



PRZEMYSŁOWY INSTYTUT
MOTORYZACJI

Zakład Odnawialnych Zasobów Energii

Środowiskowa ocena cyklu życia (LCA) w bioenergetyce

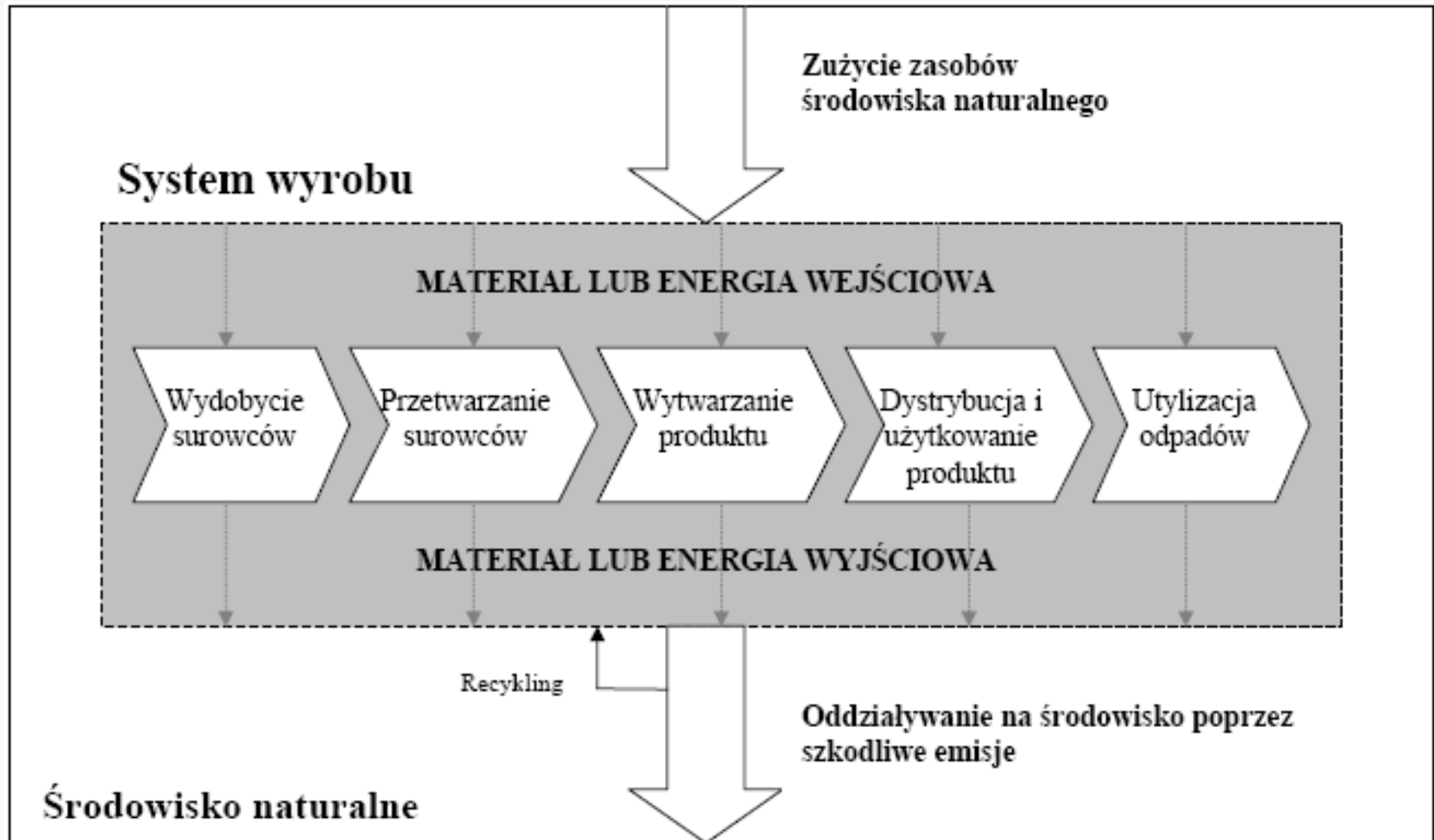
Magdalena Rogulska, Barbara Smerkowska
Izabela Samson-Bręk

Definicja LCA?

- **LCA (*Life Cycle Assessment*)** to „technika mająca na celu ocenę zagrożeń środowiskowych związanych z systemem wyrobu lub działaniem, zarówno poprzez identyfikowanie oraz ocenę ilościową zużytych materiałów i energii oraz odpadów wprowadzanych do środowiska, jak i ocenę wpływu tych materiałów, energii i odpadów na środowisko.
- Ocena dotyczy całego okresu życia wyrobu lub działania począwszy od wydobywania i przetwórstwa surowców mineralnych, procesu produkcji wyrobu, dystrybucji, stosowania, wtórnego wykorzystania, utrzymania, recyklingu i końcowego zagospodarowania oraz transportu.
- LCA ukierunkowuje badanie wpływu na środowisko systemu wyrobu w obszar ekosystemu, zdrowia ludzkiego oraz zużytych zasobów”.

