

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально - науковий інститут екології
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра
на тему

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ РЕКРЕАЦІЇ МІСТА ЛОДЗЬ, ПОЛЬЩА

Виконав: студент 4 курсу, групи ЗДЕ-42
спеціальності : 101 «Екологія»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Автор _____ / Дар'я ЛЕУРДА

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник _____ / доц. Іветта КРИВИЦЬКА

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____ / проф. Алла НЕКОС

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Марина ЩОКІНА

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / Світлана БУРЧЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Харків – 2024 рік

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

Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ / проф. Алла НЕКОС
підпис ім'я та прізвище

“ 8 ” травня 2022 року

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

Дар'ї ЛЕУРДІ

(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Оцінка екологічного стану об'єктів рекреації міста Лодзь, Польща

керівник роботи Іветта КРИВИЦЬКА, канд. біол. наук, доцент
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “ 3 ” квітня 2023 року №4301-5/646

2. Строк подання студентом роботи 01 травня 2024 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Розглянути стан вивчення питання щодо екологічної якості об'єктів рекреації.
2. Проаналізувати стан зеленої інфраструктури м. Лодзь.
3. Провести оцінку екологічної оптимальності території рекреаційних зон міста Лодзь.

4. Оцінити екологічну оптимальність території, використовуючи геометричні принципи.

5. Оцінити ступінь чутливості рекреаційних зон до антропогенних факторів та визначити території на яких сформовані сприятливі умови для існування біотичної складової.

6. Зробити висновки.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Особливості функціонування рекреаційних зон міста Лодзь, Польща
2	Матеріал та методи дослідження рекреаційних зон м. Лодзь
3	Аналіз та узагальнення результатів щодо оцінки екологічного стану рекреаційних зон міста Лодзь

5. Дата видачі завдання _____ 08.05.2022 р. _____

Студент

підпис

Дар'я ЛЕУРДА

ім'я і прізвище

Керівник роботи

підпис

доц. Іветта КРИВИЦЬКА

посада, ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ
ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ РЕКРЕАЦІЇ
МІСТА ЛОДЗЬ, ПОЛЬЩА

Дар'я ЛЕУРДА

Кваліфікаційна робота «Оцінка екологічного стану об'єктів рекреації міста Лодзь, Польща» містить 36 сторінок, 3 розділи, 2 таблиці, 2 рисунків, 2 формули та 23 використаних джерел.

Мета роботи: Надати екологічну оцінку рекреаційних зон міста Лодзь з використанням геометричних показників та екологічних індексів.

Актуальність дослідження пов'язана з аналізом екологічного стану рекреаційних зон, що є важливим завданням для забезпечення сталого розвитку міського середовища та покращення якості життя населення. На сьогодні найбільш ефективними методами дослідження рекреаційних зон є аналіз геометричних характеристик зелених зон, що дає комплексну оцінку їх екологічного потенціалу, а це є важливим аспектом забезпечення сталого розвитку міських територій.

Завдання дослідження. Оцінити екологічну оптимальність та ступінь чутливості рекреаційних зон м. Лодзь до антропогенних факторів, використовуючи геометричні принципи.

Методи. Польові, картографічні та розрахункові методи досліджень.

Результати. Аналіз геометричних показників двох центральних парків м. Лодзь показав, що обидва парки мають не дуже складну форму. Це дає змогу припустити, що на ці території рекреації вплив сусідніх антропогенних ландшафтів буде не значний, хоча вони і знаходяться майже у центрі міста, тобто рекреаційні зони м. Лодзь, які ми досліджували володіють певним набором цінних природно-рекреаційних ресурсів, умов для відпочинку та оздоровлення мешканців.

РЕКРЕАЦІЙНІ ЗОНИ, ЕКОЛОГІЧНІ ІНДЕКСИ, ФРАКТАЛЬНА РОЗМІРНІСТЬ,
ГЕОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ

ABSTRACT

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL STATE OF RECREATION FACILITIES IN THE CITY OF ŁÓDŹ, POLAND

Daria LEURDA

The qualification work "Evaluation of the ecological state of recreation facilities in the city of Lodz, Poland" contains 36 pages, 3 chapters, 2 tables, 2 figures, 2 formulas and 23 used sources.

The purpose of the work: To provide an ecological assessment of recreational areas of the city of Lodz using geometric indicators and ecological indices.

The relevance of the study is related to the analysis of the ecological state of recreational areas, which is an important task for ensuring the sustainable development of the urban environment and improving the quality of life of the population. Today, the most effective methods of researching recreational areas are the analysis of geometric characteristics of green areas, which provides a comprehensive assessment of their ecological potential, and this is an important aspect of ensuring the sustainable development of urban areas.

Objectives of the study. To evaluate the ecological optimality and the degree of sensitivity of recreational areas of the city of Lodz to anthropogenic factors, using geometric principles.

Methods. Field, cartographic and calculation methods of research.

The results. The analysis of the geometric parameters of the two central parks of Lodz showed that both parks have a not very complex shape. This allows us to assume that the influence of neighboring anthropogenic landscapes on these recreation areas will not be significant, although they are located almost in the center of the city, that is, the recreational areas of the city of Lodz, which we studied, have a certain set of valuable natural and recreational resources, conditions for recreation and rehabilitation of residents.

RECREATION AREAS, ENVIRONMENTAL INDICES, FRACTAL DIMENSION,
GEOMETRIC INDICATORS

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН	
МІСТА ЛОДЗЬ, ПОЛЬЩА	9
1.1. Екологічна оцінка м. Лодзь.....	9
1.2. Зелена структура м. Лодзь.....	11
1.3. Значення рекреаційних територій в урбанізованому середовищі.....	13
1.4. Рекреаційні території м. Лодзь	15
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН М. ЛОДЗЬ	21
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЩОДО ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН МІСТА ЛОДЗЬ.....	25
ВИСНОВКИ.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34

ВСТУП

Зелені зони є невід'ємною частиною міської екосистеми та відображають загальний екологічний стан території.

Вивчення динаміки екологічних показників у парках дозволяє оцінювати ефективність природоохоронних заходів у місті. Це дає можливість коригувати та покращувати природоохоронні стратегії.

Парки є важливим елементом зеленої інфраструктури міста, що забезпечує екологічні послуги для мешканців. Підтримка здорового екологічного стану парків сприяє стійкому розвитку міського середовища [1].

Стан паркових екосистем безпосередньо впливає на якість повітря, води та ґрунтів, що у свою чергу позначається на здоров'ї городян [2].

Серед екологічних показників, які використовуються для оцінки стану зелених зон часто використовують геометричні показники екологічної стійкості, такі як площа, конфігурація, розташування елементів [3].

