

**РОЗГОРТАННЯ¹ ЦИРКУЛЯРНИХ ПРОМИСЛОВИХ ЕКОСИСТЕМ –
УМОВА ЕКОЕФЕКТИВНОЇ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ДЛЯ ДОВКІЛЛЯ,
СПРИЧИНЕНИХ ВОЄННИМИ ДІЯМИ²**

Наслідки воєнних дій є безпрецедентним випадком заподіяння шкоди довкіллю в Україні. За офіційними даними на території України через пошкодження (руйнування) будівель і споруд унаслідок бойових дій утворилося понад 670 тис. т відходів, що можна вважати мінімально можливою кількістю за попередніми оцінками. Атаки тривають і спричиняють збільшення обсягів відходів, навантаження на землекористування в громадах і формування екологічної загрози.

Міжнародний досвід свідчить про можливість одержання екологічної, соціальної та економічної вигоди від повторного використання відходів будівництва та знесення. У контексті реалізації євроінтеграційного вектора Україна має зосередитися на ефективному управлінні такими відходами згідно з принципами циркулярної економіки – повторного використання, переробки та відновлення. Виконання цього невідкладного завдання можливе завдяки створенню умов для розгортання промислових циркулярних екосистем – сукупності суб'єктів різних видів економічної діяльності та громадянського суспільства, які працюють та еволюціонують спільно з метою створення доданої вартості на основі принципів скорочення використання первинних матеріалів, повторного використання матеріалів і продуктів, їх переробки та відновлення, продовжуючи тим самим життєвий цикл товарів та формуючи їх додаткову цінність.

Мета статті полягає в обґрунтуванні доцільності розгортання циркулярних промислових екосистем як умови екоефективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями.

На прикладі однойменного проєкту глобальної компанії Energy Vault з гравітаційного зберігання енергії за допомогою композитних блоків, у виробництві яких використовуються промислові відходи й відходи будівництва та знесення, окреслено ключові дії, які сприятимуть появі та розвитку в Україні циркулярних промислових екосистем на основі наявних технологій. Визначено коло проблемних питань, які необхідно вирішувати для формування інститутів, рутин, поведінки та культури економічних суб'єктів при розгортанні циркулярних промислових екосистем, зокрема з метою ліквідації наслідків для довкілля, спричинених

¹ Від англ. deployment – використання чогось для досягнення певного ефекту.

² Статтю підготовлено в процесі досліджень за науковим проєктом «Гарантії дотримання соціально-економічних та екологічних прав людини в умовах війни та повоєнної трансформації» (номер держреєстрації 0123U101199).



воєнними діями. Надано рекомендації щодо актуалізації правового забезпечення управління відходами від руйнування будівель і споруд, що утворюються внаслідок бойових дій; реформування та розширення кола інструментів стимулювання сталого поводження з відходами; розвитку міждисциплінарних досліджень.

Ключові слова: циркулярні промислові екосистеми, циркулярна економіка, довкілля, відходи будівництва та знесення, відходи руйнувань.

JEL: O13; L70

Шкода довкіллю почала проявлятися з перших днів бойових дій на території України. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України на початок 2024 р. попередня сума завданих довкіллю збитків перевищила 2,4 трлн грн (Укрінформ, 2024). На основі оцінки прямих фізичних пошкоджень фахівці Київської школи економіки наводять такі цифри: сума прямих збитків, завданих з 2022 р., сягнула майже 155 млрд дол. (KSE, 2024), із них АПК і земельним ресурсам – 8,7 млрд, лісовому фонду – 4,5 млрд, екологічні збитки, розраховані як збитки від викидів в повітря та не є прямими втратами нерухомості чи інших активів України, становлять 16,4 млрд дол. Ці дані свідчать про масштабність екологічних наслідків воєнних дій.

Наразі гостро постає проблема пошуку ефективних шляхів управління відходами від руйнувань, яких за мінімальною оцінкою по всій країні вже понад 670 тис. т (Міндовкілля, 2023). За даними обласних військових адміністрацій найбільша кількість відходів від руйнувань фіксується в Київській, Херсонській, Харківській, Миколаївській, Донецькій та Запорізькій областях. Обсяги відходів збільшуються з кожним днем, що спричиняє навантаження на землекористування в громадах і створення екологічних загроз.

Найближчими роками рішення органів державної влади, міжнародних донорів, представників фінансово-кредитних установ і приватного сектору визначатимуть напрями розподілу інвестицій, направлених на повоєнну відбудову України. Відновлення економіки потребуватиме значної кількості природних ресурсів і супроводжуватиметься значними викидами парникових газів. Проте в умовах воєнного стану існує

значний ризик недостатнього включення принципів екологічного управління у процесі господарювання. Очевидно, що вже зараз на державному рівні необхідно подбати про підвищення екологічної ефективності (екоефективності) використання ресурсів шляхом сприяння впровадженню моделей замкнутого циклу виробництва та підтримки цінності продуктів, матеріалів і компонентів на основі принципів циркулярної економіки 4Rs: скорочення (Reduce), повторне використання (Reuse), переробка (Recycle) та відновлення (Recover).

Циркулярна економіка формує новий ландшафт бізнес-моделей підприємств, стимулюючи їх перехід від традиційних лінійних підходів до інноваційних моделей, орієнтованих на замкнуті цикли використання ресурсів. У таких моделях підприємства прагнуть зменшити відходи, максимально задіяти ресурси, створювати продукти, які можна повторно використовувати, ремонтувати або переробляти. Для реалізації замкнутих циклів у процесах виробництва формуються нові екосистеми, де різні компанії співпрацюють для досягнення загальних цілей сталого розвитку. У таких екосистемах відходи одних підприємств стають ресурсами для інших. Це приводить до співпраці між організаціями або підприємствами різних секторів економіки з метою ефективного обігу матеріалів і енергії, стимулює розвиток нових знань, пов'язаних з ефективним використанням ресурсів (Aarikka-Stenroos, Ritala, Thomas, 2021; Konietzko et al., 2020) сприяє створенню сталої ціннісної інноваційної пропозиції для переробки, повторного застосування та/або скорочення споживання ресурсів (Kanda et al., 2021; Sairanen et al., 2024).

Концепція циркулярних промислових екосистем набула поширення в зарубіжних роботах (Aarikka-Stenroos, Ritala, Thomas, 2021; Narala, 2023; Trevisan et al., 2023). В українській науковій літературі дослідження в цій предметній сфері представлені (Череватський та ін., 2022), але не так широко і не стосуються створення замкнутих циклів у контексті ліквідації наслідків для довкілля, пов'язаних із воєнними діями.

Мета статті полягає в обґрунтуванні доцільності розгортання циркулярних промислових екосистем як умови екоефективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями.

Структуру статті побудовано відповідно мети таким чином: 1) на основі системного підходу та концепції еволюційної економіки уточнено розуміння «циркулярних промислових екосистем»; 2) здійснено пошук й узагальнення емпіричних даних щодо появи й успішного функціонування циркулярних промислових екосистем на основі поведінки з відходами будівництва та знесення в країнах ЄС; 3) на прикладі проекту глобальної компанії Energy Vault у частині виготовлення блоків із відходів будівництва та знесення окреслено ключові ідеї, які сприятимуть появі та розвитку циркулярних промислових екосистем на основі наявних технологій, та надано рекомендації щодо їх реалізації з урахуванням європейського досвіду. У висновках підбито підсумки дослідження.

Наукове розуміння циркулярних промислових екосистем. Концепція циркулярної економіки нерозривно пов'язана з поняттям «стала екосистема», яке передусім стосується природного середовища та взаємодії всіх живих організмів, що створюють симбіотичну екосистему, де кожен елемент покладається на дії інших членів, щоб вижити і процвітати. Це визначення з деякою адаптацією використовується у сфері економічних відносин. Дж. Мур уперше застосував екологічну термінологію до бізнес-середовища (Moore, 1993). Згодом визначення бізнес-ландшафту як набору підприємств, організацій та окремих осіб, що

спільно розвиваються та еволюціонують, було прийнято економічною спільнотою. Ідея про те, що підприємства не можуть існувати самі, а спираються на досвід, керівництво, обмін контактами, передачу знань і фінансову підтримку з боку інших підприємств і організацій, набуває популярності. Поняття «екосистема» все частіше використовується в менеджменті та бізнесі для опису колективів різнорідних, але взаємодоповнюючих організацій, які спільно створюють певну продукцію системного рівня, аналогічну до «екосистемної послуги», що надається природними екосистемами, яка виходить за рамки результатів і діяльності будь-якого окремого учасника екосистеми (Thomas, Autio, 2020; Підоричева, 2020).

Подібно до того, як у біологічних екосистемах відбувається обмін енергією та речовинами між її складовими, учасники економічних екосистем теж пов'язані певними потоками. Із використанням цієї логіки автори роботи (Aarikka-Stenroos, Ritala, Thomas, 2021) класифікують циркулярні екосистеми на три категорії: за потоком матеріалів та енергії (промислові екосистеми); потоком знань (підприємницькі екосистеми та екосистеми знань); потоком економічної цінності (інноваційні екосистеми). Відмінності між ними полягають у складі, ключових ідеях і, що є найважливішим, – в очікуваних результатах, а саме для:

промислової екосистеми – стале промислове виробництво;

підприємницької екосистеми – сприяння запуску та розширення нових підприємницьких проектів, зосереджених на сталому виробництві;

екосистеми знань – сприяння перетворенню досягнень наукових знань у сфері циркулярної економіки на сталі продукти та послуги;

інноваційної екосистеми – створення сталої цінності, завдяки якій здійснюються переробка, повторне використання та/або скорочення обсягу ресурсів.

У такому контексті циркулярні промислові екосистеми являють собою регіональне співтовариство ієрархічно незалежної,

але взаємозалежної різномірної групи акторів, які виробляють промислові товари та послуги в симбіотичній співпраці та з використанням ресурсів (Aarikka-Stenroos, Ritala, Thomas, 2021).

Бажані результати діяльності промислових екосистем можна пов'язати зі стратегічними пріоритетами Європейського Союзу. Вони полягають у підтримці справедливого і стійкого відновлення та досягненні амбіцій щодо «зеленого» і цифрового переходів в економіці («подвійний перехід»). У контексті досягнення цієї мети промислова стратегія Європейського Союзу спрямована на створення стійкої, конкурентоспроможної та інноваційної промисловості, яка здатна адаптуватися до сучасних викликів, зокрема зміни клімату, цифрової трансформації та глобальної конкуренції. ЄС прагне досягти кліматичної нейтральності до 2050 р., тому промислова стратегія активно підтримує «зелену» трансформацію промислових секторів. Вона передбачає скорочення викидів парникових газів, підвищення енергоефективності, розвиток відновлюваної енергетики та широке застосування принципів циркулярної економіки у виробничих бізнес-моделях.

Щодо матеріальних потоків промислових екосистем, то їх модель ґрунтується на порівнянні промислових процесів і ролі промислових підприємств із трофічними рівнями в біологічній екосистемі. Галузі та підприємства в системі є аналогічними до організмів у природній екосистемі, а фізичне місце розташування, в якому працює виробництво, аналогічне до середовища проживання організму. Кожне підприємство у промисловій екосистемі має свою нішу чи функціональну роль (Geng, 2002). Їхні ролі можуть бути визначені так само, як і в екологічній системі, а саме:

виробники (первинні) – здійснюють видобуток матеріалів та збір сировини для забезпечення інших галузей;

споживачі (вторинні виробники) – використовують сировину від первинних виробників для створення готових матеріалів і продуктів;

сортувальники – розбирають і сортують відходи діяльності, транспортують у формі, доступній для їх подальшого споживання;

редуценти – використовують відходи діяльності як виробників, так і споживачів, здійснюють їх переробку та відновлення, продовжуючи тим самим життєвий цикл, та повертають назад у промислову екосистему як нові цінні матеріали, придатні для забезпечення процесів виробництва.

