

СВІТОВИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯМ ПІДЗЕМНОГО ПРОСТОРУ В МІСЬКІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглядається актуальність використання підземного простору в умовах урбанізації та обмеженості міських територій. Аналізуються світові приклади реалізації підземних інфраструктурних проєктів, таких як система підземних пішохідних шляхів PATH у Торонто, станція Châtelet–Les Halles у Парижі та транспортно-торговий комплекс Fulton Center у Нью-Йорку. Ці проєкти демонструють ефективність у вирішенні транспортних, екологічних та урбаністичних проблем, зменшуючи перевантаження наземного простору й забезпечуючи комфортні умови для мешканців. Використання підземних просторів сприяє раціоналізації міської інфраструктури, підвищенню її функціональності та інтеграції з соціальними, комерційними й культурними потребами.

Ключові слова: підземний простір, урбанізація, міська інфраструктура, транспортні вузли, екологічність, багатофункціональні споруди.

Abstract

The article examines the relevance of the use of underground space in the conditions of urbanization and limited urban areas. World examples of the implementation of underground infrastructure projects are analyzed, such as the PATH system of underground pedestrian paths in Toronto, the Châtelet–Les Halles station in Paris, and the Fulton Center transport and shopping complex in New York. These projects demonstrate efficiency in solving transport, environmental and urban problems, reducing congestion of ground space and providing comfortable conditions for residents. The use of underground spaces contributes to the rationalization of urban infrastructure, increasing its functionality and integration with social, commercial and cultural needs.

Keywords: underground space, urbanization, urban infrastructure, transport hubs, environmental friendliness, multifunctional buildings.

Вступ

У світі швидкої урбанізації та обмеженості міських територій питання ефективного використання підземного простору набуває особливої актуальності. Сучасні міста зростають у населенні та швидкі темпи будівництва потребують нових рішень для розміщення об'єктів інфраструктури, щоб забезпечити комфортні умови для своїх мешканців.

Тому в певний момент розвитку міста виникає потреба в суттєвому переосмисленні підходів до використання міського простору. Обмеженість вільних територій, стрімке зростання кількості транспортних засобів та необхідність ущільнення міської інфраструктури обумовлюють активне використання підземних просторів. Це стає важливим етапом реконструкції міських територій для розміщення транспортних і інженерних систем, об'єктів торгівлі, побутового обслуговування, складів, автостоянок тощо. У багатьох випадках підземні споруди стають оптимальним рішенням для забезпечення ефективного функціонування міста [1].

Результати дослідження

В великих світових містах, таких країнах як: Японія, Велика Британія, США, Китай, Франція, Норвегія, стоїть гостро питання з територією, тому забудова підземного простору стає шляхом вирішення проблем. Для комфортного життя в таких містах відсоток підземних споруд має становити не менше ніж 20%.

Світовий досвід використання підземного простору в міській інфраструктурі демонструє значний потенціал для вирішення урбаністичних, екологічних та транспортних проблем. Розглянемо

декілька прикладів використання підземного опростору в міській інфраструктурі.

PATH – Торонто, Канада, найбільша у світі система підземних пішохідних шляхів у Торонто, яка забезпечує зручність пересування, шопінгу та дозвілля в центрі міста. Її історія почалася у 1900 році, коли компанія T Eaton Co. з'єднала свій головний магазин із відділом знижок тунелем. До 1917 року в центрі Торонто вже було побудовано п'ять тунелів. У 1927 році, після відкриття Union Station, підземний тунель з'єднав вокзал із готелем Royal York (нині Fairmont Royal York). Масштабний розвиток системи розпочався у 1970-х із будівництва тунелю між Richmond-Adelaide та Sheraton Centres [2].



Рис. 1. PATH – Торонто, Канада

Кожен сегмент PATH належить окремому власнику, яких у системі налічується близько 35 корпорацій. З метою координації роботи, у 1987 році міська рада Торонто взяла на себе відповідальність за управління системою, включаючи розробку програми навігації та оновлення ідентифікації. У 2018 році було завершено встановлення нової системи навігації, створеної за результатами громадських консультацій та за підтримки компанії Steer Davies Gleave. Вона зробила PATH зручнішою та функціональнішою для відвідувачів.

PATH не тільки забезпечує зручне пересування між ключовими районами, такими як набережна, Downtown Yonge і фінансовий район Торонто, але й розвантажує наземний транспорт [3].