Таким чином, вивчення екологічного стану парків є важливим завданням для забезпечення сталого розвитку міського середовища та покращення якості життя населення. А вивчення геометричних характеристик парків та інших зелених зон міста дає комплексну оцінку їх екологічного потенціалу, що є важливим аспектом забезпечення сталого розвитку міських територій. Також допомагає максимально зберегти біотичну складову, при цьому мінімізувати антропогенне навантаження.

Мета роботи: надати екологічну оцінку рекреаційних зон міста Лодзь з використанням геометричних показників та екологічних індексів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

1. Розглянути стан вивчення питання щодо екологічної якості об'єктів рекреації;
2. Проаналізувати стан зеленої інфраструктури м. Лодзь
3. Провести оцінку екологічної оптимальності території рекреаційних зон міста Лодзь;

4. Оцінити екологічну оптимальність території, використовуючи геометричні принципи;
5. Оцінити ступінь чутливості рекреаційних зон до антропогенних факторів та визначити території на яких сформовані сприятливі умови для існування біотичної складової.
6. Зробити висновки.

Об'єкт дослідження – рекреаційні зони міста Лодзь, Польща.

Предмет дослідження – екологічна якість об'єктів рекреації міста Лодзь.

Методи досліджень – польові, картографічні та розрахункові методи досліджень.

Для написання роботи використовувалися матеріали сучасної наукової, навчально-наукової, довідкової літератури, картографічних джерел, електронних ресурсів та особистих досліджень автора.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН МІСТА ЛОДЗЬ, ПОЛЬЩА

1.1. Екологічна оцінка м. Лодзь

Лодзь, третє за величиною місто Польщі. Екологічні проблеми у Лодзі, як і в багатьох інших великих містах Польщі, є предметом занепокоєння, особливо через проблеми з якістю повітря, управлінням відходами та забрудненням водних об'єктів.

Забруднення повітря. Лодзь – великий промисловий центр із розвинутою текстильною, хімічною та машинобудівною галузями. Викиди підприємств разом із вихлопними газами автотранспорту призводять до високого рівня забруднення повітря, особливо у центрі міста. Лодзь страждає від проблем з якістю повітря, зокрема взимку, коли спалювання вугілля для опалення значно підвищує рівень забруднення. Основними забруднювачами є дрібні тверді частинки (PM10 та PM2.5) та діоксид азоту. Ці забруднювачі можуть призводити до респіраторних захворювань та інших проблем зі здоров'ям [4].

Влада міста вживає заходів для скорочення викидів, зокрема, шляхом модернізації опалювальних систем, розвитку громадського транспорту та заохочення використання відновлюваних джерел енергії.

Забруднення ґрунтів

Історичне забруднення промисловими відходами та хімічними речовинами призвело до забруднення ґрунтів та підземних вод у Лодзі.

Проблемними є території колишніх промислових зон, де періодично виявляються перевищення допустимих рівнів важких металів, нафтопродуктів та інших токсичних речовин. Ведуться роботи з рекультивації забруднених земель та очищення підземних вод [4].

Забруднення водойм. Стічні води промислових підприємств та комунального господарства забруднюють річки Лодзі. Якість води в річках Нер та Лудка оцінюється як незадовільна. Потрібна модернізація очисних споруд [5].

Річка Лудка, яка проходить через місто, історично зазнавала забруднення через промислове використання та неадекватні системи очищення стічних вод. І хоча останнім часом ситуація покращилася завдяки європейським стандартам та інвестиціям у водоочисні технології, проблеми з водою все ще залишаються актуальними, особливо стосовно старих промислових зон.

Проблема відходів. Зі зростанням міста збільшується кількість побутових та промислових відходів. Існуючі полігони для сміття практично вичерпали свою ємність.

Лодзь досягла високих показників щодо сортування та переробки побутових відходів. Функціонує сучасний комплекс з термічної утилізації відходів, що дозволяє скоротити обсяги захоронення на полігонах.

Місцева влада працює над покращенням систем управління твердими відходами, включаючи рециклінг та компостування. Місто впроваджує більш строгі норми щодо сортування відходів та збільшує кількість пунктів збору для різних типів відходів. Ці зусилля спрямовані на зменшення обсягу відходів, які потрапляють на звалища. Проте, все ще існують проблеми з незаконними звалищами та нелегальним спалюванням відходів [4].

Шумове забруднення. Інтенсивний рух транспорту створює серйозне шумове навантаження, особливо вздовж головних магістралей міста.

Зелені зони та біорізноманіття. Лодзь має великі паркові зони та зелені насадження, які сприяють покращенню мікроклімату міста та забезпечують місця для відпочинку мешканців.

Розвиток зелених зон також важливий для підтримки біорізноманіття та адаптації до змін клімату. Лодзь має розвинену мережу парків, скверів та інших зелених зон, що становлять близько 40% території міста.

У місті ведуться роботи з відновлення та збереження міських лісів, водойм та інших природних об'єктів.

Проте, існують виклики щодо збереження біорізноманіття в умовах урбанізації. Ущільнювальна забудова та розширення доріг відбувається за рахунок міських парків та скверів. Нестача зелених насаджень негативно впливає на якість повітря та біорізноманіття [6].

Загалом, Лодзь, як і багато інших промислових міст Польщі, стикається з низкою екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням повітря, ґрунтів та вод. Проте, міська влада активно впроваджує заходи для покращення ситуації, і в місті спостерігається поступове покращення екологічних показників.

Для вирішення екологічних проблем у Лодзі реалізується низка програм: модернізація системи моніторингу якості повітря, переведення громадського транспорту на екологічне паливо, висаджування дерев, екологічна освіта населення. Однак багато проблем потребують довгострокових системних рішень.

1.2. Зелена структура м. Лодзь

Рослинність міста Лодзь у Польщі досить різноманітна, незважаючи на його статус промислового центру.

Загальна площа міських парків Лодзі становить 503,8 га, у місті їх понад 30. З них одинадцять парків внесено до реєстру пам'ятників. Частка зелених насаджень на площі міста становить приблизно 30% та відповідає європейським стандартам [7].

Найстаріший парк міста – Парк Шиманського, закладений у середині 19 століття. У ньому ростуть різні види дерев, включаючи в'язи, каштани та липи.

Парк Південний - великий міський парк з багатим видовим складом деревини, включаючи сосни, дуби, клени та інші.

Невеликі сквери та зелені зони вздовж вулиць, де можна зустріти липи, клени, горобини.

Місто оточене лісовими масивами, в основному змішаними та хвойними. Переважаючі породи – сосна, ялина, дуб, граб. Зустрічаються також береза, осика, вільха.

На околицях міста і в долинах річок є лугові спільноти з різнотрав'ям - ромашкою, конюшиною, волошки, злаками.

