

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра
на тему
ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗЕЛЕНОЇ
ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ
ПОСЛУГ У МАЛИХ МІСТАХ

Виконав: студент 2 курсу, групи ДЕ-63
спеціальності : 101 «Екологія»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____/Наталія КОРОБКІНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник ____/Світлана БУРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Консультант ____/Аліна ГРЕЧКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент
_____/_____
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ____/Надія МАКСИМЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль ____/Світлана БУРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК ____/Світлана БУРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2024 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

____ / проф. Надія МАКСИМЕНКО
підпис ім'я та прізвище

“__” _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Наталії КОРОБКІНОЇ

(прізвище, ім'я,)

1. Тема роботи Перспективи створення елементів зеленої інфраструктури для забезпечення екосистемних послуг у малих містах

керівник роботи Світлана БУРЧЕНКО, доктор філософії з Наук про Землю,
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “12” листопада 2024 року №4301-5/3647

2. Строк подання студентом роботи _____ 19. 11. 2024 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Здійснити огляд актуальних наукових публікацій за тематикою дослідження.
2. Проаналізувати забезпеченість зеленою інфраструктурою обраних міст.
3. Здійснити аналіз перспективних місць для створення об'єктів зеленої інфраструктури.
4. Розробити рекомендації зі створення об'єктів зеленої інфраструктури.
5. Визначити перспективи надання об'єктами зеленої інфраструктури екосистемних послуг.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Огляд літератури за темою дослідження «Перспективи створення елементів зеленої інфраструктури для забезпечення екосистемних послуг у малих містах».
2	Методи оцінки формування та функціонування зеленої інфраструктури.
3	Результати дослідження зеленої інфраструктури міст.
4	Кейси з облаштування зеленої інфраструктури для підвищення екосистемних послуг.

5. Дата видачі завдання 08.05.2024 р.

Студент

_____ підпис

Наталія КОРОБКІНА

ім'я і прізвище

Керівник роботи

_____ підпис

доц. Світлана БУРЧЕНКО

посада, ім'я і прізвище

Консультант роботи

_____ підпис

викл. Аліна ГРЕЧКО

посада, ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ

**ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ У МАЛИХ МІСТАХ**

Наталія КОРОБКІНА

Кваліфікаційна робота «Перспективи створення елементів зеленої інфраструктури для забезпечення екосистемних послуг у малих містах» містить 59 сторінок, 4 розділи, 1 таблиця, 12 рисунків, 1 формула, 34 використані джерела та 3 додатки.

Мета роботи: є пошук оптимальних місць для розширення та створення нових об'єктів зеленої інфраструктури в малих містах для забезпечення екосистемних послуг.

Актуальність теми. В малих містах особливо гостро стоїть проблема з озелененням через ігнорування природних ландшафтів на користь промислових об'єктів. Найкращим способом підтримки природної структури міста є створення та поліпшення вже наявної зеленої інфраструктури, яка здатна надавати широкий спектр екосистемних послуг.

Завдання: здійснити огляд актуальних наукових публікацій за тематикою дослідження; проаналізувати забезпеченість зеленою інфраструктурою міст; розробити рекомендації зі створення об'єктів зеленої інфраструктури для поліпшення екосистемних послуг.

Методи: теоретичні та практичні.

Результати. Визначено недостатність в озелененні обраних міст, запропоновано кейси з озеленення території, які допоможуть як в виконанні екосистемних послуг так і в покращенні умов життя в урбосередовищі.

ЗЕЛЕНА ІНФРАСТРУКТУРА, ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ, ПАРКЛЄТИ,
ВЕРТИКАЛЬНЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ, МІСЬКИЙ ОСТРІВ ТЕПЛА, МАЛІ МІСТА

ABSTRACT

**PROSPECTS FOR THE CREATION OF GREEN
INFRASTRUCTURE ELEMENTS TO PROVIDE ECOSYSTEM
SERVICES IN SMALL TOWNS**

Nataliia KOROBKINA

The qualification work ‘Prospects for the creation of green infrastructure elements to provide ecosystem services in small towns’ contains 59 pages, 4 sections, 1 tables, 12 figures, 1 formulas, 34 references and 3 appendices.

The purpose of the study is to find the optimal locations for the expansion and creation of new green infrastructure facilities in small towns to provide ecosystem services.

Relevance of the topic. In small towns, the problem of greening is particularly acute due to the neglect of natural landscapes in favour of industrial facilities. The best way to maintain the natural structure of the city is to create and improve the existing green infrastructure that can provide a wide range of ecosystem services.

Objectives: to review relevant scientific publications on the subject of the study; to analyse the provision of green infrastructure in cities; to develop recommendations for the creation of green infrastructure facilities to improve ecosystem services.

Methods: theoretical and practical.

Results. The deficiency in greening of the selected cities was determined, and cases of greening the territory were proposed, which will help both in the performance of ecosystem services and in improving living conditions in the urban environment.

GREEN INFRASTRUCTURE, ECOSYSTEM SERVICES, PARKLETS,
VERTICAL GARDENING, URBAN HEAT ISLAND, SMALL CITIES

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1. Огляд літератури за темою дослідження.....	11
1.1. Переваги створення зеленої інфраструктури в містах..	11
1.2. Приклади створення об'єктів зеленої інфраструктури в містах України.....	18
РОЗДІЛ 2. Методи оцінки формування та функціонування зеленої інфраструктури	26
РОЗДІЛ 3. Результати дослідження зеленої інфраструктури міст.....	35
3.1 Аналіз існуючої зеленої інфраструктури території дослідження.....	35
3.2 Оцінка забезпеченості об'єктами зеленої інфраструктури міста Чугуїв (Україна) та Берг-ам-Лайм (Німеччина)	41
РОЗДІЛ 4. Перспективи облаштування нових об'єктів зеленої інфраструктури для надання екосистемних послуг.....	45
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТКИ.....	56

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасна урбанізація та містобудівництво є фактором активного освоєння територій під будівництво, що призводить до зменшення площ природних ландшафтів і призводить до дисбалансу функціонування екосистеми та екосистемних зв'язків.

Особливо актуальною дана проблема є для малих міст, через те, що роль природних компонентів нерідко ігнорується у межах природних ландшафтів міста.

Створення нових об'єктів зелено-блакитної інфраструктури є одним з ефективних заходів підтримки екологічної рівноваги та підвищення рівня оптимальності використання екосистемних послуг у містах.

Зелена інфраструктура сприяє регулюванню клімату, очищення та оптимізації якості атмосферного повітря, забезпечує формуванню нових місць біологічних ареалів для тварин і рослин, а також дає позитивний вплив на якість життя та здоров'я людини.

Крім того створення нових об'єктів зеленої інфраструктури має низку численних переваг:

- формування нових зелених зон сприяє зменшенню рівня забруднення атмосферного повітря та шумового навантаження, тим самим забезпечуючи комфортні умови проживання для населення;
- зелена інфраструктура бере участь у регулюванні водного балансу, мінімізуючи ризики виникнення повеней та забезпечуючи природний дренаж території.

Таким чином, впровадження нових об'єктів зеленої інфраструктури дозволить створити більш комфортні умови для проживання містян.

Метою дослідження є пошук оптимальних місць для розширення та створення нових об'єктів зеленої інфраструктури в малих містах для забезпечення екосистемних послуг.

Завданнями роботи, відповідно до поставленої мети є:

- здійснити огляд актуальних наукових публікацій за тематикою дослідження;
- проаналізувати забезпеченість зеленою інфраструктурою міста;
- здійснити аналіз перспективних місць для створення об'єктів зеленої інфраструктури;
- розробити рекомендації зі створення об'єктів зеленої інфраструктури;
- визначити перспективи надання об'єктами зеленої інфраструктури екосистемних послуг.

Об'єктом дослідження зелена інфраструктура міста Чугуїв та Берг-ам-Лайм.

Предмет дослідження забезпеченість зеленої інфраструктури в містах, пошук місць для створення об'єктів зеленої інфраструктури.

Методи дослідження: критичний аналіз сучасних наукових джерел інформації, систематизація отриманих даних та візуалізація рекомендацій.

Основна гіпотеза дослідження. Розвиток зеленої інфраструктури в містах дозволяє отримувати широкий спектр екосистемних послуг, зокрема: послуги з ресурсозабезпечення, в тому числі забезпечення чистим повітрям, регулюючі послуги, в тому числі з регуляції клімату та мікроклімату, регулювання поверхневого стоку, культурні послуги, які полягають в розширенні місць для рекреації, та підтримуючі послуги екосистем. Для того, щоб збільшити кількість екосистемних послуг для містян необхідно забезпечити виконання вимог забезпеченості зеленою інфраструктурою.

Наукова новизна: дослідження зеленої інфраструктури малих міст є досить не розповсюдженим явищем, адже попри важливість використання концепції зеленої інфраструктури у місто плануванні для отримання екосистемних послуг, ця концепція більш розповсюджена для великих міст та мегаполісів. Включення нових елементів зеленої інфраструктури є корисним для створення кращих умов проживання у містах, у післявоєнний період важливою галуззю для розвитку має стати туристична галузь, а створення таких об'єктів дозволяє створити більш туристично привабливе середовища.

Практичне значення отриманих результатів дослідження: визначення забезпеченості населення зеленою інфраструктурою є ключем до поліпшення умов проживання містян, і виявлення місць, які потребують створення таких об'єктів. Запропоновані кейси зі створення об'єктів зеленої інфраструктури можуть стати у нагоді при озелененні як малих міст України в цілому, так і для збільшення зелених зон у великих містах.

Апробація результатів дослідження:

1. Гречко А. А., Коробкіна Н. Ю., Бурченко С. В. Зелені зупинки як елемент міської зелено-блакитної інфраструктури. *Охорона довкілля*: зб. наук. статей XX Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. 108-112 с.

2. Бурченко С. В., Гречко А. А., Коробкіна Н. Ю. Розробка чат-боту про інформування населення про зелену інфраструктуру. *Охорона довкілля*: зб. наук. статей XX Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. 226-229 с.

