

А. Й. Клещов,
к. т. н, докторант кафедри смарт-економіки,
Київський національний університет технологій та дизайну;
Національний координатор проєкту, Організація Об'єднаних Націй з промислового розвитку
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9412-4156>

DOI: 10.32702/2306-6814.2024.19.90

ВІДПОВІДНІСТЬ ІНДИКАТОРІВ ЕКОІНДУСТРІАЛЬНИХ ПАРКІВ ВИМОГАМ КОМПАНІЙ ДО ПРОМИСЛОВИХ ПЛОЩАДОК

A. Kleshchov,
PhD in Technical Sciences, Doctoral candidate of the Department of Smart Economics,
Kyiv National University of Technology and Design;
National Project Coordinator, United Nations Industrial Development Organisation

COMPLIANCE OF ECO-INDUSTRIAL PARKS INDICATORS WITH THE REQUIREMENTS OF COMPANIES FOR INDUSTRIAL SITES

Дослідження присвячене оцінці відповідності індикаторів екоіндустріальних парків вимогам промислових компаній щодо виробничих майданчиків. Основною метою роботи є визначення ключових показників, які необхідні для забезпечення сталого розвитку промислових підприємств та відповідності вимогам до ресурсоефективності, екологічної відповідальності та енергозбереження. Методологія дослідження базується на аналізі існуючих стандартів екоіндустріальних парків і відповідності вимогам міжнародних компаній, таких як Volkswagen, Toyota та Apple. Такі компанії, як Volkswagen та Apple, акцентують увагу на вуглецево-нейтральному виробництві, енергоефективності та використанні відновлюваних джерел енергії на 100%, тоді як Toyota підкреслює ощадливе виробництво та оптимізацію використання ресурсів. Основні результати вказують на наявність значних можливостей для впровадження індустріальної симбіози і циркулярної економіки в рамках екоіндустріальних парків. Наукова новизна полягає у визначенні рівня відповідності вимог великих промислових компаній з показниками, встановленими для екоіндустріальних парків. Висновки дослідження демонструють можливості впровадження стандартів екоіндустріальних парків для зниження екологічного впливу та підвищення економічної вигоди.

This study focuses on evaluating the compliance of eco-industrial park indicators with the requirements of major companies concerning industrial sites. The primary objective of the study is to identify key indicators essential for ensuring sustainable industrial development and meeting the growing demands for resource efficiency, environmental responsibility, and energy conservation. The methodology adopted in this study is based on a comprehensive analysis of existing eco-industrial parks' standards and their alignment with the operational and sustainability requirements of global companies such as Volkswagen, Toyota, and Apple. The study involved a detailed assessment of

these companies' expectations from industrial sites, particularly focusing on the adoption of circular economy practices, the integration of renewable energy sources, and strategies to reduce pollution. The findings reveal opportunities for the implementation of industrial symbiosis and circular economy concepts within eco-industrial parks, offering both environmental and economic benefits. Companies like Volkswagen and Apple prioritize carbon-neutral production, energy efficiency, and the use of 100% renewable energy in their operations, while Toyota emphasizes lean manufacturing and optimizing resource use. The analysis shows that while current EIP indicators meet several of these requirements, there are still gaps, particularly in the integration of advanced environmental technologies, renewable energy, and effective waste management practices. Furthermore, the diversity of industries within eco-industrial parks offers significant potential for symbiotic relationships, where the waste from one company can serve as a resource for another, enhancing overall efficiency. The scientific novelty of this research lies in the identification of a level of compliance between the operational requirements of leading industrial corporations and the existing eco-industrial parks' indicators, highlighting areas for improvement and development. This approach emphasizes the need to enhance eco-industrial park frameworks to ensure a higher degree of alignment with corporate sustainability objectives. The conclusions drawn from the research demonstrate that the implementation of eco-industrial park standards can substantially reduce environmental impacts, improve operational efficiency, and create additional economic value for companies operating within such parks. This study also highlights the importance of renewable energy integration and resource optimization to meet the stringent environmental goals set by companies in their pursuit of sustainability. The extended findings suggest that future research should focus on further refining and optimizing these eco-industrial parks' indicators to ensure their full alignment with global corporate sustainability strategies. Additionally, greater attention should be given to the broader adoption of eco-industrial practices across various sectors, particularly in developing countries where the potential for sustainable industrial development is vast. The outcomes of this research contribute to the growing body of knowledge on sustainable industrial practices and provide a strategic framework for policymakers and industry leaders to implement more effective and environmentally responsible industrial park systems globally.