Уздовж багатьох міських магістралей висаджено дерева, переважно липи та клени, що виконують функції озеленення та захисту від шуму.

На територіях колишніх фабрик та заводів сформувалися вторинні лісові спільноти з березами, осинами, вербами.

У житлових районах Лодзі поширені приватні сади та городи з плодовими деревами, чагарниками та овочевими культурами.

У самому місті багато зелених насаджень, алей та скверів. Поширені липи, клени, каштани, горобини, глід, бузок, спірея та ін. Є квітники з однорічними та багаторічними рослинами.

Територією Лодзі протікають річки Нер і Лудка, навколо яких формуються прибережні фітоценози з вербами, вільхою, очеретом, рогозом, осокою.

Проте останніми роками спостерігалось деяке скорочення площі зелених насаджень через розвиток міської забудови [8].

Міська влада приділяє велику увагу розвитку зеленої інфраструктури – висаджуються нові дерева та чагарники, розбиваються квітники, упорядковуються сквери та двори. Реалізуються програми із озеленення вулиць.

Муніципалітет Лодзі реалізує різноманітні програми щодо збільшення та покращення міських зелених зон.

Основні напрямки - це створення нових парків, скверів та алей, відновлення старих насаджень, покращення догляду за зеленими просторами. Також заохочується озеленення приватних ділянок та дахів будівель.

Ключові проекти:

Створення "Зеленого кільця" навколо центру міста, що сполучає основні парки.

Перетворення занедбаних промислових територій на нові зелені зони.

Розвиток мережі велосипедних доріжок, що проходять через парки та сквери.

Організуються екологічні акції та суботники з посадки дерев. Мешканці беруть активну участь в обговоренні планів щодо озеленення міста.

Загалом Лодзь демонструє стійкий підхід до розвитку міських зелених насаджень, щоб зробити місто більш екологічним та комфортним для мешканців.

Мешканці також залучені до озеленення – вони беруть участь у посадках у дворах, дбають про зелень. Проводяться просвітницькі кампанії про користь рослин у місті.

Завдяки великій кількості зелені Лодзь стала більш привабливим та комфортним для життя містом, покращилася екологія. Хоча промислове минуле все ще дається взнаки, "зелена трансформація" Лодзі йде успішно.

Загалом рослинний світ Лодзі поєднує як природні лісові та лугові спільноти, так і штучні міські насадження, парки та сквери. Це створює сприятливу екологічну обстановку та покращує якість життя городян.

1.3. Значення рекреаційних територій в урбанізованому середовищі

Захист довкілля асоціюється скоріше з незайманими лісами, ніж із центром міста. Тим часом саме в містах, де навколишньому середовищу завдано серйозної шкоди, її статки впливають на життя тисяч людей.

Міста 21 століття все більше нагадують бетонні джунглі, де висотки та дороги тіснять природні ландшафти. У сучасному світі, де життя стає все більш інтенсивним та напруженим, міські рекреаційні зони відіграють

ключову роль у підтримці здоров'я та благополуччя городян. Дослідження показують, що наявність зелених рекреаційних зон у містах є вкрай важливою для здоров'я та благополуччя мешканців. Тому створення та збереження таких зон має бути пріоритетом для міської влади [1, 9].

По-перше, паркові зони в містах сприятливо впливають на здоров'я. Ці ділянки зелені як пропонують можливість відпочити і розслабитися, а й істотно впливають на фізичний і психічний стан людей. Численні дослідження доводять, що доступність зелених зон безпосередньо пов'язана з покращенням фізичного та психічного здоров'я городян. Регулярні прогулянки на свіжому повітрі підвищують імунітет, покращують сон, знижують ризик серцево-судинних захворювань та діабету. Можливість займатися спортом на свіжому повітрі, проводити час на відкритому повітрі та активно рухатися в зелених зонах допомагає запобігти безлічі захворювань, пов'язаних із сидячим способом життя та стресом. Регулярні прогулянки парками та скверами сприяють загальному оздоровленню організму. Крім того, контакт із природою благотворно впливає на когнітивні функції та сприяє профілактиці депресії [10].

По-друге, рекреаційні зони мають значення для психічного здоров'я городян. Зелені насадження, квіти, спів птахів, шум листя та звуки природи створюють атмосферу спокою та гармонії, сприяючи зниженню рівня стресу та підвищенню настрою. Проведення часу в природному середовищі дозволяє людям відволіктися від повсякденних турбот, покращує концентрацію уваги та сприяє психологічній релаксації.

В умовах постійної зайнятості, шуму та суєти міського життя, рекреаційні зони стають острівцями спокою, де люди можуть відпочити від щоденної рутини. Прогулянки парками, скверами та набережними допомагають знизити стрес, покращують настрій та сприяють відновленню душевних сил. Це особливо важливо для жителів мегаполісів, де високий ризик вигорання та емоційного виснаження [10].

Крім того, рекреаційні зони у містах сприяють зближенню людей, створенню єдності та творчої атмосфери у суспільстві. Громадські рекреаційні простори, такі як парки, сквери, площі та інші зелені території, стають місцями зустрічей, спілкування та взаємодії для городян, сприяють формуванню спільноти, обміну позитивними емоціями та зміцненню соціальних зв'язків.

Спільні прогулянки, спортивні заняття чи культурні заходи у парках сприяють розвитку почуття спільності та взаємодопомоги. Це особливо важливо для інтеграції різних соціальних груп та підвищення якості міського життя [11].

Рекреаційні зони не лише покращують якість життя людей, а й приносять користь навколишньому середовищу. Зелені насадження поглинають вуглекислий газ, виділяють кисень, знижують рівень шуму та пилу. Вони також допомагають регулювати температуру повітря, що є особливо актуальним в умовах глобального потепління. Таким чином, міські парки та сквери роблять внесок у підвищення екологічної стійкості [12].

Таким чином, рекреаційні зони у містах є невід'ємною частиною урбаністичного простору, яка відіграє важливу роль у забезпеченні здоров'я та благополуччя городян. Тому розвиток та збереження зелених територій у місті мають бути пріоритетом для сталого розвитку сучасних мегаполісів.

1.4. Рекреаційні території м. Лодзь

Місто Лодзь, розташоване в центральній частині Польщі, має різноманітні рекреаційні зони, які пропонують мешканцям та туристам безліч можливостей для відпочинку та активного проведення часу. Лодзь є одним із найзеленіших міст Польщі, з великою кількістю парків та скверів. Місто Лодзь відоме своїми історичними та культурними пам'ятками, а також доглянутими парками, які відіграють важливу роль в екосистемі міста та якості життя його мешканців [13].

