

Ірина ЗВАРИЧ

доктор економічних наук, професор, Західноукраїнський національний університет,
Тернопіль, Україна, irazvarych@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-5155-540X

Іван ВАНКЕВИЧ

аспірант, Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна,
ivanvankevych@gmail.com
ORCID ID: 0009-0006-4792-5053

Всеволод БАБ'ЯР

аспірант, Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна,
Balyarseva@gmail.com
ORCID ID: 0009-0001-8606-7147

ФІНАНСОВІ ВИКЛИКИ ТА ЗАГРОЗИ ЛОГІСТИКИ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

Вступ. Циркулярна економіка є важливою складовою сталого розвитку, спрямованого на збереження ресурсів та зменшення відходів. Однак її успішна реалізація у сфері логістики стикається з певними фінансовими викликами та загрозами.

Мета – науково обґрунтувати роль логістики циркулярної економіки у формуванні ефективних систем управління ресурсами; виокремити фінансові проблеми і загрози, які можуть негативно вплинути на логістику циркулярної економіки, аргументувати економічні вигоди, пов'язані з економікою замкнутого циклу, що сприяють стійкості й ефективності використання ресурсів.

Результати. Розглянуто економічні аспекти, пов'язані з логістикою циркулярної економіки, систематизовано основні фінансові виклики та загрози, з якими можуть стикнутися організації під час переходу до бізнес-моделі економіки замкнутого циклу. Запропоновано методологічний підхід до дослідження фінансових викликів і загроз, що передбачає чотири кроки, зокрема: на 1-му етапі дослідження визначено лідера з торгівлі переробленою сировиною, а саме Німеччину, та охарактеризовано чинники, які впливають на лідерство цієї країни; на 2-му етапі аргументовано можливі фінансові загрози, що перешкоджають ефективному розвитку логістики циркулярної економіки; на 3-му етапі методом множинної регресії досліджено зв'язок між рівнем повторного використання матеріалів та обмінним курсом, відсотковими ставками та темпами інфляції. На основі результатів, отриманих на першому етапі, виокремлено компанії, які здійснюють свою діяльність у сфері логістики циркулярної економіки.

Висновки. Розглянуті фінансові виклики та загрози надають базову платформу для розробки стратегій фінансового управління, які підтримують перехід до циркулярної економіки в логістиці та сприяють досягненню сталого розвитку.

Перспективи. Перспективи розвитку логістики циркулярної економіки мають значний потенціал для покращення сталості й ефективності в управлінні ресурсами. Цей підхід пропонує перехід від традиційної “викид-використання” моделі до моделі “використання-використання”, де відходи стають сировиною для нових продуктів чи процесів.

Ключові слова: циркулярна економіка, логістика циркулярної економіки, фінансові виклики, фінансові загрози, зворотні ланцюги поставок.

Табл.: 4, рис.: 8, бібл.: 25.

Iryna ZVARYCH

Dr. Sc. (Economics), Prof., West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine,
irazvarych@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-5155-540X

Ivan VANKEVYCH

Postgraduate student, West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine,
ivanvankevych@gmail.com
ORCID ID: 0009-0006-4792-5053

Vsevolod BABYAR

Postgraduate student, West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine,

ORCID ID: 0009-0001-8606-7147

FINANCIAL CHALLENGES AND THREATS OF CIRCULAR ECONOMY LOGISTICS

Introduction. The circular economy is an important component of sustainable development aimed at conserving resources and reducing waste. However, its successful implementation in the field of logistics faces a number of financial challenges and threats.

The purpose of the article is to scientifically substantiate the role of circular economy logistics in the formation of effective resource management systems; identify financial problems and threats that can negatively affect the logistics of the circular economy, argue the economic benefits associated with the closed-loop economy, which contribute to the sustainability and efficiency of the use of resources.

Results. The economic aspects related to the logistics of the circular economy are considered, the main financial challenges and threats that organizations may face during the transition to the business model of the closed cycle economy are systematized. A methodological approach to the study of financial challenges and threats is proposed, which involves 4 steps, and in particular: at the 1st stage of the study, the leader in the trade of processed raw materials – Germany is determined and the factors that determine the leadership of this country are characterized; at the next stage, possible financial threats that prevent the effective development of circular economy logistics are argued; at the third stage, the relationship between the level of reuse of materials and the exchange rate, interest rates, and inflation rates was investigated using the multiple regression method. On the basis of the results obtained at the first stage, the companies that carry out their activities in the field of circular economy logistics are singled out.

Conclusions. The financial challenges and threats discussed provide a basic platform for developing financial management strategies that support the transition to a circular economy in logistics and contribute to achieving sustainable development.

Prospects. *Prospects for the development of circular economy logistics have significant potential for improving sustainability and efficiency in resource management. This approach offers a transition from the traditional “emission-use” model to a “use-use” model, where waste becomes raw material for new products or processes.*

Keywords: *circular economy, circular economy logistics, financial challenges, financial threats, reverse supply chains.*

JEL Classification: F18, G17.

Постановка проблеми. Логістика циркулярної економіки охоплює весь життєвий цикл продуктів – від проектування та виробництва до відновлення та переробки наприкінці життєвого циклу. Дослідження в цій галузі зосереджені на розробці ефективних і стійких логістичних стратегій для підтримки кругового потоку матеріалів. Науковці досліджують оптимізацію ланцюгів постачання, транспортних мереж і складських приміщень для мінімізації відходів і споживання енергії. Основні міркування включають інтеграцію цифрових технологій, таких як блокчейн та інтернет речей (IoT), для підвищення прозорості та відстеження в циклічних ланцюгах поставок.

Проте, незважаючи на визнання переваг циркулярної економіки (ЦЕ), багато галузей промисловості продовжують дотримуватися моделі лінійної економіки, яка характеризується процесами залучення, виготовлення, використання, утилізації та забруднення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій літературі з питань циркулярної економіки, основний наголос зроблено на пріоритеті повторного використання над повторним виробництвом і повторного виробництва над переробкою. По суті, існує структурована ієрархія для обробки процесів закінчення життєвого циклу продуктів, спрямованих на збереження зусиль, вкладених у вихідний продукт, і енергії, вкладеної в склад його матеріалів [12].

Систематичне планування, виконання та контроль оптимального руху сировини, готової продукції, внутрішньовиробничих запасів і пов'язаної інформації від точки споживання назад до місця походження для відновлення вартості Роджерс і Тіббен-Лембке називають зворотною логістикою [5].

Останнім часом ключовим інструментом циркулярної економіки стала реверсивна логістика. Зворотну логістику розглядають в науковій літературі як логістичний процес, що відбувається у “протилежному напрямку” [4].

Зв'язок між зворотною логістикою та циркулярною економікою досліджував Атіф Салем. Отримані результати показали, що ефективні зворотні логістичні операції можуть значно сприяти переходу до економіки замкнутого циклу [6].

У дослідженні Юді Фернандо стверджується, що зворотна логістика (RL) забезпечує вирішення динамічної взаємодії між зобов'язаннями щодо стійких ресурсів і досягненням фінансових результатів. Це підкреслює перевагу впровадження принципів і процесів циркулярної економіки, які можуть створювати цінність. Таким чином, циркулярна економіка полегшує створення циркулярних ланцюгів поставок і сприяє екологічно чистим практикам [8].

Відповідно до Рему ле Мугне, зворотна логістика характеризується як систематичне переміщення товарів від точки споживання до центральної точки консолідації з метою отримання вартості або забезпе-

чення відповідної утилізації. Цей процес передбачає збір товарів, транспортування до центрального об'єкта та класифікацію на основі їхнього кінцевого призначення, наприклад – реконструкцію, повторне використання або переробку [7].

У широкому розумінні зворотна логістика передбачає мінімізацію матеріалів у системі прямого пересилання, щоб зменшити реверсивний потік матеріалів, уможливаючи повторне використання матеріалів і полігшуючи їх переробку [9].

Таким чином, зворотна логістика – це процес, за допомогою якого компанії можуть підвищити свою екологічну ефективність шляхом переробки, повторного використання та мінімізації кількості використаних матеріалів [10].

Циркулярна економіка функціонує як система зворотного зв'язку, спрямована на зменшення використання ресурсів (як біологічних, так і технічних) і утворення відходів, які потрапляють у навколишнє середовище. Це включає розширення принципів зворотної логістики в більш широку структуру, яка складається з двох підсистем: одна пов'язана з біологічними товарами (наприклад, продуктами харчування), а інша – з технічними товарами [12].

