

520
2022

Biuletyn

Międzynarodowej Federacji Mleczarskiej

Ogólny standard IDF dotyczący śladu węglowego w sektorze mleczarskim



Ogólny standard IDF dotyczący śladu węglowego w sektorze mleczarskim

UWAGA: niniejsze tłumaczenie zostało sfinansowane ze środków Funduszu Promocji Mleka

Numer wydania/publikacja: 520/2022

Data opublikowania: Wrzesień 2022 r.

**Wydane przez Międzynarodową Federację Mleczarską (IDF) AISBL, Silver Building,
Boulevard Auguste Reyers 70/B, B-1030 Brussels, Belgium**

www.fil-efd.org

Ani autorzy ani IDF nie ponoszą żadnej odpowiedzialności za stratę lub uszkodzenie spowodowane u jakiegokolwiek osoby działającej lub powstrzymującej działanie będące wynikiem materiału zawartego w niniejszej publikacji. Niniejsze wytyczne zostały opracowane przez Stały Komitet IDF ds. Standardów Tożsamości i Etykietowania.

Wydanie opublikowane we wrześniu 2022

ISSN 0250-5118

© Międzynarodowa Federacja Mleczarska AISBLK. Wrzesień 2022. Copyright całości lub części niniejszej publikacji należy do IDF. Za wyjątkiem gdzie i do jakich granic jest to wyraźnie dozwolone w ramach niniejszego dokumentu, żadna część niniejszej pracy nie może być odtwarzana lub stosowana w żadnej postaci lub żadnymi środkami włącznie ze sposobami graficznymi, elektronicznymi, lub mechanicznymi, w tym fotokopiowanie, odtwarzanie, drukowanie lub rozpowszechnianie w sieci, bez uprzedniej pisemnej zgody IDF lub zgodnie z przepisami istniejącej licencji.



Wymagane cytowanie:

IDF, 2022. Ogólny standard IDF dotyczący śladu węglowego w sektorze mleczarskim, W: Biuletyn IDF nr 520/2022. Międzynarodowa Federacja Mleczarska (wyd.), Bruksela

SPIS TREŚCI

Przedmowa	F
Podziękowania	G
Streszczenie	J
1. Wstęp	1
1.1. Tło	1
1.2. Opracowanie niniejszego przewodnika	1
1.3. Cel przewodnika	2
1.4. Przyszłe przeglądy i poprawki	4
2. Podstawy oceny cyklu życia (LCA) i śladu węglowego (CF)	7
2.1. Co jest potrzebne przed rozpoczęciem badania śladu węglowego	7
2.2. Definicja śladu węglowego (CF)	7
2.3. Wyzwania związane ze śladem węglowym (CF)	8
2.4. Aktualne międzynarodowe normy i wytyczne	9
2.4.1. Seria norm ISO 14000, w tym ISO 14040, 14044 i 14067	10
2.4.2. Protokół WRI i WBCSD dotyczący gazów cieplarnianych (GHG)	11
2.4.3. Publicznie dostępne specyfikacje: PAS 2050:2011 i PAS 2050 (ocena emisji GHG) w zakresie mleczarstwa	11
2.4.4. Dokumenty dotyczące śladu węglowego produktu (PEF) i dokumenty dotyczące kategorii produktów (PEFCR)	11
2.4.5. FAO LEAP (Ocena i Działanie Partnerstwa w zakresie wpływu zwierząt na środowisko)	12
2.4.6. EPD PCR dla mleczarstwa (ogólny program deklaracji środowiskowych z przepisami dotyczącymi kategorii wpływu produktów)	13
2.4.7. IPCC (Międzyrządowy Zespół ONZ ds. Zmiany Klimatu)	13
2.4.8. Metodologia C-sequ	14
2.4.9. Przegląd dotyczący dostosowania norm i wytycznych dokumentów oraz niniejszego przewodnika	14
3. Kolejne etapy w ocenie śladu węglowego	18
3.1. Etap 1 – Streszczenie poszczególnych etapów	18
3.2. Etap 2 – Definicja celu i zakresu oceny	18
3.3. Etap 3 – Analiza stanu posiadania (zbiór danych)	19
3.4. Etap 4 – Ocena wpływu (obliczanie wartości śladu węglowego)	19
3.5. Interpretacja	19
4. Definicje celu i zakresu	20
4.1. Metodologia LCA: podejście atrybucyjne i wynikowe	20
4.2. Definiowanie procesu.	20
4.3. Pojęcie jednostki funkcjonalnej (FU)	23

4.3.1. Od kołyski do bramy gospodarstwa	23
4.3.2. Od kołyski do bramy zakładu mleczarskiego	24
4.3.3. Od kołyski do zakupu i „od kołyski do grobu” (produktu)	24
4.4. Zakres i granice zbierania danych	26
4.4.1. Wkłady gospodarstwa i jego zasoby	27
4.4.2. Hodowla bydła mlecznego	28
4.4.3. Skup mleka i przetwórstwo mleka	31
4.4.4. Dystrybucja i detal	33
4.4.5. Zastosowanie	33
4.4.6. Koniec „życia” produktu	34
4.5. Redukcja śladu węglowego mleka surowego	34
4.5.1. Nowe technologie łagodzenia skutków emisji GHG	35
4.5.2. Kompensacje związane z wyliczeniami śladu węglowego (CF)	36
5. Analiza „inwentarza” (wykazu)	38
5.1. Jakość danych	38
5.2. Współczynniki emisji	39
5.2.1. Współczynniki emisji CH ₄ pochodzących z fermentacji jelitowej zwierząt	41
5.2.2. Współczynniki emisji CH ₄ pochodzącej z zagospodarowania obornika	41
5.2.3. Przegląd emisji N ₂ O	42
5.2.4. Współczynniki emisji w innych etapach cyklu „życia”	42
5.3. Korzystanie ze zbiorów danych LCI	43
5.3.1. Modelowanie energii elektrycznej	44
5.4. Alokacje	44
5.4.1. Alokacje dotyczące zasobów w gospodarstwie: importowana pasza i materiały ściółkowe	45
5.4.2. Alokacje dla produkcji mleka	46
5.4.3. Alokacje dla produktów mleczarskich	52
5.4.4. Definicja suchej masy mleka dla celów alokacji	52
5.4.5. Alokacje na mleko surowe i transport z gospodarstwa do zakładu mleczarskiego	53
5.4.6. Alokacje na inne wartości wejściowe i wyjściowe dla produktów mleczarskich	54
5.4.7. Alokacje na różne produkty uboczne z zakładu mleczarskiego	55
5.4.8. Po opuszczeniu bramy zakładu mleczarskiego	57
5.4.9. Streszczenie: Zalecane alokacje dla współproduktów w danym systemie	57
5.5. Użytkowanie gruntów i zmiany w użytkowaniu gruntów (LUC)	59
5.5.1. Bezpośrednie zmiany w użytkowaniu gruntów (dLUC)	59
5.5.2. Pośrednie zmiany w użytkowaniu gruntów (iLUC)	60
5.5.3. Sekwestracja ditlenku węgla i emisje pochodzące z użytkowania gruntów	61
5.5.4. Osuszone gleby organiczne	62

5.5.5. Streszczenie: zmiany w użytkowaniu gruntów, sekwestracja ditlenku węgla i gleby organiczne (torfowe)	65
6. Ocena wpływu	66
6.1. Obliczanie śladu węglowego (CF)	66
6.2. Obliczanie śladu węglowego dla środowiska	67
7. Interpretacja wyników badań	69
7.1. Ocena sprawozdania i analiza czułości	69
7.2. Składanie sprawozdania	69
7.3. Kluczowe parametry sprawozdania dotyczącego śladu węglowego	70
8. Glosariusz i skróty stosowane w przewodniku	72
9. Bibliografia.	80
10. Załączniki	89
10.1. Wykres przepływu produktów mleczarskich w łańcuchu wartości	89
10.2. Obliczanie FU w produkcji mleka na poziomie gospodarstwa	90
10.3. Przykład obliczania emisji CH ₄ z jelit na poziomie Tier 3 zgodnie z INRA . . .	92
10.4. Przykład obliczania alokacji pomiędzy współprodukty dla paszy krowy mlecznej	93
10.5. Przykład obliczania alokacji pomiędzy mleko i mięso	94
10.6. Podstawy naukowe podejścia do alokacji mleka i mięsa	96
10.7. Przykład obliczania alokacji dla różnych produktów mleczarskich w zakładzie przetwórczym	98
10.8. Przykład obliczania współczynnika dLUC	100
10.9. Dane techniczne wymagane do obliczenia emisji gazów cieplarnianych (GHG)	103
10.10. Model wykonalności dla różnych opcji łagodzenia emisji	106
10.11. Opcje łagodzenia emisji w celu zmniejszenia śladu węglowego (CF)	107
10.12. Wytyczne dotyczące obliczania jednostki funkcjonalnej (FU) zgodnie z wymaganiami Indeksu Żywnościowego NRF 9.3.	114
Instrukcje dla autorów	115

PRZEDMOWA

Ogólny standard IDF dotyczący śladu węglowego w sektorze mleczarskim

Jesteśmy dumni, że możemy przedstawić niniejsze wydanie naszego Biuletynu poświęcone metodologii Oceny Cyklu Życia (LCA) pt.: „Ogólny standard IDF dotyczący śladu węglowego w sektorze mleczarskim”. Warto wspomnieć, że jest to jedyny ogólny standard określania wielkości śladu węglowego. Jest takie powiedzenie: „Nie możemy zredukować czegoś, czego nie możemy zmierzyć”.

Celem niniejszego biuletynu jest udzielenie pomocy sektorowi mleczarskiemu w jego wysiłkach zmierzających do redukcji emisji gazów cieplarnianych (GHG) w całym łańcuchu działalności. Dokument niniejszy został opracowany przez IDF w celu korzystania z niego przez sektor hodowli bydła mlecznego i produkcji przetworów mlecznych jak również przez każdego zajmującego się oceną śladu węglowego w swoim systemie produkcji i produktów poprzez zastosowanie podejścia LCA. Niniejsza aktualizacja zawiera zmiany w niektórych kluczowych obszarach wsparte solidnymi dowodami naukowymi w celu zapewnienia najwyższego stopnia spójności jak również umożliwia porównanie z poprzednią wersją dokumentu i kolejnymi poprawkami.

Pierwsza metodologia LCA dla sektora mleczarskiego została opracowana i opublikowana w 2010 roku przez Stały Komitet IDF ds. Ochrony Środowiska (SCENV) z aktywnym uczestnictwem Organizacji ds. Rolnictwa i Wyżywienia ONZ (FAO) oraz Platformą Inicjatyw Zrównoważonego Rozwoju (Sustainable Agriculture Initiative Platform, SAI Platform), była nieustannie przeglądana i poprawiana przez naszych ekspertów, aby pokazać rozwój dokonujący się w nauce. Niniejsze wydanie odzwierciedla więc ewolucję zachodzącą w omawianym sektorze i w praktyce.

Będąc jednym z 6 założycielskich partnerów Inicjatywy „Drogi do Uzyskania Zerowej Emisji Netto w Mleczarstwie” (Pathways to Dairy Net Zero initiative) pragniemy zapewnić, że IDF spełnia swoją część zadania, dostarczając sektorowi mleczarskiemu wiedzę i narzędzia jako wsparcie dla ambitnych zobowiązań podjętych we wrześniu 2021 r. Niniejsze wytyczne są fundamentalną pomocą dla sektora mleczarskiego zarówno w ilościowym określeniu wpływów i postępu, oraz – co ważne – dostosowaniu używanego języka w zakresie emisji GHG, aby umożliwić dzielenie się wiedzą w zakresie redukcji emisji i możliwości, pomiędzy odpowiednimi osobami działającymi w obrębie sektora mleczarskiego.

Wreszcie, IDF pragnie podziękować organizacji Global Dairy Platform za zapewnienie wsparcia dla niniejszego przewodnika.

Wyrażamy nadzieję, że Czytelnik oceni niniejszy dokument jako pożyteczny.

Caroline Emond, Dyrektor Generalny

Międzynarodowa Federacja Mleczarska, Czerwiec 2022 r.

PODZIĘKOWANIA

IDF pragnie wyrazić podziękowania za cały wkład wniesiony do niniejszego wydania poprawionej wersji „Ogólny standard IDF dotyczący śladu węglowego w sektorze mleczarskim” jak również za pierwszą wersję przewodnika opracowanego w 2010 roku. W szczególności, IDF docenia starania Współprzewodniczących niniejszego uaktualnienia: Dr Anny Flysjö (Arla Foods) i Dr Sanne Dekker (Friesland Campina) których działanie było fundamentalne w zapewnieniu głęboko sięgającego przeglądu i solidności uaktualniania. Było to możliwe dzięki ich stałym i wspólnym staraniom i kontaktom z członkami dużego Zespołu Zadaniowego a wreszcie, co też ma znaczenie, poświęceniu wiele czasu na własne zaangażowanie się w przegląd i uaktualnienie dokumentu.

