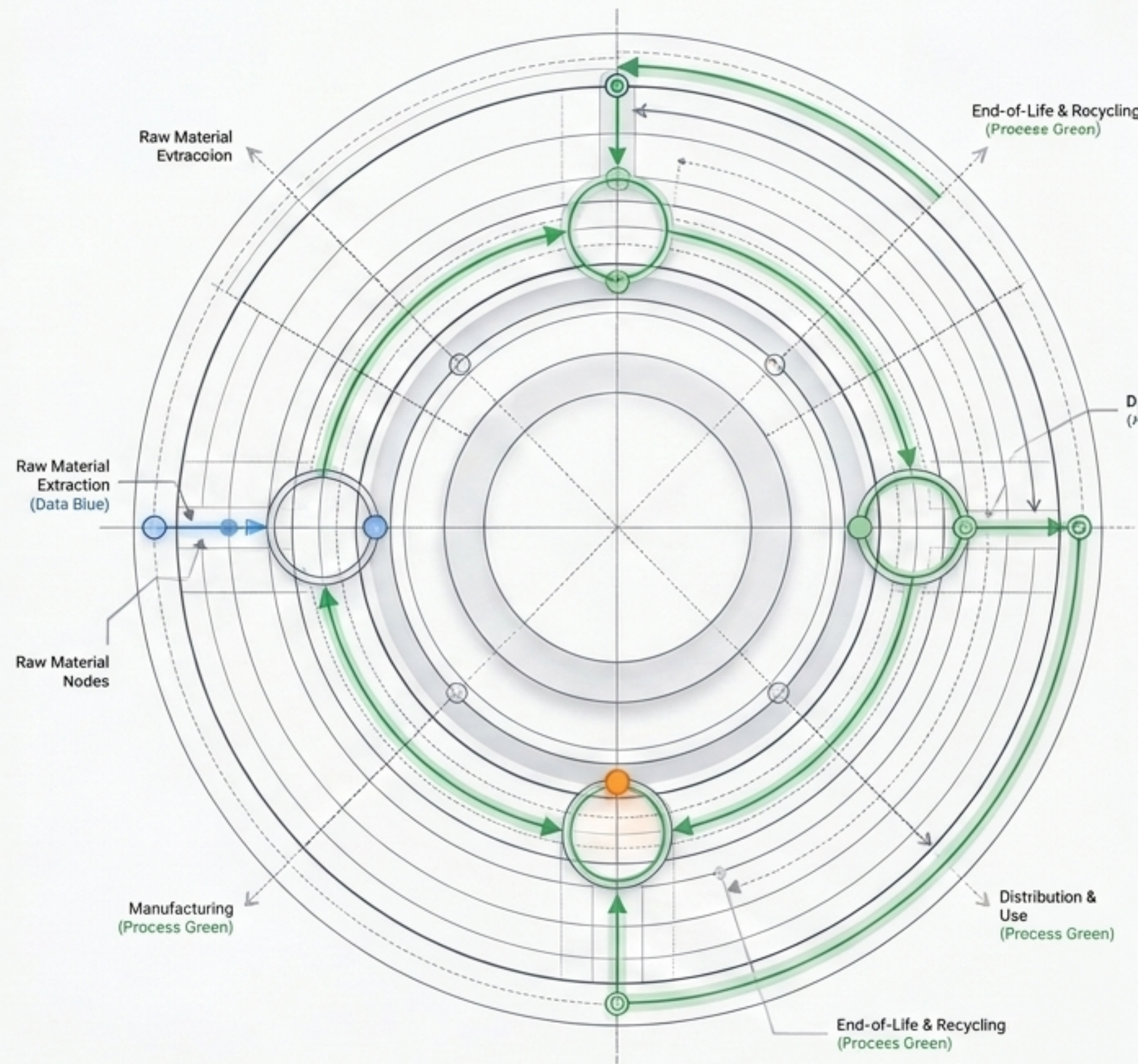


Лекція 2. Оцінка життєвого циклу продукції: принципи та методологія



Що таке життєвий цикл продукції

У попередній лекції ми говорили про те, що екологічна відповідальність підприємства не завершується межами виробничого майданчика. Продукція має свою історію ще до моменту виробництва і продовжує впливати на довкілля після того, як залишає підприємство.

Саме цю послідовність етапів ми називаємо **життєвим циклом продукції**.

1. Сировина

2. Перероблення

3. Виготовлення

4. Транспортування

5. Використання

6. Кінець строку служби

Він починається з отримання сировини. Далі йдуть її перероблення, виготовлення продукту, транспортування, використання, обслуговування, а після завершення строку служби — повторне використання, перероблення, відновлення або видалення.

На кожному з цих етапів використовуються ресурси і виникають певні впливи на довкілля.

Тому, коли ми хочемо зрозуміти екологічну характеристику продукту, недостатньо дивитися тільки на виробничий цех. Потрібно бачити весь шлях продукту.

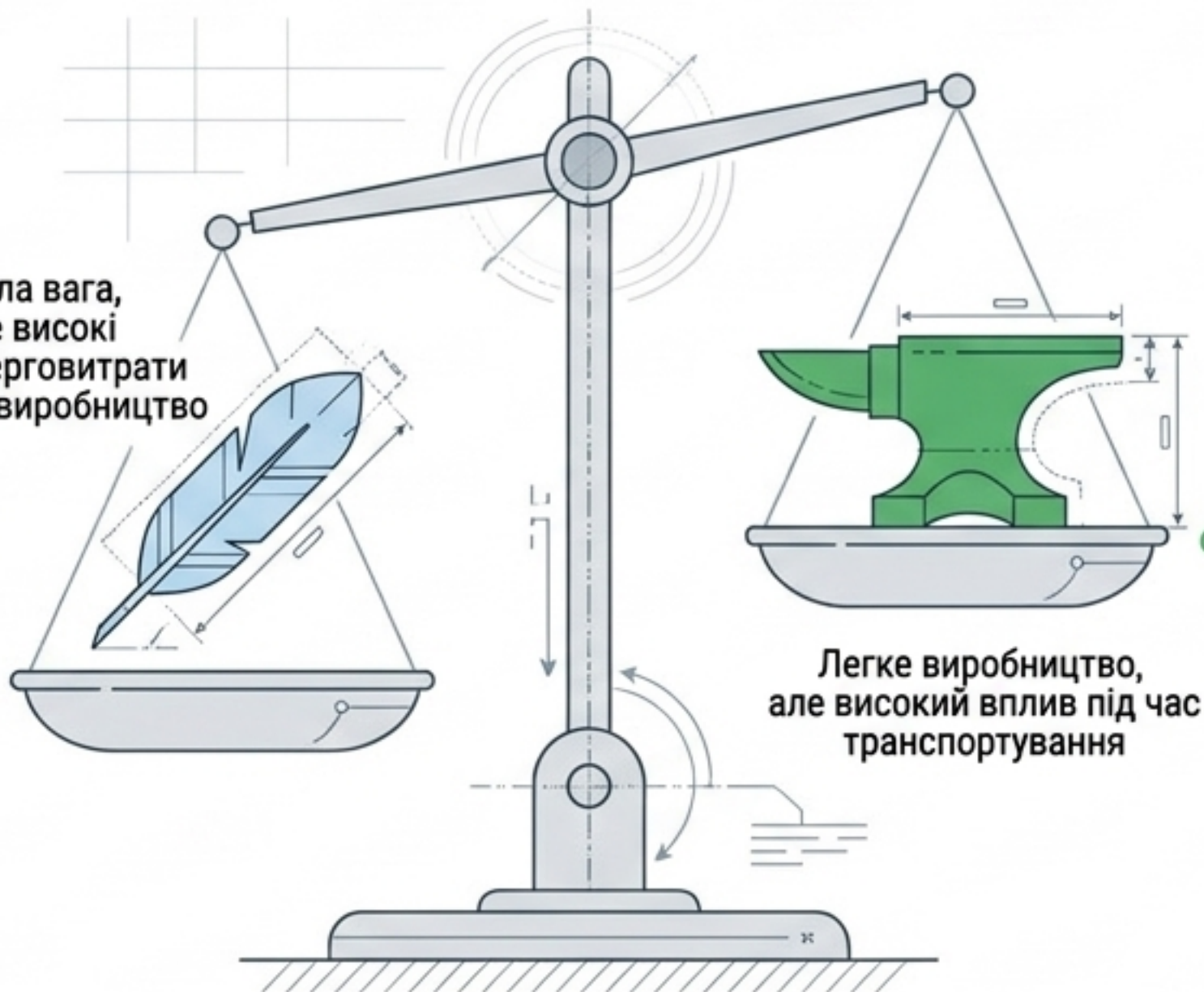
Чому одного етапу недостатньо

Іноді продукт здається екологічно кращим лише тому, що ми дивимося на один окремий етап.