3. Гречко А. А., Коробкіна Н. Ю. Облаштування об'єктів зеленої інфраструктури в малих містах для адаптації до глобальних змін клімату. Всеукраїнська наукова конференція здобувачів вищої освіти та молодих

учених «Екологічна безпека та раціональне природокористування»
Житомирська політехніка (*подано до друку*).

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ “ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ У МАЛИХ МІСТАХ”

1.1. Переваги створення зеленої інфраструктури в містах

Сучасні процеси урбанізації зумовлюють розвиток мегаполісів, що спричиняє переважання процесів створення міської інфраструктури, зміни в територіальній організації середовища, що спричиняє зростання екологічних проблем у містах, пов’язаних з загазованістю, перенаселенням, проблемами з утворенням стічних вод, викидами з об’єктів промисловості, стрімким зростанням кількості відходів, та кількості асфальтованої території, вирубки дерев, що в свою чергу призводить до утворення міського острова тепла.

Для подолання міських проблем у 1980 році вперше було запропоновано концепцію «зеленої інфраструктури», яка на той час мала подолати проблему з управління обсягами зливових стоків, що призводять до ерозійних процесів [1].

Найбільш точне визначення поняття «зеленої інфраструктури» надано Європейською комісією, що стверджує, що це стратегічно спланована мережа як природних так і напівприродних територій, які мають певні екологічні особливості, націлена на надання широкого спектру екосистемних послуг. До екосистемних послуг, які надаються об’єктами зеленої інфраструктури можна віднести:

- очищення води та поверхневого стоку;
- підтримка та забезпечення чистоти повітря;
- забезпечення місць для рекреації;

- пом'якшення наслідків глобальних кліматичних змін та процесів адаптації до змін [2].

Концепція зеленої інфраструктури попри не значну історію створення набуває все більшої популярності, так у деяких країнах вже на законодавчому рівні прописано їх застосування [3].

У своїй статті автор [3] визначає такі переваги від використання об'єктів зеленої інфраструктури в містах:

- сприяє поліпшенню візуального сприйняття урбосередовища;
- поліпшення здоров'я населення містян шляхом забезпечення місць для активної та пасивної рекреації та покращення якості повітря;
- забезпечує покращення умов мікроклімату, що сприяє зменшенню ефекту міського острова тепла;
- забезпечує очищення повітря та зменшення кількості пилових часток;
- зменшує шумове забруднення;
- збільшує біорізноманіття у містах.

В роботі Криштор Є. А. та Недавня В. О. [4] автори визначають головною перевагою від застосування концепції зеленої інфраструктури надання екосистемної послуги з очищення повітря, вони визначають, що процес урбанізації призводить до погіршення якості атмосферного повітря, що спричиняє ризик захворювання людей.

Переваги та застосування зеленої інфраструктури з використанням візуальної складової розгорнуто подано у посібнику «The Value of Green Infrastructure a Guide to Recognizing Its Economic, Environmental and Social Benefits» [5].

На прикладі таблиці «Green Infrastructure Benefits and Practices», можна наочно побачити широкий спектр застосування зеленої інфраструктури у міському середовищі.

Серед переваг застосування зеленої інфраструктури можна виділити:

- зменшення витрат води та потреби в очищенні, що сприяє раціональному використанню водних ресурсів;
- покращення якості води шляхом біологічного розкладання та асиміляції забруднюючих рослинами і мікроорганізмами речовин, які утворюються в процесі біозатримки та інфільтрації;
- зменшення потреби у «сірій інфраструктурі», шляхом мінімізації створення споруд з бетону та сталі, виробництво яких пов'язане зі значними викидами парникових газів, зменшення потреби у цих матеріалах знизить ризик їхнього впливу на клімат та навколишнє середовище;
- зменшення ризиків виникнення повеней;
- збільшення доступних запасів води, оскільки попит на використання прісної води невідомо зростає, що зумовлене зростанням чисельності населення та зміни клімату. Можливість збільшення або збереження вже існуючих запасів води дозволить забезпечити потреби населення у питній воді;
- зменшення впливу на середовище так званих «міських островів тепла», виникнення цих островів пов'язане з такими факторами як забудова, недостатня кількість зелених насаджень, антропогенними викидами тепла тощо;
- збільшення рекреаційних можливостей та потенціалу міста у галузі рекреації;
- покращення ареалів існування рослин та тварин.

Це лише частина переваг застосування зеленої інфраструктури у міських екосистемах. Впровадження ЗІ донині залишається складним завданням, що потребує підтримки різних сторін, що зацікавлені у розвитку та застосуванні інтегрованого підходу в просторовому плануванні [6].

Ключовими кроками до застосування та успішного впровадження зеленої інфраструктури у містах є:

- формування чіткої стратегії та покрокового плану дій як на національному так і регіональному рівні;
- популяризація концепції зеленої інфраструктури серед політичних діячів, планувальників, бізнесменів та громадян;
- інтеграція зеленої інфраструктури у плани та процеси просторового планування території міст;
- формування баз даних та розгляд інноваційних рішень для фінансування об'єктів ЗІ;
- проведення регулярного моніторингу та оцінки переваг застосування концепції ЗІ для відстеження прогресу та коригування подальших дій.

Зважаючи на зростаючі виклики урбанізації, кліматичні зміни, зменшення біорізноманіття, містам варто вжити заходів для захисту вже існуючих об'єктів ЗІ та розбудови нових об'єктів ЗІ.

У довгостроковій перспективі скоординовані заходи щодо впровадження зеленої інфраструктури на всіх рівнях забезпечити реалізацію потенціалу міста та дозволить забезпечити створення стійких життєздатних районів у місті.

У доповіді і «Cities Alive Rethinking green infrastructure» [7] комплексно проаналізовано взаємодію людини та об'єктів зеленої інфраструктури у місті.

Марта Позо Гіл розглядає застосування об'єктів ЗІ у місті як симбіотичні відносини існування людини та всіх видів живих організмів між будівлями, землею та природою, створюючи захоплюючі та цікаві функції ландшафту та функції будівель.

Зокрема, авторка наголошує, що створення такого виду відносин міського середовища та людини сприяє формуванню та збереженню міського біорізноманіття.

Так наприклад, у місті Берлін було запроваджено ефективну ландшафтну програму «Протидій проблем захисту зелених зон від забудови».

Маючи одну з найбільш міцних екологічних засад у відповідь на нестачу зелених зон у місті Берлін було розроблено власний норматив ВАФ (Фактор біотопної території), який дозволяє виміряти частку зелених зон у забудованому просторі для створення ЗІ у щільно забудованих міських районах.

Міські райони характеризуються непроникними поверхнями та суттєво зміненою гідрологічною мережею, яка перешкоджає природній інфільтрації ґрунту та поновленню запасів ґрунтових вод опадами. У роботі [8] розглянуто проблему зливових вод та вирішення даної проблеми шляхом створення так званих «зелених дахів».

Через високий ризик повеней традиційно інженерні системи дренажу зливових вод направляли стік з міського ландшафту до водойм, які у підсумку були перенаправлені до моря.

Оскільки великі хвилі та потоки зливових вод - мають значний вплив на екосистеми та можуть серйозно впливати та погіршувати стан міських і місцевих водних об'єктів.

Тому за для оптимального функціонування важливо мати систему дренажу зливних вод, яка буде зменшувати вплив наслідків зливових вод.

До переваг системи дренажу зливових вод при застосуванні об'єктів ЗІ можна віднести:

- Затримку та зменшення обсягів стоку - використання зелених дахів здатне утримувати значну кількість опадів у своєму субстраті, зменшуючи навантаження на дренажну систему.

- Сповільнення пікових витрат - рослинність на дахах уповільнює потік води, розтягуючи піки стокових потоків у часі, що зменшує навантаження на дренажну мережу.

- Покращення якості стічних вод - використання зелених дахів, як об'єктів зеленої інфраструктури сприяє затримці певних забруднюючих речовин, такі як важкі метали та надлишки поживних речовин, які не допускають їх потрапляння до дренажної системи.

- Додаткова обробка стічних вод - стоки води із зелених дахів можуть бути зібрані та використані для зрошення або інших цілей, зменшуючи навантаження на стічні системи.

Таким чином, інтеграція зелених дахів та інших об'єктів зеленої інфраструктури в міських районах може значно підвищити шанси вирішення проблем, пов'язаних зі зливовими водами, зменшуючи пікові навантаження на системи дренажу та покращувати якість стічних вод.

Понад половини населення світу живе в містах, і, за оцінками, ця цифра зросте до 68% до 2050 року [9].

Викликані активною урбанізацією міста все частіше стикаються з проблемою землекористування.

За словами авторів статті [9] через заміну земель із рослинністю на непроникні та теплопоглинаючі поверхні відбувається зміна водного балансу системи міста.

Така зміна звичних для екосистеми умов існування призводить до зміни міського клімату та створенню «ефекту міського острова».

Щоб зменшити вплив «ефекту міського острова тепла» у містах, місцеві органами влади, наукові спільноти та громадські організації все частіше звертають увагу на створення нових об'єктів зеленої інфраструктури таких як громадські парки, ліси, зелені зони, приватні сади, міські водно-болотні угіддя, сільськогосподарські угіддя, ставки, струмки та окремі зелені елементи (вертикальне озеленення, зелені дахи та вуличні дерева). Створення таких об'єктів зменшує ефект міського острова та може знижити температуру у містах до 3°C.

Сучасні концепції зеленої інфраструктури роблять акцент на багаторазовому використанні зелених зон. У своїй статті «Green infrastructure practices – strategies how to sustain life in metropolitan areas» автори Анна Зареба, Алісія Кржемінська, Кристоф Відавські [10] розповідають як можна використовувати різні рівні впровадження зеленої інфраструктури у містах.

Так звані, метрополійні регіони, все частіше та активніше адаптують зелені зони та об'єкти ЗІ до міського середовища. Використовуючи природні території не лише для збереження та збільшення біорізноманіття й охорони середовищ існування, але й в інноваційному управлінні зливовими водами, рекреації, стійкому виробництві продуктів харчування та системах постачання.

Об'єкти зеленої інфраструктури можна застосовувати на різних рівнях (регіональному, місцевому, районному, квартальному, на рівні мікрорайону та локальному) і в різних контекстах.