Рис. 2. Châtelet–Les Halles Париж, Франція

PATH займає 3,7 мільйона квадратних футів і включає понад 1,200 магазинів, ресторанів та сервісних точок, які щорічно генерують 1,7 мільярда доларів продажів. У комплексі працює близько 4,600 осіб, а податкові надходження до федерального, провінційного та міського бюджетів складають приблизно 271 мільйон доларів на рік.

Система об'єднує 75 будівель, включаючи шість станцій метро, три універмаги, дев'ять готелів і ключовий транспортний вузол міста – Union Station. PATH також надає доступ до популярних туристичних і культурних місць, таких як Зала хокейної слави, Roy Thomson Hall, Scotiabank Arena, CF Toronto Eaton Centre, а також до міської ратуші та Metro Hall.

Станція Châtelet–Les Halles, Париж, Франція, є ключовим залізничним вузлом і однією з найбільших станцій метро у світі. Відкрита у 1977 році, вона слугує центральним транзитним хабом паризької агломерації, об'єднуючи три з п'яти ліній приміської залізниці RER та п'ять із шістнадцяти ліній метро. Щодня станція приймає близько 750 тисяч пасажирів, з яких майже 500 тисяч користуються RER. Назва станції походить від сусідньої площі Шатле та Les Halles — колишнього оптового ринку, який нині функціонує як торговий центр. Формально Châtelet–Les Halles позначає

лише станцію RER, проте на практиці ця назва використовується для всього транспортного вузла, що включає однойменну станцію RER (лінії A, B і D) та станції метро Châtelet (лінії 1, 4, 7, 11 і 14) і Les Halles (лінія 4) [4].

Комплекс розділений на три основні сектори - Форум, Ріволі та Сена, кожен з яких відповідає певним транспортним і комерційним зонам. Форумний сектор названий на честь сусіднього торгового

центру Forum des Halles, до якого є прямий доступ. Він включає платформи RER та станцію метро Les Halles. Сектор Ріволі, названий на честь знаменитої вулиці Рю де Ріволі, розташований нижче і об'єднує станцію Châtelet з лініями метро 1, 4 і 14. Сектор Сени, що отримав назву завдяки близькому розташуванню до річки, включає лінії метро 7 і 11.

Колії станції RER орієнтовані в напрямку схід-захід і розташовані на чотирьох платформах, забезпечуючи зручне пересаджування між поїздами. Водночас зовнішні платформи обслуговують RER A та B, а центральні зарезервовані для RER D. Така організація дозволяє пасажиром легко пересідати між потягами різних ліній та забезпечує зручний кінцевий пункт для деяких маршрутів.

У 2018 році завершився масштабний ремонт комплексу та прилеглого торгового центру Forum des Halles, метою якого було підвищення безпеки й зручності пасажирів. Було побудовано новий вхід із площі Маргеріт де Наварра, реконструйовано та розширено залу станції RER, а також встановлено нові ескалатори для полегшення доступу до нижніх рівнів. Ці зміни значно покращили інфраструктуру станції, зробивши її комфортнішою для використання в умовах високої пасажиропотужності [5].



Рис. 3. The Fulton Center – Нью-Йорк, США

Fulton Center, Нью-Йорк, США - це сучасний транспортно-торговий комплекс, що поєднує транспортну функціональність із комерційними площами. Він розташований на перехресті Фултон-стріт і Бродвею в Нижньому Манхеттені. Комплекс відкрили у 2014 році, а його реконструкція обійшлася у 1,4 мільярда доларів США, що майже вдвічі перевищило початковий бюджет. Головна мета проекту — модернізувати транспортну інфраструктуру району, зробити її доступнішою та інтегрувати із сусідніми вузлами.

Комплекс охоплює площу близько 180,000 квадратних футів, об'єднує 11 ліній метро та забезпечує щоденний доступ для понад 300,000 пасажирів. Його пішохідні переходи та платформи поєднують лінії 2, 3, 4, 5, A, C, J, Z, N, R, W з іншими транспортними вузлами, такими як станція PATH, World Trade Center і торговельний центр Westfield World Trade Center.

Під час реконструкції були реалізовані масштабні інфраструктурні покращення. Зведено нові підземні переходи, включаючи Dey Street Passage, який проходить під Дей-стріт і з'єднує комплекс із прилеглими станціями метро та пішохідними маршрутами. Для забезпечення

зручності пасажирів встановили 10 ескалаторів та 15 ліфтів, облаштували громадські туалети та зробили простір повністю доступним для людей із обмеженими можливостями [6].