Nasze podziękowania kierują się do następujących osób:

Osoby, które zaangażowały się w niniejsze poprawienie przewodnika:

Alberto Maresca, SEGES, Dania
 Alexandre Moreno, Actalia, Francja,
 Andrew Fletcher, Fonterra Cooperative and Riddet Institute, Nowa Zelandia,
 Anna Flysjö (Współprzewodnicząca), Arla Foods, Dania,
 Anthony Rouault, Actalia, Francja,
 Bhupendra Phondba, National Dairy Development Board, India,
 Birthe Lassen, Thuenen Institute, Niemcy,
 Brenna Grant, CANFAX/Global Roundtable for Sustainable Beef, Kanada,
 Brian, Lindsay (zarządzanie projektem), Global Dairy Platform, Zjedn. Król. W. Brytanii,
 Christopher Powell, Nutreco, Kanada,
 David Morris, DSM Animal Nutrition and Health, Zjedn. Król. W. Brytanii,
 Emma Gregson, Dairy UK, Zjedn. Królestwo W. Brytanii,
 Eric Hassel, Innovation Center for U.S. Dairy, USA,
 Florence Van Stappen, Walloon Agricultural Research Centre, Francja,
 Greg Thoma, University of Arkansas, USA,
 Guillaume Tessier, BR-NC.Brazil, Brazylia,
 Hans Blonk, Blonk Consultants, Niderlandy,
 Henrique Ribeiro Filho, Universidade de Estado de Santa Catarina, Brazylia,
 Jean Marc Delort, IDF, Belgia,
 Jean-Baptiste Dolle, Institut De L’Elevage (Idele), Francja,
 Jeremy Hill, Fonterra Cooperative and Riddet Institute, Nowa Zelandia,

Jude Capper, Livestock Sustainability Consultancy and Harper Adams University, Zjedn. Królestwo W. Brytanii

Judith Jensen, Promar International, Niemcy,

Khaoula Essoussi, Danone, Niderlandy,

Lody Kuling, FrieslandCapmina, Niderlandy,

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, Embrapa, Brazylia,

Maartje Sevenster, CSIRO Agriculture and Food, Australia,

Maike Brack, ArlaFoods, Dania,

Maria Sanchez Mainar, IDF, Belgia,

Matthias Meier, HAFL, Szwajcaria,

Maxime Fossey, Institut De L'Elevage (Idele), Francja,

Monika Zehetmeier, Bavarian State Research Centre for Agriculture –LFL, Niemcy,

Nicolo Braconi, Actalia, Francja,

Pim Mostert, Wageningen University & Research, Niderlandy,

Sanne Dekker (Współprzewodnicząca), FrieslandCampina, Niderlandy,

Steward Ledgard, AgResearch, Nowa Zelandia,

Timothy Robinson, FAO, Włochy,

Troels Kristensen, Aarhus University, Dania,

Xin Zhao, McGill University, Kanada

Osoby zaangażowane w poprzednie wersje przewodnika:

Anna Flysjö, Arla Foods amba, Dania,

Anna-Karin Modin Edman, Arla Foods amba, Szwecja,

Brian Lindsay, Lindsay Consulting, Zjedn. Król. W. Brytanii,

Cyrus Poupoulis, Alexander's Technological Educational Institution of Thessaloniki TEI, Grecja,

Donal O'Brian, Teagasc, Irlandia,

Daniel Massé, Agriculture and Agri-Food Canada, Kanada,

Erika Wallén, Tetra Pak International, Szwecja,

Greg Thoma, Institute for Sustainable Engineering Analysis, USA,

Harald Volden, TINE Rådgivning/TINE Advisory Service, Norwegia,

Jan D. Johansnesen, Arla Foods amba, Dania,

Janusz Turowski, University of Warmia and Mazury, Polska,

Jean-Baptiste Dolle, Institut De L'Elevage (Idele), Francja,

Jim Barnett, Fonterra Cooperative Group, Nowa Zelandia,

John Kazer, Carbon Trust, Zjedn. Król. W. Brytanii,

J-P Revéret, Groupe Agéco, Kanada,

Jude Capper, Washington State University, USA,

Laurence Shalloo, Teagasc, Irlandia,
Maartje Sevenster, Sevenster Environmental, Australia,
Marc Dresser, Fnterra, Nowa Zelandia,
Marcin Preidl, Germany Dairy Association (VDM), Niemcy,
Neil Van Buuren, Dairy Australia, Australia,
Nico Peiren, ILVO Animal Sciences, Belgia,
Olaf Thieme, FAO AGAL, Rzym,
Onur Durmus, Tetra Pak International, Belgia,
Park Kyuhyun, National Institute of Animal Science, Republika Korei,
Paul Crosson, Teagasc, Irlandia,
Peter Darlington, CMS UK, Zjedn. Król. W. Brytanii,
Pierre Gerber, FAO AGAL,
Rainer Bertch, Tübingen Government, Niemcy,
Richard C Naczi, Dairy Management Inc., USA,
Richard Warren, Dairy UK, Zjedn. Król. W. Brytanii,
Robin Dickinson, Carbon Trust, Zjedn. Król. W. Brytanii,
Sanne Dekker, FrieslandCampina, Niderlandy,
Sophie Bertrand, French Dairy Bpard, Francja,
Sven Lundie, PE International, Niemcy,
Thais H Passos Fonseca, University of Wisconsin, USA,
Theun Vellinga, Wageningen University, Niderlandy,
Tim Nicolai, Delaval International AB, Szwecja,
Ying Wang, Dairy Management Inc., USA.

STRESZCZENIE

Istnieje uznana potrzeba obliczenia ilości emisji gazów cieplarnianych (to jest, śladu węglowego) zarówno dla czynności związanych z hodowlą bydła mlecznego (krowy i bawolice) jak i wartości tej emisji generowanej przez producentów mleczarskich działających w obrębie sektora mleczarskiego. W 2010 roku, opublikowano pierwsze wydanie dokumentu „Ogólne podejście do śladu węglowego w sektorze mleczarskim: Poradnik IDF dotyczący metodologii oceny standardowego cyklu życia” („A Common Carbon Footprint Approach for the Dairy Sector: The IDF Guide to Standard Life Cycle Assessment Methodology”). Wspomniany dokument umożliwił branży mleczarskiej lepsze zrozumienie śladu węglowego w różnych etapach systemów hodowli bydła mlecznego, a dzięki takiemu podejściu „mówimy tym samym językiem”, ułatwił zbadanie i zidentyfikowanie opcji odpowiedniego złagodzenia powyższego zjawiska. W 2015 roku, przewodnik był uaktualniony przez IDF w celu wychwycenia nowych osiągnięć w zakresie LCA i klimatologii, a obecnie dokonano ponownego przeglądu i wprowadzono poprawki do wytycznych; pozwoli to na pokazanie osiągnięć szybko ewoluującej nauki i standardów w zakresie metodologii śladu węglowego. Ponadto, także branża mleczarska jest w stanie oprzeć się na doświadczeniu nabytym przez ekstensywną realizację omawianego przewodnika w ciągu minionych 12 lat. Niniejsza poprawiona wersja dokumentu zapewnia, że niniejszy przewodnik będzie nadawał się do praktycznego stosowania przez sektor mleczarski w skali globalnej bez względu na etap rozwoju zagadnienia śladu węglowego w danym kraju. Wprowadzono sporo zmian, aczkolwiek podstawowe zmiany nie były potrzebne. Na przykład, w niniejszej wersji z 2022 roku, publikacja niniejsza jest ukierunkowana na pełny łańcuch życia produktu, „od kotłyski po grób” i zawiera odwołania do innych kategorii wpływów na środowisko. Istnieje sporo obszarów, którymi sektor mleczarski mógłby się zająć, jednakże metodologie w tym zakresie nie zostały dostatecznie opracowane, aby to było możliwe. IDF zwraca uwagę na te kluczowe obszary w celu zapewnienia, że pozostaną one na porządku dziennym w przyszłych poprawionych wydaniach. Metodologia IDF w zakresie śladu węglowego rozwija się dynamicznie i będzie, wraz z rozwojem wiedzy w tej dziedzinie, podlegać regularnym przeglądom. Dedykowana grupa zadaniowa IDF LCA składająca się z ponad 50 ekspertów z dziedziny mleczarstwa i LCA z 15 krajów zobowiązała się do stałej oceny LCA i nauki o klimacie, aby zapewnić, że omawiana tu metodologia pozostanie awangardą nauki, stając się cennym źródłem zasobów, z którego mogą czerpać sektor mleczarski na całym świecie, oceniając, kierując i redukując wpływy na klimat w racjonalny sposób.

Słowa kluczowe: Ślad węglowy, mleczarstwo, przetwory mleczne, emisje, ocena środowiskowa, emisje gazów cieplarnianych, ocena cyklu życia, mleko, łagodzenie skutków

1

WSTĘP

1.1. TŁO

Zmiany klimatyczne są czołowym priorytetem wśród niezliczonej ilości światowych wyzwań w zakresie ochrony środowiska, które muszą być skierowane do wszystkich szczebli grup społecznych. Większość gałęzi przemysłowych staje przed wyzwaniami dotyczącymi wyliczenia i zredukowania emisji gazów cieplarnianych (GHG) emitowanych przez nie do atmosfery. Przetwórcy żywności i organizacje rolnicze w obszarze międzynarodowego sektora mleczarskiego stwierdzają wobec tego potrzebę obliczenia wielkości emisji GHG generowanych podczas produkcji i przez same produkty, kolokwialnie znaną jako ślad węglowy (**ang.** Carbon Footprint, CF). Spowodowało to, że wiele firm zaangażowało aktywnie działające profesjonalne jednostki lub wyspecjalizowane organizacje w celu dokonania przeglądu i obliczenia wartości CF w przypadku produktów mleczarskich.

Niniejszy przewodnik został opracowany na życzenie 46 państw członkowskich IDF, które razem reprezentują ponad 75% światowej produkcji mleka, ponieważ stało się oczywistym, że szeroki zakres danych cyfrowych odnośnie CF, wynikający z różniących się metodologii oraz danych wejściowych prowadzi do znacznej niespójności. Powoduje to potencjalną dezorientację i uzyskiwanie sprzecznych wiadomości, co mogłoby stworzyć fałszywe wrażenie, iż sektor mleczarski nie radzi sobie z aktywnym zaangażowaniem w zagadnienie zmian klimatycznych. Stworzenie spójności i jasnych wiadomości dotyczących CF oraz znaczenia informowania o zmianach klimatycznych jest podstawowe dla reputacji światowego sektora mleczarskiego. Ponadto, kluczowym zadaniem jest podkreślenie wysokiego poziomu zaangażowania branży, które już ma miejsce w odniesieniu do zmiany klimatu, oraz zidentyfikowanie odpowiednich działań praktycznych przyczyniających się do redukcji emisji GHG.

1.2. OPRACOWANIE NINIEJSZEGO PRZEWODNIKA

Niniejszy przewodnik został opracowany i wydany po raz pierwszy w 2010 roku przez Stały Komitet IDF ds. Środowiska (SCENV) przy aktywnym uczestnictwie Światowej Organizacji ONZ ds. Rolnictwa i Wyżywienia (UN FAO) oraz Platformy Inicjatywy Zrównoważonego Rolnictwa (**ang.** Sustainable Agriculture Initiative Platform, SAI Platform).

Wydając przewodnik IDF dot. Śladu Węglowego, zdecydowano, że przewodnik ten powinien być stale przeglądany i poprawiany przez IDF SCENV w celu odzwierciedlania rozwoju nauki i standardów w zakresie metodologii CF, dodatkowo przyczyniając się do rozwoju doświadczenia branży przy korzystaniu z omawianego dokumentu. W 2012 roku, rozesłano

kwestionariusz do Komitetów Narodowych krajów członkowskich IDF, a jego cenne wyniki zostały wykorzystane w przeglądzie SCENV i w procesie poprawiania dokumentu. Uaktualniona wersja przewodnika została wydana w 2015 r.

W roku 2020, zainicjowano drugie poprawione wydanie Przewodnika IDF, gdyż znaczenie oceny śladu węglowego (**ang.** CF) w sektorze mleczarskim ogromnie wzrosło. Zastosowanie wartości CF jako narzędzia monitorującego w celu oceny i poprawy funkcjonowania danego gospodarstwa staje się coraz bardziej powszechne, a zastosowanie CF jako podstawy: do celów handlowych, sprawozdań w przedsiębiorstwach obejmujące 3 zakresy obliczania śladu węglowego w zależności od celu obliczania – emisje bezpośrednie, emisje pośrednie i inne pośrednie emisje w całym łańcuchu wartości – przyp. tłum) oraz zastrzeżeń marketingowych (porównawczych) przybrało znacznie na intensywności. Ważne jest jednak, że jeśli porównania mają być ważne, tj. przy porównywaniu produktów spożywczych stosowane są podobne zakresy i metodologie CF, należy także wziąć pod uwagę wartość żywieniową.