На регіональному рівні впровадження керівних принципів зеленої інфраструктури може сприяти міському відродженню та збереженню міських ландшафтів (наприклад, підтримка та посилення водозборів, та створе нових зелених зон).

Впровадження об'єктів зеленої інфраструктури на місцевому рівні, створення таких об'єктів дозволить забезпечити підтримку формування зелених зон в міських і приміських районах (наприклад, через будівництво зелених коридорів).

На рівні мікрорайону та районному - впровадження нових зелених зон відпочинку в генеральному плануванні та міському дизайні, дозволяє коректно сформулювати створення зелених зон, які в подальшому будуть зменшувати вплив на довкілля та здоров'я населення.

Крім того, наявність зелених насаджень покращує мікроклімат міської екосистеми, забезпечуючи затінок та прохолоду в спекотну погоду.

Рослинність очищає повітря від забруднювачів і пилу. Наявність зелених куточків підвищує естетичну привабливість місцевості та створює затишні місця для рекреації. Загалом, впровадження елементів зеленої інфраструктури на різних рівнях, робить міське середовище більш комфортним, екологічним та сприятливим для здоров'я мешканців міста. Це важлива складова сталого розвитку міст та підвищення якості життя містян.

1.2. Приклади створення об'єктів зеленої інфраструктури в містах України

В останні роки в Україні спостерігається зростання інтересу до створення об'єктів зеленої інфраструктури в міських середовищах.

Проте, для досягнення значного прогресу в цій сфері потрібні подальші зусилля, включаючи розробку відповідної нормативно-правової бази, збільшення фінансування та підвищення обізнаності громадськості щодо переваг зеленої інфраструктури.

Серед цікавим варіантів застосування зеленої інфраструктури в містах є

створення «зелених зупинок». Зелені зупинки - це зупинки громадського транспорту на дахах або вздовж стінок яких ростуть рослини [11].

У формуванні мікроклімату міських екосистем рослини відіграють одну з головних ролей, які мають позитивний вплив на психоемоційний стан людини.

Стрімка та інтенсивна забудова міста та суцільне дорожнє покриття обтяжують та унеможлиблюють вирощування традиційних насаджень на вулицях міст.

Інтенсивне міське планування з інтегрованими екологічними зупинками громадського транспорту є універсальним рішенням для створення комфортного середовища, поліпшення якості повітря та естетичного оформлення міських вулиць.

Зелені зупинки - багатофункціональними спорудами, які виконують функцію природних фільтрів, очищуючи повітря від CO₂, твердих частинок та інших шкідливих речовин. Унікальна інноваційна дренажна система здатна збирати до 90% опадів, яку потім використовують для зрошення рослин, а при застосування рослин сукулентів система стає повністю автономною.

Створення таких зупинок на просторах міста формує комфортні умови для пасажирів, знижуючи температуру навколишнього середовища на 7-10°C у спекотний період завдяки тіні та транспірації рослин, а додаткове оснащення зупинок сонячними панелями забезпечує живлення систем освітлення.

Ще у 2015 році в місті Львів на зупинці площа Галицька місцеві активісти за підтримки Львівської міської ради спільно з програмою "Перший кар'єрний крок" створили першу в Україні зелену зупинку [12]. Проєкт спрямований на вирішення проблем зміни клімату та популяризації екологічних підходів в ландшафтній архітектурі. На даху зупинки з'явилися зелені рослини, зокрема: очиток та сукуленти, які є невибагливими до умов

існування. Таке рішення дозволило виконати такі екосистемні послуги як очищення загазованого повітря, регуляція мікроклімату та затримка вологи (рис.1).

Проте ініціатори застосування даного об'єкту зеленої інфраструктури розраховують на втілення реформ в інших містах України та планують створити велику мережу «Зелених зупинок» по всій території країни. Наразі, реалізувати аналогічні проекти є бажаючі в Луцьку, Львові, Сумах та Рівне [13].

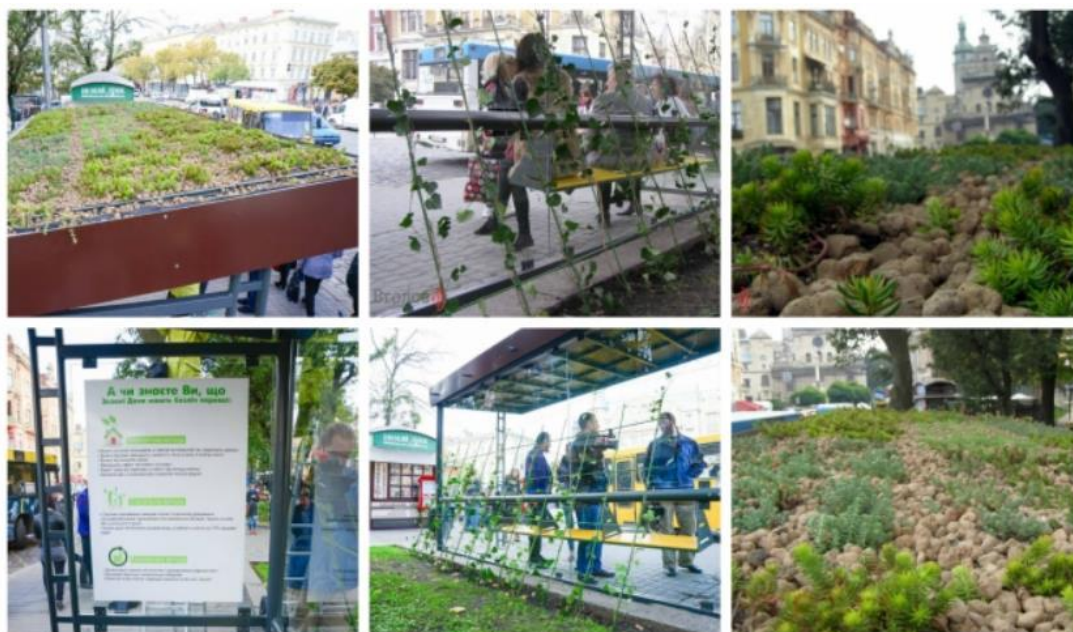


Рис.1 - Зупинка на площі Галицькій

У 2020 році в місті Львів активісти ГО «Плато» створили перший у місті дощовий сад. Так на стіні, яка має назву «Стіна опорядження» з'явилося вертикальне озеленення у вигляді плюща та винограду, які змогли знизити температури на кілька градусів Цельсія, також на місці зупинки було створено дощовий сад глибиною близько метру та за допомогою гідроізоляційного матеріалу, дренажної труби утворили місце для саду. Вкопану яму заповнили

щебнем, піском та землею, посадивши рослини, які є стійкими до місцевих погодних умов [14].

В 2024 році на вулицях столиці теж почали з'являтися дощові сади, вони вже створені у 5 різних районах міста Київ: Оболонському, Подільському, Солом'янському, Святошинському та Дніпровському [15-16] (рис. 2). Райони для створення таких об'єктів ЗІ було обрано з урахуванням рельєфу, а саме в місцях можливого підтоплення та забезпечити утримання вологи під час посух.



Рис. 2 - Дощові сади міста Київ

У 2021 році на вулиці Хорива що на Подолі з'явився перший парклет [17]. Парклети - це невеликі громадські простори, які створюються шляхом перетворення паркувальних місць або інших невеликих ділянок вулиці в зонах рекреації для пішоходів. Ось основні цілі створення парклетів:

1. Розширення пішохідного простору:

- збільшення площі для вільного пересування та відпочинку пішоходів;
- створення буферної зони між проїжджою частиною та тротуаром.

2. Покращення міського середовища:

- озеленення вулиць;
- естетичне покращення міського ландшафту.

3. Стимулювання соціальної взаємодії:

- створення місць відпочинку для зустрічей та спілкування;
- підтримка і відчуття того, що ви є частиною спільноти.

4. Підтримка місцевого бізнесу:

- збільшення пішохідного трафіку біля магазинів та кафе, ресторанів та торговельних центрів;
- створення додаткового простору для відвідувачів закладів.

5. Комфортне та більш екологічне зниження темпу дорожнього руху:

- природне звуження проїжджої частини, шляхом висадження дерев та чагарників вздовж проїжджої смуги.

6. Експериментування з ландшафтом міського середовища;

- здатність протестувати та використовувати нові ідеї в плануванні міського середовища ;
- можливість оперативно та гнучко реагувати на потреби місцевих жителів.

7. Підвищення екологічності міста:

- зменшення площі штучних поверхонь зокрема асфальтового покриття;
- створення додаткових зелених зон для відпочинку з метою поліпшення загального стану здоров'я мешканців міста та підвищення їх психоемоційного стану.

За допомогою парклетів у різних локаціях міста, можна дешево обладнати місця для рекреації. Наразі парклети у Києві встановлені у Шевченківському районі міста [17] (рис. 3), але в перспективі влада планує відкрити парклети в кожному з районів міста.



Рис. 3 - Парклети в Шевченківському районі міста Київ

В 2018 році компанія ZinCo, яка спеціалізується на створенні зелених дахів, анонсувала відкриття власного простору RooftopHub [18]. Однією з основних задач - наочно продемонструвати переваги створення та зелених дахів та сприяти популяризації розповсюдження зелених дахів на території України.

Компанія зазначає що зелений дах – це інженерна система, що для коректної роботи потребує правильних матеріалів та особливого монтажу. У своєму складі таке покриття не використовує бетон або клей, що дозволяє воді швидко проникати у водостічну систему [18].

Також чимало уваги компанія приділяє озелененню. Правильно підібрані рослини дозволяють зберегти естетичний вигляд саду не лише в теплу пору року, але й в холодний сезон.

Зелені дахи – це не лише декоративне рішення для міста, але й продуктивний функціональний об'єкт зеленої інфраструктури. Саме тому візуальна перспектива стала одним з основних факторів які створюють умови для популяризації зелених дахів як об'єкту ЗІ у Європі.

Даний вид застосування такого виду об'єктів ЗІ представлено у місті Київ (рис. 4) [19].

Водночас ініціативу створення зелених дахів та переваги такі як: зменшення теплового ефекту, підтримка біорізноманіття, фільтрація повітря є перспективним факторами для створення нових об'єктів, так наприклад зелені дахи можна зустріти і в інших містах України, гарним прикладом створення та впровадження інноваційного рішення вже можна у м. Дніпро (рис. 5) [20].