Парк Понемунський (Poniatowski Park) – найбільший міський парк площею близько 45 га. Він пропонує мальовничі алеї для прогулянок, ставки, дитячі майданчики та спортивні об'єкти.

Він був заснований на початку ХХ століття та відрізняється вишуканим ландшафтним дизайном та архітектурними елементами. Парк включає безліч живописних алей, квіткових клумб, фонтанів і скульптур, які створюють унікальну атмосферу і приваблюють безліч відвідувачів. Тут часто проводяться виставки сучасного мистецтва, концерти та культурні заходи, що робить його не лише місцем для прогулянок, а й центром культурного життя міста. Крім того, Парк Понятовський відіграє важливу роль у збереженні історичної спадщини Лодзі та її природного багатства [14].

Лодзь асоціюється насамперед із постіндустріальними будинками, вулицею Петрківською та чудовою кіношколою. Зловмисні люди можуть бачити в ньому лише сірі блоки, забруднені полеглими відвідувачами банкету, але це місто може запропонувати набагато більше!

Лодзь відрізняється не лише атмосферою архітектурою та численними фресками, а й чудовим доступом до зелених зон. Міські парки – характерний елемент цього міста, що є не лише важливим природним елементом, а й місцем повсякденного відпочинку та релаксації мешканців [15].

Парки в Лодзі відрізняються чудовою забудовою – в них є інфраструктура не тільки для найменших, але й для молоді, власників домашніх тварин, фізично активних людей та людей похилого віку. Парки Лодзі все частіше стають місцем проведення культурних заходів, у тому числі концерти, фестивалі, кінопокази та заходи на відкритому повітрі. Квартира, розташована поруч із парком, є великою перевагою, незалежно від нашого віку та того, чим ми займаємося у вільний час [16].

Найстаріший парк Лодзі – парк Срудліська. Він заснований у 1840 році, а у 2015 році визнаний пам'яткою природи. Раніше це була болотиста місцевість, вкрита густим лісом, сьогодні територія все ще волога і включає великі заплави. У парку Срудліська є чарівні алеї, ставки і навіть острови.

Пейзаж доповнений красивими клумбами, стародавніми дубами, пам'ятками природи, скельною печерою, альтанками, чарівними пам'ятниками та пальмовим будиночком. Є ігровий майданчик для дітей та шахові столи для дітей старшого віку [16].

Найбільший парк Лодзі – Парк на Здровіу. Парк на Здровіу (Парк Юзефа Пілсудського, раніше також відомий як Народний парк) займає площу 188 га, тому вважається найбільшим парком міста та одним із найбільших парків Європи. До складу парку мали входити Зоологічний сад та Ботанічний сад, які зараз є окремими об'єктами, але вони органічно поєднуються з парком.

Парк на Здровіу - дуже доглянуте місце з численними алеями, великим і добре обладнаним ігровим майданчиком для дітей, кількома меншими ігровими майданчиками, місцем, що підходить для занять численними видами спорту, вигулом собак, альтанками, містками та стрічковим снарядами. Тут можна почитати книгу на одній із численних ослонів, організувати сімейний пікнік на доглянутій траві або відчувати ритм природи, повісивши гамак на багаторічні дерева. Частина парку (залишки колишнього Лодзінського лісу) охороняється як Костянтинівський заповідник «Полісся», тут також є дерева та групи дерев, визнані пам'ятками природи [17].

Поруч із парком Сродліска знаходиться Музей кінематографії та кінотеатр «Кінематограф», трохи далі надзвичайно атмосферне місце на карті Лодзі — Ксьонжі Млин.

Старомейський парк (також званий парком Следзь) був створений як четвертий міський садок у Лодзі. Раніше це було водосховище, зараз водна інфраструктура включає ставок і фонтан. У парку є сучасний майданчик і тренажерний зал на відкритому повітрі. Люди також можуть знайти пам'ятники, скульптури і сонячний годинник. Хоча це місце подобається мешканцям Лодзі, останніми роками воно отримало безліч коментарів, що підкреслюють його занедбаність. Старомейський парк ревіталізується, завдяки чому він поповниться новими парковими доріжками, майданчиком

для гри в бочці, роликовим катком, відкритим амфітеатром, ігровим майданчиком та фонтанами.

Популярна Мануфактура розташована поряд із Старомейським парком, а Пасаж Рози також знаходиться за кілька хвилин ходьби [17].

Парк культури та відпочинку імені Марії Конопницької – парк, названий на честь відомої польської поетеси. Тут можна знайти сади, озера, атракціони, місця для пікніків та проведення культурних заходів.

Парк імені Станіслав Сташиця – невеликий міський парк із чарівним ставком, прикрашеним плакучими вербами. Парк дуже постраждав під час Другої світової війни. Після війни парк упорядкували і скоротили його площу. В даний час в парку є прогулянкові доріжки, мала архітектура, пам'ятник Сташичу та дитячий майданчик. Поруч із парком. Станіслава Сташича знаходиться історична будівля колишньої школи Купецьких зборів – одна з перших бетонних будівель у Польщі.

Парк імені Адама Міцкевича (Юліановський парк) – це велика територія, що відрізняється мальовничими ставками, деревами та багатою рослинністю. Раніше у парку був палац та басейн з водою, а неподалік розташовувалися зоопарк та фруктовий сад. Юліанівський парк – дуже приваблива територія, багата різними пам'ятками – ігровими майданчиками для дітей, тренажерними залами на відкритому повітрі, столами для ракеток та пінг-понгу, баскетбольними майданчиками. Також є альтанка та місця для барбекю та пікніків. Алеї є чудовим місцем для прогулянок, їзди велосипедом або роликових ковзанах [15].

Парк імені Анджей Струга - один із найменших парків Лодзі. Раніше він оточував житлові будинки, але сьогодні вілла є просто покинутою будівлею. Після війни у житловому будинку розміщувалася школа, а на території парку діяв дитячий садок. Поруч із парком розташовувалися ставки з рибою, які засипали та збудували там житлові будинки. Хоча у парку немає водоймища, після дощів тут є мальовничий басейн, який відвідують качки.

Парк прикрашають різноманітні дерева, пагорб, алеї зі старими кленами та закриті споруди. У парку також є невеликий майданчик.

Зелена долина (Dolina Zielona) – природна зона вздовж річки Нер з мальовничими ландшафтами, стежками для пішоходів та велосипедистів, а також місцями для відпочинку.

Тут можна зустріти різні види птахів та рослин, що мешкають у прибережній зоні, що робить його популярним місцем для спостереження за дикою природою [16].

Парк також обладнаний спеціальними зонами для активного відпочинку, такими як велосипедні доріжки, що приваблює любителів спорту та активного способу життя.

