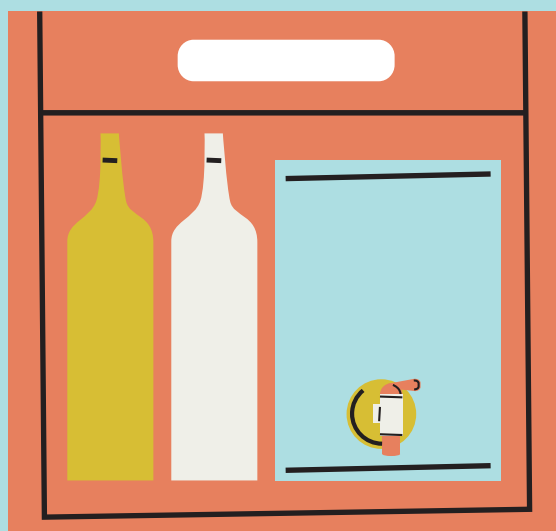
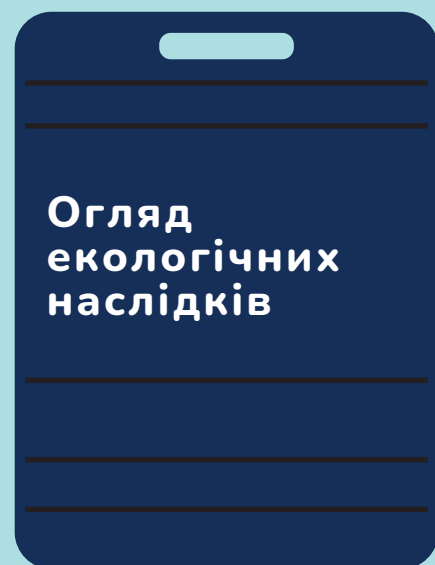




БАГАТОРАЗОВЕ ПАКОВАННЯ VS ОДНОРАЗОВЕ ПАКОВАННЯ



АНОТАЦІЯ

Відходи та неправильне управління ними стали важливою глобальною проблемою. Сміття, здається, є скрізь: воно застряє в огорожах, розкидається на вулицях і вздовж пляжів та узбіч доріг, воно забруднює водойми, океани, ґрунти та повітря. Традиційне управління відходами базується, насамперед, на переробленні, що хоча й важливе і представляє одну із стадій життєвого циклу матеріалів та виробів, але, очевидно, не є панацеєю для вирішення наших проблем із відходами. В останні роки спостерігається прагнення зосередитись на інших стратегіях циркулярної економіки, наприклад повторному використанні, за допомогою яких надалі можна було б уникнути споживання енергії та ресурсів.

З огляду на те, що лише упаковка становить 36% усіх твердих побутових відходів у Європі, у цьому звіті увагу зосереджено на тому, в який спосіб і коли повторне використання упаковки є кращою альтернативою одноразовому пакуванню. Це зроблено шляхом аналізу результатів оцінок життєвого циклу, що порівнюють вплив на довкілля двох альтернатив: одноразового та багаторазового пакування.

Результати свідчать, що переважна більшість досліджень вказує на багаторазове пакування як на найбільш екологічний варіант. У звіті визначено види упаковок, оцінені в процесі різних досліджень, і ключові фактори, наприклад кількість циклів або відстані та точки рівноваги, які забезпечують екологічну перевагу багаторазового пакування. У ньому також детальніше проговорюється, як конкретні форми упаковки, як-от пляшки та ящики, відрізняються за своїм впливом.

Звіт завершується обговоренням того, що потрібно вдосконалити, щоб підвищити ефективність систем повторного використання, і важливу роль систем поворотної тари (СПТ), систем обороту багаторазової тари (пулінгу), стандартизації, доступності цін для споживачів та інших заходів, що можуть допомогти забезпечити успіх системи багаторазового пакування.

Ключові слова: багаторазове пакування; одноразове пакування; ОЖЦ; вплив на довкілля; стандартизація; потенціал засмічення.

ЗМІСТ

Абревіатури.....	5
Технічні терміни.....	6
1. Вступ.....	7
1.1. Відходи: історія та сьогодення.....	7
1.2. Повторне використання чи перероблення.....	8
1.3. Оцінка життєвого циклу (ОЖЦ).....	10
2. Мета дослідження.....	11
3. Методологія.....	12
3.1. Вибір досліджень	12
3.2. Пошукові системи.....	12
3.3. Перше ознайомлення з дослідженнями.....	12
4. Результати.....	16
4.1. Вибрані дослідження.....	16
4.2. Вибір методології.....	16
4.2.1. Межі системи.....	16
4.2.2. Аналіз чутливості.....	17
4.2.3. Моделювання перероблення та кредиту за перероблення	18
4.2.4. Категорії впливу.....	20
4.2.5. Засмічення.....	21

4.2.6. Дослідження витрат.....	21
4.2.7. Загальний результат аналізу.....	22
4.3. Ключові параметри ефективних систем повторного використання.....	26
4.3.1. Транспортування.....	28
4.3.2. Виробництво.....	33
4.3.3. Кількість циклів (разів використання).....	34
4.3.4. Вміст вторинної сировини, закінчення терміну експлуатації та кредити за перероблення.....	38
4.3.5. Взаємозв'язок між ключовими параметрами та різними видами й матеріалами пакування	41
4.3.6. Точки рівноваги	53
4.3.7. Найважливіші стадії життєвого циклу багаторазового пакування..	54
5. Обговорення.....	57
5.1. Вибір матеріалу та вплив виробництва	57
5.2. Система поворотної тари (СПТ).....	58
5.2.1. Створення робочих місць	59
5.3. Стандартизація та пулінг	60
5.4. Споживач.....	61
5.4.1. Чітка комунікація.....	61
5.4.2. Вартість і системи знижок/винагороди.....	61
5.4.3. Доступність для споживачів.....	62
5.5. Обмеження ОЖЦ.....	62

5.5.1. Засмічення та утворення відходів.....	62
5.5.2. Придатність до перероблення.....	66
5.5.3. Виснаження ресурсів.....	67
5.6. Потенціал глобального потепління та інші категорії впливу.....	67
5.7. Майбутні тенденції.....	70
5.7.1. Е-комерція.....	70
5.7.2. Збільшення масштабів.....	70
5.7.3. Стандартизація по всій Європі.....	71
5.7.4. Політика.....	71
5.7.5. Декорбанізація транспорту та електроенергії.....	71
6. Обмеження.....	72
7. Висновки.....	73
8. Подальші дослідження.....	75
8.1. Витрати.....	75
9. Дослідження, що розглядалися, але не були включені до цього звіту.....	76
Список використаної літератури.....	80

АБРЕВІАТУРИ

B2B	Business-to-Business (Бізнес до бізнесу)
B2C	Business-to-Consumer (Бізнес до споживача)
HDPE	High-Density Polyethylene (Поліетилен високої щільності)
LDPE	Low-Density Polyethylene (Поліетилен низької густини)
PET	Polyethylene Terephthalate (Поліетилентерефталат)
PP	Поліпропілен
АК	Асептичний картон
БСП	Багаторазова скляна пляшка
БП	Багаторазове пакування
ЗОП	Звичайна одноразова пляшка
ОЖЦ	Оцінка життєвого циклу
ОП	Одноразове пакування
ПАВ	Потенціал абіотичного виснаження
ПГП	Потенціал глобального потепління
ПЕ	Потенціал евтрофікації
ПОП	Полегшена одноразова пляшка
ПП	Потенціал підкислення
РВ	Радіоактивне випромінювання
РОШ	Руйнування озонового шару
СПТ	Система поворотної тари
ФУО	Фотохімічне утворення озону

ТЕХНІЧНІ ТЕРМІНИ

Багаторазове пакування: Пакування, що було задумане, розроблене та випущене на ринок для здійснення протягом свого життєвого циклу численних перевезень або циклів шляхом повторного наповнення або повторного використання з тією ж метою, з якою воно було задумане (Директива ЄС 2018/852).

Цикли багаторазового пакування: Кількість разів використання багаторазового пакування протягом усього терміну експлуатації.

Викиди, викиди CO₂ та потенціал глобального потепління (ПГП): У цьому звіті наслідки для довкілля також називаються викидами або викидами CO₂. Це пояснюється тим, що потенціал глобального потепління використовується як основний показник впливу, оскільки він дозволяє перетворити будь-які викиди парникових газів (що призводять до глобального потепління) у викиди еквіваленту CO₂.

Вміст вторинної сировини: Вміст вторинної сировини — це відсоток перероблених постспоживчих відходів, використаних у виробництві певної упаковки. Наприклад, скляні пляшки здебільшого виробляються частково з нового матеріалу, а частково з переробленого скла. Якщо у скляній пляшці є 35% вмісту вторинної сировини, це означає, що вона на 65% була виготовлена з первинної сировини (скла) та на 35% зі вторинної сировини (переробленого скла).

Кредит за перероблення: Перероблення продуктів забезпечує екологічні переваги, оскільки замість того, щоб просто утилізувати відходи, ми виробляємо цінний перероблений матеріал, що знижує потребу у первинній сировині. Ці переваги називаються «кредитами за перероблення» (як система балів) і можуть стосуватися продукту, який переробляється, або/та товару, що використовує перероблений матеріал.

Зворотне перевезення: Стосується зворотного шляху, або, іншими словами, транспортування упаковки після її використання назад до роздрібного продавця та/або виробника, що уможливорює очищення упаковки та її повторне включення у виробничу лінію для повторного використання.

Даунсайклінг: Перероблення продукту з втратою якості та матеріалів.

1. ВСТУП

1.1. Відходи: історія та сьогодення

Роки після Другої світової війни часто розглядають як період стрімкого економічного зростання. Така активізація економічної діяльності призвела до відповідного збільшення кількості утворених відходів, що спричинило переповнення полігонів і породило проблеми довкілля та здоров'я, як-от забруднення повітря, ґрунту та підземних вод. Післявоєнні роки стали початком утвердження традиційних підходів до управління відходами, оскільки країни почали впроваджувати законодавство щодо відходів та поводження з ними.

Історично склалося так, що більшість побутових відходів утворювалась із органічних харчових відходів, оскільки упаковки найчастіше створювались для багаторазового використання. З Другою світовою війною відбувся швидкий розвиток нових видів упаковки, спрямованих на продовження терміну зберігання харчових продуктів з метою зменшення харчових відходів, що було особливо важливим з огляду на дефіцит продуктів [1], [2]. Далі глобальні показники виробництва та споживання вийшли далеко за межі здатності планети самовідновлюватися. З лібералізацією торгівлі та постійними щорічними цілями зростання у кожній галузі промисловості національний та міжнародний ринки заповнюються продуктами та пакуванням, з якими більшість країн не мають змоги ефективно справлятися. Упаковані продукти стали нормою. Нині на полицях магазинів представлено безліч різноманітних видів продукції та пакування, і оскільки конкуренція посилюється, маркетинг також вступає в гру, що призводить до ще більшого розмаїття не тільки етикеток, але й особливостей дизайну упаковки, зокрема форм та розмірів. Спільним для таких видів упаковки є те, що майже всі вони створені для одноразового використання.

Змінилася і структура ланцюгів постачання. Через потребу у сировині, витрати на робочу силу та податкові пільги звичними стали розробка та виготовлення продукції із залученням суб'єктів та матеріалів уздовж міжнародних ланцюгів постачання [3]. Сировина видобувається в одній країні, а використовується для виробництва та продажу в іншій. Ці нові реалії в поєднанні зі зростанням глобалізації та споживання впливають на

здатність планети відновлювати ресурси, які ми споживаємо, та поглинати наслідки їх видобутку та використання.

Сьогодні в Європі саме лише пакування становить 36% твердих побутових відходів. Поки країни в усьому світі продовжують боротися з проблемами поводження з відходами, а ресурси виснажуються швидше, ніж їх можна відновити, світова економіка втрачає близько 80-120 мільярдів доларів на упаковці, яку можна було б використовувати повторно або переробляти [4].

1.2. Повторне використання чи перероблення

Зі зростанням занепокоєння щодо впливу відходів на довкілля у 1980-х роках у Європі, а у 1990-х роках на міжнародному рівні, розпочалася розробка та впровадження підходу 3R (зменшення, повторне використання, перероблення) як способу зробити стратегії управління відходами пріоритетними та знизити видобуток ресурсів і рівень використання енергії [3].

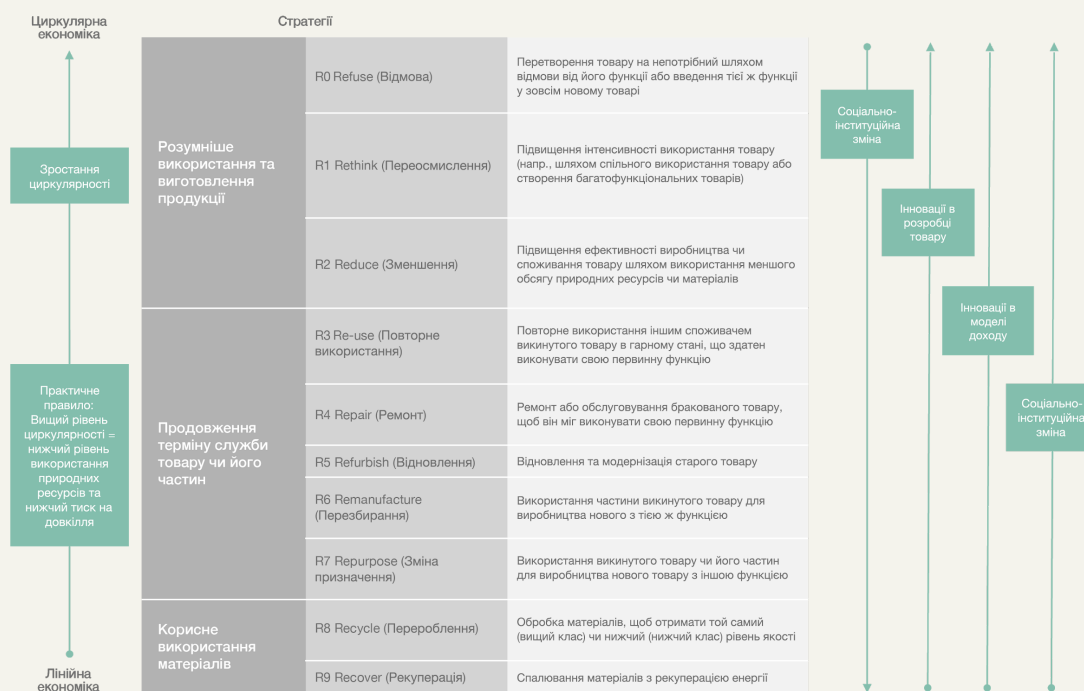


Рисунок 1: Циркулярні стратегії 9R в порядку пріоритетності. Джерело: [6].

З часом концепція 3R перетворилася на те, що деякі дослідники тепер називають 9R [5], що включає також інші циркулярні стратегії, зокрема: «Відмова», «Переосмислення», «Ремонт» та «Перезбирання». Стратегії представлені на рис. 1.

Як можна побачити на рис. 1, ідея 3R або 9R полягає в тому, щоб надавати пріоритет повторному використанню перед переробленням, щоб уникнути зайвого використання енергії та видобутку ресурсів. Незважаючи на це, головним напрямом стратегій поводження з відходами та діяльності приватного та державного сектору досі залишається перероблення. Але нинішні програми не дуже ефективні, і обсяг упаковок, що переробляється, є надто низьким, особливо коли йдеться про пластик. Хоча показники збору здаються високими, вони не відображають ті обсяги, що насправді переробляються (Рисунок 2) [7]. У Європі у 2013 р. було перероблено лише 10% пластикового пакування, і лише невелика частина (2% пластикового пакування) була перероблена у замкненому циклі, а решта зазнала даунсайклінгу [4]. Ці проблеми, поряд із підвищенням обізнаності споживачів щодо забруднення пластиком пляжів та океанів, призвели до поступового підвищення уваги до повторного використання.

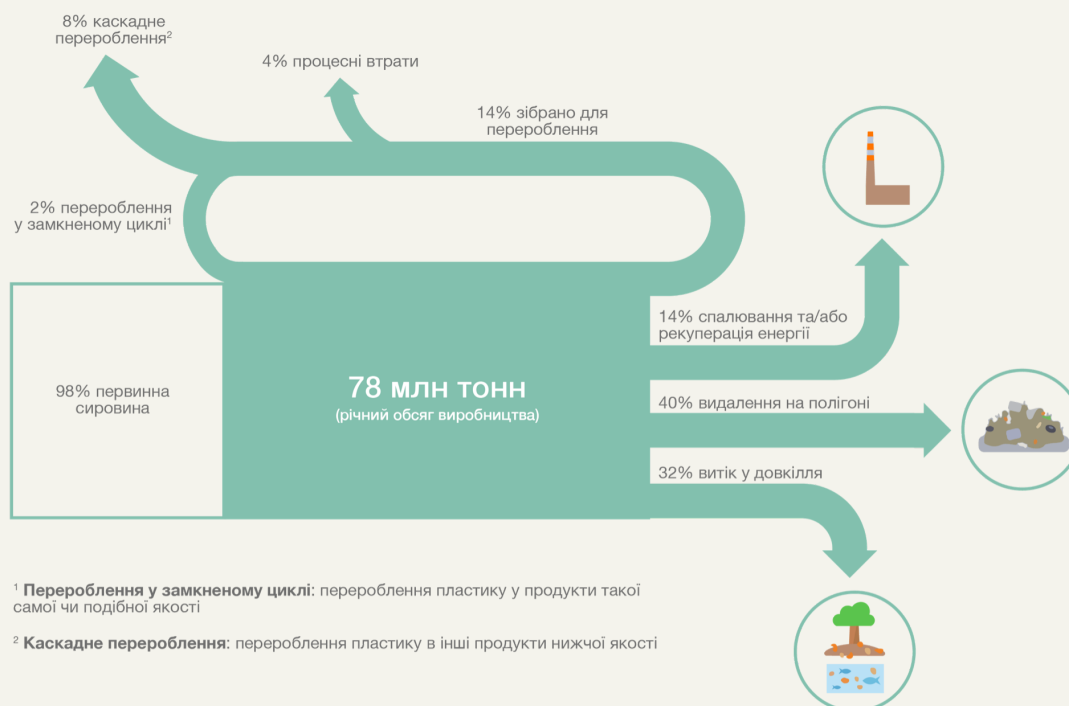


Рисунок 2: Глобальні потоки пластикових пакувальних матеріалів у 2013 році. Джерело: [4].

Порівняно з переробленням або виготовленням нових продуктів або упаковки з первинної сировини, повторне використання дозволяє уникнути видобутку ресурсів, знизити рівень споживання енергії, зменшити утворення відходів та може запобігти засміченню. Змінивши те, як споживачі думають про використання природних ресурсів і їх ставлення до продуктів, які вони купують, повторне використання може стимулювати перехід до більш свідомого споживання, а також заохотити компанії виробляти більш міцні та довговічні товари, які можуть слугувати якомога більшу кількість циклів.

Перероблення має розглядатись як останній крок перед утилізацією лише тоді, коли для управління продуктами (або їх частинами) неможливо застосувати інші стратегії циркулярної економіки (наприклад, повторне використання, зміна призначення, перезбирання тощо). При цьому важливо визнати, що зосередження уваги на повторному використанні не зменшує роль перероблення. Навпаки, використання перероблених матеріалів у продуктах багаторазового використання може ще більше зменшити їхній вплив на довкілля.

1.3. Оцінка життєвого циклу (ОЖЦ)

Хоча підхід 3R надає пріоритет повторному використанню порівняно з переробленням, залежно від різних факторів (наприклад, транспортних відстаней тощо), багаторазове пакування не завжди може здійснювати найменший вплив на довкілля порівняно з одноразовим пакуванням. Незважаючи на свої обмеження (розглянуті в розділі 5.5), оцінка життєвого циклу (ОЖЦ) є інструментом, що використовується для вимірювання впливу життєвого циклу продукту на довкілля. З часу його створення в 1960-х роках були розроблені різні стандарти та рекомендації щодо застосування ОЖЦ, приміром ISO 14040-14044 або керівні принципи ILCD (Міжнародна довідкова система даних життєвого циклу) [8]. Окрім широкого використання в науковому співтоваристві як методу моделювання, ОЖЦ також використовується приватними компаніями, які прагнуть оцінити вплив своїх товарів на довкілля, а також урядами, які намагаються вдосконалити свою політику та стратегії дій.

2. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Основна мета цього дослідження — порівняти вплив на довкілля багаторазового та одноразового пакування та проаналізувати, за яких умов багаторазове пакування є найбільш екологічним варіантом. Для досягнення цих цілей були здійснені такі кроки:

1. Проаналізовано, які види упаковки вивчаються в літературі щодо ОЖЦ;
2. Проаналізовано вплив на довкілля одноразового пакування та альтернатив багаторазового використання для того самого застосування;
3. Перевірено, які дослідження вказують на багаторазове пакування як таке, що чинить найменший вплив на довкілля, порівняно з одноразовим пакуванням;
4. Визначено ключові параметри, що забезпечують:
 - a. екологічну доцільність багаторазового пакування;
 - b. екологічну доцільність одноразового пакування. У випадках, коли одноразове пакування було визначено найбільш екологічним варіантом, перевірено, чи не виявив аналіз чутливості зміни, які роблять багаторазове пакування доцільнішим варіантом;
5. Підкреслено важливість якісно виконаних ОЖЦ у прийнятті рішень приватними компаніями та урядами;
6. Визначено напрями подальших досліджень.

Щодо цілі 4(b), змінами у життєвому циклі продуктів, які можуть зробити багаторазове пакування більш доцільними порівняно з одноразовим пакуванням, можуть бути, наприклад, кількість повторних використань (також називаються «циклами», що вказують, скільки разів багаторазове пакування може бути використане повторно) або транспортні відстані.

3. МЕТОДОЛОГІЯ

3.1. Вибір досліджень

Для цього огляду було проведено пошук міжнародних досліджень, зокрема наукових праць та технічних звітів, на основі таких критеріїв:

- Дослідження забезпечує порівняння впливу на довкілля багаторазового та одноразового пакування, що має те саме застосування;
- Дослідження відповідає методології ОЖЦ згідно із стандартами ISO 14040-14044;
- Дослідження було опубліковане після 2000 року. Цей критерій був зумовлений тим, що виробництво, транспорт, дизайн та інші фактори, які впливають на ефективність, ймовірно, зазнали суттєвих змін за довгий час, що могло змінити результат дослідження.

3.2. Пошукові системи

Дослідження були знайдені за допомогою пошукових систем в Інтернеті, зокрема Google Scholar, Academia.edu, Scopus.com та Springer.com, шляхом пошуку таких фраз і слів: «багаторазове пакування», «пакування, що можна наповнювати повторно», «ОЖЦ», «упаковка», «повторне використання», «багаторазовий», «повторне наповнення», «багаторазове використання».

3.3. Перше ознайомлення з дослідженнями

Пошук літератури видав 32 наукові статті та звіти, які відповідали критеріям досліджень. Ці статті були розподілені на дві категорії — B2B (бізнес до бізнесу) та B2C (бізнес до споживача) — оскільки існують принципові відмінності в життєвому циклі обох систем. Також проаналізовані види упаковки були охарактеризовані згідно з Класифікацією упаковок (табл. 1) [9].

Цей поділ був зроблений задля таких цілей:

- визначити, які види багаторазового пакування вивчаються міжнародними академіями найбільше та як це робиться;
- зрозуміти вплив на довкілля залежно від виду упаковки, що використовується.

Важливо зауважити, що хоча B2B і B2C є двома різними типами комерційних операцій, для цілей цього аналізу вони розглядаються не з погляду грошових операцій, а з погляду відповідальності за упаковку. Наприклад, коли пиво продається в барі споживачеві, який питиме його в закладі, це розглядається як B2B, оскільки упаковка від пива залишається в барі. Тому бар відповідає за те, щоб повернути упаковку пивоварні, і її можна було використовувати повторно. З іншого боку, якщо споживач виносить пляшку пива за межі установи, споживач несе відповідальність за повернення упаковки до пункту прийому вторинної сировини або роздрібного торговця для повторного використання.