На думку Лі та Классена, логістика циркулярної економіки характеризується як екологічно свідоме управління ланцюгом поставок, яке використовують компанії чи організації. Цей підхід враховує екологічні проблеми та включає їх в управління ланцюгом поставок, щоб впливати на екологічні показники як постачальників, так і клієнтів [13].

З 1970-х рр. спостерігається великий інтерес до вивчення зворотної логістики через можливість відновлення вартості старих речей. Дослідження Фляйшмена порівнювало стратегії зворотної та прямої логістики за допомогою кількісних моделей

[14]. Такі сфери, як планування розподілу, контроль запасів і планування виробництва, розглядалися як частини зворотної логістики. Картер і Елрам [15] досліджували аспекти зворотної логістики, зосереджуючись на зворотному розподілі та мінімізації ресурсів. Вони вказали на зниження витрат, спричинене державним регулюванням та екологічними проблемами у зворотній логістиці. Діяльність екологічної логістики передбачає оцінку екологічних наслідків різноманітних стратегій розподілу, мінімізацію споживання енергії в логістичних операціях, зменшення обсягу відходів і нагляд за методами їх утилізації [16]. Часто автори зосереджуються на конкретному дослідженні компанії, яка виробляє й обробляє різні товари на одній виробничій лінії, визначаючи оптимальні розміри партій і послідовність виробництва для кожного продукту.

Крім того, зворотна логістика створює можливості для заснування нових підприємств завдяки тому, що оригінальні предмети підлягають переробці [19]. А циркулярна економіка (CE) сприяє логістиці та реверсивному виробництву, забезпечуючи соціальні, екологічні й економічні переваги, включаючи створення робочих місць і збереження навколишнього середовища [3].

Зворотна логістика може відігравати ключову роль у сприянні переходу до циркулярної економіки шляхом завершення життєвого циклу продукту [4]. Значення відновлення та переробки продукту широко визнано ключовим фактором у скороченні відходів, а ефективна зворотна логістика має потенціал для мінімізації відходів від початкових етапів розробки продукту до завершення виробничого процесу, тим самим сприяючи зниженню викидів вуглецю [4].

Незважаючи на значний інтерес у наукових колах до цієї проблеми, варто зауважити, що в науковій літературі практично

відсутні ґрунтовні дослідження, пов'язані з фінансовими викликами та загрозами, які потенційно можуть перешкодити впровадженню циркулярної економіки та з якими логістика циркулярної економіки може зіткнутися на шляху реалізації.

Мета статті – науково обґрунтувати роль логістики циркулярної економіки у формуванні ефективних систем управління ресурсами; виокремити фінансові проблеми і загрози, які можуть негативно вплинути на логістику циркулярної економіки, аргументувати економічні вигоди, пов'язані з економікою замкнутого циклу, що сприяють стійкості та ефективності використання ресурсів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для проведення дослідження щодо оцінки фінансових ризиків логістики циркулярної економіки пропонуємо аналіз, який передбачає такі кроки:

1 крок – здійснено відбір даних з Євротату за показником, в якому логістика відіграє ключову роль (це торгівля вторинною сировиною (BPB) у країнах Європейського Союзу (27). Вибірку склали дані за 2021 р. (оскільки це була найактуальніша інформація). На прикладі Німеччини, лідера майже в усіх галузях, проаналізовано тенденції експорту та імпорту переробленої сировини.

2 крок – визначено фінансових ризиків, які можуть перешкоджати функціонуванню ефективної циркулярної логістики, зокрема:

- курсові ризики;
- зміни процентних ставок;
- економічна нестабільність;
- кредитні ризики;
- тарифи та мита;
- ризики управління ланцюгом поставок.

Кожен ризик було детально охарактеризовано й аргументовано, чому його варто вважати викликом для логістики циркулярної економіки.

3 крок – використано індикатор циклічних відходів (CMW) для країн Європейського Союзу (27), щоб оцінити, як ці ризики впливають на повторне використання матеріалів. За допомогою методу мультипликативної регресії вдалося дослідити зв'язок між змінною y та $x1$, $x2$, $x3$, де:

- y – відходи оборотних матеріалів;
- $x1$ – курси валют;
- $x2$ – відсоткові ставки;
- $x3$ – рівень інфляції.

Отриманий результат ($R= 0,43364795$) вказує на наявність слабого зв'язку між змінними.

4 крок – здійснено пошук інформації про стартапи, які сприяють функціонуванню ефективної логістики циркулярної економіки.

Логістика відіграє вирішальну роль у циркулярній економіці, сприяючи ефективному та сталому переміщенню товарів, матеріалів і ресурсів у замкнених системах. Циркулярна економіка – це альтернативна економічна модель, яка спрямована на мінімізацію відходів і максимальне використання ресурсів шляхом стимулювання повторного використання, повторного виробництва, переробки та оновлення продуктів. У табл. 1 наведено кілька способів, якими логістика сприяє розвитку циклічної економіки.

Логістика відіграє вирішальну роль у торгівлі вторинною сировиною з кількох причин. По-перше, це забезпечує ефективне використання ресурсів. Якісні логістичні послуги дають змогу скоротити витрати на транспортування, зберігання й інші операції. По-друге, логістика підвищує конкурентоспроможність підприємств. Підприємства, які мають ефективну логістику, можуть запропонувати своїм клієнтам більш конкурентні ціни та кращі умови обслуговування. По-третє, логістика сприяє розвитку економіки. Це створює робочі міс-

Характеристика циркулярної логістики*

Ефективна циркулярна логістика	Логістика має важливе значення для управління зворотним потоком продуктів від споживачів до виробників. Це передбачає збір, транспортування та обробку повернутих товарів, що дає змогу переробити або відновити продукти для перепродажу.
	Підтримує замкнуті ланцюжки постачання шляхом ефективного транспортування матеріалів від продуктів із вичерпаним терміном служби до підприємств з переробки. Це включає перевезення матеріалів, які можна переробити, наприклад папір, пластик, метал та електронні відходи.
	Відіграє ключову роль в оптимізації транспортних маршрутів і розподільчих мереж для зменшення споживання енергії та мінімізації впливу на навколишнє середовище. Це сприяє ресурсоефективності та стійкості.
	Завдяки стратегічному розташуванню заводів з виробництва, розподілу та переробки можна мінімізувати відстані транспортування, зменшуючи споживання енергії та викиди. Це дає змогу створити більш стійкий і циклічний ланцюг поставок.
	Практика сприяє зменшенню відходів упаковки та загальному впливу транспортування на навколишнє середовище. Це передбачає оптимізацію дизайну упаковки, використання багаторазової упаковки та мінімізацію непотрібного використання.

* Складено авторами.

ця, підвищує продуктивність праці та сприяє зростанню торгівлі.

Для проведення експериментально-го дослідження було відібрано статистичні дані Євростату щодо торгівлі вторинною сировиною (RRM) для всіх країн Євросоюзу за 2021 р. Такий вибір пояснюється тим, що логістика є важливою складовою торгівлі вторинною сировиною, забезпечуючи безперервний рух товару від виробника до споживача. Логістичні послуги включають транспортування, зберігання, пакування, сортування та перевірку товарів. Відтак можна продемонструвати, як логістична система транспортування перероблених відходів впливає на циркулярну економіку та з якими фінансовими загрозами вона стикається або може стикнутися через кілька років.

Вихідні дані для моделювання систематизовано в електронній таблиці Microsoft Excel. У результаті отримано інформацію про те, як європейські країни експортували та імпортували перероблену сировину загалом та для кожної галузі за останні 15 років. Аналіз базується на даних за 2021 р.

Використовуючи фільтр, було виокремлено топ-5 експортерів та імпортерів вторинної сировини (табл. 2).

За даними табл. 2 можна констатувати, що Німеччина займає перше місце за обсягом експорту та імпорту переробленої сировини. Також варто зазначити, що Німеччина займає лідируючі позиції в кожній галузі (рис. 1). Це свідчить про те, що уряд приділяє велику увагу переробці сировини. Зокрема, прагне посилити роль вторинної переробки сировини з метою підвищення надійності поставок металів і промислових мінералів. Створена платформа для діалогу між бізнесом, науковцями та громадянським суспільством презентувала остаточний звіт “Більша надійність постачання через переробку металів і промислових мінералів” [15]. Розроблені рекомендації щодо покращення переробки сировини охоплюють впровадження дизайну продукту, який сприяє переробці; чіткі орієнтири та рамкові умови; законодавче закріплення циркулярної економіки; використання всього потенціалу оцифрування, зокрема у зборі, записі та сортуванні матеріалів.

