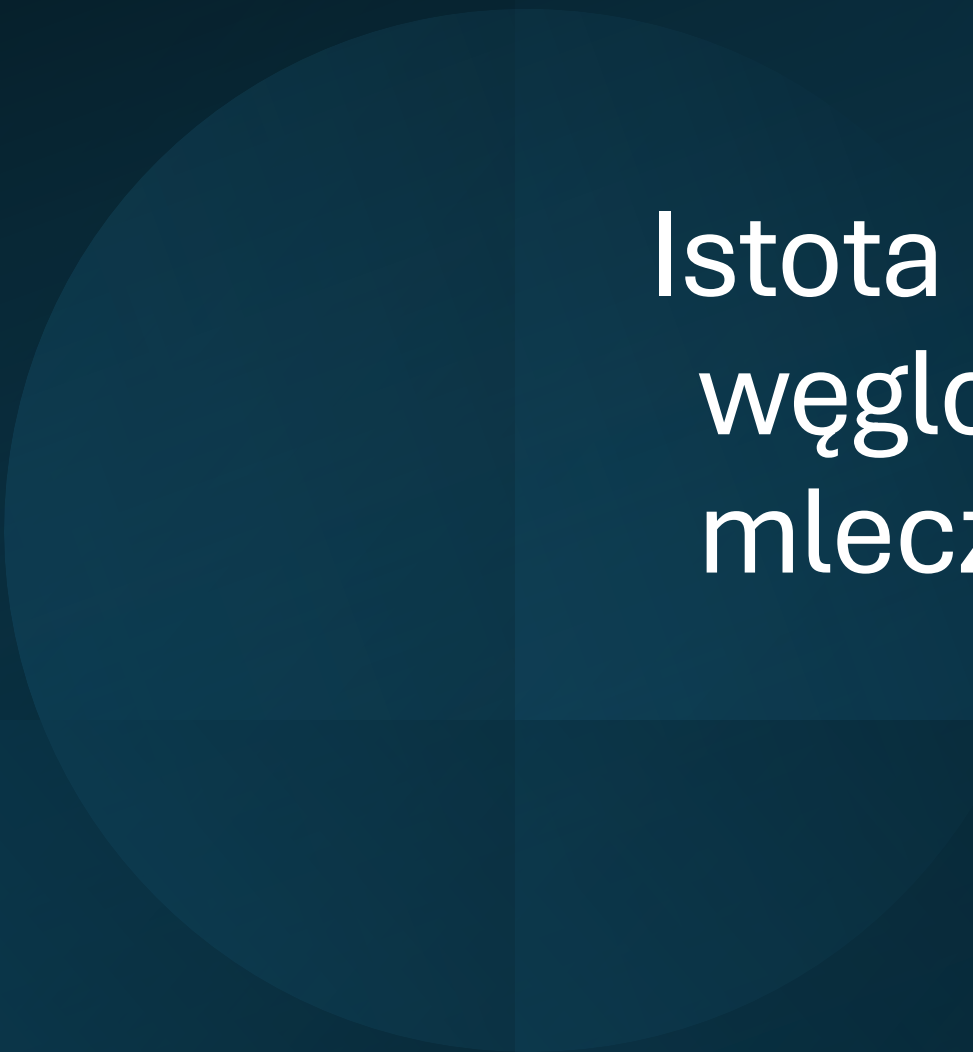


Ślad węglowy produktów mleczarskich



Tematyka

- istota kalkulacji śladu węglowego produktów mleczarskich
- scope 1, 2 i 3 w przedsiębiorstwach mleczarskich
- ślad węglowy surowca i materiałów wykorzystywanych w przetwórstwie mleka
- interesariusze i ich oczekiwania – szczególna istotność w obszarze handlu
- obszary ujawnień objętych Europejskimi Standardami Zrównoważonego Rozwoju w odniesieniu do emisji gazów cieplarnianych



Istota kalkulacji śladu węglowego produktów mleczarskich

EMISJA GAZÓW CIEPLARNIANYCH

1) Gazy cieplarniane to substancje gazowe, których obecność i możliwość zatrzymywania energii słonecznej w atmosferze ziemskiej przyczynia się do powstawania efektu cieplarnianego, czyli stopniowego podwyższania się temperatury atmosfery i powierzchni Ziemi. Sześć podstawowych gazów cieplarnianych to: dwutlenek węgla, metan, podtlenek azotu, fluorowęglowodory, perfluorowęglowodory oraz sześć fluorków siarki.

2) Protokół Gazów Cieplarnianych (ang. Greenhouse Gas Protocol, GHG Protocol). Jest to najpopularniejszy sposób mierzenia emisji stosowany zarówno przez podmioty sektora publicznego, jak i prywatnego. Jego standardy mają zastosowanie do operacji, łańcuchów wartości i działań łagodzących zmiany klimatu.

Przykładowe procesy w przetwórstwie



- transport mleka surowego z gospodarstwa do miejsc przerobu oraz transport



międzyzakładowy produktu



- produkty uwalniane w procesach, produkcji, dostawach i konsumpcji; materiałów (np. chemikalia, materiały opakowaniowe, składniki, wytworzone czynniki)



chłodnicze, straty i inne źródła emisji)



- zużycie wody na terenie zakładu i zarządzanie nią



- zużycie energii

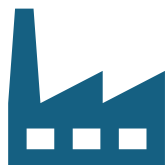


- zużycie nośników energii, która została przez nie wytworzona przy użyciu procesu



związanego z emisją gazów cieplarnianych (np., energia elektryczna, gaz)

Cechy procesu



- Istotność – upewnić się, że inwentaryzacja GHG odzwierciedla emisje GHG firmy i służy potrzebom podejmowania decyzji przez użytkowników, zarówno wewnętrznych jak i zewnętrznych;



- Kompletność – obliczenie i raportowanie wszystkich źródeł emisji oraz aktywności w ramach wybranych granic inwentaryzacji oraz ujawnienie i ocena każdego specyficznego wyłączenia;