Рис. 4 - Зелений дах в м. Київ



Рис. 5 - Зелений дах на одному з дахів торговельного центру «Каскад Плаза» у Дніпрі

Зелені насадження, що розташовані на дахах відіграють важливу роль у вирішенні проблеми ефекту теплового острова у місті, оскільки навідміну від традиційних дахів, здатні поглинати менше тепла та як наслідок, знижуючи температуру поверхні за створюючи ефект природного охолодження.

Даний ефект пов'язують з тим, що температура в міських районах вища ніж у сільських, також варто враховувати те, що у місті над природним покриттям переважають штучні поверхні, бетон чи асфальт, теплоємність цих матеріалів більша. Облаштування зелених дахів у різних частинах міста здатне покращити затримку кількості опадів які випадають, що свою чергу знижує ризик затоплення вулиць під час сильних злив.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ОЦІНКИ ФОРМУВАННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

З метою визначення достатності об'єктів зеленої інфраструктури в місті було проведено оцінку індексу зелених площ, який було визначено як співвідношення між площею та кількістю його мешканці.

$$GI = (P * 1000000) / (N * 1000)$$

де: P - площа зелених зон;

N - чисельність населення.

Розрахунок було порівняно з європейськими нормами щодо вимог до озеленення територій міст.

Для розрахунку площі об'єктів зеленої інфраструктури було використано мобільний застосунок CarryMap [21]. Цей застосунок має певні переваги при його використанні, а саме можливість встановлення на оперативні системи як Android так і IOS. Має простий інтерфейс, зручність при використанні, а також перевагою є можливість перенесення створеної карти на персональний комп'ютер.

Наступним кроком після визначення необхідності збільшення об'єктів зеленої інфраструктури в місті необхідно визначити, які саме елементи треба впроваджувати з метою забезпечення екосистемних послуг у малих містах.

Об'єкти зеленої інфраструктури надають широкий спектр переваг та екосистемних послуг для міського середовища. Так за рахунок впровадження об'єктів зеленої інфраструктури можна отримати такі переваги:

- зменшення стоку дощової води відбувається за рахунок поглинання та утримання об'єктами зеленої інфраструктури води під час дощів, особливо це помітно під час злив, коли міські каналізаційні системи не

розраховані на обсяг опадів, які випали, та не справляються з поверхневим стоком, а за рахунок таких об'єктів інтенсивність потоку зменшується;

- покращення якості води за рахунок ЗБІ може відбуватися декількома шляхами, наприклад зелені насадження такі як, кущі, дерева, різнотрав'ні рослини, виконують фільтруючу функцію і тим самим ефективно очищують забруднені дощові та стічні води, рослини видаляють завислі тверді часточки добрив, пестицидів та інших забруднювачів;

- зменшення ефекту міського теплового острова відбувається завдяки комплексному підходу та застосуванню зелених насаджень у міському середовищі, рослини створюють тінь, що призводить до зменшення нагрівання поверхонь та як наслідок зменшення температури навколишнього середовища;

- покращення якості повітря, рослинність яка використовується при створенні об'єктів зеленої інфраструктури здатна поглинати пил, тверді частинки та інші речовини з повітря, та очищувати повітря природним шляхом;

- покращення придатності для життя рослинність збільшує рівень вологи у повітрі, зелені насадження пом'якшують температурний режим міста, створюють затінки тим самим зменшуючи негативний вплив урбанізованого середовища. Також, зелені зони наприклад, парки, сквери, сади слугують місцем для відпочинку та проведення дозвілля;

- зберігання вуглецю, зелені насадження поглинають вуглекислий газ під час процесу фотосинтезу, та накопичують вуглець в біомасі. Коренева система здатна накопичувати вуглець протягом багатьох років своєї життєдіяльності, тим самим можна зробити висновок що зелені насадження перешкоджають швидкому поверненню вуглецю у повітря;

- покращення естетики міста при облаштуванні об'єктів зеленої інфраструктури використовують дерева, квіти, трав'яну рослинність, газони

тим самим створюючи природні кольорові акценти, що робит місто більш привабливим і різноманітним. Також зелені насадження створюють психологічний комфорт для мешканців міста, оскільки створення природних зон у міському середовищі викликає заспокійливий ефект для психоемоційного здоров'я населення;

- збереження середовища існування зелені зони є просторами для життя різних видів тварин та рослин, які мешкають у даному міському середовищі. Зелені зони та зелені об'єкти підтримують природні процеси та створюють комфортні умови для збільшення популяцій комах, дрібних тварин та птахів;

- підтримка біорізноманіття створення нових об'єктів зеленої інфраструктури допомагає зберігати та створювати нові ареали для збереження та збільшення кількості міських рослин та тварин, також наприклад створення тих же самих зелених коридорів дозволяє забезпечити безпечну міграцію видам та забезпечити їм обмін своїм генетичним матеріалом для збільшення популяції;

- освітня діяльність відіграє важливу роль у формуванні зеленої інфраструктури, наприклад можна використовувати парки, ботанічні сади, сквери як простір для проведення практичних завдань, а також за допомогою створення нових об'єктів зеленої інфраструктури можна реалізовувати екологічні проєкти.

Економічні переваги - оцінка переваг базується на комплексному огляді літератури та експертних оцінках. Використано три бальну шкалу для визначення впливу кожного об'єкта зеленої інфраструктури на різні аспекти міського середовища:

Умовні позначення:

- Так ● - має значний позитивний вплив
- Можливо ☹ має потенційний або помірний позитивний вплив
- Ні ○ - немає значного впливу або вплив відсутній взагалі

Таблиця 1

Оцінка переваг компонентів зеленої інфраструктури

Об'єкти ЗІ/Переваги											
Зелені дахи	●	●	●	●	●	●	●	☹	●	☹	●
Зелені зупинки	☹	☹	●	●	●	☹	●	☹	☹	●	☹
Вертикальне озеленення	☹	☹	●	●	●	●	●	☹	●	☹	☹
Дощові сади	●	●	☹	☹	●	☹	●	●	●	●	☹

Пояснення переваг зеленої інфраструктури:

-  Регулювання рівня поверхневого стоку дощової води - за допомогою застосування об'єктів зеленої інфраструктури, наприклад, створення зелених дахів, а саме дахів екстенсивного типу, відбувається затримка дощової води чи дощових садів ми може знизити рівень виникнення паводків.

-  Покращення якості води - оскільки об'єкти ЗІ виконують широкий спектр функцій та послуг, варто відзначити їх роль у покращенні

стану водних ресурсів. Так, дощові сади, які будуть створені та облаштовані вологолюбними рослинами, мають унікальну можливість не тільки затримувати дощову воду, а й фільтрувати та виводити природним шляхом через ґрунт, тим самим очищають стічні води від забруднень таких як важкі метали або продукти нафтопереробки.

- § Зменшення міського острова тепла - створення об'єктів зеленої інфраструктури таких як вертикальне озеленення стін та фасадів, або облаштування зелених дахів дозволяє локально, зменшувати температуру навколишнього простору міста, через збільшення площі зелених насаджень, та створення тіньових зон у місцях, де було створено та облаштовано такі об'єкти.

- ⇒ Покращення якості повітря - зелені стіни та дахи зменшують рівень концентрації забруднювачів, а збільшення площі зелених зон у місті покращує клімат міського середовища та знижує ефект міського теплового острова.

- 🏡 Покращення умов навколишнього середовища для комфортного проживання місцевих жителів та гостей міста - облаштування нових парків, скверів, вулиць, дахів і стін об'єктами ЗІ ми покращуємо не тільки зовнішній вигляд міста, а й робимо його більш комфортним про проживання, бо відбувається покращення якості умов проживання а саме: якість води, повітря.

- 🌿 Зберігання вуглецю - збільшення площі лісів та зелених насаджень зменшується вуглецевий слід, оскільки відбувається процес накопичення рослинами вуглецю та утримання значної його кількості у своїй біомас від швидкого повернення в навколишнє природне середовище.

-  Покращення естетики міста (візуальна складова) - створення живих стін, зелених дахів, облаштування парків та скверів покращує естетичну складову шляхом інтеграції рослин в міських ландшафт.

-  Збереження ареалів існування рослин та тварин - облаштування нових зелених зон у місті, дозволяє забезпечити збереження біорізноманіття, а створення комплексного та законодавчого підходу для збереження ареалів рослин та тварин для підтримки біорізноманіття дозволить нам забезпечити виконання екосистемних послуг для покращення умов існування.

-  Підтримка біорізноманіття та збільшення популяцій комах-запилювачів - дуже важливим аспектом , що виконує цілий комплекс завдань зі збереження природного навколишнього середовища, так наприклад створення нових локальних зелених зон у місті, які сприяють активному розвитку та збільшенню популяцій рослин та тварин, а облаштування нових об'єктів у місцях щільної забудови сприяє відновленню природних зв'язків і дозволяють забезпечити міграційні маршрути для тварин та передачі їх генетичної інформації.

-  Створення громадських організацій та просування екологічної освіти серед місцевого населення - це важливий етап який дозволяє показати практики інших країн, які вже на собі випробували методи впровадження об'єктів зеленої інфраструктури та які переваги від використання цих об'єктів вони отримали.

-  Економічні переваги - облаштування об'єктів зеленої інфраструктури забезпечує енергоефективність будівлі та дозволяє знизити використання традиційних енергоресурсів, також має перевагу у збільшенні вартості нерухомості, оскільки збільшується якість життя та естетична привабливість.

Переваги від створення об'єктів зеленої інфраструктури можна розділити на екосистемні послуги:

- ***Послуга з регулювання:***

1. Екологічними перевагами від створення об'єктів ЗІ є сталий розвиток міських зелених просторів, зменшення рівня стоку дощової води, підтримка локальних міських екосистем, також зменшення ефекту міського острова тепла, покращення якості повітря, збереження та збільшення кількості біорізноманіття.

2. Соціальними перевагами є створення нових комфортних зон та просторів для рекреації, підвищення рівня якості життя мешканців міста, покращення соціальної взаємодії між владою та громадськими групами, можливість вільного використання зелених просторів для різних груп населення.