Пропонується розуміти циркулярні промислові екосистеми як сукупність суб'єктів різних видів економічної діяльності та громадянського суспільства, які спільно працюють й еволюціонують з метою створення доданої вартості на основі принципів скорочення використання первинних матеріалів, повторного використання матеріалів і продуктів, їх переробки та відновлення, продовжуючи тим самим життєвий цикл товарів і формуючи їх додаткову цінність.

Застосування до циркулярних промислових екосистем ідей еволюційної економіки є принциповим для їх наукового розуміння. Саме еволюційну теорію в економіці зазвичай застосовують для пошуку відповіді на питання щодо створення різноманітності в економічній популяції, збереження і передачі корисної інформації, що стосується вирішення конкретних адаптивних проблем і довголіття суб'єктів екосистем (Aldrich et al., 2008). У рамках генетичної парадигми підприємство є аналогічним до організму в біологічній екосистемі, а ДНК – це економічне знання, інформація, які є невід'ємною частиною підприємства і від яких залежить його виживання, адаптація та довголіття. Біологічній категорії «ген» в економіці відповідає економічна «рутина». Рутини успадковуються та визначають можливу поведінку суб'єкта. Організми, що мають кращі рутини, можуть краще за інших пристосовуватися до змін середовища і розвиватися. Можливе і не генетичне спадкування, коли специфічні знання та інформація не успадковуються, а передаються завдяки навчанню, оточенню та взаємодії суб'єктів. Походження таких системних

явищ, як мова, культура та наука, пов'язується не стільки з генетичним, скільки з «м'яким спадкуванням» (Солдак, 2019). Біологічна різноманітність забезпечує багатогранність життя на Землі. В економічній екосистемі різноманітність відповідних атрибутів, що визначають динаміку екосистем, також необхідна для підвищення ймовірності її переходу до вищого стану. Зокрема, для успішного розвитку економічної екосистеми велике значення має різноманітність суб'єктів інноваційної активності, технологічних лідерів, практик ведення бізнесу, організаційних структур управління.

Навіть такий короткий огляд основних ідей еволюційної теорії дозволяє стверджувати, що поява і розвиток циркулярних промислових екосистем полягає не лише у використанні наукових знань і практичного досвіду (інженерних навичок, умінь), що може вирішитися шляхом запозичення технічних і організаційних інновацій. Вони потребують також розбудови нової, орієнтованої на створення сучасних технологічних процесів і технічних об'єктів промисловості, що може відбуватися поступово в процесі еволюційної взаємодії технологій і соціуму. Це можливо, насамперед, завдяки формуванню інститутів, організаційних рутин та економічної культури учасників ланцюгів створення вартості, необхідних для переходу до кліматично нейтрального виробництва, заснованого на вищому технологічному рівні (Вишневський, Князев, 2018; Солдак, 2023).

Формування умов для появи циркулярних промислових екосистем є сферою державної політики в частині створення ринку для «зелених» товарів шляхом розбудови системи публічних закупівель, підтримки інвестицій в інноваційні рішення, упрощення фінансових інструментів зменшення негативного впливу на довкілля.

Інформаційна база дослідження. Ситуація, причинена бойовими діями в Україні, не має прецедентів у сучасній історії Європи. Після Другої світової війни на її території відбулося декілька збройних конфліктів, найбільш масштабними з яких вважаються Балканські війни 1990-х років.

Через свою унікальну економічну та політичну історію поки не всі постраждалі країни показали здатність впоратися з накопиченими відходами руйнування будівель і споруд згідно з принципами циркулярної економіки. У той же час їх досвід свідчить, що проблему управління відходами руйнувань вони намагаються вирішити в рамках загальної стратегії управління відходами будівництва та знесення (Alite et al., 2023). У зв'язку з цим Україні слід фокусувати увагу на більш успішному досвіді країн ЄС щодо управління відходами будівництва та знесення (Construction and Demolition Waste, CDW). Необхідно також урахувати той факт, що, на відміну від українських реалій, ці приклади засновані на стратегіях управління відходами в економіці мирного часу. До того ж причини утворення будівельних відходів є іншими та, як правило, пов'язані з урбанізацією, яка посилюється (Huang, 2018; Huang, 2020; Alite et al., 2023; Gálvez-Martos, 2018; Nadazdi, Naunovic, Ivanisevic, 2022).

Для пошуку й узагальнення емпіричних даних щодо появи та успішного функціонування циркулярних промислових екосистем на основі управління відходами будівництва та знесення в країнах ЄС обрано базу даних Порталу фінансування та тендерів Європейського Союзу (EU Funding & Tenders Portal). Аналіз інструментів стимулювання поведінки з відходами в географічному розрізі здійснено на основі бази даних Організації економічного співробітництва і розвитку (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD) та Інструментів політики для довкілля (Policy Instruments for the Environment).

Європейська політика у сфері управління відходами будівництва та знесення. У Європі відходи будівництва та знесення становлять понад третину всіх відходів (Gálvez-Martos et al., 2018). Вони належать до сфери «міського видобутку» (urban mining) і мають велике значення для досягнення амбітних цілей ЄС у сфері економіки замкнутого циклу (Zhang et al., 2020). Відходи будівництва та знесення складаються зі сміття, що утворюється при будівництві,

будівельному ремонті та знесенні будівель, будівництві та демонтажі доріг і мостів. Вони містять широкий спектр матеріалів: бетон, цегла, дерево, скло, метали та пластик, азбест. Оскільки відходи будівництва та знесення характеризуються великим об'ємом і вагою, чинять негативний вплив на навколишнє середовище, стале управління ними є пріоритетом для багатьох країн.

Серед секторів промисловості Європи будівельний є найбільш ресурсомістким. Він використовує близько 50% доступної первинної сировини і виробляє понад 33% загального обсягу відходів, що утворюються в Європі. Існує величезний потенціал для переробки вторинної сировини з відходів будівництва та знесення, але його реалізація ще далека від того, щоб стати загальнопоширеною. Технології розділення та утилізації будівельних відходів є доступ-

ними і загалом недорогими. Тим не менш, рівень їх переробки суттєво відрізняється за країнами Європи, коливаючись від менше 10% до понад 90%. Суттєва різниця обумовлена дією історичних, культурних, інституційних чинників, що впливає на можливість появи й успішного функціонування циркулярних промислових екосистем. Нідерланди, Словенія, Італія, Данія, Фінляндія та Великобританія досягли успіху у створенні ринків для відновлених відходів (рис. 1). Їх будівельний сектор є високоциклічним, оскільки вдається повторно вводити великі обсяги відходів в економіку та отримувати енергію, уникаючи таких варіантів утилізації, як спалювання, поховання та навіть зворотне засипання, яке відповідно до Рамкової директиви про відходи (Waste Framework Directive, WFD) вважається низькоякісним відновленням відходів (European Commission, 2008).

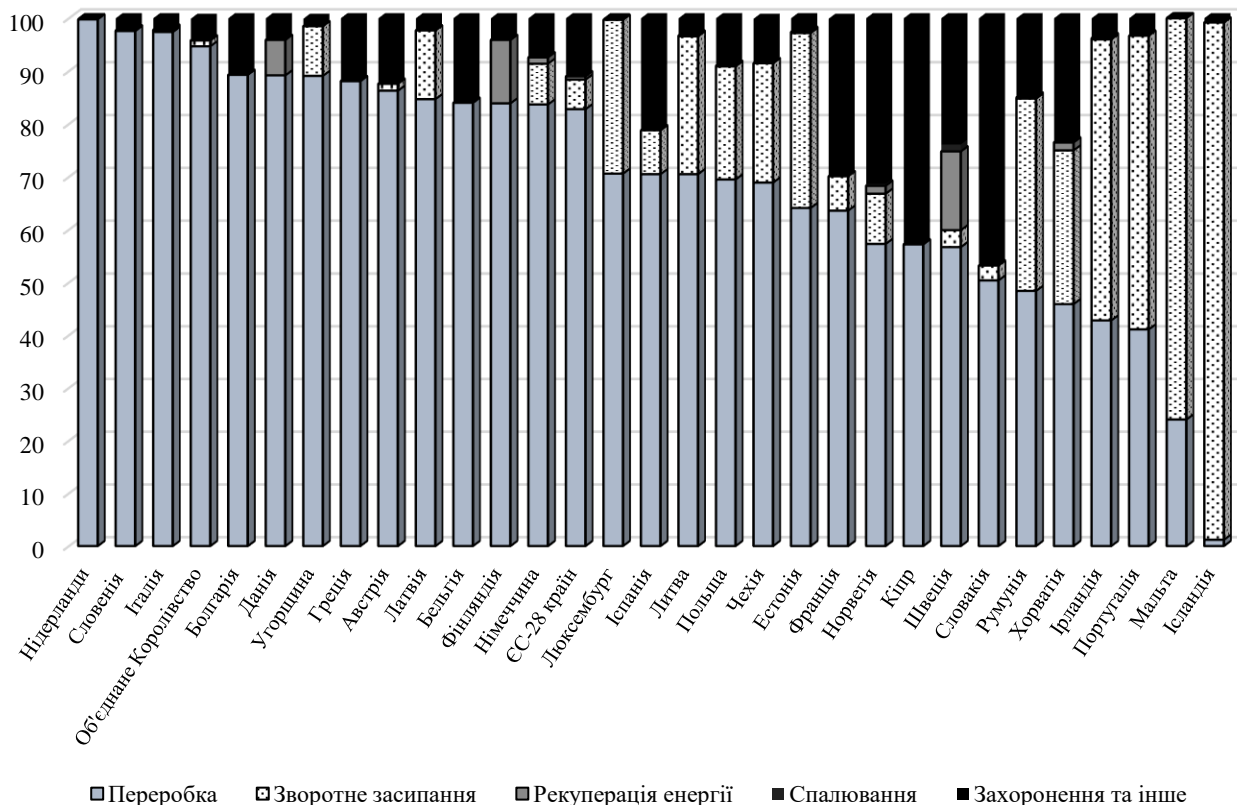


Рисунок 1 – Управління відходами будівництва та знесення в країнах Європи (відповідно до застосування процесу рециклінгу відходів), %

Джерело: (ЕЕА, 2020).

Управління відходами будівництва та знесення потребує ефективних державних постанов, стратегій, цілей, дотримання заходів контролю за утворенням відходів і зусиль щодо їх мінімізації (Deng et al., 2008). У Європейському Союзі ці питання пов'язані із законодавством з циркулярної економіки. Перший План дій зі створення економіки замкнутого циклу (Circular economy action plan, CEAP) у Європі було схвалено у 2015 р., а в 2020 р. був прийнятий другий CEAP (European Commission, 2020). Він спрямований на прискорення трансформаційних змін, яких потребує європейський «зелений» курс (Green Deal), на основі заходів у галузі економіки замкнутого циклу, що реалізуються з 2015 р. План являє собою набір взаємопов'язаних ініціатив щодо розроблення політики у сфері створення товарів і послуг із використанням принципів сталого розвитку, що забезпечує екологічні, соціальні й економічні вигоди. Політика має на меті зробити екологічні продукти, послуги та бізнес-моделі нормою та змінити способи споживання на такі, що мінімізують утворення відходів.

Завдяки європейським ініціативам щодо впровадження принципів циркулярної економіки в галузі промисловості стало будівництво останнім часом привертає все більше уваги представників бізнесу, громадськості та академічних кіл – ключових акторів циркулярних промислових екосистем (Ghisellini, Cialani, Ulgiati, 2016).

Поява циркулярних промислових екосистем управління відходами будівництва та знесення в країнах Європи. Пошук й узагальнення інформації про появу та успішне функціонування циркулярних промислових екосистем управління відходами будівництва та знесення в країнах Європи здійснено за даними Порталу фінансування та тендерів Європейського Союзу (European Commission, 2024). Портал служить інструментом для організацій, підприємств, наукових інститутів, державних установ та різних інших суб'єктів, які прагнуть досягти успіху у сфері циркулярної економіки, а також для пошуку інформації про можливості

об'єднання зусиль завдяки програмам підтримки наукових досліджень та інновацій (Horizon Europe), захисту довкілля та кліматичних інновацій (LIFE), досліджень та інновацій у вугільній і сталеливарній промисловості (Research Fund for Coal and Steel) та ін.