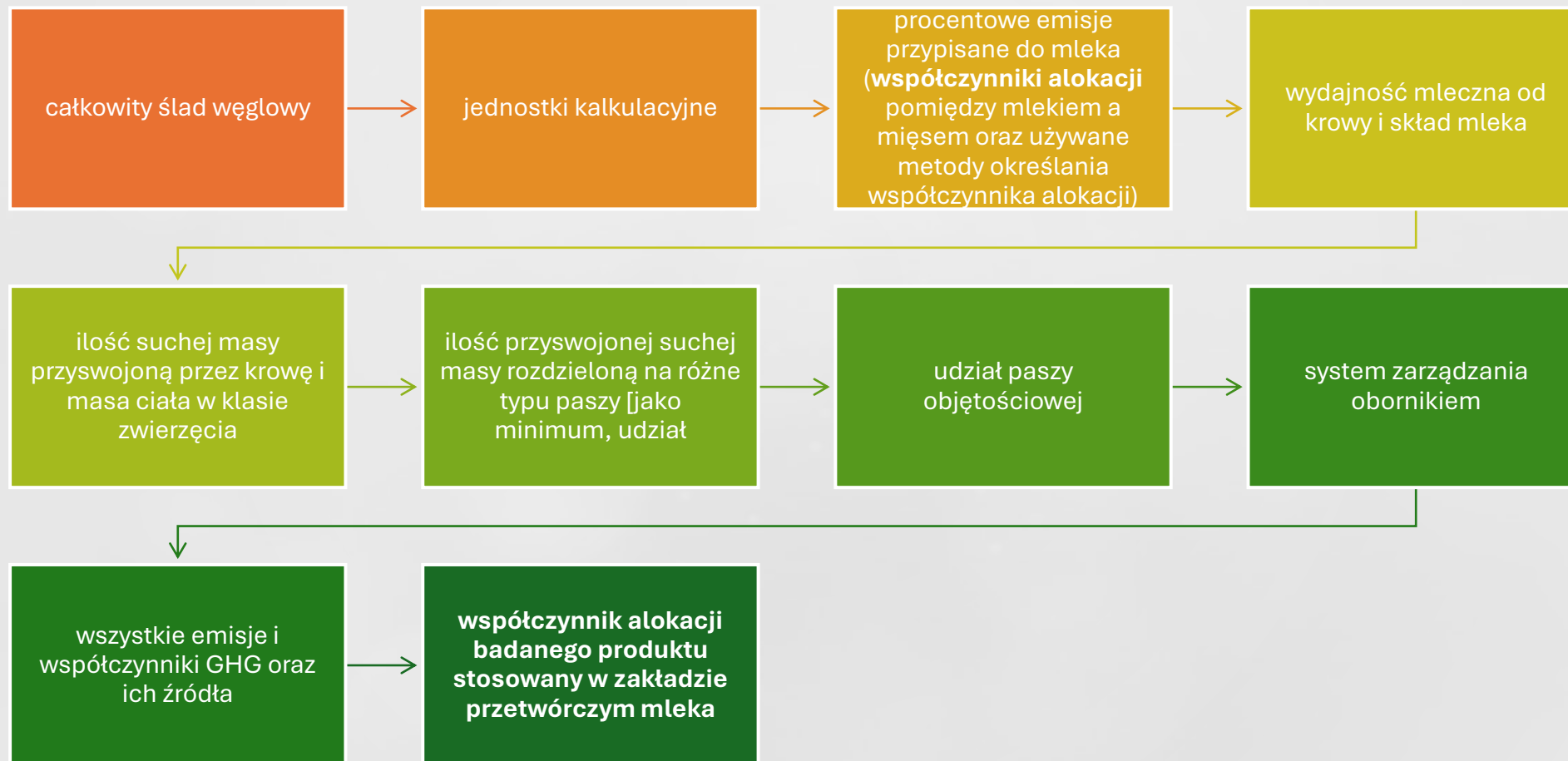


- Spójność – używanie spójnych metodologii by umożliwić racjonalne porównanie emisji w perspektywie czasowej; przejrzyste dokumentowanie każdej zmiany danych, inwentaryzacji emisji, metod lub jakichkolwiek inne ważne czynników;



- Transparentność – adresowanie wszystkich zagadnień w sposób merytoryczny i spójny, bazując na przejrzystej ścieżce.

Przykładowe procesy w przetwórstwie



Scope 1, 2 i 3 w przedsiębiorstwach mleczarskich

Kalkulacja śladu węglowego

Etap 1. Przeliczenie pierwotnych i wtórnych danych na emisje GHG mnożąc dane odnoszące się do działalności przez współczynnik emisji dla danej aktywności – pozwala to na podanie emisji GHG w przeliczeniu na jednostkę kalkulacyjną produktu.

Etap 2. Dane emisji GHG są przeliczane na emisje CO₂e poprzez mnożenie indywidualnych danych przez odpowiedni współczynnik globalnego potencjalnego ocieplenia (GWP)

W efekcie ślad węglowy produktu staje się sumą wszystkich surowców, energii i strat we wszystkich etapach w cyklu życia produktu, pomnożonych przez ich współczynniki emisji.

Kalkulacja śladu węglowego

Współczynniki GWP ulegają zmianom na przestrzeni lat, wobec tego przy wyliczaniu śladu węglowego produktu, powinno się brać pod uwagę stosowane najbardziej aktualne z nich.

1 kg metanu (CH_4) = 25 kg CO_2e

1 kg of tlenku diazotu (N_2O) = 298 kg CO_2e

OBSZARY RAPORTOWANIA EMISJI

Systemem pomiaru emisji gazów cieplarnianych ustanowionym przez Protokół GHG jest obliczanie emisji w trzech różnych zakresach (scope 1, 2 i 3), w zależności od celu:

- 1) Zakres 1** – dotyczy emisji bezpośrednich, czyli powstałych w wyniku spalania paliw w obiektach stacjonarnych lub mobilnych (np. samochody) należących do firmy składającej sprawozdanie.
- 2) Zakres 2** – uwzględnia emisje o charakterze pośrednim związane z konsumpcją importowanej (zakupionej lub dostarczonej) energii cieplnej, elektrycznej czy chłodu, wyprodukowanych przez podmioty trzecie.
- 3) Zakres 3** – to wszystkie pozostałe emisje powstałe w wyniku działalności przedsiębiorstwa, związane np. z transportem surowców, z gospodarką odpadami czy z podróżami służbowymi.