3. До економічних переваг можна віднести залучення інвестицій у розвиток міста, також облаштування об'єктів ЗІ підвищує вартість нерухомості в місцях, де облаштовано такі об'єкти та сприяють розвитку зеленої економіки.

- ***Послуга з постачання:***

1. Екологічними перевагами послуги постачання є покращення мікроклімату за рахунок створення нових об'єктів зеленої інфраструктури та збільшення площі зелених насаджень, відбувається процес фотосинтезу, що сприяє підвищенню якості повітря в урбанізованих районах. Зелені зони забезпечують комфортне середовище існування для рослин та тварин, це особливо важливо у містах з щільною забудовою. А збільшення біорізноманіття у свою чергу сприяє збільшенню отримання сировини для продовольства.

2. До соціальних переваг належить: зниження рівня стресу серед населення, шляхом облаштування законних просторів які допомагають зменшити психоемоційне навантаження людини, соціальна згуртованість населення відбувається через облаштування нових місць для рекреації, що в свою чергу спонукає до проведення різних видів громадських заходів та створення нових соціальних зв'язків.

3. Економічні переваги є зниження витрат та експлуатацію, оскільки грамотно і правильно спроектований об'єкт ЗІ здатний зменшити потребу в штучного створених інженерних спорудах. Потенціал від створення нових зелених зон у містах при якісному та правильному використанні дозволяє привабити туристів та сприяє розвитку економіки міста.

● ***Послуга підтримки екосистем:***

1. Екологічними перевагами послуги з підтримки екосистем є збереження та підтримка біорізноманіття, що сприяє передачі генетичної інформації, також ще однією перевагою є збереження середовищ існування, що є критично важливим для адаптації та підтримання стійкості природних систем.

2. Соціальні переваги послуги підтримки екосистем це психологічне благополуччя населення, оскільки зелені простори мають терапевтичний ефект, що підтримує психоемоційний стан населення. Наступна перевага не менш важлива - культурна цінність, до впровадження на використання на практиці завдання зі збереження природних ландшафтів, дозволяє підтримувати традиційні практики природокористування.

3. До економічних переваг належить збереження природних ресурсів, у наш час це дуже важливо, оскільки з кожним роком кількість природних ресурсів зменшується, а їх правильне використання та планування забезпечує довгостроковій перспективі для задоволення потреб населення майбутніх поколінь.

- ***Культурна та соціальна послуги:***

1. Екологічною перевагою від використання екосистемних послуг є формування екологічною свідомості серед мешканців міста, оскільки використання даного виду послуг дозволяє та сприяє розумінню цінності та необхідності збереження природних екосистем. Ще одним позитивним фактором розвитку та впровадження культурної та соціальної екосистемних послуг є збереження природної спадщини, екологічна свідомість серед населення створює колективну відповідальність за збереження навколишнього природного середовища.

2. Економічними перевагами від використання даного виду послуг є те, що виконуються принципи сталого розвитку, що сприяє створенню нових економічних моделей, також відбувається розвиток екологічного туризму, що дозволить створити унікальні туристичні місця для рекреації та збільшити прибутковий потенціал. Розвинений туристичний потенціал міста є основою для підвищення соціальних зв'язків, які підвищують рівень цінності природних просторів через підвищення привабливості територій.

РОЗДІЛ 3

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКА ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ЗЕЛЕНОЮ ІНФРАСТРУКТУРОЮ МІСТА ЧУГУЇВ (ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ) ТА МІСТА БЕРГ-АМ-ЛАЙМ (МЮНХЕН)

3.1 Аналіз існуючої зеленої інфраструктури території дослідження

Чугуїв (рис. 6). за даними 2022 рік, територія міста складає 12,77 км², і населення міста становить – 31 018 чоловік [27].

Харківська область

Назва	Населення (тис.осіб)
Богодухівський	128.4
Ізюмський	181.6
Красноградський	108.9
Куп'янський	137.2
Лозівський	154.6
Харківський	1762.8
Чугувський	202.2

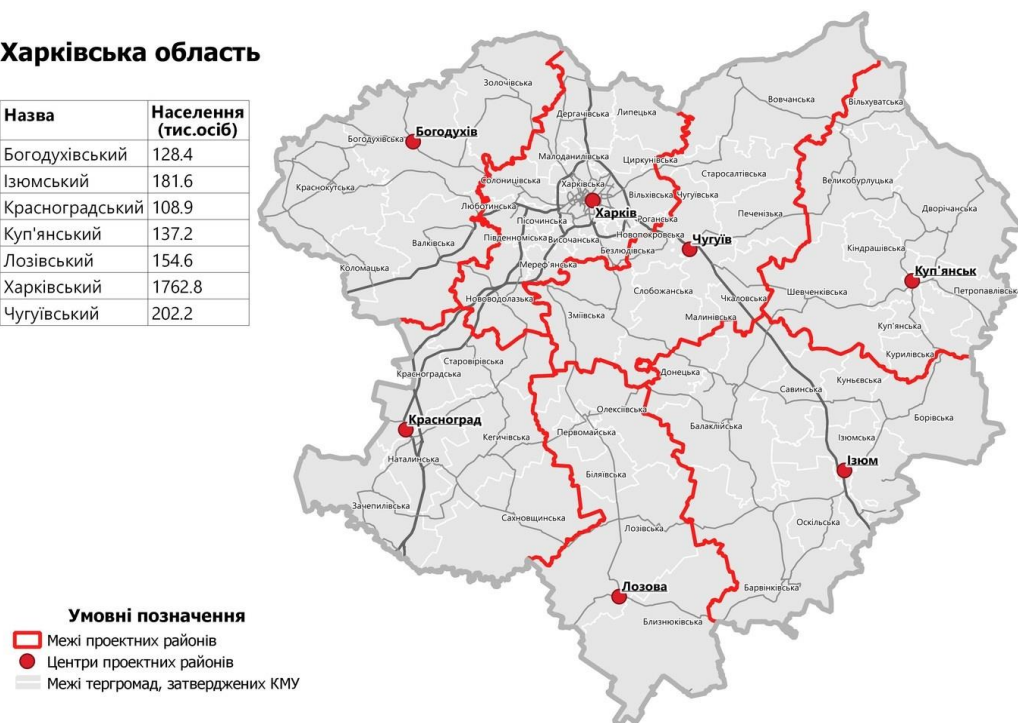


Рис. 6— Адміністративний поділ Харківської області



Рис. 8 – Зелені зони міста Чугуїв [28]

Чугуїв - це невелике місто, і не поділяється на офіційні адміністративні райони. Однак, можна виділити кілька умовних районів за їх функціональним призначенням:

- центральний район - історичний центр міста;
- житлові райони - території виступає переважно як район з багатоповерховою житловою забудовою;
- приватний сектор - територія міста де розташовані приватні будинки жителів міста;
- промислова зона - територія де розміщуються виробничі підприємства, промислові об'єкти та склади.

В Чугуєві роль зелених зон (рис. 8) виконують три парки, три сквери, алея, сади, лісосмуги, зелені насадження вздовж річки Сіверський Донець, лісопаркові зони на околицях міста, зелені насадження у дворах багатоповерхівок та на територіях приватних садиб та бульвари.

Об'єктами зеленої інфраструктури міста Чугуїв є:

1) Парки загальною площею 24 837 м².

- Міський парк культури та відпочинку імені І. Ю. Рєпіна, площа парку становить 11 294 м²;
- Парк Закоханих, площа парку становить 9302 м²;
- Парк Мелодія, загальна площа парку складає 4241 м²;

2) Сквери загальною площею 32 352 м².

- Сквер на Центральному бульварі міста Чугуїв має площу близько 5378 м²;
- Сквер Слави, площа скверу сягає 15 414 м²;
- Сквер Чугуївський має площу 11 560 м²;

3) Алеї:

- Алея пам'яті площа території складає 10 066 м²;

4) Лісосмуги

На території міста є лісосмуги, які розташовані вздовж узбережжя річки Сіверський Донець площа лісосмуги становить понад 60 451 м²;

Ядрами міста Чугуїв - лісосмуга вздовж узбережжя річки Сіверський Донець площа (60 451 м²) і це є найбільшою за площею зеленою зоною на території міста, потім за площею об'єктів можна виділити: сквер Слави (15 414 м²), сквер Чугуївський (11 560 м²) та Міський парк культури та відпочинку ім. І. Ю. Рєпіна (11 294 м²).

Буферними зонами міста - Алея пам'яті (10 066 м²) та Парк Закоханих (9 302 м²).

Сполучні території - Сквер на Центральному бульварі (5 378 м²) та Парк Мелодія (4 241 м²).

Об'єкти природо-заповідного фонду знаходяться не на території міста Чугуїв, а на території Чугуївського району, тому ми не враховували загальну площу об'єктів ПЗФ.

Площі об'єктів зеленої інфраструктури в місті були розраховані за допомогою мобільного додатку CarryMap.

Місто Берг-ам-Лайм - це найменше за чисельністю населення місто у Німеччині, яке розташоване на території землі Баварія (рис. 8).

За даними на 2023 рік, територія району складає 6,31 км², і населення становить – 47 000 чоловік.

Розрахована площа зелених зон в Берг-ам-Лайм (рис. 3.3) складає приблизно 0,08 км², що припадає на 9,01 м² зелених територій на одного жителя (рис.9).