Наприклад, матеріал може потребувати мало енергії під час виробництва, але бути дуже важким. Тоді значний вплив виникатиме під час транспортування.

Інший продукт може мати більш енергоємне виробництво, але служити значно довше.

Мала вага, але високі енерговитрати на виробництво



Легке виробництво, але високий вплив під час транспортування

Ще один варіант — продукт, який легко виготовити, але майже неможливо переробити після використання.

Тому оцінка тільки однієї стадії може створити хибне враження.

Життєвий цикл дозволяє побачити, чи не переносимо ми проблему з одного етапу на інший.

Головна ідея полягає в тому, щоб оцінювати не окрему операцію, а весь шлях продукту.

Life Cycle Thinking — мислення життєвого циклу

- Підхід Life Cycle Thinking — «лайф сайкл сінкінг», або мислення життєвого циклу, означає, що під час прийняття рішення ми враховуємо наслідки на різних етапах існування продукту.
- Це ще не обов'язково складний розрахунок.
- Наприклад, підприємство вирішує замінити один матеріал іншим. Мислення життєвого циклу підказує, що потрібно подивитися не тільки на ціну або виробничі характеристики.
- Важливо подумати, звідки походить сировина, скільки енергії потрібно для її виготовлення, як далеко її перевозять, як довго служитиме продукт і що з ним станеться після використання.
- Тобто Life Cycle Thinking формує сам спосіб мислення.
- Він допомагає уникати рішень, які виглядають екологічними на одному етапі, але створюють більший вплив на іншому.



Що таке LCA

Коли мислення життєвого циклу потрібно перевести у конкретний метод оцінювання, використовують **Life Cycle Assessment** — «лайф сайкл есЕсмент», скорочено **LCA** — «ел-сі-ей».

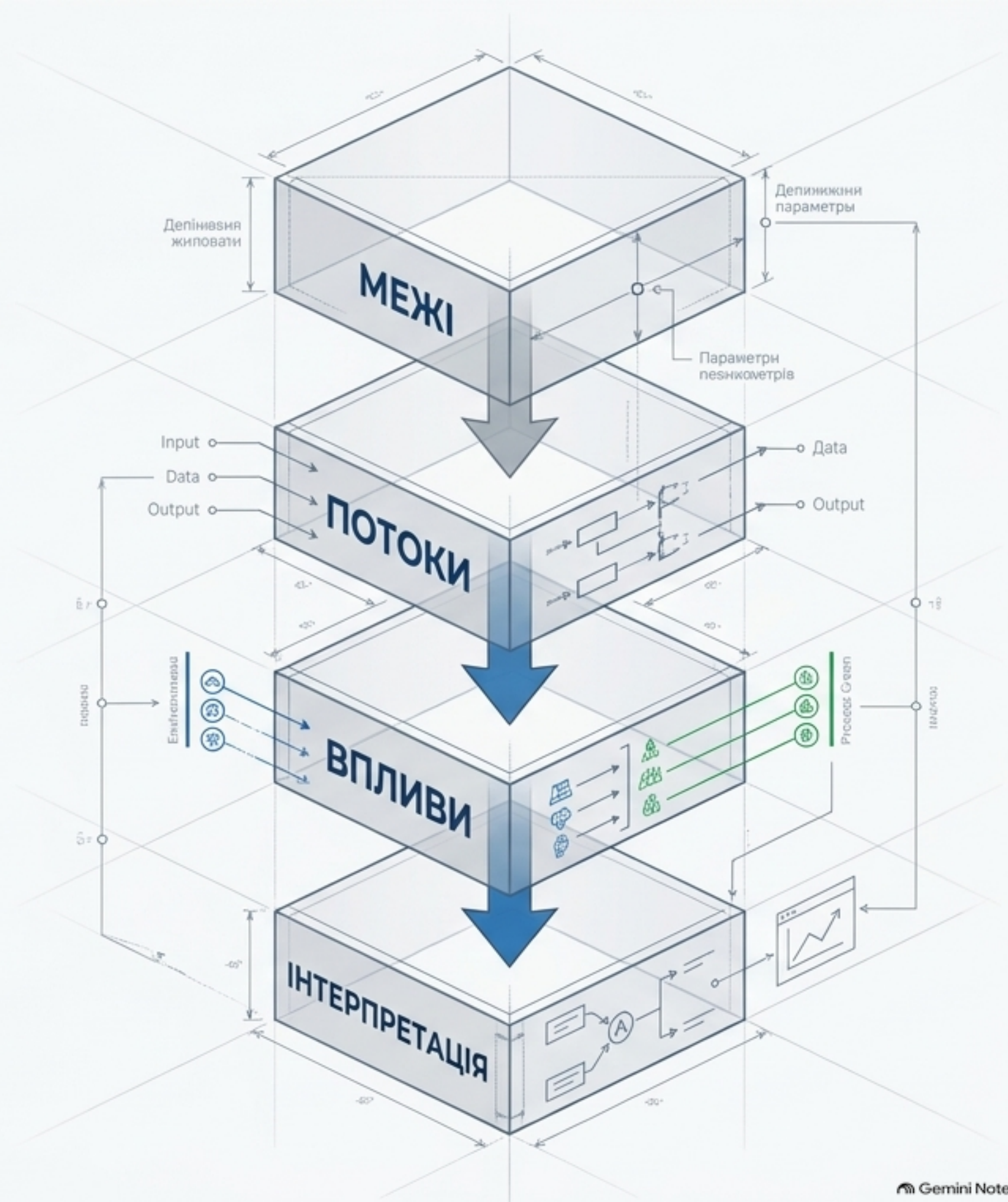
Українською це оцінка життєвого циклу.

LCA — це метод, який дозволяє системно оцінити використання ресурсів, викиди та інші впливи, пов'язані з продуктом або послугою протягом визначеного життєвого циклу.