Obszary - upsteam

1. **Zakupione surowce i usługi** - emisje związane z wydobyciem i wytworzeniem surowców i usług
2. **Dobra kapitałowe** emisje związane z wyprodukowaniem dóbr kapitałowych
3. **Emisje związane z energią i paliwami** nieujęte w zakresie 1 i 2
4. **Transport i dystrybucja** - transport i dystrybucja produktów nabywanych przez raportującą firmę w raportowanym okresie pomiędzy dostawcą a tą firmą pojazdami lub urządzeniami niebędącymi własnością, bądź pod kontrolą raportującej firmy
5. **Odpady** - utylizacja i przetwarzanie odpadów w ciągu raportowanego okresu w obiektach, które nie są własnością i nie są kontrolowane przez spółkę raportującą
6. **Podróże służbowe** - transport pracowników związany z działalnością biznesową w ciągu raportowanego okresu w pojazdach, które nie są własnością lub nie są zarządzane przez raportującą firmę
7. **Dojazdy pracowników do pracy** - transport pracowników pomiędzy ich domami i ich miejscami pracy w ciągu roku sprawozdawczego w pojazdach, które nie są własnością lub są obsługiwane przez firmę sprawozdawczą
8. **Wynajęte aktywa** - emisje związane z obsługą aktywów wynajętych przez jednostkę sprawozdawczą (najemca) w roku sprawozdawczym i nieobjęta zakresem 1 i 2

Obszary – downstream

1. **Downstream** – transport i dystrybucja
2. **Przetwarzanie sprzedanych produktów** - przetwarzanie produktów pośrednich sprzedawanych w roku sprawozdawczym do klientów (wymagana współpraca z nabywcami)
3. **Użytkowanie** sprzedanych produktów
4. **Postępowanie ze sprzedanymi produktami** po zakończeniu ich użytkowania
5. **Wynajęte aktywa** - obsługa aktywów należących do firmy sprawozdającej (wynajmujący) i wynajmowanych innym podmiotom w roku sprawozdawczym, nieujęte w zakresie 1 i 2)
6. **Franczyza**
7. **Inwestycje** - działalność inwestycyjna (w tym inwestycje kapitałowe i długoterminowe oraz finansowanie projektów) w roku obrotowym, nieobjęte zakresem 1 lub 2)

Metodyka – zakres 1

Identyfikacja źródeł emisji:

- Spalanie stacjonarne: kotły, turbiny, podgrzewacze procesowe, piece.
- Spalanie mobilne: samochody dostawcze, wózki widłowe, pojazdy rolnicze i transportowe.
- Emisje uboczne (chłodzenie): wycieki czynników chłodniczych

Dane i kalkulacje:

- Ilość paliwa zużytego $\times$ współczynnik emisji $\times$ GWP gazu.
- Dane pochodzą z faktur, liczników, pomiarów lokalnych (np. przepływomierze).
- Współczynniki emisji
- Dokumentacja powinna obejmować opis źródeł, metod obliczeń, kontrolę jakości i archiwizację.

Jakość danych:

- Wymagana walidacja wewnętrzna – kontrola przeliczeń, zgodności jednostek, porównania międzyokresowe.
- Dokumentowanie wszystkich zmian w źródłach lub sposobach pomiaru.

Chłodnictwo i klimatyzacja:

- Obliczenia metodą bilansu masy lub sprzedaży czynnika.
- Monitorowanie ubytków i utylizacji – szczególnie ważne w chłodniach i cysternach.

Metodyka – zakres 2

•Zakres emisji:

- Emisje z wytwarzania zakupionej energii elektrycznej, pary, ciepła lub chłodu.

•Metody obliczeń:

- **Metoda lokalizacyjna:** emisje wg średniego wskaźnika sieci, z której korzysta zakład.
- **Metoda rynkowa:** emisje zależne od wyboru dostawcy i rodzaju energii

Dane i wskaźniki:

- Zużycie energii (MWh) × współczynnik emisji (kg CO₂e/MWh).
- Źródła: GHG Protocol, KOBiZE, operator sieci, dostawca energii.

Raportowanie:

- Obowiązek stosowania jednolitych kryteriów jakości danych
- Wskazane potwierdzenie od dostawcy energii odnawialnej.

Metodyka – zakres 3

Cel: pełna inwentaryzacja emisji pośrednich w całym łańcuchu dostaw – upstream i downstream.

Podstawowe kroki:

- 1.Określenie celów biznesowych inwentaryzacji (redukcja, transparentność).
- 2.Identyfikacja istotnych kategorii Scope 3.
- 3.Wyznaczenie granic organizacyjnych i operacyjnych.
- 4.Zbieranie danych (priorytet: dane pierwotne od dostawców).
- 5.Alokacja emisji (wg ilości surowca lub udziału).
- 6.Weryfikacja i raportowanie

Główne obszary metodyczne Scope 3 w mleczarstwie

1. Purchased Goods and Services - Zakupy dóbr i usług

- „Cradle-to-gate” – emisje od produkcji surowca (mleka) do momentu dostarczenia do przetwórnii.
- Największy składnik śladu – 70–80% całkowitych emisji.
- **Narzędzie:** FARM Environmental Stewardship (FARM ES).
- Metoda: Supplier-specific (zbieranie danych z gospodarstw), ewentualnie stratified sampling.
- Dane: wielkość stada, energia, nawożenie, zarządzanie gnojowicą, transport pasz.

Główne obszary metodyczne Scope 3 w mleczarstwie

2. Capital Goods - inwestycje

- Emisje z inwestycji - maszyn i urządzeń wykorzystywanych w zakładzie.
- Metoda: *hybrydowa* – łączenie danych dostawcy z danymi średnimi branżowymi.
- Dane: materiały, energia, transport komponentów.

Główne obszary metodyczne Scope 3 w mleczarstwie

3. Fuel and Energy Related Activities

- Emisje z wydobycia, produkcji i transportu paliw oraz energii elektrycznej (bez zużycia).
- Źródła danych: eGRID, EPA, bazy LCA, dostawcy energii.
- Metoda: Supplier-specific; obliczenia na podstawie wskaźników upstream.

Główne obszary metodyczne Scope 3 w mleczarstwie

4. Upstream Transportation and Distribution

- Emisje z transportu mleka i surowców, jeśli usługę realizują podmioty zewnętrzne.
- Dane: kilometry, rodzaj paliwa, charakterystyka pojazdu.
- Metoda: Distance-based; emisje liczone z użyciem narzędzi GHG Protocol Transport Tool.

Główne obszary metodyczne Scope 3 w mleczarstwie

5. Waste Generated in Operations

- Odpady i ścieki z zakładu; metody: Waste-Type-Specific (dla rodzaju odpadu).
- Dane: tony/m³ odpadu × wskaźnik emisji (np. IPCC lub EPA WARM).
- CO₂ z biomasy – raportowany poza zakresami.

Główne obszary metodyczne Scope 3 w mleczarstwie

6. Upstream Leased Assets

- Emisje z dzierżawionych przez zakład budynków lub sprzętu.
- Metoda: Asset-Specific – dane o zużyciu paliwa, energii, czynnikach chłodniczych.