(źródło: Fava et al. 1991, Lindfors et al. 1995)

Kompleksowe ujęcie wpływu LCA na środowisko



Normy ISO

PN-EN ISO 14040: Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu Życia. Zasady i struktura.

PN-EN ISO 14041 (14044/2006): Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu Życia. Wymagania i wytyczne.

PN-EN ISO 14042 (14044/2006): Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu Życia. Wymagania i wytyczne.

PN-EN ISO 14043 (14044/2006): Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu Życia – Wymagania i wytyczne.

PN-EN ISO 14047: Zarządzanie środowiskowe – Ocena wpływu cyklu Życia – Przykłady stosowania ISO 140402.

PN-EN ISO 14048: Zarządzanie środowiskowe – Ocena cyklu Życia – Format dokumentowania danych.

PN-EN ISO 14049: Zarządzanie środowiskowe – Ocena wpływu cyklu Życia – Przykłady stosowania ISO 14041 do określania celu i zakresu oraz analizy zbioru.

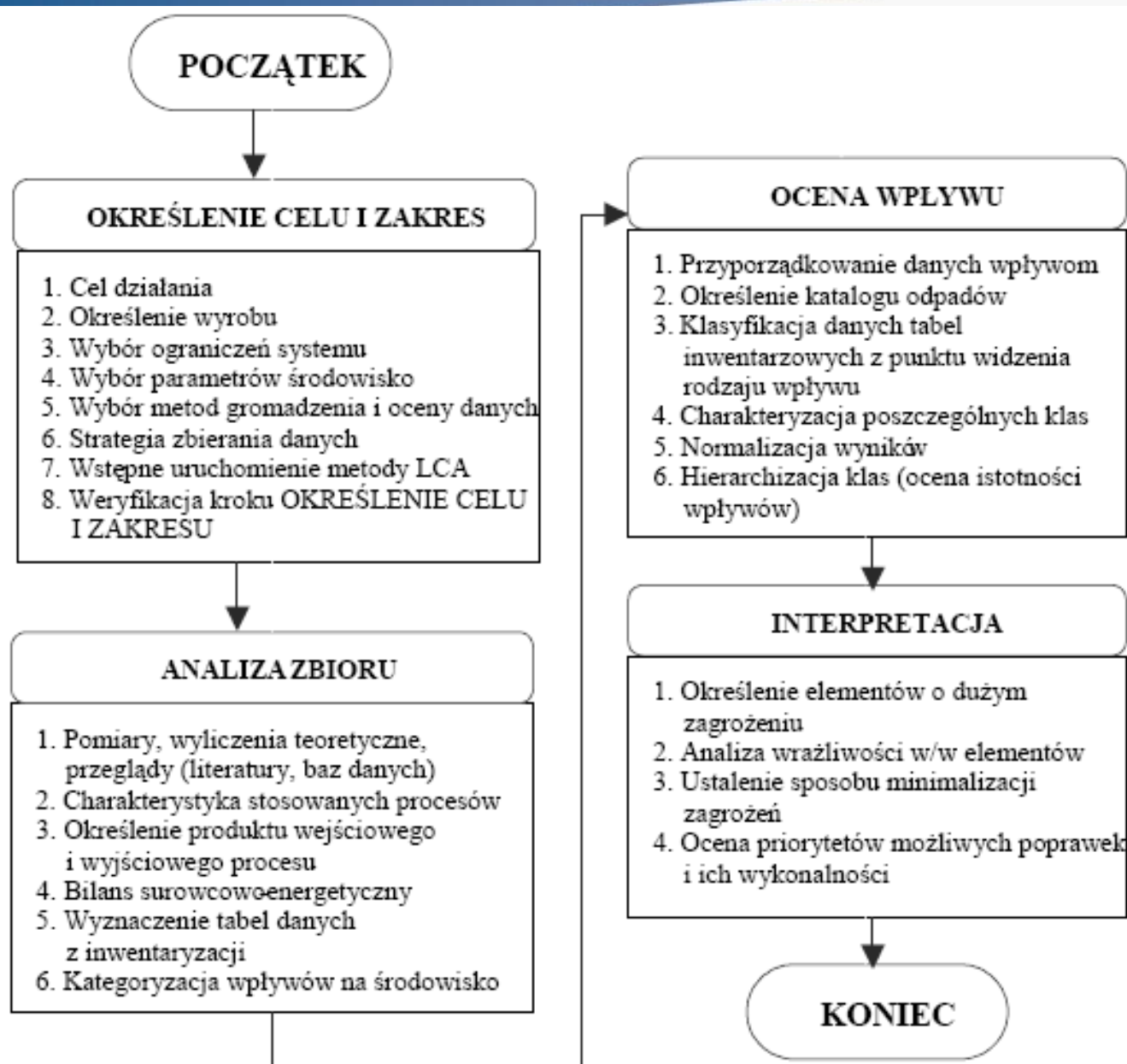
Do czego służy LCA?