База даних Порталу фінансування та тендерів Європейського Союзу містить понад 10 тис. проєктів, що отримували або отримують фінансування у двох програмних періодах: 2014-2020 та 2021-2027 рр. за всіма доступними 34 програмами. Після уточнення критеріїв пошуку за ключовими словами «circular», «construction and demolition waste» та «CDW» кількість проєктів скоротилася до 480, а програм, за якими вони фінансувались або фінансуються, – до 20. При цьому в програмному періоді 2014-2020 рр. фінансування отримували 186 проєктів, а у 2021-2027 рр. – вже 294. Значне зростання проєктних пропозицій та їх фінансової підтримки підтверджує важливість досліджень у цій предметній сфері. Детальний огляд проєктів дозволив виокремити ті, що стосуються безпосередньо сфери будівництва. Узагальнену інформацію наведено в додатку.

Аналіз даних щодо проєктів із циркулярної економіки в галузі будівництва, які отримували або отримують фінансування Європейського Союзу, дозволив дійти таких висновків.

1. Склад виконавців майже кожного із зазначених проєктів є різноманітним. Установи та підприємства різних сфер діяльності спільно працюють і взаємодіють для реалізації принципів циркулярної економіки в галузі будівництва. Взаємопов'язані учасники створюють колективну цінність і надають цілісні рішення, які жоден учасник не може розробити поодиночі (Song, Gnyawali, Qian, 2024). І це цілком відповідає концепції циркулярної промислової екосистеми.

2. Проєкти спрямовані на забезпечення «наскрізної стійкості», тобто від екологічно чистого дизайну продукту до максимальної переробки будівельних відходів

по циркулярному ланцюгу. Дослідження стосуються екодизайну продукції, можливостей її модернізації для продовження життєвого циклу, утилізації з мінімальним екологічним збитком. Планування демонтажу і деконструкції здійснюється вже на етапі проєктування з прийняттям принципів циркулярної економіки, завдяки чому досягається зменшення обсягів відходів будівництва та знесення.

3. Циркулярні промислові екосистеми орієнтовані на регіональні матеріальні потоки, і проєкти спрямовані на підтримку зміцнення місцевих або регіональних ринків вторинних матеріалів. Разом із тим, з урахуванням транснаціонального та глобального характеру клімату й навколишнього середовища, їх масштабу та складності, а також міжнародного аспекту ланцюга постачання сировини, в рамках деяких проєктів діяльність здійснюється не тільки на рівні ЄС, але і за його межами.

4. Проєкти є мультидисциплінарними. Вони охоплюють різні наукові галузі та сфери: електротехніка, електронна інженерія, радіотехніка, програмне забезпечення, інформаційна інженерія, матеріалознавство, економіка, сільське та лісове господарство. Багатопрофільний характер досліджень потребує поєднання додаткових знань і ресурсів для ефективного вирішення проб-

леми впливу на довкілля промислової діяльності. Необхідно докладати скоординованих дослідницьких та інноваційних зусиль у багатьох дисциплінах і секторах для забезпечення безпечних, економічно здійснених, екологічно обґрунтованих та соціально прийнятних рішень по всьому ланцюгу створення вартості (розвідка, видобуток, переробка, проєктування, стійке та повторне використання, переробка та відновлення) (CORDIS – EU research results, 2020a).

5. Склад країн-учасниць проєктів є дуже схожим. Дослідження, як правило, координують Нідерланди, Бельгія, Португалія, Італія, Іспанія, Франція, Фінляндія, Німеччина. Це пояснюється розвинутою системою інструментів політики управління відходами будівництва та знесення. Орієнтуючись на встановлену в Рамковій директиві про відходи систему управління відходами, країни-члени ЄС розробили різні інструменти та національні правила управління відходами. Компанія Deloitte (2017) розділила держави-члени ЄС на три категорії відповідно до рівня зрілості їхньої правової бази (вставка 1). Саме країни Північної та Західної Європи характеризуються розвинутою правовою базою управління відходами будівництва та знесення й високим рівнем дотримання чинного законодавства.

Вставка 1

Групи країн ЄС (разом із Великою Британією) за рівнем зрілості правової бази з управління CDW

Перша група: країни ЄС зі зрілим національним законодавством – вимоги до управління відходами будівництва та знесення зафіксовані в національному законодавстві до прийняття Рамкової директиви про відходи; упроваджено стандарти для сприяння дотриманню законів (Австрія, Бельгія, Данія, Фінляндія, Франція, Люксембург, Німеччина, Нідерланди, Швеція).

Друга група: країни ЄС з передовим законодавством – вимоги до управління відходами будівництва та знесення зафіксовані в національному законодавстві до прийняття Рамкової директиви про відходи, але правоохоронна діяльність слабша, ніж у першій групі країн (Чехія, Естонія, Угорщина, Ірландія, Італія, Мальта, Португалія, Іспанія, Велика Британія).

Третя група: країни зі законодавством, що розвивається, – вимоги до управління відходами будівництва та знесення, які зафіксовано в національному законодавстві, в основному були попередньо визначені Рамковою директивою про відходи; слабе правозастосування (Болгарія, Хорватія, Кіпр, Греція, Латвія, Литва, Польща, Румунія, Словаччина, Словенія).

Джерело: (Deloitte, 2017).

6. У сприянні виникненню циркулярних промислових екосистем вирішальну роль відіграють економічні інструменти (вставка 2). Для аналізу застосування їх країнами ЄС використано базу даних OECD Інструменти політики для довкілля (Policy Instruments for the Environment – PINE) (OECD, 2024). Із набору даних відсортовано країни ЄС та обрано всі інструменти за такими сферами: «тверді відходи», «деградація землі», «забруднення землі», «забруд-

нення води». Не всі сфери стосуються безпосередньо управління відходами будівництва та знесення. Однак упровадження циркулярних моделей в одній галузі сприяє появі циркулярних моделей в інших завдяки економічній вигоді (скорочення витрат на сировину, оптимізація виробництва або підвищення рентабельності), технологічному трансферу та інноваціям і загалом зміні споживчої поведінки та зростанню попиту на екологічно чисті продукти і послуги.

Вставка 2

Інструменти екологічної політики в країнах ЄС

Податки та збори (Taxes and fees) збільшують вартість забруднюючої діяльності чи продукції та перешкоджають їх споживанню й виробництву незалежно від цільового призначення податків чи зборів. Податки та збори становлять більшість інструментів політики в базі даних PINE.

Екологічно вигідні субсидії та виплати (Environmentally Beneficial Subsidies and Payments). Субсидія або виплата є екологічно вигідною, якщо вона прямо чи опосередковано знижує відносну ціну чистого продукту або діяльності. Субсидії надаються певним секторам або підприємствам для заохочення екологічно вигідних практик і можуть бути у вигляді грантів, податкових пільг або позик із низьким відсотком. Виплати надаються власникам землі, підприємствам або організаціям за збереження екосистем, здійснення заходів щодо захисту довкілля або підтримку біорізноманіття.

Торгові дозволи та компенсації (Tradable Permits and Offsets) застосовуються для розподілу прав на викиди або використання ресурсів. Торгові дозволи – це дозволи (квоти) на викиди забруднюючих речовин, які можна купувати та продавати на ринку. Кожен дозвіл надає його власнику право на певний обсяг викидів. Компенсації дозволяють організаціям, які не можуть повністю зменшити свої викиди, інвестувати в проєкти щодо зменшення або усунення викидів у сферах, не пов'язаних безпосередньо з їх діяльністю.

Схеми повернення депозиту (Deposit-refund scheme) встановлюють надбавку до ціни потенційно забруднюючої продукції. Додаткова плата повертається в разі уникнення забруднення завдяки повторному використанню продукту. Схеми повернення депозиту зазвичай застосовуються до такої продукції, як пляшки, акумулятори, автомобілі або списані шини.

Добровільні методи (Voluntary approaches) – це зобов'язання фірм або галузей покращити свою екологічну ефективність поза законом. Добровільні підходи не є економічними інструментами, запровадженими урядом, – вони можуть бути предметом переговорів між державним органом і приватними сторонами. Добровільні угоди залучають зацікавлених сторін і дозволяють досягти консенсусу, однак вони не часто підкріплюються регулярним наглядом для перевірки їх впливу на навколишнє середовище.

Джерело: (OECD, 2024).

Для наочного співставлення на рис. 2 групи країн сформовано за запропонованим компанією Deloitte рівнем зрілості законодавства (вставка 1). Інструменти, які залучають країни першої та другої груп, тобто

країни з більш зрілим законодавством з управління відходами будівництва та знесення, є різноманітнішими, ніж третьої, до якої належать країни, екологічна правова база яких у даний час тільки розвивається.

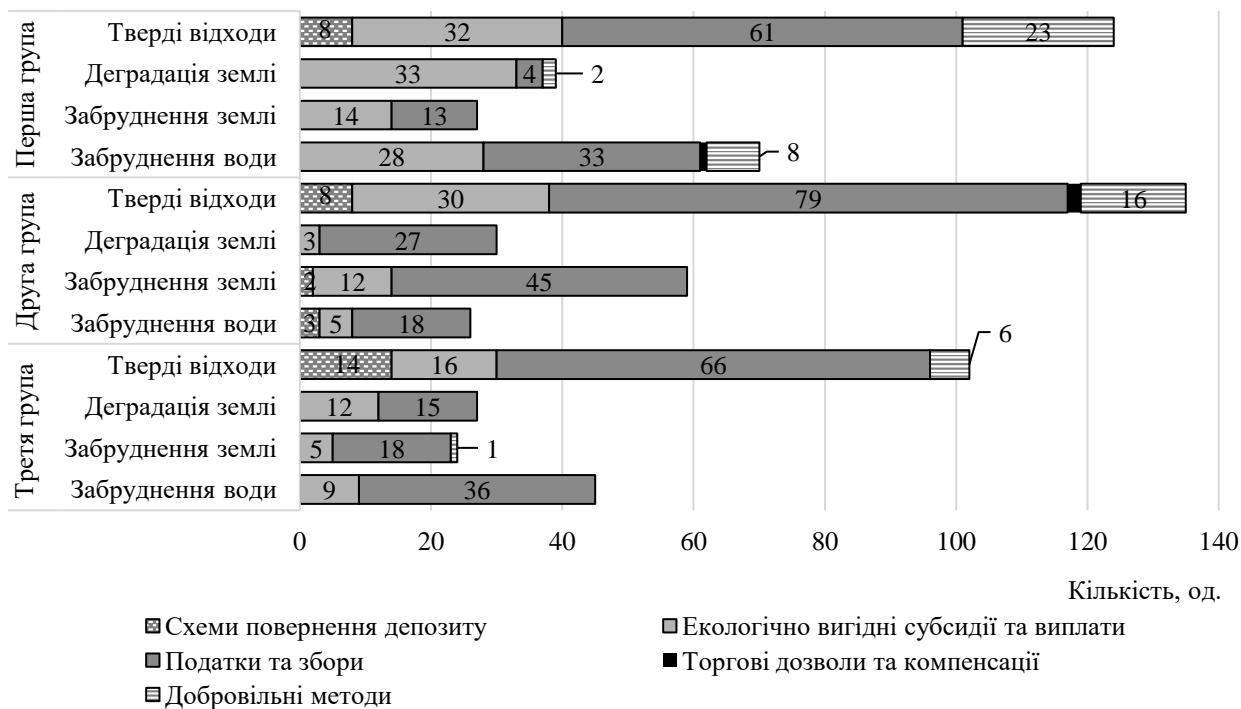


Рисунок 2 – Використання інструментів екологічної політики країнами ЄС (за групами)

Джерело: складено за (OECD, 2024).

