

УДК 504:72:330.15 (477)

ENVIRONMENTAL IMPACT OF BUILDINGS

ЕКОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ БУДІВЕЛЬ

Lapinskyi S.V. / Лапінський С.В.

ORCID: 0009-0002-5796-7311

Hriyenko M. V. / Хрієнко М.В.

Zhuravska N. Y. / Журавська Н.С.

Ph.D, prof. //к.т.н., проф.

ORCID: 0000-0002-4657-0493

Kyiv National University of Construction and Architecture,

Kyiv, Air Force avenue, 31, 03037

Київський національний університет будівництва і архітектури,

Київ, проспект Повітряних Сил, 31, 03037

Abstract. Green building certification promotes increased responsibility in the construction industry to address the environmental impact of buildings, helps reduce the negative impact on the environment and improve the quality of life for residents. Also using life cycle analysis, a comprehensive approach to assessing the environmental impact of buildings throughout their life cycle.

Keywords: environmental problems, sustainable development, life cycle analysis.

Анотація. Сертифікація зеленого будівництва сприяє підвищенню для вирішення екологічного впливу будівель, відповідальності у будівельній галузі, допомагає зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та покращити якість життя мешканців. Також з використанням аналізу життєвого циклу, комплексного підходу до оцінки екологічного впливу будівель протягом усього їхнього життєвого циклу.

Ключові слова: екологічні проблеми, сталий розвиток, аналіз життєвого циклу.

Екологічні питання, в тому числі, через зростаючий вплив антропогенного фактору на довкілля є сьогодні та для майбутніх поколінь найактуальнішими. Одним з основних інструментів для оцінки та визнання зеленого будівництва є системи сертифікації: LEED, BREEAM, DGNB та інші, які допомагають визначити екологічні характеристики будівель і надають відповідні сертифікати. Сертифікація зеленого будівництва сприяє підвищенню екологічної відповідальності у галузях (будівництва та архітектури та інших), допомагає зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, покращити якість життя мешканців, використання аналізу життєвого циклу (LCA) є комплексним, необхідним підходом до оцінки екологічного впливу будівель протягом усього їхнього життєвого циклу, від видобутку сировини до кінцевої утилізації. LCA допомагає виявити та мінімізувати негативний вплив будівель на навколишнє середовище, забезпечуючи сталість та ефективність у будівництві [1-3].

Визначення екологічного впливу протягом усього життєвого циклу будівлі - аналіз життєвого циклу будівлі включає кілька етапів, кожен з яких має свої специфічні екологічні впливи. Основні етапи життєвого циклу будівлі включають: видобуток сировини: включає процеси видобутку та обробки сировинних матеріалів, таких як бетон, сталь, дерево та інші будівельні матеріали; на цьому етапі оцінюються витрати енергії та ресурсів, викиди парникових газів, забруднення води та ґрунту, а також вплив на екосистеми. Виробництво матеріалів: включає процеси виробництва будівельних матеріалів, таких як виготовлення цегли, панелей, вікон та дверей. Оцінюються витрати енергії, викиди шкідливих речовин, утворення відходів та використання води. Транспортування: включає транспортування сировини та будівельних матеріалів до будівельного майданчика. Оцінюється вплив транспортування на навколишнє середовище, включаючи викиди CO₂ та інших забруднюючих речовин. Будівництво: включає процеси зведення будівлі, такі як монтаж, зварювання, фарбування та інші будівельні роботи. Оцінюються витрати енергії, утворення відходів, вплив на місцеву екосистему та рівень шуму. Експлуатація: включає використання будівлі протягом її життєвого циклу, зокрема опалення, охолодження, освітлення, водопостачання та утилізацію відходів. Оцінюються витрати енергії, води, викиди парникових газів та утворення відходів. Демонтаж і утилізація: включає процеси демонтажу будівлі після завершення її життєвого циклу та утилізацію або переробку будівельних матеріалів. Оцінюються витрати енергії, утворення відходів, вплив на ґрунт та воду [4].