Вид упаковки	Опис упаковки	Приклади продуктів
Придатна для багаторазового заповнення диспенсером	Тара, пляшка, стакан. Споживачі використовують власне багаторазове пакування або фірмове багаторазове пакування, що надається в магазині або на мобільному візку, тим самим уникаючи потреби у виготовленні нової упаковки	Пластівці, крупи, цукерки, вино, сік, мінеральна вода, пиво, оливкова олія, оцет, мийні засоби, мило, продукти для догляду за волоссям, парфуми, лосьйони для тіла та обличчя
Повторне заповнення первинної упаковки	Пляшка/флакон, контейнер, пакет, коробка, таблетки, порошок. Упаковка для повторного заповнення виготовляється з меншої кількості матеріалу, ніж первинна упаковка. Первинну упаковку можна наповнити: <ul style="list-style-type: none"> • наливши продукт у первинну упаковку; 	Косметика, зубна нитка, таблетки для полоскання рота і зубів, дезодорант, парфуми, товари побутової хімії, засоби по догляду за волоссям, ароматизована вода

	<ul style="list-style-type: none"> розмістивши контейнер всередині первинної упаковки; розвівши концентрований продукт водою всередині первинної упаковки 	
Поворотна упаковка	<p>Контейнер, пляшка, стакан, тарілка, миска.</p> <p>Споживачі повертають порожню тару, яка буде очищена та заповнена для наступного використання роздрібним продавцем/виробником (може поєднуватись із системою поворотної тари з метою забезпечення фінансового стимулювання)</p>	<p>Пиво, безалкогольні напої, мінеральна вода, швидкопсувні товари, миючі засоби, мило, косметика, засоби по догляду за волоссям. Багаторазові стакани, контейнери, тарілки (для заходів, кафе, ресторанів)</p>
Транспортна упаковка	<p>Ящики, контейнери, м'які пакети.</p> <p>Споживачі отримують товар у багаторазовому пакуванні, що повертається шляхом доставки до дверей/самовивозу або через поштове відділення.</p> <p>Ящики, піддони, обгортки.</p> <p>Споживач повторно використовує упаковку багато разів перед тим як повернути її виробникові або утилізувати</p>	<p>Багаторазове пакування для транспортування або перевезення швидкопсувних товарів або товарів тривалого зберігання.</p> <p>B2C: для перевезення додому чи в офіс або доставки придбаних онлайн одягу, меблів або швидкопсувних товарів.</p> <p>B2B: транспортування вздовж ланцюга виробник-склад-магазин</p>

Таблиця 1: Класифікація упаковки згідно з [9].

Цю класифікацію упаковки можна далі розділити на дві групи, які забезпечують безперервність системі багаторазового пакування: «Повторне використання споживачем» та «Повернення бізнесу». Перші два види у класифікації, «Безвідходна» та «Повторне заповнення первинної упаковки», підпадають під категорію «Повторного використання споживачем», і подальше повторне використання залежить лише від споживача. Споживач сам вирішує чи викупити zero waste продукт, чи поповнити його через диспенсер, чи вибрати продукт з меншою кількістю упаковки. Два останні види, «Поворотна упаковка» та «Транспортна упаковка», підпадають під категорію «Повернення

бізнесу» та повністю залежать від участі компанії, потребуючи впровадження бізнес-моделі повернення, яка передбачає очищення, обслуговування і повернення упаковки на виробничу лінію.

Важливо підкреслити, що цей поділ на «Повторне використання споживачем» та «Повернення бізнесу» не є аналогом B2C та B2B. Він радше вказує на те, чи має бізнес-модель механізм повернення. Варіанти пакування при «Повторному використанні споживачем» зазвичай простіші у впровадженні, оскільки вони не потребують механізму повернення або інфраструктури, як-от очищення та зберігання.

Для варіантів упаковки, які підпадають під категорію «Повернення бізнесу», ситуація інша. Логістика повернення та деякі етапи виробничої лінії, зокрема очищення, обслуговування та зберігання, зазвичай необхідні для забезпечення повторного використання упаковки. Крім того, при «Поверненні бізнесу» легше зрозуміти, що відносини можуть бути як B2B (наприклад, ящики та піддони між компаніями), так і B2C (наприклад, товари особистої гігієни від бізнесу до споживача). Компанії можуть також працювати за принципом B2B та B2C, коли, наприклад, вони постачають багаторазове пакування для одягу, яка відправляється зі складу в магазин і назад (B2B) або зі складу споживачеві та назад (B2C).

4. РЕЗУЛЬТАТИ

Результати огляду й аналізу літератури поділяються на дві основні групи: Вибір методології та Ключові параметри. Перша група результатів вивчає, наводячи певні приклади з вибраних досліджень, як методологія та припущення, що лежать в основі дослідження ОЖЦ щодо упаковок, можуть вплинути на результати. Друга група пояснює, які фактори/параметри найбільше впливають на те, чи вважається багаторазове пакування більш екологічним, ніж одноразове пакування, і те, як їх вивчають деякі розглянуті нами дослідження.

4.1. Вибрані дослідження

Дослідження, включені до цього огляду відповідно до представлених у розділі 3.1. критеріїв відбору, подано в таблиці 4. У таблиці представлені стаття, ринок (B2B або B2C), класифікація упаковки, вид упаковки та загальний результат, який класифікується як позитивний, негативний або змішаний залежно від впливу на довкілля.

4.2. Вибір методології

На результати досліджень ОЖЦ можуть суттєво вплинути вибір методології та припущення, зроблені на етапі визначення обсягу дослідження. Цей розділ узагальнює найпоширеніші методології, що використовуються в розглянутих дослідженнях, та аналізує їх потенційний вплив на результати.

4.2.1. Межі системи

Межі системи визначають, які види діяльності та/або процеси життєвого циклу товару враховуються у дослідженні ОЖЦ. Наприклад, вони можуть починатися з видобутку сировини, необхідної для виготовлення упаковки, як-от видобутку нафти із землі, і закінчуватись утилізацією упаковки після її використання споживачем. У багатьох працях, розглянутих у рамках цього дослідження, життєвий цикл був розділений на три

основні стадії: виробництво, термін експлуатації та утилізація. Такий розподіл дає можливість проаналізувати, яка стадія життєвого циклу є найбільш впливовою: процес виробництва, термін експлуатації (включаючи кількість застосувань, перевезень, миттів та інші викиди) чи закінчення терміну експлуатації (викиди від утилізації).

Залежно від того, як вони визначені, межі системи можуть суттєво вплинути на результати дослідження. Загалом, що чіткішими є межі системи, то точнішими можуть бути результати дослідження. Однак важливо зауважити, що протилежне твердження не завжди є правильним. Іншими словами, ОЖЦ, що враховує лише кілька стадій життєвого циклу (наприклад, виробництво або поводження з відходами), не обов'язково є низькоякісним дослідженням. Якщо дослідження здійснене правильно, використовуючи, наприклад, первинні дані пов'язаних процесів, воно може мати надійні та релевантні результати щодо аналізованих стадій життєвого циклу.

В ОЖЦ упаковок часто можна помітити, що термін експлуатації виключається з меж системи через невизначеність щодо поведінки споживачів. Ця невизначеність може стосуватися того, скільки разів споживачі використовують упаковку перед її поверненням, і особливо того, як/чи упаковка миється споживачем (вручну або посудомийною машиною). Чимало досліджень вказують на необхідність аналізу терміну експлуатації, який міг би змінити оцінку кінцевого впливу.

4.2.2. Аналіз чутливості

Аналіз чутливості зазвичай використовують в ОЖЦ для оцінки того, як зміниться остаточний вплив на довкілля, якщо певні параметри вхідних даних — особливо тих, щодо яких може бути невизначеність, або для яких може існувати низка значень — будуть іншими. Що стосується ОЖЦ упаковки, то параметри, які найчастіше стають об'єктом аналізу чутливості, є кількість циклів, вміст вторинної сировини в багаторазовому та одноразовому пакуванні, спосіб утилізації (перероблення, спалювання або видалення на полігоні) та подолана відстань. Ці параметри були визначені як ключові фактори, що впливають на сталість багаторазового пакування, і тому вони детальніше розглядаються у розділі 4.3.

Деякі статті наголошують на тому, як можуть змінитися результати дослідження залежно від вмісту вторинної сировини, що використовується у виробництві упаковки. Наприклад, дослідження, що аналізує вплив одноразових та багаторазових пляшок для газованих безалкогольних напоїв, підкреслює, що якщо у PET-пляшці вторинна сировина становить 40-60%, її викиди зменшаться на 32-48% порівняно з пляшками, виробленими із первинної сировини [10].

4.2.3. Моделювання перероблення та кредити за перероблення

У методології ОЖЦ стратегії управління відходами, як-от повторне використання, перероблення та рекуперація енергії, є багатофункціональними системами, які виконують подвійну функцію: 1) управління відходами та 2) виробництво вторинної сировини або рекуперованої енергії. Вирішення того, як розподілити екологічні наслідки між різними функціями, породжує декілька проблем розподілу. Тоді як перша функція перероблення відповідає закінченню терміну експлуатації аналізованої системи продуктів (наприклад, одноразовий стакан), друга функція відповідає початку іншої системи продуктів (наприклад, одноразова пляшка зі вторинною сировиною). Спосіб, у який слід розподіляти наслідки та переваги перероблення між першим життєвим циклом (стакан) та другим (пляшка), наразі не встановлений стандартом ISO, і в літературі можна знайти різні підходи. Їх можна класифікувати на три категорії (рис. 3):

1. Заміна або уникнення навантаження: У цьому методі перший крок життєвого циклу (наприклад, одноразовий стакан) отримує кредити за забезпечення матеріалом другого циклу (наприклад, одноразова пляшка зі вторинною сировиною), а отже, перевага перероблення повністю розподіляється на перший життєвий цикл, а не на другий. Зазвичай це робиться шляхом віднімання наслідків виробництва первинної сировини, еквівалентної вторинній сировині.
2. «Розподіл» або 50/50: Кредити або переваги, пов'язані з переробленням, розподіляються між першою та другою стадією життєвого циклу упаковки. Це підхід, який використовується в Методології ЕСП (Екологічний слід продукції) Європейської комісії.

3. Відрізний підхід (англ. *cut-off approach*): перший крок у життєвому циклі (наприклад, одноразовий стакан) не отримує жодних кредитів за перероблення, і передбачається, що друга стадія життєвого циклу (наприклад, одноразова пляшка зі вторинною сировиною) містить сировину, що не впливає на довкілля, але включає наслідки процесу перероблення. Це прийнято називати відрізним методом.

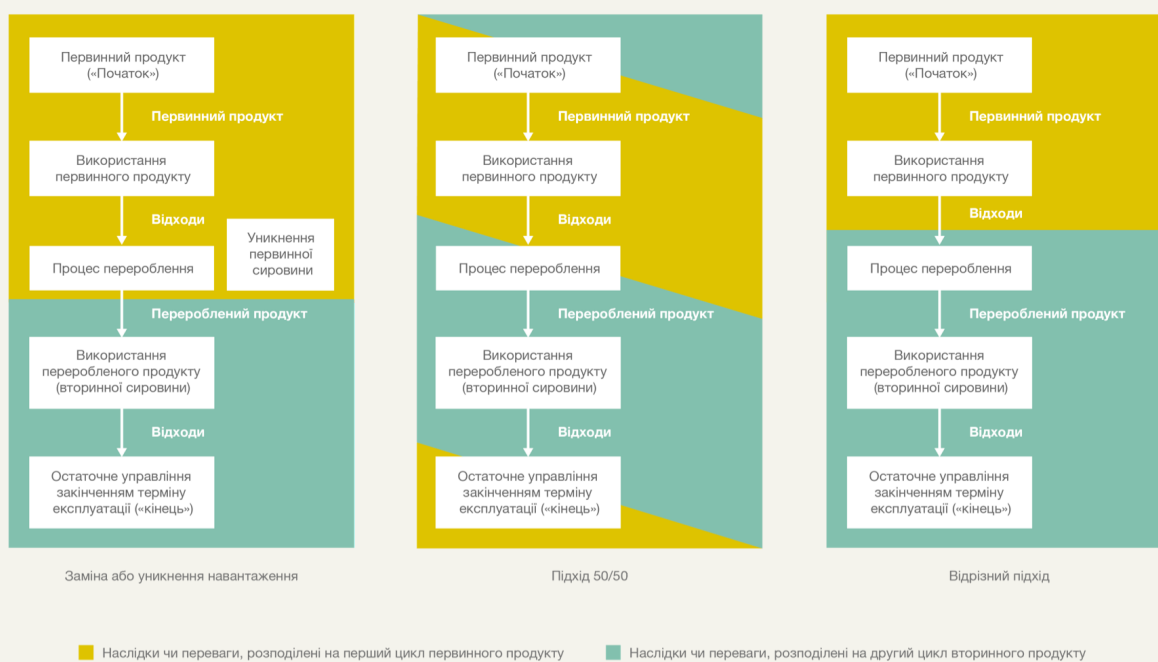


Рисунок 3: Загальні підходи до розподілу наслідків та кредитів в ОЖЦ між першим та наступними циклами. Адаптовано з [8].

Коли другий продукт проходить той самий виробничий шлях, що й перший (наприклад, переробляється в той самий застосунок), це вважається системою перероблення із замкненим циклом. Системи перероблення із замкненим циклом, як і системи повторного використання, дозволяють уникнути необхідності видобувати та використовувати первинну сировину, а отже, і їх викидів. Відповідно до підходу уникнення навантаження, системи із замкненим циклом не потребують розподілу кредитів між стадіями життєвого циклу, оскільки перший і другий продукти по суті однакові. Однак у системі з відкритим циклом, де дві системи продуктів відрізняються (наприклад, пластиковий стакан, що

спалюється, виробляючи в процесі енергію), потрібно вирішити, як розподілити кредити за перероблення, і вибір підходу є менш зрозумілим.

Рішення, який метод розподілу використовувати, може суттєво впливати на результати дослідження, оскільки кредити за перероблення або рекуперацію можуть бути достатніми, щоб компенсувати викиди від виробництва сировини. При порівнянні одноразових та багаторазових пакувальних матеріалів, важливо, щоб обидві альтернативи використовували однаковий багатофункціональний підхід, і щоб процес перероблення враховував викиди під час перероблення, втрату якості та матеріалів при даунсайклінгу. В іншому випадку застосування підходу уникнення навантаження може призвести до однакових переваг як при переробці, так і повторному використанні, хоча насправді повторне використання зазвичай не призводить до викидів (за винятком тих, що стосуються миття та транспортування) та значних втрат матеріалів чи якості.

Найбільш поширеним підходом, що застосовується в розглянутих дослідженнях, є метод уникнення навантаження. Щонайменше 63% розглянутих досліджень змоделивали перероблення та відновлення відповідно до відкритого циклу, розподіливши кредити продукту, що переробляється наприкінці терміну експлуатації. Однак лише деякі з них враховували фактори даунсайклінгу якості та втрат матеріалів у процесі перероблення. Це звичайна практика в дослідженнях ОЖЦ [11], що призводить до завищення переваг перероблення. У двох дослідженнях (4%) застосовувався відрізний метод, і стверджувалось, що наслідки та переваги перероблення стосуються продукту зі вторинною сировиною. В одному дослідженні застосовувався підхід 50/50 (у поєднанні з іншими підходами для різних видів матеріалів). Щодо решти досліджень, незрозуміло, як вони моделювали процеси перероблення.

4.2.4. Категорії впливу

Як і межі системи, вибір категорій впливу, що розглядаються при проведенні дослідження ОЖЦ, може значно вплинути на його результат. Повноцінний вибір категорій впливу допоможе ширше зрозуміти вплив обох видів систем пакування (багаторазового або одноразового). Однак включення меншої кількості категорій впливу не обов'язково призводить до недостовірного дослідження — це лише означає, що

дослідження покаже результати цієї системи за обраними категоріями впливу. Ось чому вибір категорій впливу не був критерієм відбору досліджень у цьому огляді. Важливішим для кращого розуміння результатів, отриманих у дослідженнях, є аналіз розглянутих факторів та того, звідки були отримані дані.

4.2.5. Засмічення

На жаль, вплив засмічення ще не є складовою методології ОЖЦ, і його рідко беруть до уваги [12], [13]. Галузеві фахівці вважають це основною вадою методу ОЖЦ, який досі розробляється. Ця прогалина в ОЖЦ може призвести до недооцінки переваг багаторазового пакування порівняно з одноразовим пакуванням, оскільки саме останнє є найвагомішою причиною проблеми засмічення та забруднення пластиком у світі, однак вона досі залишається поза аналізом. Засмічення та утворення відходів детальніше обговорюються в розділі 5.5.

4.2.6. Дослідження витрат

Іншим фактором, який часто ігнорується ОЖЦ, є економічні витрати. Із 32 праць, розглянутих у межах цього дослідження, лише п'ять містять аналіз витрат. Знову ж, деякі автори вказують на цю прогалину як на обмеження ОЖЦ [14], оскільки вона фактично перешкоджає впровадженню систем багаторазового пакування. Це зумовлено тим, що початкові інвестиції, необхідні компаніям для переходу від систем одноразового використання до систем багаторазового використання, є значним бар'єром, оскільки одноразові продукти часто дешевші, ніж багаторазові (наприклад, через відсутність витрат на миття, логістику повернення тощо). Так само ігнорується довгострокова економія, реалізована підприємствами, які впроваджують системи багаторазового використання.

Із п'яти праць, які здійснили аналіз витрат, усі були зосереджені на транспортній упаковці (рис. 4), а чотири з них аналізували одноразові картонні та/або дерев'яні коробки, порівнюючи їх із багаторазовою пластиковою упаковкою. Більшість досліджень показали,

що багаторазове пакування має негативний результат з погляду аналізу витрат. Втім, фінансові витрати слід додатково аналізувати в ОЖЦ, щоб зрозуміти, які змінні роблять багаторазове пакування економічно доцільнішим порівняно з одноразовим.

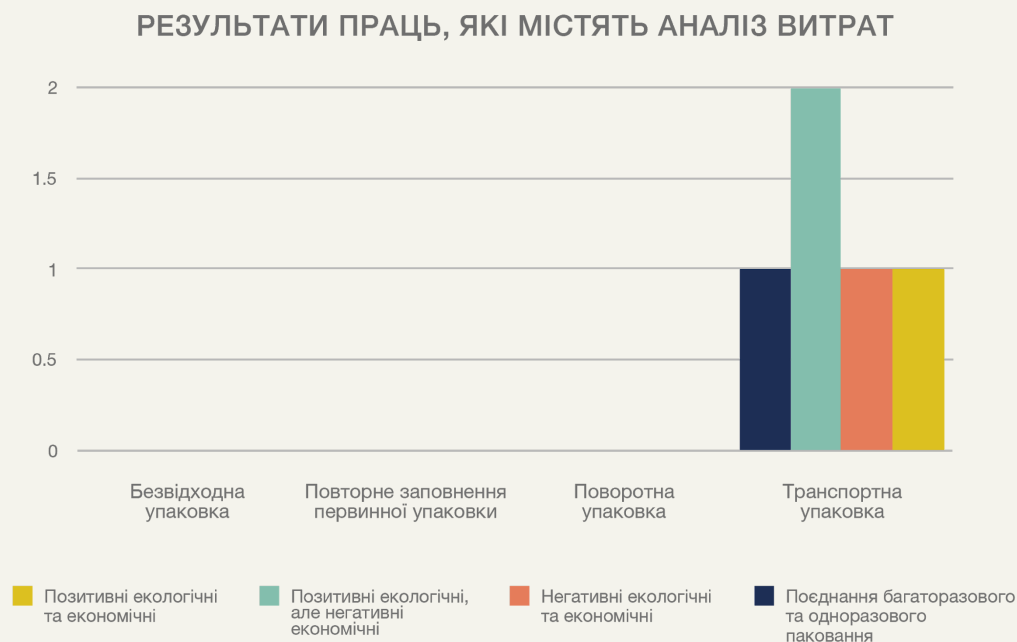


Рисунок 4: Результати праць, які містять аналіз витрат, за класифікацією упаковки.

4.2.7. Загальний результат аналізу

Перш ніж представити ключові параметри, які найбільше впливають на екологічні показники систем багаторазового та одноразового пакування, нижче ми наводимо загальний огляд розглянутих досліджень. Пошук літератури видав усього 32 праці після застосування усіх критеріїв відбору. Їх було розподілено відповідно до класифікації упаковки [9], як показано на рисунку 5, а потім додатково поділено на B2B та B2C (рис. 6). Більшість вибраних досліджень — ОЖЦ щодо поворотної (13 праць) та транспортної упаковки (15 праць). Лише п'ять статей стосувались безвідходної упаковки, і не було відібрано жодної праці, яка б досліджувала вплив повторного заповнення первинної упаковки, оскільки вони не відповідали критеріям відбору.

ПРАЦІ ЗА КЛАСИФІКАЦІЄЮ УПАКОВКИ

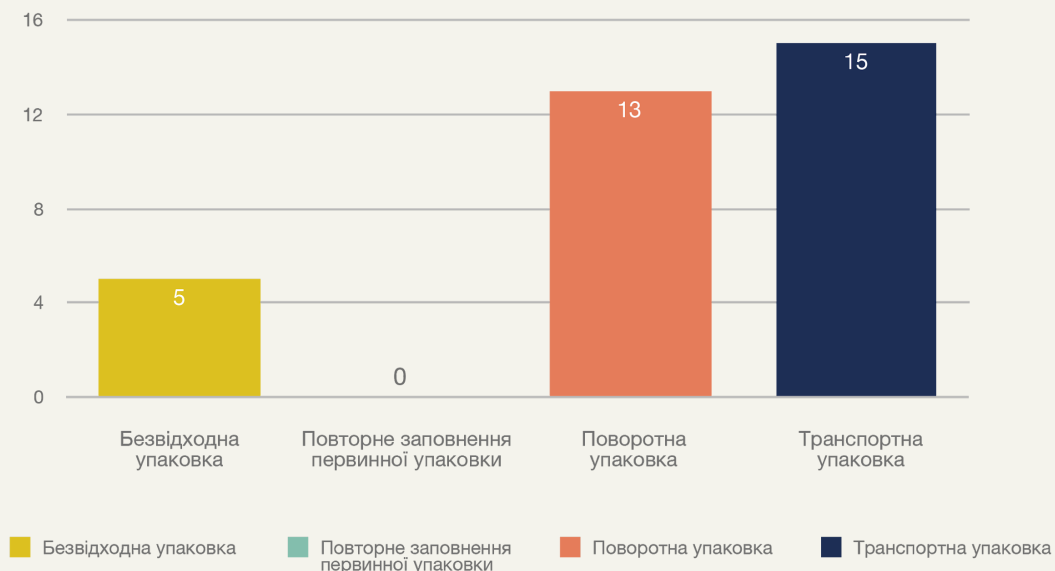


Рисунок 5: Дослідження, які пройшли критерії відбору відповідно до класифікації упаковки [9].

ПРАЦІ ЗА КЛАСИФІКАЦІЄЮ УПАКОВКИ, B2B ТА B2C



Рисунок 6: Дослідження, які пройшли критерії відбору відповідно до класифікації упаковки [9], розділені на ринки бізнес до бізнесу та бізнес до споживача.

Що стосується проаналізованих видів упаковки (як показано на рисунку 7), більшість розглянутих досліджень зосередились на пляшках (вісім досліджень), а також ящиках (вісім досліджень) та стаканах (чотири дослідження). Щодо інших досліджень, чотири дослідження проаналізували звичайну транспортну упаковку (одне — упаковку для транспортування холодильників, одне — упаковку для логістики холодових ланцюгів та два — упаковку для транспортування деталей автомобілів), два проаналізували харчові контейнери, а решта проаналізували одне з наступного: відра, дозатори для сипучих продуктів, сумки-шопери, барабани, банки та кеги для пива.

КІЛЬКІСТЬ ПРАЦЬ ЗА ВИДОМ УПАКОВКИ

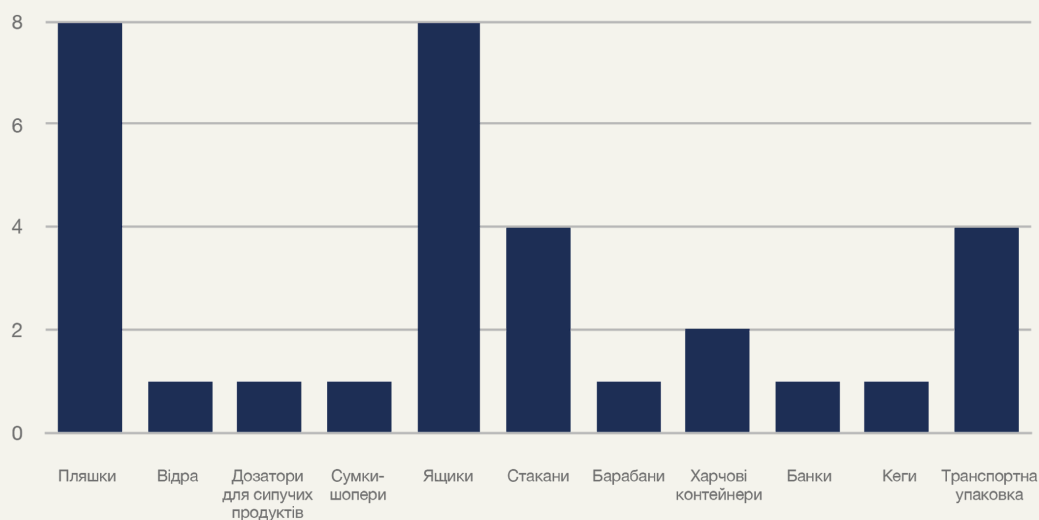


Рисунок 7: Відібрані праці, класифіковані за видами проаналізованої упаковки.