Парк імені Фелікса Власова розташований у центральній частині Лодзі та займає значну територію, що складається з різноманітних ландшафтів, включаючи лісові масиви, ставки, галявини та квіткові клумби.

Парк служить не лише місцем відпочинку для городян, а й важливою ділянкою для збереження біорізноманіття. Тут мешкають різні види рослин та тварин, у тому числі рідкісні та вразливі.

На території парку також розташовані спортивні майданчики, дитячі майданчики та зони для пікніків, що робить його привабливим для відвідування сім'ями та дітьми.

Озеро Арнольда (Zalew Artura) – штучне водосховище, популярне місце для риболовлі, водних видів спорту та відпочинку на природі.

Ці та інші рекреаційні зони Лодзі пропонують міським мешканцям та гостям широкі можливості для активного та пасивного відпочинку, занять спортом, проведення дозвілля та знайомства з природою [17].

Парки в Лодзі відрізняються чудовою забудовою – в них є інфраструктура не тільки для найменших, але й для молоді, власників домашніх тварин, фізично активних людей та людей похилого віку. Парки Лодзі все частіше стають місцем проведення культурних заходів, у тому числі концерти, фестивалі, кінопокази та заходи на відкритому повітрі. Також ці

паркові зони є не тільки місцями відпочинку та розваг, але й важливими екологічними та культурними об'єктами. Вони сприяють збереженню природного біорізноманіття, покращують якість міського середовища та збагачують життя його мешканців. Подальші дослідження та зусилля щодо збереження та розвитку цих парків можуть допомогти забезпечити їх стійкість та доступність для майбутніх поколінь [16].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН М. ЛОДЗЬ

У ході роботи досліджувались рекреаційні зони м. Лодзь. Рекреаційні зони включають в себе парки, сквери та зелені зони.

Нами було проведено розрахунки геометричних показників двох парків м. Лодзь, які показують їх екологічну стійкість. Це Park im. Józefa Piłsudskiego (Na Zdrowiu), який є найбільшим парком у Лодзі та одним з найбільших у Європі. Площа парку складає 188 га. Другий парк, який ми оцінювали – це Парк Понемунський (Poniatowski Park) – міський парк площею близько 45 га.

Для розрахунку геометричних показників, які дають змогу з'ясувати екологічну стійкість двох обраних парків, які є найважливішими рекреаційними зонами м. Лодзь нами було використано деякі екологічні індекси.

Індекс форми ділянки - це показник, що характеризує форму та конфігурацію земельної ділянки, в нашому випадку це територія паркової зони. Він використовується з метою оцінки ефективності використання земельних ресурсів.

Якщо розглядати ефективність використання, то можна констатувати, що ділянки з більш компактною, правильною формою вважаються ефективнішими для використання. Це пов'язано з меншими витратами на освоєння, обробку та обслуговування таких ділянок.

Індекс форми ділянки використовується у землеустрої, містобудуванні, сільському господарстві, лісовому господарстві та інших областях. Він враховується під час проектування та планування.

Таким чином, індекс форми ділянки – це важливий показник, який дозволяє оцінити геометричні характеристики земельної ділянки та її придатність для ефективного використання.

Цей індекс ще називають коефіцієнт компактності (Compactness Ratio, CR) – це показник, який характеризує форму та компактність екологічної

системи. Коефіцієнт компактності показує, наскільки форма ділянки наближається до ідеальної. Ідеальною вважається територія, яка наближається до круглої. Форма кола вважається найбільш підходящою, оскільки вона скорочує протяжність кордонів рекреаційної зони і тим самим знижує кількість точок дотику до сусідніх антропогенних територій.

Цей індекс розраховується як відношення периметра ділянки до периметра кола, площа якого дорівнює площі ділянки. Значення ближче до 1 вказують більш компактну форму [18].

Коефіцієнт компактності (Compactness Ratio, CR) розраховується за формулою:

$$CR = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}} \quad (2.1)$$

де P – периметр ділянки;

A – площа ділянки

Значення $CR \geq 1$, чим ближче до 1, тим компактніша форма ділянки.

Чим ближче значення CR до 1, тим компактнішою і правильною є форма. Ділянки з компактнішою формою (низькі значення CR) вважаються більш ефективними для використання. Це обумовлено меншими витратами на освоєння, обробку та обслуговування таких ділянок.

Таким чином, коефіцієнт компактності або індекс форми ділянки є важливим показником, що дозволяє оцінити форму та придатність екологічної системи для ефективного використання. Більш компактні форми мають переваги з точки зору раціонального природокористування [19, 20].

При використанні коефіцієнту компактності, що показує відхилення конфігурації території, що охороняється від ідеальної (кола), нівелюються такі структурні характеристики, як протяжність кордонів (периметр) і величина площі, які дуже важливі для розуміння процесів, що відбуваються на природних територіях. Територія може мати однакові (або майже однакові)

індекси форми за величезної різниці площ. Тому доцільно звернутися до інших критеріїв, які відображали б і особливості форми, і своєрідність кордонів, і величину рекреаційної зони.

Важливими характеристиками, співвідношення яких дозволяє отримати інтегровані показники екологічного стану території є відношення довжини кордонів до площі і площі до довжини кордонів. Ці критерії близькі між собою, але один із них (P/A) більшою мірою характеризує територію з боку її лінійних параметрів, а другий (A/P) акцентує увагу на площі.

Перший критерій дозволяє судити про екологічну проникність кордонів. Якщо ділянки оточені несприятливими перетвореними ландшафтами, як це відбувається в урбанізованому середовищі, то відношення периметра до площі негативно впливає на популяції тварин. Збереження зникаючих видів стає особливо важким на територіях із високим співвідношенням периметра і площі, тобто. за великої протяжності кордонів в порівнянні із площею.

Значення територіальної структури рекреаційної зони для успішного збереження природних комплексів можна оцінити за іншим показником, саме стосовно площі до периметру — A/P . Він відбиває ступінь екологічної оптимальності території, отже, і природоохоронної цінності. Високий показник A/P говорить про найбільш сприятливі умови для існування видових популяцій тварин.

Крім індексу форми ділянки, існують і інші геометричні показники, що використовуються для оцінки екологічної стійкості.

Фрактальна розмірність (Fractal Dimension, FD) – це показник, який характеризує ступінь складності та порізаності кордонів та структури екологічних систем та ландшафтів [21].

Основні особливості фрактальної розмірності – це визначення складності. Фрактальна розмірність відображає, наскільки складною та нерегулярною є форма об'єкта. Чим вище значення FD, тим складнішою і фрагментованою є структура [22].

Фрактальна розмірність розраховується за такою формулою:

$$FD = 2 * \log(P) / \log(A) \quad (2.2)$$

де P – периметр об'єкта;

A – площа об'єкта.