Wobec powyższego, podjęto bardziej gruntowną korektę, w tym następujące poprawki i uaktualnienia:

- Identyfikacja podejścia, w oparciu o najlepszą wiedzę, przedstawiając wspólne wyzwania LCA przy obliczaniu CF dla produkcji mleczarskiej i dla produktów mleczarskich
- Identyfikacja kluczowych obszarów, w których istnieje aktualna dwuznaczność lub różniące się punkty widzenia co do najlepszego podejścia
- Zalecenie, aby włączyć praktyczne ale naukowe podejście do istniejących lub rozwijających się metodologii
- Adaptacja (przystosowanie) podejścia, które można jednakowo zastosować w każdym systemie mleczarskim na świecie i które jest ważne dla wszystkich, począwszy od małych prywatnych gospodarstw do systemów przemysłowych na dużą skalę
- Ułatwienie użytkownikom identyfikacji możliwości złagodzenia skutków i redukcji śladu węglowego (CF)

Uaktualniony przewodnik NIE:

Odtwarza wiedzę – tam gdzie nauka jest dostępna, dokonuje się odwołań w celu wsparcia istniejącej wiedzy. Tam gdzie już istnieje odpowiedni standard (norma) lub wytyczny dokument, tam jest on wykorzystywany.

1.3. CEL NINIEJSZEGO PRZEWODNIKA

Celem niniejszego przewodnika jest pomoc branży mleczarskiej na świecie w jej drodze do redukcji emisji GHG w całym łańcuchu wartości. Niniejsze wytyczne zostały opracowane przez IDF do wykorzystania zarówno przez sektor zajmujący się hodowlą bydła mlecznego jak i dla sektora produkcyjnego, ale także dla wszystkich innych zainteresowanych określeniem poziomu CF w swoich systemach produkcyjnych i produktach, stosując podejście Oceny Cyklu Życia (**ang.** LCA).

Poprzez realizację niniejszego znormalizowanego podejścia, otrzymana wartość CF produktów mleczarskich będzie bardziej zgodna i porównywalna w różnych systemach produkcji, w różnych regionach i dla różnych produktów. Jednakże, porównania CF powinny być przeprowadzane starannie, a wynikające zastrzeżenia powinny być raczej dopracowane niż upraszczane. Porównania CF dla produktów mleczarskich i produktów nie-mleczarskich stają się coraz bardziej powszechne, gdyż jest tendencja do badania zmian w zakresie CF na przestrzeni czasu. Zalecamy, aby stosować standard IDF w modelowaniu wartości CF dla produktów mleczarskich przez każdą stronę przeprowadzającą porównania pomiędzy produktami mleczarskimi a innymi produktami spożywczymi, lub badającymi zmiany historyczne w wartości CF z powodu zmian w praktykach zarządzania przyjętych w branży. Zalecamy także aby przy porównywaniu produktów spożywczych, stosować podobne wytyczne, wkład i zakres, zgodnie ze stosowanymi zaleceniami w zakresie tych wytycznych. Na przykład, wytyczne IDF zalecają włączenie do oceny zmian w zasobach węgla, wobec czego powinny być one włączone do analizy CF produktu spożywczego, z którym dokonuje się porównania. Jednakże, stosowanie niniejszego przewodnika IDF nie gwarantuje obiektywnego porównania pomiędzy produktami mleczarskimi a innymi produktami spożywczymi, ponieważ tylko produkty mleczarskie znajdują się w obrębie zakresu niniejszych wytycznych – wszystkie inne produkty spożywcze znajdują się konsekwentnie poza tym zakresem. Zalecamy także włączenie tutaj wartości żywieniowej wyrażonej w jednostkach funkcjonalnych (**ang.** functional unit, FU) zarówno produktów mleczarskich jak i nie-mleczarskich kiedy dokonuje się pomiędzy nimi porównania i tylko do porównań „od kołyski do grobu” ([patrz rozdział 4.3.3](#)).

Bez względu na poprzednie uwagi mówiące, że należy zachować staranność w porównaniach pomiędzy wartościami śladu węglowego, otrzymanych przy zastosowaniu różnych baz danych, przy wykorzystaniu mleka skorygowanego na wartość tłuszczu i białka, (**ang.** fat-and-protein corrected milk, FPCM) jako jednostki funkcjonalnej, tj. znormalizowany skład mleka, istnieje dobra zgodność porównań śladu węglowego emisji GHG dla mleka i spożycia w przypadku mleka pochodzącego z różnych łańcuchów dostaw. W przeciwieństwie do tego, napoje pochodzenia roślinnego, o których mówi się, że są zamiennikami (substytutami) mleka, nie mają znormalizowanego składu, a zawartość dodanych składników w tym białka, może znacznie się różnić. Clegg i wsp. [1] przebadali skład żywieniowy 299 „alternatyw roślinnych dla mleka” i poinformowali, że 136 napojów opartych na składnikach roślinnych miało obniżoną zawartość kluczowych substancji odżywczych w porównaniu do mleka. Ponadto, dla mleka posiadającego etykietę „mleko” w wielu krajach obowiązują wymagania dotyczące minimalnej zawartości kluczowych składników odżywczych takich jak białko lub sucha masa mleka (**ang.** milk solids), na przykład normy ustanowione w UE, USA, Australii i Nowej Zelandii [2,3, 4].

Niniejsze wytyczne są konkretnie przeznaczone dla hodowli bydła mlecznego i związanej z tym produkcji mleczarskiej; jeśli nie jest zidentyfikowane żadne inne alternatywne podejście, można je stosować wobec innych gatunków przeżuwaczy produkujących mleko (np. bawoły wodne (*Bubalus bubalis* – przyp. tłum.), owce i kozy) w celu określenia CF w ich przypadku.

Jednakże, niniejszy przewodnik **nie jest** przeznaczony do oceny CF mieszanych systemów gospodarki np. gospodarstwo, które posiada stado mleczne i stado trzody chlewnej, lub stado mleczne i oddzielne grunty orne dla innych upraw. Niniejszy przewodnik podaje wymagania minimalnych standardów dla CF, jednakże nie określa wymagań dotyczących roszczeń lub odnoszących się do publikacji prac recenzowanych i nie jest także podstawą prawną. Niniejszy przewodnik może tylko zalecać inne standardy, dokumenty wytyczne, panele przeglądowe, organom rozliczającym i prawnym do stosowania niniejszego przewodnika i jego wymagań jako dokumentu odwoławczego.

Celem niniejszego przewodnika jest wsparcie dla sektora mleczarskiego w łagodzeniu skutków emisji GHG, aby zmniejszyć ich potencjalny wpływ na zmiany klimatyczne na świecie. Stosowanie omawianej metodologii umożliwia:

- Wykonywanie sprawozdań (dotyczących firmy lub produktu) odnośnie emisji GHG z wszystkich etapów cyklu życia, tj. zarówno czynności w gospodarstwie jak i w produkcji w obrębie całego mleczarskiego łańcucha wartości,
- Monitorowanie emisji GHG w celu zademonstrowania postępu osiągniętego wraz z czasem,
- Identyfikacja punktów zapalnych w zakresie GHG w celu skoncentrowania się na działaniach łagodzących te skutki,
- Określenie wpływu różnych opcji łagodzenia skutków emisji GHG,
- Ilościowe określenie CF dla produktów mleczarskich w ciągu całego cyklu życia produktu oraz informowanie klientów i konsumentów o wartości CF produktów mleczarskich,
- Porównywanie CF pomiędzy produktami mleczarskimi i innymi nie-mleczarskimi produktami spożywczymi, w tym – jeśli jest to stosowne – ich wartości żywieniowej.

1.4. PRZYSZŁE PRZEGLĄDY I POPRAWKI

Wpływ systemów produkcji żywności na środowisko i stosowanie LCA w ocenie śladu węglowego (CF) jest obszarem szybko rozwijającej się nauki i wiedzy. IDF zobowiązuje się do dokonywania ciągłego przeglądu nowej nauki i standardów w zakresie LCA i obliczania CF, dodatkowo włączając doświadczenie praktyczne zdobyte przez członków branży mleczarskiej, korzystających z niniejszego przewodnika. Do istniejących wytycznych włączono istotne wyniki, a osoby z branży są informowane o postępie w określonych tematach.

IDF będzie kontynuować ścisłą współpracę z innymi organizacjami działającymi w pokrewnych dziedzinach, z celem wymiany informacji, zwiększając spójność w podejściu do omawianych zagadnień oraz pozostając w awangardzie rozwoju w nauce.

Niniejszy przewodnik koncentruje się głównie na śladzie węglowym (CF), ale istnieją także inne ważne dla środowiska kategorie wpływów, które są powszechnie włączone do LCA, takie jak zużycie wody, toksyczność, eutrofizacja (eutrofizacja polega na nadmiernym wzbogacaniu naturalnych wód w minerały i składniki odżywcze, które powodują nadmierny wzrost glonów i innych organizmów fitoplanktonu, tworzących na powierzchni wody tzw. zakwity – przyp. tłum.), zakwaszenie, użytkowanie ziemi i różnorodność biologiczna. W rozdziale 6.2.

omówiono pokrótce ślad środowiskowy (LCA dla licznych kategorii wpływów). Jednakże, dostępna literatura dotycząca kategorii wielu wpływów takich jak bioróżnorodność i toksyczność wciąż się rozwija, wobec tego, wytyczne jak rozszerzyć zakres obejmujący większą liczbę kategorii wpływów zostaną uwzględnione w następnych uaktualnieniach niniejszego przewodnika albo też zostaną opracowane dodatkowe wytyczne. Jako przykład, w 2017 roku, IDF opublikowała przewodnik LCA w zakresie metodologii śladu wodnego dla branży mleczarskiej, mający na celu osiągnięcie lepszego zrozumienia oceny śladu wodnego w sektorze mleczarskim [5]. Wspomniany dokument dostarczył przejrzyste wytyczne odnośnie profilu wody dla produktu mleczarskiego w ciągu całego cyklu jego życia, który mógł być monitorowany, określony ilościowo i oceniony jako potencjalny wpływ na środowisko w związku z wykorzystywaniem wody. Raport IDF dotyczący LCA wody [5] jest zgodny z normą ISO dotyczącą śladu wodnego (ISO 14046) [6], wytycznymi LEAP dla użytkowania wody, obejmującymi wszystkie sektory gospodarki zwierzęcej [7] jak również niniejszy przewodnik IDF w zakresie wspólnej metodologii CF.

Zagadnienie w jaki sposób obliczyć wartość żywieniową produktów w ocenie LCA jest obszarem w którym nauka wciąż się rozwija. Znaczna część pracy w tym zakresie przebiega na bieżąco; zamierzeniem jest aby ten aspekt oceny CF został włączony do następnego uaktualnionego wydania wytycznych IDF w zakresie CF. Inne problemy, które są omawiane w przeglądzie z 2020 roku w wytycznych IDF obejmują zagadnienie jak podejść do alokacji obecności obornika w gospodarstwie. Obecnie, obornik (nawóz naturalny) nie ma przypisanego CF tj. jest jego „odcięcie” przy bramie gospodarstwa, co powoduje że obornik jest „wolny” od CF dla producentów zbiorów, chociaż emisje ze stosowania i wykorzystania obornika na polu wciąż są brane pod uwagę. Ponadto, wyzwaniem jest duża część debaty związanej z problemem przewożenia zwierząt pomiędzy gospodarstwami i oceny CF gospodarstw przy zwiększającej się wielkości stad. Odnosi się to w pewnym stopniu do uaktualnionej wersji niniejszego przewodnika, ale omówione zostanie później, w następnych wydaniach. Dobra inwestycyjne i stosowanie leków weterynaryjnych to dwa obszary, w których istnieje niedostateczna ilość danych do włączenia ich do LCA. Należy się spodziewać, że wspomniane pominięcia mają mniejszy wpływ na wynik, ale z punktu widzenia spójności byłoby pożądane posiadanie lepszych danych na ten temat.

Wreszcie, istnieje już intensywne spojrzenie nauki, aczkolwiek brak tu jasności, jak włączyć ocenę LCA; to sekwestracja węgla (sekwestracja to zapobieganie przedostawaniu się dużych emisji ditlenku węgla poprzez jego wychwytywanie, transport i deponowanie chroniące przed przedostawaniem się CO₂ do atmosfery – przyp. tłum.). Obecne uaktualnienie w przewodniku IDF proponuje włączenie sekwestracji do analizy CF, gdyż może to być ważnym potencjalnym elementem łagodzenia skutków emisji dla sektora mleczarskiego, ale musi to być podawane oddzielnie. IDF jest także zaangażowane w pracę nad opracowaniem metodologii dotyczących sekwestracji węgla i powinno być, w bliskiej przyszłości, więcej wytycznych, jak włączyć sekwestrację węgla do oceny LCA. Ponadto, w IDF są obecnie dwie dodatkowe Grupy Zadaniowe (**ang.** Action Teams, AT) pracujące nad tematami, które wiążą się z niniejszym

przewodnikiem: opracowanie przez AT ram oceny usług w ekosystemach oraz ocena (AT) możliwości włączenia wartości żywieniowych do oceny środowiskowej. Być może zostanie opracowany oddzielny Biuletyn IDF, który zapewni bardziej szczegółowe informacje na temat stosowania dodatków paszowych i innych technologii łagodzenia skutków emisji, oraz informacje, w jaki sposób będą one „wpasowane” w ramy oceny LCA, kiedy liczba wspomnianych technologii zostanie stosowana w szerszej skali przemysłowej.