Із 32 проаналізованих праць (рис. 8 та рис. 9), 23 (72%) відзначили кращі екологічні показники багаторазового пакування порівняно з одноразовою альтернативою. Цікаво, що один і той самий вид упаковки демонстрував позитивні, змішані та негативні результати, що означає, що його результат не можна передбачити залежно від його застосування. Кожен випадок особливий і потребує ретельного аналізу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА КЛАСИФІКАЦІЄЮ УПАКОВОК

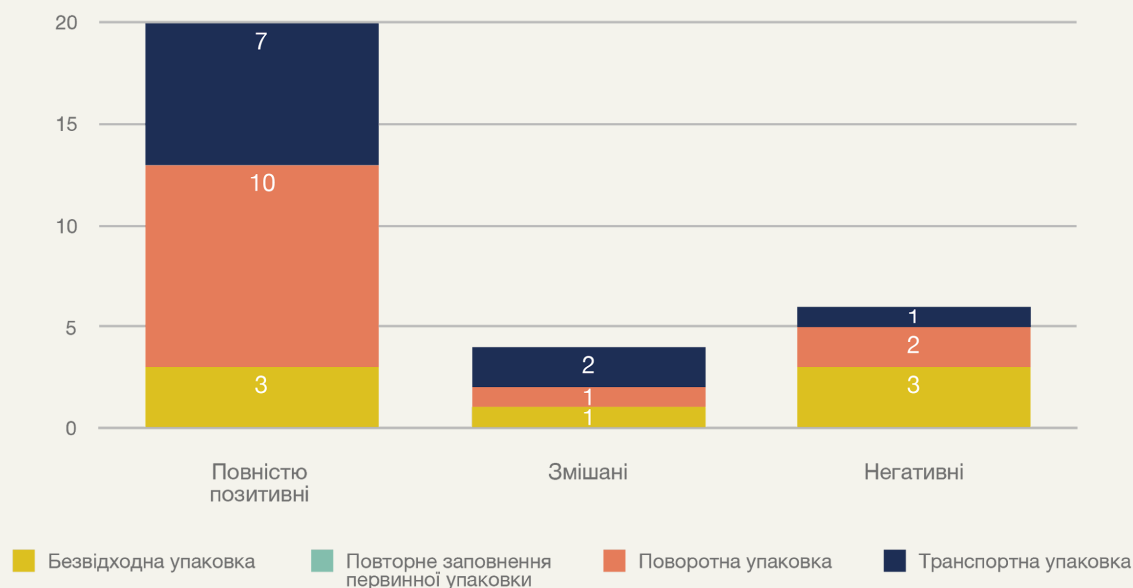


Рисунок 8: Результати проаналізованих досліджень, розділені на позитивні (на користь багаторазового пакування), негативні (на користь одноразового пакування) та змішані (частково багаторазове та частково одноразове пакування).

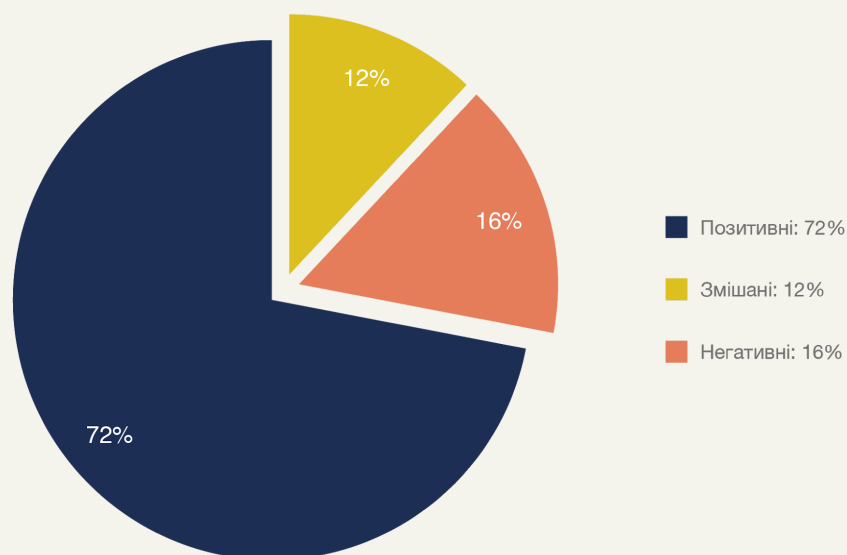


Рисунок 9: Результати рисунка 8, показані як відсотки позитивних, негативних та змішаних результатів багаторазового та одноразового пакування.

4.3. Ключові параметри ефективних систем повторного використання

Як уже згадувалося, це дослідження має на меті порівняти екологічний вплив багаторазового та одноразового пакування і проаналізувати, за яких умов (надалі «параметри») багаторазове пакування є найбільш екологічним варіантом.

Для аналізу ключових параметрів як базовий показник впливу на довкілля було використано потенціал глобального потепління (ПГП) упаковки. ПГП широко згадується у дослідженнях впливу і дозволяє перетворити викиди парникових газів (що призводять до глобального потепління) в еквівалент CO₂. З усіх проаналізованих праць, лише одна не подає своїх результатів у ПГП або еквіваленті CO₂. Це загалом дає можливість аналізувати та порівнювати результати всіх досліджень за допомогою єдиної одиниці вимірювання. Однак варто зазначити, що ПГП не включає впливи щодо екотоксичності та токсичності для людини [15]. Тому огляд інших категорій впливу, що стосуються вибраних праць, представлений у розділі 5.6.

З трьох основних стадій життєвого циклу товару — виробництва, терміну експлуатації (або фази використання) та утилізації — найбільш впливова стадія з погляду ПГП зазвичай відрізняється для одноразового та багаторазового пакування. Тоді як для одноразового пакування фаза виробництва зазвичай є найбільш інтенсивною в розрізі викидів парникових газів, для багаторазового пакування фаза використання найчастіше генерує більші викиди, насамперед за рахунок транспортування. Це відбувається тому, що:

- Багаторазове пакування потребує зворотної логістики, а для одноразового пакування потрібне транспортування лише в один бік;
- Впливи, пов'язані з фазою виробництва, рівномірно розподіляються протягом терміну експлуатації багаторазового пакування (між різними циклами повторного використання), а впливи, пов'язані з транспортуванням, присутні в кожному циклі (повторне використання) багаторазового пакування; і
- Багаторазове пакування зазвичай важче, ніж одноразове пакування, що також збільшує наслідки транспортування.

Прикладом цього є дослідження [13], в якому за стадією життєвого циклу проаналізовано вплив одноразових картонних коробок та багаторазових пластикових ящиків (рис. 10).



Рисунок 10: Викиди, пов'язані з пластиковими ящиками та картонними коробками за стадією життєвого циклу. Джерело [13].

4.3.1. Транспортування

Було виявлено, що транспортування є ключовим параметром, що впливає на екологічні показники систем багаторазового пакування порівняно із системами одноразового пакування. Вплив транспортування залежить від трьох взаємопов'язаних параметрів:

- транспортні відстані та зворотні перевезення;
- дизайн упаковки (вага та об'єм);
- вид транспорту.

Транспортна відстань може відігравати ключову роль у визначенні екологічної переваги системи багаторазового пакування. Більшість проаналізованих досліджень, які засвідчили негативні результати для багаторазового пакування, зазвичай вказують на відстані як на головну причину. Це було продемонстровано в дослідженні [16], яке проаналізувало вплив різних відстаней на ПГП і виявило, що багаторазове пакування чинить менший вплив на довкілля порівняно з одноразовим на відстанях до 1 200 км, як показано на рисунку 12.

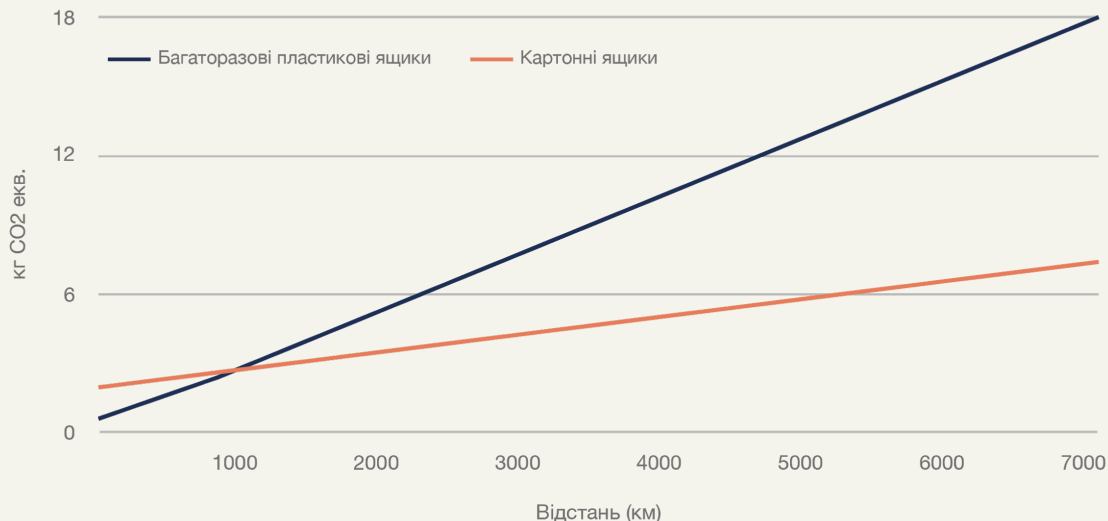


Рисунок 11: Варіація впливу в кг CO₂ екв. залежно від відстані, яку долає упаковка. Адаптовано з [16].

Дослідження [17] провело аналіз чутливості для кількох різних параметрів, зокрема ваги пляшки та середнього рівня повернення, але параметром, який найбільше впливав на

результати, виявилась подолана відстань. Дослідження показало, що при транспортній відстані 200 км від розливного заводу до місцевого дистриб'ютора багаторазові пляшки чинять менший вплив, ніж одноразові пляшки, лише через два використання. Однак якщо цю відстань збільшити до 400 км, багаторазові пляшки повинні бути використані принаймні 4 рази, щоб зрівнятися за рівнем впливу з одноразовими пляшками, а якщо відстань зростає до 800 км чи більше, навіть 30 циклів повторного використання не зможуть зробити багаторазове пакування екологічно вигіднішим варіантом.

У деяких випадках транспортні відстані були не такими важливими. В одному дослідженні був проведений аналіз чутливості для вивчення впливу різних транспортних відстаней між виробником та роздрібним торгівцем [10]. Результати показали, що зростання відстані з 10 км до 200 км збільшило ПГП лише на 2,3%.

Відстань також може чинити менший вплив, якщо змінити вид транспорту. Наприклад, одна поїздка автотранспортом через Сполучені Штати (США) може призвести до негативного результату для багаторазового пакування, натомість перевезення зі США до Європи судноплавним транспортом може мати позитивний результат. Це пов'язано з типом використовуваного палива та енергоефективністю на тонно-км. Значну частину вантажних автомобільних перевезень складає дизель, у якого викиди CO₂ нижчі порівняно з бензином, але який має вищі рівні твердих частинок та оксидів азоту [18]. З погляду ПГП, вплив залізничного та водного транспорту є нижчим за автомобільний транспорт, оскільки вони є більш енергоефективними на тонно-км. Насправді **водний транспорт може чинити в чотири-п'ять разів менший вплив, ніж автомобільний, а повітряний транспорт має найбільші викиди** [18]. Викиди залежно від виду транспорту показані на рисунку 12.

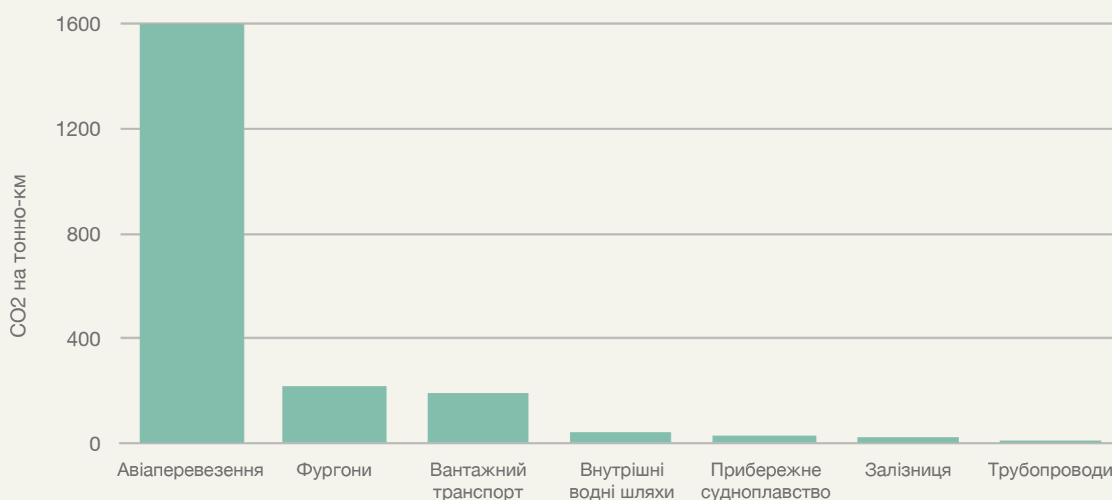


Рисунок 12: Інтенсивність викидів CO₂ різних видів вантажного транспорту. Авіап перевезення, фургони, вантажний транспорт (ВТ), внутрішні водні шляхи, прибережне судноплавство, залізниця та трубопроводи. Адаптовано з [19].

Для електричних транспортних засобів викиди залежать від місця виробництва електроенергії, оскільки вуглецева інтенсивність виробництва електроенергії визначається географічним розташуванням. Наприклад, деякі країни здебільшого використовують відновлювані джерела енергії, тоді як інші більше покладаються на викопні джерела енергії. Електричний транспортний засіб, який отримує енергію в регіоні, що використовує насамперед відновлювану енергетику, очевидно матиме менші екологічні наслідки, ніж той, енергія якого переважно надходить з вугільного заводу.

Приклади того, як вид транспорту може вплинути на результати транспортних викидів, були проаналізовані в дослідженні [20] (рис. 13). Автори оцінили вплив різних видів транспорту на конкретні фази зазначеного життєвого циклу. У рамках конкретного дослідження було виявлено, що залізничні або корабельні перевезення можуть різко зменшити викиди на транспортні відстані, що перевищують 300 км. Здійснення перевезень на південь Італії (в середньому 1 500 км) залізничним транспортом зменшить викиди CO₂ на 65%. Автори також зауважують, що корабельні перевезення до Єгипту (4 800 км) мають менші викиди, ніж перевезення вантажівкою до Риму (600 км).

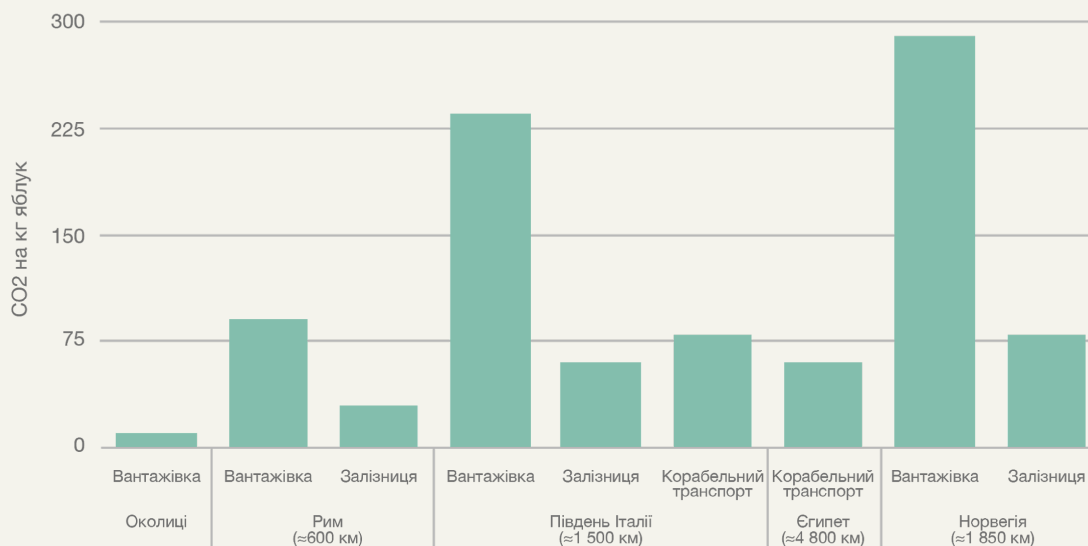


Рисунок 13: ПГП транспортування 1 кг яблук, вироблених в Італії, до різних місць та різними транспортними засобами. Адаптовано з [20].

Дизайн упаковки також може впливати на рівень викидів від транспортування. Наприклад, багаторазове пакування, яке можна складати та/або помістити одне в одне, здатне зменшити об'єми транспортування, що може суттєво оптимізувати логістику та знизити рівень споживання палива і пов'язані з цим викиди. Такий приклад було описано в дослідженні [13], коли одна вантажівка здійснювала зворотне транспортування порожніх складених ящиків, що раніше перевозилися чотирма повністю завантаженими вантажівками. Стандартизація упаковки також може сприяти більш ефективному використанню простору та транспортної логістики. Детальніше стандартизація розглядається в розділах 5.3 та 5.7.3.

Вага упаковки є ще одним важливим фактором транспортних викидів. Багаторазове пакування зазвичай важче за одноразові аналоги, що призводить до більшого споживання палива. Подібні приклади розглядаються в різних працях, як-от [21]-[24]. Якщо способи транспортування та відстані однакові, один етап перевезення одноразового предмета може мати менші викиди, ніж перевезення поворотної упаковки, через інколи більшу вагу останньої. Як уже зазначалося, це можна пояснити тим, що для багаторазового пакування потрібні якісніші матеріали, які витримують декілька циклів використання.

Об'єм упаковки також може вплинути на результати. Що більший об'єм упакованого товару, то менший вплив. Це проаналізовано в багатьох вибраних дослідженнях.

Вага та об'єм були розглянуті в [25]. Автори провели аналіз чутливості, щоб побачити, як зміняться результати у разі зниження ваги одноразової пляшки, повторного використання пляшки звичайної ваги, повторного використання полегшеної пляшки та збільшення об'єму одноразової пляшки і багаторазової пляшки до 1 л (таблиця 2). Результати показали, що порівняно з впливом звичайної одноразової пляшки повторне використання пляшки об'ємом 1 літр найбільше вплинуло на зменшення ПГП на функціональну одиницю; дещо менший вплив мали полегшені багаторазові пляшки та повторне використання пляшок звичайної ваги. Полегшення склотари звичайної пляшки і пляшки об'ємом 1 л були не таким ефективним, як будь-який із варіантів повторного використання. Отже, результати цього дослідження свідчать про очевидну перевагу повторного використання.

Потенціал зниження наслідків при обраних сценаріях

#	Сценарій	Опис	кг CO ₂ екв. на функціональну одиницю	Зниження наслідків (кг CO ₂ екв.)	Зниження наслідків (% результат)
1	Зниження ваги, середня вага	Зниження ваги скляної пляшки з 0,527 кг до 0,400 кг (0,75 л)	0,297	0,094	11%
2	Повторне використання, середня вага	Повторне використання звичайної пляшки вагою 0,527 кг (0,75 л)	0,093	0,298	36%
3	Повторне використання, полегшена пляшка	Зниження ваги до 0,400 кг та повторне використання (0,75 л)	0,074	0,317	38%
4	Пляшка об'ємом 1 л	Функціональна одиниця у звичайній одноразовій пляшці об'ємом 1 л, 0,510 кг	0,285	0,107	13%
5	Повторне використання пляшки об'ємом 1 л	Функціональна одиниця у звичайній багаторазовій пляшці об'ємом 1 л, 0,510 кг	0,068	0,323	39%
6	Відновлювана енергетика	Споживання електроенергії: заміна електромережі відновлюваною електроенергією	0,011	0,074	9%

Таблиця 2: Зниження наслідків при зменшенні ваги, повторному використанні та збільшенні об'єму скляних пляшок з вином. Джерело [25].

Як зазначалось раніше, багаторазове пакування часто важче за одноразове пакування, але це не завжди так. Вага залежить від конкретного матеріалу та застосування. Наприклад, багаторазові пластикові пляшки або пляшки з нержавіючої сталі здебільшого легші, ніж одноразові скляні. У випадках, коли використовуються одноразові скляні пляшки, їх заміна на багаторазове пакування може принести додаткові переваги щодо транспортування завдяки меншій вазі.

4.3.2. Виробництво

У деяких проаналізованих дослідженнях було виявлено, що фаза виробництва життєвого циклу упаковки має найбільший екологічний тягар, навіть для багаторазового пакування. Це зрозуміло, оскільки багаторазове пакування виготовляється з більш якісних матеріалів, щоб витримати необхідну кількість циклів протягом свого життя.

Одне з досліджень [26] проаналізувало різні види упаковок напоїв (рис. 14) і виявило, що виробничий процес відповідає за найбільший відсоток викидів для всіх пакувальних матеріалів, що використовуються для первинної та вторинної упаковки. У цьому сценарії **викиди від виробництва звичайної одноразової скляної пляшки (ЗОП) (первинна упаковка) були набагато вищими, ніж викиди від виробництва багаторазової скляної пляшки (БСП)**. Це пов'язано з тим, що для багаторазового пакування викиди від виробництва діляться на кількість циклів, щоб розрахувати викиди на функціональну одиницю. Це призводить до набагато нижчого впливу ПГП в усьому життєвому циклі багаторазової скляної пляшки (БСП).

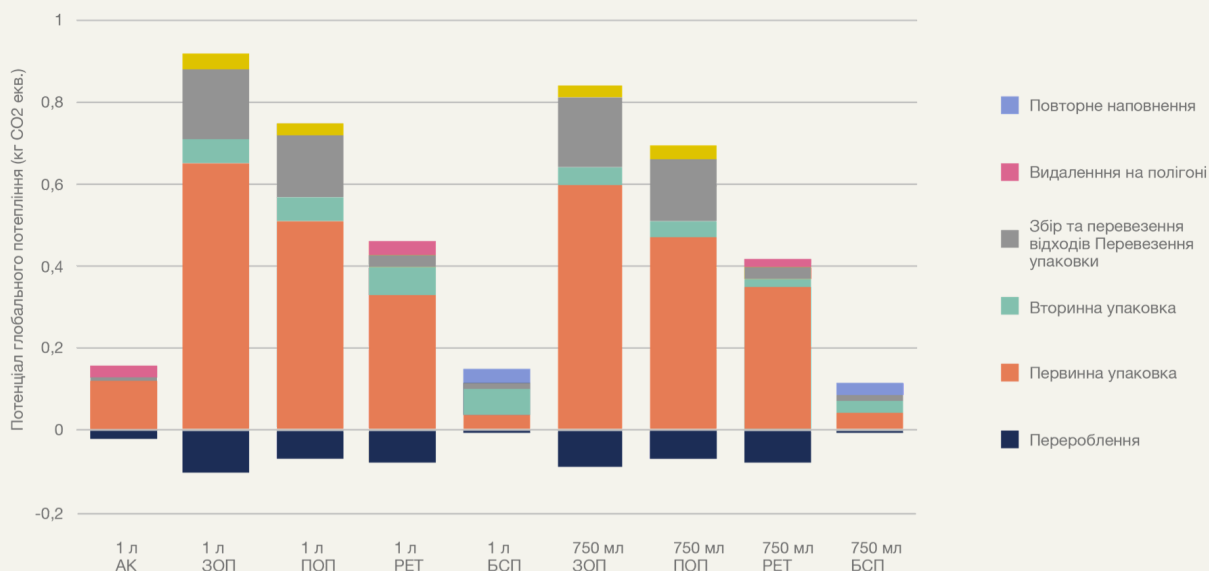


Рисунок 14: Потенціал глобального потепління тари об'ємом 1 л та 750 мл, а саме: асептичного картону (АК), звичайної одноразової (ЗОП), полегшеної одноразової (ПОП), РЕТ та багаторазової скляної (БСП) пляшки. Джерело [26].

4.3.3. Кількість циклів (разів використання)

Кількість циклів, здійснених багаторазовим пакуванням упродовж усього життя, відіграє ключову роль у визначенні того, наскільки екологічно чистою вона є порівняно з одноразовими альтернативами. Існує діапазон між мінімальною та максимальною кількістю можливих циклів, яку може витримати упаковка, і це пов'язано з конкретним видом упаковки та її застосуванням, і, звичайно, з якістю продукту. Тому надзвичайно важливо враховувати реальну кількість циклів, бажано, отримавши дані безпосередньо щодо досліджуваного кейсу або у компанії, яка працює з такою упаковкою. Для деяких з аналізованих досліджень цих даних не було, що може викликати сумніви щодо їхніх результатів.

Деякі дослідження вивчали, як впливатиме на довкілля багаторазове пакування залежно від кількості циклів. У цих дослідженнях зазвичай спостерігається різке зниження впливу протягом перших циклів, але потім він поступово стабілізується. Це пояснюється тим, що

для багаторазового пакування загальні викиди, пов'язані з виробництвом, розподіляються рівномірно між загальною кількістю циклів, тоді як наслідки транспортування та очищення, коли воно необхідне, присутні в кожному циклі. Це можна побачити на рисунках 15, 16 та 18.

