УДК 711.4:614.8

В. В. Швець
В. В. Любич

ІНТЕГРАЦІЯ СПОРУД ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В ЖИТЛОВУ ЗАБУДОВУ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСЬКИХ КВАРТАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано спосіб порівняння варіантів створення споруд подвійного призначення під час реконструкції житлових кварталів за однакового приросту місткості. Для кварталу мікрорайону Вишенька у Вінниці час руху визначено за графом пішохідної мережі OpenStreetMap. Попит і місткість задано сценарно. За п'ятихвилинного порогу доступу реконструкція двох об'єктів, нове будівництво та комбінований сценарій забезпечують відповідно 340, 400 і 370 із 540 осіб. За шестихвилинного порогу всі три сценарії забезпечують по 400 осіб, однак залишковий дефіцит розподіляється між групами мешканців по-різному.

Ключові слова: цивільний захист, споруди подвійного призначення, реконструкція, житловий квартал, пішохідна доступність, місткість.

Abstract

This study compares three ways of providing dual-purpose shelters during residential block redevelopment while holding additional capacity constant. Walking times were calculated using the OpenStreetMap pedestrian network for a block in the Vyshenka neighbourhood of Vinnytsia. Population demand and shelter capacity were specified as scenario inputs. With a five-minute walking threshold, the retrofit, new construction and combined scenarios can accommodate 340, 400 and 370 of 540 residents, respectively. With a six-minute threshold, all three scenarios accommodate 400 residents, but the distribution of unmet demand across residential groups differs.

Keywords: civil protection, dual-purpose shelters, redevelopment, residential block, walking accessibility, shelter capacity.

Вступ

Реконструкція житлового кварталу дає змогу одночасно переглянути використання наявних приміщень, розміщення нових споруд та організацію пішохідних зв'язків. Якщо оцінювати варіанти лише за сумарною місткістю, поза увагою залишаються мешканці, яким бракує місць у межах прийнятого часу доступу. На рівні кварталу це впливає на вибір між реконструкцією окремих будівель і резервуванням ділянки для нового будівництва.

Стаття 32 Кодексу цивільного захисту України визначає споруди подвійного призначення як складову фонду захисних споруд [1]. Вимоги до проєктування та будівництва таких споруд із захисними властивостями сховищ або протирадіаційних укриттів встановлює ДБН В.2.2-5:2023 [2]. У дослідженнях міського планування інтеграцію цивільного захисту пов'язують із розміщенням укриттів та організацією доступу до них [3]. На рівні реконструкції кварталу це завдання потребує порівняння конкретних варіантів забудови з урахуванням розподілу попиту.

Мета роботи — оцінити вплив розміщення додаткової місткості на охоплення мешканців та залишковий дефіцит місць для трьох сценаріїв реконструкції житлового кварталу.

Вихідні дані та метод розрахунку

Досліджено квартал мікрорайону Вишенька у Вінниці між Келецькою вулицею, вулицею Василя Порика та проспектами Юності й Космонавтів. Граф побудовано з даних OpenStreetMap станом на 15.07.2026 [4]. У ньому враховано пішохідні доріжки, місцеві вулиці та внутрішньоквартальні проїзди, для яких у вихідних даних відсутня заборона пішохідного руху. Точки груп мешканців і споруд задано на вузлах графа. Рисунок 1 показує їхнє модельне розміщення.

За довжиною найкоротшого маршруту визначено час руху зі швидкістю 1,0 м/с. Розглянуто два аналітичні пороги, 5 і 6 хв. Вони задають умови порівняння сценаріїв. Модель охоплює лише час руху від вузла групи до вузла споруди. Час виходу з будинку, черга перед входом та пропускна здатність входів у розрахунок не входять.

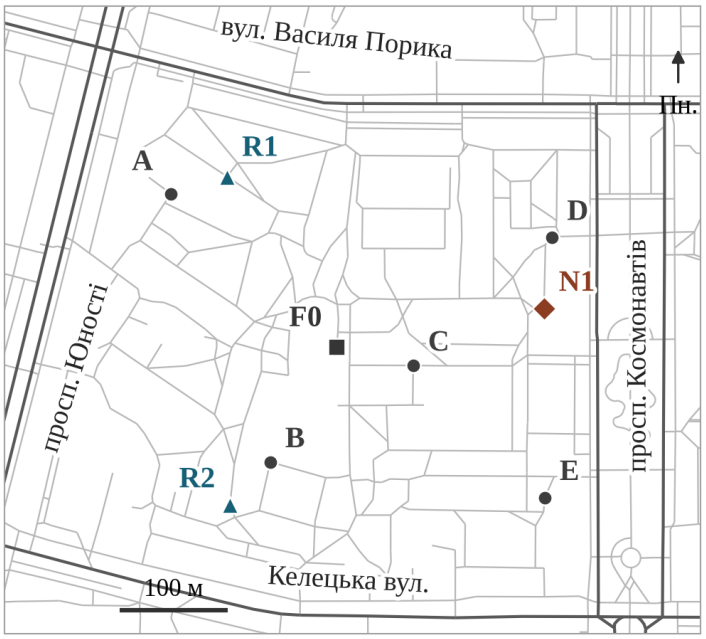


Рис. 1. Модельне розміщення груп мешканців і споруд на пішохідній мережі кварталу [4]

Розрахунковий попит становить 540 осіб у п’яти групах A–E. Наявний фонд представлено умовним об’єктом F0 на 100 місць. Точки R1 і R2 відповідають потенційному облаштуванню споруд подвійного призначення в наявних будівлях, точка N1 — новому будівництву. Чисельність груп і місткість об’єктів є параметрами експерименту. Матрицю часу наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Розрахунковий попит і час пішохідного руху до споруд

Група	Попит, осіб	F0, хв	R1, хв	R2, хв	N1, хв
A	110	4,47	3,24	6,04	7,06
B	130	3,85	7,27	1,35	6,54
C	100	1,89	5,31	5,22	2,64
D	100	4,19	6,48	7,80	1,13
E	100	5,75	9,16	5,42	3,52

Розподіл мешканців виконано за принципом максимального охоплення з обмеженнями місткості [5]. Кількість осіб, призначених від кожної групи, обмежено її попитом, а кількість призначених до кожної споруди — її місткістю. Пари з часом понад поріг вилучено. Спочатку максимізовано кількість забезпечених осіб, далі за цього самого охоплення мінімізовано сумарний час руху в людино-хвилинах.