Аналізуючи рис. 1, можна зробити висновок, що протягом 2011–2021 рр. Німеччина імпортувала більше сировини, яку ще можна переробити та використати повторно. Це свідчить про те, що в цій країні до-

Таблиця 2

Топ-5 трейдерів вторинної сировини*

Галузь	Топ 5 експортерів	Тис. євро	Топ 5 імпортерів	Тис. євро
Всього	Німеччина	4 359 822,35875	Німеччина	11 986 598,38166
	Нідерланди	3 334 864,93817	Бельгія	8 126 277,47178
	Бельгія	2 559 257,7039	Італія	5 655 257,63751
	Іспанія	1 376 669,77658	Нідерланди	3 864 317,81344
	Італія	1 345 889,54228	Іспанія	3 657 651,65281
Папір і картон	Топ 5 експортерів	Тис. євро	Топ 5 імпортерів	Тис. євро
	Італія	168 502,608	Німеччина	915 920,228
	Нідерланди	140 808,52	Нідерланди	343 311,18
	Іспанія	123 999,098	Австрія	317 395,889
	Ірландія	75 994,864	Іспанія	267 007,171
Пластмаси	Топ 5 експортерів	Тис. євро	Топ 5 імпортерів	Тис. євро
	Нідерланди	96 733,955	Нідерланди	213 420,303
	Німеччина	82 701,23	Німеччина	150 429,421
	Бельгія	55 267,485	Бельгія	90 882,962
	Італія	19 815,526	Австрія	73 676,274
Гума	Топ 5 експортерів	Тис. євро	Топ 5 імпортерів	Тис. євро
	Німеччина	25 125,764	Німеччина	38 649,056
	Нідерланди	17 590,312	Нідерланди	22 475,18
	Бельгія	16 693,589	Іспанія	18 046,465
	Іспанія	13 812,704	Франція	9 623,654
Деревина	Топ 5 експортерів	Тис. євро	Топ 5 імпортерів	Тис. євро
	Portugal	15 045,6289	Іспанія	47 689,11581
	Німеччина	9 225,32075	Німеччина	40 836,58166
	Sweden	7 717,80643	Франція	33 297,98782
	Latvia	2 936,19044	Portugal	28 667,6989
Текстиль	Топ 5 експортерів	Тис. євро	Топ 5 імпортерів	Тис. євро
	Німеччина	165 520,277	Нідерланди	146 602,539
	Бельгія	152 709,592	Польща	123 741,222
	Польща	143 524,934	Німеччина	81 501,385
	Італія	121 999,657	Бельгія	63 897,752
Скло	Топ 5 експортерів	Тис. євро	Топ 5 імпортерів	Тис. євро
	Німеччина	9 709,613	Нідерланди	45 905,225
	Бельгія	6 805,433	Німеччина	20 976,586
	Ірландія	5 971,061	Чехія	14 984,208
	Франція	5 606,473	Італія	14 366,653
Органічні відходи	Топ 5 експортерів	Тис. євро	Топ 5 імпортерів	Тис. євро
	Нідерланди	325 984,516	Німеччина	976 034,168
	Данія	249 492,771	Франція	869 625,224
	Німеччина	244 387,192	Нідерланди	677 956,692
	Франція	159 777,54	Бельгія	582 947,489
Мінеральні відходи	Топ 5 експортерів	Тис. євро	Топ 5 імпортерів	Тис. євро
	Іспанія	271 683,352	Бельгія	344 774,342
	Німеччина	33 762,807	Німеччина	339 370,81
	Нідерланди	23 834,325	Нідерланди	169 691,464
	Франція	22 627,782	Швеція	149 963,158
Чорний метал	Топ 5 експортерів	Тис. євро	Топ 5 імпортерів	Тис. євро
	Нідерланди	1 829 712,33	Бельгія	2 806 040,016
	Бельгія	1 162 778,459	Італія	2 225 134,396
	Німеччина	544 987,929	Німеччина	1 902 362,411
	Румунія	480 981,9	Нідерланди	1 435 138,452
	Данія	465 856,806	Іспанія	1 338 375,74

* Складено на основі [23].

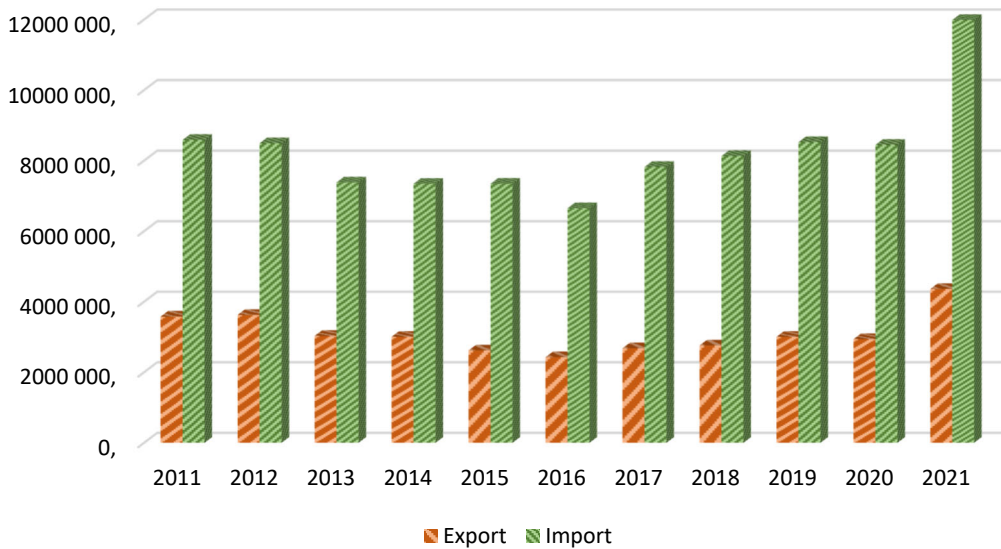


Рис 1. Обсяг торгівлі Німеччини вторинною сировиною за 2011–2021 рр.*

* Побудовано на основі [23].

бре налагоджена система переробки відходів. Уряд розуміє важливість зменшення залежності від країн-експортерів сировини. Для країн з обмеженою кількістю власної сировини, таких як Німеччина, є два варіанти – переробка вже наявної на ринку сировини для повторного використання та імпорт тієї ж сировини для переробки для досягнення замкнутого циклу. Це, своєю чергою, пояснює, чому Німеччина імпортує більше вторинної сировини, ніж експортує. Для досягнення замкнутого циклу важливо систематично відобувати вторинну сировину з промислових і побутових відходів, ставлячись до відходів не як до матеріалу, що підлягає утилізації, а як до джерела сировини. В ідеалі це повинно охоплювати всі категорії відходів – від старої упаковки до відходів електричного та електронного обладнання.

Отже, Німеччина є однією з провідних країн світу з переробки сировини та виробництва товарів. Експорт та імпорт переробленої сировини є важливими для забезпечення постійного потоку сировини для

німецької промисловості. Німецькі компанії славляться високою якістю продукції та інноваціями. Це робить їх продукцію конкурентоспроможною на світових ринках і забезпечує попит на перероблену сировину. Велика увага приділена управлінню ланцюгами поставок для забезпечення ефективності та надійності постачання сировини для виробництва.

Логістика та торгівля вторинною сировиною відіграють важливу роль в економіці Німеччини, яка вважається однією з найбільших і найрозвиненіших країн світу. Вона має розвинену транспортну інфраструктуру, що охоплює автомобільний, залізничний, водний і повітряний транспорт. Транспортна логістика дає змогу ефективно транспортувати перероблену сировину в усі регіони країни та за кордон. Окрім цього, Німеччина має численні морські порти, такі як Бремен і Гамбург, які важливі для зовнішньої торгівлі та транспортування сировини.

На логістику та торгівлю переробленою сировиною можуть вплинути такі виклики і

загрози, як: курсові ризики, зміни процентних ставок, економічна нестабільність, кредитні ризики тощо. Проаналізуємо їх вплив детальніше.