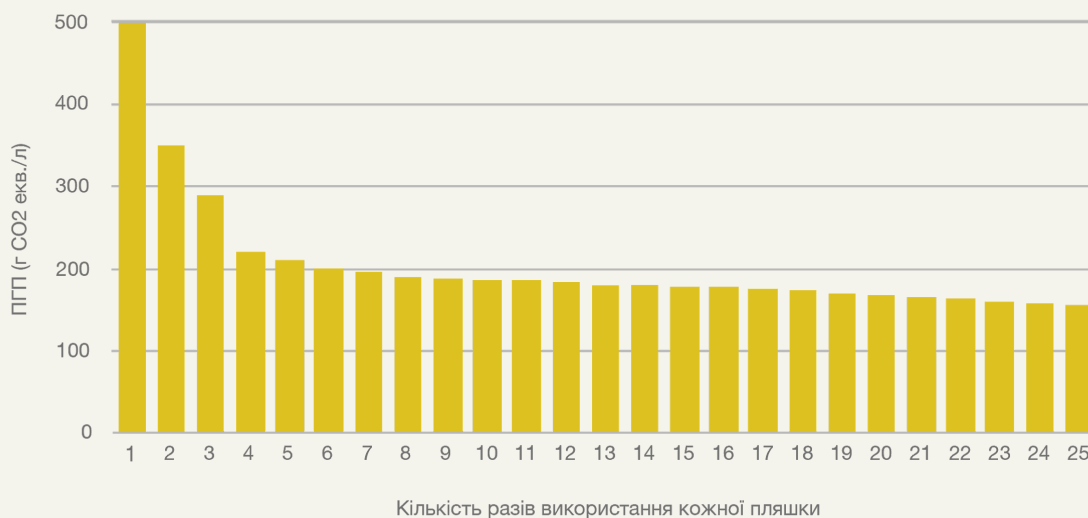


Рисунок 15: Кількість повторних використань пляшки та зниження потенціалу глобального потепління (г CO₂ екв./л) Адаптовано з [10].

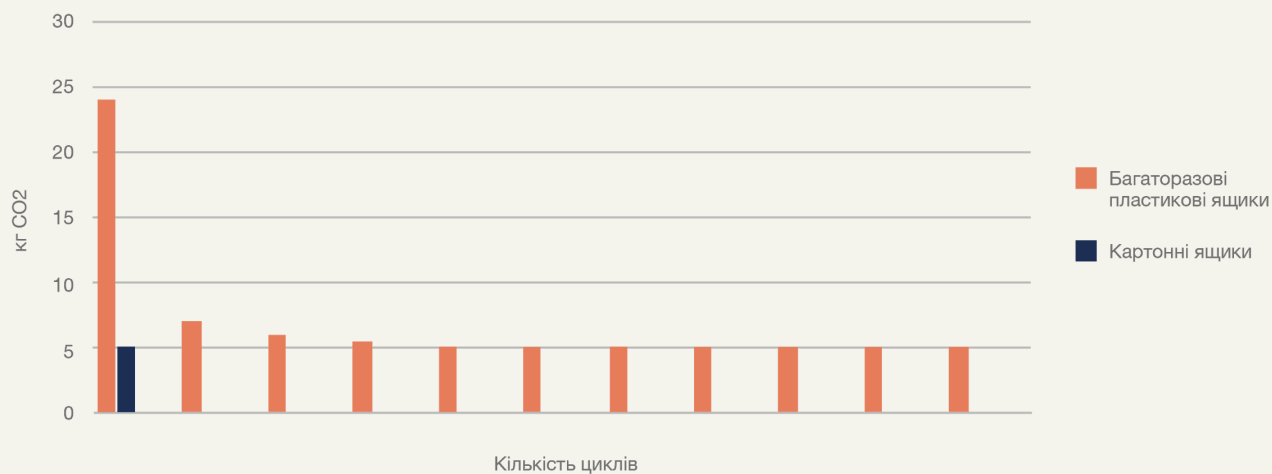


Рисунок 16: Зниження кг CO₂ залежно від кількості циклів багаторазових пластикових ящиків. Адаптовано з [16].

Та сама закономірність спостерігалась у дослідженні [27], яке проаналізувало вплив одноразових і багаторазових скляних пляшок (рис. 17). У його сценарії було встановлено, що для скляних одноразових пляшок фаза виробництва чинить найбільший вплив. Викиди від виробництва для багаторазових скляних пляшок були нижчими, хоча обидва види упаковки створені з одного матеріалу і, отже, повинні були б чинити подібний вплив. Знову ж таки, це можна пояснити тим, що для одноразового пакування весь вплив виробництва покладено на одну поїздку, тоді як викиди від виробництва багаторазової пляшки розподіляються рівномірно між загальною кількістю циклів.



Рисунок 17: Потенціал глобального потепління (ПГП) одноразових та багаторазових скляних пляшок за стадіями життєвого циклу: виробництво пляшок, виробництво вторинної та третинної упаковки, дистрибуція та закінчення терміну експлуатації. Адаптовано з [27].

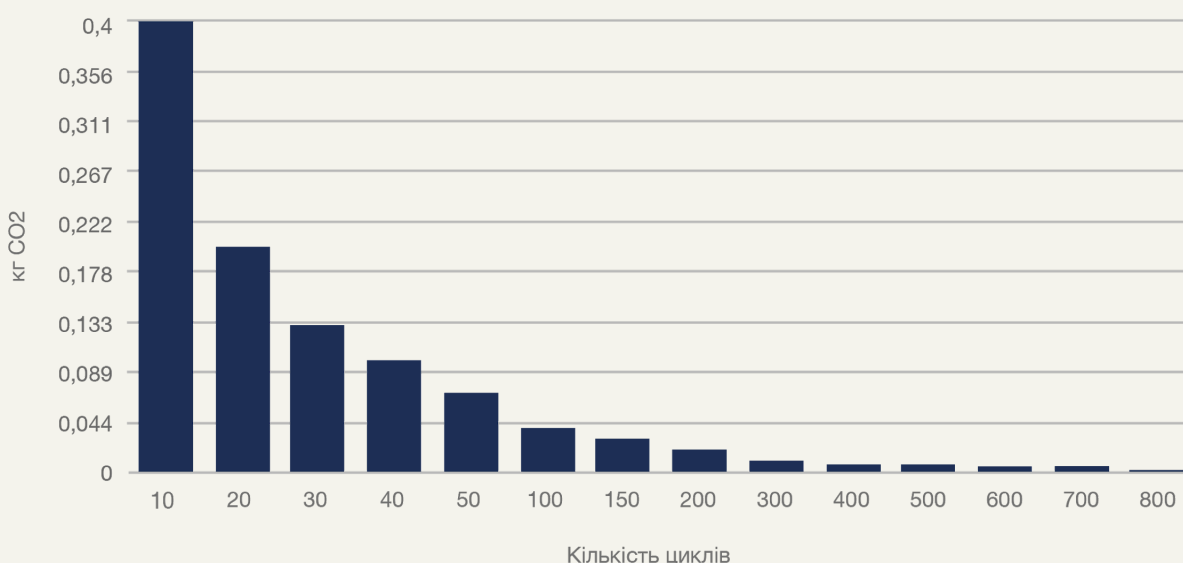


Рисунок 18: Зниження кг CO₂ залежно від кількості циклів багаторазових пластикових ящиків. Адаптовано з [28].

Важливість кількості циклів також розглядається у дослідженні [23], в якому було порівняно **одноразові та багаторазові стакани для фестивалів**. Згідно з даними дослідження, середня кількість циклів для багаторазового стакана — лише 1,7 рази. Однак щоб багаторазові стакани могли досягти того ж рівня (з погляду впливу на довкілля), що й одноразові стакани, їх слід повторно використовувати щонайменше 10 разів.

Проте автори розглянули кілька чинників, які також могли вплинути на результати:

1. Стакани мийуть після кожного використання, що означає, що багаторазове заповнення стакана одним і тим же споживачем (без миття між використаннями) не враховується.
2. За даними дослідження, на події було повернуто лише 20% стаканів.

Обидва чинники можуть бути переглянуті. На фестивалях стакани часто використовуються однією і тією ж людиною не один раз, особливо якщо діє система поворотної тари (СПТ). СПТ також стимулюватиме споживача повернути стакан у кінці фестивалю, збільшуючи 20%-рівень повернення. Роль СПТ для систем багаторазового пакування додатково проаналізовано в розділі 5.2.

4.3.4. Вміст вторинної сировини, закінчення терміну експлуатації та кредити за перероблення

На відносні екологічні показники упаковки може суттєво впливати відсоток перероблених постспоживчих відходів (вторинна сировина), що використовуються в упаковці. Загалом, що вищий відсоток вторинної сировини, то менший вплив виробництва конкретної упаковки. Це пов'язано з уникненням низки попередніх процесів, що стосуються виробництва нової упаковки, наприклад, видобутку сировини. Те, як таке уникнення викидів зараховується в систему, буде залежати від методу розподілу, як зазначено у розділі 4.2.3.

У деяких дослідженнях моделі, що застосовуються для розрахунку впливу, базуються на припущенні, що у виробництві упаковки використовується певний вміст вторинної сировини. Наприклад, дослідження [10] припускає, що скляні пляшки містять 35% вторинної сировини, а алюмінієві банки — 48%. В іншому дослідженні [29] припускали, що банки для меду на 61% вироблені з переробленого скла. Використання вторинної сировини у виробництві упаковки залежатиме від низки факторів, зокрема цільового застосування упаковки та її доцільності, країни, в якій вона виробляється, та наявності вторинної сировини.

Управління **терміном експлуатації** стосується способів перероблення відходів із систем пакування і зазвичай охоплює перероблення, видалення на полігонах або спалювання. Можливі сценарії закінчення терміну експлуатації, передбачені в ОЖЦ, різняться. Це залежить від продукту та від наявності процесів закінчення терміну експлуатації у конкретній країні/регіоні. З усіх трьох вищезгаданих варіантів управління закінченням терміну експлуатації (тобто перероблення, видалення на полігоні та спалювання), перероблення, здебільшого, є екологічно кращим варіантом згідно з дослідженнями ОЖЦ, і також може призвести до нарахування кредитів за перероблення, як зазначено у розділі 4.2.3. Рисунки 20 та 21 показують різницю у викидах CO₂ протягом життєвого циклу залежно від обраного сценарію закінчення терміну експлуатації. На рисунку 20 показано, як зміна відсотка перероблення та видалення на полігоні PET-пляшки об'ємом 0,5 л впливає на її ПГП протягом життєвого циклу.

Дослідження [10] встановило, що збільшення швидкості перероблення PET-пляшки (0,5 л) з 24% до 60% зменшить її ПВП удвічі, що буде еквівалентним половині викидів алюмінієвої упаковки. Автор також зазначив, що скляні пляшки потрібно повторно використовувати принаймні 20 разів, щоб досягти точки рівноваги (однакового рівня впливу, детальніше див. 4.3.6) з PET-пляшками, при коефіцієнті перероблення 60%. Ця кількість циклів є можливою, оскільки скляні пляшки наразі повторно використовуються в середньому від 25 до 30 разів.

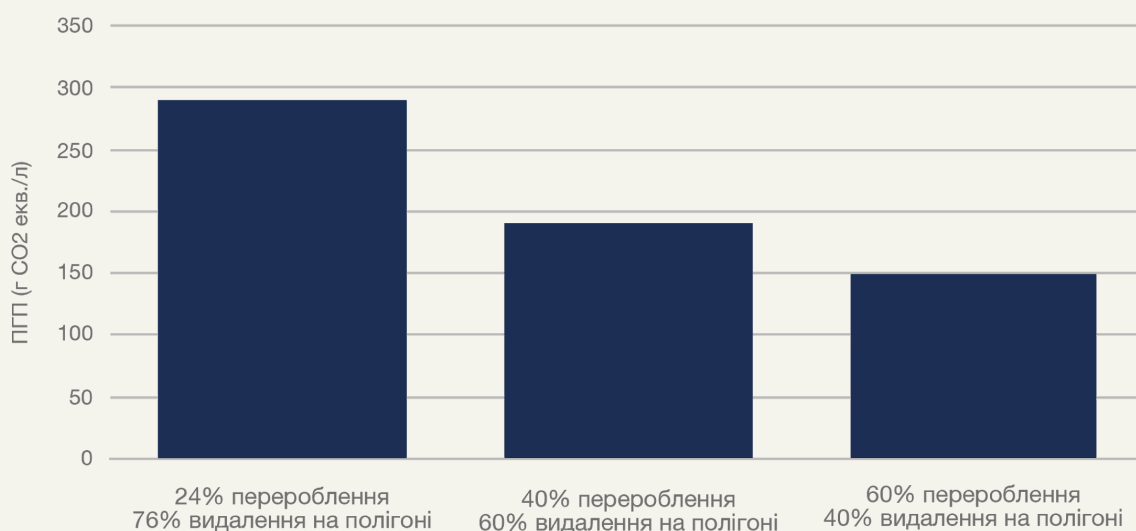


Рисунок 19: ПВП 0,5-літрових PET-пляшок з урахуванням різних сценаріїв закінчення терміну експлуатації. Адаптовано з [10].

Альтернативи закінчення терміну експлуатації також порівнюються на рисунку 20. Тут, порівняно з багаторазовим пакуванням, одноразове пакування чинить значно більший вплив на довкілля, незалежно від того, який сценарій закінчення терміну експлуатації застосовується. Якщо порівняти всі три варіанти закінчення терміну експлуатації, перероблення має найнижчі викиди незалежно від виду упаковки.

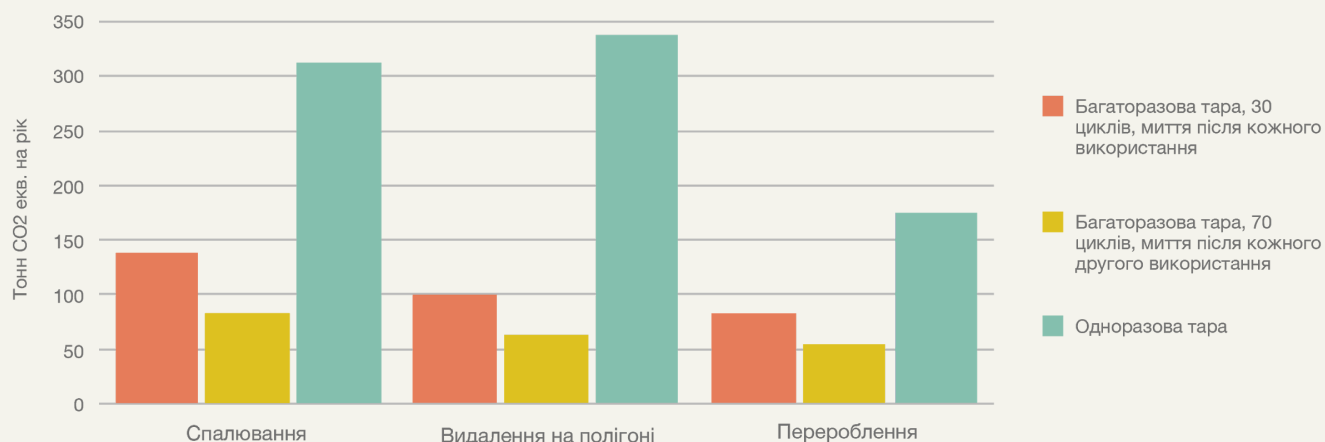


Рисунок 20: Порівняння різних сценаріїв закінчення терміну експлуатації (спалювання, видалення на полігоні та перероблення) для одноразової та багаторазової тари. Адаптовано з [21].

Викиди, показані на рисунках 19 та 20, враховують **кредити за перероблення**. Іншими словами, вони показують вплив *після* вирахування викидів, яких вдалось уникнути, від перероблення упаковки. В одному дослідженні було проаналізовано, як кредити за перероблення можуть вплинути на результат ОЖЦ [30]. Висновки цього дослідження наведені на рисунку 21, на якому зображено вплив різних (з різних матеріалів) упаковок для напоїв, з кредитами за перероблення або без них. Цей графік показує, як нарахування кредитів системі пакування напоїв за викиди, яких вдалося уникнути при переробленні упаковки (за допомогою методу уникнення навантаження), може зменшити її вплив удвічі-втричі, особливо для алюмінієвих та скляних матеріалів, виробничі процеси яких є дуже енергоємними. Втім, у дослідженні не йшлося про включення втрат матеріалу або якості під час процесу перероблення.

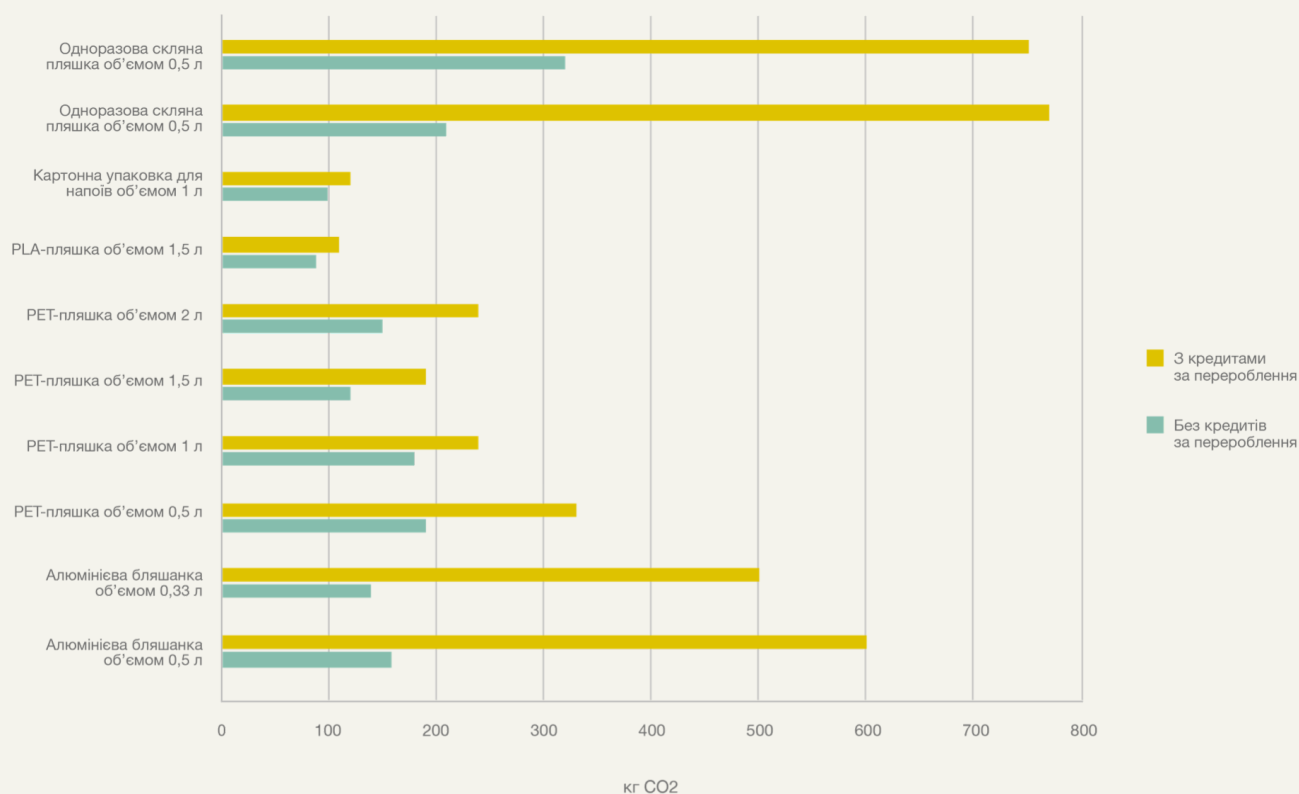


Рисунок 21: Відхилення у викидах CO₂ упаковок для напоїв з урахуванням та без урахування кредитів за вторинну сировину. Адаптовано з [30].

4.3.5. Взаємозв'язок між ключовими параметрами та різними видами й матеріалами пакування

Надзвичайно важливо розуміти взаємозв'язок між цими ключовими параметрами (транспортування; виробництво; кількість циклів; і вміст вторинної сировини, закінчення терміну експлуатації та кредити за перероблення) впродовж усього життєвого циклу продукту, щоб визначати, за яких умов багаторазове пакування є найбільш екологічним рішенням. Залежно від того, на якій стадії життєвого циклу продукт залишає найбільший слід, можна вжити відповідних заходів для його пом'якшення.

Проте необхідно наголосити, що зазвичай неможливо визначити найкращий вид упаковки шляхом порівняння результатів різних досліджень. Це пов'язано з тим, що

кожне дослідження робиться на основі різних припущень щодо ланцюгів постачання, транспортних відстаней, кількості циклів, процесу виробництва тощо, і залежно від зроблених припущень результати можуть кардинально відрізнятись. Втім, результати цих досліджень все одно можуть бути використані для аналізу взаємозв'язку між матеріалом та форматом упаковки і транспортними відстанями, щоб зрозуміти, чи призведе перехід з одноразового пакування на багаторазове до скорочення викидів CO₂.

Оскільки в більшості розглянутих досліджень транспортування визначається як стадія життєвого циклу, на якій багаторазове пакування залишає найбільший слід, було здійснено аналіз, щоб зрозуміти зв'язок між транспортною відстанню та викидами CO₂. В аналізі вивчалися пляшки (рисунок 22) та ящики (рисунок 25), два види упаковок, що найчастіше оцінюються в межах обраних ОЖЦ.

Важливе зауваження щодо рисунку 22 і рисунку 25: Відстані, зображені на рисунку 22 (де порівнюються викиди одноразових і багаторазових пляшок), представляють загальну відстань, яку багаторазова упаковка проходить за один життєвий цикл, від стадії виробництва до використання та кінцевої утилізації. Втім, рисунок не показує прямого зв'язку між транспортною відстанню та викидами CO₂. Тому для подальшого дослідження впливу транспортної відстані ми створили ще одну діаграму, використовуючи лише відстані зворотного перевезення та постачання (тобто зворотне перевезення тари після використання). Важливо зазначити, однак, що додатково було проаналізовано тільки ящики, оскільки дослідження, в яких аналізувався вплив пляшок, не містили достатньо інформації. Взаємозв'язок між відстанями зворотного перевезення та постачання та матеріалами ящиків показано на рисунку 25.

Тара

Загалом дослідження свідчать про те, що багаторазові пляшки мають менший вплив на довкілля, ніж одноразові. Втім, результати прямо залежать від того, які матеріали одноразового чи багаторазового пакування порівнюються (наприклад, скло, пластик, алюмінієві бляшанки тощо).

Хоча зв'язок між відстанню транспортування та викидами неочевидний, з рисунка 22 чітко видно, що результати можуть значно варіюватися залежно від матеріалу пакування.

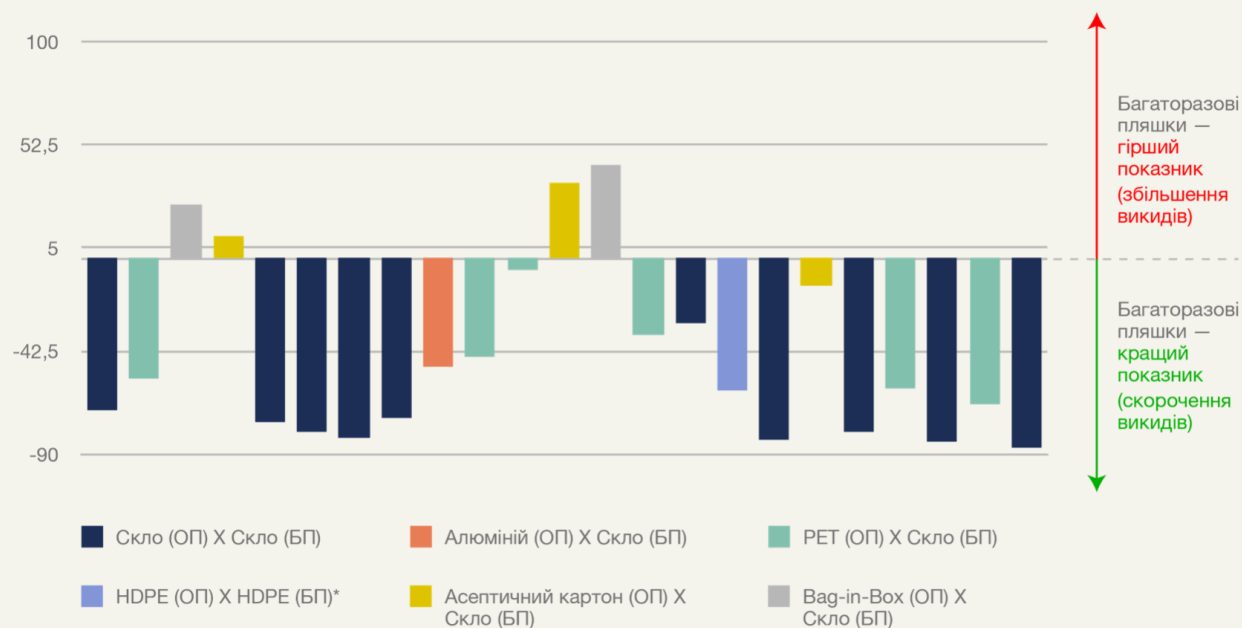


Рисунок 22: Зв'язок між відстанню, яку багаторазове пакування пройшло за один життєвий цикл, вісь X, та викидами CO₂ (викиди CO₂ багаторазового пакування/викиди CO₂ одноразового пакування), вісь Y, де від'ємні значення відображають скорочення викидів CO₂, а додатні значення відображають зростання викидів CO₂ у порівнянні з одноразовою упаковкою. Стовпці на діаграмі позначені різними кольорами залежно від порівнюваного матеріалу одноразового та багаторазового пакування відповідно, як вказано в підписі. Примітки в дужках над транспортними відстанями в діаграмі вказують на дослідження, з якого було взято приклад.

