



## **Analiza cyklu życia wyrobów budowlanych**

**dr inż. Anna Kuczyńska-Łażewska**

Katedra Konwersji i Magazynowania Energii

Wydział Chemiczny Politechniki Gdańskiej

[anna.kuczynska@pg.edu.pl](mailto:anna.kuczynska@pg.edu.pl)

Konsultacje wtorki 9:15-10:00

Pokój 104b Chemia C

Powtórzenie

# Procedura

1. Prowadząc badania metodą LCA w pierwszej kolejności określa się **cel i zakres badań**, tzn. m.in. ustala się **jednostkę funkcjonalną**, podlegającą analizie, czyli najmniejszą część wyrobu, która będzie określać poziom odniesienia. Jednostką funkcjonalną może być np. 1 kg produktu, 1 MJ energii, 1 sztuka maszyny.
2. Dla wybranej jednostki funkcjonalnej analizowane i zbierane są dane ilościowe o wielkości emisji, ilości zużytych materiałów i energii itp. - **analiza zbioru wejść i wyjść**.
3. Następnie otrzymane wyniki są klasyfikowane do wybranych kategorii wpływu, dla których w odpowiednio dobranych i naukowo uzasadnionych jednostkach (np. zmiany klimatu wyrażone w kg równoważnika CO<sub>2</sub>), przypisane wielkości wpływu - **ocena wpływu**.
4. Prowadzona procedura podlega weryfikacji i **interpretacji** w czwartej ostatniej fazie.

# Jednostka funkcjonalna

- Jednostka funkcjonalna to najmniejsza jednostka przyjęta do badań i stanowiąca ilościowy efekt systemu produkcji LCA.
- Głównym zadaniem jednostki funkcjonalnej jest dostarczenie płaszczyzny odniesienia dla normalizowania danych wejściowych i wyjściowych systemu.
- Powinna być ona jasno zdefiniowana i mierzalna.
- Najprostszymi jednostkami funkcjonalnymi są jednostki fizyczne jak np. m, J, kg, s, K, itd.
- Mogą to być też pojedyncze urządzenie/maszyna czy jedna z funkcji tego urządzenia lub powierzchnia do zagospodarowania, dla których ustala się przepływ materiałów i energii.
- Jednostki pojedyncze mogą być łączone w złożone, np. tonokilometr (dla transportu),  $m^2 \times rok$ , lumen  $\times rok$ , itd.
- **Jednostka funkcjonalna musi być dobrana w sposób odpowiedni do celu analizy.**

życie ludzkie

- czynniki rakotwórcze
- emisje związków organicznych
- emisje związków nieorganicznych
- zmiany klimatu
- promieniowanie
- zniszczenia warstwy ozonowej

jakość ekosystemu

- ekotoksyczność
- zakwaszenie/eutrofizacja
- wykorzystanie terenu

zużycie surowców

- wykorzystanie surowców mineralnych
- zużycie paliw

# Kategorie szkody i wpływu w metodzie *Eco-indicator 99*

Kategoria szkody	Jednostka	Kategoria wpływu
Zdrowie ludzkie	DALY	Czynniki rakotwórcze
		Promieniowanie jonizujące
		Wpływ zw. nieorganicznych na układ oddechowy
		Wpływ zw. organicznych na układ oddechowy
		Zmiany klimatu
		Zubożenie warstwy ozonowej
Jakość ekosystemu	PDF·m <sup>2</sup> ·rok	Ekotoksyczność
		Zagospodarowanie terenu
		Zakwaszanie / Eutrofizacja
Zużycie zasobów	Nadwyżka energii w MJ	Zużycie paliw kopalnych
		Zużycie surowców mineralnych

DALY – *Disability Adjusted Life Years* – lata życia dotknięte niepełnosprawnością,  
 PDF·m<sup>2</sup>·rok – *Potentially Disappeared Fraction* – część gatunków potencjalnie zagrożona,  
 MJ – megadżul.

jakość ekosystemu (*Ecosystem Quality - EQ*) - szkody pogarszające jakość ekosystemu, mierzone poprzez liczbę gatunków zwierząt bądź roślin zanikających na wyznaczonym obszarze w przeciągu określonego czasu, PAF (*Potentially Affected Fraction*) – frakcja gatunków narażona na dany wpływ w ciągu roku na obszarze m<sup>2</sup>.