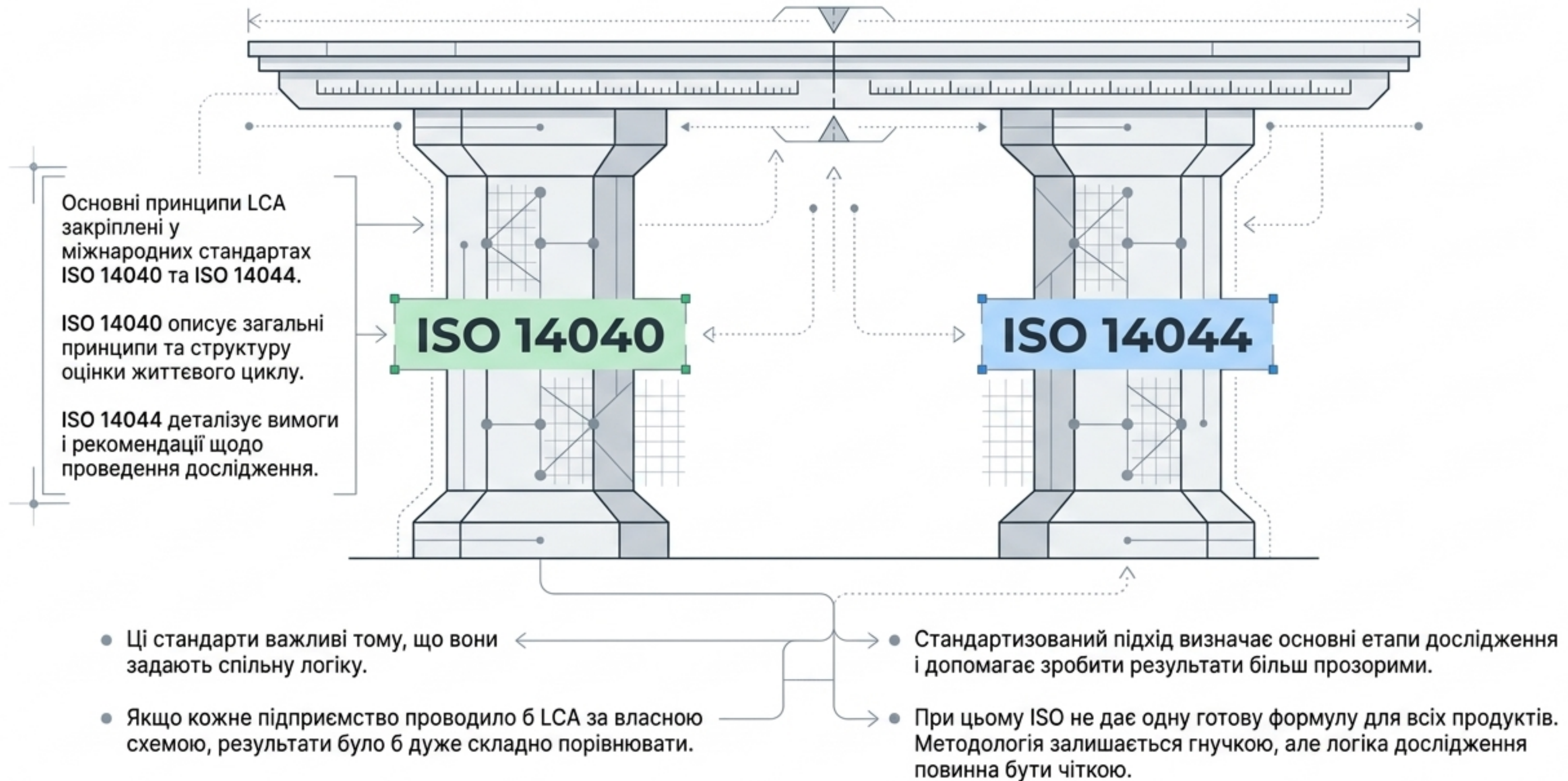
Тут важливо слово **«системно»**.

Ми не просто збираємо окремі цифри. Спочатку визначаємо, що саме досліджуємо, потім встановлюємо межі, збираємо дані про всі важливі потоки, переводимо їх у категорії впливу і вже після цього інтерпретуємо результат.

Тому LCA — це послідовна методологія, а не просто набір екологічних показників.



ISO 14040 та ISO 14044



Чотири основні етапи LCA

Класична оцінка життєвого циклу складається з чотирьох взаємопов'язаних етапів.

🏗️ Спочатку визначають **мету** та **сферу** дослідження.

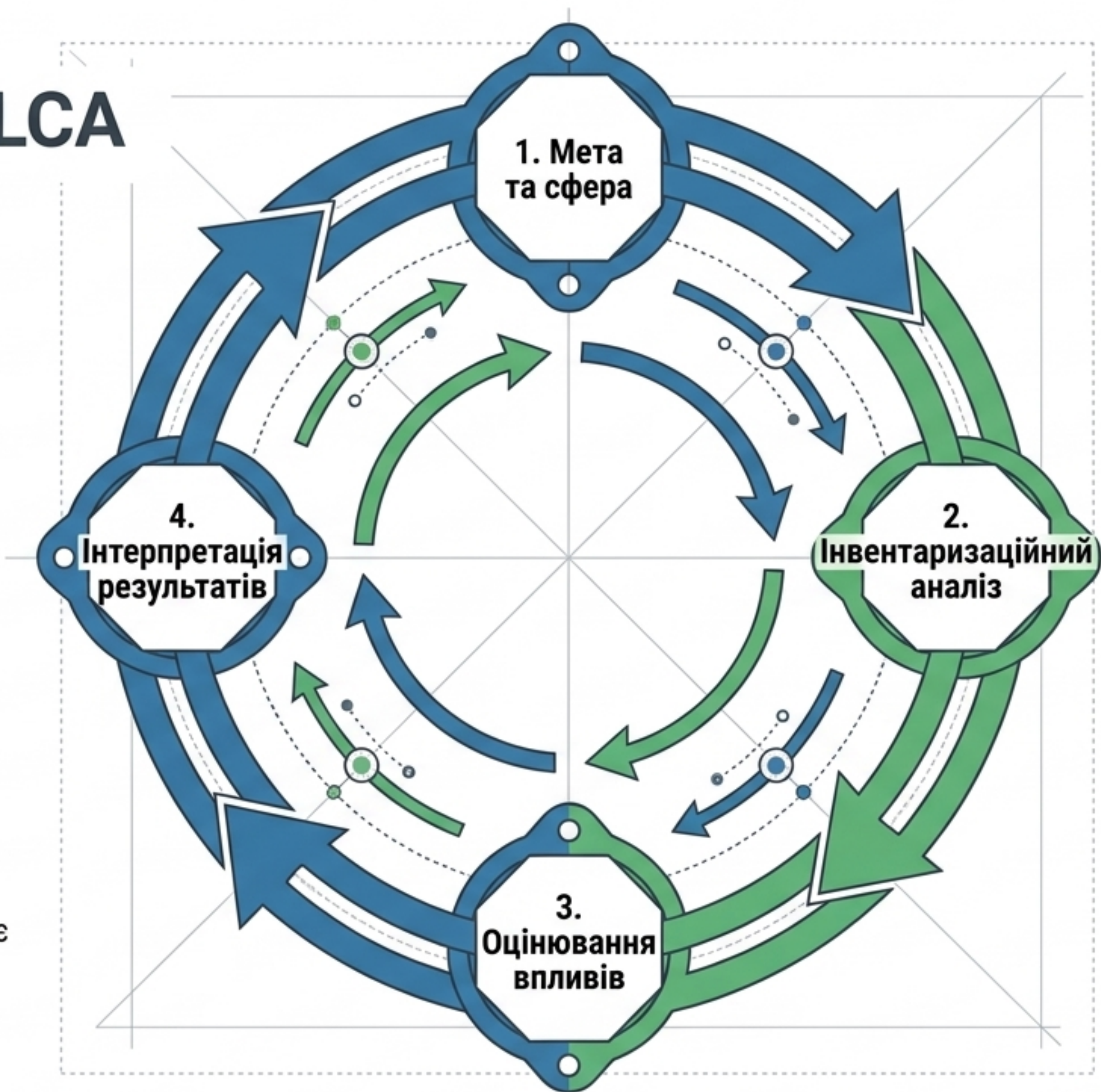
🏗️ Потім проводять **інвентаризаційний аналіз**, тобто збирають дані про всі важливі вхідні та вихідні потоки.

🏗️ Наступний етап — **оцінювання впливів**, коли отримані дані пов'язують із конкретними екологічними категоріями.

🏗️ І завершальний етап — **інтерпретація результатів**.

Але ці етапи не завжди проходять один раз у суворій послідовності. Під час роботи може виявитися, що даних недостатньо або межі системи визначені невдало. Тоді дослідник повертається назад і уточнює попередні рішення.

Тому LCA є **ітеративним процесом**.

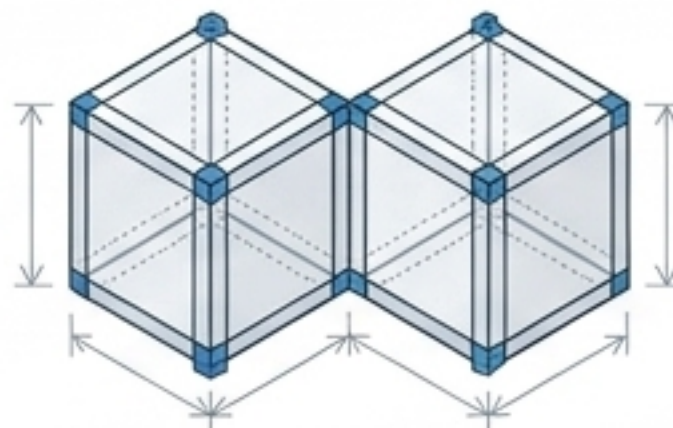


Визначення мети дослідження

Перед початком розрахунків потрібно чітко сформулювати, навіщо проводиться LCA.