1. Курсові ризики. Динаміка обмінних курсів впливає на вартість сировини та транспортні витрати, оскільки багато торгових операцій проводять в іноземній валюті. Небажані зміни курсу валют можуть призвести до збитків для компаній, які залежать від імпорту або експорту товарів.

На рис. 2 відображено динаміку обмінного курсу євро/долар за 25 років, що демонструє його нестабільність. Так, з моменту введення в дію з 1 січня 1999 р. євро менше, ніж два роки коштував нижче одного долара. Найвища точка була досягнута 22 квітня 2008 р., коли обмінний курс досяг піку – 1,60 долара. Інвестори спочатку вважали, що криза субстандартних іпотечних кредитів обмежиться в основному Сполученими Штатами. Це спричинило зміцнення євро, але коли стало зрозуміло, що рецесія

буде глобальною, євро впав до 1,39 долара. У 2015 р. євро знизився до 1,12 долара після оголошення Європейського центрального банку (ЄЦБ) про те, що він розпочне щомісячну купівлю облігацій, номінованих у євро, на 60 мільярдів євро, починаючи з березня. На початку 2020 р. євро коштував 1,12 долара, але до середини року він впав до 1,06 долара, що збіглося з впливом пандемії коронавірусу на Європу. У 2022 р. війна в Україні спричинила чергове падіння обмінного курсу та призвела до того, що євро досяг паритету з долларом.

Оплата за логістичне транспортування здійснюється за обмінним курсом між євро та долларом, який є нестабільним і постійно змінюється, як показано на рис. 2. Це вказує на фінансовий ризик логістики циркулярної економіки.

2. Зміни процентних ставок. Вони можуть вплинути на вартість фінансування логістичних і торговельних операцій, оскільки підвищення процентних ставок за-



Рис. 2. Курс євро до долара США за 25 років [23].

кономічно призведуть до збільшення вартості позичкового капіталу.

На рис. 3 відображено динаміку процентних ставок ЄЦБ за 15 років. У липні 2022 р. Європейський центральний банк (ЄЦБ) підвищив свою фіксовану процентну ставку до 0,5 відсотка, відзначивши перше підвищення з березня 2016 р. Після цього ЄЦБ продовжував поступово підвищувати фіксовану процентну ставку майже щомісяця. До жовтня 2023 р. ставка досягла 4,5 відсотка, ставши найвищою з часів світової фінансової кризи 2007 і 2008 р. З огляду на те, що процентна ставка ЄЦБ є ставкою, за якою ЄЦБ надає банкам позики овернайт, то комерційні банки використовують ці кредити для підтримки короткострокової ліквідності.

Основна ставка рефінансування залишилася на рівні 4,5%, що є найвищим за 22 роки, тоді як ставка за депозитами залишилася на рекордних 4%. ЄЦБ також оголосив, що повне реінвестування в рамках РЕЕР завершиться 30 червня, а портфель скорочуватиметься на 7,5 млрд євро на місяць до кінця 2024 р. Водночас ЄЦБ про-

гнозує, що інфляція становитиме в середньому 5,4% у 2023 р., 2,7% – у 2024 р., 2,1% – у 2025 р. та 1,9% – у 2026 р. За прогнозами, базова інфляція буде дещо вищою – на рівні 2,7% у 2024 р., 2,3% – у 2025 р., 2,1% – 2026 р.

Проаналізувавши тенденції в динаміці рівня процентних ставок ЄЦБ, спробуємо оцінити їх вплив на логістику та торгівлю вторинною сировиною. Економіка замкнутого циклу спрямована на мінімізацію відходів і споживання ресурсів шляхом просування замкнутих систем, у яких матеріали повторно використовують, переробляють та змінюють. Однак, як і будь-яка економічна система, вона не захищена від зовнішніх факторів, таких як процентні ставки. Вищі відсоткові ставки роблять дорожчим запозичення коштів для ініціатив циркулярної економіки, як-от будівництво переробних заводів або розробка нових технологій повторного використання. Це може перешкодити інвестиціям і сповільнити перехід до циркулярної моделі. Логістика в циркулярній економіці часто передбачає збір, сортування та транспортування матеріалів. Вищі відсо-

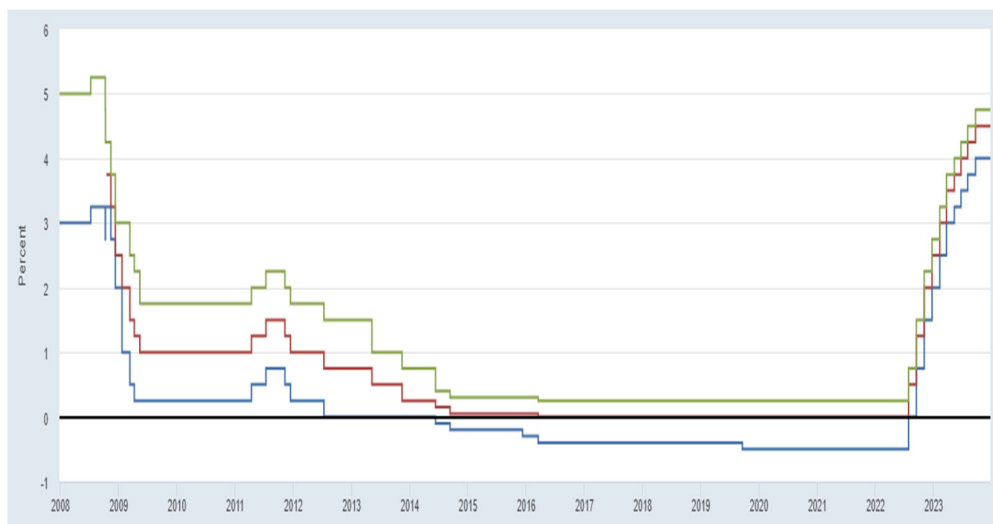


Рис. 3. Процентні ставки Європейського центрального банку [21].

ткові ставки можуть збільшити вартість цієї діяльності, що зробить дорожчим ведення бізнесу в умовах циркулярної економіки.

Вищі відсоткові ставки можуть зменшити споживчі витрати, потенційно зменшивши попит на перероблені або повторно використані продукти. Це може ускладнити отримання доходу підприємствам у сфері циркулярної економіки.

Отже, коли відсоткові ставки зростають, підприємства можуть надавати перевагу короткостроковим прибуткам над довгостроковими інвестиціями в такі ініціативи сталого розвитку, як циркулярна економіка. Це може ще більше сповільнити логістику циркулярної економіки.

3. Економічна нестабільність. Економічні труднощі або рецесія можуть призвести до зниження попиту на товари та послуги, включно з переробленою сировиною. Це, своєю чергою, може вплинути на обсяги торгівлі та призвести до зниження прибутку компаній. Щоб продемонструвати вплив економічної нестабільності на логі-

тики циркулярної економіки, скористаємося показником рівня інфляції в Європейському Союзі у 2010–2022 рр. Необроблені дані гармонізованого індексу споживчих цін інтерпретовані у вигляді графіка (рис. 4).

Як свідчать дані рис. 4, рівень інфляції в країнах Європейського Союзу різко зріс у 2021 р. Це явище було спричинене різними факторами, які одночасно призвели до зростання цін. Незважаючи на те, що ринковий попит швидко відновився після обмежень, пов'язаних із COVID-19 у 2020 р, глобальні ланцюги поставок ще не повністю відновилися, що призвело до зростання цін на енергоносії та продукти харчування, особливо після російського вторгнення в Україну в лютому 2022 р.