Значення FD лежать у діапазоні від 1 (проста форма) до 2 (дуже складна форма).

Фрактальна розмірність використовується для кількісної оцінки складності кордонів та структури ландшафтів, екосистем, фрагментів місцеперебування. Вона відбиває ступінь просторової неоднорідності та фрагментованості екологічних систем. Вищі значення FD, як правило, свідчать про меншу стійкість екосистем. Складні, фрагментовані ландшафти більш уразливі до зовнішніх впливів.

Таким чином, фрактальна розмірність є важливим інструментом кількісної оцінки геометричної структури екологічних систем та її зв'язку з їх стійкістю.

Ці формули дозволяють кількісно оцінити геометричні характеристики екологічних систем та ландшафтів, що важливо для аналізу їхньої просторової структури, фрагментації та стійкості. Тобто ці показники в сукупності дають всебічну оцінку геометричної структури та просторової організації екологічних систем, що є важливим для аналізу їх стійкості.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЩОДО ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН МІСТА ЛОДЗЬ

Рекреаційні зони Лодзі виконують важливі соціальні, екологічні та оздоровчі функції, забезпечуючи високу якість життя для мешканців міста.

Аналіз геометричних показників парків та інших зелених зон міста надає важливу інформацію для оцінки екологічної стійкості міст [23].

Геометричні характеристики парків, їх розташування та зв'язність дозволяють оцінити цілісність та структуру "зеленого каркасу" міста. Це дає уявлення про екологічну інфраструктуру міста та її здатність забезпечувати екосистемні послуги.

Розміри, конфігурація та зв'язність паркових територій впливають на підтримку біорізноманіття рослин та тварин у місті. Аналіз цих параметрів допомагає оцінити потенціал міських зелених зон збереження біорізноманіття.

Площа, форма та розміщення парків впливають на їхню здатність регулювати мікроклімат, знижувати "теплові острови" та пом'якшувати наслідки зміни клімату. Оцінка геометричних характеристик дозволяє прогнозувати кліматичні ефекти міських зелених зон.

Геометричні параметри парків визначають їхню пропускну здатність, доступність та зручність для різних видів рекреаційної активності. Це впливає на здатність парків задовольняти потреби городян у відпочинку та оздоровленні.

Розміри, форма та зв'язність зелених зон визначають їх стійкість до різних антропогенних та природних навантажень (витоптування, забруднення, ерозія тощо). Аналіз цих показників допомагає оцінити екологічну стійкість міських екосистем.

Площа і периметр рекреаційних зон визначався в програмі Google Earth Pro за допомогою панелі «лінійка»

PARK PONIATOWSKIEGO. Це один з найпопулярніших парків Лодзі, був заснований у першому десятилітті 20 століття на території колишніх міських лісів. Раніше переважно ялиновий ліс використовувався місцевим населенням для відпочинку. Проект парку було замовлено мером міста у 1903 році. Було здійснено вирубування існуючого природного лісу та вирівнювання території. Проект парку передбачав створення відкритого простору з місцями для прогулянок пішоходів та широкими алеями для проїзду карет (так було до 1923 року, тому таких широких алей немає в жодному іншому парку в Лодзі). Зі сходу на захід розташовується відкритий простір з низинною зеленню. Решта території покрита деревами, деякі з яких є залишками міських лісів. У 1910 році парк зазнав навали диких кроликів, що завдало великих збитків і парк повністю обгородили. Під час Першої світової війни він був відкритий для відвідин. На той час через голод на його клумбах замість квітів вирощували картоплю. Нинішню назву парк отримав у 1917 році. У наступні роки було збудовано спортивні майданчики та організовано відпочинок для дітей, також було вирито ставок. Під час Другої світової війни німці закрили парк для відвідування місцевих жителів, вирубували велику частину хвойних дерев, які були залишками міських лісів, ліквідували багаторічний сад і побудували на його місці тенісні корти. Під час війни дно ставка також було зруйновано та відновлено лише у 1957 році. На території парку знаходяться два невеликі цвинтарі радянських та польських воїнів. Згодом паркова зона поступово скорочувалася. У 1970-х роках парк було прорізано широкою смугою нинішнього проспекту Міцкевича і тепер має прямокутну форму. З півночі він обмежений Ал. Міцкевича, південний кордон позначено вул. Паркова та Радваньська. Зі сходу до парку примикає Ал. Влокняржі, а із заходу – Жеромського – саме тут знаходиться найпредставніший вхід до парку. У парку понад 20 дерев визнано пам'ятниками природи, а весь парк внесено до реєстру пам'ятників.

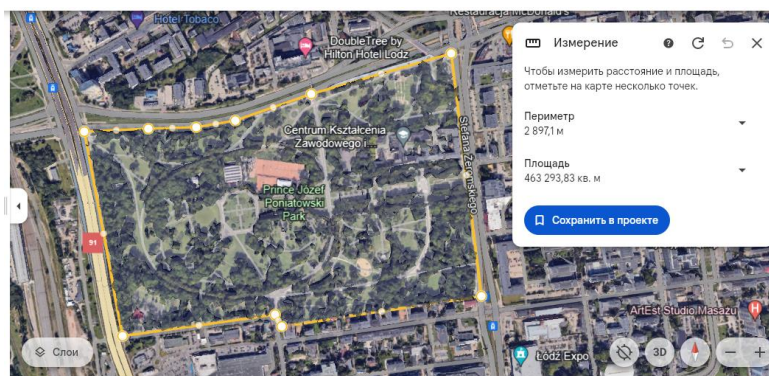


Рис. 3.1 - Розрахунок площі та периметру парку Понятовського

Park im. Józefa Piłsudskiego (Na Zdrowiu). Найбільший парк у Лодзі та один з найбільших у Європі займає площу 188 га. Він був побудований на землі, що колись належала міським лісам. Під час Першої світової війни площа лісів скоротилася приблизно із 400 га до 115 га. При створенні парку було зроблено спроби зберегти залишки природного лісу та організувати території, призначені для занять спортом та відпочинку. Цей характер парк зберіг і сьогодні.

Перші роботи з розвитку парку розпочалися у 1920-х роках. До 1928 року на цій території було посаджено майже 300 тисяч дерев, викопано ставки та розпочато роботи з організації спортивних майданчиків. У 1930-ті роки було відкрито зоопарк, завершено будівництво стадіону, Йорданського саду, стрільбища та парашутної вежі. Тоді ж було закладено перший у Лодзі дачний сад, що простягся вузькою смугою вздовж східного кордону парку, прямо біля залізничних колій. До складу парку також входив Ботанічний сад, побудований у 1960-х роках, який зараз є окремим об'єктом. Парк був спроектований у вигляді півкола зі сходу, що примикає до Ал. Люблінська унія. До західної частини прилягають вулиці Краківська та Кшеменецька. Парком проходить вулиця Костянтинівська.

