуличної мережі та пріоритетні напрямки розвитку міських територій. У містобудівних процесах інженерні мережі виступають детермінуючим фактором, який впливає на структуру міської тканини та її функціональність.

Окремої уваги заслуговують набережні як специфічні лінійні утворення, що формуються вздовж річок, озер або морських берегів. Набережні виконують транспортні, рекреаційні, естетичні та екологічні функції. У багатьох містах світу вони стають центрами міського життя, формуючи нові просторові ідентичності. Вони поєднують природний ландшафт із міською забудовою, створюючи простори для відпочинку, пересування та соціальної взаємодії. Лінійний характер набережних дозволяє інтегрувати їх у загальний інфраструктурний каркас міста, забезпечуючи зв'язок між різними районами та підвищуючи якість міського середовища.

Практична значущість лінійних споруд та подовжених конструкцій полягає в тому, що вони сприяють ефективному землекористуванню та покращенню зв'язності, допомагають вирішувати проблему містобудівного розростання, оптимізують транспорт та надання послуг. Їхня протяжна форма створює можливість просторової організації, за якої навколо лінійних осей формуються ключові міські структури, від чого залежить динаміка розвитку міських агломерацій.

Для систематизації інформації щодо видів лінійно-протяжних споруд представимо узагальнюючу таблицю 1.

Таблиця 1

Основні види лінійно-протяжних споруд та їх функціональні характеристики

Вид споруди	Основні характеристики	Функціональне призначення
Транспортні магістралі	Протяжні коридори пересування, висока пропускна здатність.	Забезпечення мобільності, формування міських осей розвитку.
Лінійні міста	Міські утворення, що розвиваються вздовж однієї осі.	Оптимізація транспорту, раціональне використання земель.
Лінійні парки	Зелені витягнуті зони, інтегровані в міську інфраструктуру.	Екологічний баланс, рекреація, підвищення зв'язності.
Інженерні комунікації	Лінійні мережі постачання ресурсів.	Забезпечення життєдіяльності міста.
Набережні	Лінійні простори вздовж водойм.	Рекреація, естетика, мобільність.
Пішохідні та велосипедні коридори	Безперервні маршрути пересування.	Сталий транспорт, екологічна мобільність.

Представлена таблиця демонструє, що лінійно-протяжні споруди охоплюють широкий спектр об'єктів – від транспортних та інженерних мереж до природоохоронних та рекреаційних утворень, які інтегрують місто в ландшафт. Спільною рисою цих об'єктів є їх здатність формувати каркас просторової організації міського середовища, забезпечуючи безперервність потоків, оптимізацію землекористування та взаємодію між функціональними зонами. На основі аналізу видно, що значення лінійно-протяжних споруд виходить далеко за межі суто технічної інфраструктури, адже вони виконують містобудівну, екологічну, соціальну та економічну функції. Поеднання таких характеристик пояснює їхню домінуючу роль у сучасній міській інфраструктурі та необхідність використання інтегрованого підходу під час їхнього планування, реконструкції та експлуатації.

Висновки. Лінійно-протяжні споруди є фундаментальними елементами інфраструктурного розвитку сучасних міст. Їх лінійний характер забезпечує ефективну організацію міського простору, формування транспортно-комунікаційних коридорів, підтримку екологічного балансу та створення умов для соціальної інтеграції. У контексті інтенсивного урбанізаційного розвитку саме лінійні структури формують каркас міської системи, визначаючи напрями її просторового зростання та функціонування. Аналіз літератури та практичних прикладів свідчить, що лінійні міста, лінійні парки, транспортні та інженерні мережі є ключовими складовими містобудівних процесів, від ефективності яких залежить якість життя населення.

Лінійні міста демонструють можливості раціональної організації простору, хоч і стикаються з труднощами у практичному впровадженні. Лінійні парки стають інноваційними рішеннями для постіндустріальних територій, формуючи нову екологічну інфраструктуру.

Транспортні магістралі та комунікаційні мережі забезпечують мобільність і життєздатність міста, тоді як набережні та пішохідно-велосипедні коридори створюють простори соціальної взаємодії.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що лінійно-протяжні споруди формують основу стійкого розвитку міст і виступають критично важливими елементами їх інфраструктури. Подальші дослідження даної тематики доречно спрямувати на вдосконалення проектно-планувальних рішень, інтеграцію лінійних структур у загальноміські системи та підвищення адаптивності міст до соціальних, економічних та екологічних викликів.

Література:

1. Julistiono E. K., Oldfield P., Cardellicchio L. Up on the roof: a review of design, construction, and technology trends in vertical extensions. *Architectural Science Review*, 67, 2023, 63–77. <https://doi.org/10.1080/00038628.2023.2240289>
2. Khaing C. T., Li H., Yusuf D. A. *Strategic Framework for Urban Acupuncture: Analysing Planning Methods and Sustainability Impacts in Linear Infrastructure Regeneration*, 2025. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5072845>
3. Tufek-Memišević T. *Understanding the Linear City. (Mis)interpretation, Categorization, and Realization*. Springer International Publishing, 2023, 73–96. https://doi.org/10.1007/978-3-031-46692-2_7
4. Kullmann K. Thin parks / thick edges: towards a linear park typology for (post)infrastructural sites. *Journal of Landscape Architecture*, 6(2), 2011, 70–81. <https://doi.org/10.1080/18626033.2011.9723456>
5. Rębielak J. *Propozycje zastosowania układów prętowo-ciężnowych w konstrukcjach budowlanych*. 7, 2017, 582–584. <https://doi.org/10.17814/MECHANIK.2017.7.79>
6. Besier S. *Gelungene Infrastrukturgestaltung bei Stadt- und Strassenbahnen: Beispiele fuer stadtbildvertraegliche Entwurfselemente / Well designed infrastructures of trams and light rail*, 2013, 31(6). <https://trid.trb.org/view/1286666>

References:

1. Julistiono, E. K., Oldfield, P., Cardellicchio, L. (2023). Up on the roof: a review of design, construction, and technology trends in vertical extensions. *Architectural Science Review*, 67, 63–77. <https://doi.org/10.1080/00038628.2023.2240289>
2. Khaing, C. T., Li, H., Yusuf, D. A. (2025). *Strategic Framework for Urban Acupuncture: Analysing Planning Methods and Sustainability Impacts in Linear Infrastructure Regeneration*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5072845>
3. Tufek-Memišević, T. (2023). *Understanding the Linear City. (Mis)interpretation, Categorization, and Realization* (pp. 73–96). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-46692-2_7
4. Kullmann, K. (2011). Thin parks / thick edges: towards a linear park typology for (post)infrastructural sites. *Journal of Landscape Architecture*, 6(2), 70–81. <https://doi.org/10.1080/18626033.2011.9723456>
5. Rębielak, J. (2017). *Propozycje zastosowania układów prętowo-ciężnowych w konstrukcjach budowlanych*. 7, 582–584. <https://doi.org/10.17814/MECHANIK.2017.7.79>
6. Besier, S. (2013). *Gelungene Infrastrukturgestaltung bei Stadt- und Strassenbahnen: Beispiele fuer stadtbildvertraegliche Entwurfselemente / Well designed infrastructures of trams and light rail*. 31(6). <https://trid.trb.org/view/1286666>