- ❖ Identyfikacja środowiskowo słabych punktów w procesach produkcyjnych i cyklach życia wyrobów
- ❖ Modyfikowanie technologii w celu zmniejszenia wpływu na środowisko czy ograniczenia zużycia surowców i energii, innowacje
- ❖ Planowanie, rozwój i doskonalenie wyrobów (np. ocena i porównanie rozwiązań technologicznych)
- ❖ Marketing
- ❖ Wdrażanie systemu ISO 14001 i znakowania środowiskowego
- ❖ Eko-projektowanie wyrobów, etykietowanie środowiskowe oraz deklaracje środowiskowe produktu
- ❖ System GPP (zielone zamówienia publiczne)
- ❖ Kształtowanie polityki środowiskowej

Rezultaty i korzyści

- ❖ Stworzenie uniwersalnej metodyki oceny wpływu działalności gospodarczej na środowisko przyrodnicze
- ❖ Możliwość zapobiegania problemom środowiskowym na etapie projektowania, planowania i rozwoju wyrobów
- ❖ Identyfikacja procesów stwarzających największe zagrożenia środowiskowe oraz pomoc zarządom firm w procesie podejmowania decyzji mających na celu zminimalizowanie wpływu działalności (np. przemysłowej) na środowisko przyrodnicze
- ❖ Redukcja kosztów energii i surowców
- ❖ Efektywne zagospodarowanie odpadów powstających w procesach technologicznych
- ❖ Ochrona zdrowia i życia ludzi
- ❖ Możliwość wyboru wyrobów proekologicznych, zarówno przez konsumentów jak i producentów, w tym dostawców i podwykonawców
- ❖ Prowadzenie działalności zgodnej z zasadami zrównoważonego rozwoju