Główne obszary metodyczne Scope 3 w mleczarstwie

7. Downstream Transportation and Distribution

- Transport gotowych produktów do odbiorców – liczone analogicznie do upstream.
- Uwzględnia zużycie paliwa, chłodzenie, magazynowanie.

8. Downstream Leased Assets

- Obiekty należące do firmy, ale wynajmowane innym podmiotom.
- Metoda jak dla upstream leased assets.

Główne obszary metodyczne Scope 3 w mleczarstwie

9. Pozostałe kategorie (o niższym wpływie):

- Business Travel
- Employee Commuting
- Processing of Sold Products (np. przerób przez inne zakłady)
- Use of Sold Products (np. przechowywanie, gotowanie przez konsumenta)
- End-of-Life Treatment of Sold Products (utylicacja opakowań i resztek)
- Franchises, Investments – rzadko stosowane w sektorze mleczarskim, ale opisane metodycznie (Average-data, Franchise-specific, Investment-specific).

Metodyka wspólna i uzupełniająca

Obszar	Podstawa metodyczna	Kluczowe elementy
Granice organizacyjne	equity share / kontrola finansowa / kontrola operacyjna	te same zasady dla wszystkich zakresów
Współczynniki emisji	IPCC / KOBiZE / eGRID / LCA / GHG Protocol	muszą być zgodne z regionem i technologią
Jakość danych	5 zasad GHG Protocol: relevance, completeness, consistency, transparency, accuracy	wymagana dokumentacja i archiwizacja
Redukcja i cele SBTi	Science Based Targets Initiative	obowiązek weryfikacji zgodności z trajektorią <2°C
Weryfikacja	audyt wewnętrzny lub zewnętrzny (CDP, ISO 14064)	zwiększa wiarygodność raportu

Przykłady dla mleczarni – co zbierać i jak liczyć

Przykład	Co zbierać	Jak liczyć (skrót)
Kocioł parowy na gaz	Zużycie gazu [m ³], wartość opałowa, współczynnik emisji, GWP gazu	Emisja = Zużycie × EF(CO ₂ + CH ₄ + N ₂ O) × GWP; uwzględnij korekty sprawności i zmiany urządzeń
Chłodnia amoniakalna / klimatyzacja HFC	Typ czynnika, ładunek [kg], roczny ubytek [%], dolewki i likwidacje urządzeń	Emisja = Ubytek [kg] × GWP czynnika; zalecane bilans masy lub metoda zakupów czynnika
Wózki widłowe LPG / diesel	Zużycie paliwa [l] lub przebyte km; typ silnika i paliwa	Emisja = Zużycie paliwa × EF paliwa; jeśli brak danych paliwowych → distance-based (km × EF/km)
Zużycie energii elektrycznej w zakładzie	Zużycie kWh (z liczników lub faktur); dane o dostawcy energii, GO/PPA	Emisja = kWh × EF sieci (location-based) oraz kWh × EF dostawcy (market-based)
Surowe mleko (zakup)	Wolumen mleka [kg]; dane z gospodarstw (żywienie, gnojowica, energia)	Emisja = Masa mleka × EF produkcji mleka (uwzględnia enteric, manure, feed, energia); alokuj wg dostawców
Opakowania (karton, PET, folia)	Masa opakowań [t/rok] wg materiału; udział recyklatu lub nowego surowca	Emisja = Masa × EF materiału (cradle-to-gate z LCA lub danych dostawcy)
Transport mleka od rolników	Odległość [km], ładunek [t], typ pojazdu i paliwa	Emisja = km × t × EF [kg CO ₂ e/tkm]; preferowane dane od przewoźników
Dystrybucja jogurtów lub serów	Kilometry transportu, paliwo przewoźnika, chłodnictwo mobilne, magazyny chłodnicze	Emisja = Zużycie paliwa × EF + ubytki HFC z chłodni + zużycie energii w magazynach
Odpady produkcyjne	Masy odpadów [kg/t/rok] wg frakcji (serwatka, osady CIP, opakowania); metoda zagospodarowania	Emisja = Masa × EF dla metody (spalanie, kompost, składowanie, recykling)
Biuro w budynku wynajmowanym	Powierzchnia [m ²], liczba pracowników, zużycie energii w budynku	Emisja = (m ² używane / m ² budynku) × kWh × EF energii dla budynku (typowo Scope 3 Upstream)

Ślad węglowy surowca i materiałów wykorzystywanych w przetwórstwie mleka

Wskaźnik EF - definicja

EF – współczynnik emisji określa, ile kilogramów lub ton gazów cieplarnianych (CO₂e) powstaje w wyniku zużycia jednostki danego surowca, paliwa, energii lub procesu.

inaczej:

EF mówi nam „ile emisji przypada na jednostkę aktywności”.

EF (Emission Factor) to „klucz przeliczeniowy”- mówi, ile CO₂e powstaje z każdej jednostki paliwa, energii, mleka, transportu lub odpadu.

Emisja całkowita= $\sum$ (Aktywność×EF)

Na tej podstawie buduje się cały ślad węglowy zakładu lub produktu.

Wskaźnik EF - definicja

—

Emisja [kg CO₂e]=Działanie (aktywność)×EF

Przykład dla gazu ziemnego:

$$250,000 \text{ m}^3 \times 1,9 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{m}^3} = 475,000 \text{ kg CO}_2 = 475 \text{ t CO}_2$$

Jednostki EF wg źródeł aktywności

Rodzaj źródła	Jednostka aktywności	Jednostka EF	Typowe źródło danych
Paliwa (gaz, olej, benzyna)	m ³ , l, kg	kg CO ₂ e / jednostkę	KOBiZE, IPCC
Energia elektryczna	kWh	kg CO ₂ e / kWh	KOBiZE, GHG Protocol, eGRID
Ciepło/pary	GJ, MWh	kg CO ₂ e / GJ	IPCC, krajowe instytuty
Transport (ładunek × dystans)	tkm (tonokilometr)	kg CO ₂ e / tkm	DEFRA, GLEC
Chłodnictwo (czynniki)	kg czynnika	kg CO ₂ e / kg	GWP wg IPCC
Odpady	kg, t	kg CO ₂ e / kg lub t	IPCC, EPA WARM
Produkcja mleka	kg mleka	kg CO ₂ e / kg	FARM ES, LCA, Dairy Framework