Без перебільшення можна стверджувати, що висока інфляція створила світову проблему у 2022 р. Наприклад, у Сполучених Штатах у березні 2022 р. було зафіксовано рекордний рівень інфляції за 40 років, який досяг 8,5%. У Сполученому Королівстві у квітні 2022 р. рівень інфляції стано-

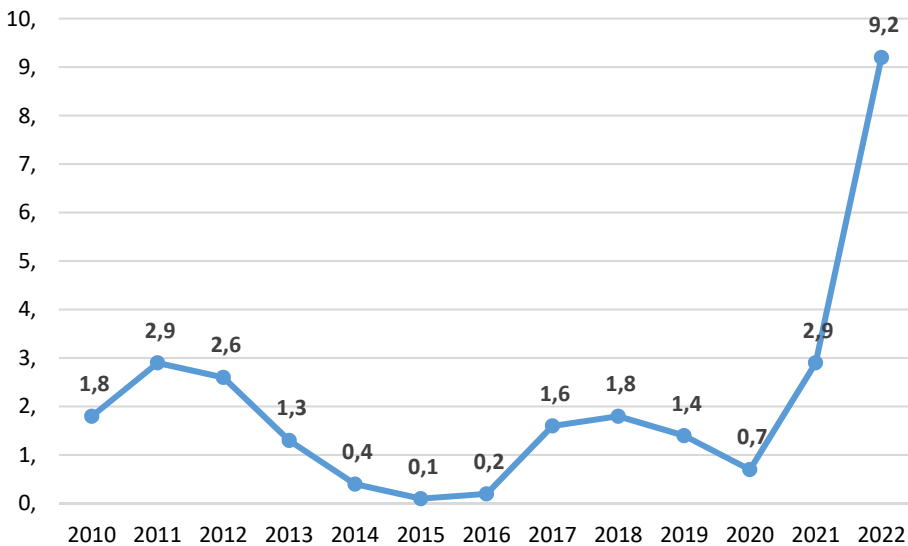


Рис. 4. Гармонізований індекс споживчих цін (HICP) – рівень інфляції Європейського Союзу з 2010 р. по 2022 р.*

* Побудовано на основі [23].

вив 9%, що спричинило зростання витрат на енергоносії та житло. Якщо підвищений рівень інфляції збережеться і збіжиться у часі з повільним економічним зростанням та високим рівнем безробіття, то існуюча криза може перерости в період стагфляції, що нагадує початок 1980-х рр.

Рівень, до якого піднялися ціни на окремі товари чи послуги, показано на рис. 5.

На зростання показників інфляції в ЄС значно вплинуло помітне збільшення споживчих цін на житло, воду, газ та інші види палива протягом року на 18%; транспорт подорожчав на 12,1%; продукти харчування та безалкогольні напої – на 11,9%, відстаючи від витрат на житло. У 2022 р. кожна основна категорія, охоплена ГІСЦ, зазнала зростання, за винятком незначного зниження споживчих цін на зв'язок на 0,1%.

Як відомо, високий рівень інфляції може порушити крихкий баланс попиту та пропозиції в економіці замкнутого циклу, де матеріали повторно використовують або

переробляють. Це може призвести до дефіциту певних матеріалів або труднощів із пошуком ринків для перероблених товарів, що вплине на загальну ефективність системи.

Інфляція також може спричинити навантаження на сімейні бюджети, потенційно спонукаючи споживачів віддавати перевагу дешевшим, нециркулярним продуктам, а не більш стійким варіантам. Це, своєю чергою, може ускладнити конкуренцію циркулярним підприємствам і розширенню їхньої діяльності.

4. Кредитні ризики. Погіршення кредитоспроможності партнерів або клієнтів може вплинути на фінансові потоки та призвести до збитків для компаній. Неможливість оплатити товари або послуги може виникнути через фінансові труднощі в компаніях-партнерах.

Вплив кредитних ризиків на логістику циркулярної економіки є складним і багатогранним питанням із потенційним впливом

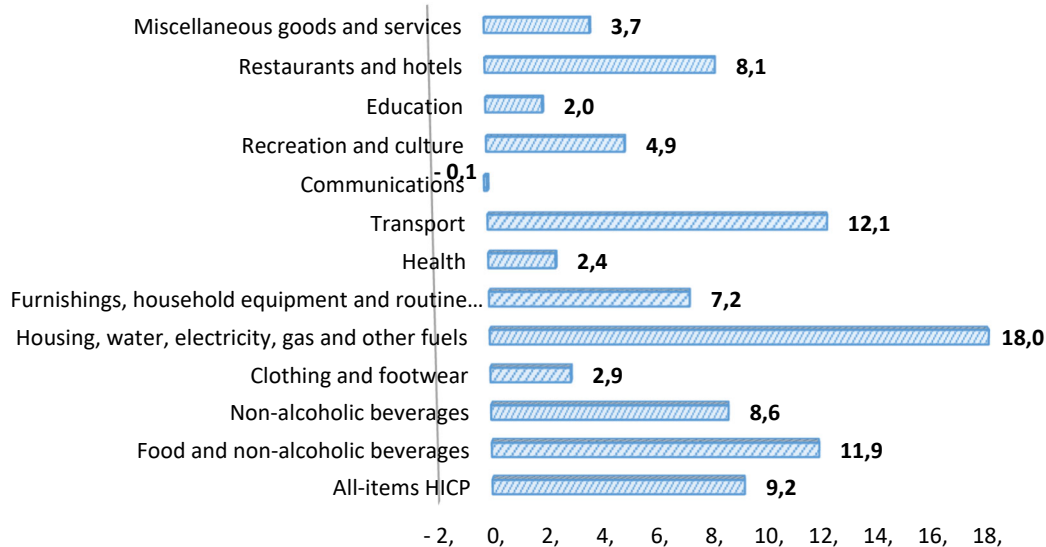


Рис. 5. Темпи інфляції окремих позицій, включених до гармонізованого індексу споживчих цін (ГІСЦ) у 2022 р.*

* Побудовано на основі [23].

на різних етапах замкнутої системи. При цьому слід враховувати підвищені фінансові ризики, зокрема:

- нерішучість кредитування (банки та фінансові установи можуть вагатися щодо надання позик підприємствам, які працюють у сегменті циклічної економіки, через передбачувані вищі кредитні ризики, пов'язані з новими бізнес-моделями, неперевіреними джерелами доходу та потенційною залежністю від зовнішніх факторів, як-от інфраструктура переробки, що може ускладнити доступ до капіталу, необхідного для інвестування в кругову логістичну інфраструктуру та операції);
- боргове навантаження (підприємства у сфері циркулярної економіки можуть зіткнутися з вищим борговим тягарем через початкові витрати, пов'язані зі створенням систем зворотної логістики, інвестуванням у матеріали для повторного використання та управління складними життєвими циклами продуктів, що може призвести до обмеження грошових потоків і їх здатності поглинати несподівані фінансові потрясіння);
- збої в ланцюжку постачання (кредитні ризики також можуть бути посилені через збої в циклічному ланцюзі постачання, такі як затримки в зборі, сортуванні або обробці використаних матеріалів, що може призвести до збільшення витрат на запаси, зупинки виробництва та, зрештою, фінансових втрат).

Окрім того, слід враховувати потенційний вплив операційних викликів, зокрема:

- впровадження ефективних і рентабельних систем зворотної логістики може бути складним завданням, особливо для складних продуктів із кількома компонентами або тих, що потребують спеціальної обробки, і може призвести до підвищення операційних витрат та

зниження прибутковості, що вплине на загальну кредитоспроможність підприємств у циркулярній економіці;

- успіх циркулярної економіки залежить від сприйняття споживачами перероблених продуктів і їхньої готовності брати участь у системах зворотної логістики; низька залученість споживачів може призвести до зниження попиту на перероблені матеріали та зменшення доходів для підприємств, що вплине на їх здатність виконувати свої фінансові зобов'язання.

5. Тарифи та мита. Введення нових тарифів або зміна існуючих може вплинути на вартість митних зборів під час імпорту та експорту товарів. Європейська комісія бере участь у торговельних перемовинах, безпосередньо взаємодіючи з іншими країнами чи регіонами та беручи участь у Світовій організації торгівлі (СОТ). СОТ – єдина міжнародна організація, яка займається питаннями багатонаціональної торгівлі та встановлює правила глобальної торгівлі між країнами. Її діяльність головним чином спрямована на сприяння гнучкій, передбачуваній та необмеженій торгівлі.

Торгові угоди ЄС підвищують конкурентоспроможність європейських компаній, сприяючи збільшенню їх експорту до країн і регіонів за межами ЄС. Ці угоди також забезпечують покращений доступ до необхідної сировини та компонентів для імпортерів у межах ЄС, пропонуючи споживачам ширший асортимент продукції. Крім того, ці торгові угоди можуть змусити уряди-партнери захищати права людини і трудові права (наприклад, питання безпеки на робочому місці або сприяння гендерній рівності) та навколишнє середовище.

ЄС користується перевагами того, що він є однією з найбільш відкритих економік у світі – приблизно 71% його імпорту надходить до ЄС за нульовими тарифами. Рис. 6 демонструє частку товарів, імпортованих

до ЄС від країн-партнерів, із зазначенням різних рівнів тарифів. Примітно, що Китай мав найнижчу частку імпорту з нульовим тарифом – 45%, тоді як Нігерія – найвищу – 98%, а Сполучені Штати – 72%.