Що саме ми хочемо з'ясувати?

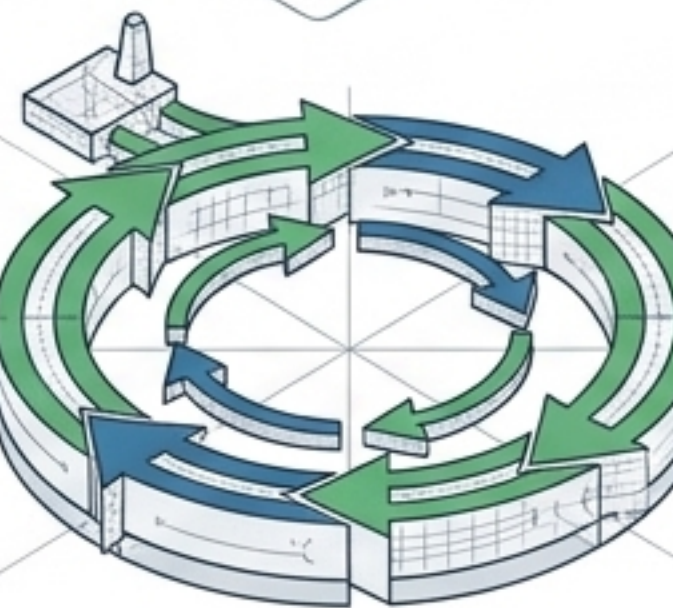
Мета може бути різною. Підприємство може хотіти порівняти два матеріали, знайти найбільш впливовий етап виробництва, оцінити нову технологію або підготувати екологічне обґрунтування продукту.



Порівняння двох матеріалів / пакування



Оцінка власного виробництва / технології



Повний життєвий цикл продукту

Від мети залежить усе подальше дослідження. Якщо ми хочемо порівняти два види пакування, потрібна одна структура. Якщо оцінюємо тільки власне виробництво підприємства — інша. Якщо нас цікавить повний життєвий цикл продукту — межі будуть ширшими.

Тому хороше LCA починається не з таблиці даних, а з дуже конкретного питання: **що саме ми хочемо з'ясувати?**

Сфера дослідження

Після визначення мети потрібно встановити сферу дослідження.

Тут описують, який продукт або процес оцінюється, які стадії входять у систему, які дані потрібні і які припущення будуть використовуватися.

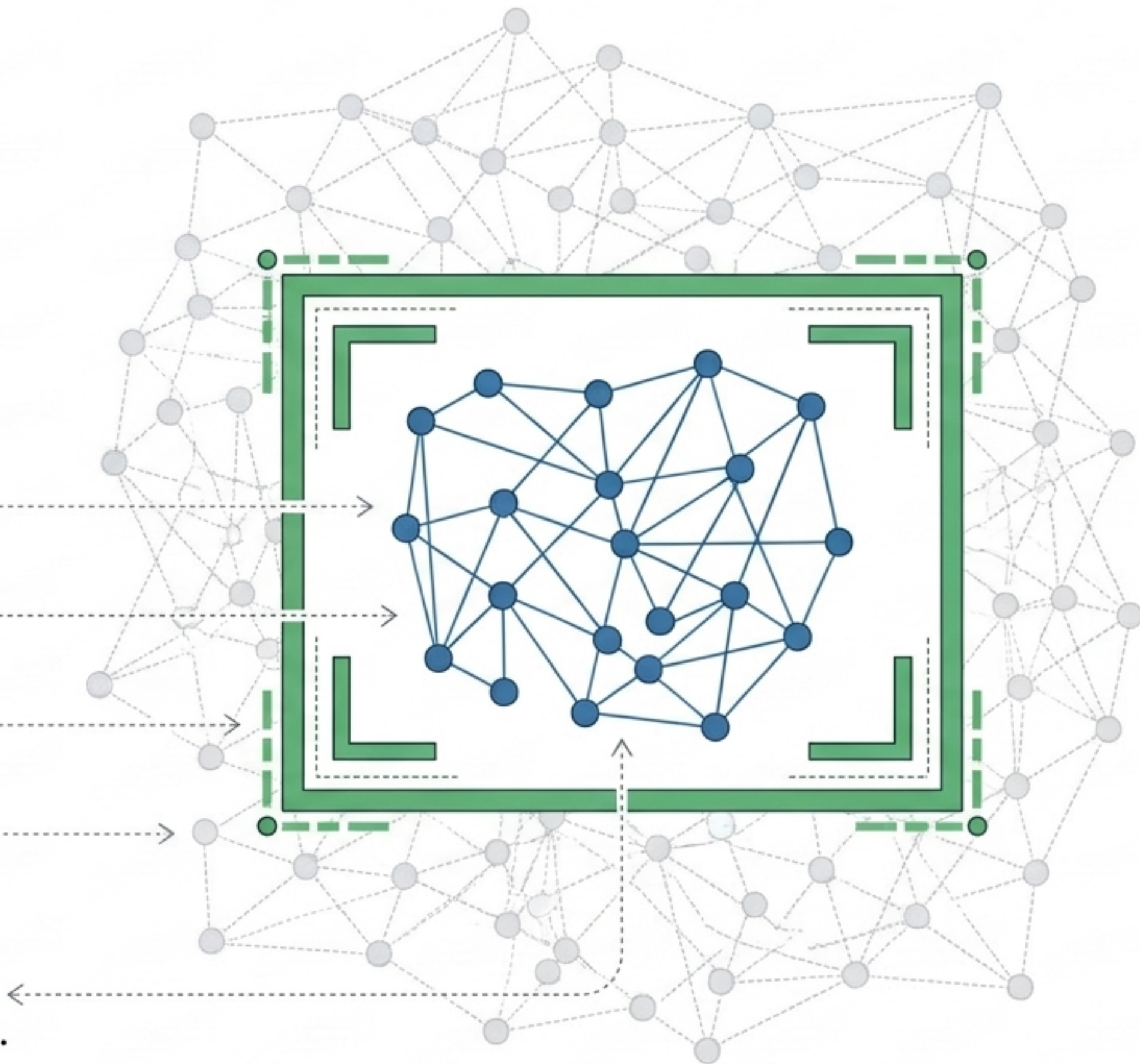
Фактично на цьому етапі ми будуємо рамку дослідження.

Якщо вона надто широка, зібрати якісні дані може бути дуже складно.

Якщо надто вузька — ми можемо пропустити важливі впливи.

Тому сфера має бути достатньою для відповіді на поставлену мету.

Саме тут визначають функціональну одиницю, межі системи, правила включення або виключення окремих процесів і вимоги до даних.