У країнах Європи останнім часом більш поширеного застосування набувають добровільні інструменти. Одним із важливих із них для сприяння сталому розвитку та циркулярній економіці є «зелені» публічні закупівлі. Це «процес, за допомогою якого органи державної влади прагнуть закуповувати товари, послуги та роботи зі зниженим впливом на довкілля протягом усього їхнього життєвого циклу порівняно з товарами, послугами та роботами з такою ж основною функцією, які були б закуплені в іншому випадку» (European Commission COM, 2008). Для досягнення цих цілей організації державного сектору можуть використати екологічні критерії при здійсненні державних закупівель.

Екологічні критерії можуть охоплювати весь цикл закупівель – від оцінки потреб і визначення об'єкта закупівлі (наприклад, постачання сталого бетону), технічних специфікацій (наприклад, вибору способів будівництва та типів матеріалів) до вибору постачальника (наприклад, досвід проєктувальника чи підрядника), екологічного маркування (наприклад, додаткові позначення для використання будівельних

матеріалів з переробленим вмістом) та управління договором (наприклад, навчання персоналу з розподілення відходів будівництва та знесення на місці).

Завдяки широкому застосуванню інструментів і конкретним національним правилам управління відходами, чітко визначеними в нормативних актах, країни ЄС демонструють стратегічні наміри досягти своїх екологічних цілей у сфері поводження з відходами будівництва та знесення.

Досвід країн ЄС щодо створення умов для появи й успішного функціонування циркулярних промислових екосистем можна розглядати як якісний орієнтир для реалізації політики управління відходами будівництва, знесення та руйнувань, зокрема в реаліях України.

Ситуація в Україні у сфері управління будівельними відходами та відходами руйнувань. Ще за мирних часів будівельні відходи складали основну частку відходів на сміттєвих полігонах. За оцінкою вітчизняних будівельних компаній реальний обсяг вивезення будівельного лому після знесення одного п'ятиповерхового чоти-

рипід'їзного будинку становить 4,5-5 тис. т (Попович, Захарко, Мальований 2013).

Із 2022 р. в Україні з'явився новий вид відходів – від руйнувань. Це «частини (уламки) пошкоджених (зруйнованих) об'єктів, а також матеріали, предмети, які були всередині або поряд із такими об'єктами у момент пошкодження (руйнування) та/або виконання робіт із демонтажу та які повністю або частково втратили свої споживчі властивості та не можуть у подальшому використовуватись за місцем їх утворення чи виявлення» (Верховна Рада України, 2022). За мінімальною оцінкою на території України через пошкодження (руйнування) будівель і споруд унаслідок бойових дій утворилося понад 670 тис. т відходів (Міндовкілля, 2024). Вони стали однією з найбільших проблем для громад через їх великий обсяг і небезпечність для довкілля. За результатами лабораторних досліджень на деяких майданчиках тимчасового зберігання відходи від руйнації містять шкідливий для здоров'я азбест¹.

За компонентами відходи від руйнувань значно відрізняються від звичайних відходів будівництва та знесення. На цій підставі відходи, що утворилися через пошкодження (руйнування) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведення робіт із ліквідації їх наслідків, включено як однойменну підгрупу 12 в групі 16 «Відходи, не зазначені в інших групах» до нового Національного переліку відходів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України у жовтні 2023 р. За аргументацією Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України поява такої групи зумовлена необхідністю окремого обліку та управління відходами, які утворилися через війну. Вони містять, зокрема, такі небезпечні види відходів, як «змішані медичні та фармацевтичні відходи», «відходи боєприпасів», «піротехнічні відходи», «інші відходи вибухових речовин», «знищена військова техніка» (Верховна Рада України, 2023а).

Порядком управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель і споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків, визначено такі способи поводження з відходами руйнувань після їх збирання, сортування (по можливості) та перевезення (транспортування) від місця їх утворення до об'єктів управління відходами або місць тимчасового зберігання: оброблення (перероблення) відходів від руйнувань та/або їх знешкодження (у разі потреби); зберігання відходів від руйнувань на місцях тимчасового зберігання або на інших об'єктах управління відходами (до їх утилізації чи видалення); утилізація відходів від руйнувань (використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів); видалення відходів від руйнувань, включаючи їх захоронення. Поки переважають три останні способи.

В Україні виникають певні труднощі із розробленням власних технологій, які дозволяють відсортувати відходи руйнувань і виокремлювати корисну складову, а саме бракує необхідної інфраструктури (майданчиків зберігання, дробильного обладнання, сортувальних шредерів) та кваліфікованих фахівців. З урахуванням цих чинників процес створення циркулярних промислових екосистем може тривати від кількох років до кількох десятиліть. В умовах воєнного стану створення циркулярних промислових екосистем має додаткові виклики, які можуть уповільнити процес або змінити його пріоритети. Насамперед, труднощі пов'язані з фінансуванням проєктів, оскільки більшість державних коштів спрямовується на оборону та гуманітарну допомогу. За оцінками фахівців перероблення відходів руйнувань у будівельні матеріали для нових інфраструктурних проєктів потребує величезних фінансових витрат (порівняно із захороненням на полігонах дорожче приблизно у 32 рази (Сафранов, Приходько, Михайленко, 2024)). Війна виснажує

¹ Згідно із Законом України «Про систему громадського здоров'я» з 2023 р. використання азбесту повністю заборонено відповідно до стандартів ЄС (Верховна Рада України, 2023b).

фінансові ресурси, тому розроблення та реалізація циркулярних проєктів можуть відкладатися на необмежений термін. Однак імовірною є поява нових можливостей для міжнародних інвестицій, зокрема тих, що відповідають ESG-тренду (інвестування на основі еколого-кліматичних критеріїв) та грантових програм, спрямованих на відновлення економіки на засадах сталого розвитку.

В Україні є позитивний досвід переробки відходів руйнувань. Але поки що це поодинокі приклади, які стосуються «місць що на слуху» (Буча, Гостомель у Київській області), ініційовані зарубіжними компаніями або за їх безпосередньої участі та координування. Як правило, це приклади даунсайклінгу, тобто перероблений продукт має меншу вартість і меншу складність, ніж первинний. Крім того, процес не є наукомістким, не стимулює інвестиції в наукові дослідження та розробки, не сприяє появі нових матеріалів, технологій і бізнес-моделей, а отже, не створює основу для постійного вдосконалення діючих і появи нових циркулярних промислових екосистем. У сучасних умовах швидкої зміни технологій саме наукомісткі рішення дозволяють промисловості адаптуватися до нових викликів і швидко впроваджувати інновації. Це дає змогу циркулярним екосистемам еволюціонувати, вдосконалювати свої процеси відповідно нових викликів.

Виникнення промислових циркулярних екосистем із застосуванням світових технологій переробки відходів будівництва та знесення. Фахівці Інституту економіки промисловості НАН України звернули увагу на проєкт із гравітаційного зберігання енергії глобальної компанії енергії Energy Vault (Череватський et al., 2024). Відповідно до проєкту технологію розроблено за аналогією з насосними гідроелектростанціями, які покладаються на силу гравітації для накопичення та скидання енергії. Тільки вода замінена композитними блоками, які підні-

маються та опускаються за потребою. Унікальне застосування матеріалознавства до основного носія накопичення енергії – композитних блоків дозволяє використовувати для їх виготовлення альтернативні матеріали: промислові відходи і відходи будівництва та знесення (Energy Vault, 2021). Для України участь у такому проєкті може мати стратегічне значення. Налагодження масового виробництва бетонних блоків дало б змогу побудувати в найбільш постраждалих від бойових дій регіонах велику кількість енергосховищ і тим самим вирішити широкий спектр енергетичних й екологічних проблем.

За представленою технологією «башта» висотою до 90 м будується з 5 тис. поставлених один на одного блоків із бетону масою 35 т кожен. Будівництво «башти» здійснюється в періоди надлишку електроенергії в мережі, подолання ж дефіциту ресурсу передбачає розбір конструкцій зі спуском блоків на землю, що супроводжується роботою двигуна крана в генераторному режимі. Перша комерційна демонстраційна установка Energy Vault, яку в 2020 р. було підключено до національної комунальної мережі Швейцарії, мала потужність 5 МВт/35 МВт·год. (Череватський, 2022). Виходячи з наявності в Україні 670 тис. т відходів руйнувань можна припустити можливість будівництва трьох таких «башт»: приблизно 19 тис. блоків із 670 тис. т відходів (670 тис. т / 35 т) та три «башти» (19 тис. блоків / 5 тис.). Розбір однієї «башти» – це один цикл, при якому виробляється 35 МВт·год. Розбір трьох башт дозволить отримати 105 МВт·год. електроенергії. Такі цикли можуть здійснюватися двічі на добу в «пікові» години. Якщо врахувати, що середня вартість електроенергії по країнах ЄС у вересні 2024 р. згідно з Household Energy Price Index¹ складала 240 євро/МВт·год., то можна припустити, що вивільнення енергії 210 МВт·год. у вартісному вираженні складає 50,4 тис. євро за добу, або 1,5 млн євро

¹ Household Energy Price Index (2024). URL: <https://www.energypriceindex.com/price-data> (дата звернення: 15.10.2024)

за місяць. Наведені розрахунки є лише орієнтовними і потребують детального аналізу, але дозволяють уявити перспективи розвитку циркулярної промислової екосистеми у сфері управління відходами будівництва та знесення.

Основними кроками, які можуть допомогти Україні створити циркулярну промислову екосистему в рамках проєкту Energy Vault у частині виготовлення блоків із відходів будівництва та знесення, зокрема відходів руйнувань, є такі:

ініціювання переговорів із компанією Energy Vault для обговорення можливостей співпраці (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України);

визначення в централізованому порядку обсягів відходів будівництва та знесення, зокрема відходів руйнувань (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, місцеві органи влади найбільш постраждалих від бойових дій територій); детальний аналіз на їх відповідність технічним вимогам для виготовлення композитних блоків; здійснення акредитованих лабораторних досліджень (наприклад, промислова випробувальна лабораторія EUROLAB, ТОВ «Центральная биохимическая лаборатория»);

забезпечення дотримання законодавчих норм і міжнародних стандартів у процесі управління відходами будівництва та знесення, зокрема відходів руйнування, з урахуванням вимог щодо екологічної безпеки та сталого розвитку (місцеві органи влади найбільш постраждалих від бойових дій територій);

локалізація виробництва завдяки участі у виготовленні та встановленні блоків Energy Vault, що дозволить створити нові робочі місця, розвивати внутрішній ринок і скорочувати витрати на транспортування технологій з-за кордону (вітчизняні промислові підприємства з виробництва залізобетонних виробів, наприклад, Завод залізобетонних виробів, (м. Одеса), ПАТ «Броварський завод залізобетонних конструкцій»,

ТОВ «Житомир-Агробудіндустрія», ТДВ «Хмельницькзалізобетон»);

адаптація технологій для використання локальних відходів, з урахуванням особливостей будівельних матеріалів, що використовувалися в Україні (наприклад, Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій, Український науково-дослідний і проєктно-конструкторський інститут будівельних матеріалів і виробів);

об'єднання зацікавлених сторін у частині експертного та консультативного супроводу проєкту на всіх етапах його реалізації (громадські організації, наприклад, Асоціація переробки відходів України).

Проєкт Energy Vault є лише одним із прикладів, який дозволяє представити можливість для виникнення циркулярних промислових екосистем у галузі управління відходами руйнувань, а також окреслити коло проблемних питань, які необхідно вирішувати, щоб Україна змогла долучитися до наявних проєктів управління відходами будівництва та знесення. Для цього доцільно внести низку законодавчих змін щодо поводження з відходами, їх наукового та фінансового забезпечення.

1. Актуалізація правового забезпечення управління відходами від руйнування будівель і споруд, що утворюються внаслідок бойових дій.