Методи та інструменти для проведення LCA вимагає застосування спеціалізованих методів та інструментів, які дозволяють комплексно оцінити всі етапи життєвого циклу. Основні методи та інструменти для проведення LCA включають: методологічні стандарти: для проведення LCA використовуються міжнародні стандарти, такі як ISO 14040 і ISO 14044. Ці стандарти визначають основні принципи, рамки та вимоги до проведення LCA, включаючи визначення меж системи, вибір методів оцінки та інтерпретацію результатів. Інвентаризаційний аналіз (LCI): цей етап включає збір і аналіз даних про всі

входи (ресурси, енергія) і виходи (викиди, відходи) на кожному етапі життєвого циклу будівлі. Інвентаризаційний аналіз є основою для подальшої оцінки впливу.

Оцінка впливу на навколишнє середовище (LCIA): цей етап включає оцінку потенційного впливу зібраних даних на різні категорії впливу, такі як глобальне потепління, виснаження ресурсів, забруднення повітря та води, вплив на біорізноманіття тощо. Для оцінки використовуються спеціалізовані моделі та індекси. Програмне забезпечення для LCA: для проведення LCA використовуються спеціалізовані програмні пакети, які полегшують збір даних, їх аналіз та інтерпретацію результатів. Найбільш поширеними програмами є SimaPro, GaBi та OpenLCA. Ці інструменти дозволяють моделювати різні сценарії, порівнювати альтернативні матеріали та технології, а також отримувати детальні звіти про екологічний вплив. Бази даних для LCA: використання великих баз даних, таких як Ecoinvent, які містять детальну інформацію про екологічні характеристики різних матеріалів та процесів, є важливим для точності LCA. Ці бази даних надають стандартизовану та перевірену інформацію, яка використовується для інвентаризаційного аналізу та оцінки впливу. Чутливість та невизначеність аналізу: для забезпечення надійності результатів LCA важливо проводити аналіз чутливості, який визначає, як зміни в початкових припущеннях і даних можуть вплинути на результати. Аналіз невизначеності дозволяє оцінити достовірність результатів та враховує можливі варіації у даних. Проведення аналізу життєвого циклу (LCA) дозволяє отримати повне уявлення про екологічний вплив будівель на всіх етапах їх життєвого циклу. Це сприяє прийняттю обґрунтованих рішень щодо вибору матеріалів, технологій та процесів, що мінімізують негативний вплив на навколишнє середовище та сприяють сталому розвитку у будівельній галузі [1-4].

Екологічна оцінка в міських умовах є важливим інструментом для розуміння та управління екологічними проблемами, які виникають у великих містах. Вона дозволяє виявляти основні джерела забруднення, оцінювати їхній

вплив на здоров'я людей і навколишнє середовище, а також розробляти стратегії для зменшення негативного впливу урбанізації. Забруднення повітря є однією з найбільш серйозних екологічних проблем великих міст. Воно спричинене викидами від транспортних засобів, промислових підприємств, будівництва та інших джерел. Основні забруднювачі повітря включають дрібні частинки (PM_{2.5} і PM₁₀), оксиди азоту (NO_x), діоксид сірки (SO₂), вуглекислий газ (CO₂) та леткі органічні сполуки (ЛОС). Ці забруднювачі можуть викликати серйозні захворювання дихальної та серцево-судинної системи, знижувати якість життя і скорочувати тривалість життя населення. Для оцінки рівня забруднення повітря в міських умовах використовуються різні методи, включаючи стаціонарні та мобільні вимірювальні станції, супутниковий моніторинг та моделювання якості повітря. Дані, зібрані цими методами, дозволяють ідентифікувати основні джерела забруднення, оцінити їхній вплив на здоров'я населення та розробити ефективні стратегії для зменшення рівня забруднення. Наприклад, міста можуть запроваджувати зони з обмеженим доступом для автомобілів, стимулювати використання громадського транспорту та електромобілів, а також впроваджувати технології очищення викидів на промислових підприємствах. Транспорт є одним з основних джерел забруднення повітря у великих містах. Викиди від автомобілів, автобусів, вантажівок та інших транспортних засобів включають CO₂, NO_x, CO, ЛОС та частинки. Крім того, транспортна система міст створює шумове забруднення, спричиняє затори та підвищує рівень стресу у мешканців. Екологічна оцінка транспортної системи включає аналіз кількості та типів транспортних засобів, їхніх викидів, використання палива, стану дорожньої інфраструктури та рівня шуму. Важливими аспектами також є доступність та ефективність громадського транспорту, розвиток велосипедних та пішохідних маршрутів. Для покращення екологічної ситуації міста можуть впроваджувати політики щодо зниження викидів від транспорту, такі як розвиток електричного та гібридного транспорту, створення зон з обмеженим доступом для автомобілів з високими викидами, а також стимулювання використання громадського транспорту, велосипедів та інших екологічно