Багаторазові скляні пляшки VS одноразові PET-пляшки, алюмінієві бляшанки, картонна упаковка для напоїв або Bag-in-Box



Багаторазові скляні пляшки VS одноразові скляні пляшки (Синій)

Усі дослідження, в яких порівнювався вплив на довкілля одноразових і багаторазових скляних виробів, свідчать про **нижчий рівень викидів**

CO₂ багаторазових виробів. Це зрозуміло, адже виробництво скла є дуже енерговитратним.

По суті, виробництво є стадією життєвого циклу скляного виробу, що має найбільший вплив на довкілля, це показує навіть дослідження [26], в якому враховувалися довгі відстані (1 340 км). Важливо також зауважити, що **одноразові скляні пляшки мають найвищий загальний вплив порівняно з іншими альтернативними матеріалами, як-от PET, алюміній і картонна упаковка для напоїв**, як показано на рисунку 23 та рисунку 14.

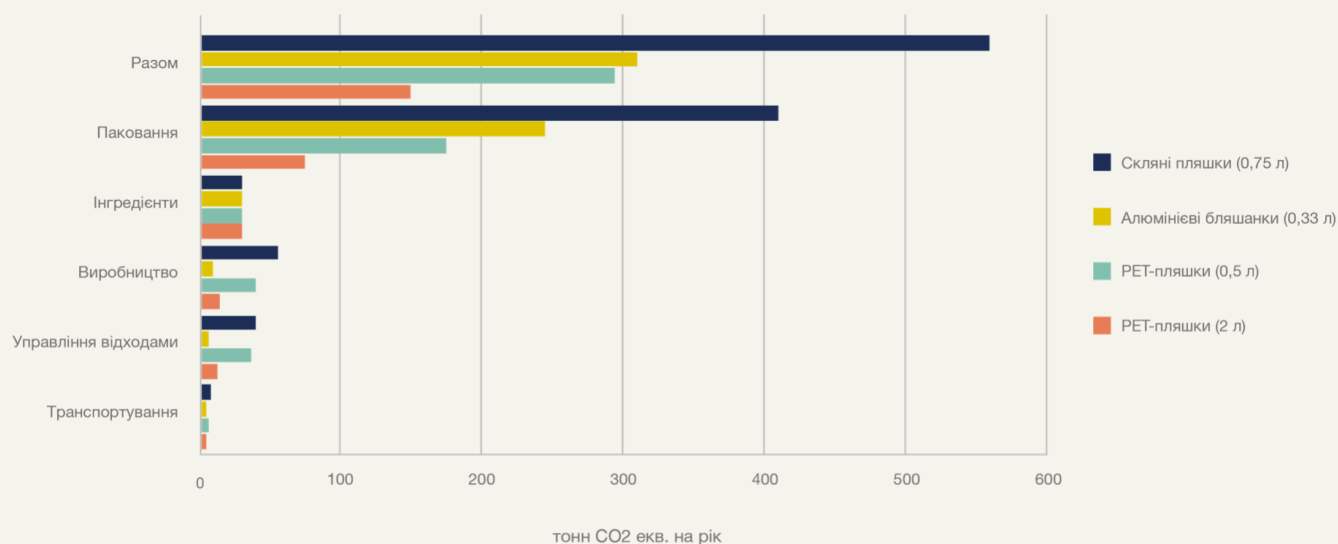


Рисунок 23: Потенціал глобального потепління одноразових скляних пляшок, алюмінієвих бляшанок і PET-пляшок (0,5 л і 2 л). Адаптовано з [10].

Повторне використання скляних пляшок дозволяє уникнути викидів, пов'язаних із виробництвом нових; навіть після першого використання викиди можуть скоротитися кардинально. Дослідження [10], зображене на рисунку 15, показало скорочення викидів CO₂ на 40% для скляних пляшок, проаналізованих після другого циклу використання. Слід пам'ятати, що після певної кількості циклів викиди, пов'язані з багаторазовим пакуванням, досягають стадії стабілізації, як показано на рисунку 15 і рисунку 16. Це відбувається тому, що викиди багаторазового пакування часто пов'язані з процесом очистки й стадією транспортування (зворотне перевезення і постачання), які присутні в кожному циклі багаторазового пакування.

Як зображено на рисунку 22, види тари, проаналізовані в дослідженні [26], найбільше сприяють скороченню викидів. Автор проаналізував два види одноразових скляних пляшок – звичайні (ЗО) та полегшені (ПО), а також два різні розміри пляшок (750 мл і 1 л). Дослідження виявило, що багаторазова скляна пляшка спричиняє на 83,3% менше викидів, ніж полегшена (750 мл) одноразова скляна пляшка, і на 80,5% менше порівняно з полегшеною (1 л) одноразовою скляною пляшкою. Порівняно зі звичайною одноразовою пляшкою багаторазова пляшка спричиняє на 86,3% менше викидів, ніж пляшка об'ємом 1 л, і на 83,2% менше викидів, ніж пляшка об'ємом 750 мл. Цікаво, що в цьому дослідженні скорочення викидів трохи вище, ніж у дослідженні, в якому аналізувалася упаковка меншого об'єму. Це пов'язано з тим, що **менша упаковка спричиняє більше викидів, адже потребує більше матеріалу відносно об'єму напою.**

Скорочення викидів спостерігалось також у випадку [25], в якому викиди одноразової скляної пляшки порівнювалися з викидами полегшеної одноразової пляшки, звичайної багаторазової пляшки (0,527 кг), багаторазової полегшеної пляшки (0,400 кг) та багаторазової пляшки для вина об'ємом 1 л (0,510 кг). Щодо всіх багаторазових форматів пакування було зроблено припущення, що їх було повторно використано 5 разів (Таблиця 2). В усіх випадках викиди, пов'язані з багаторазовими пляшками, були нижчими більш ніж на третину порівняно з одноразовими. Важливо зазначити, що автори не змогли знайти даних щодо максимальної кількості циклів використання багаторазових пляшок і що припущення про 5 циклів є заниженим, зважаючи, що пляшки з-під пива можуть зазвичай витримати 25-30 циклів. Отож скорочення відходів шляхом використання багаторазових пляшок насправді недооцінене, бо **якщо кількість циклів використання збільшувати, викиди будуть скорочуватися далі.**

Багаторазові скляні пляшки VS одноразові PET-пляшки (Зелений)

Скорочення викидів спостерігалось також при порівнянні багаторазових скляних пляшок і одноразових PET-пляшок. Попри те, що одноразові PET-пляшки зазвичай мають нижчі викиди, ніж одноразові скляні пляшки (як показано на рисунку 23), якщо скляні пляшки повторно використовувати, вони стають більш екологічним рішенням, ніж PET.

Хоча скорочення викидів, показане зеленими стовпцями на рисунку 21, може бути менш значним, ніж те, що показане синіми стовпцями, що відображає порівняння викидів, пов'язаних із одноразовою і багаторазовою скляною тарою, **це все одно вказує на значне скорочення і те, що багаторазова тара є кращою альтернативою.**

Ще одну помітну відмінність у викидах між різними видами упаковки, що можна побачити на рисунку 22, відображають два зелені стовпці із дослідження [10]. У цьому випадку розглядався вплив двох PET-пляшок різного об'єму: 2 л і 0,5 л. Як зазначають автори, PET-пляшка об'ємом 0,5 л спричиняє удвічі більше викидів, ніж PET-пляшка об'ємом 2 л. Це пов'язано з тим, що менша упаковка потребує більше матеріалу на одиницю об'єму. Отож, коли порівняти обидва варіанти об'єму з багаторазовими скляними пляшками, заміна PET-пляшки об'ємом 0,5 л на багаторазову скляну пляшку призведе до більшого скорочення викидів (-48,8%), ніж заміна PET-пляшки об'ємом 2 л (-0,7%) на багаторазову скляну пляшку, оскільки дві останні спричиняють подібний рівень викидів.



Багаторазові скляні пляшки VS одноразові алюмінієві бляшанки (Рожевий)

Порівняння між багаторазовими скляними пляшками й одноразовими алюмінієвими бляшанками, проаналізоване в кейсі [10], свідчить про скорочення викидів для багаторазових скляних пляшок. Як зображено на рисунку 23, алюмінієві бляшанки зазвичай спричиняють менше викидів за весь свій життєвий цикл, ніж одноразові скляні пляшки.

Проте, як зазначає автор, лише за три цикли використання скляних пляшок викиди вже будуть нижчими, ніж від алюмінієвих бляшанок. Різниця у викидах відповідно до кількості циклів використання багаторазових скляних пляшок показано на рисунку 15.



Багаторазові скляні пляшки VS одноразова картонна упаковка для напоїв і Bag-in-Box (Жовтий і Сірий)

Як зображено на рисунку 22, дослідження [27] порівняло вплив багаторазових скляних пляшок і чотирьох інших видів упаковки: одноразову упаковку Bag-in-Box, одноразовий асептичний картон, одноразовий PET і одноразове скло.

При транспортній відстані 500 км багаторазове скло є найкращою альтернативою порівняно як із одноразовим склом, так і одноразовим PET. Проте, коли порівнювати викиди асептичного картону та Bag-in-Box із багаторазовим склом, висновки будуть іншими. Ці два види упаковки показали кращі результати, ніж багаторазові пляшки. Вплив кожного виду упаковки було також порівняно для меншої транспортної відстані в 100 км. Незважаючи на те, що зменшення аналізованої транспортної відстані призвело до скорочення викидів для всіх чотирьох видів упаковки, асептичний картон і Bag-in-Box все одно демонструють нижчий рівень викидів, ніж багаторазове пакування. За словами авторів, це відбувається завдяки тому, що викиди під час виробництва асептичного картону та Bag-in-Box значно нижчі, ніж інших матеріалів. Автори також зауважують, що при зниженні аналізованої транспортної відстані до менш ніж 100 км вплив багаторазової скляної пляшки стає співмірним з асептичним картоном і Bag-in-Box [27]. Втім, той факт, що всі чотири види упаковки демонструють скорочення викидів CO₂ після зменшення відстані, підтверджує висновки багатьох досліджень, які виокремлюють відстань як ключовий параметр, що впливає на успіх системи багаторазового використання тари. Автори дослідження [27] не виявили, що багаторазове скло спричиняє менше викидів, ніж упаковка з асептичного картону. Однак інше дослідження [26] показує різні результати залежно від застосованого методу ОЖЦ. Хай там як, скорочення викидів не є значним, і тому чітких висновків зробити не можна.



Багаторазові HDPE-пляшки VS одноразові HDPE-пляшки (Помаранчевий)

Вплив одноразових PET-пляшок, одноразових HDPE-пляшок і багаторазових HDPE-пляшок з-під ополіскувачів для білизни, засобів для машинного та ручного прання було порівняно в дослідженні [31].

Автори проаналізували вплив різних за об'ємом одноразових пляшок із первинної сировини і перероблених PET- і HDPE-пляшок з багаторазовими HDPE-пляшками об'ємом 1 л і 3 л. Автори з'ясували, що рівень скорочення викидів залежить від

кількості разів повторного використання пляшки. У цьому конкретному випадку вони виявили, що багаторазові пляшки мали найменший вплив між 2 і 10 циклами повторного використання. Загалом дослідження свідчать, що для того, щоб багаторазова пляшка мала менший вплив, ніж одноразова, і з огляду на інші проаналізовані категорії впливу, багаторазову пляшку потрібно використати щонайменше 10-15 разів. На рисунку 24 показано викиди, пов'язані з пляшками для пральних засобів залежно від об'єму упаковки та кількості циклів.

ЗМІНА КЛІМАТУ (ПРАЛЬНІ ЗАСОБИ)

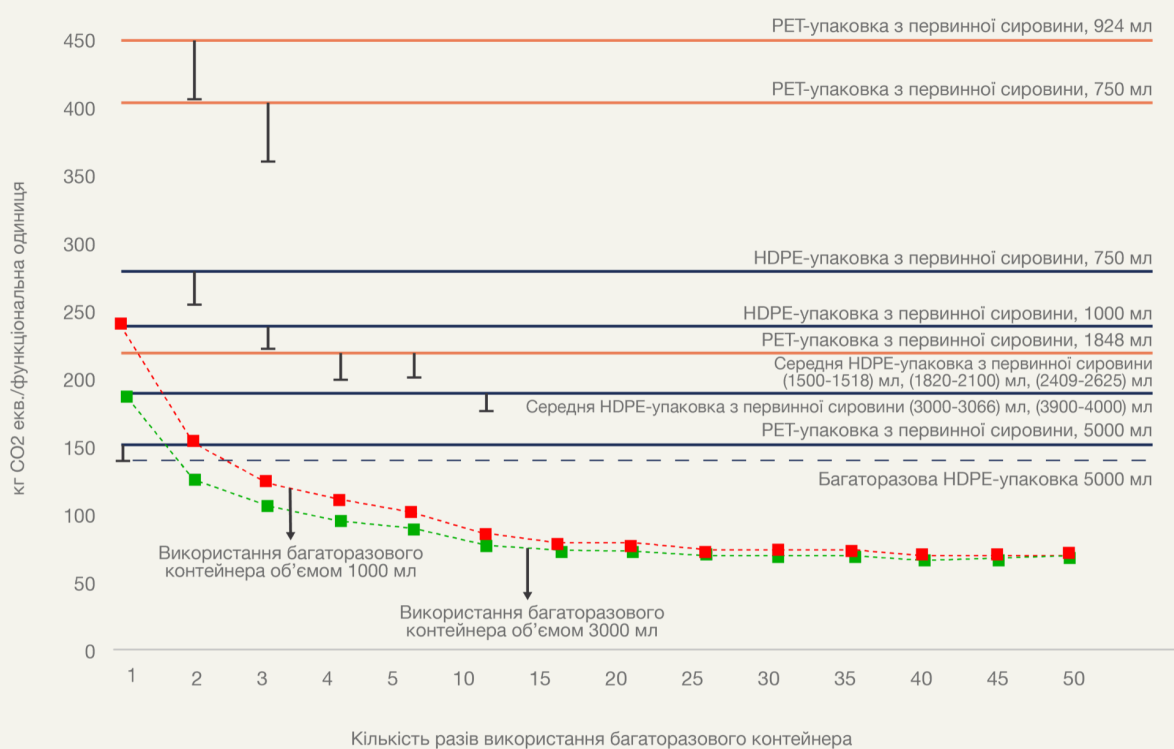


Рисунок 24: Вплив на зміну клімату в кг CO₂/функціональна одиниця (викиди) для одноразових і багаторазових HDPE-пляшок із первинної сировини для пральних засобів. Похибки стосуються впливу одноразових пляшок, вироблених виключно з перероблених матеріалів. Джерело [31].

Ящики

Загалом, як свідчать дослідження, багаторазові ящики мають менший вплив на довкілля, ніж одноразові. Більш чітка тенденція проявляється в контексті відстаней зворотного перевезення й постачання.

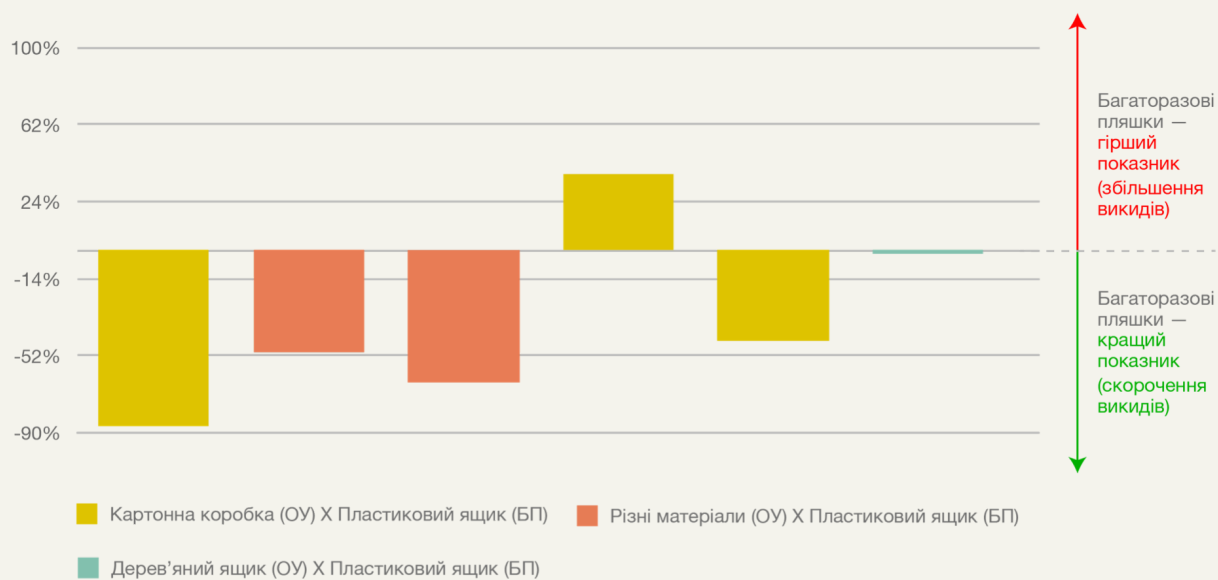


Рисунок 25: Взаємозв'язок між відстанню зворотного перевезення багаторазових ящиків, вісь X, викидами CO₂, викидами CO₂ багаторазового пакування/викидами CO₂ одноразового пакування, вісь Y, де від'ємні значення відображають скорочення викидів, а додатні значення відображають збільшення викидів одноразової та багаторазової тари. Столпці на діаграмі позначені різними кольорами залежно від порівнюваного матеріалу одноразового та багаторазового пакування відповідно, як вказано в підписі.

У випадку з ящиками транспортні відстані є довшими, ніж для пляшок, оскільки упаковка потрібна для здійснення логістики. Результати на рисунку 25 враховують лише відстані зворотного перевезення й постачання, іншими словами, це звичайний цикл багаторазової упаковки. Прослідковується більш чітка тенденція впливу відстані на викиди CO₂. Зі збільшенням відстані скорочення викидів стає менш істотним.

Одноразові картонні коробки VS Багаторазові пластикові ящики (Жовтий) і Дерев'яні ящики VS Багаторазові пластикові ящики (Рожевий)

Аналізуючи загальну пройдену відстань продукту упродовж усього його життєвого циклу, неможливо побачити чіткої кореляції між відстанню та викидами від одноразових картонних коробок і багаторазових пластикових ящиків. Дослідження [16] показало, що на меншій відстані відбувається більше викидів. **При зміні загальної відстані з 2 000 км до 1 000 км багаторазова упаковка стає найбільш сталим варіантом.** Це дослідження не було включене до рисунка 26, оскільки не було чітко вказано відстані зворотного перевезення тари.

Порівняння одноразових картонних коробок і багаторазових пластикових коробок (жовтий), судячи з усього, відповідає співвідношенню між відстанню та викидами CO₂, як показано на рисунку 25.

Що коротша відстань, то більш істотним є скорочення викидів багаторазового варіанту порівняно з одноразовим. У дослідженні [24] проаналізовано вплив одноразових дерев'яних ящиків і одноразових картонних коробок порівняно з багаторазовими пластиковими ящиками. Не виявлено суттєвої різниці між викидами дерев'яних ящиків і багаторазової упаковки, що спостерігається, коли порівняти картонні коробки та багаторазову упаковку. Існує дві причини цього:

1. Викиди в процесі виробництва дерев'яних ящиків нижчі (це менш енергоємно), ніж картонних коробок.
2. Дерев'яні ящики економлять більше енергії наприкінці свого терміну експлуатації, ніж картонні коробки. Викиди трьох проаналізованих видів матеріалу зображені на рисунку 26.

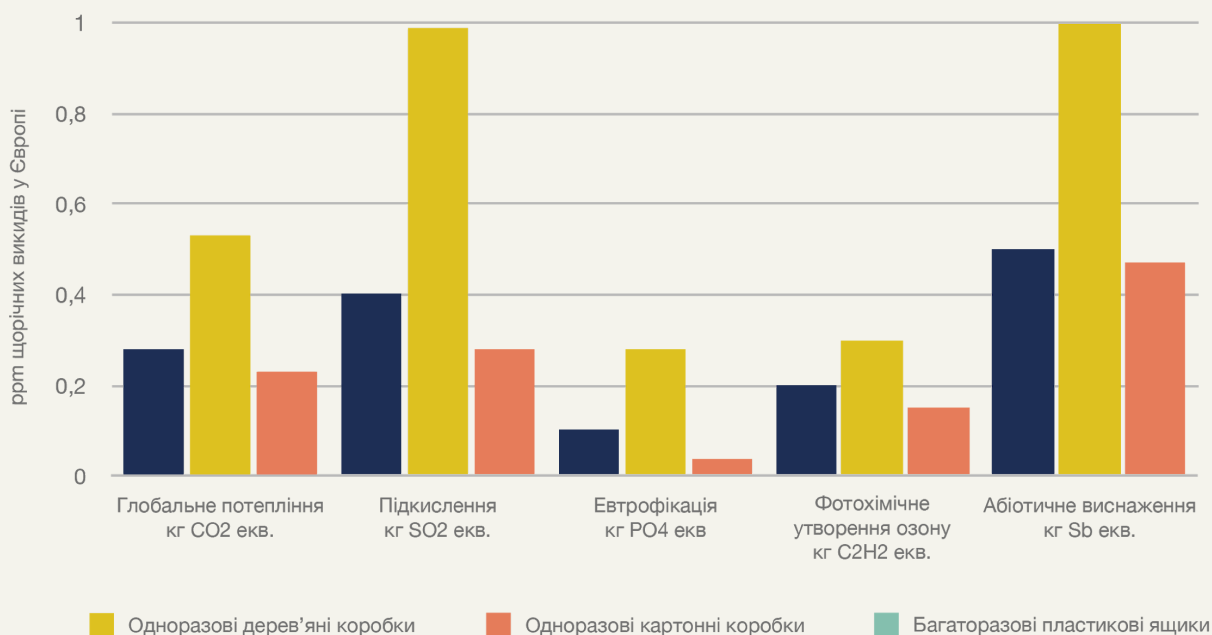


Рисунок 26: Вплив на довкілля одноразових дерев'яних ящиків, одноразових картонних коробок і багаторазових пластикових коробок, нормалізований до загального річного рівня викидів у Європі. Адаптовано з [24].

Дослідження [28], зображене на рисунку 25, вирізняється тим, що демонструє збільшення викидів багаторазовим пакуванням. Причиною такого результату є два вхідні параметри:

1. Аналізована транспортна відстань багаторазової тари;
2. Кредити за перероблення (викиди, яких вдалося уникнути завдяки використанню переробленого картону замість первинної сировини).

Автори наголошують, що навіть якщо перероблений картон отримав би кредити за викиди, яких вдалося уникнути завдяки невикористанню первинної сировини, одноразові картонні коробки все одно спричиняли б менше викидів, ніж пластикові ящики, як показано на рисунку 27. У цьому випадку на транспорт припадає найбільше викидів за весь життєвий цикл. **Вага упаковки, транспортна відстань і спосіб транспортування визначають загальний рівень викидів CO₂.** Щоб проаналізувати вплив відстані на результати, автори вивчили альтернативні сценарії, наприклад,

зменшення або збільшення транспортної відстані удвічі. Для більшості категорій впливу це не змінило основних висновків.