Основна лісова частина парку складається з поширених порід дерев: сосни звичайної, берези повислої, дуба черешкового, граба і вільхи чорної, що ростуть у вологих місцях. Дендрологічний сад містить у своїй колекції рідкісні

сортів дерев, такі як ялина звичайна у різновиді змієподібної та вільха чорна у різновиді пілолистої. У парку можна зустріти зовсім екзотичні види дерев, що не зустрічаються в природі в цій кліматичній зоні, наприклад, тюльпанне дерево або кленовий платан.

В даний час парк та прилегла до нього територія називаються лісооздоровчим комплексом у Здрові. Крім парку, до його складу входять: ботанічний сад (найбільший у країні), зоопарк, дендрологічний сад, парк розваг, спортивні майданчики та заповідник «Полісся Костянтинівське».

У парку знаходяться дерева, що мають статус пам'яток природи, це береза повисла, бук звичайний, дуб червоний, дуб черешчастий, каштан білий, клен сріблястий, липа дрібнолиста, горіх кавказький, верба біла.

Ботанічний сад займає площу 64 га. Його поділено на 9 тематичних розділів: дендропарк, розділ польської флори, розділ лікарських і промислових рослин, розділ паркової зелені, японський сад, альпійський сад, розділ трав'янистих рослин, розділ біології рослин і розділ колекції декоративних рослин. На його території також спроектовано кілька навчальних маршрутів.

Зоопарк був заснований в 1938 році, Площу 16,4 га, має характер зеленого парку. Першим мешканцем зоопарку став олень, який забрів до центру міста і був спійманий. Зараз у зоопарку утримується близько 4000 тварин – представників 300 видів.

Заповідник «Константиновське Полісся» створено в 1930 році. Це перший заповідник у Польщі, створений у місті. На цій території охороняються фрагменти природного лісу – переважно дубово-грабового та байрачні ліси. Природною цікавинкою заповідника є плющ звичайний, який обвиває дерева, іноді досягає 20 м у висоту. На території є також пам'ятки природи: дуб черешчастий та вільха чорна.

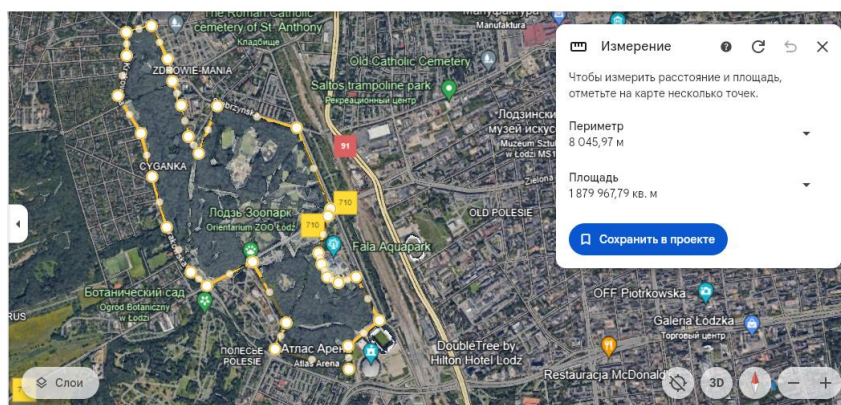


Рис. 3.2 - Розрахунок площі та периметру парку Na zdrowiu

Площа і периметр рекреаційних зон визначався в програмі Google Earth Pro за допомогою панелі «лінійка» (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

**Дані для розрахунку ступеня оптимальності форми
рекреаційних зон м. Лодзь**

Назва рекреаційної зони	Площа об'єкта (кв.м)	Периметр об'єкта (м)
Park Poniatowskiego	463293	2897
Park Na zdrowiu	1879968	8046

Розрахуємо коефіцієнти компактності (Compactness Ratio, CR) розраховується за формулою:

$$CR = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}}$$

де P – периметр парку;

A – площа парку

Для парку Na zdrowiu:

$$CR = \frac{8046}{2 \cdot \sqrt{3,14 \cdot 1879968}} = 1,66$$

Для парку Poniatowskiego:

$$CR = \frac{2897}{2 * \sqrt{3,14 * 463293}} = 1,2$$

Розрахунки коефіцієнту компактності показали, що парк Poniatowskiego має більш компактнішу та правильну форму ніж парк Na zdrowiu, тому його можна вважати більш ефективним для використання. Це обумовлено меншими витратами на освоєння, обробку та обслуговування.

Розрахунок екологічної оптимальності території представлено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

**Результати оцінки екологічної оптимальності території
рекреаційних зон міста Лодзь**

№ п/п	Назва рекреаційної зони	Коефіцієнт компактності	Відношення периметру до площі, P/A (га)	Відношення площі до периметру A/P (кв.км)
1	Park Poniatowskiego	1,2	63	159
2	Park Na zdrowiu	1,66	43	234

Як бачимо з тих розрахунків, для підтримання екологічної стійкості дуже важливим є площа рекреаційної зони. Park Poniatowskiego має більш оптимальний індекс форми ніж Park Na zdrowiu, який має більш подовжену форму, але інші екологічні показники, які пов'язані саме із площею та периметром (як місцем дотику з антропогенними територіями) говорять про більш екологічну стійкість саме парку Na zdrowiu.

Але треба зазначити, що і Park Poniatowskiego не зважаючи на свої невеликі розміри є цінним природним об'єктом у міському середовищі Лодзі, але для підтримки його екологічного стану на належному рівні потрібна

постійна робота зі збереження біорізноманіття, догляду за зеленими насадженнями та зниження негативних міських впливів.

Ще один показник, який характеризує ступінь складності та порізаності кордонів це фрактальна розмірність (Fractal Dimension, FD).

Фрактальна розмірність розраховується за такою формулою:

$$FD = 2 * \log(P) / \log(A)$$

де P – периметр об'єкта;

A – площа об'єкта.

Для парку Na zdrowiu:

$$FD = \frac{2 * \log(8046)}{\log(1879968)} = 1,25$$

Для парку Poniatowskiego:

$$FD = \frac{2 * \log(2897)}{\log(463293)} = 1,22$$

Значення FD лежать у діапазоні від 1 (проста форма) до 2 (дуже складна форма). Фрактальна розмірність відображає, наскільки складною та є форма об'єкта. Чим вище значення FD, тим складнішою і фрагментованою є структура.

За нашими розрахунками бачимо, що обидва парки мають не дуже складну форму. Це дає змогу припустити, що на ці території рекреації вплив сусідніх антропогенних ландшафтів буде не значний, хоча вони і знаходяться майже у центрі міста.