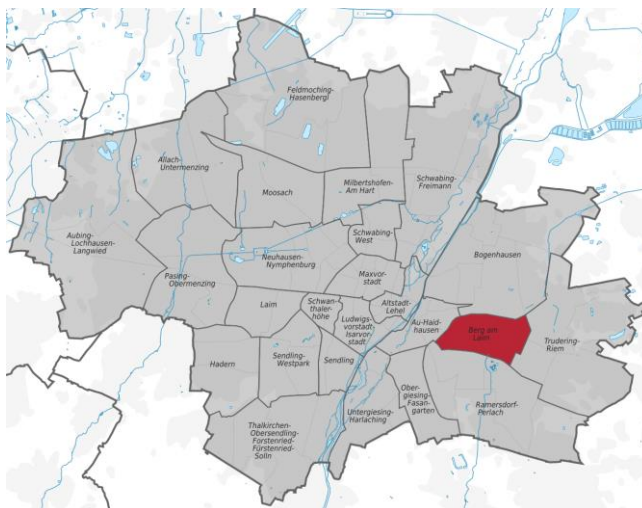


Рис. 9 – Адміністративний поділ Мюнхену, територія землі Баварія, район Берг-ам-Лайм



Рис. 10 – Зелені зони району Берг-ам-Лайм

Берг-ам-Лайм є одним з 25 адміністративних районів (Stadtbezirke) Мюнхена. За функціональним призначенням в місті можна виділити такі зони:

- Зелена зона міста сюди входять парки, сквери та інші озеленені території міста;
- Історична частина міста: Старий Берг-ам-Лайм (Alt-Berg am Laim);
- Новобудова: частина міста з новими житловими кварталами міста, тут переважає багатоповерхова забудова;
- Комерційна зона: територія складається з офісних будівель та торгових центрів;

- Промислова зона: територія міста де розташовані виробничі підприємства.

У місті Берг-ам-Лайм є парки, алеї, сади, лісосмуги, спортивні майданчики та поля з зеленими насадженнями, міські сади, ділянки для міського садівництва, зелені насадження біля житлових комплексів та в дворах, зелені коридори між забудовою, що з'єднують більші зелені зони, які виконують роль зелених зон для відвідувачів та жителів міста.

Об'єкти зеленої інфраструктури м. Берг-ам-Лайм:

1) Парки, загальною площею 122 377,7 м²:

- Екологічний парк, який становить площу 75 441 м²;
- Парк Anne-Frank-Anger площа парку складає близько 4494 м²;
- Uberseepark 6604 м²;
- Echardinger Grünstreifen 11 894 м²;
- Парк без назви 192 м²;
- Парк біля Streitfeldstraße 1956 м²;
- Парк біля Amfingstraße 475 м²;
- Парк біля Josephsburgstraße 94,7 м²;
- Парк біля Waldstraße 21 227 м²;

2) Зелені зони загальною площею 301 958 м²:

- Зелена зона з насадженнями Nahinger Bach 13 528 м²;
- Зелена зона поблизу житлової забудови на Westerhamer-Straße 19 954 м²;
- Зелена зона біля Echardinge Straße площею 47 594 м²;
- Зелена зона з насадженнями на Nahinger площею 8176 м²;
- Зелена зона з насадженнями Thomas-Hauser-Straße площею 3833 м²;
- Зелена зона біля Red Lion Hunter площею 1071 м²;
- Зелена зона площею 11 778 м²;
- Зелена зона площею 208 м²;

- Зелена зона площею 402 м²;
- Зелена зона біля Gemeinschaftsgarten 156 223 м²;
- Зелена зона площею 39 191 м²;

3) Зелені острови загальною площею 875 м².

- Зелений острів площею 483 м²;
- Зелений острів площею 302 м²;
- Зелений острів біля Saint-Michael-Straße 90,7 м²

4) Сад:

- Kleingartenverein-Süd-Ost 717 м²;

5) Дитячі майданчики з зеленими насадженнями, площею 19784,7 м²:

- Spielplatz площею 949,7 м²;
- Pluisplatz площею 18 835 м²;

6) Лісосмуги:

Загальна площа яких складає 6273 м²;

Загальна площа зелених зон в місті Берг-ам-Лайма за результатами калькуляції об'єктів становила 451 985 м².

3.2 Оцінка забезпеченості об'єктами зеленої інфраструктури міст Чугуїв (Україна) та Берг-ам-Лайм (Німеччина)

Загальна площа об'єктів зеленої інфраструктури на території міста становить 127 706 м².

За формулою визначення достатньої кількості об'єктів зеленої інфраструктури в місті, було розраховано оцінку індексу зелених площ, який було визначено як співвідношення між площею та кількістю його мешканці.

Українська норма зелених насаджень на людину становить 20-25 м² на людину [23].

За рекомендацією ВООЗ норма зелених насаджень на одну людину повинна становити 50 м² [24-26].

$$GI = (P * 1000000) / (N * 1000)$$

$$GI (\text{Чугуїв}) = (127\,706 * 1000000) / (31\,018 * 1000)$$

$$= 127\,706\,000\,000 / 31\,018\,000 = 4117,158 \text{ м}^2$$

$$GI (\text{Чугуїв на 1 людину}) = 127\,706 \text{ м}^2 / 31\,018 \text{ осіб} = 4,11 \text{ м}^2$$

Загальна площа зелених насаджень у місті Чугуїв складає 4117,1 м² показник площі зелених насаджень на 1 людину це 4,11 м² на людину при нормі 50 м², отже фактична площа становить близько 8,22% від норми, що у 12 разів менше від норми яка повинна бути.

Порівнявши фактичний показник з нормою, можна зробити висновок що місто Чугуїв має значний дефіцит площі зелених зон, що є однією з причин погіршення екологічного стану міського середовища та потребує термінового створення чіткої комплексної програми з озеленення територій.

Проблеми міста Чугуїв, які можна вирішити за рахунок створення та впровадження нових об'єктів зеленої інфраструктури:

- відсутність зливової каналізації, що спричиняє підтоплення території при інтенсивних дощах;
- наявність міських територій з відсутністю озеленення;
- зростання ефекту острова міського тепла.

Місто має велику нестачу площі зелених насаджень, тому на території міста пропонується встановити такі об'єкти зеленої інфраструктури як: вертикальне озеленення, створення зелених островів, також озеленення дахів та балконів, також доречним буде облаштувати зелені островки на територіях між житловими забудовами для зменшення ефекту міського острова на покращення загально та психоемоційного стану містян.

За формулою визначення достатньої кількості об'єктів зеленої інфраструктури в місті, було розраховано оцінку індексу зелених площ, який було визначено як співвідношення між площею та кількістю його мешканці. Норма зелених насаджень становить 50 м² на людину.

$$GI = (P * 1000000) / (N * 1000)$$

$$GI \text{ (Берг-ам-Лайм)} = (451\,985 * 1000000) / (47\,000 * 1000) =$$

$$451985000000 / 47000000 = 9616,7 \text{ м}^2$$

$$GI \text{ (Берг-ам-Лайм на 1 людину)} = 451\,985 \text{ м}^2 / 47\,000 \text{ осіб} = 9,6 \text{ м}^2$$

Площа зелених насаджень в місті Берг-ам-Лайм на одну людину складає лише 9,6 м² при показнику 50 м² на людину це лише 19,2 % від нормативу. Проте, важливо врахувати, що місто має значну кількість озелених фасадів та дахів, що збільшують площу зелених зон в місті, проте їх важко оцифрувати.

Порівнявши фактичний показник з нормою, можна зробити висновок що місто Берг-ам-Лайм має дефіцит площі зелених зон. Оскільки у місті простежується нестача парків та лісів, які б суттєво поліпшили екологічний стан міського середовища, місто вирішує проблему з допомогою об'єктів зеленої інфраструктури, зокрема це такі види ЗІ як вертикальне озеленення, озеленення дахів, які зосереджені на житлових будинках та офісних будівлях, дефіцит площі зелених зон є проблемою погіршення екологічного стану міського середовища, вирішення цієї проблеми потребує термінового створення чіткої комплексної програми з озеленення територій.

Серед об'єктів зеленої інфраструктури, які варто розробити для того щоб покращити екосистемні послуги рекомендується створення нових парків для збільшення площі зелених насаджень, які будуть не тільки покращувати загальний стан міського населення, а також і слугувати ареалами для збереження біорізноманіття та збільшення популяцій тварин та рослин.

РОЗДІЛ 4

ПЕРСПЕКТИВИ ОБЛАШТУВАННЯ НОВИХ ОБ'ЄКТІВ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ НАДАННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ

Для облаштування об'єктів зеленої інфраструктури в місті Чугуїв пропонується: створення зелених зупинок, дощових садів, вертикального озеленення та створення мобільних об'єктів озеленення. Такі об'єкти в місті дозволяють створювати зелені зони, при цьому не вилучати територію під їх облаштування.

Першим об'єктом, який ми пропонуємо для створення є озеленення стін та фасадів (рис. 11) (вертикальне озеленення), в Додатку 1, 2 та 3 представлено представлено екосистемні послуги та переваги від створення цього об'єкту.



Рис. 11 - Приклади облаштування зеленої інфраструктури (вертикальне озеленення)

Для облаштування такого виду зеленої інфраструктури як вертикальне озеленення, можна використати тросові конструкції для підтримки в'юнкої рослинності, також доречним буде використання модульних систем з легких панелей, застосування окремих горщиків та контейнерів з рослинами, економічним варіантом облаштування буде використання піддонів.

Зелені насадження у системі вертикального озеленення виконують одну з головних ролей у формуванні міського середовища. Оскільки, в останні роки в Україні спостерігається тенденція на більш посушливий період, то варто врахувати цей факт та звернути увагу на рослини, які краще пристосовані до посушливого клімату.

Серед рослин, які ми пропонуємо для облаштування стін та фасадів, що будуть підкреслювати зовнішній вигляд та цінність споруд, пропонується використання рослин, які пристосовані для посушливих умов, це такі рослини як: багаторічні деревні ліани, кампсис повзучій, деревозгубник звичайний (рослина дводомна, жіночі екземпляри мають декоративні плоди), лимонник китайський, актинідія коломикта і актинідія аргута, жимолость капріфоль, виткі троянди, види і сорти партеноциссуса, зокрема партеноциссус трійчастий (Виноград Вічі).

Серед однорідних рослин які можна застосовувати для вертикального озеленення Лівобережного лісостепу ми пропонуємо: сорти і форми іпомеї, виткі сорти квасолі, долохіс, декоративні гарбузи.

Наступною рослиною для облаштування вертикального озеленення стін та фасадів міста, ми пропонуємо застосування горець бальджуанський в останні роки ця рослина набирає велику популярності у оформленні стін та фасадів будівель. Дана рослина квітне впродовж 2,0-2,5 місяців [30].