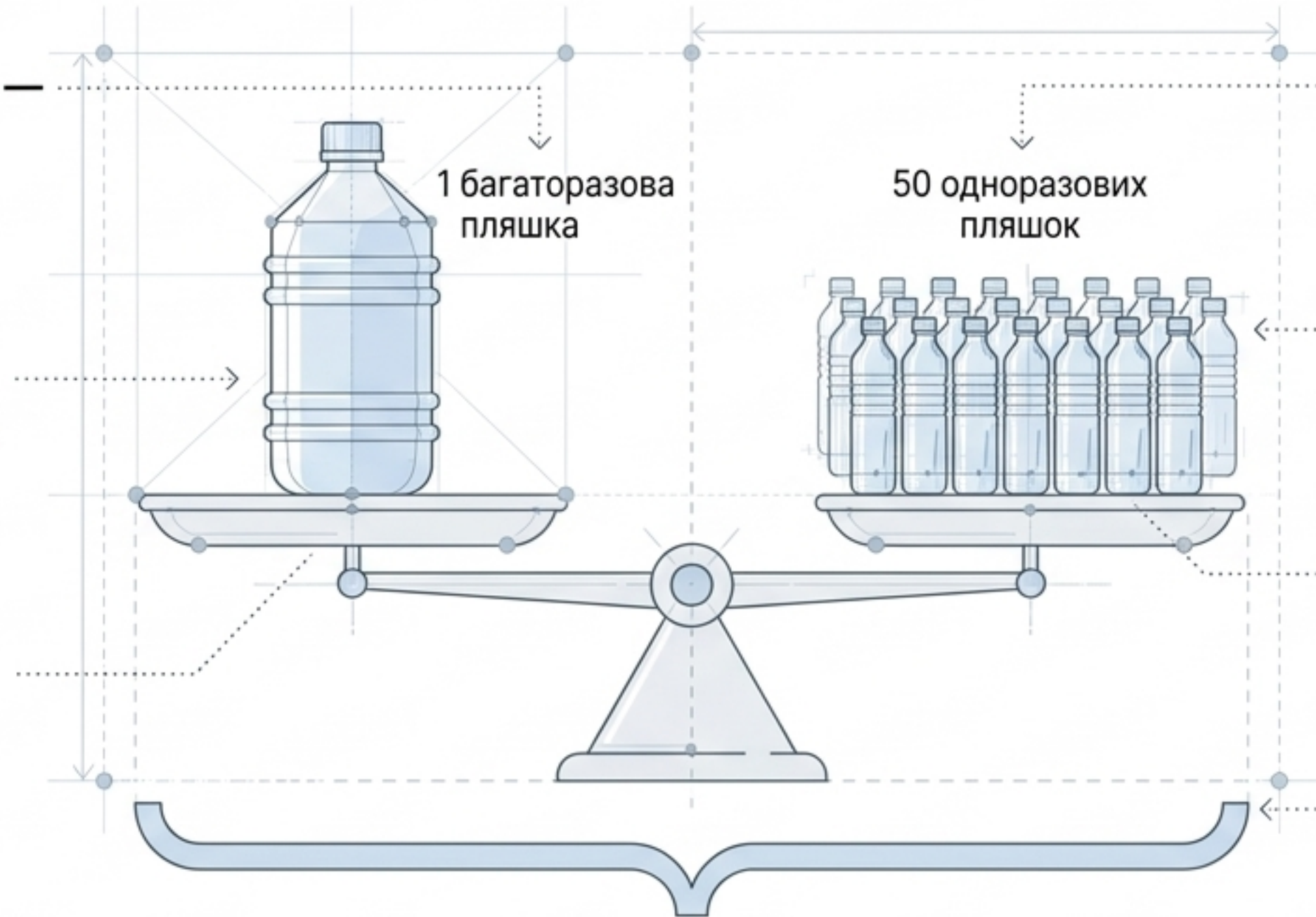


Функціональна одиниця

Функціональна одиниця — одна з найважливіших частин LCA.

Вона показує, яку саме **функцію** ми порівнюємо.

Наприклад, якщо ми порівнюємо два види пляшок, не завжди правильно порівнювати просто одну пляшку з іншою.



Одна може бути одноразовою, а інша використовуватися багато разів.

Тоді функціональна одиниця може звучати як **«доставка 1000 літрів напою споживачеві»**.

Тепер ми вже порівнюємо однакову функцію. Саме це робить оцінку коректною.

Без функціональної одиниці два продукти можуть виглядати порівнюваними, хоча насправді виконують різний обсяг роботи.

Доставка 1000 літрів

Межі системи

Наступний важливий крок — визначити, де починається і де закінчується наше дослідження.

Це називають межами системи.

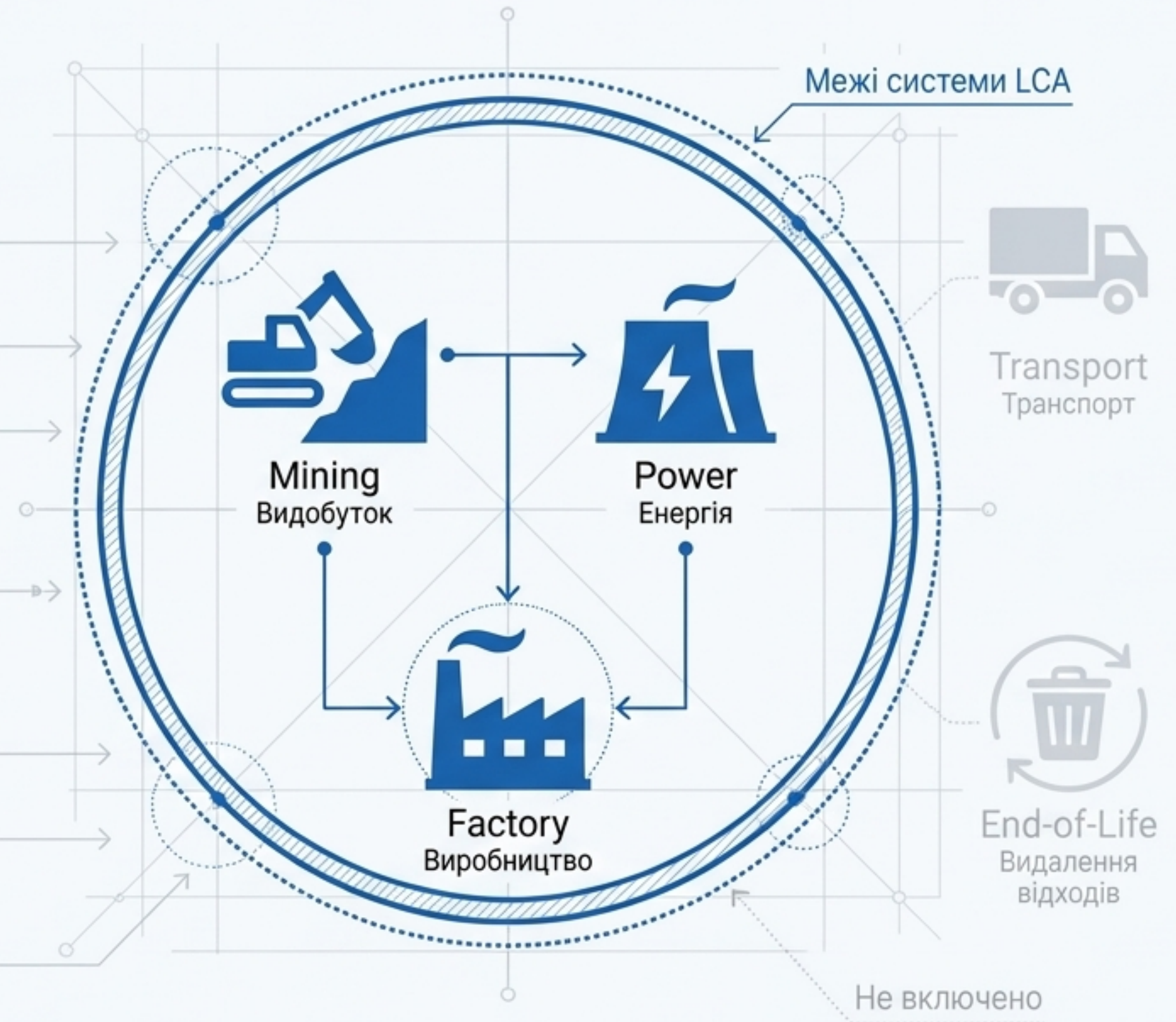
Межі показують, які процеси ми включаємо в LCA.

Наприклад, чи враховуємо видобування сировини?
Виробництво електроенергії? Транспорт?
Використання продукту? Перероблення після завершення строку служби?