На рис. 6 показано обмеження імпорту країн Європейського Союзу з різних країн, які вказують на митні бар'єри на шляху експорту переробленої сировини.

Таким чином, тарифи та мита підвищують ціни на імпортні матеріали та товари, включно з переробленим вмістом, що робить рішення економіки замкнутого циклу менш конкурентоспроможними. Водночас торговельні бар'єри можуть порушити потік матеріалів усередині та між країнами, перешкоджаючи ефективному переміщенню відходів і товарів вторинної переробки та перероблених товарів, що може призвести до вузьких місць і неефективності в логістиці. Високі тарифи та мита також ускладнюють експорт продукції та послуг підприємствами циркулярної економіки, обмежуючи їхній потенціал зростання й охоплення ринку.

6. Ризики управління ланцюгом поставок. Неспроможність ефективно управляти

ланцюгом поставок може призвести до затримок доставки, додаткових витрат і втрати можливостей. Ненадійні постачальники, неефективна зворотна логістика та непередбачені перебої в переробних потужностях призводять до затримок і дефіциту відновлених матеріалів, перешкоджаючи плануванню виробництва та доступності продукції.

Окрім цього, неефективне управління ризиками може призвести до непослідовних витрат матеріалів, що призведе до проблем із виробництвом і зниження якості продукції.

Зворотна логістика часто передбачає транспортування громіздких або небезпечних матеріалів із вищими витратами та екологічними ризиками. Не правильно обрані маршрути, неефективні види транспорту та відсутність інфраструктури можуть значно збільшити витрати на логістику та вуглецевий слід. А неточна або неповна інформація про наявність, розташування та якість матеріалу може призвести до невідповідності попиту та пропозиції, втрачених можливостей та неефективного розподілу

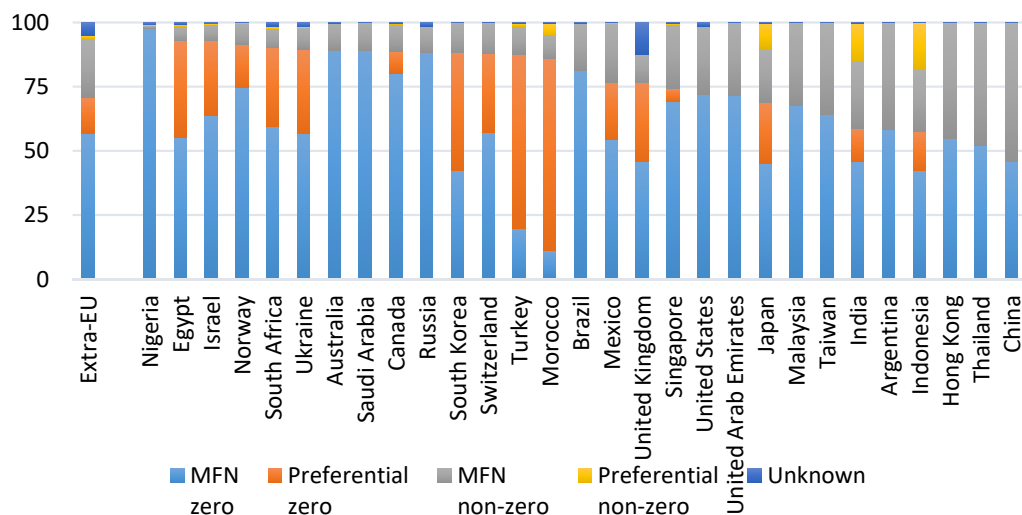


Рис. 6. Імпорт з країн-партнерів ЄС за тарифним режимом, 2022 р. (%) [25].

ресурсів. Відсутність прозорості та співпраці в усьому ланцюгу постачання може ще більше посилити ці ризики.

Оскільки циркулярна економіка значною мірою залежить від обміну даними та цифрових інструментів, існує також підвищений ризик кібератак.

У рамках дослідження фінансових проблем циркулярної економіки важливо також проаналізувати вплив викликів на повторне використання матеріалів, що є основою логістики циркулярної економіки. Для цього в Microsoft Excel було завантажено дані про повторне використання матеріалів у країнах Євросоюзу за 2021 р. Через у позначено повторне використання матеріалів, $x1$ – обмінний курс, $x2$ – відсоткову ставку, $x3$ – рівень інфляції. На основі відібраних даних проведено множинний регресійний аналіз з використанням програми “STATISTICA”, результати якого відображено в табл. 3.

Проведений аналіз дав змогу оцінити середній коефіцієнт кореляції між y та трьома іншими змінними, значення якого ($R =$

$0,4336$) означає, що між усіма змінними існує слабкий зв'язок.

На основі мультиплікативного регресійного аналізу було отримано коефіцієнти кореляції, які показують зв'язок між змінними (табл. 4). Слід зазначити, що сильного зв'язку не виявлено, оскільки коефіцієнти кореляції менші за модуль 0,5. Проте виокремлюється коефіцієнт із найбільшим додатним значенням між повторним використанням матеріалів і відсотковими ставками ($R=0,396074$). Це означає, що зі зростанням процентних ставок збільшиться кількість повторного використання матеріалів і свідчить про те, що між цими показниками існує прямий, хоч і слабкий, зв'язок. Слід також зазначити, що існує зворотна залежність між рівнем інфляції та повторним використанням матеріалів. Про це свідчить негативний знак коефіцієнта кореляції ($R=-0,185743$). Отже, коли рівень інфляції знижується, повторне використання матеріалів зростає.

Таблиця 3

Множинна регресія

N=26	Підсумок регресії для залежної змінної: повторне використання матеріалу*					
	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(22)	p-value
Перехоплення			-75,3304	80,01903	-0,941406	0,356720
Обмінний курс	-0,001445	0,196002	-0,3941	53,43543	-0,007374	0,994183
Проценті ставки	0,391914	0,192256	117,3431	57,56335	2,038503	0,053696
Темпи інфляції	-0,176894	0,195990	-0,9216	1,02114	-0,902568	0,376532

Statistic	Summary Statistics; DV: Circular material use rate	
	Value	
Multiple R	0,433647952	
Multiple R ²	0,188050546	
Adjusted R ²	0,0773301664	
F(3,22)	1,69842757	
p	0,196503013	
Std. Err. of Estimate	6,21151131	

* Складено на основі [21, 22, 23].

Коефіцієнти кореляції*

Variable	Correlations		
	exchange rate	interest rate	inflation rate
Circular material use rate	0,023089	0,396074	-0,185743

* Складено на основі [21, 22, 23].

Рис. 7 чітко демонструє пряму взаємозалежність між процентними ставками та циркулярним використанням матеріалів (CMU).

Підвищення відсоткових ставок не сприяє автоматичному зростанню циклічного використання матеріалів. Вищі витрати на запозичення можуть зробити для компаній дорожчими інвестиції в довгострокові проекти циркулярної економіки, потенційно сповільнивши їх впровадження. Однак вплив різниться в різних галузях промисловості та регіонах, інші фактори, як-от проблеми з навколишнім середови-

щем, також можуть вплинути на перехід до циркулярної практики.

На рис. 8 показано, як темпи інфляції впливають на циркулярне використання матеріалів. Коли рівень інфляції зменшується, циркулярне використання матеріалу зростає.