Для сценарію s частку забезпечених мешканців і залишковий дефіцит визначено за формулами

$$P_s = 100 \cdot M_s / N, \quad D_s = N - M_s$$

де N — загальна чисельність мешканців, M_s — кількість забезпечених осіб у сценарії s, P_s — охоплення, %, D_s — дефіцит, осіб.

Сценарії реконструкції

Базовий сценарій S0 включає лише F0. У сценарії S1 додано R1 на 140 місць і R2 на 160 місць. У S2 передбачено N1 на 300 місць. У S3 передбачено R1 на 140 місць і N1 на 160 місць. Таким чином, кожен із трьох варіантів додає по 300 місць до базового фонду. Обсяги й вартість будівельних робіт у цій постановці не оцінювалися.

Результати дослідження

За порогу 5 хв нове будівництво забезпечує 400 осіб, комбінований сценарій — 370, реконструкція двох об'єктів — 340. У сценарії S1 незаповненими залишаються 60 місць, а у S3 — 30. Це наслідок розподілу доступних маршрутів і попиту між спорудами за заданого порогу. Збільшення порогу до 6 хв робить доступними додаткові пари «група–споруда». Сумарне охоплення в усіх трьох сценаріях тоді досягає 400 осіб (табл. 2).

Таблиця 2 – Охоплення мешканців і залишковий дефіцит за сценаріями

Сценарій	Місткість, місць	Охоплено, осіб 5 хв / 6 хв	Частка, % 5 хв / 6 хв	Дефіцит, осіб 5 хв / 6 хв
S0 Базовий стан	100	100 / 100	18,5 / 18,5	440 / 440
S1 Реконструкція двох об'єктів	400	340 / 400	63,0 / 74,1	200 / 140
S2 Нове будівництво	400	400 / 400	74,1 / 74,1	140 / 140
S3 Комбінований варіант	400	370 / 400	68,5 / 74,1	170 / 140

За порогу 6 хв сумарний дефіцит для S1–S3 однаковий і становить 140 місць. У розподілі з мінімальним сумарним часом у S2 усі 110 мешканців групи А залишаються без місць, тоді як у S3 дефіцит припадає на групи В (100 осіб) та Е (40 осіб). Середній час руху для забезпечених осіб становить 2,78 хв у S1, 2,79 хв у S2 і 2,72 хв у S3. Ці значення описують лише тих, кому модель призначила місце, тому їх слід розглядати разом із залишковим дефіцитом за групами.

Для включення варіанта до проєкту реконструкції спочатку перевіряють придатність наявних приміщень і ділянок для нового будівництва. Далі уточнюють місткість, організацію входів та маршрути від житлових будинків. Для Вінниці початковий перелік чинного фонду можна звіряти з міською картою укриттів [6]. Фактичну доступність входів і придатність кандидатних приміщень слід встановлювати за результатами обстеження та проєктної перевірки [2].

Висновки

Порівняння варіантів за однакового приросту місткості показало, що за порогу 5 хв розподіл додаткових місць між спорудами змінює розрахункове охоплення на величину до 60 осіб, або 11,1 відсоткового пункта. За порогу 6 хв усі три сценарії мають однакове загальне охоплення, проте залишають різний дефіцит у групах мешканців.

Для обґрунтування рішень на рівні кварталу запропоновано спільно оцінювати сумарне охоплення, розподіл дефіциту та доступність маршрутів. Це дає змогу визначити, де під час реконструкції слід уточнити місце розміщення споруди, її місткість або організацію пішохідного підходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI. Ст. 32. Верховна Рада України.

2. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. Зі змінами № 1 та № 2.

3. Швець В. В., Любич В. В. Системи цивільного захисту як складова міського планування: проблемні аспекти, стан впровадження та перспективи формування стійких міст у воєнний і післявоєнний періоди. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2026. Т. 40, № 1. С. 168–178. DOI 10.31649/2311-1429-2026-1-168-178.

4. OpenStreetMap contributors. OpenStreetMap. Дані пішохідної мережі Вінниці станом на 15.07.2026.

5. Current J. R., Storbeck J. E. Capacitated Covering Models. Environment and Planning B: Planning and Design. 1988. Vol. 15, No. 2. P. 153–163. DOI 10.1068/b150153.

6. Укриття Вінниці та інші приміщення тимчасового перебування. Вінницька міська рада.

Швець Віталій Вікторович – канд. техн. наук, зав. кафедри промислового та цивільного будівництва, Вінницький національний технічний університет, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua. ORCID: 0000-0002-2748-3685.

Любич Володимир Володимирович — аспірант кафедри промислового та цивільного будівництва, Вінницький національний технічний університет e-mail mr.lyubich1988@gmail.com ORCID: 0009-0000-5894-8695

Vitaliy Shvets – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Industrial and Civil Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua. ORCID: 0000-0002-2748-3685

Volodymyr V. Liubych — PhD student, Department of Industrial and Civil Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail. mr.lyubich1988@gmail.com, ORCID: 0009-0000-5894-8695