2

PODSTAWY LCA I CF

2.1. CO JEST POTRZEBNE PRZED ROZPOCZĘCIEM BADANIA ŚŁADU WĘGLOWEGO (CF)

Ponieważ niniejszy przewodnik odnosi się do kilkunastu uprzednio wydanych norm, byłoby przydatne upewnić się, że posiadacie te dokumenty w zasięgu ręki zanim rozpoczniecie swoje badania nad CF. Linki do różnych dokumentów można znaleźć w [rozdziale 9 – Bibliografia \(References\)](#). Jeśli nie macie wcześniejszego doświadczenia z LCA lub CF, może być przydatne zapoznanie się najpierw z treścią normy ISO 14044 i 14067 [25, 26]. W kolejnych rozdziałach zawarte są szczegółowe wymagania i wytyczne dotyczące skompletowania dokumentacji na temat GHG w tym, jeśli jest to stosowne, odwołania do innych opublikowanych przewodników i norm. Aby upewnić się, że zalecenia IDF pozostają w zgodności z Normą Przedmiotową Protokołu GHG [27], termin **shall** jest stosowany w niniejszej normie aby wskazać, że coś jest wymagane w inwentarzu GHG podczas gdy termin **should** jest stosowany, kiedy wskazuje się zalecenie, a nie wymaganie („powinno”, „zaleca się”), a **may** wskazuje na opcję dopuszczalną lub dozwoloną. W obrębie poszczególnych rozdziałów przewodnika, termin **required** („wymagany”) jest stosowany, aby odnieść się do wymagania w normie, podczas gdy **needs**, **can** lub **cannot** są stosowane, aby dostarczyć wskazówki na temat realizacji wymagania lub wskazać, że dane działanie jest lub nie jest, możliwe.

2.2. DEFINICJA ŚŁADU WĘGLOWEGO (CF)

CF opiera się na metodologii LCA, która była pierwotnie stosowana do analizowania łańcuchów procesów przemysłowych, ale została dostosowana ponad 20-30 lat temu do oceny wpływów rolnictwa, w tym produkcji mleczarskiej na środowisko. Analiza LCA obejmuje systemowo wejścia i wyjścia określonego produktu lub systemu produkcji w określonych granicach tego systemu, np. gospodarstwo produkujące mleko, mleczarski zakład przetwórczy lub cały system produkcji mleczarskiej. Granica systemu w dużym stopniu zależy od celu badania. CF oblicza się tylko dla emisji GHG związanych z systemem produkcji, ale inne wpływy środowiskowe są powszechnie włączane do pełnej analizy LCA (np. wykorzystanie wody, wykorzystanie ziemi, toksyczność, eutrofizacja lub bioróżnorodność). W przeciwieństwie do pełnej analizy LCA, decyzja o obliczaniu CF dla danego produktu jest świadomą decyzją, skoncentrowaną na zmianach klimatycznych, jedynym wskaźnikiem środowiskowym.

W obrębie CF, gazy cieplarniane (GHG) są gazami, dla których Międzyrządowy Panel ds. Zmian Klimatycznych (**ang.** Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC [8]) zdefiniował współczynnik potencjalnego globalnego ocieplenia (**ang.** GWP, Global Warming Potential). Każdy GHG wyrażany jest w przeliczeniu na jego możliwość spowodowania globalnego

ocieplenia przez porównanie z ditlenkiem węgla (CO_2) jako gaz referencyjny i w ten sposób mierzony w ekwiwalentach CO_2 ($\text{CO}_2\text{-eq}$ lub $\text{CO}_2\text{ e}$). Głównymi rolniczymi gazami cieplarnianymi są CO_2 , podtlenek azotu (N_2O) i metan (CH_4). Niniejszy przewodnik postępuje zgodnie z normą ISO 14067 [26] stosując współczynnik GWP w perspektywie czasowej 100 lat i uwzględniając zależności: klimat – węgiel.

CF jest sumą wpływu wszystkich gazów cieplarnianych emitowanych przez cały cykl życia produktu w granicach danego systemu, w określonym zastosowaniu i w odniesieniu do określonej ilości danego produktu. Na przykład, CF jednego litra odtłuszczonego mleka (2% tłuszczu) otrzymuje się przez obliczenie i zsumowanie całej ilości GHG przypadającej na jednostkę produkcyjną i emitowanej podczas wszystkich etapów całego cyklu życia produktu „od kołyski” (produkcja środków produkcji) „do grobu” (produkt spożyty i potraktowany jako odpad).

Jednostka referencyjna, która określa korzystny wynik jest znana jako jednostka funkcjonalna (**ang.** functional unit, FU) i posiada określoną ilość i jakość, na przykład litr świeżego mleka o określonej zawartości tłuszczu i białka, w określonym typie opakowania.

Zastosowanie oceny LCA w odniesieniu do systemów działalności rolniczej jest często skomplikowane ponieważ, dodatkowo do produktu głównego (np. mleko) istnieją zazwyczaj współistniejące produkty, takie jak mięso, obornik lub energia. Pasza bydła mlecznego często pochodzi z upraw takich jak soja, które zawierają olej jako współprodukt. Wymaga to odpowiedniego podziału wpływów środowiskowych i zasobów dla każdego produktu w oparciu o zasady alokacji, które mogą być oparte na różnych kryteriach takich jak wartość ekonomiczna, właściwości produktu lub rozszerzenie (ekspansja) systemu ([patrz rozdział 5.4](#)).

2.3. WYZWANIA ZWIĄZANE ZE ŚLADEM WĘGLOWYM (CF)

Jest wiele wyzwań pojawiających się przy obliczaniu śladu węglowego, a analiza produktu mleczarskiego nie jest tutaj wyjątkiem. Dotychczas przeprowadzono ponad 4800 recenzowanych prac, badających i oceniających ślad węglowy pochodzący z mleczarstwa [9 – 19]. Jednakże, porównanie pomiędzy tymi badaniami jest trudne, wynikające z różnic metodologii i oceny, na przykład, w zakresie granic danego systemu, metodologii alokacji lub współczynników emisji. Identyfikacja może być także trudna tam, gdzie można dokonać znaczącej redukcji w emisjach GHG, kiedy różnice w wynikach zależą bardziej od różnic w metodologii niż od rzeczywistych różnic pomiędzy systemami produkcji lub praktykami zarządzania [20 – 22].

Wartość CF dla mleka i innych produktów mleczarskich jest zdominowana przez etap produkcji w danym gospodarstwie produkującym mleko, tam gdzie występuje trzy czwarte lub więcej emisji GHG [23]. Jest wobec tego kluczowe, aby brać pod uwagę zmienne w produkcji mleka surowego (w gospodarstwie), które mogą istotnie wpływać na wynik CF, na przykład dynamika rozwoju stada i skład paszy. Dla porównania na poziomie produktów dla konsumentów, jest także niezmiernie istotne opracowanie ogólnego podejścia do podziału obciążenia środowiska

pochodzącego z produkcji mleka surowego na poszczególne produkty takie jak mleko, śmietana, ser i masło, niezależnie od gospodarstwa, stosowanego systemu produkcji, kraju lub regionu.

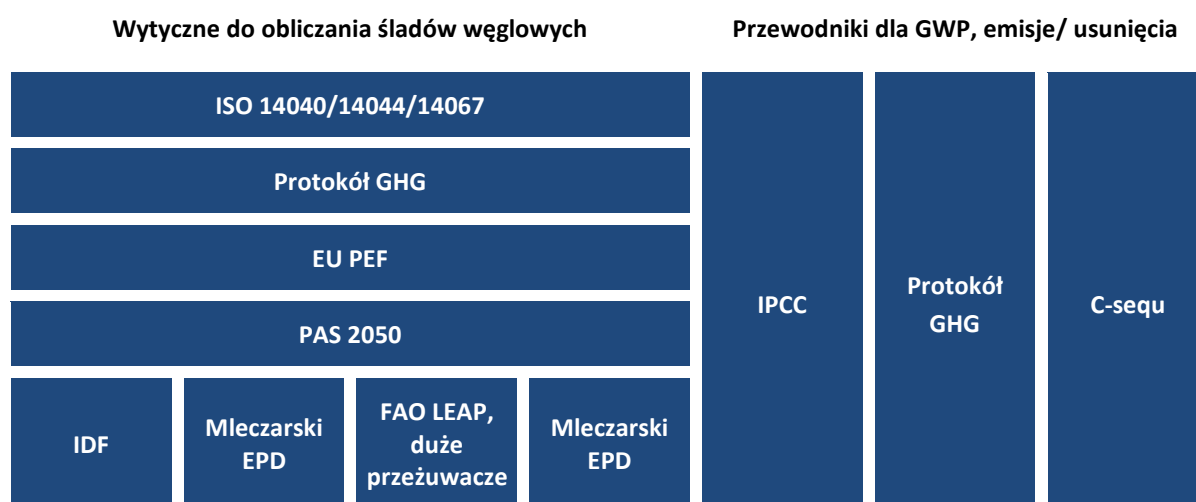
2.4. AKTUALNE MIĘDZYNARODOWE STANDARDY I WYTYCZNE

Od początku, IDF zobowiązał się do dokonywania przeglądów i ustalania zgodności z istniejącymi pracami w zakresie normalizacji, oraz do współpracy z organizacjami zaangażowanymi już w poprawę ujednolicenia metodologii oceny LCA. Jak podkreślono w przedmowie, tam gdzie istnieje i funkcjonuje odpowiednia norma lub dokument wytyczny oceny LCA, tam jest on stosowany w ramach niniejszego przewodnika. Obliczanie wartości CF produktu z zastosowaniem metodologii LCA powinno być początkowo oparte na serii ISO 14000, w szczególności ISO 14040 [24], ISO 14044 [25] i ISO 14067 [26]. Jednakże, istnieją liczne standardy i wytyczne dokumenty do wzięcia pod uwagę przy obliczaniu CF w mleczarstwie.

Jak to pokazano na Rys.1, istniejące wytyczne dla obliczania CF można podzielić na trzy typy:

1. Ogólne Wytyczne CF takie jak ISO [25, 26], Protokół GHG [27], ogólne wskazówki PEF [28], i PAS 2050 [29]. (podane skróty, patrz glosariusz, rozdział 8 – przyp. tłum.)
2. Wytyczne specyficzne dla mleczarstwa takie jak niniejszy przewodnik IDF, mleczarski PEFCR [30], wytyczne LEAP (duże przeżuwacze) [31], oraz mleczarski EPD [32].
3. Wytyczne do szczególnych części CF takie jak IPCC AR6 [33], inne GWP i czynniki emisji w rolnictwie oraz wskazówki C-seq dotyczące sekwestracji węgla [34].

Tam gdzie ma to znaczenie, sprawdziliśmy zgodność niniejszych dokumentów-wskazówek z treścią niniejszego biuletynu lub odwołujemy się do tych dokumentów-wytycznych w określonych rozdziałach niniejszego przewodnika IDF.



Rys. 1. Przegląd istniejących wytycznych istotnych dla oceny LCA lub obliczania CF dla produktów mleczarskich.

Przegląd przedstawiony na Rys.1 nie wyczerpuje wszystkich możliwości. Na przykład, sektor mleczarski w USA posiada przewodniki dot. zasobów GHG na poziomie korporacyjnym [35, 36], które oparte są na Protokole GHG [27], ale nie mają zaleceń na temat jak obliczać ilościowo CF produktu (na przykład, nie podają jak alokować emisje pomiędzy poszczególnymi produktami) i wobec tego, nie zostały one uwzględnione w powyższym przeglądzie.

2.4.1. Seria norm ISO 14000, obejmująca ISO 14040, 14044 i 14067

Dokumenty ISO dotyczące LCA są pożyteczne dla zrozumienia i stosowania metodologii LCA i jej etycznych behawioralnych zasad. Nie podają one żadnych szczególnych wzorów, baz danych lub wskazówek technicznych, ale ustalają ramy etyczne do tego jak dokonać analizy LCA i wobec tego, są bardzo przydatną podstawową lekturą dla tych, którzy są nowicjuszami w zakresie analiz LCA. Więcej szczegółów znajduje się w poszczególnych dokumentach ISO poniżej.

ISO 14040: 2006 „Zarządzanie środowiskowe – Ocena cyklu życia – Zasady i struktura [24] podaje opis zasad i struktury oceny LCA, w tym: definicja celu i zakresu LCA; faza analizy inwentarza (LCI) cyklu życia; ocena wpływu cyklu życia (LCIA); faza interpretacji cyklu życia; raportowanie i krytyczny przegląd LCA; ograniczenia LCA; powiązania pomiędzy fazami LCA; oraz warunki stosowania wyborów wartości i elementy opcjonalne. W dokumencie nie opisuje się szczegółów technicznych ani nie wyszczególnia metodologii dla poszczególnych faz LCA.

ISO 14044: 2006 „Zarządzanie środowiskowe – Ocena cyklu życia – Wymagania i wytyczne” [25] podaje szczegółowe wytyczne dotyczące czterech faz badania LCA: faza zdefiniowania celu i zakresu LCA; faza analizy inwentarza (wykazu zasobów - przyp. tłum.); faza oceny wpływu; faza interpretacji. Także zawiera wytyczne na temat jak raportować wyniki, jak przeprowadzać twierdzenia porównawcze oraz jak dokonywać przeglądu krytycznego (lub ISO). Przegląd ISO jest to ocena waszego badania LCA, przeprowadzona przez eksperta strony trzeciej i jest ona szczególnie odpowiednia tam, gdzie wyniki badania są przekazywane na zewnątrz lub budzą zastrzeżenia.