Fazy LCA



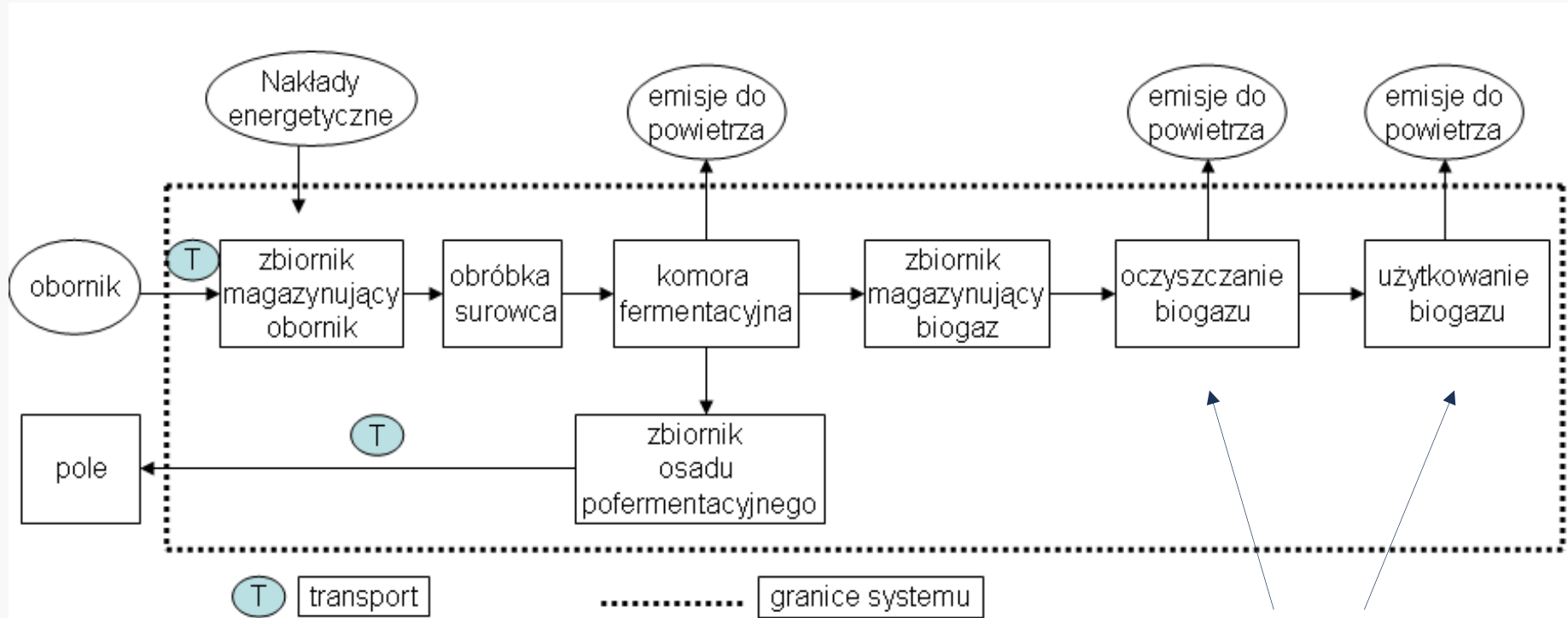
Faza 1: Określenie celu i zakresu

- ❖ Celowi i zakresowi podporządkowane są pozostałe etapy pracy oraz przyjmowane założenia
- ❖ Definiuje się system, jego funkcję oraz jednostkę funkcjonalną
- ❖ Jednostka funkcjonalna to ilościowy efekt systemu wyrobu stosowany jako jednostka odniesienia w badaniach analizy cyklu życia
 - Wszystkie dane są do niej odnoszone
 - Musi być **jasno zdefiniowana i mierzalna**
 - W analizie porównawczej dwa produkty muszą mieć tę samą funkcję i jednostkę funkcjonalną

System i jego granice (definicje wg ISO 14040)

System wyrobu – zbiór materiałowo i energetycznie połączonych procesów jednostkowych które spełniają jedną lub więcej określonych funkcji

Uwaga: „wyrobem” może być zarówno produkt jak i usługa



Procesy jednostkowe

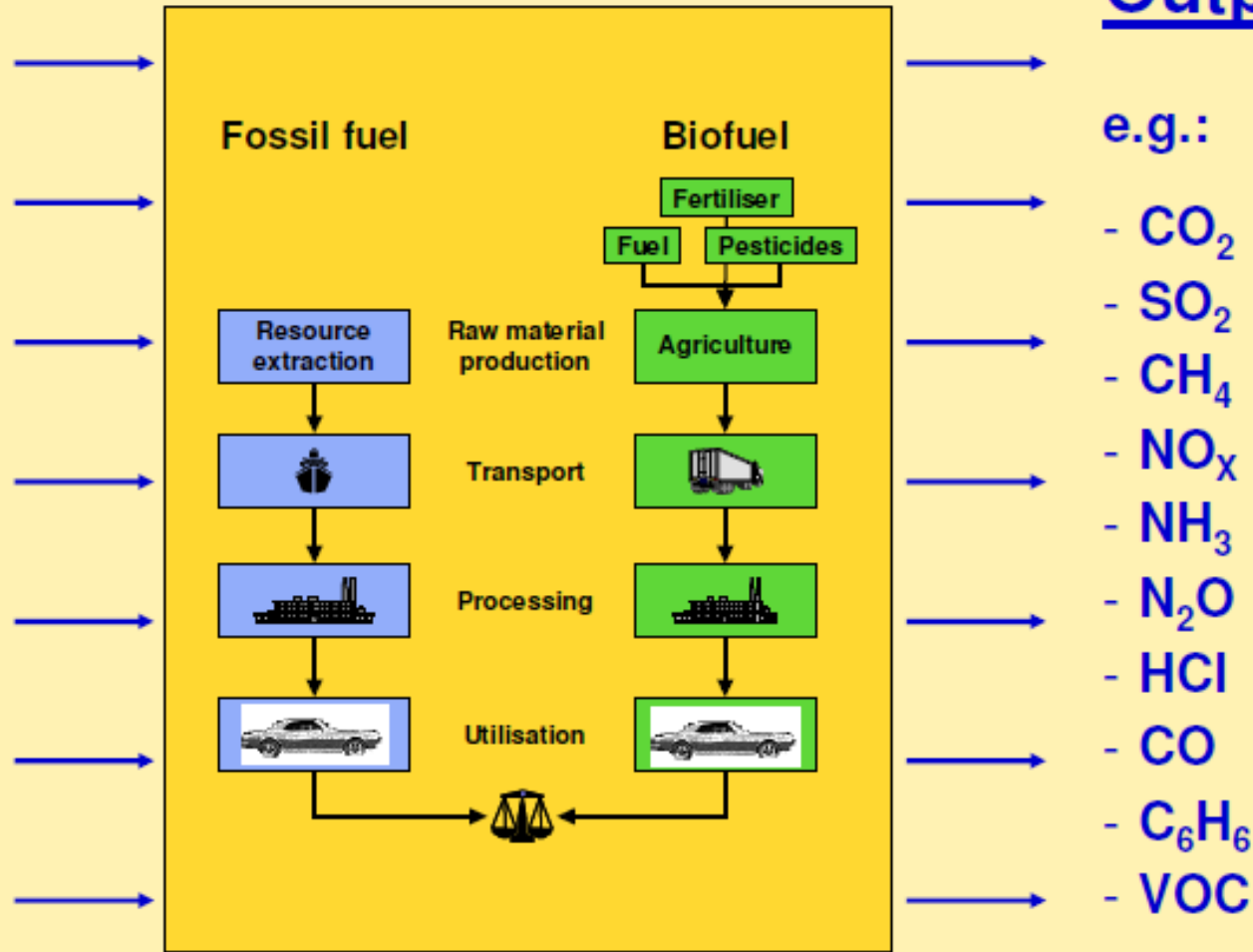
Określenia granic systemu pozwala na określenie, które procesy jednostkowe powinny zostać objęte analizą. Na wyznaczenie granic systemu ma wpływ szereg czynników, między innymi cel badań, przyjęte założenia oraz wykluczenia.