Наші розрахунки вказують на те, що при екологічній оцінці будь якої ізольованої території якими є рекреаційні зони у містах, як осередки збереження природного середовища треба застосовувати комплексний підхід та задіювати різні екологічні індекси. Тим самим можна отримати повну інформацію щодо екологічної стійкості зеленої зони і розрахувати кількість

заходів, які будуть спрямовані для підтримання рекреаційних зон та збереження природного різноманіття у містах.

Отже, комплексна оцінка цих показників дозволяє визначити ступінь антропогенного навантаження на парк та розробити заходи щодо її зниження та оптимізації рекреаційного використання.

ВИСНОВКИ

У ході роботи проведена екологічна оцінка якості об'єктів рекреації міста Лоздь, Польща за допомогою аналізу геометричних показників.

Отже, з проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Провівши екологічну оцінку оптимальності рекреаційних зон, встановили, що форми вказаних парків не є оптимальними. Розрахунки коефіцієнту компактності показали, що парк Poniatowskiego має більш компактнішу та правильну форму ніж парк Na zdrowiu, тому його можна вважати більш ефективним для використання. Це обумовлено меншими витратами на освоєння, обробку та обслуговування.

2. Park Poniatowskiego має більш оптимальний індекс форми ніж Park Na zdrowiu, який має більш подовжену форму, але інші екологічні показники, які пов'язані саме із площею та периметром (як місцем дотику з антропогенними територіями) говорять про більш екологічну стійкість саме парку Na zdrowiu.

3. Park Poniatowskiego не зважаючи на свої невеликі розміри є цінним природним об'єктом у міському середовищі Лодзі, але для підтримки його екологічного стану на належному рівні потрібна постійна робота зі збереження біорізноманіття, догляду за зеленими насадженнями та зниження негативних міських впливів.

4. Розрахунки фрактальної розмірності показують, що обидва парка мають не дуже складну форму. Це дає змогу припустити, що на ці території рекреації вплив сусідніх антропогенних ландшафтів буде не значний, хоча вони і знаходяться майже у центрі міста.

5. При екологічній оцінці рекреаційних зон міста, треба застосовувати комплексний підхід та задіювати різні екологічні індекси. Тим самим можна отримати повну інформацію щодо екологічної стійкості зеленої зони і розрахувати кількість заходів, які будуть спрямовані для підтримання рекреаційних зон та збереження природного різноманіття у містах.

СПИСОК ВИКОРИТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стафійчук В. І. Рекреологія : *навч. посіб.* Київ : Альтпрес, 2006. 264 с.
2. Коробейнікова Я. С. Екологічні проблеми туристично-рекреаційної діяльності. *Науково-технічний журнал.* Ів.-Франківськ : Івано-Франківський національний технічний університет, 2021. № 1(23). С. 124–134.
3. Рутинський М. Й. Метризація екологічних станів ландшафтних систем : *монографія.* Львів : Фенікс, 2002. 239 с.
4. Hąduński J., Aktywności mieszkańców Łodzi na rzecz ochrony środowiska. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 477, 2017. PP. 49-58.
5. Grygoruk M., Szulczewska B., Znaczenie zieleni w poprawie warunków hydrologicznych w mieście, [w]: *Zieleń, woda, infrastruktura techniczna – bez granic. Tom I. O znaczeniu zieleni w miastach*, B. Szulczewska, A. Stankowska (red.), Instytut Rozwoju Miast i Regionów, Warszawa-Kraków, 2020. PP. 38-46.
6. Cieszewska A. Zachowanie terenów cennych przyrodniczo w kształtowaniu struktury krajobrazu na poziomie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 21, 2008. PP. 239-250.
7. Koter, M. Kształtowanie się tkanki miejskiej Łodzi. *Łódź monografia miasta*, 2009. PP. 62–112.
8. Zachariasz A., *Zieleń jako współczesny czynnik miastotwórczy ze szczególnym uwzględnieniem roli parków publicznych.* Monografia: Politechnika Krakowska, tom 336. Kraków, 2006. PP. 32–90.
9. Царик Л. П., Позняк І. Б. До проблем озеленення і паркових комплексів у функціонуванні урбоєкосистеми Тернополя. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія.* № 1 (40). 2016. С. 263-270.

10. Кучерявий В. Озеленення населених місць: *підручник*. Львів: Світ. 2005. 456 с.
11. Черносова Т., Панкеева А., Мороз Н. Формування рекреаційних територій для дітей в урбанізованому середовищі. Містобудування та територіальне планування. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. Вип. 79, 2022. С. 434–445.
12. Гончарук Є.І. Комунальна гігієна : *підручник*. Київ : Здоров'я. 2006. 792 с.
13. Nowak Agnieszka, Jan Kuczyński. The Role of Urban Green Spaces in the Context of Sustainable Development: A Case Study of Lodz. Poland. Sustainability, 2020. PP. 68-84.
14. Kowalski Adam, et al. Evaluation of Urban Green Spaces in Lodz (Poland) in Terms of Providing Ecosystem Services. Sustainability, 2021. PP. 11-60.
15. Brzezińska-Wójcik Teresa, Barbara Młodawska. Assessment of Tree Stands in Selected Lodz Housing Estates as a Basis for Planning and Management of Green Areas. Sustainability, 2021. PP. 53-83.
16. Kowalski Adam, et al. Assessment of Recreational Potential of Urban Green Spaces in Lodz Using Multi-Criteria Analysis. Sustainability, 2021. PP. 54-12.
17. Łaskiewicz Edyta, Natalia Kolejka. The Importance of Green Spaces in Urban Areas—Case Study: Łódź, Poland. In Smart Cities—Opportunities and Challenges , 2019. PP. 219-229.
18. McGarigal K., & Marks, B. J. Fragstats : spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122 P.
19. Patton D. R. A diversity index for quantifying habitat "edge". Wildlife Society Bulletin, 1999. PP. 171-173.

20. Bogaert J., Ceulemans R., & Salvador-Van Eysenrode D. Decision tree algorithm for detection of spatial processes in landscape transformation. *Environmental management*, 2004. Vol. 33(1). PP. 62-73.
21. Mandelbrot B. B. *The fractal geometry of nature*. New York: WH freeman, 1983. Vol. 173. 495 p.
22. Milne, B. T. Measuring the fractal geometry of landscapes. *Applied mathematics and computation*, 1988. Vol. 27(1). PP. 67-79.
23. Кривицька І. А., Філатов В. М. Аналіз ступеня екологічної оптимальності форми рекреаційних зон міста Харкова. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XVI Всеукраїнських наукових Таліївських читань*. Харків : Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. 2020. С. 65 – 68.