Rodzaje współczynników EF

Typ EF	Co opisuje	Przykład
Bezpośredni (direct)	Emisje CO ₂ z paliw spalanych w firmie	1,9 kg CO ₂ /m ³ gazu
Pośredni (indirect)	Emisje powstałe u dostawcy (np. energii)	0,75 kg CO ₂ e/kWh
Uśredniony (average-data)	Dane literaturowe, LCA lub krajowe statystyki	1,2 kg CO ₂ e/kg mleka
Specyficzny (supplier-specific)	Dane dostawcy, kontraktu lub procesu	0,05 kg CO ₂ e/kWh z PPA
Upstream / Downstream EF	Emisje „przed” i „po” zakładzie w łańcuchu wartości	0,15 kg CO ₂ e/tkm dla transportu mleka

Przykładowe EF używane w sektorze mleczarskim (Polska 2024)

Obszar	EF	Źródło
Gaz ziemny	1,9 kg CO ₂ /m ³	KOBiZE
Olej napędowy	2,68 kg CO ₂ /l	KOBiZE
Energia elektryczna (PL, średni mikś)	0,75 kg CO ₂ e/kWh	KOBiZE / Eurostat
Energia z PPA (OZE)	0,05 kg CO ₂ e/kWh	umowny wskaźnik dostawcy
R404A (czynniki chłodnicze)	GWP = 3922	IPCC AR5
Transport ciężarowy (EU średnio)	0,15 kg CO ₂ e/tkm	DEFRA
Produkcja mleka surowego	1,2 kg CO ₂ e/kg	FARM ES / LCA
Folia PP	2,5 kg CO ₂ e/kg	LCI Plastics Europe
Karton laminowany	1,1 kg CO ₂ e/kg	LCI Paperboard

Ślad węglowy surowca i materiałów wykorzystywanych w przetwórstwie mleka

Zakres	Opis źródła	Wzór obliczenia	Przykładowe dane	Emisja [t CO ₂ e] (wynik)
Scope 1 – spalanie stacjonarne	Kotły gazowe w zakładzie – pasteryzacja i podgrzew mleka	Emisja = Zużycie gazu [m ³] × EF gazu [kg CO ₂ /m ³]	250 000 m ³ , EF = 1,9	475
Scope 1 – spalanie mobilne	Samochody dostawcze i wózki widtowe – dystrybucja wewnętrzna	Emisja = Zużycie paliwa [l] × EF paliwa [kg CO ₂ /l]	30 000 l, EF = 2,68	80,4
Scope 1 – chłodnictwo (HFC)	Wycieki czynnika R404A z chłodni (GWP = 3922)	Emisja = Ubytek czynnika [kg] × GWP czynnika	20 kg R404A, GWP = 3922	78,4
Scope 2 – energia zakupiona (location-based)	Zużycie prądu z sieci (średni miks PL)	Emisja = Zużycie energii [kWh] × EF sieci [kg CO ₂ e/kWh]	2 500 000 kWh, EF = 0,75	1 875,00
Scope 2 – energia zakupiona (market-based)	Energia zakupiona z PPA (OZE, EF = 0,05 kg CO ₂ e/kWh)	Emisja = Zużycie energii [kWh] × EF PPA [kg CO ₂ e/kWh]	500 000 kWh, EF = 0,05	25
Scope 3 – surowe mleko (PGS)	Produkcja mleka surowego (enteric + manure + feed)	Emisja = Wolumen mleka [kg] × EF mleka [kg CO ₂ e/kg]	25 000 000 kg mleka, EF = 1,2	30 000,00
Scope 3 – transport mleka (upstream)	Transport mleka od rolników do mleczarni	Emisja = Odległość [km] × Ładunek [t] × EF transportu [kg CO ₂ e/tkm]	80 000 km, 25 t, EF = 0,15	300
Scope 3 – odpady (serwatka, ścieki, opakowania)	Serwatka i odpady organiczne, opakowania jednorazowe	Emisja = Masa odpadu [t] × EF odpadu [kg CO ₂ e/t]	1 000 t, EF = 50	50

Dane i interpretacja wyników z tabeli

Wartości są **orientacyjne**, pokazują typowy rząd wielkości emisji w mleczarni przetwarzającej ok. **25 mln kg mleka rocznie**.

- Dominujący wpływ: **surowe mleko (Scope 3)** oraz **energia elektryczna (Scope 2)**.
- W praktyce do analizy śladu węglowego dodaje się jeszcze: opakowania, transport gotowych produktów i chłodzenie u klienta.

Ślad 1 kg sera – obliczenie „cradle-to-gate” (do bramy zakładu) I

Założenia (spójne z tabelą):

- EF surowego mleka: **1,2 kg CO₂e/kg mleka**
- Wydajność na ser: **10 kg mleka → 1 kg sera**
- Transport surowego mleka do zakładu: **0,15 kg CO₂e/tkm**, dystans **30 km**
- Intensywność operacyjna zakładu (Scope 1+2 location-based): **0,094 kg CO₂e / kg mleka przetworzonego**
- Opakowanie sera: folia/laminat ok. **50 g**, EF materiału **~2,5 kg CO₂e/kg**

Ślad 1 kg sera – obliczenie „cradle-to-gate” (do bramy zakładu) II

Postępowanie:

1. Mleko surowe (PGS)

$$10 \text{ kg} \times 1,2 \text{ kg CO}_2\text{e/kg} = \mathbf{12,00 \text{ kg CO}_2\text{e}}$$

2. Transport mleka do zakładu (upstream T&D)

$$\text{masa: } 10 \text{ kg} = 0,01 \text{ t}$$

$$\text{emisja} = 0,01 \text{ t} \times 30 \text{ km} \times 0,15 \text{ kg CO}_2\text{e/tkm} = \mathbf{0,045 \text{ kg CO}_2\text{e}}$$

3. Operacje w zakładzie (energia, para, chłód – Scope 1+2 LB)

$$10 \text{ kg mleka} \times 0,094 \text{ kg CO}_2\text{e/kg} = \mathbf{0,94 \text{ kg CO}_2\text{e}}$$

4. Opakowanie

$$0,05 \text{ kg} \times 2,5 \text{ kg CO}_2\text{e/kg} = \mathbf{0,125 \text{ kg CO}_2\text{e}}$$

Ślad 1 kg sera – obliczenie „cradle-to-gate” (do bramy zakładu) III

Suma „cradle-to-gate” (bez dystrybucji gotowego sera):

$$12,00 + 0,045 + 0,94 + 0,125 = \mathbf{13,11 \text{ kg CO}_2\text{e} / 1 \text{ kg sera}}$$