Faza 2: LCI – analiza zbioru wejść i wyjść

Inputs

e.g.:

- natural gas
- crude oil
- brown coal
- hard coal
- uranium
- water



Faza 2: LCI – analiza zbioru wejść i wyjść

Dane można zaliczyć do następujących typów:

- dane wejściowe: nakłady energetyczne, nakłady surowcowe, dane pomocnicze oraz inne;
- dane wyjściowe: produkty, półprodukty oraz odpady;
- emisje zanieczyszczeń do powietrza, wody i gleby;
- inne aspekty środowiskowe.

Dane LCI, czyli materiały i energia, oraz wyjściowe, czyli produkty główne, produkty uboczne, odpady i emisje zanieczyszczeń są gromadzone w postaci **tabel inwentarzowych** prezentujących ilościowe ujęcie zużywanych surowców naturalnych, półproduktów oraz generowanych odpadów. Ważnym etapem gromadzenia danych jest sprawdzenie ich kompletności oraz jakości pozyskiwanych danych.

Źródła danych do analizy LCA

- ❑ Szacunkowe dane z istniejących baz danych lub opracowań statystycznych
- ❑ Aktualne dane literaturowe oraz dane pierwotne
- ❑ Szczegółowe dane pierwotne z bezpośrednich pomiarów, analiz, wywiadów – dane najcenniejsze z punktu widzenia wyników analizy LCA

Faza 3: LCIA – ocena wpływu cyklu życia

- ❖ Należy wybrać metodę oceny wpływu cyklu życia
- ❖ Dobór najbardziej odpowiedniej metody zależy od **założonego celu i zakresu analizy LCA:**

- Kategorie wpływu
- Stopień dokładności oceny wpływu oceny cyklu życia
- Zdefiniowany zakres analizy (np. jeśli bierzemy pod uwagę użycie gruntów rolnych, to musimy wybrać metodę w której jest ono uwzględnione)
- Ramy czasowe
- Zasięg geograficzny
- Sposób określania wag
- Możliwość prezentacji wyniku w postaci jednego bądź wielu punktów

Kategorie wpływu na środowisko - przykład

Tabela 1. Kategorie wpływu na środowisko

Kategoria	Opis
Zubożenie zasobów	wydobycie zasobów nieodnawialnych
Efekt cieplarniany	atmosferyczna absorpcja promieniowania prowadząca do wzrostu globalnej temperatury
Zakwaszenie	zwiększenie kwasowości wody i gleby
Eutrofizacja	zmniejszenie ilości tlenu w wodzie lub glebie przez emisję substancji powodujących zwiększenie produkcji biomasy

Źródło: Clift 1997

Faza 4: Interpretacja wyników analizy

Interpretacja jest ostatnią fazą analizy LCA i towarzyszy wszystkim omówionym etapom począwszy od określenia celu i zakresu, aż po interpretację wyników oceny cyklu życia.

Cel: przegląd i rozważanie wyników oraz sprawdzenie ich kompletności, spójności i przydatności z punktu widzenia założonego celu i zakresu.

Sformułowanie ostatecznych wniosków, wyjaśnienie ograniczeń oraz przedstawienie wytycznych służących zmniejszaniu skutków środowiskowych.

Należy przeprowadzić:

- ❖ Analizę niepewności

- ❖ Sprawdzenie wpływu wyborów związanych z metodyką (np. sposoby alokacji, granice systemu) na uzyskane wyniki (min. dwie metody)

Przykład: biopaliwa i bioenergia

Pozytywny i negatywny wpływ na środowisko:

+

- CO₂ neutral
- Save energetic resources
- Organic waste reduction
- Less transport
- etc.