ISO 14067: 2018 „Gazy cieplarniane – Ślad węglowy wyrobów – Wymagania i wytyczne dotyczące kwantyfikacji [26] (Uwaga: wszystkie tytuły polskie pochodzą z oficjalnych norm ISO – PN w języku polskim – przyp. tłum.). Niniejszy dokument określa zasady, wymagania i wytyczne dla kwantyfikacji i raportowania CF danego produktu.

Oprócz tych trzech norm, istnieją także inne normy ISO, które są w pewnym stopniu istotne. Można tu wymienić ISO 14021 [37], która jest przydatna przy przeprowadzaniu deklaracji środowiskowych o stosowaniu etykiet środowiskowych; oraz ISO 14064 [38] która przydaje się przy raportowaniu śladu węglowego przez organizacje.

2.4.2. *Protokół GHG Instytutu Zasobów Światowych (ang. World Resources Institute, WRI) i Światowej Rady Biznesu ds. Zrównoważonego Rozwoju (ang. World Business Council for Sustainable Development, WBCSD)*

Protokół Gazów Ciepłarnianych (**ang.** GHG Protocol [27]) jest najczęściej stosowanym narzędziem rozrachunkowym, które umożliwia przedsiębiorstwom zrozumienie, kwantyfikację i zarządzanie emisjami GHG. Istnieje prawie 20-letnie partnerstwo pomiędzy Instytutem Zasobów Światowych WRI a Światową Radą Biznesu ds. Zrównoważonego Rozwoju WBCSD i łączy ono interesariuszy z biznesu, rządów, organizacji pozarządowych i instytutów uczelnianych w zakresie opracowywania obliczeń emisji GHG i raportowania standardów w zakresie uznanym w skali międzynarodowej. Protokół GHG [27] zawiera metodologię dla prawie każdego standardu GHG i programu na świecie, od Międzynarodowej Organizacji ds. Normalizacji (ISO) po Rejestr Klimatyczny jak również setki inwentarzy (spisów) GHG opracowanych przez indywidualne przedsiębiorstwa. Protokół GHG [27] oferuje pewną liczbę standardów, dokumentów-wytycznych i narzędzi potrzebnych do raportowania GHG i nie ogranicza się tylko do CF, ale nadaje się do każdego typu raportowania GHG i obliczeń. Dla celów mleczarskiego CF, najważniejsze normy i dokumenty o charakterze wytycznych są następujące:

1. Standard Obliczania Cyklu Życia Produktu i Raportowania [39];
2. Wytyczne dotyczące Protokołu GHG w Rolnictwie [40];
3. Wytyczne dotyczące Sektora Gruntów i Usuwania Emisji (w opracowaniu; [41].

2.4.3. *Specyfikacje PAS 2050:2011 i PAS 2050 (obliczanie emisji) dla mleczarstwa*

Brytyjski Instytut Standardów, we współpracy z Ministerstwem Środowiska, Żywności i Spraw Wsi W. Brytanii (**ang.** UK Department for Environment, Food and Rural Affairs, DEFRA) i Trustem Węglowym (**ang.** Carbon Trust) opracowali Publicznie Dostępną Specyfikację (PAS) 2050 – „Specyfikacja służąca do oceny emisji GHG w ciągu cyklu życia produktów i usług” [29]. Niniejszy brytyjski wstępny standard ustanawia początkową wszechstronną propozycję metodologii CF produktu. Oryginalna wersja PAS została opublikowana w październiku 2008 roku i jest w znacznym stopniu oparta na standardzie LCA ISO 14040 [24]. Obecna PAS 2050 [29] (która została uaktualniona w 2011 r.) odwołuje się do normy ISO wiele razy, ale w niektórych obszarach wykazuje od niej znaczne odstępstwa. PAS 2050 [29] reprezentuje więc pierwsze starania w kierunku ustalenia znormalizowanych podstaw oceny emisji GHG, powstających podczas powstawania śladu węglowego (CF) danego produktu.

2.4.4. *Dokumenty wytyczne PEF i PEFCR*

Ślad środowiskowy produktu (**ang.** The Product Environmental Footprint, PEF) jest europejskim standardem opracowanym przez Komisję Europejską we współpracy z interesariuszami sektora przemysłu w Unii Europejskiej [28]. Ma na celu ustanowienie dokumentu generycznego (PEF Guidance; [28]) i właściwych dla danego sektora przepisów PEF dotyczących kategorii (PEFCRs, PEF Category Rules) w celu stosowania oceny LCA

w krajach Unii Europejskiej. Dla określenia CF w mleczarstwie istnieją dwa istotne PEFCRs; jeden dla produktów mleczarskich [30], drugi dla pasz [42]. Przewodnik PEF [28] jest nakazowy, gdyż celem jego jest najbardziej jak to możliwe, standaryzacja obliczania LCA; skupia on swoją uwagę na standaryzacji oświadczeń środowiskowych (**ang.** green claims) na rynku UE. PEFCR dla mleczarstwa [30] został opracowany przez Sekretariat Techniczny, składający się z przedstawicieli różnych gałęzi przemysłu i był koordynowany przez Europejskie Zrzeszenie Mleczarzy (EDA). PEFR Mleczarstwo [30] zaleca stosowanie odpowiednich metod, zbiorów danych i domyślnych współczynników do obliczania LCA w mleczarstwie „od kołyski do grobu” (obowiązkowe) dla pięciu różnych kategorii produktów mleczarskich (mleko spożywcze, masło, sery, fermentowane przetwory mleczne oraz składniki mleczarskie); obejmuje 18 różnych kategorii wpływów środowiskowych. Przy stosowaniu PEFCR jesteśmy zobowiązani do wykorzystywania odpowiedniego zestawu baz danych PEF chyba, że posiadamy dostęp do danych głównych. PEFCR Mleczarstwo [30] może być pożytecznym dokumentem, kiedy brak jest danych podstawowych; kiedy dostarczone jest wiele domyślnych wartości; albo jeśli chcemy dokonać deklaracji środowiskowych w UE. Komisja Europejska przygotowuje obecnie liczne podstawowe legislacyjne propozycje we współpracy z PEF [28].

2.4.5. *FAO LEAP*

Partnerstwo na rzecz Oceny i Wydajności Środowiskowej Zwierząt Gospodarskich (**ang.** The Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership) jest inicjatywą wielu interesariuszy, poszukującą sposobów poprawy środowiskowego zrównoważenia sektora zwierząt gospodarskich poprzez zharmonizowane metody, dane statystyczne i bazy danych. Ogólnie mówiąc, LEAP prowadzi skoordynowaną inicjatywę przyspieszenia zrównoważonego rozwoju łańcuchów dostaw zwierząt gospodarskich i wspierania działań klimatycznych, wnosząc wkład do osiągnięć Agendy 2030 na rzecz Zrównoważonego Rozwoju i Porozumienia Paryskiego.

LEAP opublikowało pewną liczbę wytycznych dotyczących zrównoważonej produkcji zwierząt gospodarskich, z których najważniejsze dla śladu węglowego w mleczarstwie są następujące:

- Środowiskowa wydajność łańcucha dostaw dużych przeżuwaczy [31];
- Środowiskowa wydajność łańcucha dostaw pasz [43];
- Dokonywanie pomiarów i przedstawianie zasobów ditlenku węgla w glebie i zmian w zasobach w systemach produkcji zwierząt gospodarskich [44];
- Środowiskowa wydajność dodatków paszowych w łańcuchach dostaw zwierząt gospodarskich. Wytyczne dotyczące oceny [45];
- Emisje CH₄ w rolnictwie – źródła, kwantyfikacja, łagodzenie skutków i dane statystyczne [46].

Istnieje także przewodnik LEAP na temat przepływów składników odżywczych i związanych z tym wpływów środowiskowych w łańcuchach dostaw zwierząt gospodarskich [47]. Te wskazówki są mniej istotne dla śladu węglowego (CF), ale ważne dla badań mleczarskich

w zakresie LCA, które obejmują zagadnienie eutrofizacji jako kategorię wpływów środowiskowych.

2.4.6. EPD PCR Mleczarstwo

Międzynarodowy System Deklaracji Środowiskowych dla Produktu (**ang.** Environmental Product Declaration, EPD) jest globalnym programem deklaracji środowiskowych. Przedstawia on przejrzyste, zweryfikowane i porównywalne informacje o wpływie środowiskowym cyklu życia produktów i usług. Pierwszym krokiem w tworzeniu EPD jest zdefiniowanie danego produktu, stosując odpowiednie Przepisy dotyczące Kategorii Produktu (**ang.** Product Category Rules, PCR). Są to określone przepisy i wymagania weryfikowane przez niezależny panel trzeciej strony – na przykład, LCI dla LCA musi być zweryfikowane i pochodzić z wiarygodnych źródeł (na przykład, z urządzenia produkcyjnego). Dla produktów mleczarskich [32] istnieje PCR w ramach systemu EPD.

2.4.7. IPCC (*ang. Intergovernmental Panel on Climate Change*) – Międzyrządowy Panel ds. Zmian Klimatycznych

IPCC jest organem ONZ, którego zadaniem jest ocena dziedziny nauki związanej ze zmianami klimatu. IPCC został utworzony w celu dostarczania decydom polityki regularnych ocen naukowych w zakresie zmian klimatycznych, ich uwikłań i potencjalnych przyszłych ryzyk jak również w celu przedstawiania opcji przystosowania i łagodzenia skutków emisji. Poprzez swoją ocenę, IPCC określa stan wiedzy na temat zmiany klimatu; identyfikuje miejsca, gdzie istnieje porozumienie wśród społeczności naukowej w zakresie tematów związanych ze zmianami klimatycznymi oraz tam, gdzie występuje potrzeba przeprowadzenia dalszych badań. Sprawozdania są przygotowywane i przeglądane na wielu etapach, gwarantując w ten sposób obiektywizm i przejrzystość. IPCC nie prowadzi własnych badań i jego sprawozdania są neutralne, istotne dla polityki, ale nie mają charakteru nakazowego. Raporty z oceny są kluczowym wkładem do międzynarodowych negocjacji w zakresie rozwiązywania problemów zmiany klimatu. Najważniejsze raporty IPCC w odniesieniu do śladu węglowego (CF) w mleczarstwie są następujące:

- Dla współczynników GWP dla różnych emisji gazów cieplarnianych (GHG): 6-te Sprawozdanie z Oceny: AR6 (lub już dostępne nowsze wersje; [33])
- Dla współczynników emisji w rolnictwie i zmianach w użytkowaniu ziemi: Wytyczne IPCC 2006 dla Krajowych Wykazów GHG [48]
- Dla współczynników emisji w rolnictwie i użytkowaniu ziemi: udoskonalona wersja Wytycznych IPCC z 2006 r dla Krajowych Wykazów GHG; Tom 4 Rolnictwo, Leśnictwo i Inne Użytkowanie Ziemi [8]
- Dla współczynników emisji w odniesieniu do paliw: Baza Danych IPCC z 2012 r dot. Czynniki Emisji (EFDB) [49].

2.4.8. Sekwestracja C (*ang. C-seq.*)

Metodologia sekwestracji ditlenku węgla (C) jest opartym na naukowym podejściu do ilościowego określania (kwantyfikacji) składowania ditlenku węgla pod ziemią jak i na ziemi (dodatkowo do potencjalnych emisji) poprzez badania oparte na LCA i CF. Niniejsza metoda została sfinansowana przez pewną liczbę organizacji sektorów: mleczarskiego i hodowli bydła mięsnego, które wymagały solidnego i opartego na wiedzy podejścia, aby zrozumieć pozytywny wpływ, jaki ich łańcuchy wartości mogłyby wywierać poprzez proaktywne działania rolników w zakresie promowania sekwestracji dwutlenku węgla. Zarówno IDF jak i Światowy Okrągły Stół ds. Zrównoważonej Wołowiny (*ang. Global Round Table for Sustainable Beef, GRSB*) zostały zaproszone do projektu jako Partnerzy w określonym zakresie Wiedzy. Projekt rozpoczął się w 2018 roku i podlegał licznym przeglądom, w tym publicznym konsultacjom i pilotażowym badaniom, korzystając z wkładu wnoszonego przez wielu światowych naukowych specjalistów dziedzinie LCA i gleby. Została zawarta umowa z firmą konsultingową Quantis zajmującą się zrównoważonym rozwojem środowiska która objęła „Przywództwo Techniczne” dla powyższego projektu i opracowała metodologię w oparciu o wkład wiedzy wiodących specjalistów, którzy przyczynili się do procesu o przejrzystym rozwoju. Początkowym celem projektu było opracowanie procesu podejścia do powyższego zagadnienia opartego na solidnych podstawach naukowych, który można będzie łatwo stosować w obliczaniu śladu węglowego (CF). Wreszcie, końcowym pożądanym wynikiem jest wspomaganie rozwoju wiedzy w tym złożonym temacie oraz zapewnienie porady rolnikom w zakresie zwiększającej się sekwestracji ditlenku węgla jako wykonalne podejście w celu zminimalizowania emisji i łagodzenia skutków zmiany klimatu.