(opcjonalnie) Dystrybucja sera do centrum dystrybucyjnego

Przykład: 300 km, ładunek 1 kg (0,001 t) $\rightarrow 0,001 \times 300 \times 0,15 = \mathbf{0,045 \text{ kg CO}_2\text{e}}$

Razem z tym etapem: $13,11 + 0,045 = \mathbf{13,16 \text{ kg CO}_2\text{e} / 1 \text{ kg sera}}$

Ślad 1 l jogurtu – obliczenie „cradle-to-gate” I

Założenia:

- 1 l jogurtu $\approx$ **1 kg** produktu z **1 kg mleka**
- Transport surowego mleka do zakładu: **0,15 kg CO₂e/tkm**, dystans **30 km**
- Intensywność operacyjna zakładu (Scope 1+2 LB): **0,094 kg CO₂e / kg mleka**
- Opakowanie jogurtu: kubek + wieczko + (opcjonalnie) owijka; łącznie **~35 g**
(np. 15 g PP/folia $\times$ 2,0 + 20 g karton $\times$ 1,1 $\rightarrow$ **~0,052 kg CO₂e**)

Ślad 1 l jogurtu – obliczenie „cradle-to-gate” II

Postępowanie:

1. Mleko surowe (PGS)

$$1 \text{ kg} \times 1,2 \text{ kg CO}_2\text{e/kg} = 1,20 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

2. Transport mleka do zakładu (upstream T&D)

$$0,001 \text{ t} \times 30 \text{ km} \times 0,15 = 0,0045 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

3. Operacje w zakładzie (energia, chłodzenie, fermentacja – Scope 1+2 LB)

$$1 \text{ kg} \times 0,094 = 0,094 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

4. Opakowanie

$$\approx 0,052 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

Ślad 1 l jogurtu – obliczenie „cradle-to-gate” III

Suma „cradle-to-gate”:

$$1,20 + 0,0045 + 0,094 + 0,052 = \mathbf{1,35 \text{ kg CO}_2\text{e} / 1 \text{ l jogurtu}}$$

(opcjonalnie) Dystrybucja jogurtu do DC

$$200 \text{ km: } 0,001 \text{ t} \times 200 \times 0,15 = \mathbf{0,03 \text{ kg CO}_2\text{e}}$$

$$\mathbf{\text{Razem z tym etapem: } 1,35 + 0,03 = 1,38 \text{ kg CO}_2\text{e} / 1 \text{ l jogurtu}}$$

Ślad – podsumowanie – jogurt / ser

Etap / Składnik	1 kg sera [kg CO ₂ e]	1 l jogurtu [kg CO ₂ e]
Surowe mleko (PGS)	12,000	1,200
Transport mleka (30 km)	0,045	0,0045
Operacje w zakładzie (Scope 1+2 LB)	0,940	0,094
Opakowanie	0,125	0,052
Suma „cradle-to-gate”	13,11	1,35
(Opcj.) Dystrybucja do DC	+0,045	+0,030
Suma z DC (opcj.)	13,16	1,38

Ślad - redukcja

Zielona energia: jeśli zakład przejdzie na niskoemisyjną energię (np. 100% OZE), intensywność operacyjna spadnie z **~0,094** do ok. **0,025 kg CO₂e/kg mleka** (pozostanie tylko Scope 1 i wycieki).

Wtedy:

- **Ser:** operacje $10 \times 0,025 = \mathbf{0,25}$ → suma „cradle-to-gate” $\approx \mathbf{12,42 \text{ kg CO}_2\text{e/kg}}$
- **Jogurt:** operacje $1 \times 0,025 = \mathbf{0,025}$ → suma $\approx \mathbf{1,28 \text{ kg CO}_2\text{e/l}}$
- **Opakowania z recyklatu / lżejsze:** zejście o 30–60% w komponencie opakowań.
- **Logistyka:** łączenie kursów, większe ładunki, krótsze dystanse = niższe tkm.
- **PGS (surowe mleko):** to największa dźwignia – żywienie, zarządzanie gnojowicą, efektywność stada.

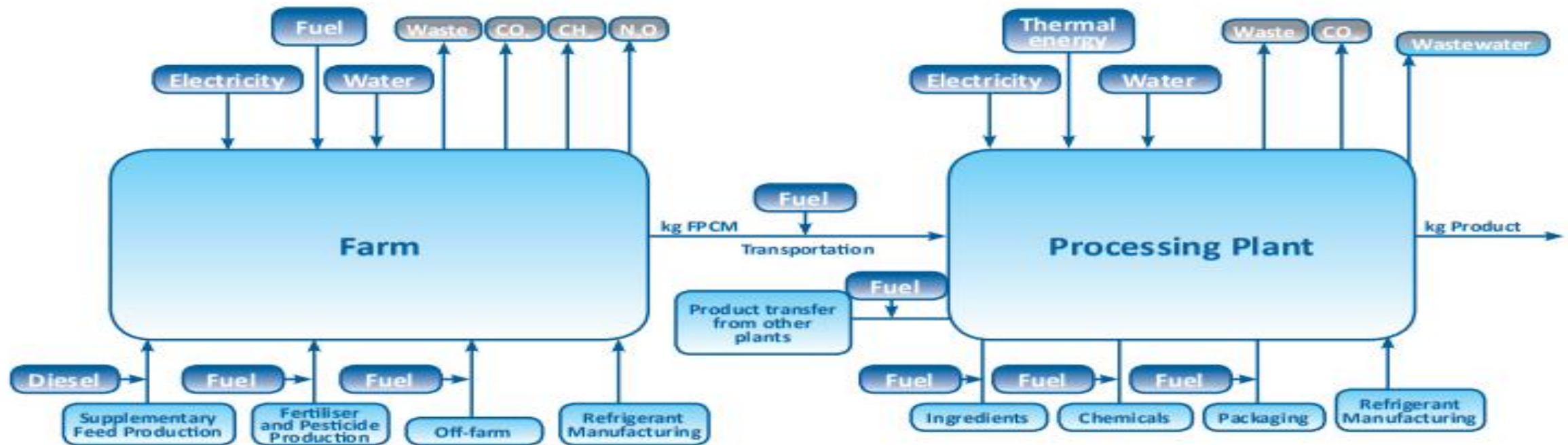
FPCM – jednostka kalkulacyjna

FPCM - kilogram mleka o skorygowanej zawartości tłuszczu i białka (fat and protein corrected milk - FPCM), na wyjściu z gospodarstwa.