-

- Land use
- Eutrophication of surface water
- Water pollution by pesticides
- Energy intensive production
- etc.



Total:
positive or negative
?

W ramach projektu analizą LCA objęte były dwa etapy:

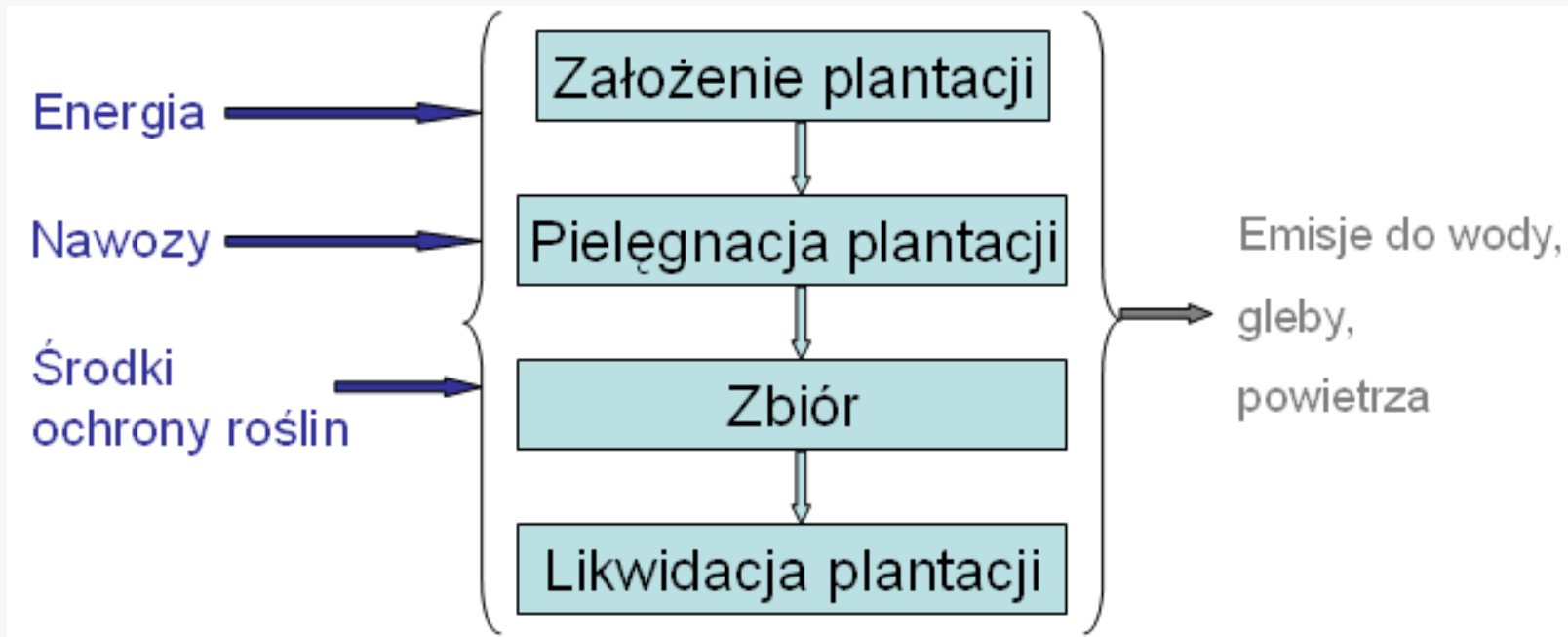
- ❑ etap pozyskiwania biomasy (uprawa roślin)
- ❑ etap technologiczny (otrzymywanie bioetanolu II generacji)

W celu zgromadzenia danych zostały opracowane tabele inwentarzowe, które ułatwią partnerom projektu odpowiedzialnym za poszczególne etapy gromadzenie danych.