Перевагами створення такого об'єкту як вертикальне озеленення можна поділити на три сфери: екологічну, соціальну та економічну. До екологічних

переваг відноситься покращення якості повітря, покращення мікроклімату які забезпечують надання екосистемних послуг.

До соціальних переваг відноситься: покращення психологічного стану мешканців міста та шумоізоляція що забезпечують культуру послуги. До економічних переваг: енергоефективність та менші витрати на опалення, також економічною перевагою стає підвищення привабливості будівлі та унікальність об'єкту інноваційні технології для забезпечення сталого розвитку міста.

Наступним об'єктом, який ми пропонуємо для створення зелених зупинок. Для облаштування такого об'єкту, можна використати вже існуючі зупинки, створивши на них конструкцію яка має включати декілька шарів, перший шар це самі рослини на субстраті, наступним буде створення дренажного шару який виконує функцію водовідведення, створення захисного шару необхідне для захисту зупинки від механічних пошкоджень конструкції корінням рослин, а також гідроізоляційний шар що захищає конструкцію зупинки від водяних протікань та який слугує для довговічності зупинки [22].

Перевагами від створення такого об'єкту зеленої інфраструктури як зелені зупинки можна поділити на три сфери: екологічну, соціальну та економічну. До екологічних переваг відноситься покращення якості повітря, покращення мікроклімату які забезпечують надання екосистемної послуги з регулювання. До соціальних переваг відноситься: комфорт пасажирів, що забезпечує культурну послугу. Економічними перевагами створення зупинок: енергоефективність, застосування інноваційні технології для забезпечення сталого розвитку міста та більш комфортного проживання для мешканців міста.

Для облаштування зелених зупинок частіше за все використовують екстенсивний тип озеленення. Екстенсивний тип озеленення є найпростішим

в облаштуванні зелених зупинок громадського транспорту, даний вид озеленення часто використовують для облаштування зелених дахів.

Серед рослин для облаштування зелених зупинок екстенсивного типу озеленення в умовах помірного кліматичного поясу доречним буде використання таких видів рослин: барвінок малий (*Vinca minor*), це вічнозелений чагарник від 30 до 60 см заввишки, гвоздику дельтоподібну (*Dianthus deltoides*) - багаторічна рослина, яка має вузькі подовжені синьо-зелені листочки, гвоздику турецьку (*Dianthus barbatus*) - невибаглива пишно квітуча, дворічна рослина яку використовують для облаштування клумб, облаштування бордюрів, висотою 50 см заввишки, ломикамінь (*Saxifraga hypnoides*) - дана рослина створює яскравий та квітучий килим та є холодостійкою, цибулю-трибульку (*Allium schoenoprasum*) - багаторічна їстівна рослина що має багато поживних вітамінів та мінералів, при обрізанні пір'я цибулин має здатність відростати декілька разів за літній період та тонконіг лучний (*Poa pratensis*) - багаторічна рослина, яка розповсюджена в помірному кліматичному поясі, один з найбільш цінних багаторічних злаків на пасовищах [34].

Ще один об'єкт зеленої інфраструктури який ми плануємо запровадити у місті Чугуїв - це мобільні конструкції з озеленення міста а саме: вазони, парклети і т.д. (рис.12).



Рис. 12 - Приклади облаштування зеленої інфраструктури
(мобільні конструкції озеленення)

Головними плюсами застосування мобільних конструкцій озеленення є легка вага, маленька площа для встановлення об'єкту та мобільність конструкцій, яка дозволяє швидко змінити місце розташування. Для облаштування мобільних конструкцій можна використовувати різні види матеріалів: дерево, пластик та метал. Рослинність може бути різноманітною починаючи з трав та квітів та закінчуючи кущами та деревами.

Переваги застосування мобільного озеленення є очищення повітря, також локальне зниження температури у містах облаштування які виконують регулюючі послуги. До культурних послуг які ми отримуємо від створення даного виду об'єкту буде естетичне покращення міського середовища, що в свою чергу відкриває місце для облаштування нових рекреаційних зон для відпочинку, що буде давати позитивний психологічний ефект на здоров'я мешканців міста. Блок-схема з перевагами від застосування такої конструкції представлена в Додатку 3.

ВИСНОВКИ

1. Огляд актуальних наукових публікацій виявив необхідність розвитку зеленої інфраструктури у вирішенні екологічних, соціальних та економічних викликів малих міст в Україні. Останні десятиліття в Україні спостерігається тенденція до створення нових об'єктів зеленої інфраструктури, серед яких оптимальним рішенням є «зелені зупинки».
2. Розрахунок забезпечення міст зеленої інфраструктури показав недостатній рівень ЗІ, адже фактичні показники забезпеченості обох міст показала значне відхилення від норми. У м. Чугуїв - 4,11 м², в м. Берг-ам-Лайм - 9,6 м².
3. У місті Чугуїв перспективними місцями для створення нових об'єктів зеленої інфраструктури визначено стіни будівель та створення парків на приміській території. У місті Берг-ам-Лайм спостерігається застосування об'єктів зеленої інфраструктури переважно у густонаселених районах, перспективним буде створення парків або зелених зон у мікрорайонах з низькою щільністю забудови.
4. Створення нових об'єктів зеленої інфраструктури в обраних містах потребує комплексного підходу, що передбачає системну інтеграцію природних об'єктів у міське середовище. До створення варто залучати не тільки фахівців, а й жителів міста. Перспективними об'єктами для облаштування в малих містах є створення вертикальних об'єктів озеленення, облаштування зелених зупинок, використання мобільного озеленення.
5. Переваги від таких об'єктів це отримання екосистемних послуг з регулювання, а саме: регулювання мікроклімату, очищення повітря, зменшення поверхневого стоку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Максименко Н. В., Бурченко С. В. Теоретичні основи стратегії зеленої інфраструктури: міжнародний досвід. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2019. № 31. С. 16-25. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2019-31-02>
2. European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe’s Natural Capital. European Commission: Brussels, Belgium. 2013. р. 11. URL: http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm (дата звернення: 19.06.2024).
3. Гречко А. А. Досвід та переваги застосування зелених дахів як елементу зеленої інфраструктури. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*. 2022, Вип. 26, с. 32-42. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-26-03>
4. Криштоп Є., Недавня В. Перспективи розвитку зеленої інфраструктури для покращення якості повітря урбанізованих територій. *Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування: матеріали конф.* 2023. С. 135–136.
5. The Value of Green Infrastructure A Guide to Recognizing Its Economic, Environmental and Social Benefits URL: https://cnt.org/sites/default/files/publications/CNT_Value-of-Green-Infrastructure.pdf (дата звернення: 19.06.2024).
6. Green infrastructure in urban areas. 2020. 20 p. <https://archive.espon.eu/sites/default/files/attachments/Policy%20Brief%20>

[Green%20Infrastructure%20in%20Urban%20Areas.pdf](#) (дата звернення: 19.06.2024).

7. Cities Alive rethinking green infrastructure. 2014. 82 p. <https://www.arup.com/globalassets/downloads/insights/cities-alive-rethinking-green-infrastructure.pdf> (дата звернення: 19.06.2024).

8. Quantifying the benefits of green infrastructure in melbourne literature review and GAP analysis. 2019. 77 p. <https://www.melbourne.vic.gov.au/SiteCollectionDocuments/quantifying-benefits-green.pdf> (дата звернення: 19.06.2024).

9. Herath P., Bai X. Benefits and co-benefits of urban green infrastructure for sustainable cities: six current and emerging themes. *Sustainability Science*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01475-9> (дата звернення: 25.06.2024).

10. Zaręba A., Krzemińska A., Widawski K., Oleśniewicz P. Green infrastructure practices – strategies how to sustain life in metropolitan areas. *E3S Web of Conferences*. 2016. p. 1-5. DOI:10.1051/e3sconf/20161000112

11. Зелені зупинки - Природоорієнтовані рішення - Платформа WWF Україна. *Природоорієнтовані рішення - Платформа WWF Україна*. URL: <https://nbs.wwf.ua/solutions/zeleni-zupynky/> (дата звернення: 22.06.2024).

12. У Львові презентували першу в Україні еко-зупинку. *Твоє Місто - твоє телебачення*. URL: https://tvoemisto.tv/news/u_lvovi_oblashtuvaly_pershu_v_ukraini_ekozupynku_foto_73416.html (дата звернення: 21.06.2024).

13. Облаштування "зелених" зупинок. *Асоціація міст України*.

URL: <https://www.auc.org.ua/ideya/oblashtuvannya-zelenyh-zupynok> (дата звернення: 22.06.2024).

14. "Володарі температур": у Львові активісти створили унікальний дощовий сад. *Рубрика*. URL: <https://rubryka.com/article/doshhovyj-sad/> (дата звернення: 22.06.2024).

15. У Києві з'явилися перші дощові садки. *Хмарочос*. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2024/05/28/u-kyyyevi-zyavylysysya-pershi-doshhovi-sadky-u-yakyh-rajonah/amp/> (дата звернення: 22.06.2024).

16. Ще в одному районі Києва з'явився дощовий садок. *Суспільне Київ*. URL: <https://suspilne.media/kyiv/772915-se-v-odnomu-rajoni-kieva-zavivsa-dosovij-sadok/> (дата звернення: 22.06.2024).

17. У Києві скоро з'явиться багато парклетів: що це і для чого вони потрібні. - *Vgorode.ua*. URL: https://kiev.vgorode.ua/ukr/news/transport_y_ynfrastruktura/a1262007-u-kijevi-skoro-zjavitsja-bahato-parkletiv-shcho-tse-i-dlja-choho-voni-potribni-foto (дата звернення: 22.06.2024).

18. П'ять найкращих сучасних локацій Києва. Зелений дах, театр і ревіталізована промзона. *Тексти.org.ua*. URL: https://texty.org.ua/fragments/_101887/pyat-najkrashyh-suchasnyh-lokacij-kyyeva-zelenyj-dah-teatr-i-revitalizovana-promzona-foto/ (дата звернення: 22.06.2024).

19. Не тільки «зелені фасади». Ось іще 11 екорішень для Києва. *The Village Україна*. URL: <https://www.village.com.ua/village/city/public-space/328619-12-ekorishen-dlya-kieva> (дата звернення: 22.06.2024).