Відповідно до п. 4 Порядку управління відходами, які утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель і споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведення робіт з ліквідації їх наслідків координація поводження здійснюється уповноваженим органом – виконавчим органом сільської, селищної, міської ради (військова адміністрація населеного пункту (населених пунктів) – у разі її утворення відповідно до законодавства)» (Верховна Рада України, 2022). Фактично таке положення робить представницькі органи місцевого самоврядування основним учасником циркулярної промислової екосистеми управління відходами руйнувань.

Для цього, насамперед, виконавчий орган місцевого самоврядування має бути наділений інституційною спроможністю та необхідними повноваженнями для координації роботи між різними державними і приватними структурами, залученими до процесу ліквідації наслідків руйнувань.

Разом із тим у Законі України «Про місцеве самоврядування» (Верховна Рада України, 2024), який визначає систему та гарантії місцевого самоврядування в Україні, засади організації та діяльності, правового статусу і відповідальності органів та посадових осіб місцевого самоврядування, така компетенція сільських, селищних, міських рад, як і повноваження виконавчих органів сільських, селищних, міських рад, досі не зазначена. Закон України «Про місцеве самоврядування» встановлює перелік компетенцій сільських, селищних, міських рад, а також повноважень виконавчих органів сільських, селищних, міських рад щодо управління відходами загалом або безпосередньо з відходами будівництва. Однак за компонентами відходи руйнувань значною мірою відрізняються від звичайних відходів будівництва та знесення, а тому віднесені до окремої групи відходів у Національному переліку відходів (Верховна Рада України, 2023а).

Отже, для ефективної організації реалізації всіх етапів робіт з управління відходами руйнувань із дотриманням державних і міжнародних стандартів у галузі охорони довкілля та громадського здоров'я слід зафіксувати повноваження виконавчих органів сільських, селищних, міських рад у сфері управління відходами руйнувань у Законі України «Про місцеве самоврядування».

Другий важливий момент стосується відповідальності виконавчої влади за реалізацію державної політики в галузі охорони довкілля і безпеки населення. У зв'язку з цим організація робіт з управління відходами руйнувань є частиною заходів, спрямованих на запобігання екологічним катастрофам, попередження поширення інфекційних захворювань і забезпечення санітар-

но-гігієнічних умов на постраждалих територіях. Разом із тим у нормативних актах зафіксовано брак технічних можливостей для реалізації такої відповідальності. Так, у п. 20 Порядку управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель і споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків, зазначено, що сортування або роздільне збирання відходів від окремих компонентів руйнувань здійснюється безпосередньо на місці їх утворення «за технічної можливості». Вживання такого словосполучення збільшує ризик того, що на місця зберігання потраплятимуть невідсортовані відходи, що завдаватиме шкоди довкіллю та буде ускладнювати їх для переробки і подальшого використання.

Очевидно, що для забезпечення дотримання законодавчих норм і міжнародних стандартів у процесі управління відходами з урахуванням вимог екологічної безпеки та сталого розвитку виконавча влада повинна мати необхідні ресурси для фінансування робіт з управління відходами руйнувань. Це особливо важливо в умовах обмежених ресурсів і часу, коли потрібно забезпечити швидке реагування на кризові ситуації та мінімізувати негативні наслідки руйнувань для населення і довкілля.

Досвід постраждалих від бойових дій країн свідчить, що попри активну участь міжнародних організацій у процесах їх повоєнного відновлення, донори часто не завершують фінансування проєктів. Інститути, створені для винесення рішень щодо забезпечення фінансової допомоги в разі гострих загроз, як правило, є «повільними та громіздкими» (BBC, 2017). Тому необхідно більше уваги приділяти постійним інститутам фінансової підтримки для забезпечення можливостей негайної оцінки утворених відходів, пов'язаних із цим екологічних ризиків, а також підготовки основи для визначення екологічних потреб у середньостроковій перспективі.

Отже, пропонується ініціювати заснування Фонду управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням

(руйнуванням) будівель і споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків, як постійного інституту фінансування заходів щодо управління такими відходами для розбудови єдиної інфраструктури з переробки таких відходів і надання технічного обладнання для сортування відходів на місці їх утворення (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України). Джерелами фінансування фонду можуть стати, зокрема, міжнародні інвестиції, спрямовані на відновлення економіки України на засадах сталого розвитку. Фінансове і технічне забезпечення, що надаватиме фонд, уможливить обов'язковість виконання норми Положення щодо сортування або роздільного збирання відходів від окремих компонентів руйнувань безпосередньо на місці їх утворення.

2. *Реформування та розширення кола інструментів стимулювання сталого управління відходами.* Податки та збори, які справляються за захоронення відходів на полігонах, є важливим інструментом скорочення обсягів захоронення відходів і стимулювання переходу до розумного споживання, роздільного збору відходів, рециклінгу. У рамках реформи управління відходами в Україні планується збільшення податку завдяки внесенню змін до Податкового кодексу. При цьому відходи від руйнувань, розміщені на тимчасових майданчиках для зберігання, будуть виведені з-під оподаткування на певний час. Запланована норма ще раз підтверджує необхідність сортування на місцях для запобігання потраплянню на тимчасові майданчики небезпечних відходів.

Як зазначено вище, у країнах з ефективним використанням відходів будівництва та знесення широко використовуються добровільні інструменти, одним з яких є «зелені» публічні закупівлі. Щодо ситуації в Україні, то ще до початку повномасштабних бойових дій дослідники стверджували, що в Україні «зелені» закупівлі є швидше формальним «перенесенням» положень Ди-

ректив ЄС у сфері закупівель до національного законодавства (Малолітнева, 2021). Нехтування екологічними вимогами в жорстких умовах воєнного стану може лише закріпити поведінку учасників закупівель як схильність економити за рахунок недотримання екологічних стандартів. Це унеможливить реальне дотримання Україною екологічних зобов'язань і знизить можливості ефективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями.

Для сортування відходів на місцях в Україні бракує фахівців у сфері управління відходами. Їх навчання та сертифікація в рамках «зелених» публічних закупівель можуть здійснюватися завдяки:

включенню навчальних програм до тендерних умов. Державні органи можуть вимагати, щоб підрядники, які беруть участь у тендерах на управління відходами, забезпечували навчання своїх працівників або залучали сертифікованих фахівців. Умови тендеру можуть містити зобов'язання проводити навчання персоналу щодо циркулярної економіки й ефективного управління відходами, розроблення та надання сертифікованих програм навчання як критеріїв оцінки тендерних заявок, що дозволить відібрати підрядників із відповідною кваліфікацією та досвідом;

здійснення фінансової підтримки через тендери. «Зелені» публічні закупівлі можуть передбачати фінансування освітніх програм або сертифікації працівників у сфері управління відходами. У такому випадку замовник може виділити частину бюджету тендеру на підвищення кваліфікації працівників для покращення їхніх навичок у сфері переробки відходів й екологічного управління;

використання державних закупівель для розвитку професійної мережі. Державні органи можуть застосовувати тендерні платформи для створення мережі сертифікованих фахівців і постачальників послуг щодо управління відходами. Це дасть змогу залучити експертів із сертифікованих організацій до участі в навчальних програмах або консалтингових проєктах, пов'язаних з управлінням відходами; співпрацювати з

міжнародними організаціями, які надають навчальні послуги щодо циркулярної економіки та сталого управління відходами.

3. *Розвиток міждисциплінарних досліджень.* Світовий досвід доводить велике значення міждисциплінарного характеру для забезпечення високого рівня наукових досліджень, їх спрямованості на вирішення сучасних проблем сталого розвитку. Національна академія наук України має величезний досвід у сфері координації міждисциплінарних досліджень шляхом їх об'єднання в цільові комплексні науково-технічні програми. Одним з прикладів стала Цільова комплексна міждисциплінарна програма наукових досліджень НАН України з проблем сталого розвитку, раціонального природокористування та збереження навколишнього середовища. Вона має на меті «активізацію наукових досліджень у галузі раціонального використання природних ресурсів, консолідацію зусиль науковців установ НАН України, які працюють у цій сфері, ефективніше використання матеріальних і фінансових ресурсів, підвищення рівня координації наукових досліджень і сприяння практичному впровадженню інноваційних наукових розробок» (Радченко, 2020). Актуальність і вагомість одержаних результатів є підставою для продовження досліджень щодо сталого розвитку, раціонального природокористування та охорони довкілля в рамках нової Цільової комплексної міждисциплінарної програми наукових досліджень НАН України з проблем сталого розвитку та раціонального природокористування в умовах глобальних змін навколишнього середовища на 2020-2024 рр. Однак із початком повномасштабних воєнних дій фінансування цільових програм міждисциплінарних досліджень з цього питання було призупинено.

Отже, доцільно розглянути можливість посилення міждисциплінарних досліджень ресурсно та інституційно з метою вирішення невідкладних завдань ліквідації наслідків бойових дій для довкілля. Пропонується включити до проекту Національного плану управління відходами до 2033 року

питання утворення Міжвідомчої координаційної ради з науково-дослідних робіт з багаторазового використання природних ресурсів і перероблення (рециклінгу) й утилізації відходів, як це передбачено чинним Національним планом управління відходами до 2030 року.

Висновки

1. Розгортання циркулярних промислових екосистем є умовою екоефективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями. Під циркулярними промисловими екосистемами слід розуміти сукупність суб'єктів різних видів економічної діяльності та громадянського суспільства, які працюють та еволюціонують спільно з метою створення доданої вартості на основі принципів скорочення використання первинних матеріалів, повторного використання матеріалів і продуктів, їх переробки та відновлення, продовжуючи тим самим життєвий цикл товарів і формуючи їх додаткову цінність.

2. Застосування до циркулярних промислових екосистем основних ідей еволюційної теорії дозволяє стверджувати, що поява і розвиток циркулярних промислових екосистем полягають не лише у використанні наукових знань і практичного досвіду (інженерних навичок, умінь). Це можна забезпечити шляхом запозичення технічних і організаційних інновацій. Вони також потребують розбудови нової, орієнтованої на створення сучасних технологічних процесів і технічних об'єктів промисловості, що може відбуватися поступово в процесі еволюційної взаємодії технологій і соціуму. Це можливо, насамперед, завдяки формуванню інститутів, організаційних рутин та економічної культури учасників ланцюгів створення вартості, необхідних для переходу до кліматично нейтрального виробництва, заснованого на вищому технологічному рівні.

3. Україна має численні виклики у сфері поводження управління руйнувань. Існують певні труднощі з розробленням власних технологій, які дозволили б управляти відходами будівництва та знесення згідно з принципами економіки замкнутого циклу. Війна виснажує фінансові ресурси,

тому розроблення та реалізація циркулярних проєктів можуть відкладатися на необмежений термін. Однак імовірним є міжнародне інвестування, яке, зокрема, відповідає ESG-тренду (інвестування на основі еколого-кліматичних критеріїв), та грантових програм, спрямованих на відновлення економіки на засадах сталого розвитку. Промислові циркулярні екосистеми можна створювати і розвивати на основі наявних технологій переробки відходів будівництва та знесення. Уявити такі можливості дозволяє гіпотетичний приклад створення циркулярної промислової екосистеми в рамках однойменного проєкту глобальної компанії Energy Vault з гравітаційного зберігання енергії за допомогою композитних блоків, у виробництві яких використовуються промислові відходи й відходи будівництва та знесення.

4. Для того щоб Україна змогла долучитися до світових технологій переробки відходів будівництва та знесення при ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями, необхідно вирішити коло проблемних питань, які стосуються: правового забезпечення управління відходами від руйнування будівель та споруд, що утворюються внаслідок бойових дій; реформування та розширення переліку інструментів стимулювання сталого поводження з відходами; розвитку міждисциплінарних досліджень. Це далеко не повний діапазон завдань, вирішення яких дозволить створити умови для розгортання циркулярних промислових екосистем з метою екоефективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями. Здійснення досліджень із використанням кейс-методів стане предметом подальшої наукової роботи.