FPCM - jest obliczany poprzez mnożenie produkcji mleka przez stosunek zawartości energii specyficznego w danym gospodarstwie (lub w regionie) mleka, do zawartości energii standardowego mleka o zawartości 4% tłuszczu i 3,3% białka.

$$\text{FPCM (kg/rok)} = \text{produkcja (kg/rok)} \times [0.1226 \times \text{tłuszcz\%} + 0.0776 \times \text{białko właściwe\%} + 0.2534]$$

Przykładowe procesy w przetwórstwie



FPCM – jednostka kalkulacyjna

Zawartość energii mleka o znanej zawartości tłuszczu i białka jest obliczana:

$$\text{energia mleka (Mcal/kg)} = 0.0929 \times \text{tłuszcz\%} + 0.0588 \times \text{białko\%} + 0.192$$

Zawartość energii mleka o standardowej zawartości tłuszczu 4% i białka właściwego 3,3% wynosi 0.7576 Mcal/kg.

Po podzieleniu współczynników przez standardową zawartość energii mleka, ostateczne równanie dla obliczania FPCM jest następujące:

$$\text{FPCM (kg/rok)} = \text{Produkcja (kg/rok)} \times [0.1226 \times \text{Tłuszcz\%} + 0.0776 \times \text{białko\%} + 0.2534]$$

FPCM – jednostka kalkulacyjna

W odniesieniu do procesów przetwórczych jednostką kalkulacyjną stanowi:

- kilogram produktu o zawartości tłuszczu $x\%$ i białka $y\%$, zapakowanego na rampie zakładu oraz gotowego do dystrybucji.

Dane dotyczące emisji

Produkty z farmy	
Całkowita ilość dostarczonego mleka	Całkowita ilość mleka dostarczonego przez ten typ farmy
Produkcja mleka	Średnia roczna produkcja od krowy (kg/krowę mleczną/rok)
Produkcja mięsa	
Bydło	
Reprodukcja	Ilość porodów w roku na zwierzę i liczba młodych zwierząt na ilość porodów (rozrodczość i płodność). Potrzebny jest szacunek ilości zwierząt wymaganych dla reprodukcji (naturalnej lub sztucznej) zgodnie do stosunku byków/krów.
Wzrost	Wiek dorosły jest definiowany jako wiek w którym następuje zatrzymanie wzrostu i krowa po raz pierwszy się cieli. Wiek sprzedaży na rynku jest wiekiem gdy ciężar zwierzęcia jest oceniany jako optymalny do uboju lub gdy zwierzę jest poddane ubojowi (nie istotne czy po uzyskaniu optymalnej masy ciała czy nie)
Śmierć zwierzęcia	Procent roczny zwierząt które zeszły jest podzielony na trzy grupy: młode zwierzęta w momencie narodzin, młode zwierzęta pomiędzy narodzinami i dorosłością oraz zwierzęta dorosłe
Odbudowa stada	Ilość zwierząt dorosłych, które są zastąpione w ciągu roku przez nowe młodsze zwierzęta
Zwierzęta ponad potrzeby odbudowy	Dotychczasowe wskaźniki definiują ilość młodych zwierząt potrzebnych dla utrzymania stada w stałej wielkości. Inne zwierzęta mogą być sprzedane lub trzymane w tym samym systemie produkcyjnym
Masy zwierząt	Większe i cięższe zwierzęta potrzebują więcej energii dla utrzymania. Także przyrost masy od cielęcia do zwierzęta dorosłego lub do uboju jest większy, co wymaga więcej energii
Wypasanie lub karmienie stanowiskowe	Kiedy zwierzęta są zmuszone do poszukiwania ich paszy i muszą dużo chodzić, zapotrzebowania na energię są większe niż gdy są wewnątrz i nie potrzebują wykonywać pracy w celu zdobycia paszy
Obchodzenie się z obornikiem	
Magazynowanie	Sposób magazynowania i czas magazynowania określa poziom emisji
Użytkowanie obornika	Sposób użytkowania określa emisje wydzielane do środowiska. Gdy obornik jest użytkowany dla roślin nie będących paszami lub do produkcji paliwa, jest to także definiowane w dziale obornik
Skarmianie	
Strawność	Zawartość energii netto paszy
Zawartość azotu	
Produkcja paszy (obszar ziemi przeznaczony do produkcji pasz)	

Dane dotyczące emisji

Wydatek suchej masy na hektar	
Procent całkowitego plonu zbóż	W przypadku pozostałości plonu lub strat, procent całkowitego plonu zbóż (np. ziarno + słoma) musi być zdefiniowany
Zużycie obornika i nawozów sztucznych	
Energia użyta przez maszyny rolne	Przy produkcji zboża (np. orka, zbiór i uzdatnianie)
Transport	Transport komponentów pasz na miejsce produkcji zwierzęcej
Dalszy przerób pasz	Dalsze przetwarzanie pasz w mieszalniach paszowych
Aktualne użytkowanie ziemi	W przypadku łąk, uprawa łąk musi zostać zdefiniowana w celu oszacowania czy warunki uprawy ulegają poprawie, są niezmiennie czy ulegają pogorszeniu. To ostatnie ma miejsce wraz z nadmiernym wypasaniem i degradacją ziemi. W przypadku ziem ornych może mieć znaczenie system orki.
Poprzednie użytkowanie ziemi	Duże ilości węgla są tracone gdy las jest przekształcony w łąki lub ziemią orną oraz gdy łąka jest przekształcona w ziemię orną. W takim przypadku ziemia podlega zmianom, używany jest przedział czasowy 20 lat, zgodnie z przewodnikiem IPCC[3]
Inne zewnętrzne wejścia	
Energia potrzebna do doju	
Energia potrzebna do ogrzewania	
Energia potrzebna do chłodzenia	
Dostawy wody	
Przerób	
Mleko surowe	Całkowicie alokowany przerób do zakładu przetwórczego Transport mleka surowego do zakładu przetwórczego
Składniki	Składniki inne niż mleko surowe Kraj pochodzenia Transport składników do zakładu przetwórczego
Półprodukty	Wewnętrzne/zakładowe transfery (np. śmietana, maślanka, laktoza) Transport półproduktów
Energia	Zużycie energii elektrycznej i ciepłej Źródło energii (węgiel kamienny, gaz ziemny, ropa, LPG i biogaz) Kogeneracyjny system
Związki chemiczne	Główne chemikalia używane w systemach CIP (soda, kwas azotowy, triplex, podchloryn sodu)

Dane dotyczące emisji

Pakowanie	Ilość materiału opakowaniowego i innych odpowiednich materiałów składowych: papier, karton, LDPE, LLDPE Azot i dwutlenek węgla użyty podczas pakowania produktów końcowych Kraj pochodzenia materiałów opakowaniowych
Środki chłodnicze	Ilości i typy środków chłodniczych użytych w produkcji i magazynowaniu produktu końcowego
Woda	Ilość wody i proces obróbki wody
Ścieki	Wyprodukowana ilość ścieków oraz proces obróbki ścieków
Straty suchej masy	Ilość strat suchej masy produktu i ilość objęta recyklingiem
Produkt końcowy	Ilość produktu (mleko, jogurt, ser, mleko w proszku itd.) wyprodukowana w zakładzie przetwórczym

Interesariusze i ich
oczekiwania – szczególna
istotność w obszarze
handlu

Interesariusze

Obecnie to **sieci handlowe i detaliści** wywierają **najsilniejszą presję środowiskową** na producentów mleka i przetwórców.