2.4.9. Przegląd dostosowywania standardów i dokumentów do wskazówek zawartych w niniejszym przewodniku

Jako część „odnowienia” niniejszego przewodnika, Grupa Zadaniowa IDF ds. LCA dokonała przeglądu w zakresie ujednolicenia Przewodnika IDF odnośnie głównych tematów metodologicznych z następującymi innymi standardami i dokumentami o charakterze wskazówek: OSO (14067) [26] o 14044 [25], PEF [Ogólne wytyczne [28], PEFCR mleczarstwo [30], PEFCR pasze [42], LEAP [duże przeżuwacze [31], pasze [43] i azot [47], Protokół GHG [27], PAS 2050 [29] i EPD PCR mleczarstwo [32]. Wnioski płynące z omawianego przeglądu zostały wykorzystane do poprawy niniejszego przewodnika IDF, na przykład, w przypadku jeśli istniejące standardy i wytyczne nie były ujednolicone lub były niejasne. Niniejszy przegląd służył także do podejmowania świadomych decyzji co do tego czy Grupa Zadaniowa IDF ds. LCA popiera istniejące zalecenia. Konsekwentnie, mogłyby być podejmowane świadome decyzje, czy dostosować czy dalej opracowywać czy odstąpić od istniejących standardów i wytycznych.

Główne wnioski z niniejszego przeglądu są następujące:

- Cel: Cel różnych standardów i wytycznych różni się, ale główna uwaga skupia się na LCA lub CF produktu. Niektóre normy i dokumenty wytyczne mają szerszy zakres, takie jak

raportowanie przez korporacje lub CLA przez organizacje. W obecnym przewodniku IDF zdecydowano rozszerzyć cel do objęcia całego łańcucha wartości oraz podania pewnych wskazówek jak włączyć wartości żywieniowe produktów mleczarskich.

- CF a ślad środowiskowy: PEF [28] jest najbardziej szczegółową normą lub wytyczną pod względem uwzględnienia innych wpływów środowiskowych. W niniejszym dokumencie zdecydowaliśmy skoncentrować główną uwagę na CF, ale dodaliśmy jeden akapit (patrz [rozdział 6.2](#)) wskazując na możliwości stosowania niniejszego przewodnika do innych kategorii wpływów.
- Zakres: Zakres różnych standardów i dokumentów zawierających wytyczne jest różny. Zidentyfikowano 4 główne zakresy, do których dokonuje się odniesienie w niniejszym dokumencie są następujące: 1) od kołyski do bramy gospodarstwa; 2) od kołyski do bramy zakładu produkcyjnego; 3) od kołyski do zakupu oraz 4) od kołyski do grobu. Postanowiliśmy rozszerzyć zakres niniejszego przewodnika od bramy zakładu do końca cyklu życia i podać wytyczne na temat jak stosować niniejszy przewodnik i jak ustalać granice systemu.
- Podejście atrybucyjne (patrz glosariusz, rozdział 8 – przyp. tłum.) do LCA a podejście wynikowe: ISO nie określa różnicy pomiędzy podejściem LCA atrybucyjnym a wynikowym, podczas gdy wszystkie inne standardy i dokumenty z wytycznymi zalecają stosowanie podejścia LCA atrybucyjnego. W niniejszym przewodniku postanowiliśmy podtrzymać zalecenie stosowania podejścia atrybucyjnego wobec LCA, ale stworzyliśmy pewien kontekst, kiedy stosowanie wynikowego LCA może być korzystne.
- Wybór jednostki funkcjonalnej (FU): Typowa zalecana jednostka FU oparta jest na masie np. kg mleka skorygowanego na zawartość tłuszczu i białka (FPCM), chociaż PEFCR mleczarstwo [30] proponuje stosowanie wagi suchej masy (**ang.** DM) w analizie CF sera. Wartość żywieniowa nie jest w sposób wyraźny zalecana przez którąkolwiek z norm lub wytycznych dokumentów¹. Dla celów niniejszego przewodnika, postanowiliśmy omówić zarówno różne możliwe FU jak i tę jednostkę, która jest zalecana w danej sytuacji. Podajemy także zalecenia, w jaki sposób włączyć wartość żywieniową przy porównywaniu produktów spożywczych, chociaż przyznajemy, że nie ma jeszcze konsensusu, jak należy to zrealizować.
- Alokacje: Nie wszystkie normy i wytyczne podają zalecenia na temat alokacji dla określonych produktów. Na przykład, ISO ustala tylko przepisy behawioralne dla alokacji. Dla produktów mleczarskich, alokacja jest dostosowywana do różnych wytycznych. Dla pasz zalecana jest alokacja ekonomiczna (IDF, PEFCR pasze [42]), LEAP pasze [43]; dla produkcji mleka na poziomie gospodarstwa, zalecana jest alokacja biofizyczna dla mleka, dla mięsa (IDF, PEFCR mleczarstwo [30], LEAP duże przeżuwacze [31], EPD PCR mleczarstwo [32]). Dla alokacji obornika, większość przewodników (IDF, PEFCR mleczarstwo [30], LEAP duże przeżuwacze [31]) proponuje wyłączenie alokacji, jeśli obornik jest uważany za pozostałość z produkcji mleczarskiej oraz alokację ekonomiczną, jeśli jest on uznany za współprodukt

¹ Chociaż ISO 14040 [24] mówi, że: Głównym celem jednostki funkcjonalnej jest podanie odniesienia, z którym powiązane są wartość wejściowa i wyjściowa. Takie odniesienie jest konieczne, aby zapewnić porównywalność wyników oceny LCA. Stąd więc, FU oparte na masie mogłoby nie zapewnić porównywalności wyników oceny LCA i wobec tego, nie jest zgodne z ISO.

generujący zysk, podczas gdy niektóre przewodniki (EPD PCR mleczarstwo) nie przewidują żadnych zaleceń dla alokacji obornika. Dla współproduktów w zakładzie mleczarskim, zaleca się alokację w oparciu o masę DM lub MS (IDF, PEFCR mleczarstwo [30], LEAP duże przeżuwacze [31], EPD PCR mleczarstwo [32]).

- Podwójne liczenie: Podwójne liczenie nie jest omówione szczegółowo, ale zazwyczaj wspomniane jako problem, którego należy unikać przy omawianiu wykorzystania energii bionicznej (pochodzącej z roślin – przyp. tłum.) lub pochodzącej z paliw, albo przy rozwoju systemu wykorzystania energii. Jest potrzeba dalszych wytycznych odnośnie niezgodności w alokacjach do wykorzystania energii ze źródeł biogenicznych i energii z paliw oraz ich generowania w łańcuchu produkcji mleczarskiej. W obecnym przewodniku podaje się dalsze wytyczne odnośnie unikania podwójnego liczenia, wraz z uwagą skoncentrowaną na wykorzystaniu energii.
- Wskaźnik Globalnego Ocieplenia (GWP): Wszystkie standardy i dokumenty z wytycznymi odwołują się do 100-letniej struktury ramowej dla GWP, tj. GWP₁₀₀. (GWP – Potencjał Tworzenia Efektu Ciężarnianego, **ang.** Global Warming Potential, wskaźnik służący do ilościowej oceny wpływu danej substancji na efekt ciężarniany, informacja z Internetu – przyp. tłum.) W odniesieniu do sprzężenia klimat-ditlenek węgla (tj. efekt, który globalne ocieplenie wywiera na cykl śladu węglowego) standardy i wytyczne są sprzeczne. PEF [28] i ISO 14067 [26] zalecają stosowanie GWP, który obejmuje sprzężenie klimatu-ditlenku węgla podczas gdy wartości podane w Protokole GHG [27] odnoszą się do GWP z wyłączeniem sprzężenia klimat-węgiel. W obecnym przewodniku IDF dodano określone wytyczne do stosowania najnowszej wersji (obecnie AR6 [33]) GWP IPCC na podstawie 100 letniej struktury, włączając sprzężenie ditlenku węgla i określone wartości w niniejszym przewodniku.
- Emisja biogenicznego CH₄: większość norm i wytycznych proponuje raportowanie emisji biogenicznych oddzielnie, ale tylko kilka z nich szczegółowo określa potrzebę stosowania innego wskaźnika GWP dla biogenicznego metanu. Szczegółne zalecenie co do stosowania wartości liczbowych GWP w przypadku biogenicznego CH₄ jest wymienione tylko w dokumencie wytycznym PEF [28] (tj. GWP dla CH₄ z paliw i GWP dla biogenicznego CH₄), ale wartość ta nie jest dostosowana do AR5 IPCC [50] lub AR6 [33]. Niniejszy przewodnik zaleca AR6 [33], współczynnik GWP dla biogenicznego CH₄.
- Bezpośrednie (dLUC) a pośrednie (iLUC) zmiany w użytkowaniu ziemi (**ang.** direct and indirect land use change – przyp. tłum): dLUC zaleca się w większości standardów i dokumentów zawierających wytyczne. Przeważnie iLUC jest wyraźnie wyłączany lub zalecany do rozważenia, ale dokumentowany jest oddzielnie. Niniejszy przewodnik zaleca włączenie dLUC, ale raportowanie oddzielnie i włączenie iLUC do analizy czułości.
- Sekwestracja ditlenku węgla: niektóre normy i dokumenty-wytyczne pozwalają na włączenie sekwestracji węgla, pod warunkiem, że są dostępne dostateczne dowody naukowe wspierające takie działanie, ale zaleca się raportowanie oddzielne. Jednakże, wspomniane normy i wytyczne nie zawierają żadnego opisu, jak określać naukowe dowody potrzebne dla takiego wsparcia, albo też w jaki sposób mierzyć, modelować i włączyć

sekwestrację węgla do śladu węglowego. W niniejszym przewodniku zalecamy stosowanie wytycznych C-sequ [34] do włączenia sekwestracji węgla do CF, ale dokonywanie raportowania oddzielnie.

- Emisje pochodzące z gleb torfowych: emisje CO₂ i N₂O z gleb torfowych są albo zalecane do wyłączenia, albo jako nie wymieniane w standardach i dokumentach wytycznych. ISO i PEF [28] zalecają raportowanie emisji CO₂ pochodzących z gleb torfowych jak CO₂ z paliw (nie biogeniczne), ale w PEF trwają dyskusje i mogą one zmienić niniejsze zalecenie co do emisji biogenicznych.

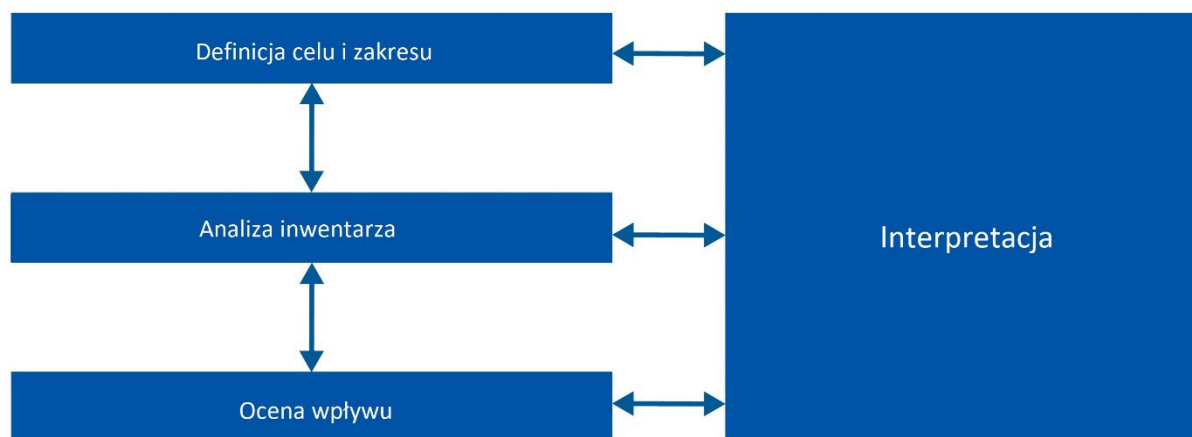
W niniejszym przewodniku zalecamy włączenie emisji CO₂ i N₂O pochodzących z gleb torfowych].

3

KOLEJNE ETAPY W OCENIE ŚLADU WĘGLOWEGO (CF)

3.1. STRESZCZENIE KOLEJNYCH KROKÓW

Na rys. 2 przedstawiono zestawienie kolejnych kroków podejmowanych w określaniu śladu węglowego (CF) a w dalszych częściach i w następnych rozdziałach dokonano szczegółowego opisu.