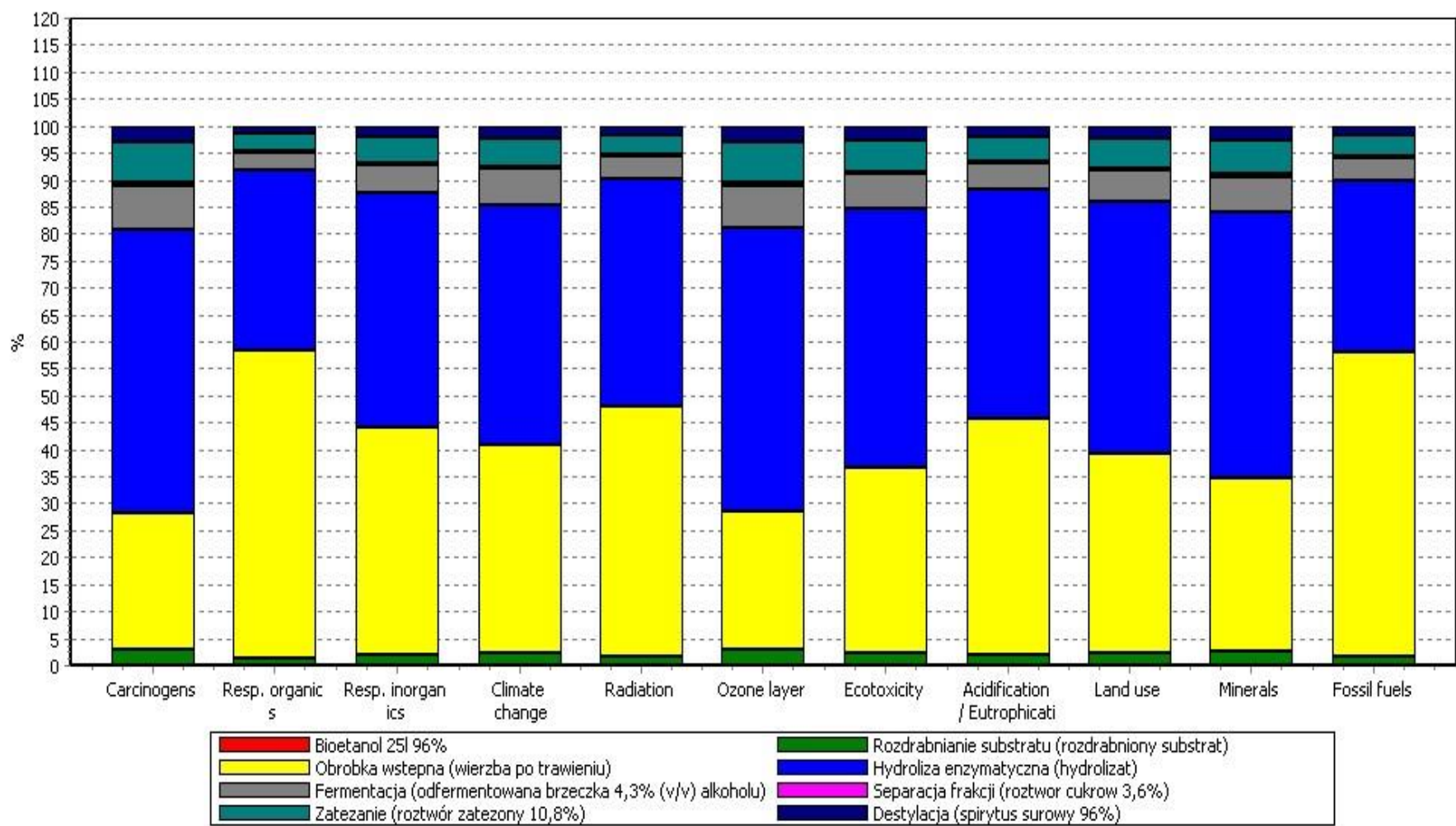
Stosowane narzędzie komputerowe – program SimaPro, w którym dostępnych jest do wyboru 19 metod oceny wpływu cyklu życia

Procesy rolnicze

- ❑ Jednostka funkcjonalna: dla upraw – 1 tona wyprodukowanej biomasy
- ❑ Granice systemu: od pozyskania surowca do zagospodarowania odpadów z biorafinerii lignocelulozowej
- ❑ Na etapie produkcji roślin energetycznych (wierzba, robinia, topola), do obliczeń włączono zabiegi związane z nawożeniem, stosowaniem środków ochrony roślin oraz zużyciem paliwa podczas prac polowych i obróbki biomasy.



Analiza wyników – etap technologiczny (przykład)



Analyzing 0,511 GJ 'Bioetanol 25l 96%'; Method: Eco-indicator 99 (H) V2.06 / Europe EI 99 H/H / characterization

Wyniki LCA dla produkcji bioetanolu z biomasy lignocelulozowej dla każdej kategorii wpływu wg metody EcoIndicator -99

Ethanol vs. Biogas used as car fuels (1)