Центральним елементом комплексу є Sky Reflector-Net, унікальний купол зі світловідбиваючою конструкцією, що пропускає природне світло на нижчі рівні будівлі. Цей інженерний і дизайнерський хід створює відчуття відкритості навіть під землею, зменшуючи залежність від штучного освітлення. Ця інновація забезпечує екологічність і робить перебування пасажирів більш комфортним.

Fulton Center також включає в себе відреставровані входи на розі Бродвею та Maiden Lane, а також збережену історичну будівлю Corbin Building, яка інтегрована у новий проект. Протягом реконструкції збереження історичних архітектурних елементів було одним із пріоритетів, що підкреслює зв'язок сучасного транспорту з культурною спадщиною Нью-Йорка.

Цей проект став важливою частиною відновлення Нижнього Манхеттена після терактів 11 вересня 2001 року. Усі роботи були спрямовані на те, щоб створити безпечний, комфортний і сучасний простір, який служить не лише транспортним центром, але й культурним і комерційним осередком. Fulton Center інтегрує станції метро з торговими площами, ресторанами та офісними просторами, роблячи його місцем зустрічі пасажирів і відвідувачів.

Таким чином, Fulton Center є прикладом успішної урбанізації підземних просторів, де поєднали

транспортну функціональність із естетикою, екологічністю та комерційними інтересами, що підвищує його значення не лише як транспортного вузла, а й як культурного об'єкта [7].

Аналіз найбільших підземних інфраструктурних проєктів демонструє ефективність у вирішенні територіальних, транспортних та екологічних проблем. Розміщення під землею багатофункціональних об'єктів - господарських, комунальних, транспортних, а в окремих випадках і житлових - дає змогу не лише зменшити перевантаженість наземного простору, але й забезпечити ефективніше використання міської території. Такий підхід сприяє створенню комфортного середовища для мешканців і підвищенню якості життя, водночас залишаючи простір для розвитку громадських зон, паркових територій та соціальної інфраструктури.

Висновки

Аналіз використання підземного простору в сучасних містах демонструє його високу ефективність у вирішенні проблем, пов'язаних із обмеженістю територій, зростанням транспортного навантаження та потребою у розвитку міської інфраструктури. Приклади таких проєктів свідчать про потенціал підземних споруд у зменшенні перевантаження наземного простору, підвищенні якості міського середовища та інтеграції транспортних і комерційних функцій.

Ефективне планування та впровадження підземних інфраструктурних об'єктів дозволяють створювати комфортне, екологічне та безпечне середовище для мешканців, водночас зберігаючи простір для зелених зон, громадських територій та інших соціально важливих об'єктів. Такий підхід є важливим етапом у розвитку сучасних міст, спрямованим на підвищення якості життя та сталий розвиток урбанізованих територій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Риндюк С. В., Максименко М. А. Освоєння підземного простору як вирішення проблем урбанізації міст. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». 2020. № 29(2). С. 101-107.
2. Path (Toronto). URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Path_\(Toronto\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Path_(Toronto))
3. PATH – Toronto's Downtown Pedestrian Walkway. URL: https://www-toronto-ca.translate.google.com/explore-enjoy/visitor-toronto/path-torontos-downtown-pedestrian-walkway/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=uk&x_tr_hl=en
4. Châtelet–Les Halles station. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Ch%C3%A2telet%20Les_Halles_station
5. Чи знали ви? Станція Châtelet-Les Halles є найбільшою станцією метро у світі. URL: <https://www.sortiraparis.com/uk/shcho-vidvidati-v-parizhi/povodzhennia-z-istoriieiu/articles/287426-ci-znali-vi-stancia-chatelet-les-halles-e-najbil-sou-stancieiu-metro-u-sviti>
6. Fulton Center. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Fulton_Center
7. Fulton Center / Grimshaw. URL: <https://www.archdaily.com/780271/fulton-center-grimshaw>

Нікітченко Тетяна Вячеславівна - студентка групи БМ-20б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: nikitchenko71mail.ua@gmail.com.

Риндюк Світлана Володимирівна - кандидатка технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rundyksv@gmail.com

Tetiana Nikitchenko - student of the BM-20b group, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nikitchenko71mail.ua@gmail.com.

Svitlana Ryndiuk — PhD, docent of Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rundyksv@gmail.com. ORCID: 0000-0001-5779-5949