Rys. 2. Cztery kroki w przeprowadzeniu oceny LCA lub CF (w oparciu o ISO 14040 [24])

3.2. ETAP 1 – DEFINICJA CELU I ZAKRESU OCENY

Pierwszy etap (jak pokazano na Rys. 2) oceny LCA składa się z czynności zidentyfikowania celu projektu, tj. na jaki problem badawczy szukamy odpowiedzi? Ustalenie celu na początku analizy jest zasadnicze, aby zapewnić, że cel CF jest jasny; że wszystkie części procesu i cykl życia produktu są wzięte pod uwagę; oraz że projekt nie zwiększy się objętościowo, że wystąpi brak danych w dalszej części procesu lub rozpocznie się on rozszerzając obszary nieistotne dla danego produktu. W oparciu o cel, można zidentyfikować jednostkę funkcjonalną (FU) która będzie przedmiotem analizy (np. kg jogurtu, lub tony masła) oraz wszystkie etapy cyklu życia, które muszą być włączone do analizy. W obrębie tego etapu, ważne jest także zdecydowanie, które z dwóch możliwych metodologicznych podejść do oceny LCA będzie stosowane: atrybucyjne czy wynikowe. Jak wspomniano we wstępie, zaleca się podejście atrybucyjne, które zostało opisane w niniejszym przewodniku. W fazie tej, powinien być także określony zakres badania, w zależności od celu projektu. Ustalenie

zakresu badań obejmuje decyzję, czy badanie powinno być: od kołyski do bramy gospodarstwa, od kołyski do bramy zakładu, od kołyski do zakupu czy od kołyski do grobu (końca życia produktu). Określa tu się także w szczegółach, które procesy jednostkowe znajdują się w ramach obliczania śladu węglowego, a które są wyłączone z CF. Procesy te pozwalają, że granice systemu są ustalone jasno i szczegółowo, a podejmowane wybory są motywowane w oparciu o cel końcowy.

3.3. ETAP 2 – ANALIZA INWENTARZA (ZBIERANIE DANYCH)

Niniejszy etap jest przeważnie etapem najbardziej czasochłonnym i obejmuje zbieranie danych i modelowanie rodzaju systemu produkcji (np. mleko spożywcze lub ser). Zbieranie danych obejmuje także odniesienia, dokumentację, opis i weryfikację danych. Wszystkie dane związane z procesami w ramach granic badania muszą być weryfikowane, aby zapewnić, że dane wyjściowe dotyczące LCA są dokładne, dające się obronić, istotne dla kontekstu (np. regionalizowane) i oparte na dowodach. Stosowanie założeń powinno być cały czas minimalizowane. Dane muszą mieć odniesienia i być wyrażone zgodnie z FU, np. kg FPCM lub tona sera. Bilansy wagi produktu powinny być kompletne i uwzględniać straty żywności. Proponowane minimalne dane techniczne wymagane do obliczenia emisji gazów cieplarnianych (GHG) i usunięcia są wymienione w Załączniku 10.9.

3.4. ETAP 3 – OCENA WPŁYWU (OBLICZANIE WARTOŚCI CF)

Etap 3 obejmuje obliczanie wartości CF z wykorzystaniem informacji zebranej w etapie „inwentarzowym” (drugi). Wszystkie emisje GHG związane z procesami produkcji są przekształcane w masę (g, kg lub t) CO₂e, która może być następnie podzielona przez ogólną wydajność produkcji, aby uzyskać ślad węglowy na jednostkę funkcjonalną (FU) (np. kg CO₂e na kg sera).

3.5. ETAP 4 – INTERPRETACJA

Etap czwarty jest wielokrotny, w tym znaczeniu, że interpretuje informacje z etapów 1 – 3. Po etapie 3, jest wobec tego ważne, aby informacje były przedstawione prawidłowo i dokładnie, aby móc wyciągnąć dokładne wnioski i aby powstał punkt odniesienia (benchmark). Raport powinien zawierać informacje wystarczające do zrozumienia wpływu wyboru metodologii i danych na wyniki i niepewność w obrębie wyników i powinny być w związku z tym powtarzane. Aby określić wiarygodność wyników, można przeprowadzić analizę niepewności lub czułości w celu określenia wpływu zmienności danych wejściowych, współczynników emisji i metod obliczeniowych na uzyskany ślad węglowy (CF). W zależności od przewidzianego wykorzystania badania, może być ono poddane weryfikacji, która może obejmować: poddanie go publikacji recenzowanej w czasopiśmie naukowym; wykonanie przeglądu wg normy ISO (14044); posiadanie danych z aktywności i metody zweryfikowanej przez księgowego; albo uzyskanie wartości CF zweryfikowanej przez uznaną stronę trzecią w celu określenia, ile nadwyżek emisji (ditlenku węgla) (uprawnienia do emisji CO₂) potrzeba uzyskać, aby uznać produkt za neutralny pod względem emisji CO₂.

4

DEFINICJA CELU I ZAKRESU

Tak jak w przypadku każdego naukowego procesu lub obliczania, ważne jest, aby było jasno określone co jest celem CF. Wiedza na temat celu – pod względem tego co jest mierzone (tj. CF na FU); dlaczego jest mierzone; zamierzony odbiorca; oraz to, czy wyniki są przeznaczone do umieszczenia w dokumentach dla wewnętrznego biznesu czy dla publicznie dostępnych porównań; czy pomogą w identyfikacji danych, metodologii i procesów potrzebnych do przeprowadzenia analizy.

4.1. METODOLOGIA LCA: PODEJŚCIE ATRYBUCYJNE I WYNIKOWE

Celem niniejszych wytycznych jest przedstawienie podejścia **atrybucyjnego** (ang. attributional) do obliczenia CF produktów pochodzących z gospodarstwa produkującego mleko i zakładu mleczarskiego.

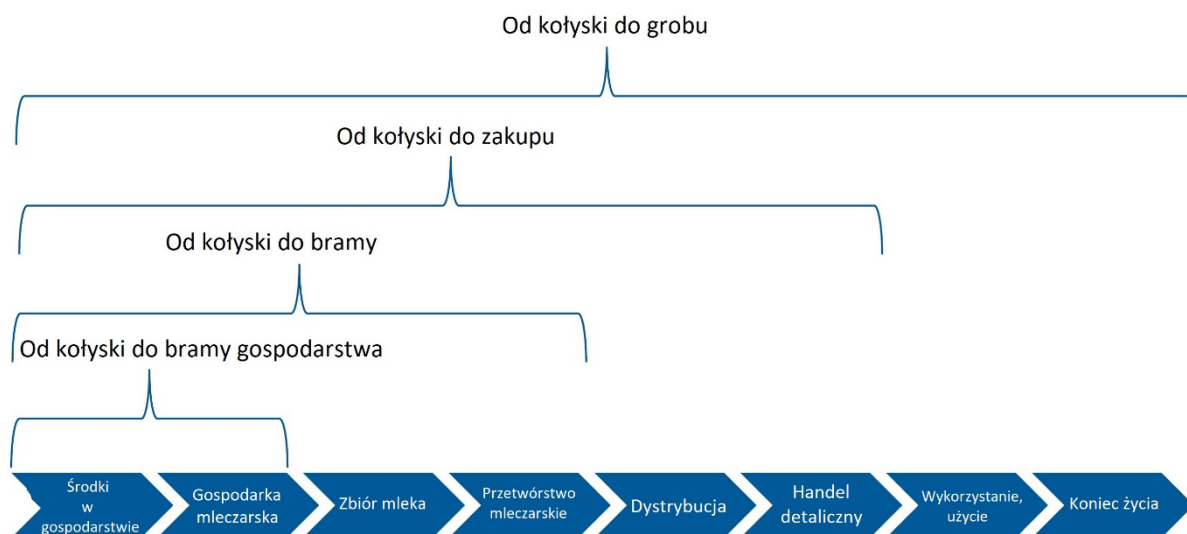
Ocena atrybucyjna (przedmiotowa) LCA skupia się na opisanu środowiskowo istotnych przepływów fizycznych do i od produktu lub procesu; pozostaje to w przeciwieństwie do oceny **wynikowej** (ang. consequential), w której opisuje się jak istotne przepływy środowiskowe zmieniają się w odpowiedzi, na przykład, na zmiany w popycie. LCA wynikowe może być także przydatne, kiedy oceniamy strategię redukcji lub łagodzenia emisji, ponieważ strategia łagodzenia skutków emisji (np. zwiększenia wydajności produkcji mleka), która ma korzystny wpływ na emisje GHG w systemie produkcji mleka mogłaby mieć negatywny wpływ gdzieś indziej, na przykład na emisje w systemie produkcji wołowiny. Niniejszy przewodnik nie udziela rad przeciwko stosowaniu wynikowego LCA, ale również nie podaje jak je stosować. Przy stosowaniu wynikowego LCA, należy zwrócić uwagę, aby unikać podwójnego liczenia, gdyż do oceny są także włączone wpływy będące poza łańcuchem wartości. Oznacza to, że stosowanie wynikowego LCA nie jest właściwe dla celu raportowania przez korporacje o emisjach GHG lub deklaracji o produkcji, które obejmują offsety (kompensacje) emisji ditlenku węgla. Dla bardziej szczegółowych informacji na temat podejścia atrybucyjnego i wynikowego LCA, patrz Załącznik 16 wytycznej FAO LEAP [31].

4.2. DEFINIOWANIE PROCESU

Kiedy cel już zostanie ustalony, można określić, jakie etapy cyklu życia (lub procesy) powinny zostać włączone do obliczenia śladu węglowego (CF). Dobrym pomysłem jest narysowanie karty przepływu w celu zidentyfikowania, jakie procesy powinny być włączone do analizy

(patrz przykład wykresu przepływu produktów w łańcuchu wartości w systemie produkcji mleczarskiej w [Załączniku 101](#)). Typowe etapy cyklu życia w określaniu CF w mleczarstwie to produkcja zasobów w gospodarstwie (np. paszy) gospodarka mleczarska (np. chów bydła i produkcja mleka), zbiór mleka (transport), przetwórstwo mleczarskie, dystrybucja, handel detaliczny, spożycie przez konsumenta i koniec życia (Rys. 3). Często celem jest porównywanie różnych przetworów mlecznych, na przykład dwóch różnych wyrobów spożywczych (np. ser dojrzwały i świeży) lub różnorodności wśród nowych produktów (jogurt z truskawkami z Niderlandów i jogurt z truskawkami z Hiszpanii). Alternatywnie, celem może być porównanie wpływu różnych odmian przetwórstwa na wartość śladu węglowego (CF), na przykład, w różnych gospodarstwach, w różnych mleczarskich urządzeniach przetwórczych lub w różnych systemach pakowania. Należy tutaj powtórzyć, że niniejszy przewodnik jest przeznaczony tylko do ułatwienia obliczania CF w sektorze mleczarskim i nie należy go stosować do obliczeń CF dla gospodarstw o gospodarce mieszanej np. produkcja mleka i trzody chlewnej lub chów stada mlecznego i oddzielne prace na ziemi ornej; ani też do obliczeń dla zakładów lub innych czynności produkcyjnych, które wytwarzają inne niemleczarskie artykuły (np. produkty mięsne lub pieczywo).

W zależności od zakresu, w niektórych przypadkach badania CF można pominąć niektóre etapy cyklu życia produktu. Można tego dokonać tylko wtedy jeśli jest pewne, że porównanie nie będzie miało wpływu na emisje GHG z pominiętych etapów cyklu życia. Kiedy podejmuje się deklaracje co do redukcji GHG tylko w części cyklu życia produktu (na przykład pakowanie) należy zachować uwagę, gdyż częściowe deklaracje mogą być postrzegane jako mylące, a deklaracje uznane za zabronione przez stosowne władze prawne. Kiedy dokonujemy sprawozdania na temat CF produktów mleczarskich, wyłączone i włączone etapy cyklu życia powinny być przedstawiane jasno i szczegółowo. Przykładem może tu być np. czy jest ujęty transport po opuszczeniu gospodarstwa, zakładu produkcyjnego czy handlu detalicznego; dla jakich etapów cyklu życia produktu uwzględnia się odpady, oraz czy analiza obejmuje przygotowanie i spożycie produktu.



Rys. 3. Osiem generycznych etapów cyklu życia w produkcji mleczarskiej

Niektóre wskazówki **nawiązują do** określania zakresu cyklu życia i ustalania granic danego systemu.

- od kołyski do bramy zakładu produkcyjnego
- w celu zmierzenia postępu w gospodarstwie
- do porównania gospodarstw, systemów gospodarki, spółdzielni, regionów i krajów.

Przy przeprowadzaniu badania od kołyski do bramy gospodarstwa, zalecamy wyraźne, jasne stwierdzenie czy transport mleka surowego do przetwórcy mleczarskiego jest włączony czy wyłączony. Jednakże, zalecamy wyłączenie transportu po opuszczeniu bramy gospodarstwa dla celów spójności (zgodności) także dlatego, że niektóre etapy systemu produkcji mleczarskiej mogą nie posiadać etapu dystrybucji do przetwórcy. Łagodzi to także problemy w sytuacji, kiedy produkt mleczarski zostanie spożyty, przetworzony lub sprzedany w gospodarstwie.