*Ключові слова: індустріальні парки, виробничі площадки, вимоги, індикатори, Відповідність.
Key words: Industrial parks, Manufacturing sites, Requirements, Indicators, Compliance.*

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ

Стаття спрямована на вирішення проблеми недостатньої відповідності промислових площадок вимогам сталого розвитку та екологічної відповідальності, що висувуються міжнародними компаніями. Зокрема, йдеться про перетворення існуючих промислових зон на екоіндустріальні парки, які відповідають критеріям циркулярної економіки, енергоефективності та мінімізації відходів.

МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є визначення відповідності показників екоіндустріальних парків вимогам міжнародних компаній щодо ресурсоефективності, зниження екологічного впливу та підвищення економічної вигоди для промислових майданчиків..

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Методика дослідження передбачає проведення порівняльного аналізу вимог до промислових майданчиків великих міжнародних компаній та індикаторів екоіндустріальних парків. Спочатку було проведено аналіз існуючих

ючих стандартів і вимог екоіндустріальних парків (ЕІП), після чого здійснено зіставлення цих стандартів з вимогами компаній, таких як Volkswagen, Toyota, Apple, Samsung та Foxconn. У процесі дослідження використовувалися дані з офіційних звітів компаній та наукових джерел, а також проводився аналіз ефективності впровадження індустріального симбіозу.

Автори [1] визначили, що ЕІП вимагають відповідності певним екологічним, економічним та соціальним критеріям від промислових площадок. По-перше, промислові підприємства мають забезпечити ефективне використання ресурсів, включно з енергією, водою та матеріалами, з метою мінімізації відходів та негативного впливу на навколишнє середовище. По-друге, важливою вимогою є наявність спільної інфраструктури для переробки відходів і оптимізації енергетичних потоків між підприємствами. Соціальні критерії передбачають дотримання умов безпеки працівників та забезпечення сприятливих умов праці. З боку керуючої компанії, промислові зони повинні дотримуватися прозорих принципів корпоративної відповідальності та включати участь усіх зацікавлених сторін. Крім того, важливо, щоб промислові площадки відповідали національним та міжнародним стандартам екологічної сертифікації. Для

Таблиця 1. Компанії із найбільшим обсягом оборотних коштів

Компанія	Вартість/Фінансові показники	Посилання
Volkswagen Group	Виручка: \$295.8 млрд (2023)	[6]
Toyota Motor Corporation	Виручка: \$275.4 млрд (2023)	[7]
Apple Inc.	Виручка: \$394.3 млрд (2023)	[8]
Samsung Electronics	Виручка: \$244.3 млрд (2023)	[9]
Foxconn (Hon Hai Precision Industry Co., Ltd.)	Виручка: \$220.7 млрд (2023)	[10]

Джерело: сформовано автором за даними з [6—10].

Таблиця 2. Вимоги компаній до промислових площадок

Компанія	Вимога	Посилання
Volkswagen Group	Циркулярна економіка та екологічні ініціативи	[11]
	Використання передових технологій для зменшення впливу на довкілля	[12]
Toyota Motor Corporation	Ощадливе виробництво та ефективне використання ресурсів	[13]
	Використання відновлюваних джерел енергії	[14]
	Соціальна відповідальність та екологічна свідомість	[15]
Apple Inc.	Вуглецево-нейтральне виробництво	[16]
	Використання 100% відновлюваної енергії в усіх виробничих процесах	[17]
Samsung Electronics	Екологічне управління ресурсами	[18]
	Інтеграція технологій для зменшення впливу на довкілля	[19]
Foxconn	Ощадливе виробництво та контроль якості	[20]
	Використання передових технологій для забезпечення стійкості	[21]

Джерело: сформовано автором за даними з [11—21].