чистих способів пересування [1-3].

Швидка урбанізація часто призводить до зменшення кількості зелених зон у містах, що має негативний вплив на екологію та якість життя мешканців. Зелені зони, такі як парки, сади, лісопарки та інші природні території, виконують важливі екологічні функції, включаючи очищення повітря, регулювання температури, зменшення шуму та створення сприятливого середовища для відпочинку та рекреації. Втрата зелених зон може призводити до підвищення температури в містах (ефект теплових островів), погіршення якості повітря, зниження біорізноманіття та погіршення психічного та фізичного здоров'я населення. Для оцінки стану зелених зон використовуються методи картографування, аерофотозйомки, супутникового моніторингу та польових обстежень. Дані про кількість, якість та доступність зелених зон дозволяють міській владі розробляти стратегії щодо збереження та розширення зелених територій. Для боротьби з негативними наслідками урбанізації міста можуть впроваджувати політики з озеленення, такі як створення нових парків та садів, захист існуючих зелених зон, впровадження зелених дахів та фасадів на будівлях, а також розробка програм з озеленення вулиць. Такі заходи сприяють поліпшенню екологічної ситуації, зменшенню впливу теплових островів, підвищенню якості повітря та води, а також створенню сприятливого середовища для життя і відпочинку мешканців. Екологічна оцінка міст є комплексним процесом, який дозволяє визначити рівень сталого розвитку міських територій та ідентифікувати основні екологічні проблеми. Для цього використовуються різні індекси і показники, які допомагають оцінити вплив міської діяльності на навколишнє середовище, а також роль громадських ініціатив і державної політики в досягненні екологічних цілей [1-5].

Екологічна оцінка міст включає застосування різноманітних індексів і показників, які дозволяють кількісно оцінити екологічний стан міських територій. Серед найпоширеніших індексів і підходів можна виділити Ecological Footprint (екологічний слід) та Urban Metabolism (міський метаболізм).

Екологічний слід є показником, який вимірює обсяг біологічних ресурсів, необхідних для підтримки життя та діяльності населення міста, порівняно з наявними ресурсами планети. Він включає споживання енергії, води, їжі, матеріалів, а також утворення відходів і викидів. Основні компоненти екологічного сліду включають: вуглецевий слід: вимірює викиди вуглекислого газу та інших парникових газів, пов'язаних з енергоспоживанням, транспортом, промисловістю та іншими джерелами. Водний слід: оцінює обсяг прісної води, спожитої для побутових, промислових і сільськогосподарських потреб. Слід землекористування: Вимірює площу землі, необхідну для виробництва продуктів харчування, житла, інфраструктури та інших потреб. Екологічний слід дозволяє містам визначити, наскільки їхня діяльність є стійкою з точки зору використання ресурсів, і розробити стратегії для зменшення свого впливу на навколишнє середовище. Міський метаболізм (Urban Metabolism) є концепцією, яка розглядає місто як організм, що споживає ресурси і виробляє відходи. Цей підхід дозволяє комплексно оцінити потоки енергії, матеріалів, води та відходів у місті. Основні компоненти міського метаболізму включають: споживання енергії: оцінка обсягів енергії, спожитої для опалення, охолодження, освітлення, транспорту та інших потреб. Матеріальні потоки: вимірювання обсягів матеріалів, таких як будівельні матеріали, продукти харчування, товари та їхні потоки через місто. Водні потоки: оцінка споживання води, утворення стічних вод та їхнього очищення. Утворення відходів: вимірювання обсягів твердих побутових відходів, промислових відходів та їхньої переробки або утилізації. Міський метаболізм дозволяє визначити ефективність використання ресурсів у місті, виявити проблемні зони та розробити заходи для оптимізації ресурсокористування [3].