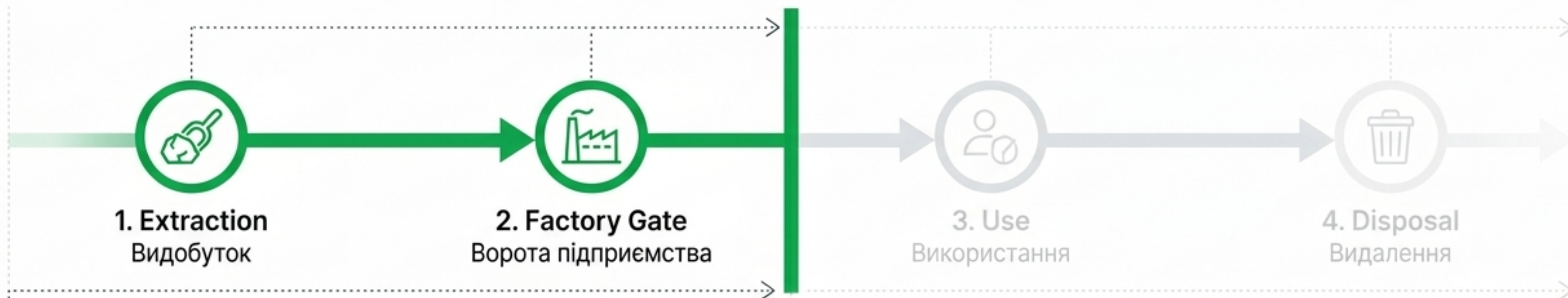
Від цього дуже сильно залежить результат.

Тому межі повинні бути прозоро описані.

Якщо два дослідження мають різні межі, їх результати не можна просто порівнювати між собою.



Cradle-to-gate



Один із поширених варіантів меж — cradle-to-gate — «крейдл ту ґейт», тобто «від колиски до воріт підприємства».

У такій оцінці ми враховуємо шлях від отримання природної сировини до моменту, коли готовий продукт залишає виробничий майданчик.

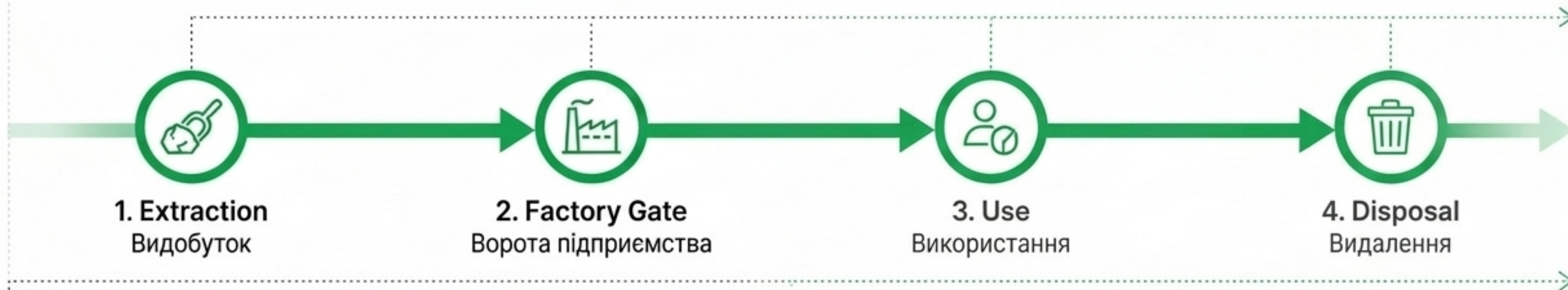
Етап використання і кінець життєвого циклу сюди вже не входять.

Такий підхід зручний, коли підприємство хоче оцінити саме виробничу частину продукту. Наприклад, можна порівнювати дві технології виготовлення одного матеріалу.

Але важливо пам'ятати, що це ще не повний життєвий цикл.

Якщо основний вплив продукту виникає під час використання, cradle-to-gate його просто не покаже.

Cradle-to-grave



Більш повний варіант — cradle-to-grave — «крейдл ту ґрейв», тобто «від колиски до могили».

Тут оцінюється весь шлях продукту: від видобування сировини до завершення використання і кінцевого управління використання і кінцевого управління матеріалом.

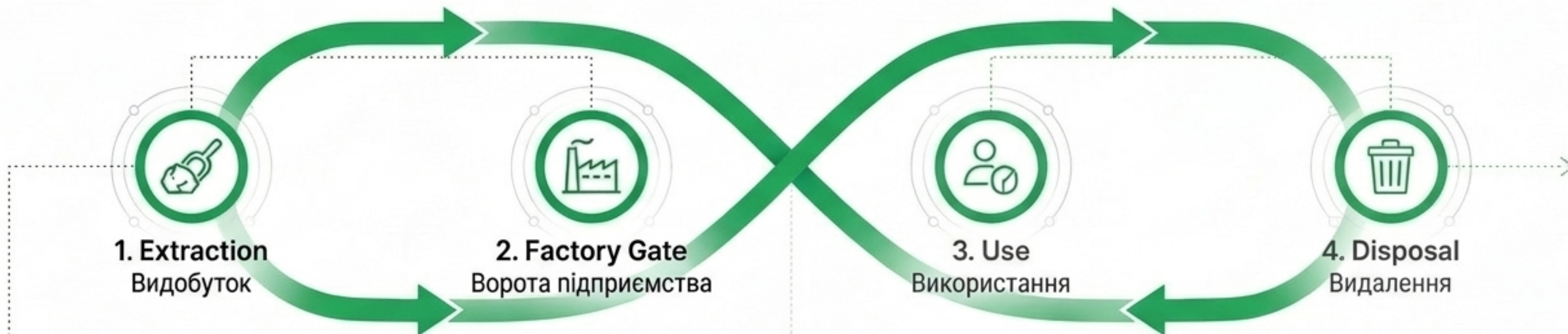
У межі можуть входити виробництво, транспортування, експлуатація, ремонт, утворення відходів, перероблення або видалення.

Такий підхід дає значно ширшу картину.

Він особливо важливий для продукції, де великий вплив виникає саме під час використання.

Наприклад, для побутової техніки етап експлуатації може бути дуже значущим через багаторічне споживання електроенергії.

Cradle-to-cradle



Логіка Циркулярності

Ще один підхід — cradle-to-cradle — «крейдл ту крейдл», тобто «від колиски до колиски».



Його логіка пов'язана з циркулярністю.

Після завершення використання матеріал не просто стає кінцевими відходами, а повертається у новий виробничий цикл.

Наприклад, матеріал із одного продукту може стати сировиною для нового.



Оцінка та Виклики

Тут важливо оцінити, скільки матеріалу реально повертається, якої він якості і які ресурси потрібні для його відновлення.



Саме тому cradle-to-cradle не означає автоматично нульовий вплив.

Перероблення теж потребує енергії, транспорту, води та обладнання.



Але такий підхід дозволяє побачити потенціал замикання матеріальних циклів.

Інвентаризаційний аналіз ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

- Після визначення мети, функціональної одиниці та меж системи починається збір даних.
- Цей етап називають Life Cycle Inventory, або інвентаризаційний аналіз життєвого циклу.
- Тут ми фактично описуємо систему у цифрах.
- Скільки використано сировини? Скільки електроенергії? Скільки води? Які види палива? Який обсяг перевезень?
- Далі фіксуємо, що виходить із системи: готова продукція, викиди в повітря, скиди у воду, відходи, побічні продукти.
- Це один із найбільш трудомістких етапів LCA.
- Якість кінцевого результату дуже сильно залежить від якості цих вихідних даних.