Література

- Верховна Рада України (2020). Національний план управління відходами до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 лютого 2019 р. № 117-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text> (дата звернення: 21.10.2024).
- Верховна Рада України (2022). Порядок управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків: Постанова Кабінету Міністрів України від 27 вересня 2022 р. № 1073. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 21.10.2024).
- Верховна Рада України (2023a). Національний перелік відходів: Постанова Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2023 р. № 1102. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1102-2023-%D0%BF#n204> (дата звернення: 21.10.2024).
- Верховна рада України (2023b). Про систему громадського здоров'я: Закон України від 06.09.2022 № 2573-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text> (дата звернення: 21.10.2024).
- Верховна Рада України (2024). Про місцеве самоврядування: Закон України від 27 травня 1998 р. № 280/97-ВР із змінами та доповненнями. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 21.10.2024).
- Вишневецький В. П., Князев С. І. Як підвищити готовність промисловості України до смарттрансформацій. *Наука та інновації*. 2018. Т. 14, № 4. С. 55-69. DOI: <http://doi.org/10.15407/scin14.04.055>
- Малолітнева В. (2021). «Зелені» публічні закупівлі для «зеленого» майбутнього України. URL: <https://voxukraine.org/zeleni-publichni-zakupivli-dlya-zelenogo-majbutnogo-ukrayiny> (дата звернення: 22.10.2024).
- Міндовкілля (2023). Від початку повномасштабного вторгнення РФ в Україні вже утворилося понад 670 тисяч тонн відходів руйнації. URL: <https://mepr.gov.ua/vid-pochatku-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rf-v-ukrayini-vzhe-utvorylosya-ponad-670-tysyach-tonn-vidhodiv-rujnatsiyi/> (дата звернення: 21.10.2024).
- Підоричева І. Ю. (2020). Інноваційна екосистема в сучасних економічних дослідженнях. *Економіка промисловості*. № 2

- (90). С. 54-92. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry.2020.02.054>
- Попович О. Р., Захарко Я. М., Мальований М. С. (2013). Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів. *Вісник Національного університету Львівська політехніка*. Теорія і практика будівництва. № 755. С. 321-324.
- Радченко В. Г. (2020). Про результати виконання цільової комплексної міждисциплінарної програми наукових досліджень НАН України з розробки наукових засад раціонального використання природно-ресурсного потенціалу та сталого розвитку на 2015-2019 роки: Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 12 лютого 2020 року. *Вісник Національної академії наук України*. № (4). С. 47-53.
- Сафранов Т. А., Приходько В. Ю., Михайленко В. І. (2024). Особливості управління та поведіння з відходами від руйнувань в регіонах України. *Ukrainian hydrometeorological journal*. № 33. С. 88-98. DOI: <http://doi.org/10.31481/uhmj.33.2024.07>
- Солдак М. О. (2019). Промислові екосистеми і технологічний розвиток. *Економіка промисловості*. № 4 (88). С. 75-91. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry.2019.04.075>
- Солдак М. О. (2023). Значення промисловості у вирішенні екологічних проблем, спричинених воєнними діями, та забезпеченні екологічних прав людини. *Вісник економічної науки України*. № 2 (45). С. 160-168. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.2\(45\).160-168](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.2(45).160-168).
- Укрінформ (2024). Завдана довіллю шкода внаслідок війни вже перевищує €2,4 трильйона – Стрілець. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3850599-zavdana-dovkillu-skoda-vnaslidok-vijni-vze-perevisue-24-triljona-strilec.html> (дата звернення: 22.10.2024).
- Череватський Д., Солдак М., Вольчин І., Палант В. (2024). Українські електроенергетичні хаби континентального значення як можливість підвищення стійкості національної енергосистеми. URL: <https://blog.iie.org.ua/ukrainski-elektroenerhetychni-khaby-kontynentalnoho-znachenia/> (дата звернення: 22.10.2024).
- Череватський Д.Ю. та ін. (2020). Циркулярна смарт-спеціалізація старопромислових шахтарських регіонів України: колективна монографія. НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ. 196 с.
- Череватський Д.Ю. та ін. (2022). Науковий підхід до налаштування рециклінгу шлаків: колективна монографія. НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ. 136 с.
- Aarikka-Stenroos L., Ritala P., Thomas L. D. (2021). Circular economy ecosystems: a typology, definitions and implications. *Research handbook of sustainability agency*. P. 260-276. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781789906035.00024>
- Aldrich H. E., Hodgson G. M., Hull D. L., Knudsen T., Mokyr J., Vanberg V.J. (2008). In defence of generalized Darwinism. *Journal of Evolutionary Economics*. Vol. 18 (5). P. 577-596. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00191-008-0110-z>
- Alite M., Abu-Omar H., Agurcia M.T. et al. (2023). Construction and demolition waste management in Kosovo: a survey of challenges and opportunities on the road to circular economy. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. Vol. 25. P. 1191-1203. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-022-01577-5>
- BBC (2017). Who cleans up after hurricanes, earthquakes and war? URL: <https://www.bbc.co.uk/news/resources/idt-d7bc8641-9c98-46e7-9154-9dd6c5fe925e> (дата звернення: 21.10.2024).
- CORDIS – EU research results (2020a). SOCIETAL CHALLENGES – Climate action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials. URL: <https://cordis.europa.eu/programme/id/H2020-EU.3.5./en> (дата звернення: 23.10.2024).
- Deloitte (2017). Resource Efficient Use of Mixed Wastes, Improving management of construction and demolition waste – Final Report. Prepared for the European Commission, DG ENV.
- Deng X., Liu G., Hao J. (2008). A study of construction and demolition waste manage-

- ment in Hong Kong. *4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*. IEEE. P. 1-4.
- EEA (2020). Construction and demolition waste: challenges and opportunities in a circular economy. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges> (дата звернення: 23.10.2024).
- Energy Vault (2021). Helena announces strategic partnership with Energy Vault. URL: <https://www.energyvault.com/newsroom/helena-announces-strategic-partnership-with-energy-vault> (дата звернення: 23.10.2024).
- European Commission (2008). Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02008L0098-20180705> (дата звернення: 23.10.2024).
- European Commission (2020). A New Circular Economy Action Plan. For a Cleaner and More Competitive Europe. Brussels. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN> (дата звернення: 24.10.2024).
- European Commission (2024). EU Funding & Tenders Portal. URL: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/home> (дата звернення: 24.10.2024).
- European Commission COM (2008). Public Procurement for a Better Environment. URL: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0400:FIN:EN:PDF> (дата звернення: 24.10.2024).
- Geng Y. (2002). Scavengers and decomposers in an eco-industrial park. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. Vol. 9 (4). P. 333-340. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504500209470128>.
- Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 114. P. 11-32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Harala L., Alkki L., Aarikka-Stenroos L., Al-Najjar A., Malmqvist T. (2023). Industrial ecosystem renewal towards circularity to achieve the benefits of reuse – Learning from circular construction. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 389. Art. 135885. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135885>
- Kanda W., Geissdoerfer M., Hjelm O. (2021). From circular business models to circular business ecosystems. *Business Strategy and the Environment*. No 30 (6). P. 2814-2829.
- Konietzko J., Bocken N., Hultink E.J. (2020). Circular ecosystem innovation: An initial set of principles. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 253. Art. 119942. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119942>
- KSE (2024). Загальна сума збитків, завдана інфраструктурі України, зросла до майже \$155 млрд – оцінка KSE Institute станом на січень 2024 року. URL: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/za-galna-suma-zbitkiv-zavdana-infrastrukturi-ukrayini-zrosla-do-mayzhe-155-mlrd-otsinka-kse-institute-stantom-na-sichen-2024-roku/> (дата звернення: 21.10.2024).
- Gálvez-Martos J.-L., Styles D., Schoenberger H., Zeschmar-Lahl B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 136. P. 166-178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>
- Moore J. (1993). Predators and Prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*. Vol. 71(3). P. 75-86.
- Nadazdi A., Naunovic Z., Ivanisevic N. (2022). Circular Economy in Construction and Demolition Waste Management in the Western Balkans: A Sustainability Assessment Framework. *Sustainability*. Vol. 14. Art. 871. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14020871>
- OECD (2024). Policy Instruments for the Environment. URL: https://oecd-main.shinyapps.io/pinedatabase/?_ga=2.7863218

- 1672954811.1718865506-567525245.1718865506 (дата звернення: 21.10.2024).
- Sairanen M., Aarikka-Stenroos L., Kaipainen J. (2024). Customer-perceived value in the circular economy: A multidimensional framework. *Industrial Marketing Management*. Vol. 117. P. 321-343. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2024.01.006>
- Song Y., Gnyawali D., Qian L. (2024). From early curiosity to space wide web: The emergence of the small satellite innovation ecosystem. *Research Policy*. Vol. 53. Iss. 2. Art. 104932. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104932>
- Svedmyr K., Weckman A., Suikkanen T., Wium Pálmarsdóttir J., Grønhaug B., Damsgaard J., Jönbrink A. K. (2024). Reuse, recycling and recovery of construction and demolition waste in the Nordic countries: in inventory of facilities and techniques in the Nordics including an outlook on other European countries. DOI: <https://doi.org/10.6027/temanord2023-544>
- Thomas L.D., Autio E. (2020). Innovation ecosystems in management: An organizing typology. DOI: <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190224851.013.203>
- Trevisan A., Castro G., Gomes A., Mascarenhas J. (2023). Circular ecosystem structure and orchestration: outlining actions to innovate, integrate, and invest. *Proceedings of the Design Society*. Vol. 3. P. 897-906. DOI: <https://doi.org/10.1017/pds.2023.90>
- Zhang C., Hu M., Yang, X., Miranda-Xicotencatl B., Sprecher, B., Di Maio, F., Tukker, A. (2020). Upgrading construction and demolition waste management from downcycling to recycling in the Netherlands. *Journal of Cleaner Production*. Art. 121718. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121718>
- Verkhovna Rada Ukrayiny (2020). National waste management plan until 2030. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated February, 20, 2019 No 117-p. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
- Verkhovna Rada Ukrayiny (2022). The procedure for managing waste generated in connection with the damage (destruction) of buildings and structures as a result of hostilities, acts of terrorism, sabotage or carrying out work to eliminate their consequences. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated September, 27, 2022 No 1073. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
- Verkhovna Rada Ukrayiny (2023a). National list of waste. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated October, 20, 2023 No 1102. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1102-2023-%D0%BF#n204> [in Ukrainian].
- Verkhovna Rada Ukrayiny (2023b). On the Public Health System. Law of Ukraine dated September, 06, 2022 No 2573-IX. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text> [in Ukrainian].
- Verkhovna Rada Ukrayiny (2024). On Local Self-Government. The Law of Ukraine dated May, 27, 1998, No 280/97-BP with changes and additions. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#Text> [in Ukrainian].
- Vyshnevskiy, V. P., & Kniaziev, S. I. (2018). How to Increase the Readiness of Ukraine's Industry to Smart Transformations. *Nauka innov.*, 14 (4), pp. 55-69. DOI: <http://doi.org/10.15407/scin14.04.055>
- Malolitneva, V. (2021). "Green" public procurement for a "green" future of Ukraine. Retrieved from <https://voxukraine.org/zeleni-publichni-zakupivli-dlya-zelenogo-majbutnogo-ukrayiny> [in Ukrainian].
- Mindovkillia (2023). Since the beginning of the full-scale invasion of the Russian Federation, more than 670 mln tons of destruction waste have already been generated in Ukraine. Retrieved from <https://mepr.gov.ua/vid-pochatku-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rf-v-ukrayini-vzhe-utvorylosya-pod-670-tysyach-tonn-vidhodiv-rujnatsiyi/>
- Pidorycheva, I. (2020). Innovation ecosystem in contemporary economic researches. *Econ. promisl.*, 2 (90), pp. 54-92. DOI:

References

- <http://doi.org/10.15407/econindustry2020.02.054> [in Ukrainian].
- Popovych, O. R., Zakharko, Ya. M., & Malovanyi, M. S. (2013). Problems of disposal and processing of construction waste. *Visnyk Natsionalnoho universytetu Lvivska politekhnika. Teoriia i praktyka budivnytstva*, 755, pp. 321-324 [in Ukrainian].
- Radchenko, V. H. (2020). On the results of the implementation of the targeted complex interdisciplinary program of scientific research of the NAS of Ukraine on the development of scientific foundations for the rational use of natural resource potential and sustainable development for 2015-2019: Transcript of the report at the meeting of the Presidium of the NAS of Ukraine on February 12, 2020. *Visn. Nac. Acad. Nauk Ukr.* (4), pp. 47-53 [in Ukrainian].
- Safranov, T. A., Prykhodko, V. Iu., Mykhailenko, V. I. (2024). Peculiarities of management and handling of waste from destruction in the regions of Ukraine. *Ukrainian hydrometeorological journal*, 33, pp. 88-98. DOI: <http://doi.org/10.31481/uhmj.33.2024.07> [in Ukrainian].
- Soldak, M.O. (2019). Industrial ecosystems and technological development. *Econ. promisl.*, 4 (88), pp. 75-91. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.04.075> [in Ukrainian].
- Soldak, M. O. (2023). The Importance of Industry in Solving Environmental Problems Caused by Military Actions and Ensuring Environmental Human Rights. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, 2 (45), pp. 160-168. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.2\(45\).160-168](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.2(45).160-168) [in Ukrainian].
- Ukrinform (2024). The damage caused to the environment as a result of the war already exceeds €2.4 trillion – Strilets. Retrieved from <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3850599-zavdana-dovkillu-skodavnaslidok-vijni-vze-perevisue-24-triljonastrilec.html> [in Ukrainian].
- Cherevatskyi, D., Soldak, M., Volchin, I., & Palant, V. (2024). Ukrainian electricity hubs of continental importance as an opportunity to increase the stability of the national energy system. Retrieved from <https://blog.iie.org.ua/ukrainski-elektroenerhetychni-khaby-kontynentalnoho-znachennia/> [in Ukrainian].
- Cherevatskyi, D. et al. (2020). Circular smart-specialization of old industrial mining regions of Ukraine: collective monograph. NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics. Kyiv [in Ukrainian].
- Cherevatskyi, D. et al. (2022). A scientific approach to the regulation of slag recycling: collective monograph. Kyiv. 136 p. [in Ukrainian].
- Aarikka-Stenroos, L., Ritala, P., & Thomas, L. D. (2021). Circular economy ecosystems: a typology, definitions, and implications. In *Research handbook of sustainability agency* (pp. 260-276). DOI: <https://doi.org/10.4337/9781789906035.00024>
- Aldrich, H. E., Hodgson, G. M., Hull, D. L., Knudsen, T., Mokyr, J., & Vanberg, V. J. (2008). In defence of generalized Darwinism. *Journal of Evolutionary Economics*, 18(5), pp. 577-596. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00191-008-0110-z>
- Alite, M., Abu-Omar, H., Agurcia, M.T. et al. (2023). Construction and demolition waste management in Kosovo: a survey of challenges and opportunities on the road to circular economy. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 25, pp. 1191-1203. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-022-01577-5>
- BBC (2017). Who cleans up after hurricanes, earthquakes and war? Retrieved from <https://www.bbc.co.uk/news/resources/idth7bc8641-9c98-46e7-9154-9dd6c5fe925e>.
- CORDIS – EU research results (2020a). SOCIETAL CHALLENGES – Climate action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials. Retrieved from <https://cordis.europa.eu/programme/id/H2020-EU.3.5./en>
- Deloitte (2017). Resource Efficient Use of Mixed Wastes, Improving management of construction and demolition waste – Final Report. Prepared for the European Commission, DG ENV.
- Deng, X., Liu, G., & Hao, J. (2008). A study of construction and demolition waste management in Hong Kong. In *4th International Conference on Wireless Communications*,

- Networking and Mobile Computing* (pp. 1-4). IEEE.
- EEA (2020). Construction and demolition waste: challenges and opportunities in a circular economy. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges>
- Energy Vault (2021). Helena announces strategic partnership with Energy Vault. Retrieved from <https://www.energyvault.com/newsroom/helena-announces-strategic-partnership-with-energy-vault>
- European Commission (2008). Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02008L0098-20180705>
- European Commission (2020). A New Circular Economy Action Plan. For a Cleaner and More Competitive Europe. Brussels, 2020. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>
- European Commission (2024). EU Funding & Tenders Portal. Retrieved from <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/home>
- European Commission COM (2008). Public Procurement for a Better Environment. Retrieved from <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0400:FIN:EN:PDF>
- Geng, Y. (2002). Scavengers and decomposers in an eco-industrial park. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 9 (4), pp. 333-340. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504500209470128>
- Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, pp. 11-32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Harala, L., Alkki, L., Aarikka-Stenroos, L., Al-Najjar A., & Malmqvist, T. (2023). Industrial ecosystem renewal towards circularity to achieve the benefits of reuse – Learning from circular construction. *Journal of Cleaner Production*, 389, 135885. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135885>
- Kanda, W., Geissdoerfer, M., & Hjelm, O. (2021). From circular business models to circular business ecosystems. *Business Strategy and the Environment*, 30 (6), pp. 2814-2829.
- Konietzko, J., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2020). Circular ecosystem innovation: An initial set of principles. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119942. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119942>
- KSE (2024). The total amount of damage caused to the infrastructure of Ukraine has increased to almost \$155 billion – KSE Institute estimate as of January 2024. Retrieved from <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zagalna-suma-zbitkiv-zavdana-infrastrukturi-ukrayini-zroslo-do-mayzhe-155-mlrd-otsinka-kse-institute-stanom-nasichen-2024-roku/>
- Gálvez-Martos, J.-L., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, pp. 166-178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>
- Moore, J. (1993). Predators and Prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71 (3), pp. 75-86.
- Nadazdi, A., Naunovic, Z., & Ivanisevic, N. (2022). Circular Economy in Construction and Demolition Waste Management in the Western Balkans: A Sustainability Assessment Framework. *Sustainability*, 14, 871. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14020871>
- OECD (2024). Policy Instruments for the Environment. Retrieved from https://oecd-main.shinyapps.io/pinedatabase/?_ga=2.7863218.1672954811.1718865506-567525245.1718865506
- Sairanen, M., Aarikka-Stenroos, L., Kaipainen, J. (2024). Customer-perceived value in the circular economy: A multidimensional framework. *Industrial Marketing Management*, 117, pp. 321-343. DOI:

- <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2024.01.006>
- Song, Y., Gnyawali, D., Qian, L. (2024). From early curiosity to space wide web: The emergence of the small satellite innovation ecosystem. *Research Policy*, 2 (53), 104932. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104932>
- Svedmyr, K., Weckman, A., Suikkanen, T., Wium Pálmarsdóttir, J., Grønhaug, B., Damsgaard, J., & Jönbrink, A. K. (2024). Reuse, recycling and recovery of construction and demolition waste in the Nordic countries: in inventory of facilities and techniques in the Nordics including an outlook on other European countries. DOI: <https://doi.org/10.6027/temanord2023-544>
- Thomas, L.D., & Autio, E. (2020). Innovation ecosystems in management: An organizing typology. DOI: <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190224851.013.203>
- Trevisan, A., Castro, G., Gomes, A., & Mascarenhas, J. (2023). Circular ecosystem structure and orchestration: outlining actions to innovate, integrate, and invest. *Proceedings of the Design Society*, 3, pp. 897-906. DOI: <https://doi.org/10.1017/pds.2023.90>
- Zhang, C., Hu, M., Yang, X., Miranda-Xicotencatl, B., Sprecher, B., Di Maio, F., & Tukker, A. (2020). Upgrading construction and demolition waste management from downcycling to recycling in the Netherlands. *Journal of Cleaner Production*, 121718. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121718>

Додаток. Узагальнена інформація щодо проєктів із циркулярної економіки в галузі будівництва, які отримували або отримують фінансування Європейського Союзу у програмних періодах 2014-2020 та 2021-2027 рр.

№ з/п	Назва українською та англійською мовами	Мета	Строки та статус виконання	Країни-учасниці	Програма
1	На шляху до економіки замкнутого циклу: усуньте відходи за допомогою відкритої платформи, яка полегшує отримання паспортів матеріалів Towards a circular economy: Eliminate waste through an open platform that facilitates material passports	Забезпечення діяльності революційної ІКТ-платформи, здатної точно документувати та зберігати інформацію про вміст відходів будівельного сектору, що є важливим для повторного використання та переробки матеріалів із метою збереження їх цінності	2017-2019, завершено	Нідерланди (координатор й учасники)	Horizon 2020 Framework Programme
2	Повторне використання та можливість демонтажу за допомогою сталевих конструкцій і циклічної економіки Reuse and demountability using steel structures and the circular economy	Розроблення методології, інструментів та інструкції для допомоги у проєктуванні та демонтажі композитних сталевих конструкцій для багатоповерхових будівель	2016-2019, завершено	Великобританія (координатор), Люксембург, Нідерланди	Research Fund for Coal & Steel
3	Натуральне підлогове покриття для циркулярного будівництва Natural-Grown Flooring for Circular Buildings	Розроблення 100% біозаснованого підлогового покриття, виготовленого із сільськогосподарської або промислової залишкової біомаси	2018-2021, завершено	Італія (координатор та учасники)	Horizon 2020 Framework Programme

4	Широкомасштабна демонстрація нових ланцюгів доданої вартості циркулярної економіки на основі повторного використання армованих волокном композитів із вичерпаним терміном служби Large scale demonstration of new circular economy value-chains based on the reuse of end-of-life fiber reinforced composites	Інтеграція в цілісний підхід різних інноваційних дій, спрямованих на підвищення прибутковості переробки композитів і їх повторного використання в будівельній галузі	2017-2021, завершено	Італія (координатор), Франція, Іспанія, Великобританія, Австрія, Німеччина, Бельгія	Horizon 2020 Framework Programme
5	Інноваційні рішення, засновані на циркулярній економіці, що демонструють ефективне відновлення цінних матеріальних ресурсів із виробництва репрезентативних будівельних матеріалів, які вийшли з експлуатації Innovative Circular Economy Based solutions demonstrating the Efficient recovery of valuable material Resources from the Generation of representative End-of-Life building materials	Проектування, розроблення, демонстрація та перевірка передових технологій виробництва високочистої вторинної сировини на шести прикладах у країнах Європи, що охоплюють циркулярну деревообробку, виробництво бетону, змішаних заповнювачів, гіпсокартону, скла, полімерних ізоляційних пін та неорганічних суперізоляційних матеріалів	2020-2024, завершено	Іспанія (координатор), Туреччина, Великобританія, Німеччина, Бельгія, Нідерланди, Франція, Італія, Фінляндія, Греція	Horizon 2020 Framework Programme
6	Екоінноваційні будівельні продукти для сталого будівництва в циклічній економіці Eco-innovative building products for sustainable construction in a circular economy	Досягнення лідерства у розробленні циркулярних, регенеративних будівельних матеріалів із низькою енергоємністю виробництва	2020-2022, завершено	Ізраїль (координатор і учасники)	Horizon 2020 Framework Programme
7	Стимулювання декарбонізації будівельного фонду ЄС шляхом посилення циклічного процесу оновлення, орієнтованого на споживача на місцевому рівні Driving decarbonization of the EU building stock by enhancing a consumer centred and locally based circular renovation process	Декарбонізація будівельного фонду ЄС і прискорення процесів його глибокої циркулярної реновації, більш привабливої для споживачів, інвесторів і більш екологічної	2019-2023, завершено	Нідерланди (координатор), Іспанія, Італія, Словенія, Греція, Естонія, Ірландія, Бельгія	Horizon 2020 Framework Programme
8	Будівлі як матеріальні банки: інтеграція паспортів матеріалів із реверсивним проектуванням будівель для оптимізації циклічних	Підвищення цінності матеріалів, що використовуються в будівництві, шляхом розроблення та інтеграції двох додаткових	2015-2019, завершено	Бельгія (координатор), Нідерланди, Німеччина,	Horizon 2020 Framework Programme