Таким чином, інфляція може мати різний вплив на кругове використання матеріалів, це, зокрема, стосується і практики використання та повторного використання матеріалів у замкнутій системі для мінімізації відходів і сприяння стійкості. Інфляція

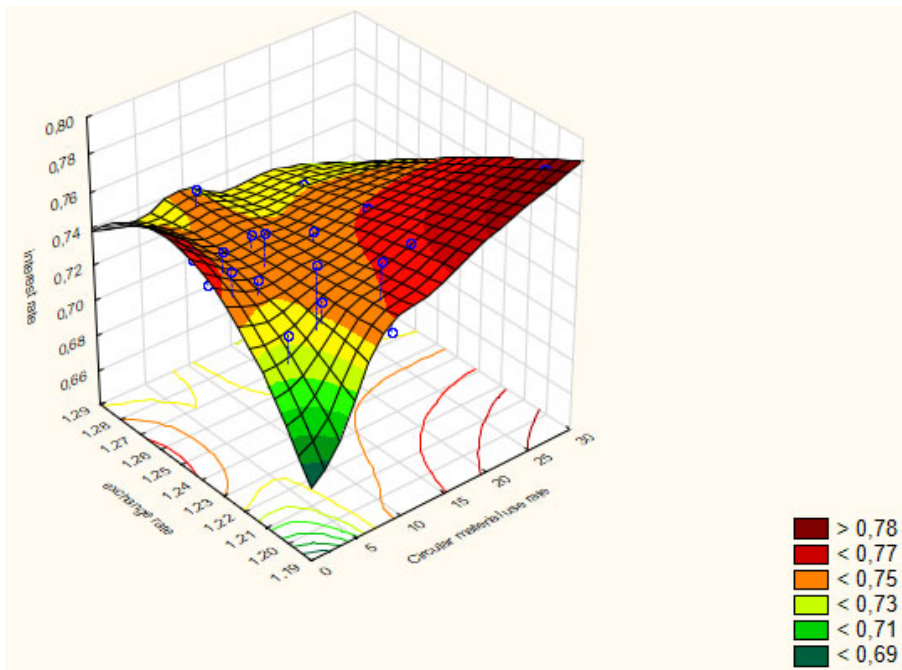


Рис. 7. 3D-залежність: між циркулярним використанням матеріалу, обмінним курсом та процентною ставкою*

* Побудовано на основі [21, 22, 23].

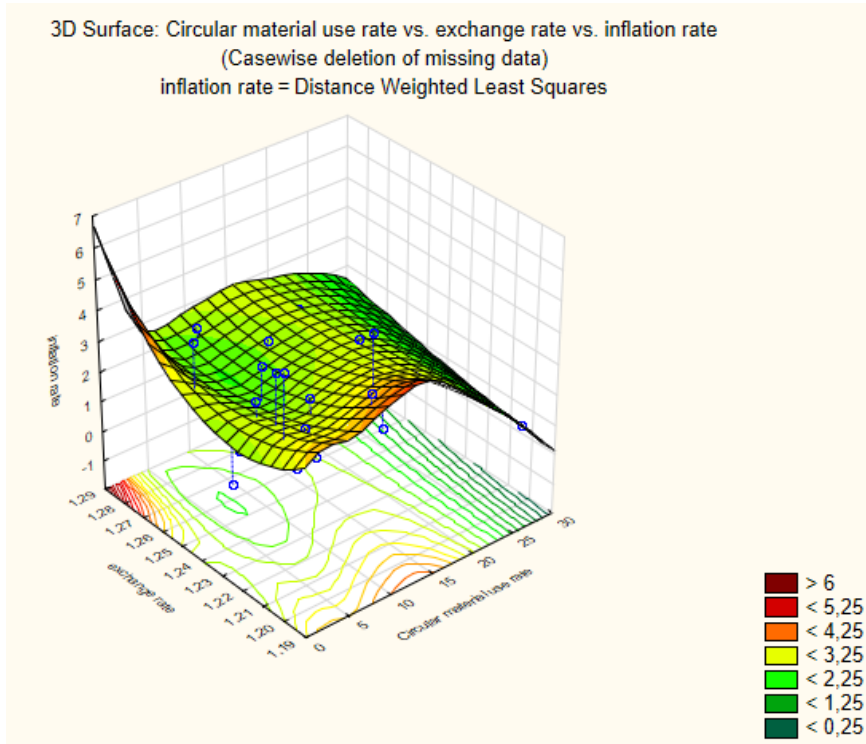


Рис. 8. 3D-залежність між нормою використання матеріалів у циклі обмінного курсу та рівнем інфляції*

* Побудовано на основі [21; 22; 23].

часто призводить до зростання вартості сировини, що може вплинути на економіку кругового використання матеріалів, зробивши придбання перероблених або повторно використаних матеріалів дорожчим, порівняно з первинними матеріалами.

Висновки. У результаті проведеного дослідження можна зробити такі висновки та узагальнення.

1. На прикладі торгівлі переробленою сировиною в Німеччині доведено, що логістика відіграє важливу роль у системі циркулярної економіки. У Німеччині ця концепція є ключовою в промисловості, технології та бізнес-стратегії. Німецькі компанії активно працюють над розробкою та впровадженням нових технологій і процесів, які сприяють циркулярній економіці. У цьому

контексті логістика відіграє ключову роль в управлінні потоком матеріалів, відходів і продуктів, забезпечуючи їх ефективну обробку та використання.

2. У процесі дослідження виокремлено шість фінансових ризиків, які можуть негативно вплинути на логістику циркулярної економіки. Використовуючи метод множинної регресії, встановлено ступінь залежності між цими показниками та швидкістю повторного використання матеріалів. На основі отриманих результатів встановлено, що найсильніший прямиий зв'язок існує між відсотковими ставками та повторним використанням матеріалів.

Отже, логістика циркулярної економіки відкриває широкі можливості для створення більш стійких і ефективних систем

управління ресурсами. Однак, разом з цим, це також несе свої фінансові проблеми та загрози.

Список використаних джерел

1. Krysovatyi A., Zvarych I., Brodovska O., Zvarych R. *Global social sustainability and inclusion: The “Voice” of social and environmental imbalances. Journal of Risk and Financial Management.* 2022. № 15. 599 p.
2. Zvarych I. Brodovska O. *Determinants of the formation of an inclusive economy in Middle East countries and its socio-economic consequences. Ekonomichnyi Analiz.* 2023. Vol. 33, № 2. P. 291–300, ISSN 2219-4649.
3. Zhang A., Wang J., Farooque M., Wang Y., Choi T. *Multi dimensional circular supply chain management: a comparative review of the state-of-the-art practices and research. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 2021. № 155. 102509. [doi:10.1016/j.tre.2021.102509](https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102509).
4. Makarova I., Shubenkova K., Pashkevich A. *The concept of the decision support system is to plan the reverse logistics in the automotive industry. 26th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM).* 2018. P. 1–6. IEEE. [doi: 10.23919/SOFT-COM.2018.8555760](https://doi.org/10.23919/SOFT-COM.2018.8555760).
5. Rogers D. S. and Tibben-Lembke R. *An examination of reverse logistics practices. Journal of Business Logistics.* 2001. № 22. P. 129–148. [doi: 10.1002/j.2158-1592.2001.tb00007.x](https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00007.x).
6. Butt Atif, Ali Imran, Govindan Kannan. *The role of reverse logistics in a circular economy for achieving sustainable development goals: a multiple case study of retail firms. Production Planning & Control.* 2023. [doi: 10.1080/09537287.2023.2197851](https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2197851).
7. Rémy Le Moigne. 2020. *REVERSE LOGISTICS, THE CIRCULAR ECONOMY WEAKEST LINK.* URL : <https://www.renewablematter.eu/articles/article/reverse-logistics-the-circulareconomy-weakest-link>.
8. Yudi Fernando, Charbel Jose Chiappetta Jabbour, Wen-Xin Wah. *Pursuing green growth in technology firms through the connections between environmental innovation and sustainable business performance: Does service capability matter? Resources, Conservation and Recycling,* 2019. № 141. P. 8–20, ISSN 0921-3449. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.031>.
9. Guide V. D. R. Jr, Jayaraman V., J. Linton D. *Building contingency planning for closed-loop supply chains with product recovery. Journal of Operations Management.* 2003. № 21. 259–279. [doi:10.1016/S0272-6963\(02\)00110-9](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00110-9).
10. Alghababsheh M., Abu Khader D. E., Butt A. S., Moktadir M. A. *Business strategy, green supply chain management practices and financial performance: a nuanced empirical examination. PRODUCTION PLANNING & CONTROL 11 Journal of Cleaner Production.* 2022. 380 (2): 134865. [doi:10.1016/j.jclepro.2022.134865](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134865).
11. Fernando Y., Shaharudin M., Abideen A. *Circular economy-based reverse logistics: dynamic interplay between sustainable resource commitment and financial performance: European Journal of Management and Business Economics.* 2023. № 32. Iss. 1. URL : <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/EJMBE-08-2020-0254/full/html>.
12. Ellen MacArthur foundation, *the circular economy and supply chains.* 2023. URL : <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-supply-chains>.
13. Lee S. Y., Klassen R. D. *Drivers and enablers that foster environmental management capabilities in small and medium-sized suppliers in supply chains. Production and Operations Management.* 2008. № 17. P. 573–586. <http://dx.doi.org/10.3401/poms.1080.0063>.
14. Fleischmann M., Bloemhof-Ruwaard J., Beullens P., Dekker R. *Reverse logistics network design. In Reverse Logistics.* 2004. P. 65–94. Berlin; Heidelberg: Springer. [doi:10.1007/978-3-540-24803-3_4](https://doi.org/10.1007/978-3-540-24803-3_4).