Ключовий акцент: Якість даних



Вхідні та вихідні потоки



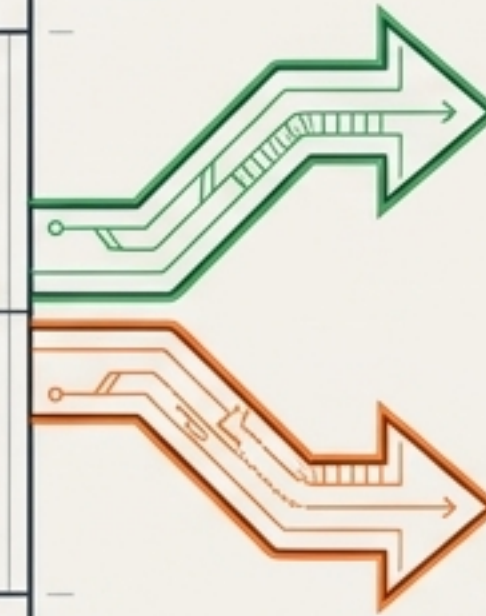
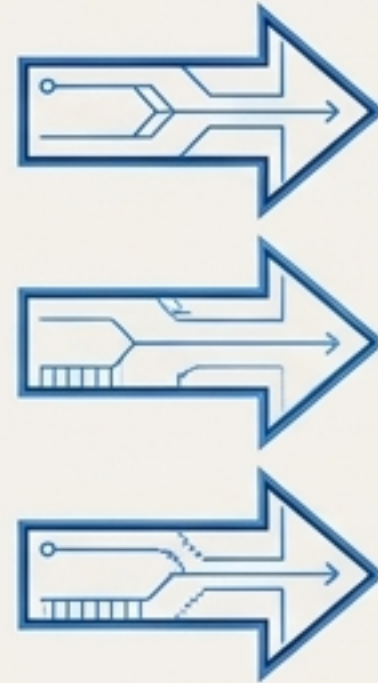
СИРОВИНА



ВОДА



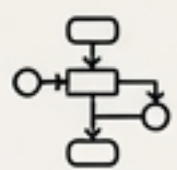
ЕНЕРГІЯ



ПРОДУКЦІЯ

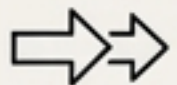


ВІДХОДИ / ВИКИДИ



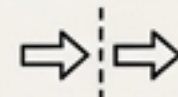
СТРУКТУРА LCA СИСТЕМИ

У LCA систему зручно уявляти як послідовність процесів, у кожному з яких є входи і виходи.

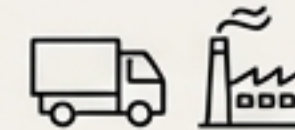


ВИЗНАЧЕННЯ ВХОДІВ І ВИХОДІВ

Входи — це сировина, енергія, вода, паливо, допоміжні матеріали. **Виходи** — продукція, викиди, стічні води, відходи, тепло та інші потоки.



ПРИКЛАДИ ПРОЦЕСІВ



Наприклад, для транспортного етапу входом буде паливо, а серед виходів — викиди в атмосферу.
Для виробничої установки входом можуть бути матеріали й електроенергія, а виходом — готовий продукт і певні побічні потоки.

ЗАГАЛЬНА ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ



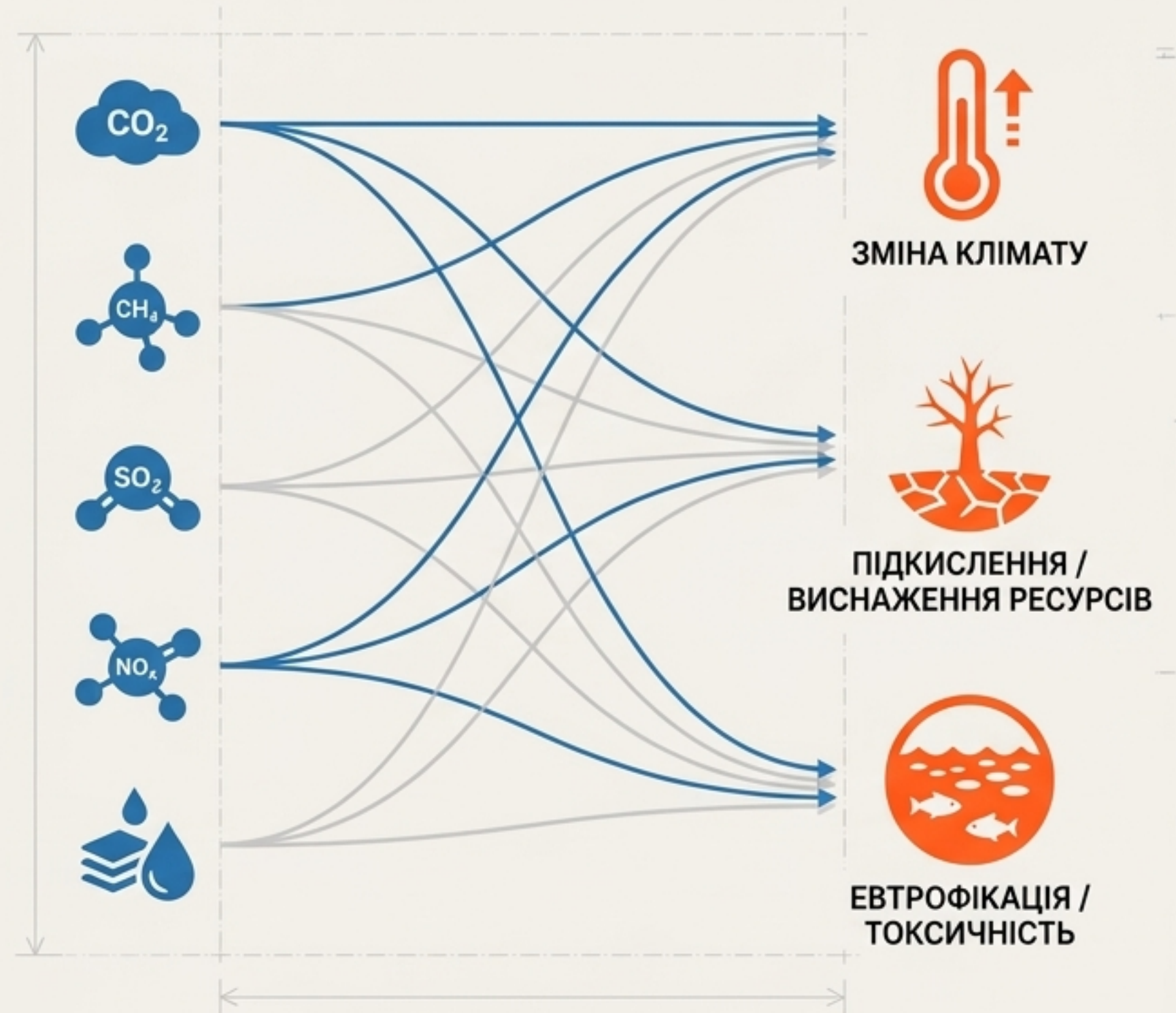
Коли всі ці процеси поєднуються, отримуємо загальну інвентаризацію життєвого циклу. Саме вона стає основою для наступного етапу — оцінювання впливу.