Ефективна екологічна оцінка міст потребує активної ролі, участі громадських ініціатив та підтримки з боку державної політики. Роль цих двох складових є ключовою у впровадженні сталих практик і покращенні екологічного стану міст. Громадські ініціативи є важливим рушієм змін у напрямку сталого розвитку. Вони включають різноманітні форми активності

громадян, організацій та місцевих спільнот, спрямовані на вирішення екологічних проблем. Основні напрями громадських ініціатив включають: просвітницька діяльність: організація кампаній з підвищення обізнаності населення про екологічні проблеми та способи їх вирішення. Волонтерські програми: залучення громадян до участі у заходах з озеленення, прибирання, сортування відходів та інших екологічних акцій. Підтримка сталого споживання: популяризація практик зменшення споживання ресурсів, повторного використання, переробки та компостування. Лобювання екологічних політик: вплив на рішення місцевих органів влади щодо впровадження сталих практик і розробки екологічних програм. Громадські ініціативи сприяють створенню культури сталого розвитку та підвищують відповідальність громадян за збереження навколишнього середовища. Державна політика відіграє ключову роль у забезпеченні сталого розвитку міст, включає розробку та впровадження законодавчих, регуляторних та фінансових механізмів, які сприяють зменшенню екологічного впливу міської діяльності. Основні напрями державної політики: екологічне законодавство: встановлення норм і стандартів щодо викидів забруднюючих речовин, споживання ресурсів, управління відходами та охорони природних територій. Фінансова підтримка: надання грантів, субсидій та пільгових кредитів для впровадження сталих технологій, енергоефективних проєктів та екологічних ініціатив. Планування та зонування: впровадження принципів сталого розвитку у міське планування, зокрема розширення зелених зон, розвиток громадського транспорту та інфраструктури для пішоходів і велосипедистів. Екологічний моніторинг: забезпечення систематичного моніторингу стану навколишнього середовища, збирання та аналізу даних для оцінки ефективності екологічних заходів та прийняття обґрунтованих рішень [4-5].

Таким чином, співпраця між громадськими ініціативами та державною політикою є критичною для досягнення сталого розвитку міст, активна участь громадськості у прийнятті рішень та реалізації екологічних програм забезпечує їхню ефективність та сприяє створенню сталого і здорового міського

середовища та міського планування – як фундаментальної основи для впровадження зеленого будівництва по вирішенню екологічних проблем.

Література:

1. Фонд Енергоефективності України. - [Електронний ресурс]. – URL: <https://eefund.org.ua/>(Дата звернення 13.05.2024).
2. Аналітичний звіт «Енергоефективність у “зеленому” відновленні». - [Електронний ресурс]. – URL: <https://dixigroup.org/analytic/analitychnyj-zvit-energoefektyvnist-u-zelenomu-vidnovlenni-najkrashhi-praktyku-ta-mozhlyvosti-dlya-ukrayiny/>(Дата звернення 13.05.2024).
3. Проект концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року. - [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/prezentovano-proekt-konceptsiyi-zelenogo-energetichnogo-perehodu-ukrayini-do-2050-roku>(Дата звернення 13.05.2024).
4. Енергоефективність. - [Електронний ресурс]. – URL: <https://zpr.gov.ua/uk/page/energoefektivnist>(Дата звернення 13.05.2024).
5. Що таке енергоефективність і як її впроваджувати. - [Електронний ресурс]. – URL: <https://ecoaction.org.ua/shcho-take-ee.html>(Дата звернення 13.05.2024).

Scientific supervisor: Ph.D., prof. Zhuravska N.

sent: 15.05.2024

© Zhuravska N.