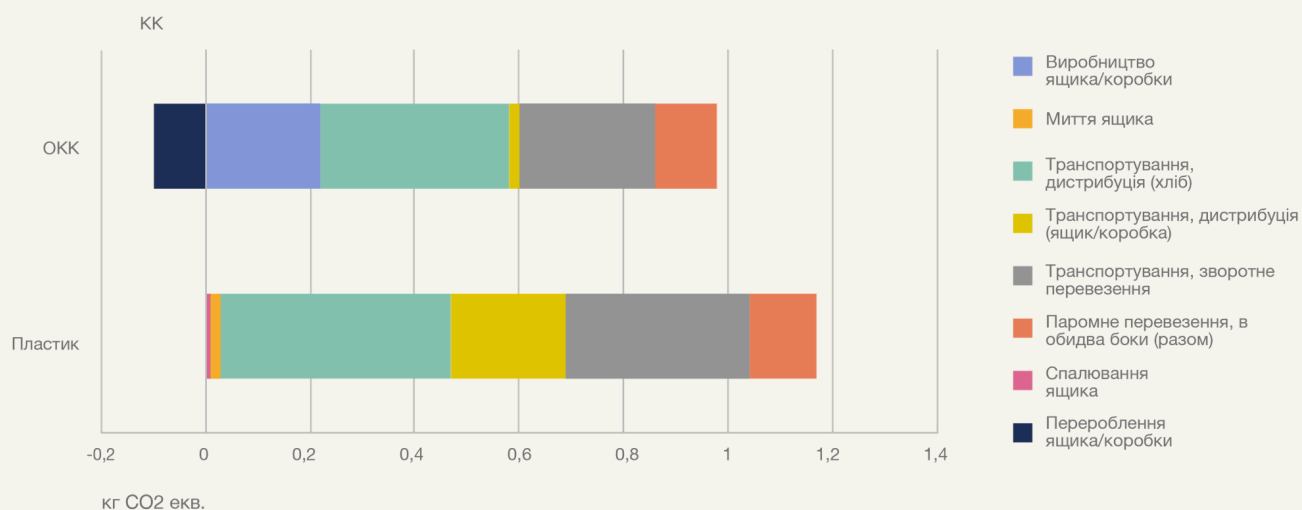


Рисунок 27: Вплив на зміну клімату (ЗК) одноразових картонних коробок (ОКК) та багаторазових пластикових ящиків. Джерело [28].

Однак у дослідженні [28] також зазначається, що використання менших, легших вантажівок з ефективнішою витратою палива може ще суттєвіше зменшити вплив транспортування багаторазової тари і потенційно зробити її більш екологічним вибором, ніж одноразові картонні коробки. Ця сфера давно потребує більш детального аналізу.

Одноразові ящики з різних матеріалів VS багаторазові пластикові ящики (Сірій)

На рисунку 27 представлені результати дослідження [21], у якому порівнювався вплив різних видів одноразової упаковки та багаторазові пластикові ящики. Було проаналізовано такі види одноразової упаковки: дерев'яні ящики (40,6%), одноразові пластикові ящики (15,1%) та картон (44,3%) [21]. Їх було замінено на багаторазові пластикові ящики, які мали бути використані повторно 30 циклів (миття після кожного використання) або 70 циклів (миття через раз). Дослідження показало, що за обох сценаріїв багаторазові ящики мали значно менший вплив, ніж одноразові аналоги. Що стосується кількості циклів використання багаторазових ящиків, то за результатами дослідження повторне використання ящика 70 разів спричиняє менше викидів, ніж 30

разів, оскільки вплив від виробництва розподіляється на більшу кількість циклів використання.

4.3.6. Точки рівноваги

Коли рівень впливу на довкілля багаторазового пакування переважає (або стає співмірним) впливу одноразового пакування, це називається «точкою рівноваги». Хоча це корисний показник для порівняння різних варіантів упаковки, важливо зауважити, що оскільки кожен продукт має свій конкретний життєвий цикл і різний вплив на довкілля (що залежить, наприклад, від матеріалу, відсотка вмісту вторинної сировини, транспортної відстані та інших параметрів), замість однієї може бути кілька точок рівноваги. Як наслідок, кількість циклів або транспортна відстань, згадані вище, відображають середнє значення, взятє з проаналізованих досліджень, і не повинні сприйматися як стандарт. Крім того, не всі дослідження визначають точки рівноваги для проаналізованої упаковки, отож лише деякі наводяться нижче.

У випадку з пляшками, в дослідженні було підраховано, що точка рівноваги для багаторазових скляних пляшок і одноразових скляних пляшок досягається після 2 циклів, за припущення, що відстань транспортування від заводу до дистриб'ютора становить 200 км. Дослідження [30] показало, що вже після третього використання багаторазові пляшки мають менший вплив, ніж одноразові скляні пляшки або PET. Це підтверджує дослідження [10], в якому вплив на довкілля багаторазової скляної пляшки був подібним до впливу одноразових алюмінієвих бляшанок та PET-пляшок після третього використання. Втім, автори підраховували вищу точку рівноваги, коли порівняти багаторазові пляшки й одноразові альтернативи. Наприклад, у дослідженні [26] було підраховано, що для досягнення однакового рівня викидів з одноразовим асептичним картоном, PET, склом і полегшеним склом, багаторазові скляні пляшки необхідно використовувати 10-20 разів.

Коли порівнювати багаторазові пластикові ящики й одноразові картонні коробки, точка рівноваги настає між 5 і 15 циклом використання згідно з дослідженням [24], за аналізом якого це еквівалентно 1-3 рокам використання. За словами автора, ця точка рівноваги значно нижча, ніж звичайний термін експлуатації ящика, який становить від 10 до 20 років. В іншому дослідженні [32] було підраховано, що точка рівноваги настає на 3 циклі використання.

4.3.7. Найважливіші стадії життєвого циклу багаторазового пакування

Знаючи, які параметри найбільше впливають на результати, можна проаналізувати їх рівень впливу для різних видів упаковки. Таблиця 3 включає чотири види упаковки, які найчастіше аналізувалися у вибраних дослідженнях: пляшки, ящики, стакани та харчові контейнери. Зазначені цифри стосуються кількості досліджень, які визначили відповідну стадію життєвого циклу як таку, що має найбільший вплив для відповідного виду упаковки. Ключові параметри, представлені в таблиці: Стадія виробництва, Кількість циклів, Термін експлуатації (що включає транспортування та очищення) та Стадія закінчення терміну експлуатації (де враховується вміст вторинної сировини, процес закінчення терміну експлуатації та кредити за перероблення).

Вид упаковки	Стадія виробництва	Кількість циклів	Термін експлуатації	Стадія закінчення терміну експлуатації
Пляшки	1	1	4	0
Ящики	0	0	4	0
Чашки	1	0	3	0
Харчові контейнери	2	0	0	0

Таблиця 3: Найважливіші ключові параметри за видами багаторазового пакування. Зазначені цифри стосуються кількості досліджень, які визначили кожну життєву стадію як ключовий параметр. Не в усіх дослідженнях було проаналізовано вплив за стадією життєвого циклу та/або вони мали невизначені результати; у такому разі ставилась цифра 0.

Як було зазначено вище, стадія життєвого циклу продукту, на якій він має найбільший вплив, для одноразового та багаторазового пакування є різною. Для одноразового пакування це зазвичай стадія виробництва, а для багаторазового пакування — період експлуатації з огляду на необхідність транспортування під час кожного циклу та, в деяких випадках, очищення. Отож не дивно, що більшість досліджень звертають увагу на період

експлуатації (або стадію використання) як стадію життєвого циклу, на якій багаторазове пакування чинить найбільший вплив.

У випадку одноразових пляшок, наслідки виробництва є дуже значними, особливо скляних пляшок. Проте, якщо пляшка використовується повторно, викиди, пов'язані з виробництвом, розподіляються на весь життєвий цикл продукту, що робить їх менш суттєвими. Що стосується періоду експлуатації, найважливішим параметром зазвичай є транспортування, особливо зважаючи на зворотне перевезення важкої упаковки, як-от скляних пляшок.

Що ж до ящиків, як і у випадку з пляшками, найбільш впливовим параметром, як видається, є період експлуатації, що є зрозумілим, зважаючи на загалом довші транспортні відстані цього виду упаковки, включаючи національні та міжнародні перевезення. В обох випадках децентралізована система поставок може знизити вплив транспортування шляхом зменшення загальних відстаней перевезення. Допомогти знизити цей вплив може також вибір легшої упаковки.

У випадку стаканів і контейнерів, дослідження показали, що процес миття зазвичай є найважливішим параметром, оскільки миття між використаннями може значно скоротити транспортні відстані, що здійснюються при звичайному циклі. Це особливо актуально для стаканів, які можна використовувати та мити в межах одного закладу, зводячи транспортування до нуля при звичайному циклі. Одне дослідження навіть звернуло увагу на необхідність повторного використання стаканів між миттями; це можна легко реалізувати під час фестивалів та інших подій шляхом встановлення за користування стаканом плати, яка відшкодовується, що заохочує користувачів повертати посуд наприкінці дня для повторного використання.

Що стосується харчових контейнерів, з'ясовано, що викиди, пов'язані з виробництвом, мають найбільший вплив на загальні результати. Це знову підкреслює, що для мінімізації наслідків виробництва в розрахунку на кожен цикл багаторазове пакування необхідно використовувати достатню кількість разів. При митті стаканів і контейнерів для їжі на винос перевагу слід надавати посудомийній машині, а не миттю руками, не лише для забезпечення гігієнічних стандартів миття посуду, а й для зменшення використання води.

Отже, необхідно звернути увагу на застосування ключових параметрів та на співвідношення між ними. У випадках, коли виробництво упаковки є стадією з найбільшим впливом, ключовим, як видається, є збільшення кількості циклів, щоб повторне використання стало доцільним. Якщо зміна матеріалу є недоцільною, додатково скоротити викиди від виробництва може вміст вторинної сировини. У випадках, коли найбільшого впливу завдає транспортування, значного скорочення викидів можна досягнути шляхом скорочення транспортної відстані та зміни дизайну упаковки.

Відмінності у вторинній сировині (якщо такі припускаються) та кредити за перероблення/відновлення енергії зазвичай не беруться до уваги, оскільки вони визначаються на початку дослідження на основі конкретних випадків або регіону. Різні варіанти закінчення терміну експлуатації (перероблення, видалення на полігоні, спалювання) були оцінені в деяких дослідженнях за допомогою аналізу чутливості. Ці дослідження показали, як зміна припущень щодо закінчення терміну експлуатації (наприклад, скільки матеріалу переробляється, скільки видаляється на полігоні тощо) може кардинально змінити результати.

Щодо припущень, які стосуються вмісту вторинної сировини в конкретному матеріалі, у дослідженнях ОЖЦ зазвичай застосовують частку вторинної сировини, яка притаманна для регіону. Однак у жодному з досліджень не проводилося аналізу чутливості для визначення впливу більшої чи меншої частки вторинної сировини в багаторазовому пакуванні на загальні екологічні наслідки. Це ще раз свідчить про те, що стадія закінчення терміну експлуатації продукту часто недооцінюється в дослідженнях, хоча її включення до аналізу могло б показати ще більше переваг багаторазового пакування порівняно з одноразовим.

5. ОБГОВОРЕННЯ

Як свідчать результати, переважна більшість досліджень (76%) називають багаторазове пакування найбільш екологічним рішенням. Втім, ці результати дуже залежать від параметрів і припущень, що використовуються в кожному дослідженні, отож рішення щодо того, який вид упаковки найбільш екологічний, необхідно робити в кожному випадку окремо, належно оцінивши всі параметри та способи застосування, що можуть вплинути на успішність (чи неуспішність) системи багаторазового пакування.

Після аналізу взаємозв'язку деяких ключових параметрів, які впливають на успішність систем багаторазового пакування, було зроблено висновок, що загальні транспортні відстані не настільки впливають на результати, як конкретні відстані зворотного перевезення та постачання, оскільки останні присутні у кожному циклі багаторазового пакування і тому є більш суттєвими, ніж виробництво та відстані перевезення для дистрибуції, які розподіляються на кількість циклів. Отже, що більшою є кількість циклів, то менш суттєвим є вплив виробництва і транспортної відстані на весь життєвий цикл.

Деякі параметри, які впливають на успішність системи багаторазового пакування, розглядаються далі в цьому розділі.

5.1. Вибір матеріалу та вплив виробництва

Як видно з попереднього розділу, матеріал упаковки значною мірою впливає на результати, коли порівнювати вплив на довкілля або/та коли аналізувати можливий перехід із системи одноразового на систему багаторазового пакування. Наприклад, матеріали, що продукують більше викидів під час виробництва, як-от скло, загалом потрібно використовувати більше разів, аби досягнути однакового рівня викидів з одноразовими або іншими матеріалами, що на стадії виробництва викидають менше CO₂, як-от пластик.

Вибір матеріалу залежить також від можливості його переробити після закінчення терміну експлуатації. Матеріали, на які існує високий попит для перероблення і з яких виходять високоякісні перероблені продукти (іноді навіть після кількох циклів перероблення) можуть забезпечувати кредити для системи, як пояснюється в розділі 4.2.3. Вид матеріалу також пов'язаний з максимально можливим вмістом вторинної сировини з огляду на його застосування та інші фактори, як-от доступність перероблених матеріалів і законодавство країни. **Використання системи багаторазового пакування з високим вмістом вторинної сировини призведе до подальшого скорочення викидів впродовж усього життєвого циклу.**

5.2. Система поворотної тари (СПТ)

Системи поворотної тари (СПТ) можуть ще більше посилити ефективність і успішність систем багаторазового пакування. При застосуванні цієї системи до вартості напою додається невелика сума, яка повертається споживачеві, якщо він/вона принесе порожню упаковку до пункту прийому тари для повторного використання або перероблення. Мета СПТ — підвищити рівень повторного використання та перероблення конкретного пакування, як-от пляшок з-під пива [33]. У світі середній рівень повернення використаної упаковки для напоїв через СПТ становить 84%. Ці системи вирізняються вищими показниками перероблення порівняно з іншими методами збору, завдяки зменшенню засмічення [7].

СПТ вже існують у понад 40 країнах, штатах і громадах по всьому світу, зокрема в Європі, Сполучених Штатах, Канаді, Австралії та Ізраїлі. Упродовж кількох останніх років у межах ще кількох юрисдикцій, зокрема у штаті Вікторія (Австралія), штаті Тасманія (Австралія), Словаччині, Португалії, Туреччині, Румунії, Латвії, Новій Зеландії та Шотландії, було прийнято законодавство з метою введення СПТ до або раніше 2023 року. Новітні європейські програми СПТ, як-от в Естонії (2005) та Литві (2016), пропонують виробникам на вибір продавати багаторазові або одноразові пляшки у рамках однієї системи. Використання СПТ засвідчило покращення впливу багаторазового пакування на довкілля і тому може бути вирішальним у збільшенні рівня повторного використання.

Відповідно до різних досліджень впливу упаковки для напоїв, одноразові скляні пляшки були одногласно визнані найменш екологічним рішенням з огляду на енергоємність процесу виробництва й стадії утилізації. Проте в разі повторного використання цих пляшок ситуація змінюється. Це було підкреслено в дослідженні [10], у якому зазначається, що достатньо повторно використати скляні пляшки три рази, щоб досягти однакового рівня викидів з алюмінієвими бляшанками і PET-пляшками об'ємом 0,5 л. Зважаючи на важливість систем багаторазового пакування, країнам, що розглядають упровадження СПТ для одноразових пляшок і бляшанок, під час розробки системи збору варто задуматися, як інтегрувати до неї багаторазові пляшки.

Ще один спосіб як СПТ може підвищити ефективність та успішність систем багаторазового пакування — це допомогти виробникам дотримуватися зобов'язань в рамках Розширеної відповідальності виробника, що вимагає від них покриття всіх економічних витрат у життєвому циклі пакування (від виробництва до утилізації), шляхом зменшення проникнення сміття у довкілля (засмічення) та забезпечення повернення їм упаковки наприкінці терміну експлуатації.

Крім того, хоча більшість СПТ на разі реалізовані для пляшок для напоїв, ці системи можна успішно використовувати на місцевому рівні для відновлення інших видів упаковки, включно з багаторазовими харчовими контейнерами, стаканами для напоїв [34] та упаковкою для онлайн-покупок [35].

5.2.1. Створення робочих місць

Проведене в США дослідження показало стрімке збільшення робочих місць, коли упаковка з-під напоїв (зокрема скляна, алюмінієва та PET) збирається через СПТ, а не через систему контейнерів для сміття біля будинків [36]. Створення робочих місць рідко обговорюють, коли йдеться про багаторазове пакування, але цей аспект не варто недооцінювати. Ця тема потребує подальших досліджень, адже вона може нести додаткові переваги для систем багаторазового пакування.

5.3. Стандартизація та пулінг

Стандартизація упаковки може бути вирішальним інструментом для полегшення логістики повернення тари. Стандартизація передбачає зменшення різноманіття форматів пакування, зокрема коли йдеться про такі характеристики, як форма, об'єм, вага та розмір кришки. Стандартизований формат упаковки допомагає спростити транспортування, логістику, процес і механізм очищення та може призвести до загального зменшення витрат, оскільки виробники однакового формату упаковки можуть спільно покривати витрати системи. Стандартизація може також призвести до зростання повторного використання [37] та збільшення терміну експлуатації продукту, коли потрібно замінити його частини [38], [39]. До того ж завдяки стандартизації можна досягнути спрощення пакувального матеріалу, що може додатково підвищити можливість перероблення і, як наслідок, зменшити вплив на довкілля. Варто зауважити, що стандартизоване пакування простіше запровадити в межах системи обороту багаторазової тари (пулінг)¹, коли різні виробники використовують однаковий матеріал упаковки, знижуючи складські витрати.

Пляшки з-під пива є класичним прикладом стандартизованої упаковки. Після запровадження промислової стандартної пляшки, виробникам більше не потрібно сортувати й обмінювати пляшки, що знижує витрати завдяки спрощенню збору та процесу повторного використання [40]. Ще одним успішним прикладом стандартизації упаковки є ящики та пелети, для яких було встановлено конкретні стандартні розміри та моделі, що дозволило зменшити час і транспортні витрати завдяки оптимізації логістики. Деякі автори навіть стверджують, що стандартизація в логістиці прямо пов'язана з ціною конкурентоспроможністю [41]. Хоча ящики та пелети успішно використовуються для ефективнішої експлуатації та транспортування в США з 1930-х, досі існує необхідність вдосконалення. Розміри пелетів не є стандартними в галузі морських перевезень, тож компанії та організації використовують сотні різних габаритів пелетів по всьому світу. Відсутність стандартизації зменшує переваги багаторазових пелетів у міжнародних перевезеннях.

¹ У межах системи обороту багаторазової тари (пулінг) компанії розділяють одні й ті самі ресурси для оптимізації операцій та витрат. Пляшки з-під пива входять до системи обороту тари компаній у різних країнах, наприклад Німеччині або Нідерландах. Ще одним прикладом є ящики та пелети. Зазвичай стороння організація надає ящики та пелети, розповсюджує, збирає та чистить упаковку перед тим, як відправити її наступній компанії.

5.4. Споживач

5.4.1. Чітка комунікація

Споживачі проявляють дедалі більшу зацікавленість брендами, які пропонують більш сталі, екологічні продукти з меншою кількістю (одноразового) пакування. До того ж зростає попит на інформацію про походження продукції, процес її виробництва та екологічний вплив. Хоча надання подібної інформації може приваблювати споживачів і підвищувати їх лояльність, така інформація має бути достовірною та юридично підтвердженою для уникнення «грінвошингу», непорозуміння та введення споживачів в оману.

5.4.2. Вартість і системи знижок/винагороди

Вартість — це ще один важливий фактор для виробників і брендів, які використовують системи багаторазового пакування. За їхніми словами, вартість багаторазової упаковки має бути конкурентоспроможною з одноразовою, інакше споживачі навряд чи її обиратимуть. Компанії стверджують, що ціна є настільки впливовим фактором, що більшість споживачів навіть не думають про сталість продукту, якщо його вартість неконкурентоспроможна [9]. Компанії називають два шляхи розв'язання цієї проблеми. Перший шлях полягає у впровадженні системи поворотної тари для багаторазового пакування, коли споживач «орендує» упаковку й отримує назад кошти, повернувши її. Другий шлях — запровадження системи знижок або винагород. Використання системи поворотної тари добре відоме на прикладі пляшок з-під пива. Для забезпечення високого відсотка повернення багаторазового пакування в межах СПТ, необхідно встановити оптимальну **заставну вартість тари**. Якщо вартість тари занизька, споживачам може бути простіше самим повторно її використати або викинути, ніж повертати та звертатися за поверненням коштів. Встановлення конкурентоспроможної ціни, що включатиме вартість пакування, може сприяти усвідомленню споживачами цінності повернення упаковки та підвищенню їх лояльності.

Деякі компанії запроваджують **системи знижок/винагород**. Фінський бренд RePack², що спеціалізується на системах багаторазового пакування для онлайн-торгівлі, пропонує клієнтам, які використовують їхню упаковку, купони зі знижкою на наступні купівлі після повернення упаковки. Це стимулює зростання відсотка повернення пакування, розвиває співпрацю між компаніями та може підвищити лояльність споживачів.

5.4.3. Доступність для споживачів

Зрештою, компанія може мати гарно продуману багаторазову упаковку, але якщо механізм її отримання та повернення складний для споживачів, система багаторазового пакування може виявитися неефективною. Забезпечення доступності багаторазового пакування для споживачів є також важливим для вироблення звички. Що більш доступним багаторазове пакування буде в ресторанах, барах і магазинах, то більше шансів, що споживачі вироблять звичку використовувати і повертати її.

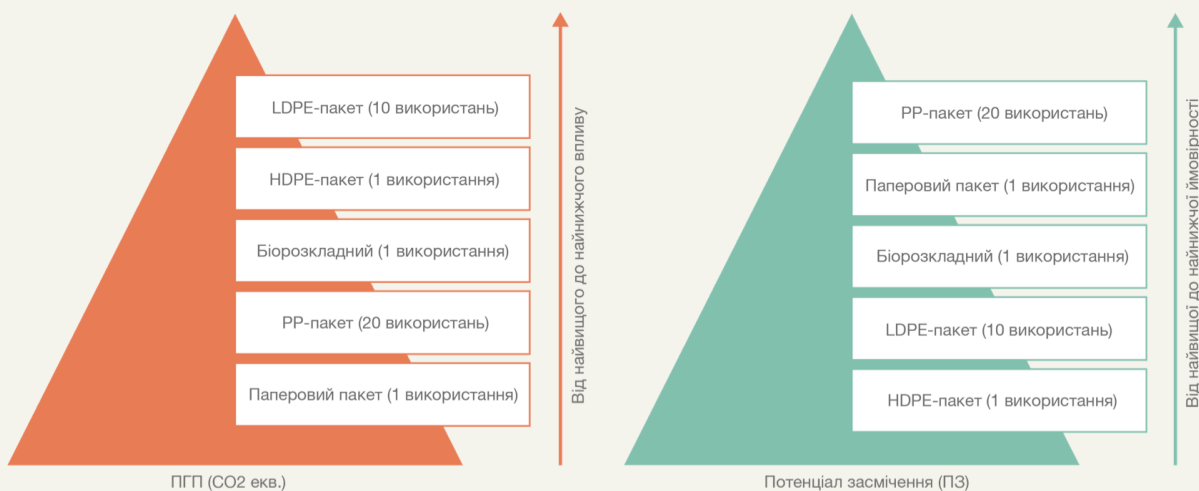
5.5. Обмеження ОЖЦ

5.5.1. Засмічення та утворення відходів

Як згадувалося вище в цьому звіті, вплив засмічення не аналізується в дослідженнях ОЖЦ, і експерти в галузі вважають це головним недоліком методу ОЖЦ, який досі розробляється. Проте в дослідженні [12] аналізується потенціал глобального потепління (ПГП) пакетів та описується інноваційний метод оцінювання потенціалу засмічення (ПЗ) пакетами (рисунок 29). З п'яти пакетів, проаналізованих у дослідженні, три були одноразові (поліетилен високої щільності (HDPE), паперовий пакет і біорозкладний пакет) і два були багаторазові (поліетилен низької щільності (LDPE) і поліпропіленовий (PP) пакет). Розглядалися чотири параметри: кількість пакетів, необхідних для виконання однакових функцій; пакети, що потрапляють у довкілля; рівень розпорошення пакетів у довкіллі; та екологічна стійкість матеріалу пакета.

² Вебсайт компанії Repack: www.originalrepack.com.

Під час дослідження було з'ясовано, що хоча багаторазовий LDPE-пакет, який використовується 10 разів, є більш прийнятним варіантом з огляду на ПГП, він демонструє другий найгірший показник ПЗ (після HDPE-пакета). Паперові пакети, а за ними PP-пакети, які використовуються 20 разів, мають найбільший вплив з огляду на ПГП, однак PP-пакет має найнижчий рівень ПЗ. Варто зазначити, що припущення про кількість циклів (10 чи 20 залежно від стійкості матеріалу) було теоретичним, і автори підкреслили, що це припущення для багаторазових пакетів значною мірою впливає на результати.



ФО: Для спрощення транспортування придбанної їжі та напоїв до середньостатистичного домогосподарства протягом року, від пункту продажу до місця споживання

Рисунок 28: Потенціал глобального потепління (ПГП) та потенціал засмічення (ПЗ) різних пакетів. Джерело [12].

Це дослідження показує, що в деяких випадках ПГП і ПЗ можуть не збігатися. Надзвичайно важливо знайти спільну методологію для оцінювання потенціалу засмічення упаковки, особливо зважаючи на нинішню глобальну кризу відходів і забруднення пластиком.

У деяких дослідженнях також оцінюється утворення відходів. У дослідженні [42] утворення твердих постспоживчих побутових відходів на функціональну одиницю було оцінено для одноразових і багаторазових вантажних контейнерів з термоізоляцією. Результати засвідчили перевагу багаторазових варіантів, що підтверджує висновки цього

дослідження, яке також називає багаторазову упаковку більш дружньою до довкілля (рисунок 30).