Категорії впливу на довкілля

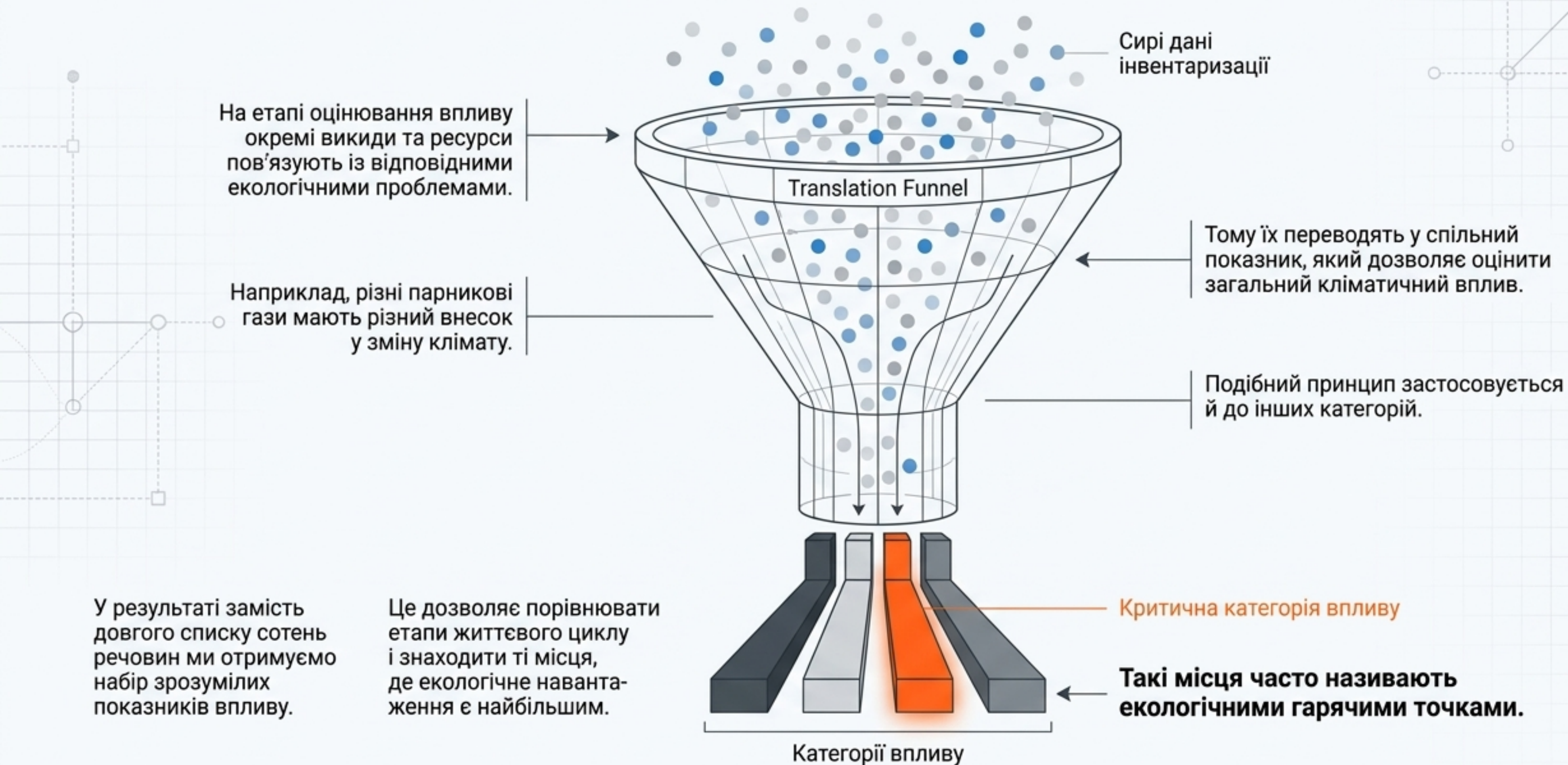
Самі по собі кілограми речовин ще не показують екологічний результат. Тому інвентаризаційні дані переводять у категорії впливу.

Однією з найвідоміших є зміна клімату. Але LCA може враховувати і багато інших категорій: виснаження ресурсів, евтрофікацію, підкислення, утворення фотохімічного озону, токсичність, споживання води та інші.

Тут важливо розуміти, що один і той самий продукт може мати різний результат у різних категоріях. Наприклад, варіант із меншими викидами парникових газів може потребувати більше води. Тому LCA не завжди дає один простий показник «краще — гірше». Вона показує структуру впливів.



Як дані перетворюються на оцінку впливу



Інтерпретація результатів

Після розрахунків починається, мабуть, найважливіша частина — інтерпретація.

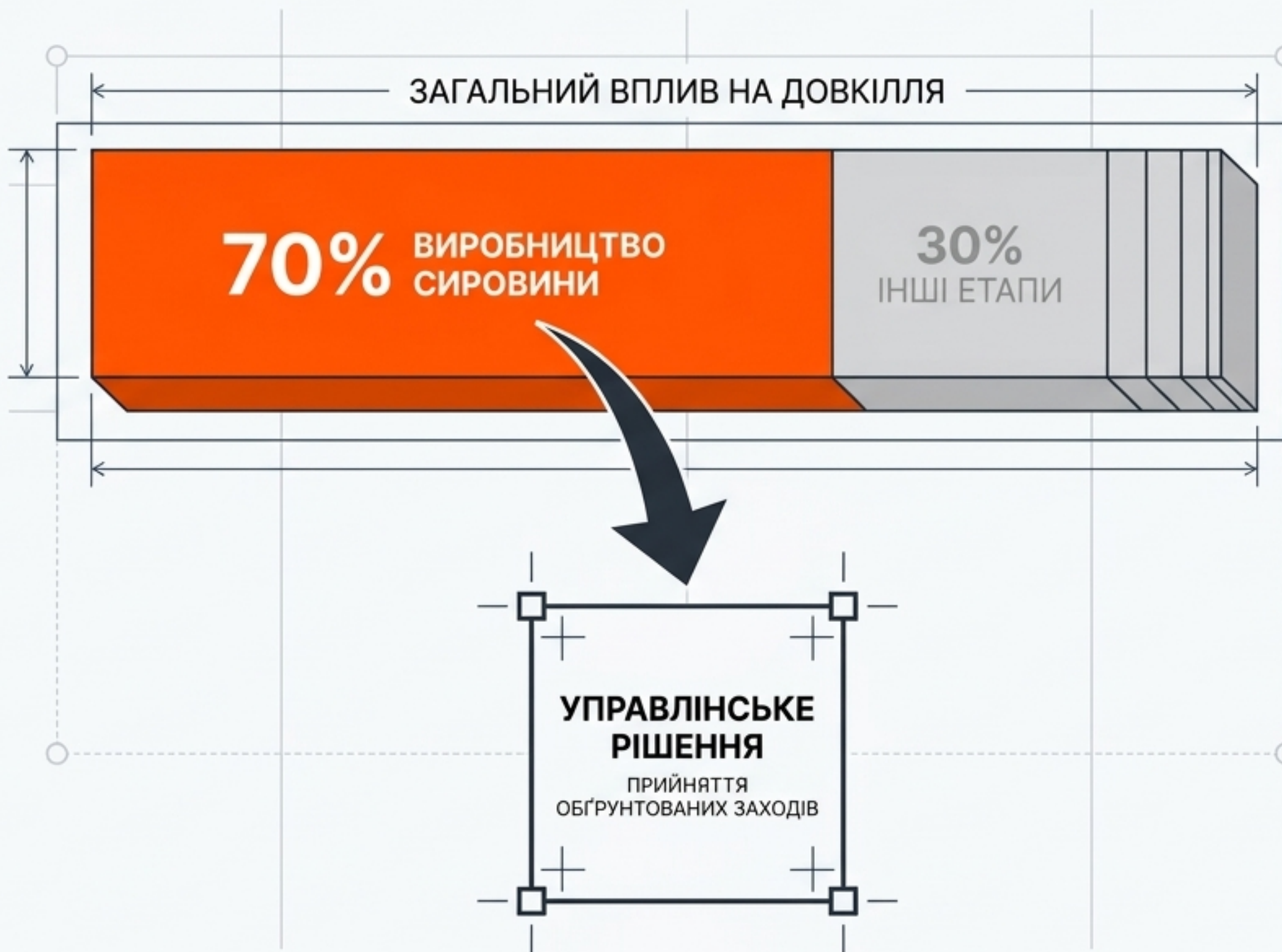
Саме тут потрібно пояснити, що означають отримані результати.

Наприклад, дослідження показало, що 70% кліматичного впливу продукту припадає на виробництво сировини.

Це вже важлива управлінська інформація. Підприємство бачить, що зміна пакування або оптимізація транспорту може дати обмежений результат, а **основний резерв знаходиться саме у виборі матеріалу.**

На цьому етапі також перевіряють, наскільки результат залежить від припущень і як зміниться висновок, якщо певні дані будуть іншими.

Тому інтерпретація — **це не просто повторення цифр. Це перехід від розрахунку до рішення.**



Обмеження та невизначеність LCA

LCA є дуже потужним інструментом, але його результати не варто сприймати як абсолютно точну картину реальності.

У дослідженні завжди є припущення.

Частина даних може бути отримана безпосередньо з підприємства, інша — з баз даних або середніх галузевих значень.

Можуть відрізнятися технології, енергетичний баланс країн, транспортні відстані, способи поводження з продуктом після використання.

На результат також впливають обрані межі системи і функціональна одиниця.

Тому якісне LCA завжди повинно пояснювати, звідки взяли дані, які припущення були зроблені і де є найбільша невизначеність.

Головна цінність LCA полягає не в тому, щоб отримати одну «ідеально точну» цифру, а в тому, щоб побачити структуру впливу протягом усього життєвого циклу і приймати рішення на основі більш повної картини.

Саме на цьому ми будемо будувати наступну тему — як використовувати результати LCA для порівняння альтернатив, пошуку екологічних гарячих точок і прийняття практичних рішень.