Dzieje się tak, bo to właśnie one:

- **zbierają dane ESG od dostawców** i raportują je w ramach swoich obowiązków (CSRD, Green Deal, SBTi),
- **ustalają progi akceptowalności emisji** (np. produkty powyżej określonego poziomu CO₂e mogą nie być dopuszczone do marek własnych),
- **oczekują strategii redukcyjnych** i planów neutralności węglowej (carbon reduction roadmap).

Typowe wymagania sieci handlowych wobec mleczarni:

1. **Podawanie śladu węglowego produktu** (np. „X kg CO₂e / kg sera”).
2. **Uwiarygodnienie danych** – oparte na GHG Protocol lub ISO 14064.
3. **Dowody redukcji emisji** (zmiana źródeł energii, pasze niskoemisyjne, mniejszy udział HFC).
4. **Transparentność łańcucha dostaw** – identyfikowalność od gospodarstwa po opakowanie.
5. **Raportowanie ESG** – w formacie zgodnym z **ESRS** (Europejskie Standardy Sprawozdawczości Zrównoważonego Rozwoju).
6. **Neutralność klimatyczna do 2030–2040 r.** dla produktów marek własnych (zwłaszcza w UE).

Interesariusze i ich oczekiwania – szczególna istotność w obszarze handlu

Grupa interesariuszy	Przykładowe podmioty	Kluczowe oczekiwania
Handel i sieci detaliczne	sieci handlowe, hurtownie, dystrybutorzy, marki własne	pełna transparentność śladu węglowego produktu, zgodność z CSRD i EUDR, raportowanie ESG, ścieżka surowca („farm-to-shelf”)
Dostawcy surowca	rolnicy, spółdzielnie, dostawcy mleka, pasz, energii	wytyczne redukcji emisji, zachęty ekonomiczne (premie za niskie emisje), dostęp do danych o efektywności i nawożeniu
Konsumenci i opinia publiczna	klienci indywidualni, organizacje ekologiczne, media	jasne etykiety, oznaczenia „low carbon”, „carbon neutral”, zaufanie do łańcucha wartości
Instytucje i regulatorzy	KE, krajowe ministerstwa, urzędy certyfikujące	zgodność z dyrektywami (CSRD, EUDR, EU ETS, Taksonomia UE), raporty niefinansowe, plan redukcji emisji
Pracownicy i społeczność lokalna	personel, samorząd, lokalni dostawcy	stabilność zatrudnienia, społeczna odpowiedzialność zakładu, poprawa efektywności energetycznej, edukacja ekologiczna

Oczekiwania interesariuszy i reakcje

Aspekt	Oczekiwania handlu	Odpowiedź mleczarni
Dane o emisjach (Scope 1–3)	Pełna inwentaryzacja GHG, raport ESG	Wdrożenie GHG Protocol, raportowanie ESRS
Redukcja emisji	Cele i plan redukcji do 2030 r.	Strategia redukcji + PPA/OZE
Transparentność łańcucha	Dowód pochodzenia mleka i opakowań	System śledzenia i certyfikacji
Produkt z niskim śladem	„Carbon measured / carbon neutral”	Kalkulacje LCA, etykiety środowiskowe
Opakowanie	Recyklat, niższy EF materiałowy	Redukcja masy, monomateriały

Obszary ujawnień objętych Europejskimi Standardami
Zrównoważonego Rozwoju w odniesieniu do emisji
gazów cieplarnianych

Intensywność emisji – cele i postęp

- Cel absolutny (t CO₂e)

$$\text{Cel}_{abs,2030} = S1 + S2_{MB}(+S3 \text{ wybrane}) \leq \text{wartość docelowa}$$

- Cel intensywności (kg CO₂e / kg produktu)

$$\text{Cel}_{int,2030} = I_{\text{produkt}} \leq \text{wartość docelowa}$$

- Procent redukcji vs rok bazowy

$$\% \Delta = \frac{\text{Wynik}_{\text{rok}} - \text{Wynik}_{\text{bazowy}}}{\text{Wynik}_{\text{bazowy}}} \times 100\%$$

Intensywność emisji - produktu

- GHG intensity – zakład (kg CO₂e / kg przetworzonego mleka)

$$I_{\text{zakład}} = \frac{S1 + S2_{LB/MB}}{\text{kg mleka przetworzonego}}$$

- GHG intensity – 1 kg sera (*cradle-to-gate*)

$$I_{\text{ser}} = \frac{\underbrace{10 \text{ kg mleka} \times EF_{\text{mleko}}}_{PGS} + \underbrace{10 \text{ kg} \times I_{\text{zakład}}}_{operacje} + \underbrace{\text{opakowanie [kg]} \times EF_{\text{opak}}}_{opak.} + \underbrace{(0,01 \text{ t} \times \text{km} \times EF_{\text{tkm}})}_{\text{transport surowca}}}{1 \text{ kg sera}}$$

- GHG intensity – 1 l jogurtu (*cradle-to-gate*)

$$I_{\text{jogurt}} = \frac{1 \text{ kg mleka} \times EF_{\text{mleko}} + 1 \text{ kg} \times I_{\text{zakład}} + \text{opakowanie [kg]} \times EF_{\text{opak}} + (0,001 \text{ t} \times \text{km} \times EF_{\text{tkm}})}{1 \text{ l}}$$

- GHG intensity – mleko płynne UHT/świeże (1 l ≈ 1 kg)

$$I_{\text{mleko}} = \frac{1 \times EF_{\text{mleko}} + 1 \times I_{\text{zakład}} + \text{opakowanie} \times EF_{\text{opak}} + (0,001 \text{ t} \times \text{km} \times EF_{\text{tkm}})}{1}$$