моніторингу результатів впроваджуються мінімальні вимоги та індикатори, що постійно удосконалюються. Останнім критерієм є відповідність законодавчим нормам, що забезпечують контроль і стимулювання екоіндустріальних ініціатив.

В роботі [2] встановлено, що вимоги до промислових майданчиків для створення ЕІП полягають у забезпеченні умов для ефективної взаємодії підприємств шляхом обміну ресурсами, енергією та відходами. Основним критерієм є можливість впровадження індустріального симбіозу, який дозволяє мінімізувати відходи і зменшити споживання природних ресурсів. Промислові майданчики повинні мати доступ до інфраструктури, що дозволяє впроваджувати принципи циркулярної економіки, включаючи систему переробки та повторного використання матеріалів. Важливим аспектом є наявність кластерів підприємств, які можуть формувати замкнуті виробничі цикли. Визначальним фактором є також ступінь підключеності між підприємствами, що впливає на стабільність і стійкість мережі. Екологічні характеристики майданчика, зокрема використання відновлюваних джерел енергії та зменшення викидів, мають вирішальне значення.

Згідно з дослідженням [3], ЕІП ставлять низку вимог до промислових площадок, які прагнуть впровадити концепції циркулярної економіки та сталого розвитку. По-перше, площа повинна підтримувати інтеграцію систем виробництва, таких як аквапоніка, що поєднує аквакультуру та гідропоніку для ефективного використання ресурсів. Важливою умовою є наявність систем утилізації відходів, таких як анаеробне зброджування, для мінімізації зовнішніх

ресурсів і перетворення внутрішніх потоків відходів на добрива. Додатково, промислові площадки повинні забезпечувати відповідний рівень самозабезпеченості азотом і фосфором, а також максимально можливу енергоефективність. Зокрема, ефективність використання води має сягати 88%, а зниження викидів вуглецю — у 6,7 разів порівняно з традиційними системами. Основний виклик полягає у досягненні балансу між мінімізацією відходів та максимальним використанням внутрішніх ресурсів для стабільного функціонування систем.

Автори [4] зазначають, що ЕІП висувають вимоги до промислових площадок для ефективного управління органічними відходами, особливо в умовах швидкої урбанізації. Насамперед, площадки повинні підтримувати інтеграцію синергійної системи обробки відходів для досягнення цілей "нульових відходів" та низьковуглецевої економіки. Використання анаеробного зброджування та компостування є ключовими вимогами для мінімізації забруднення та підвищення енергоефективності. Важливим критерієм є здатність промислових площадок знижувати вплив транспортування відходів та забезпечувати вторинне використання відновлених ресурсів, таких як електроенергія. Економічні вигоди від синергійної системи вдвічі перевищують вигоди від незалежних підходів до обробки. Окрім того, ефективність використання ресурсів та зниження викидів можуть досягати 38,8—88,2%, що підвищує екологічну стійкість регіону.

В роботі [5] встановлено, що ЕІП висувають чіткі вимоги до промислових площадок, що стосуються ефективного використання ресурсів, зменшення забруднен-

ня та інтеграції відновлюваної енергії. Однією з основних вимог є можливість впровадження індустріального симбіозу, що дозволяє використовувати відходи одних підприємств як ресурси для інших. Критичними є також наявність сучасної інфраструктури для очищення води, управління відходами та мінімізації викидів. Вимоги екоіндустріальних парків передбачають зниження експлуатаційних витрат завдяки покращенню енергоефективності та використанню відновлюваних джерел енергії. Промислові площадки повинні відповідати міжнародним екологічним стандартам та критеріям соціальної відповідальності. Аналіз показників ефективності вказує на значний потенціал для зниження негативного екологічного впливу та зростання економічної вигоди.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для визначення відповідності вимог, яким слідують ЕІП, та вимог, виконання яких є критеріями вибору промислових площадок серед великих компаній, визначено основні тренди серед компаній із найбільшим обсягом оборотних коштів, Таблиця 1.