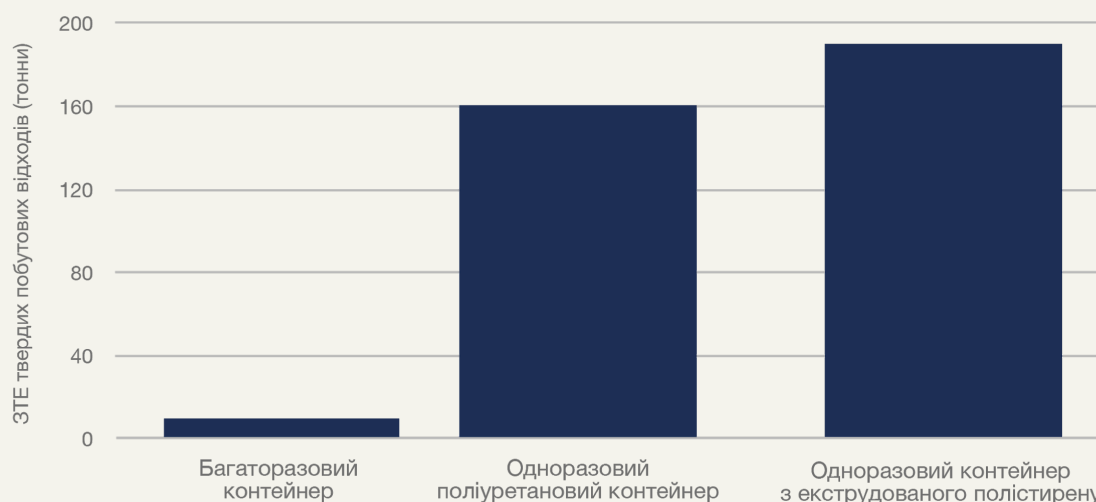


Рисунок 29: Кількість постспоживчих твердих побутових відходів при закінченні терміну експлуатації (ЗТЕ) для багаторазових і одноразових вантажних контейнерів з термоізоляцією. Адаптовано з [42].

Інший приклад утворення відходів було проаналізовано в дослідженні [43] в контексті впливу ПГП одноразових, придатних до компостування, та багаторазових харчових РР-контейнерів для їжі на виніс. Було проаналізовано два сценарії: Use by Design and Пілотний (рисунок 30). У сценарії Use by Design було зроблено припущення, що 100% упаковки компостується і переробляється, а отже, не утворюється жодних відходів. Пілотний сценарій містив різні припущення щодо рівня компостування та перероблення. У цьому випадку було зроблено припущення, що з контейнерів, які придатні до компостування, на компостування йдуть 25%, 75% видалюються на полігоні, тоді як для багаторазових контейнерів було зроблено припущення, що 21% переробляється, а 79% видалюється на полігоні (рисунок 30). Ці показники було підраховано на основі загального обсягу контейнерів, які потрапляють на полігони.

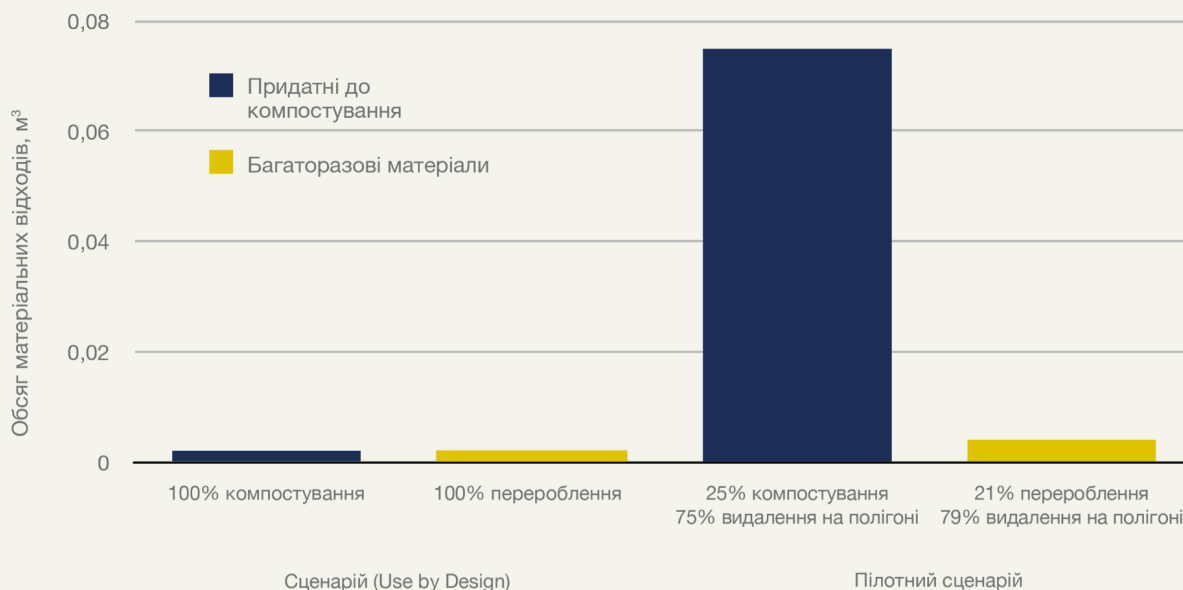


Рисунок 30: Кількість утворених відходів, м², для одноразових контейнерів, придатних до компостування, та багаторазових харчових РР-контейнерів для їжі на виніс. У сценарії Use by Design, було зроблено припущення, що 360 контейнерів, придатних до компостування, були використані один раз і 1 багаторазовий РР-контейнер було використано 360 разів, з рівнем компостування 100% для упаковки, що піддається компостуванню, і з рівнем перероблення 100% для багаторазового пакування. У Пілотному сценарії було зроблено припущення, що 43 контейнери, придатні до компостування, було використано один раз і 1 багаторазовий контейнер було використано 43 рази, з рівнем компостування 25% і рівнем видалення на полігоні 75% для пакування, що придатне до компостування, і рівнем перероблення 21% та рівнем захоронення 79% для багаторазового пакування. Адаптовано з [43].

Наведені вище приклади ілюструють переваги уникнення відходів шляхом використання багаторазового пакування замість одноразових альтернатив. Втім, навіть якщо в ОЖЦ враховується кількість утворених продуктом відходів упродовж його життєвого циклу, результати зазвичай представляють у рамках загального впливу на довкілля, а не як окремий результат утворення відходів. Таким чином ОЖЦ не приділяє достатньо уваги утворенню відходів. Крім того, вплив засмічення зазвичай не розглядається в дослідженнях ОЖЦ. В ОЖЦ здебільшого роблять припущення, що відходи збираються і сортуються для подальшого перероблення, спалювання або видалення на полігоні. Тому результати не враховують вплив, спричинений потраплянням відходів у сміття або довкілля. Методологія ОЖЦ досі недостатньо розроблена, щоб підрахувати наслідки засмічення довкілля. Це призводить до ігнорування важливої переваги багаторазового пакування, адже завдяки повторному використанню знижується ймовірність засмічення.

5.5.2. Придатність до перероблення

Крім незадовільного рівня збору та сортування, існує низка інших факторів, що визначають, які матеріали підуть на перероблення наприкінці життєвого циклу. Одним із таких факторів є попит на перероблений матеріал. Якщо немає ринку для конкретного виду переробленого матеріалу, немає сенсу його переробляти, тож, найімовірніше, на нього чекає видалення на полігоні або спалювання. Чи буде продукт перероблено наприкінці життєвого циклу залежить також від вартості перероблення порівняно з вартістю нового матеріалу.

Ще одним фактором є доступність устаткування для перероблення. Розглянемо приклад картонної упаковки для напоїв. Хоча зазвичай вона має найменший вплив в ОЖЦ порівняно з іншими видами одноразового пакування, на сьогодні вона становить інфраструктурну проблему, бо її потрібно розділити на два або три матеріали — папір, пластик, алюміній — і не всі підприємства спроможні це зробити. Це пов'язано зі ще одним фактором: розбирання. Щоб бути переробленими та використаними у створенні нових продуктів, деякі предмети потребують розбирання (тобто відділення та сортування компонентів), що також може підвищувати витрати [44].

До того ж важливо зауважити, що «придатний до перероблення» не дорівнює «перероблений». Іншими словами, сама можливість переробити продукт не означає, що його буде перероблено та перетворено на нові матеріали та продукти. Придатність матеріалу до перероблення залежить від його властивості відновити після перероблення ті характеристики, які він мав у початковому стані чи які мала первинна сировина. У найстрогішому сенсі, результатом перероблення матеріалу має бути створення нової одиниці продукту з того самого матеріалу — наприклад, коли старі скляні пляшки перетворюються на нові скляні пляшки. Це можливо, наприклад, у випадку металевих бляшанок, бо завдяки їх високому рівню придатності до перероблення вони можуть перероблятися на нові бляшанки до безкінечності, без втрати якості продукту. Однак для багатьох інших матеріалів це вельми дорогий процес (порівняно з виробництвом такого самого продукту з первинної сировини), отож «перероблення» натомість передбачає їх повторне використання у виробництві інших матеріалів (що також зветься «даунсайклінг»). Одним із прикладів цього є папір. Під час перероблення папір змінює колір, і зменшується еластичність волокон. Скло може перероблятися в замкненому циклі та характеризується високим рівнем придатності до перероблення, тож його можна

переробляти багато разів [45][46][47]. Тому що більша кількість матеріалів для перероблення змішується, то нижчою є загальна якість отриманого матеріалу. Це явище часто розглядається в контексті пластику. Пластик є складним матеріалом; є багато різних видів, які не варто переробляти разом. Якщо пластик не сортується, якість переробленого матеріалу знижується, що робить його менш придатним до використання.

Такі параметри не завжди враховуються в ОЖЦ. Нині розробляються різні методи аналізу придатності до перероблення матеріалів, проте досі немає консенсусу.

5.5.3. Виснаження ресурсів

Різні автори вказують також на проблему виснаження ресурсів як ще один аспект, що потребує вдосконалення в методології ОЖЦ. Зважаючи, що природні ресурси є основою нашої економічної системи, було розроблено різні методології для оцінювання впливу виснаження ресурсів. В ОЖЦ абіотичне виснаження є однією з категорій впливу, що найчастіше обговорюється, і зазвичай звертається увага на дві підкатегорії: мінеральне та викопне паливо. Потенціал виснаження мінеральних ресурсів аналізується з погляду дефіциту та значимості, тоді як у випадку викопного палива він аналізується в контексті повного виснаження (наприклад, зникнення ресурсу) [48].

5.6. Потенціал глобального потепління та інші категорії впливу

Хоча в центрі уваги цього звіту знаходиться потенціал глобального потепління (ПГП) різних видів пакування для полегшення порівняння результатів різних досліджень, важливо зазначити також про інші категорії впливу на довкілля, що були проаналізовані.

Більшість досліджень, які продемонстрували нижчий ПГП багаторазового пакування порівняно з одноразовим, виявили також нижчий рівень інших проаналізованих категорій впливу. Винятки становлять лише потенціал руйнування озонового шару та потенціал токсичності для людини, виявлені в дослідженні [23], потенціал руйнування озонового шару в дослідженні [49] та споживання води в дослідженні [43].

У дослідженні [23], де аналізувався вплив одноразових і багаторазових стаканів під час

різних заходів, було виявлено, що всі категорії впливу (за винятком руйнування озонового шару, важких металів та канцерогенних речовин) зменшується зі збільшенням кількості циклів використання багаторазових стаканів (рисунок 31). Це можна пояснити споживанням енергії, необхідної для виробництва та миття стаканів. Це дослідження було проведене в Каталонії, де приблизно 65% енергії виробляється атомними електростанціями, з чим і пов'язаний такий вплив. Зі збільшенням кількості циклів використання та циклів миття викиди при виробництві далі розподілялися, а отже, зменшувалися. У цьому випадку скорочення викидів при виробництві було важливішим, ніж збільшення викидів через миття, тому результати свідчать про чисте скорочення викидів.

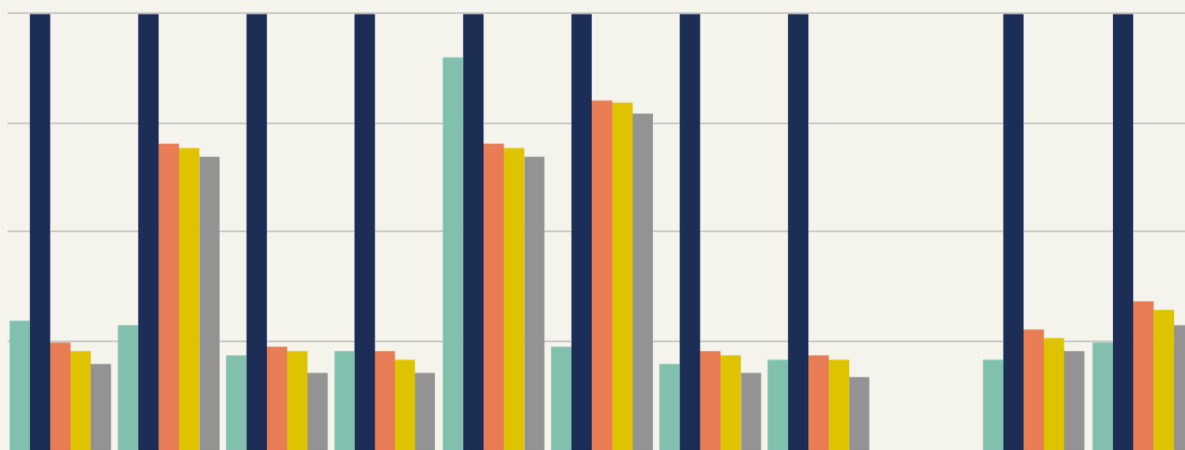


Рисунок 31: Порівняння впливу одноразових стаканів (зелений) та багаторазових стаканів у разі 2 циклів використання (синій), 9 циклів (помаранчевий), 10 циклів (жовтий) та 14 циклів (сірий) щодо викидів парникових газів, руйнування озонового шару, підкислення, евтрофікації, важких металів, канцерогенів, смогу, пестицидів, енергії та утворення твердих побутових відходів. Джерело [23].

Використання атомної енергії було також вказано у дослідженні [49] як причина високого впливу руйнування озонового шару. Автори проаналізували та порівняли вплив одноразових (паперових із поліетиленовим покриттям і пінополістиренових) та багаторазових (скляних, керамічних та з різного змішаного пластику) стаканів. Вони з'ясували, що для багатьох регіонів Сполучених Штатів багаторазові стакани були більш екологічним варіантом, ніж полістиренові, особливо якщо мити їх у стандартних посудомийних машинах після кожного використання.

Ці приклади підкреслюють важливість урахування інших категорій впливу, не лише ПГП. У випадку з багаторазовим пакуванням походження енергії може бути критично важливим фактором, адже енергія потрібна буде для його миття протягом усіх циклів використання.

Щодо миття, важливо враховувати також наслідки споживання води. У дослідженні [43] було проаналізовано багаторазові харчові контейнери для їжі на виніс та одноразові контейнери, придатні до компостування, на предмет викидів парникових газів, споживання енергії, матеріальних відходів та споживання води. Автори виявили, що багаторазове пакування мало найменший екологічний вплив по всіх категоріях за винятком споживання води. Це зрозуміло, зважаючи, що придатні до компостування контейнери використовують у 3,5 рази менше води, ніж багаторазові альтернативи, які потрібно мити упродовж усього їхнього життєвого циклу. **Підвищене споживання води багаторазовим пакуванням порівняно з одноразовим — це питання, що часто піднімається під час порівняння впливу цих систем. Для того щоб далі зменшувати вплив багаторазового пакування, важливо зрозуміти, як удосконалити процес очищення (наприклад, шляхом використання більш раціональних посудомийних машин) і як мінімізувати частоту миття між циклами без порушення норм гігієни та безпеки.** Розуміючи загальний вплив, можна приймати кращі рішення щодо вибору матеріалу, логістики, використання енергії тощо.

5.7. Майбутні тенденції

5.7.1. Е-комерція

Оскільки зручність набуває дедалі більшого значення у нашому суспільстві, що стрімко розвивається, зростає попит споживачів на швидшу доставку продукції. Наприклад, за останні кілька років онлайн-продажі різко зросли не лише для одягу, а й для продуктів харчування та бакалії. По всьому світу з'являються стартапи, які пропонують багаторазову транспортну упаковку для доставки/самовивозу їжі на виніс, а також для доставки продуктів та одягу з метою зменшення відходів, пов'язаних з пакуванням. Хоча ці підприємства надають чудову можливість підвищити ефективність систем повторного використання, наразі вони не користуються перевагами стандартизованої системи обороту упаковками. Досі триває розробка більш стандартизованої упаковки та забезпечення зручного повернення для користувачів (наприклад, за рахунок збільшення кількості та щільності пунктів прийому упаковок). Наразі компанії, які надають багаторазові контейнери для їжі на виніс, здебільшого розраховують на те, що споживачі повернуть упаковку назад у ресторани-партнери. Деякі також вивчають можливості для компаній, що доставляють їжу, забирати упаковку назад.

5.7.2. Збільшення масштабів

Розуміння того, як збільшити масштаби систем багаторазового пакування, також має вирішальне значення для майбутнього бізнесу. Збільшення масштабів та використання систем обороту багаторазової тари може допомогти компанії знизити наслідки свого транспортування, зменшивши відстань перевезення за допомогою місцевих оптових баз та очисних споруд. Співпраця з іншими місцевими компаніями може сприяти легкому переходу до таких практик. Затвердження пільг для багаторазового пакування також є ефективним заходом, який можна запровадити на місцевому, національному або європейському рівнях, щоб допомогти збільшити масштаби системи.

5.7.3. Стандартизація по всій Європі

У поєднанні із системою поворотної тари наявність стандартизованої системи по всій Європі може додатково зменшити рівень забруднення та полегшити повторне використання упаковки. Наявність більш уніфікованих та стандартизованих вимог до багаторазового пакування посилить її переваги та призведе до більшого скорочення витрат і викидів.

5.7.4. Політика

Законодавство відіграє ключову роль у забезпеченні кращого дизайну та систем пакування, а також у вирішенні проблем надмірного пакування та відходів упаковки. Крім того, забезпечення належних економічних заходів може допомогти усунути ринкові бар'єри для систем багаторазового пакування та створити рівні умови з одноразовим пакуванням.

5.7.5. Декарбонізація транспорту та електроенергії

Ще один аспект, про який варто згадати, — це те, як декарбонізація транспорту й електроенергії може вплинути на екологічність систем багаторазового пакування. Оскільки стадія транспортування зазвичай призводить до найвищих викидів у життєвому циклі багаторазового продукту, використання того виду транспорту, що споживає електроенергію з високою часткою відновлюваної енергії, може ще більше знизити вплив багаторазового продукту. Це також зазначено в розділі 5.6, в якому йдеться про вплив використовуваного енергетичного міксу.

Потенційний вплив декарбонізації електроенергії вивчається у дослідженні [25], як показано в таблиці 2. Автори цього дослідження виявили, що зміна джерела електроенергії з електромережі на сонячну відновлювану енергію призведе до зменшення викидів парникових газів на 9%.

6. ОБМЕЖЕННЯ

Одним із потенційних обмежень цього дослідження є те, що воно базувалося на критеріях, описаних у розділі 3. Відповідно до одного із тих критеріїв, дослідження мало включати ОЖЦ. Оскільки наш аналіз охоплює лише ті дослідження, які здійснили ОЖЦ, дослідження, що були проведені компаніями та включали аналіз витрат, були виключені. Це може пояснити, чому аналіз витрат присутній у такій незначній кількості досліджень.

Іншим обмеженням був критерій того, що наш огляд має включати лише дослідження, які порівнюють вплив багаторазового й одноразового пакування. Незважаючи на те, що цілі цього дослідження не можна було досягти інакше, цей критерій означає, що дослідження, які аналізували вплив на довкілля одноразового та багаторазового пакування окремо, були виключені з аналізу. Хоча такі дослідження не надали б жодної порівняльної інформації, вони могли б дати краще розуміння наслідків використання різних пакувальних матеріалів.

Як обговорювалось у розділі 5.5, засмічення та утворення відходів зазвичай не розглядаються в ОЖЦ. В поєднанні з відсутністю консенсусу щодо методології, якої також бракує ОЖЦ, це може призвести до недооцінки переваг систем багаторазового пакування порівняно з одноразовими альтернативами, оскільки останні пов'язані з більшою кількістю сміття та відходів. Збільшення частки багаторазового пакування знизило б засміченість та створило б, наприклад, більш циркулярну альтернативу переробці одноразового пакування. Крім того, наявність показника потенціалу засмічення та методології циркулярності могло б допомогти політикам, перш ніж приймати рішення про політичні заходи, проаналізувати наслідки заборони одноразового пакування з різних точок зору.

7. ВИСНОВКИ

Головною метою цього дослідження було порівняти вплив на довкілля багаторазового та одноразового пакування та проаналізувати, за яких умов багаторазове пакування є найбільш екологічним. Як видно з цього звіту, більшість **досліджень вказують на багаторазове пакування як найбільш екологічний підхід порівняно з різними одноразовими варіантами**. Однак існують конкретні обставини, за яких одноразове пакування має менші наслідки, наприклад, значні транспортні відстані. Що стосується порівняння витрат, остаточні результати неможливо отримати через брак даних.

Проаналізувавши життєвий цикл продукту, можна виявити, що екологічність багаторазового пакування залежить від різних факторів, як-от кількість циклів, транспортні відстані, вага упаковки, матеріал та вміст вторинної сировини. Наприклад, на рівень викидів, пов'язаних із багаторазовим пакуванням, суттєво впливає кількість циклів, які воно проходить, але лише до певної точки, в якій досягається стабільність. Цю стабільність можна пояснити тим, що в кожному звичайному циклі багаторазового пакування виникають певні викиди, приміром очищення та транспортування. Отже, наслідки, які є лише у початковому та останньому циклах, зокрема ті, що пов'язані з транспортуванням між етапами видобутку сировини й виготовленням упаковки, та утилізацією після закінчення її терміну експлуатації, менш значні у загальному впливі, ніж відстані, які багаторазове пакування долає в кожному циклі, і які у цьому звіті називаються відстанню зворотного перевезення та постачання. Таким чином, коротші відстані зворотного перевезення та постачання повинні бути пріоритетними. Вони, здебільшого, вигідні з погляду впливу, оскільки транспортування зазвичай відповідає за найбільші викиди в життєвому циклі продукту. На транспортні викиди також впливає дизайн упаковки (як-от, вага та обсяг продукту). Наприклад, вага багаторазового пакування зазвичай більша, ніж одноразового пакування, оскільки воно має бути здатним витримати кількість циклів повторного використання, яку воно проходить упродовж свого життя.

Вибір матеріалу також важливий. Обраний матеріал повинен задовольняти потреби у застосуванні й при цьому бути достатньо міцним та легким, щоб забезпечити мінімізацію транспортних викидів. Матеріали з виробничими процесами високої енергоємності, приміром одноразове скло, зазвичай мають значно вищі викиди, ніж багаторазове скло.

Включення вторинної сировини у виробничий процес також призведе до подальшого зниження викидів, що зменшить загальні екологічні наслідки життєвого циклу продукту.

На результати також впливають обмеження методології ОЖЦ. Включення показника потенціалу засмічення упаковки було б надзвичайно доцільним, особливо враховуючи кількість одноразового пакування, що засмічує довкілля. Іншим питанням є відсутність консенсусу щодо процесів перероблення. Це стосується попиту на вторинну сировину, наявності устаткування для перероблення, можливості вторинного перероблення самого матеріалу та витрат на весь процес вторинного перероблення порівняно з виробництвом первинної сировини.

Вплив стандартизації, систем поворотної тари (СПТ), систем цін та знижок/винагород, а також близькість до споживачів — це параметри, які зазвичай виключаються із ОЖЦ, хоча вони відіграють ключову роль у визначенні успіху системи багаторазового пакування. Стандартизація може допомогти зменшити викиди шляхом оптимізації логістики та зменшення зайвого транспортування. Впровадження системи обороту багаторазової тари може ще більше знизити потребу в додатковому транспортуванні й транспортних відстанях, підвищивши загальну ефективність та зменшивши витрати. Тому стандартизовані упаковки та системи обороту багаторазової тари можуть використовуватись разом, щоб забезпечити успішність системи багаторазового пакування.

Разом із стандартизацією та системами обміну, СПТ є ефективним способом збільшення рівня повторного використання та посилення переваг і зручності для споживачів. Якщо багаторазове пакування легкодоступне, його легко повернути і його повсюдно використовують різні заклади, рівень його прийнятності і, отже, використання споживачами зростає.

Важливо також, щоб системи багаторазового пакування мали конкурентоспроможну ціну порівняно із системою одноразового пакування. Це може бути реалізовано за допомогою законодавства, яке забезпечує належні економічні стимули, наприклад вимагає використання знижок (як-от прогресивні знижки при кожному повторному використанні/поповненні споживачем) або систем винагород, які, приміром, пропонують знижку за покупки в установах-партнерах.

8. ПОДАЛЬШІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Подальші дослідження мають стосуватись взаємозв'язку між ключовими параметрами, які роблять багаторазову упаковку більш екологічно й економічно вигідною порівняно з одноразовим пакуванням.

8.1. Витрати

Потрібно більше дослідити відкриті джерела, щоб порівняти витрати на перехід від одноразового пакування до системи багаторазового пакування та проаналізувати способи створення систем багаторазового пакування, щоб забезпечити їх конкурентоспроможність з ланцюгом постачання одноразового пакування.

9. ДОСЛІДЖЕННЯ, ЩО РОЗГЛЯДАЛИСЯ, АЛЕ НЕ БУЛИ ВКЛЮЧЕНІ ДО ЦЬОГО ЗВІТУ

Дослідження, які відповідають критеріям, представленим у розділі 3.1, перелічені в таблиці 4. Однак дослідження, які не були включені в аналіз цього звіту, відповідали двом основним класифікаціям:

- Дослідження, які не відповідають необхідним критеріям через використану методологію, що була оцінена як нижча за наші очікування щодо якості, або через специфічну досліджувану упаковку, яка не мала значення для цього звіту. Ці дослідження перелічені в таблиці 5.
- Дослідження, що порівнюють різне багаторазове пакування або кількість циклів системи багаторазового пакування і що могли б бути згадані у звіті для наведення прикладів багаторазового пакування, але не були включені в аналіз, оскільки використовувались лише дослідження, що порівнювали одноразове та багаторазове пакування. Ці дослідження наведені в таблиці 6.

Джерело	Ринок	Класифікація упаковки	Вид упаковки	Загальний результат
[31]	B2C	Безвідходна	Пляшка	Позитивний через 10 використань
[28]	B2B	Транспортна	Ящик	Негативний
[10]	B2C	Поворотна	Пляшка	Поєднання багаторазового та одноразового пакування
[13]	B2B	Транспортна	Ящик	Позитивний
[16]	B2B	Транспортна	Ящик	Негативний
[17]	B2C	Поворотна	Пляшка	Позитивний
[20]	B2B	Транспортна	Відро	Позитивний
[23]	B2C	Поворотна	Стакан	Негативний

[21]	B2B	Транспортна	Ящик	Позитивний екологічно, але негативний економічно
[22]	B2B	Транспортна	Ящик	Поєднання багаторазового та одноразового пакування
[24]	B2B	Транспортна	Ящик	Позитивний
[25]	B2C	Поворотна	Пляшка	Позитивний
[26]	B2C	Поворотна	Пляшка	Позитивний
[27]	B2C	Поворотна	Пляшка	Позитивний, якщо відстань менша, ніж 100 км
[29]	B2C	Поворотна	Банки	Позитивний
[30]	B2C	Поворотна	Пляшка	Позитивний
[42]	B2B	Транспортна	Транспортна упаковка	Позитивний
[43]	B2C	Поворотна	Харчовий контейнер	Позитивний після 15 використань
[49]	B2C	Безвідходна	Стакан	Позитивний
[50]	B2C	Транспортна	Сумки-носії	Позитивний після 10 використань
[51]	B2C	Поворотна	Кег	Позитивний
[52]	B2B	Безвідходна	Дозатор	Змішаний. Деякі дозатори можуть збільшити відходи та викиди
[53]	B2C	Поворотна	Харчовий контейнер	Позитивний після 3 до 39 використання для PP. Для харчових контейнерів PP Tupperware — від 16 до 208 використань.
[54]	B2C	Поворотна	Стакан	Позитивний
[55]	B2C	Безвідходна; Поворотна	Пляшка	Негативний

[56]	B2B	Транспортна	Транспортна упаковка	Негативний екологічно та економічно
[57]	B2C	Безвідходна	Стакан	Позитивний, якщо стакан повторно використовується між миттями
[58]	B2B	Транспортна	Барабани	Позитивний
[59]	B2B	Транспортна	Транспортна упаковка	Позитивний
[60]	B2B	Транспортна	Транспортна упаковка	Позитивний екологічно, але негативний економічно
[61]	B2B	Транспортна	Ящик	Позитивний
[62]	B2B	Транспортна	Ящик	Позитивний

Таблиця 4: Праці, які відповідають критеріям відбору та були використані у цьому звіті, класифіковані за ринком B2B або B2C, Класифікація упаковки відповідно до [9], виду упаковки та загального результату.

Джерело	Ринок	Класифікація упаковки	Сектор	Причина, чому праця не була включена у дослідження
[63]	B2B	Транспортна	Їжа	Різні упаковки не отримали справедливого порівняння
[64]	B2C	Інша	Інше	Спеціальний посуд для авіації
[65]	B2C	Поворотна	Напої	Оптимізована ОЖЦ
[66]	B2B	Транспортна	Інше	Не ОЖЦ
[67]	B2B	Транспортна	Логістика	Не ОЖЦ
[68]	B2C	Транспортна	Їжа	Дипломна робота
[69]	B2C	Повторне заповнення первинної упаковки	Прибирання	Оптимізована ОЖЦ

[70]	B2B	Транспортна	Логістика	Стосується даних життєвого циклу, а не ОЖЦ
[71]	B2B	Транспортна	Логістика	Оптимізована ОЖЦ
[72]	B2B	Транспортна	Логістика	Не ОЖЦ
[73]	B2B	Поворотна	Напої	Зосереджується більше на різних заходах щодо циркулярності, ніж на ОЖЦ багаторазового та одноразового пакування.
[74]	B2C	Поворотна	Напої	Припущення щодо кількості циклів незрозумілі

Таблиця 5: Дослідження, виключені з цього звіту через невідповідність критеріям відбору, якість аналізу або через аналізовану упаковку, яка є нерелевантною для цього звіту.

Джерело	Ринок	Класифікація упаковки	Сектор	Проаналізована упаковка
[32]	B2B	Транспортна	Логістика	Багаторазові пластикові ящики та кількість разів їхнього використання
[75]	B2B	Транспортна	Логістика	Проміжна тара для сипучих матеріалів: поліетиленовий контейнер високої щільності (HDPE) («пляшка»)
[76]	B2C	Безвідходна	Їжа	Багаторазові пластикові та скляні харчові контейнери
[77]	B2B	Транспортна	Логістика	Дерев'яні піддони

Таблиця 6: Дослідження, які не були включені до цього звіту для порівняння багаторазових варіантів або кількості циклів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] K. R. Berger, “A Brief History of Packaging,” *PNH GPI-Linked Proteins*, pp. 1–20, 2005.
- [2] S. J. Risch, “Food Packaging History and Innovations,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 57, no. 18, pp. 8089–8092, 2009.
- [3] P. Portas, “Recycling and resource recovery under the Basel Convention: Historical analysis and outlook,” *Waste Manag. Green Econ. Law Policy*, pp. 56–79, 2016.
- [4] World Economic Forum, “The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics,” *World Econ. Forum*, vol. 1, no. January, pp. 1–36, 2016.
- [5] J. Kirchherr, D. Reike, and M. Hekkert, “Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 127, no. April, pp. 221–232, 2017.
- [6] J. Potting, M. Hekkert, E. Worrell, and A. Hanemaaijer, “Circular Economy: Measuring innovation in the product chain - Policy report,” *PBL Netherlands Environ. Assess. Agency*, no. 2544, p. 42, 2016.
- [7] Reeloo Platform, “Deposit Return System: System Performance,” 2020.
- [8] B. Corona, L. Shen, D. Reike, J. Rosales Carreón, and E. Worrell, “Towards sustainable development through the circular economy—A review and critical assessment on current circularity metrics,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 151, no. September, p. 104498, 2019.
- [9] P. M. Coelho, B. Corona, R. ten Klooster, and E. Worrell, “Sustainability of reusable packaging—Current situation and trends,” *Resour. Conserv. Recycl. X*, vol. 6, no. March, p. 100037, 2020.
- [10] D. Amienyo, H. Gujba, H. Stichnothe, and A. Azapagic, “Life cycle environmental impacts of carbonated soft drinks,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 18, no. 1, pp. 77–92, 2013.
- [11] L. Rigamonti, S. E. Taelman, S. Huysveld, S. Sfez, K. Ragaert, and J. Dewulf, “A step forward in quantifying the substitutability of secondary materials in waste management life cycle assessment studies,” *Waste Manag.*, vol. 114, pp. 331–340, 2020.
- [12] D. Civancik-Uslu, R. Puig, M. Hauschild, and P. Fullana-i-Palmer, “Life cycle assessment of carrier bags and development of a littering indicator,” *Sci. Total Environ.*, vol. 685, pp. 621–630, 2019.
- [13] R. Abejón, A. Bala, I. Vázquez-Rowe, R. Aldaco, and P. Fullana-i-Palmer, “When plastic

packaging should be preferred: Life cycle analysis of packages for fruit and vegetable distribution in the Spanish peninsular market,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 155, no. November 2019, p. 104666, 2020.

- [14] H. Lewis, K. Verghese, and L. Fitzpatrick, “Evaluating the sustainability impacts of packaging: the plastic carry bag dilemma,” *Packag. Technol. Sci.*, vol. 29, no. January, pp. 399–412, 2010.
- [15] D. F. Ciambrone, *Environmental life cycle analysis*. 2018.
- [16] M. Levi, S. Cortesi, C. Vezzoli, and G. Salvia, “A Comparative Life Cycle Assessment of Disposable and Reusable Packaging for the Distribution of Italian Fruit and Vegetables,” *Packag. Technol. Sci.*, vol. 24, no. 7, pp. 387–400, 2011.
- [17] C. Tua, M. Grosso, and L. Rigamonti, “Reusing glass bottles in Italy: A life cycle assessment evaluation,” *Procedia CIRP*, vol. 90, pp. 192–197, 2020.
- [18] A. McKinnon, S. Cullinane, M. Browne, and A. Whiteing, *Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics*, vol. 31, no. 4. 2011.
- [19] A. McKinnon, “CO 2 Emissions from Freight Transport in the UK : Report prepared for the Climate Change Working Group of the Commission for Integrated Transport CO 2 Emissions from Freight Transport in the UK Report prepared for the Climate Change Working Group of the C,” no. N.A., p. N.A., 2017.
- [20] M. Boschiero, D. Zanotelli, F. E. Ciarapica, L. Fadanelli, and M. Tagliavini, “Greenhouse gas emissions and energy consumption during the post-harvest life of apples as affected by storage type, packaging and transport,” *J. Clean. Prod.*, vol. 220, pp. 45–56, 2019.
- [21] R. Accorsi, A. Cascini, S. Cholette, R. Manzini, and C. Mora, “Economic and environmental assessment of reusable plastic containers: A food catering supply chain case study,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 152, pp. 88–101, 2014.
- [22] M. Bertolini, E. Bottani, G. Vignali, and A. Volpi, “Analysis and life cycle comparison of different packaging systems in the aseptic beverages sector,” *Proc. Summer Sch. Fr. Turco*, vol. 11-13-Sept, pp. 185–190, 2013.
- [23] N. Garrido and M. D. Alvarez del Castillo, “Environmental evaluation of single-use and reusable cups,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 12, no. 4, pp. 252–256, 2007.
- [24] S. Albrecht et al., “An extended life cycle analysis of packaging systems for fruit and vegetable transport in Europe,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 18, no. 8, pp. 1549–1567, 2013.

- [25] H. J. Ponstein, A. Meyer-Aurich, and A. Prochnow, "Greenhouse gas emissions and mitigation options for German wine production," *J. Clean. Prod.*, vol. 212, pp. 800–809, 2019.
- [26] J. Cleary, "Life cycle assessments of wine and spirit packaging at the product and the municipal scale: A Toronto, Canada case study," *J. Clean. Prod.*, vol. 44, pp. 143–151, 2013.
- [27] C. Ferrara and G. De Feo, "Comparative life cycle assessment of alternative systems for wine packaging in Italy," *J. Clean. Prod.*, vol. 259, p. 120888, 2020.
- [28] S. Koskela, H. Dahlbo, J. Judl, M. R. Korhonen, and M. Niininen, "Reusable plastic crate or recyclable cardboard box? A comparison of two delivery systems," *J. Clean. Prod.*, vol. 69, pp. 83–90, 2014.
- [29] L. Postacchini, G. Mazzuto, C. Paciarotti, and F. E. Ciarapica, "Reuse of honey jars for healthier bees: Developing a sustainable honey jars supply chain through the use of LCA," *J. Clean. Prod.*, vol. 177, pp. 573–588, 2018.
- [30] B. Simon, M. Ben Amor, and R. Földényi, "Life cycle impact assessment of beverage packaging systems: Focus on the collection of post-consumer bottles," *J. Clean. Prod.*, vol. 112, pp. 238–248, 2016.
- [31] S. Nessi, L. Rigamonti, and M. Grosso, "Waste prevention in liquid detergent distribution: A comparison based on life cycle assessment," *Sci. Total Environ.*, vol. 499, no. 1, pp. 373–383, 2014.
- [32] C. Tua, L. Biganzoli, M. Grosso, and L. Rigamonti, "Life cycle assessment of reusable plastic crates (RPCs)," *Resources*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [33] Zero Waste Europe, "Deposit Return Scheme Manifesto," 2019.
- [34] Zero Waste Europe, "The story of recircle," pp. 1–8, 2018.
- [35] Zero Waste Europe, "The Story of RePack," 2019.
- [36] J. Morris and C. Morawski, "Returning to Work - Understanding the Domestic Jobs Impact from Different Methods of Recycling Beverage Containers," no. December, pp. 20–21, 2011.
- [37] D. R. Cooper and T. G. Gutowski, "The Environmental Impacts of Reuse: A Review," *J. Ind. Ecol.*, vol. 21, no. 1, pp. 38–56, 2017.
- [38] N. M. P. Bocken, I. Pauw, C. Bakker, and B. van der Grinten, "Product design and

- business model strategies for a circular economy,” *J. Ind. Prod. Eng.*, vol. 33(5), 308, 2016.
- [39] A. Mestre and T. Cooper, “Circular Product Design. A Multiple Loops Life Cycle Design Approach for the Circular Economy,” *Des. J.*, vol. 20, no. sup1, pp. S1620–S1635, 2017.
- [40] Y. D. Ko, I. Noh, and H. Hwang, “Cost benefits from standardization of the packaging glass bottles,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 62, no. 3, pp. 693–702, 2012.
- [41] H. Min, H. J. Ko, Y. K. Lim, J. W. Park, and Y. K. Cho, “Challenges and opportunities for logistics standardisation in Asia-Pacific countries: A descriptive case study,” *Int. J. Logist. Syst. Manag.*, vol. 17, no. 3, pp. 357–380, 2014.
- [42] K. N. Goellner and E. Sparrow, “An environmental impact comparison of single-use and reusable thermally controlled shipping containers,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 19, no. 3, pp. 611–619, 2014.
- [43] M. F. Harnoto, “A Comparative Life Cycle Assessment of Compostable and Reusable Takeout Clamshells at the University of California, Berkeley,” *Univ. California, Berkeley*, 2013.
- [44] G. Villalba, M. Segarra, J. M. Chimenos, and F. Espiell, “Using the recyclability index of materials as a tool for design for disassembly,” *Ecol. Econ.*, vol. 50, no. 3–4, pp. 195–200, 2004.
- [45] Glass Packaging Institute, “Glass Recycling Facts.” [Online]. Available: <https://www.gpi.org/glass-recycling-facts>.
- [46] B. Glass and S. Yorkshire, “Maximising the recyclability of glass packaging,” vol. 44, no. 539065, 2018.
- [47] G. Villalba, M. Segarra, A. I. Fernández, J. M. Chimenos, and F. Espiell, “A proposal for quantifying the recyclability of materials,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 37, no. 1, pp. 39–53, 2002.
- [48] M. Klinglmair, S. Sala, and M. Brandão, “Assessing resource depletion in LCA: A review of methods and methodological issues,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 19, no. 3, pp. 580–592, 2014.
- [49] L. Woods and B. R. Bakshi, “Reusable vs. disposable cups revisited: Guidance in life cycle comparisons addressing scenario, model, and parameter uncertainties for the US consumer,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 19, no. 4, pp. 931–940, 2014.

- [50] D. Civancik-Uslu, R. Puig, L. Ferrer, and P. Fullana-i-Palmer, "Influence of end-of-life allocation, credits and other methodological issues in LCA of compounds: An in-company circular economy case study on packaging," *J. Clean. Prod.*, vol. 212, pp. 925–940, 2019.
- [51] M. Cordella, A. Tugnoli, G. Spadoni, F. Santarelli, and T. Zangrando, "LCA Case Studies LCA of an Italian Lager Beer," *Int. J.*, vol. 13, no. 2, pp. 133–139, 2008.
- [52] G. Dolci, S. Nessi, L. Rigamonti, and M. Grosso, "Life cycle assessment of waste prevention in the delivery of pasta, breakfast cereals, and rice," *Integr. Environ. Assess. Manag.*, vol. 12, no. 3, pp. 445–458, 2016.
- [53] A. Gallego-Schmid, J. M. F. Mendoza, and A. Azapagic, "Environmental impacts of takeaway food containers," *J. Clean. Prod.*, vol. 211, no. 2019, pp. 417–427, 2019.
- [54] T. N. Ligthart and B. D. Foundation, "Single use Cups or Reusable (coffee) Drinking Systems: An Environmental Comparison," *Netherlands Organ. Appl. Sci. Res.*, p. 121, 2007.
- [55] S. Nessi, L. Rigamonti, and M. Grosso, "LCA of waste prevention activities: A case study for drinking water in Italy," *J. Environ. Manage.*, vol. 108, pp. 73–83, 2012.
- [56] H. Pålsson, C. Finnsgård, and C. Wänström, "Selection of Packaging Systems in Supply Chains from a Sustainability Perspective: The Case of Volvo," *Packag. Technol. Sci.*, vol. 26, no. 5, pp. 289–310, 2013.
- [57] J. Potting and E. van der Harst, "Facility arrangements and the environmental performance of disposable and reusable cups," *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 20, no. 8, pp. 1143–1154, 2015.
- [58] M. Raugei, P. Fullana-i-Palmer, R. Puig, and A. Torres, "A comparative life cycle assessment of single-use fibre drums versus reusable steel drums," *Packag. Technol. Sci.*, vol. 22, no. 8, pp. 443–450, 2009.
- [59] S. Ross and D. Evans, "The environmental effect of reusing and recycling a plastic-based packaging system," *J. Clean. Prod.*, vol. 11, no. 5, pp. 561–571, 2003.
- [60] D. A. L. Silva, G. W. S. Renó, G. Sevegnani, T. B. Sevegnani, and O. M. S. Truzzi, "Comparison of disposable and returnable packaging: A case study of reverse logistics in Brazil," *J. Clean. Prod.*, vol. 47, pp. 377–387, 2013.
- [61] S. P. Singh, V. Chonhenchob, and J. Singh, "Life cycle inventory and analysis of re-usable plastic containers and display-ready corrugated containers used for packaging fresh fruits and vegetables," *Packag. Technol. Sci.*, vol. 19, no. 5, pp. 279–293, 2006.

- [62] C. Tua, S. Nessi, L. Rigamonti, G. Dolci, and M. Grosso, "Packaging waste prevention in the distribution of fruit and vegetables: An assessment based on the life cycle perspective," *Waste Manag. Res.*, vol. 35, no. 4, pp. 400–415, 2017.
- [63] A. Bernstad Saraiva et al., "Comparative lifecycle assessment of mango packaging made from a polyethylene/natural fiber-composite and from cardboard material," *J. Clean. Prod.*, vol. 139, pp. 1168–1180, 2016.
- [64] G. Blanca-Alcubilla, A. Bala, N. de Castro, R. Colomé, and P. Fullana-i-Palmer, "Is the reusable tableware the best option? Analysis of the aviation catering sector with a life cycle approach," *Sci. Total Environ.*, vol. 708, p. 135121, 2020.
- [65] S. Boesen, N. Bey, and M. Niero, "Environmental sustainability of liquid food packaging: Is there a gap between Danish consumers' perception and learnings from life cycle assessment?," *J. Clean. Prod.*, vol. 210, pp. 1193–1206, 2019.
- [66] V. Chonhenchob and S. P. Singh, "A Comparison of Corrugated Boxes and Reusable Plastic Containers for Mango Distribution," *Packag. Technol. Sci.*, vol. 16, no. 6, pp. 231–237, 2003.
- [67] V. Chonhenchob, D. Kamhangwong', and S. P. Singh, "Comparison of reusable and single-use plastic and paper shipping containers for distribution of fresh pineapples," *Packag. Technol. Sci.*, vol. 21, no. 2, pp. 73–83, 2008.
- [68] H. E. Guðmundsson, "Plastic packaging in meal kits: A life-cycle comparison of reusable and single-use packaging," University of Iceland, 2019.
- [69] S. Kunamaneni, S. Jassi, and D. Hoang, "Promoting reuse behaviour: Challenges and strategies for repeat purchase, low-involvement products," *Sustain. Prod. Consum.*, vol. 20, pp. 253–272, 2019.
- [70] T. C. Kuo, M. C. Chiu, W. H. Chung, and T. I. Yang, "The circular economy of LCD panel shipping in a packaging logistics system," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 149, no. June, pp. 435–444, 2019.
- [71] S. G. Lee and X. Xu, "A Simplified Life Cycle Assessment of Re-usable and Single-use Bulk Transit Packaging," *Packag. Technol. Sci.*, vol. 17, no. 2, pp. 67–83, 2004.
- [72] P. Menesatti, E. Canali, G. Sperandio, G. Burchi, G. Devlin, and C. Costa, "Cost and Waste Comparison of Reusable and Disposable Shipping Containers for Cut Flowers," *Packag. Technol. Sci.*, vol. 25, no. 4, pp. 203–215, 2012.
- [73] M. Niero and P. P. Kalbar, "Coupling material circularity indicators and life cycle based

- indicators: A proposal to advance the assessment of circular economy strategies at the product level,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 140, no. October 2018, pp. 305–312, 2019.
- [74] T. M. Mata and C. A. V. Costa, “Life cycle assessment of different reuse percentages for glass beer bottles,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 6, no. 5, pp. 307–319, 2001.
- [75] L. Biganzoli, L. Rigamonti, and M. Grosso, “Intermediate Bulk Containers Re-use in the Circular Economy: An LCA Evaluation,” *Procedia CIRP*, vol. 69, no. May, pp. 827–832, 2018.
- [76] A. Gallego-Schmid, J. M. F. Mendoza, and A. Azapagic, “Improving the environmental sustainability of reusable food containers in Europe,” *Sci. Total Environ.*, vol. 628–629, no. 2018, pp. 979–989, 2018.
- [77] C. M. Gasol, R. Farreny, X. Gabarrell, and J. Rieradevall, “Life cycle assessment comparison among different reuse intensities for industrial wooden containers,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 13, no. 5, pp. 421–431, 2008

Автори:

Патриція Мегале Коельйо — Утрехтський університет

Бланка Корона — Утрехтський університет

Ернст Воррелл — Утрехтський університет

Співавтори:

Ларисса Копелло — Zero Waste Europe

Кларисса Моравська — Reloop

Джоан Марк Саймон — Zero Waste Europe

Натан Дюфур — Zero Waste Europe

Енцо Фавойно — Zero Waste Europe

Кайса Карджалайнен — Zero Waste Europe

Жюстін Мейо — Rethink Plastic alliance

Альба Кабрера — Rezero

Редактор:

Розелла Рекуперо — Zero Waste Europe

Дизайн та верстка:

Розелла Рекуперо — Zero Waste Europe

Обкладинка та остання сторінка — Noble.Studio



Zero Waste Europe — це європейська мережа громад, місцевих лідерів, експертів та агентів змін, що працюють над усуненням відходів у нашому суспільстві. Ми виступаємо за сталі системи та трансформацію наших відносин з ресурсами, щоб пришвидшити справедливий перехід до zero waste (нуль марнування ресурсів) на благо людей і планети.



ReLoop — це міжнародна некомерційна організація, яка об'єднує промисловість, уряд та неурядові організації, які поділяють бачення успішної світової циркулярної економіки — системи, при якій ресурси постійно використовуються, а відходи та забруднення скорочуються. Наша широка мережа прагне забезпечити позитивні зміни на всіх рівнях політики щодо ресурсів та відходів. Ми прагнемо до світу без забруднення, де амбіційна та інтегрована циркулярна економіка дозволяє нашим цінним ресурсам залишатися ресурсами, щоб люди, бізнес і природа могли процвітати.



Zero Waste Europe висловлює подяку за фінансову допомогу з боку Європейського Союзу. Zero Waste Europe несе одноосібну відповідальність за зміст цього маркетингового матеріалу. Він не обов'язково відображає думку вищезазначеного спонсора. Спонсор не несе відповідальності за будь-яке використання інформації, що міститься в цьому документі.



Zero Waste Europe висловлює подяку за фінансову допомогу з боку фонду MAVA. Zero Waste Europe несе одноосібну відповідальність за зміст цього маркетингового матеріалу. Він не обов'язково відображає думку вищезазначеного спонсора. Спонсор не несе відповідальності за будь-яке використання інформації, що міститься в цьому документі.