## Przeliczenie substancji na eq. CO<sub>2</sub> (efekt cieplarniany)

Substancja	Wzór	GWP <sub>i</sub> (kg CO <sub>2</sub> /kg substancji)
Dwutlenek węgla	CO <sub>2</sub>	1
Tlenek węgla	CO	2
Chloroform	CHCl <sub>3</sub>	5
Metan	CH <sub>4</sub>	25
1,1,1-trójchloroetan	CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub>	110
Podtlenek azotu	N <sub>2</sub> O	320
Tetrachlorometan	CCl <sub>4</sub>	1400
CFC11	CFCl <sub>3</sub>	4000
Halon 1301	CF <sub>3</sub> Br	5600
HFC14	CF <sub>4</sub>	6300
CFC12	CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	8500
CFC13	CF <sub>3</sub> Cl	11700
HFC23	CHF <sub>3</sub>	12100
HFC116	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	12500
Sześćfluorek siarki	SF <sub>6</sub>	24900

## Przeliczenie substancji na eq. SO<sub>2</sub> (zakwaszenie)

Substancja	Wzór	GWP <sub>i</sub> (kg SO <sub>2</sub> /kg substancji)
Dwutlenek siarki	SO <sub>2</sub>	1,00
Trójtlenek siarki	SO <sub>3</sub>	0,80
Dwutlenek azotu	NO <sub>2</sub>	0,70
Tlenki azotu	NO <sub>x</sub>	0,70
Tlenek azotu	NO	1,07
Chlorowodór	HCl	0,88
Kwas azotowy	HNO <sub>3</sub>	0,51
Kwas siarkowy	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,65
Kwas fosforowy	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,98
Fluorowodór	HF	1,60
Siarkowodór	H <sub>2</sub> S	1,88
Amoniak	NH <sub>3</sub>	1,88



# Ocena wpływu - klasyfikacja

Klasyfikacja polega na przypisaniu wyników uzyskanych podczas inwentaryzacji danych, zapisanych w tablicy inwentaryzacyjnej, do odpowiednich kategorii wpływu.

Obciążenia są przeliczane poprzez odniesienie do wspólnej jednostki dla danej kategorii (za pomocą **równoważników obciążenia**).

Otrzymany dla danej kategorii pojedynczy wynik liczbowy stanowi potencjalne równoważne obciążenie środowiska – **wskaźnik kategorii oddziaływania na środowisko**.

# Normalizacja

W normie ISO 14042 jest to pierwszy krok nieobowiązkowy - opcjonalny.

Jako system odniesienia wybiera się zazwyczaj jeden kraj i odpowiednie wartości obciążeń charakteryzujące dany obszar w kg/rok.

Dzieląc wartość wskaźnika kategorii (wynik charakteryzowania) przez wartość odniesienia otrzymujemy wartość liczbową, którą interpretujemy jako udział danej kategorii wpływu w ogólnym problemie środowiskowym.

Wyniki znormalizowane można porównywać (wcześniejsze porównania nie są możliwe z powodu różnych rodzajów danych), można również określić wskaźnik kategorii wpływu dla danego regionu.

# Grupowanie

**Grupowanie** – polega na porządkowaniu i, w miarę możliwości, uszeregowaniu kategorii wpływu.

W przypadku metody Eco-indicator 99 wskaźniki kategorii są definiowane w odniesieniu do trzech *punktów końcowych celem osiągnięcia optimum powiązań ekologicznych*.

Wskaźniki kategorii wpływu, które dotyczą tych samych punktów końcowych są tak definiowane, aby ich jednostki wyrażania wyników były takie same. Pozwala to na sumowanie wyników wskaźników w ramach grup. Oznacza to, że końcowy wynik oceny może być prezentowany w postaci trzech wskaźników na poziomie *punktów końcowych bez ważenia*.

# Ważenie

**Ważenie – to przekształcenie wartości wskaźników w parametry liczbowe poprzez przyznanie** określonej ilości punktów każdej z kategorii szkód.

Ważenie prowadzi najczęściej do redukcji liczby wskaźników, a nawet do jednej wartości wskaźnika, co ułatwia porównywanie. Polega to na ustaleniu wartości mnożników wagowych dla określonych znormalizowanych wskaźników kategorii oddziaływania.

Jednostką ważenia jest **Pt (point)** – informuje ona o wpływie na środowisko wywieranym średnio przez jednego Europejczyka w okresie jednego roku. Ze względu na subiektywny charakter metody nie ma jednoznacznych zaleceń do jej stosowania.

# Metodyka Eko-wskaźnika 99

Modele oddziaływań na środowisko mogą:

- być oceniane dla dłuższej perspektywy czasu (uwzględniają minimum wyników badań naukowych)  
– metoda **egalitarna (E)**,
- być oceniane dla krótszej perspektywy czasu (oparte na sprawdzonych efektach i ocenach)  
– metoda **indywidualna (I)**,
- mieć charakter perspektywiczny (bazują na konsensusie teorii naukowych co do oceny efektów)  
– metoda **hierarchiczna (H)**.