Cel opracowania: porównanie dwóch paliw: biogazu i etanolu

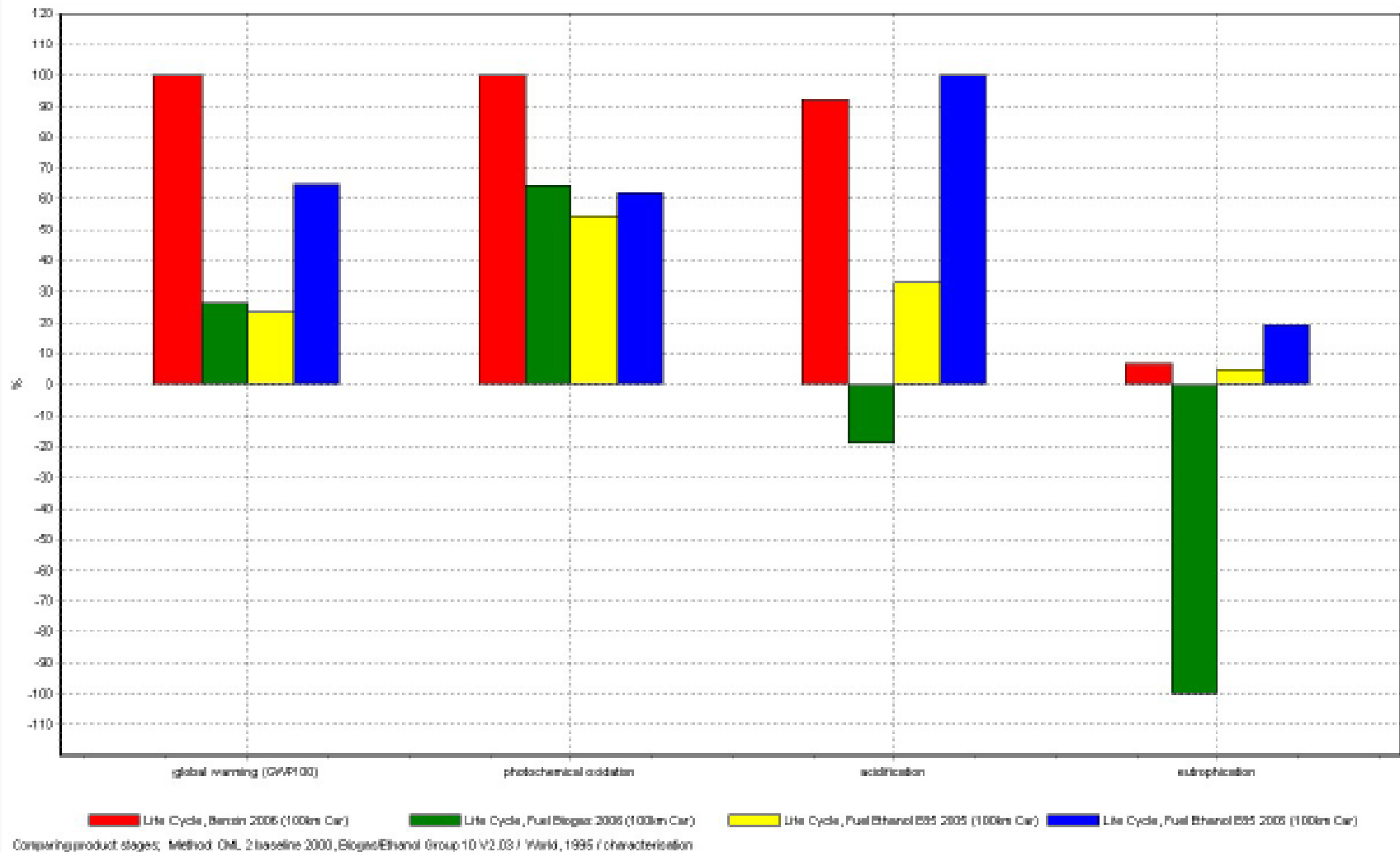
Jednostka funkcjonalna: 100km przejechanych na wspomnianych paliwach przez samochód osobowy (teren miejski i autostrada)

Zużycie paliwa na 100km: 7 litrów dla benzyny, 6.3 kg dla biogazu i 9.1 litra dla etanolu

Granice systemu (biogaz): załadunek i transport surowca, eksploatacja biogazowni, oczyszczanie biogazu, spalanie biogazu jako paliwa silnikowego

Etanol (z pszenicy oraz z materiału drzewnego): produkcja surowca, zużycie energii na poszczególnych etapach, emisje podczas etapu produkcji paliwa oraz jego spalania

Wyniki (przykład)



System referencyjny: produkcja benzyny

Podsumowanie

- ➔ LCA może być bardzo użytecznym narzędziem do oceny wpływu na środowisko różnorodnych wyrobów, w tym produkcji biomasy i biopaliw, ale ma szereg ograniczeń.
- ➔ Jakość analiz i prezentowanych wyników zależy od jakości danych wejściowych.
- ➔ Opracowywany jest europejski system referencyjny danych (tzw. ILCD International Reference Life Cycle data System) do analiz LCA, ale jeszcze nie działa.
- ➔ Narzędzie jest doskonałe i coraz powszechniej stosowane , szczególnie w pracach badawczych.



PRZEMYSŁOWY INSTYTUT
MOTORYZACJI

Dziękuję za uwagę

Magdalena Rogulska
m.rogulska@pimot.eu