20. Системи зелених дахів. *Zinco Україна*. URL: <https://zinco.com.ua/uk/systems> (дата звернення: 22.06.2024).

21. *CarryMap*. *CarryMap*. URL: <https://carrymap.com/en/> (дата

звернення: 11.11.2024).

22. Каталог природоорієнтованих рішень / авт. кол.: М. Рябика, О. Гусакова, А. Зозуля, А. Бушовська та ін. – Львів: УКМ, 2021. 116 с.

23. Пояснювальна записка до проєкту Закону України «Про зелені насадження міст та інших населених пунктів». ips.ligazakon.net. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/GH1JX68B> (дата звернення: 21.11.2024).

24. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць. Львів : Світ, 2005. 456 с. URL: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0051876.pdf> (дата звернення: 21.11.2024).

25. Денисюк Н. В. Середовищетвірна ефективність зелених насаджень загального користування міста Рівне : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.16 –. Рівне, 2021. 327 с.

26. Alessio Russo, Giuseppe T. Sirella. Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need? - PMC. PMC Home. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6209905/#B36-ijerph-15-02180> (дата звернення: : 21.11.2024).

27. Вікіпедія. Загальні відомості місто Чугуїв. Вікіпедія. URL: <https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Чугуїв> (дата звернення: 21.11.2024).

28. Maksymenko N., Burchenko S., Hrechko A., Sonko S. Carbon sequestration and provision of green infrastructure in the Ukrainian cities of Kharkiv and Chuguiv in the context of post-war reconstruction. *Acta Horticulturae et Regiotecturae*, Slovakia, vol.26, no.2, 2023, pp.90-98. <https://doi.org/10.2478/ahr-2023-0013>

29. Вінічук М. М., Замега Д. С. Вертикальне озеленення виткими рослинами та його роль у формуванні екологічного каркасу

міста. Конференція Державного університету «Житомирська політехніка». URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/54.pdf> (дата звернення: 21.11.2024).

30. Бойко Т. О., Дементьєва О. І., Котовська Ю. С. Оцінювання біолого-екологічних властивостей деревних ліан в умовах міста Херсон. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2019. Т. 29, № 5. С. 31–35. DOI: <https://doi.org/10.15421/40290506>

31. Ратушний М. М. Аналіз вертикального озеленення та рекомендації до його удосконалення в правобережній частині м. Дніпро. *dspace.dsau.dp.ua*. URL: [https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/4270/1/Ратушний%20М.М.%20\(1\).pdf](https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/4270/1/Ратушний%20М.М.%20(1).pdf) (дата звернення: 21.11.2024).

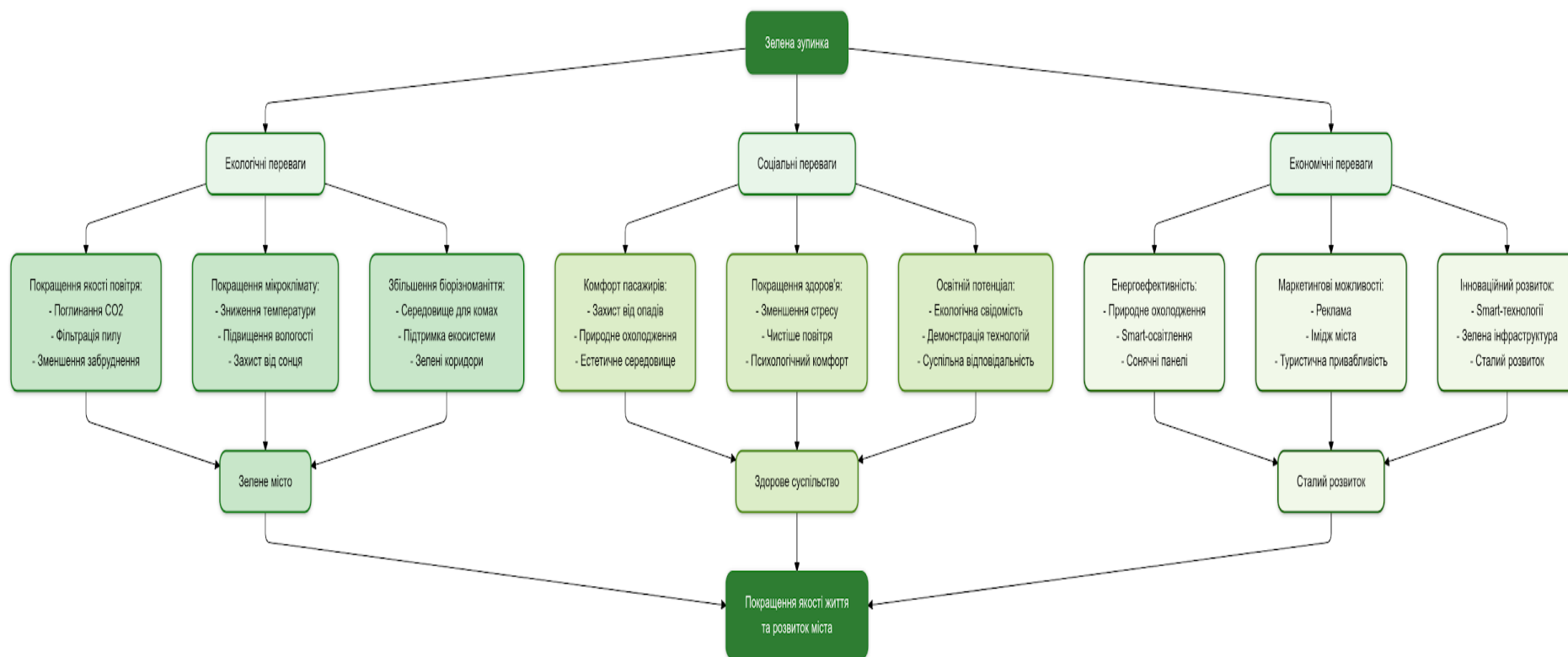
32. Klymchyk O. Possibilities of application of vertical greening in the cities of Ukraine. *Ecological Sciences*. 2021. Т. 34, № 7. С. 51–55. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.9>

33. Соколенко У. М., Булгакова А. Е. Шляхи та переваги застосування вертикального озеленення в містах. *Екологічно сталий розвиток урбосистем: виклики і рішення*: міжнар. науково-практ. інтернет-конф. ХНУМГ ім. О. М. Бекетова., м. Харків, 2–3 листоп. 2021 р. Харків, 2021. С. 66–68.

34. Косик О. І., Тарахта В. В. Landscaping of public transport stops. *Theory and practice of design*. 2020. No. 20. P. 82-83. DOI: <https://doi.org/10.18372/2415-8151.20.15052>

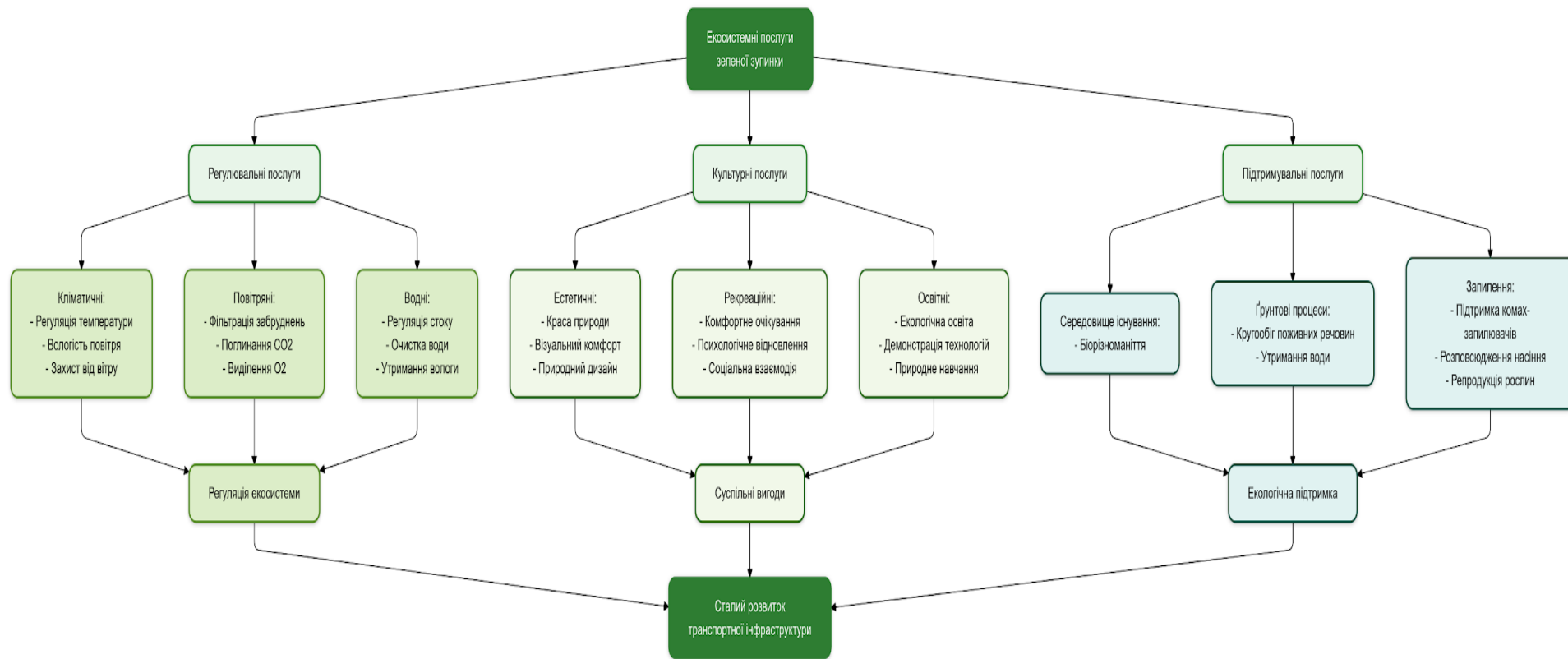
ДОДАТКИ

ДОДАТОК 1



Переваги створення зелених зупинок

ДОДАТОК 2



Екосистемні послуги зелених зупинок

ДОДАТОК 3



Екосистемні послуги створення мобільних конструкцій озеленення