15. Report of bmwk. 2023. More security of supply through recycling metals and industrial minerals. URL : <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2023/10/20231019-mehr-versorgungssicherheit-durch-recycling-von-metallen-und-industriemineralen.html>.

16. Carter, C. R. and Ellram L. M. Reverse logistics: a review of the literature and framework for future investigation. *Journal of Business Logistics*. 1998. № 19.

17. Tang O., Teunter R. Economic lot scheduling problem with returns. *Production and Operations Management*. 2009. № 15. P. 488–497. doi: [10.1111/j.1937-5956.2006.tb00158.x](https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2006.tb00158.x).

18. Sbihi Abdelkader & Eglese Richard. Combinatorial optimization and Green Logistics. *Annals of Operations Research*. 2010. № 175. P. 254–5330. doi: [10.1007/s10479-009-0651-z](https://doi.org/10.1007/s10479-009-0651-z).

19. Farooque M., Zhang A., Thurer M., Qu T., Huisingh D. Circular supply chain management: a definition and structured literature review. *Journal of Cleaner Production*. 2019. № 228. P. 882–900. doi: [10.1016/j.jclepro.2019.04.303](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.303).

20. Farooque M., Zhang A., Liu Y. Barriers to circular food supply chains in China. *Supply Chain Management: An International Journal*. 2019. № 24. P. 677–696. doi: [10.1108/SCM-10-2018-0345](https://doi.org/10.1108/SCM-10-2018-0345).

21. Burke H., Zhang A., Wang J. Integrating product design and supply chain management for a circular economy. *Production Planning & Control*. 2021. P. 1–17. doi: [10.1080/09537287.2021.1983063](https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1983063).

22. European Central Bank (2023, October 26). Key ECB interest rates. Retrieved September. URL : <https://www.ecb.europa.eu/home/html/index.en.html>.

23. Trading Economy (2023, October, 28). Interest Rates of ECB. Euro Area Interest Rate. URL : <https://tradingeconomics.com/euro-area/interest-rate>.

24. European Union. (2023, November, 27). Eurostat Database. Eurostat. URL : <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.

25. World Bank. (2023, December 6). World Integrated Trade Solution. URL : <https://wits.worldbank.org/>.

References

1. Krysovatyi, A., Zvorych, I., Brodovska, O., Zvorych, R. (2022). Global social sustainability and inclusion: The “Voice” of social and environmental imbalances. *Journal of Risk and Financial Management*, 15, 599.

2. Zvorych, I., Brodovska, O. (2023). Determinants of the formation of an inclusive economy in Middle East countries and its socio-economic consequences. *Ekonomichniy Analiz*, 2, 291–300 (Vol. 33) ISSN 2219–4649.

3. Zhang, A., Wang, J., Farooque, M., Wang, Y., Choi, T. (2021). Multi dimensional circular supply chain management: a comparative review of the state-of-the-art practices and research. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 155. doi: [10.1016/j.tre.2021.102509](https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102509).

4. Makarova, I., Shubenkova, K., Pashkevich, A. (2018). The concept of the decision support system is to plan the reverse logistics in the automotive industry. 26th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), 1–6. IEEE. doi: [10.23919/SOFTCOM.2018.8555760](https://doi.org/10.23919/SOFTCOM.2018.8555760).

5. Rogers, D. S., Tibben-Lembke, R. (2001). An examination of reverse logistics practices. *Journal of Business Logistics*, 22, 129–148. doi: [10.1002/j.2158-1592.2001.tb00007.x](https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00007.x).

6. Butt, Atif, Ali, Imran Govindan, Kannan. (2023). The role of reverse logistics in a circular economy for achieving sustainable development goals: a multiple case study of retail firms. *Production Planning & Control*. doi: [10.1080/09537287.2023.2197851](https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2197851).

7. Rémy Le Moigne. 2020. REVERSE LOGISTICS, THE CIRCULAR ECONOMY WEAKEST LINK. Available at: <https://www.renewablematter.eu/articles/article/reverse-logistics-the-circular-economy-weakest-link>.

8. Yudi Fernando, Charbel Jose Chiappetta Jabbour, Wen-Xin Wah. (2019). Pursuing green growth in technology firms through the connections between environmental innovation and sustainable business performance: Does service capability matter? *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 8–20, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.031>.
9. Guide, V. D. R. Jr, Jayaraman, V., Linton, J. D. (2003). Building contingency planning for closed-loop supply chains with product recovery. *Journal of Operations Management*, 21, 259–279. [doi:10.1016/S0272-6963\(02\)00110-9](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00110-9).
10. Alghababsheh, M., Abu Khader, D. E., Butt, A. S., Moktadir, M. A. (2022). Business strategy, green supply chain management practices and financial performance: a nuanced empirical examination. *PRODUCTION PLANNING & CONTROL* 11 *Journal of Cleaner Production* 380 (2): 134865. [doi:10.1016/j.jclepro.2022.134865](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134865).
11. Fernando, Y., Shaharudin, M., Abideen, A. (2023). Circular economy-based reverse logistics: dynamic interplay between sustainable resource commitment and financial performance: *European Journal of Management and Business Economics*, 32. (Iss. 1). Available at: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/EJMBE-08-2020-0254/full/html>.
12. Ellen MacArthur foundation, the circular economy and supply chains. (2023). Available at: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-supply-chains>.
13. Lee, S. Y. Klassen, R. D. (2008). Drivers and enablers that foster environmental management capabilities in small and medium-sized suppliers in supply chains. *Production and Operations Management*, 17, 573–586. <http://dx.doi.org/10.3401/poms.1080.0063>.
14. Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J., Beullens, P., Dekker, R. (2004). Reverse logistics network design. In *Reverse Logistics*, 65–94. Berlin; Heidelberg: Springer. [doi:10.1007/978-3-540-24803-3_4](https://doi.org/10.1007/978-3-540-24803-3_4).
15. Report of bmwk. (2023). More security of supply through recycling metals and industrial minerals. Available at: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2023/10/20231019-mehr-versorgungssicherheit-durch-recycling-von-metallen-und-industriemineralen.html>.
16. Carter, C. R., Ellram, L. M. (1998). Reverse logistics: a review of the literature and framework for future investigation. *Journal of Business Logistics*, 19.
17. Tang, O., Teunter, R. (2009). Economic lot scheduling problem with returns. *Production and Operations Management*, 15, 488–497. [doi:10.1111/j.1937-5956.2006.tb00158.x](https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2006.tb00158.x).
18. Sbihi, Abdelkader, Eglese, Richard. (2010). Combinatorial optimization and Green Logistics. *Annals of Operations Research*, 175. [doi:10.1007/s10479-009-0651-z](https://doi.org/10.1007/s10479-009-0651-z).
19. Farooque, M., Zhang, A., Thurer, M., Qu, T., Huisingh, D. (2019). Circular Supply Chain Management: A Definition and Structured Literature Review. *Journal of Cleaner Production* 228: 882–900. [doi:10.1016/j.jclepro.2019.04.303](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.303).
20. Farooque, M., Zhang, A., Liu, Y. (2019). Barriers to circular food supply chains in China. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24, 677–696. [doi:10.1108/SCM-10-2018-0345](https://doi.org/10.1108/SCM-10-2018-0345).
21. Burke, H., Zhang, A., Wang J. (2021). Integrating product design and supply chain management for a circular economy. *Production Planning & Control*, 1–17. [doi:10.1080/09537287.2021.1983063](https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1983063).
22. European Central Bank (2023, October 26). Key ECB interest rates. Retrieved September. Available at: <https://www.ecb.europa.eu/home/html/index.en.html>.
23. Trading Economy (2023, October 28). Interest Rates of ECB. Euro Area Interest Rate. Available at: <https://tradingeconomics.com/euro-area/interest-rate>.
24. European Union (2023, November, 27). Eurostat Database. Eurostat. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.
25. World Bank (2023, December, 6). World Integrated Trade Solution. Available at: <https://wits.worldbank.org/>.