Для ідентифікованих в Таблиці 1, компаній визначено їхні вимоги до промислових площадок, Таблиця 2.

Результати дослідження показують, що індикатори ЕІП частково відповідають вимогам компаній до промислових майданчиків, проте існують значні можливості для вдосконалення. Наприклад, Volkswagen акцентує увагу на необхідності впровадження принципів циркулярної економіки та передових технологій для зниження екологічного впливу, що збігається з індикаторами ЕІП щодо переробки відходів та енергоефективності. Toyota також має високі вимоги до ощадливого виробництва та використання відновлюваних джерел енергії, що відповідає принципам ЕІП. Однак існують певні розбіжності, зокрема, щодо соціальної відповідальності та інтеграції передових технологій для моніторингу екологічного впливу. Apple, наприклад, прагне досягти повної вуглецевої нейтральності в своїх виробничих процесах, що потребує більш жорстких вимог до промислових площадок щодо використання 100% відновлюваних джерел енергії. Аналіз вимог компаній до промислових площадок (Таблиця 2) показує, що більшість з них орієнтовані на інтеграцію передових екологічних технологій, енергоефективність та зменшення впливу на довкілля. Це підтверджує необхідність подальшого вдосконалення індикаторів ЕІП для повної відповідності вимогам міжнародних компаній. Впровадження таких заходів дозволить суттєво знизити операційні витрати, підвищити екологічну відповідальність та сприяти переходу до циркулярної економіки.

ВИСНОВКИ

Наукова новизна дослідження полягає визначенні рівня відповідності вимог великих промислових компаній з індикаторами ЕІП. Теоретичне значення полягає у визначенні ключових розбіжностей між вимогами компаній та стандартами ЕІП, що дає змогу розробити рекомендації щодо їх вдосконалення. Практичне значення полягає у використанні отриманих результатів для підвищення ефективності управління промисловими

площадками та зниження екологічного впливу. Перспективи подальших досліджень включають розробку більш детальних показників для моніторингу відповідності вимогам екологічної відповідальності та енергоефективності.

Література:

- Massard, G., Leuenberger, H. and Dong, T. D. (2018), "Standards requirements and a roadmap for developing eco-industrial parks in Vietnam", *Journal of Cleaner Production*, vol. 188, pp. 80—91.
- Genc, O. and Kurt, A. (2024), "Mimicking nature to design eco-industrial parks: Exploring the influence of connectance on industrial network optimization", *Journal of Cleaner Production*, vol. 475, 143704.
- de Korte, M., Bergman, J., van Willigenburg, G. and Keesman, K. J. (2024), "Towards a zero-waste aquaponics-centered eco-industrial food park", *Journal of Cleaner Production*, vol. 454, 142109.
- Wang, Q., Duan, H., Miao, Q., Li, H., Liu, J., Wang, N. and Xu, Q. (2023), "Environmental and economic impact assessment of synergistic organic-waste treatment strategies in eco-industrial parks: A pilot-scale case study in Shenzhen, China", *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 103, 107250.
- Bilyaminu, A. M., Rene, E. R., Pandey, A., Babel, S., Clement, Q. B., James, A. and Hernandez, H. G. (2024), "Industrial symbiosis and eco-industrial transformation opportunities for environmental protection in Nigeria", *Sustainable Production and Consumption*, vol. 49, pp. 219-235.
- Volkswagen AG Annual Report 2023. (2024), "Volkswagen AG", available at: <https://annual-report2023.volkswagen-group.com/consolidated-financial-statements/income-statement.html> (Accessed 22 Sept 2024).
- Toyota Motor Corporation (2024), "Toyota Motor Corporation Annual Report 2023", available at: https://global.toyota/pages/global_toyota/ir/library/annual/2023_001_integrated_en.pdf (Accessed 22 Sept 2024).
- Apple Inc. (2024), "Apple Inc. Annual Report 2023", available at: <https://app.stocklight.com/stocks/us/nasdaq-aapl/apple/annual-reports/nasdaq-aapl-2023-10K-231373899.pdf> (Accessed 22 Sept 2024).
- Samsung Electronics (2024), "Samsung Electronics Annual Report 2023", available at: https://images.samsung.com/is/content/samsung/assets/global/ir/docs/2023_4Q_Interim_Report.pdf (Accessed 22 Sept 2024).
- Hon Hai Precision Industry Co., Ltd (2024), "Hon Hai Precision Industry Co. Annual Report 2023", available at: <https://www.foxconn.com/en-us/press-center/press-releases/latest-news/1299> (Accessed 22 Sept 2024).
- Volkswagen AG (2024), "Circular Economy and Environmental Initiatives at Volkswagen", available at: <https://www.volkswagenag.com/en/sustainability.html> (Accessed 22 Sept 2024).
- Volkswagen AG (2024), "Environmental Strategy at Volkswagen", available at: <https://www.volkswagenag.com/en/environment.html> (Accessed 22 Sept 2024).

13. Toyota Motor Corporation (2024), "The Toyota Way and Lean Manufacturing", available at: https://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/ (Accessed 22 Sept 2024).

14. Toyota Motor Corporation (2024), "Sustainability and Renewable Energy", available at: <https://www.toyota-global.com/sustainability/environment/energy.html> (Accessed 22 Sept 2024).

15. Toyota Motor Corporation (2024), "Corporate Social Responsibility", available at: https://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/csr/ (Accessed 22 Sept 2024).

16. Apple Inc. (2024), "Apple's Carbon Neutrality Strategy", available at: <https://www.apple.com/environment/> (Accessed 22 Sept 2024).

17. Apple Inc. (2024), "100% Renewable Energy in Production", available at: <https://www.apple.com/environment/renewable-energy/> (Accessed 22 Sept 2024).

18. Samsung Electronics (2024), "Environmental Management at Samsung", available at: <https://www.samsung.com/global/sustainability/environment/> (Accessed 22 Sept 2024).

19. Samsung Electronics (2024), "Integrating Technology for Environmental Impact Reduction", available at: <https://www.samsung.com/global/sustainability/technology/> (Accessed 22 Sept 2024).

20. Foxconn (2024), "Lean Manufacturing and Quality Control at Foxconn", available at: <https://www.foxconn.com/en-us/sustainability> (Accessed 22 Sept 2024).

21. Foxconn (2024), "Advanced Technology for Sustainability at Foxconn", available at: <https://www.foxconn.com/en-us/technology> (Accessed 22 Sept 2024).

References:

1. Massard, G., Leuenberger, H. and Dong, T. D. (2018), "Standards requirements and a roadmap for developing eco-industrial parks in Vietnam", *Journal of Cleaner Production*, vol. 188, pp. 80—91.

2. Genc, O. and Kurt, A. (2024), "Mimicking nature to design eco-industrial parks: Exploring the influence of connectance on industrial network optimization", *Journal of Cleaner Production*, vol. 475, 143704.

3. de Korte, M., Bergman, J., van Willigenburg, G. and Keesman, K. J. (2024), "Towards a zero-waste aquaponics-centered eco-industrial food park", *Journal of Cleaner Production*, vol. 454, 142109.