	промислових ланцюгів створення вартості Buildings as Material Banks: Integrating Materials Passports with Reversible Building Design to Optimise Circular Industrial Value Chains	елементів, які додають вартості: паспортів матеріалів та оборотного проектування будівель, що враховує можливість їхнього розбирання, переробки та повторного використання матеріалів і компонентів після завершення їхнього життєвого циклу		Великобританія, Швеція, Португалія, Боснія та Герцеговина, Бельгія	Programme
9	Повторне використання та переробка матеріалів і конструкцій CDW в енергоефективні збірні елементи для реконструкції та будівництва будівель REuse and REcycling of CDW materials and structures in energy efficient pREfabricated elements for building REfurbishment and construction	Просування нових технологічних рішень для проектування та розроблення структурних і неструктурних збірних елементів із високим ступенем перероблених матеріалів і конструкцій, які повторно використовуються після часткового або повного знесення будівель	2016-2020, завершено	Італія (координатор), Іспанія, Швеція, Великобританія, Чехія, Німеччина, Бельгія	Horizon 2020 Framework Programme
10	Економічно ефективна переробка відходів CDW на енергоефективні збірні бетонні компоненти з високою доданою вартістю для масштабної модернізації забудованого середовища Cost-Effective Recycling of C&DW in High Added Value Energy Efficient Prefabricated Concrete Components for Massive Retrofitting of our Built Environment	Екологічне проектування, розроблення та демонстрація нових економічно ефективних технологічних рішень, які призведуть до нових замкнутих циклічних підходів до переробки CDW у нові багатошарові збірні бетонні елементи (як для нових будівель, так і для реконструкції), що включають нові бетони, а також суперізоляційний матеріал, вироблений із використанням не менше 75% (за вагою) перероблених матеріалів CDW	2016-2021, завершено	Італія (координатор), Іспанія, Нідерланди, Франція, Чехія, Бельгія, Фінляндія	Horizon 2020 Framework Programme
11	Інноваційні збірні компоненти, що включають різні відходи будівельних матеріалів, які знижують енерговитрати на будівництво та мінімізують вплив на довкілля Innovative pre-fabricated components including different waste construction materials reducing building energy and minimising environmental impacts	Розроблення технології повторного використання матеріалів із відходів будівництва та знесення для виробництва збірних ізоляційних і випромінюючих панелей із високою доданою вартістю для використання в енергоефективних будівлях	2016-2020, завершено	Італія (координатор), Греція, Іспанія, Румунія, Польща, Словенія	Horizon 2020 Framework Programme

12	Комплексні інноваційні рішення для ефективної переробки та вилучення цінної сировини зі складних відходів будівництва та знесення Holistic Innovative Solutions for an Efficient Recycling and Recovery of Valuable Raw Materials from Complex Construction and Demolition Waste	Розроблення та демонстрація нових економічно ефективних технологічних і нетехнологічних комплексних рішень для більшого вилучення сировини з CDW згідно з принципами циркулярної економіки по всьому ланцюгу створення вартості в будівництві (від будівель зі строком експлуатації до нових)	2015-2019, завершено	Іспанія (координатор), Польща, Фінляндія, Франція, Італія, Бельгія, Нідерланди, Німеччина, Швейцарія	Horizon 2020 Framework Programme
13	«Зелені» розбірні конструктивні елементи з відходів будівництва та знесення Construction and Demolition Waste-based “Green” Demountable Structural Components	Розроблення екологічно безпечного рішення для створення нового матеріалу – геополімерної бетонної суміші, одержуваної з CDW, для великих структурних модулів, які можна швидко і легко встановлювати на місце без втрати енергії або створення відходів	2021-2023, завершено	Великобританія (координатор та учасники)	Horizon 2020 Framework Programme
14	До циркулярної економіки зі зменшенням зростання: пояснення режиму матеріальної валоризації міських регіонів Towards a circular degrowth economy: Explaining the material valorization regime of city-regions	Дослідження правових, просторових й економічних правил, які визначають політичну відповідальність, географію та фінансову архітектуру потоків будівельних, харчових і теплових відходів у Гамбурзі, Амстердамі, Барселоні, Відні та Мілані	2022-2027, виконується	Нідерланди (координатор і учасники)	Horizon Europe (HORIZON)
15	Повторне використання збірного бетону для циркулярної економіки Reusing precast concrete for a circular economy	Дослідження системних змін, необхідних для переходу до циркулярної екосистеми в будівництві	2021-2025, виконується	Фінляндія (координатор), Швеція, Нідерланди, Німеччина, Хорватія	Horizon 2020 Framework Programme
16	Стале застосування будівельного вапна на основі циркулярної економіки та біоміметичних підходів Sustainable Building Lime Applications via Circular Economy and Biomimetic Approaches	Розроблення інноваційних рішень у сфері виробництва будівельного вапна	2021-2025, виконується	Португалія (координатор), Іспанія, Нідерланди, Бельгія, Польща, Німеччина	Horizon 2020 Framework Programme
17	Інтегровані, циркулярні та цифровізовані сталі рішення для мінімізації відходів і	Розроблення інноваційних рішень для сталого виробництва дерев'яних конструкцій з метою	2023-2027,	Данія (координатор), Фінляндія,	Horizon Europe (HORIZON)

	вловлення вуглецю в будівельному секторі Integrated, circular, and digitally supported sustainable solutions for waste minimization and carbon capture in buildings and the construction sector	зменшення залежності Європи від невідновлюваних ресурсів, скорочення викидів парникових газів, зменшення утворення відходів	виконується	Румунія, Італія, Швеція, Іспанія, Нідерланди, Естонія, Австрія, Об'єднане Королівство	
18	Демонстрація реальних і доступних екологічних будівельних рішень із найвищим рівнем продуктивності протягом усього життєвого циклу та покращеної циркулярності Demonstrating Real and Affordable Sustainable Building Solutions with Top-level whole life-cycle performance and Improved Circularity	Сприяння впровадженню перспективних і доступних нових технологій, процесів і продуктів у поєднанні з новими бізнес-моделями для швидшого виходу на ринок, що веде до підвищення стійкості будівництва	2023-2027, виконується	Бельгія (координатор), Франція, Швеція, Німеччина, Іспанія, Естонія, Норвегія, Нідерланди	Horizon Europe (HORIZON),
19	Циркулярний залізобетон з оновленими відходами Circular reinforced concrete with upgraded waste	Демонстрація революційної циркулярної технології для будівництва, яка мінімізує використання сировини	2022-2027, виконується	Нідерланди (координатор), Ірландія	Programme for the Environment and Climate Action (LIFE)
20	Стимулювання використання циклічних інтегрованих рішень у ланцюгах вартості будівництва Boosting the uptake of circular integrated solutions in construction value chains	Формування центру взаємодії для п'яти пілотних проектів, розгорнутих у різних європейських регіонах, які у великому масштабі висвітлюють і демонструють нові й інтегровані рішення для знесення, переробки будівельного сміття та його валоризації	2023-2027, виконується	Іспанія (координатор), Франція, Сербія, Чехія, Греція, Італія, Німеччина, Норвегія	Horizon Europe (HORIZON)
21	Автоматизовані рішення для сталого та циркулярного управління відходами будівництва та знесення Automated solutions for sustainable and circular construction and demolition waste management	Розроблення, тестування та демонстрація цифрової системи управління інформацією для співпраці зацікавлених сторін у відстеженні будівельних відходів, уникнення їх утворення при будівництві та знесенні	2022-2026, виконується	Чехія (координатор), Іспанія, Кіпр, Греція, Китай, Великобританія	Horizon Europe (HORIZON)
22	Мобільна та інноваційна циркулярність для будівельної продукції	Створення територіального центру для CDW, через який приватні,	2022-2027,	Болгарія (координатор),	Horizon Europe

	MOBile and Innovative Circularity for CONstruction PROducts	державні та наукові ключові зацікавлені сторони, а також громадяни співпрацюватимуть для впровадження циркулярності до будівельної екосистеми в регіоні	виконується	Франція, Бельгія, Данія, Сербія	(HORIZON)
23	Перероблені матеріали з доданою вартістю з відходів будівництва та знесення Value-added recycled materials from construction and demolition waste	Упровадження інноваційної технології сортування, що дозволяє відокремлювати інертні фракції (заповнювачі, цеглу, плитку тощо) та уможливить вироблення вторинної сировини з доданою вартістю для повторного використання в будівельному секторі	2023-2027, виконується	Італія (координатор), Австрія	Programme for the Environment and Climate Action (LIFE)
24	Територіальна система будівництва для циркулярного середовища з низьким вмістом вуглецю A Territorial Construction System for a Circular Low-Carbon Built Environment	Оскільки переробка цементу та сталі має обмежений потенціал для подальшого підвищення ефективності матеріалів, увага зосереджена на заміні їх альтернативами з низьким вмістом вуглецю та/або вбудовуванні їх у багаторазові будівельні компоненти	2023-2027, виконується	Іспанія (координатор), Нідерланди, Італія, Греція, Бельгія, Великобританія	Horizon Europe (HORIZON)

Джерело: складено за (European Commission, 2024).

Myroslava O. Soldak,

PhD in Economics, Leading Researcher

Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: soldak@nas.gov.ua

<https://orcid.org/0000-0002-4762-3083>

THE DEPLOYMENT OF CIRCULAR INDUSTRIAL ECOSYSTEMS – THE CONDITION OF ECO-EFFICIENT ELIMINATION OF THE CONSEQUENCES FOR THE ENVIRONMENT CAUSED BY MILITARY ACTIONS

The consequences of military actions are an unprecedented case of environmental damage in Ukraine. According to official data, more than 670,000 tonnes of waste were generated due to the damage (destruction) of buildings and structures as a result of hostilities in the territory of Ukraine, which can be considered the minimum possible amount according to the preliminary assessment. Attacks continue and lead to increased volumes of waste, burden on land use in communities and creation of ecological threat.

International experience shows the possibility of obtaining ecological, social and economic benefits from the reuse of construction and demolition waste. In the context of the implementation of the European integration vector, Ukraine should focus on the effective management of such waste

based on the principles of the circular economy – reuse, recycling and recovery. The fulfilment of this urgent task is possible thanks to the creation of conditions for the deployment of industrial circular ecosystems – a set of entities of various economic activity sectors and civil society that work and evolve together with the aim of creating added value based on the principles of reducing the use of primary materials, reusing materials and products, their processing and recovery, thereby extending the life cycle of goods and forming their enhanced value.

The purpose of the article is to substantiate the expediency of deploying circular industrial ecosystems as a condition for eco-efficient elimination of the consequences for the environment caused by military actions.

Based on the example of the eponymous project of the global company Energy Vault on gravitational energy storage using composite blocks, which are created with industrial waste and construction and demolition waste, key actions are outlined that will contribute to the emergence and development of circular industrial ecosystems in Ukraine around existing technologies. A range of problematic issues that need to be solved for the formation of institutions, routines, behaviour and culture of economic entities for the deployment of circular industrial ecosystems, in particular, with the aim of eco-efficient elimination of the consequences for the environment caused by military actions, is outlined. Recommendations have been provided on updating the legal support for the management of waste from the demolition of buildings and structures as a result of hostilities; reforming and expanding the range of tools for stimulating sustainable waste management; as well as developing interdisciplinary research.

Keywords: circular industrial ecosystems, circular economy, environment, construction and demolition waste, destruction waste.

JEL: O13; L70

Формат цитування:

Солдак М. О. (2024). Розгортання циркулярних промислових екосистем – умова еко-ефективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями. *Економіка промисловості*. № 4 (108). С. 5-33. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2024.04.005>

Soldak, M. O. (2024). The deployment of circular industrial ecosystems – the condition of eco-efficient elimination of the consequences for the environment caused by military actions. *Econ. promisl.*, 4 (108), pp. 5-33. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2024.04.005>

Надійшла до редакції 07.11.2024 р.