4. Wang, Q., Duan, H., Miao, Q., Li, H., Liu, J., Wang, N. and Xu, Q. (2023), "Environmental and economic impact assessment of synergistic organic-waste treatment strategies in eco-industrial parks: A pilot-scale case study in Shenzhen, China", *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 103, 107250.

5. Bilyaminu, A. M., Rene, E. R., Pandey, A., Babel, S., Clement, Q. B., James, A. and Hernandez, H. G. (2024), "Industrial symbiosis and eco-industrial transformation opportunities for environmental protection in Nigeria", *Sustainable Production and Consumption*, vol. 49, pp. 219—235.

6. Volkswagen AG Annual Report 2023. (2024), "Volkswagen AG", available at: [https://annual-report2023.volkswagen-group.com/consolidated-financial-](https://annual-report2023.volkswagen-group.com/consolidated-financial-statements/income-statement.html)

[statements/income-statement.html](https://annual-report2023.volkswagen-group.com/consolidated-financial-statements/income-statement.html) (Accessed 22 Sept 2024).

7. Toyota Motor Corporation (2024), "Toyota Motor Corporation Annual Report 2023", available at: https://global.toyota/pages/global_toyota/ir/library/annual/2023_001_integrated_en.pdf (Accessed 22 Sept 2024).

8. Apple Inc. (2024), "Apple Inc. Annual Report 2023", available at: <https://app.stocklight.com/stocks/us/nasdaq-aapl/apple/annual-reports/nasdaq-aapl-2023-10K-231373899.pdf> (Accessed 22 Sept 2024).

9. Samsung Electronics (2024), "Samsung Electronics Annual Report 2023", available at: https://images.samsung.com/is/content/samsung/assets/global/ir/docs/2023_4Q_Interim_Report.pdf (Accessed 22 Sept 2024).

10. Hon Hai Precision Industry Co., Ltd (2024), "Hon Hai Precision Industry Co. Annual Report 2023", available at: <https://www.foxconn.com/en-us/press-center/press-releases/latest-news/1299> (Accessed 22 Sept 2024).

11. Volkswagen AG (2024), "Circular Economy and Environmental Initiatives at Volkswagen", available at: <https://www.volkswagenag.com/en/sustainability.html> (Accessed 22 Sept 2024).

12. Volkswagen AG (2024), "Environmental Strategy at Volkswagen", available at: <https://www.volkswagenag.com/en/environment.html> (Accessed 22 Sept 2024).

13. Toyota Motor Corporation (2024), "The Toyota Way and Lean Manufacturing", available at: https://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/ (Accessed 22 Sept 2024).

14. Toyota Motor Corporation (2024), "Sustainability and Renewable Energy", available at: <https://www.toyota-global.com/sustainability/environment/energy.html> (Accessed 22 Sept 2024).

15. Toyota Motor Corporation (2024), "Corporate Social Responsibility", available at: https://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/csr/ (Accessed 22 Sept 2024).

16. Apple Inc. (2024), "Apple's Carbon Neutrality Strategy", available at: <https://www.apple.com/environment/> (Accessed 22 Sept 2024).

17. Apple Inc. (2024), "100% Renewable Energy in Production", available at: <https://www.apple.com/environment/renewable-energy/> (Accessed 22 Sept 2024).

18. Samsung Electronics (2024), "Environmental Management at Samsung", available at: <https://www.samsung.com/global/sustainability/environment/> (Accessed 22 Sept 2024).

19. Samsung Electronics (2024), "Integrating Technology for Environmental Impact Reduction", available at: <https://www.samsung.com/global/sustainability/technology/> (Accessed 22 Sept 2024).

20. Foxconn (2024), "Lean Manufacturing and Quality Control at Foxconn", available at: <https://www.foxconn.com/en-us/sustainability> (Accessed 22 Sept 2024).

21. Foxconn (2024), "Advanced Technology for Sustainability at Foxconn", available at: <https://www.foxconn.com/en-us/technology> (Accessed 22 Sept 2024).

Стаття надійшла до редакції 21.09.2024 р.