Od kołyski do bramy zakładu produkcyjnego:

- W celu zmierzenia postępu w produkcji i przetwórstwie produktów mleczarskich i składników
- W celu porównania produktów, systemów produkcyjnych, przedsiębiorstw, regionów i krajów
- W celu komunikacji pomiędzy przedsiębiorstwami na temat wartości CF dla produktów

Przy realizacji badania „od kołyski do bramy zakładu” **dla** raportowania pomiędzy przedsiębiorstwami zalecamy wyłączenie transportu produktów mleczarskich po opuszczeniu bramy zakładu z powodu zarówno spójności danych jak i ze względów praktycznych. Takie podejście zmniejsza problemy porównawcze, jeśli porównuje się produkty mające różną drogę do rynku, lub kiedy taki sam produkt jest sprzedawany wielu różnym odbiorcom, każdemu z inną logistyką. Jednakże, jeśli porównuje się odmiany produktu w stałej i płynnej postaci (np. mleko spożywcze i mleko w proszku), wówczas należy brać pod uwagę logistykę po opuszczeniu bramy zakładu, kiedy radzimy klientom outsourcing (**ang.** outside source using, wykorzystywanie źródeł zewnętrznych – przyp. tłum.), ponieważ emisje GHG pochodzące z procesu suszenia produktu mogą mieć dodatkowy wpływ, ale GHG pochodzące z transportu może być większe dla wielu produktów płynnych z powodu ciężaru zawartej wody. Ewentualny wynik – który produkt ma najniższą wartość CF – będzie także zależeć od odległości transportu pomiędzy producentem produktów mleczarskich a klientem i od środka transportu.

Możliwe jest także zastosowanie i odwołanie się do niniejszych wytycznych kiedy obliczamy wartość CF dla różnych procesów lub lokalizacji w obrębie granic danego systemu. Na przykład, jeśli planuje się powiększenie zakładu lub jego przebudowę lub są zaplanowane zmiany w przetwórstwie produktów mleczarskich, obliczenia CF można dokonywać na pojedynczej części przetwórstwa. Jednakże, częściowe analizy CF nie powinny być stosowane w porównaniach i kontaktach nie dotyczących danego biznesu w odniesieniu do środowiskowego wpływu produktu mleczarskiego, ale raczej do uzasadniania innowacji lub

inwestycji w odniesieniu do zmian klimatycznych. Dla wszelkich badań śladu węglowego (CF), dotyczących innowacji lub inwestycji należy także włączyć kompromis z innymi częściami cyklu życia, na przykład nowy proces oznacza, że potrzebne będą większe ilości, różne składniki lub zmiany w logistyce.

Od kołyski do zakupu

- W celu monitorowania i porównywania zachowania przy zakupie
- Dla porównania wpływu całego łańcucha produkcji produktów mleczarskich, wyłączając wpływ wykorzystania przez konsumenta oraz koniec życia produktu (po jego spożyciu).

Od kołyski do grobu

- W celu oszacowania i porównania śladu węglowego (CF) stosowanych diet i zachowania konsumpcyjnego, w tym wpływu wartości żywieniowych i marnotrawstwa żywności
- W celu oceny postępu w zakresie produktów mleczarskich z perspektywy konsumenta
- W celu porównania produktów spożywczych pochodzących z różnych systemów przetwórczych, różnych marek, firm, regionów i krajów
- Dla dokonania deklaracji dotyczących produktów²

4.3. POJĘCIE JEDNOSTKI FUNKCJONALNEJ (FU)

Stosowanie stałej jednostki FU pomaga w porównaniach pomiędzy różnymi badaniami, jednak można stosować różne FU zależnie od celu badania. We wszystkich badaniach śladu węglowego (CF) FU powinny jasno określić: odpowiadający mu zakres i granice, gdyż to może ułatwić porównywalność wyników. Jest także przydatne, jeśli badanie podaje dodatkowe informacje, które ułatwiają przeliczenie na jednostkę alternatywną FU, taką jak gęstość produktu mleczarskiego (masa na objętość), zawartość suchej masy (**ang.** DM, dry matter – przyp. tłum.) i wartość żywieniowa. Ważne jest także stwierdzenie tam, gdzie w łańcuchu wartości jest określona FU, np. czy jest to jeden litr zakupionego mleka czy jeden litr spożytego mleka. Różnorodność jednostek funkcjonalnych (FU), które mogą być stosowane w różnych zakresach badania śladu węglowego (CF) zostaną omówione w następnych akapitach.

4.3.1. Od kołyski do bramy gospodarstwa

Jeśli badanie jest przeprowadzane tak, że jego granicę stanowi brama gospodarstwa, jednostką funkcjonalną (FU) jest jeden kilogram (kg) FPCM (tj. mleka spożywczego skorygowanego na 4% tłuszczu i 3.3% białka), przy bramie gospodarstwa w kraju, w którym dana analiza ma miejsce. Wybór bramy gospodarstwa jako granicy wskazuje, że produktem jest mleko gotowe do opuszczenia gospodarstwa w przeciwieństwie do rzeczywistej wydajności mlecznej zwierzęcia, stąd powinny być wzięte pod uwagę potencjalne straty

² Dla deklaracji handlowych stosowanie oceny od kołyski do grobu, jest zalecane w licznych normach (np. ISO 14021 [37])

mleka na poziomie gospodarstwa (np. mleko skarmiane cielętami).

Stosowanie FPCM jako podstawy porównań między gospodarstwami zapewnia obiektywne porównanie pomiędzy gospodarstwami utrzymującymi różne rasy zwierząt lub stosujące różne systemy żywienia. FPCM dla bydła mlecznego i bawolic jest wyliczane przez pomnożenie produkcji mleka przez stosunek zawartości energii mleka w określonym gospodarstwie lub regionie do energii mleka znormalizowanego o zawartości 4% tłuszczu i 3,3 % zawartości białka właściwego (patrz równanie nr 1), z zawartością laktozy stałej 4,85% objętości mleka [51]. (**Uwaga:** Białko właściwe (nazwa znana również jako białko rzeczywiste) jest częścią ogólnego białka mleka i zbudowane jest wyłącznie z aminokwasów połączonych wiązaniami peptydowymi. Stanowi 95% związków azotowych białka mleka. Pozostałe 5% azotu białek mleka to związki niebiałkowe, które przechodzą do mleka z krwi – przyp. tłum.)

$$\text{FCPM (kg)+ produkcja mleka (kg) x [0.1226 x \text{tłuszcz \%} + 0.0776 x \text{białka właściwego \%} + 0.2534]}$$

Równanie 1. Wzór do obliczenia FU (kg FPCM) dla badania śladu węglowego (CF) od kołyski do bramy gospodarstwa

Jeśli dla określenia FU mleka skorygowanego potrzebny jest różny skład mleka, można zastosować równanie dot. energii (patrz [Załącznik 10.2](#) dla uzyskania szczegółów) w celu obliczenia nowej energii mleka znormalizowanego i następnie, przeliczenie współczynników dla równania FPCM.

4.3.2. Od kołyski do bramy zakładu mleczarskiego

Na tym poziomie analizy, zalecane FU jest ilością opartą na masie lub objętości produktu, opakowanego lub luzem przy opuszczaniu zakładu mleczarskiego. Możliwe jest stosowanie FU opartej na masie świeżego mleka albo DM (**ang.** dry matter, sucha masa – przyp. tłum.), zależnie od celu produktu i tego, czy jest potrzeba porównania z innymi. Jeśli, na przykład, ma być porównywany ślad węglowy (CF) laktozy w proszku i laktozy płynnej, najlepiej jest przeprowadzić takie badanie na podstawie zawartości DM. Jeśli są porównywane produkty, które różnią się pod względem zawartości suchej masy i składu żywieniowego, różnice te powinny być wzięte pod uwagę i najlepiej aby były rozliczone w FU. Może także zaistnieć różnica pomiędzy produktami sprzedanymi a wyprodukowanymi (np. nieadekwatne zaplanowanie może doprowadzić do marnotrawstwa produktu, jeśli nie wszystkie wytworzone produkty zostaną sprzedane) co powinno być odnotowane i rozliczone.

4.3.3. Od kołyski do zakupu i od kołyski do grobu

Do obliczania śladu węglowego (CF) gotowych mleczarskich produktów można stosować różne zakresy systemu obliczania i FU. Po pierwsze, CF można obliczyć przy różnych granicach:

- Aż do zakupu przez konsumenta. Emisje po zakupie są wobec tego wyłączone, a FU jest

ilością zakupionego produktu. Wyklucza to transport do domu, przechowywanie i przygotowanie do spożycia, ale obejmuje handel detaliczny i marnotrawstwo w detalu.

- Aż do końca życia produktu. Włączone są tu emisje pochodzące z transportu, przechowywania, przygotowania, zmywania naczyń i marnotrawstwo żywności pomiędzy zakupem a spożyciem jak również zagospodarowanie odpadów i opakowania. FU jest ilością spożytego produktu.

Na etapie spożycia, może występować istotne marnotrawstwo żywności, zmiany w masie produktu i wartościach żywieniowych, wynikające z przygotowania (np. gotowania) produktów spożywczych. Jest wobec tego bardzo ważne, aby jasno oświadczyć, który z dwóch powyższych scenariuszy jest stosowany. CF kilograma „produktu o zakupionej masie” będzie niższy niż CF kg produktu „skonsumowanej masy” z powodu strat wody i składników odżywczych – brak świadomości na temat różnicy pomiędzy tymi dwoma wariantami może doprowadzić do nieuczciwych porównań. W deklaracjach produktu, porównania środków spożywczych i deklaracji o neutralności węglowej (neutralność pod względem emisji ditlenku węgla – przyp. tłum.) zalecamy stosowanie jako jednostki funkcjonalnej (FU) terminu „masa spożyta”. Zastosowanie wspomnianego powyżej FU powoduje najbardziej słuszne porównanie środków spożywczych, ponieważ wartość żywieniowa może zostać włączona do porównania, a ponieważ już są włączone wszystkie cykle życia, ocena będzie kompletna i obiektywna.

W ramach badań nad śladem węglowym (CF), powszechnie stosowane dla produktów mleczarskich następujące różne jednostki funkcjonalne (FU):

- Wielkość (masa, objętość, waga, porcja, DM)
- Wartość ekonomiczna (różne waluty)
- Dieta (rzeczywiste lub zalecane spożycie /posiłek/dzień/miesiąc/rok)
- Energia (kcal lub MJ)
- Wartość żywieniowa pojedynczego komponentu (węglowodany, białko ogólne lub jakość białka, tłuszcz, włókno, witaminy lub związki mineralne)
- Zintegrowana punktowa ocena wartości żywieniowej.

Jak to poprzednio omówiono, wybrana FU zależy od celu badania. Jeśli dane badanie nie ma na celu porównania produktów, wówczas można zastosować każdą z powyżej omówionych jednostek funkcjonalnych. Jednakże, jeśli produkty mleczarskie mają być porównywane z innymi produktami mleczarskimi lub z produktami niemleczarskimi, należy zastosować zintegrowany wynik punktowy wartości żywieniowej. Jeśli porównania są przeprowadzane na podobnych produktach spożywczych, te produkty mogą być porównywane w jednym czy więcej aspektach żywieniowych, ale należy zwrócić uwagę, aby porównanie takie nie wprowadzało w błąd. Porównania diet mogą być bardzo przydatne w kontekście mleczarskim, kiedy określamy wpływ różnych diet (np. bezmleczna, wegetariańska, wegańska) w kontekście ich wartości żywieniowych i potencjalnego wpływu ich produkcji na zmiany klimatyczne. Jednakże, ważne jest zaznaczenie, że porównywanie pojedynczych produktów spożywczych mających całkowicie inną funkcjonalność żywieniową nie ma sensu

nawet jeśli mają one porównywalne oceny punktowe NRF (**ang.** nutrient-rich food – produkt bogaty w substancje odżywcze – przyp. tłum.) np. porównując pomarańcze i produkty mleczarskie. Chociaż obydwa produkty mają korzystne wartości odżywcze (włókno i witamina C dla pomarańczy; białko, niezbędne kwasy tłuszczowe, wapń i witamina B12 dla produktu mleczarskiego), dopełniają się wzajemnie, ale nie są wzajemnie wymienne. To tak jak porównanie energooszczędnego grzejnika wentylatorowego i efektywnej pod względem energetycznym mikrofalówki. Chociaż mikrofalówka ma większą efektywność energetyczną nie użylibyście jej do ogrzania domu!

Metoda NRF 9.3 (jest to wskaźnik określający zawartość składników odżywczych w produkcie spożywczym – przyp. tłum.) jest najbardziej powszechnie stosowaną obecnie metodą porównywania CF pojedynczych produktów spożywczych, szczególnie produktów mleczarskich [52]. Jednakże, należy zwrócić uwagę, że aktualnie trwa debata na temat najlepszej zintegrowanej punktowej oceny wartości żywieniowej dla LCA i prawdopodobnie będzie ona uaktualniona w następnej wersji niniejszego przewodnika. Jeden z tematów wspomnianej debaty to pytanie, czy negatywne aspekty zdrowotne wynikające ze sposobu żywienia powinny być włączone do FU czy też raczej jako dodatkowa kategoria wpływu na zdrowie w badaniu LCA (tj. porównywalne do ekotoksyczności). Wskazówki można znaleźć w [Załączniku 10.12](#), podające w jaki sposób obliczać i zbierać dane do obliczenia punktowej oceny NRF 9.3. Jeśli nie jest to wykonalne, ponieważ np. informacja żywieniowa nie jest dostępna, porównanie wciąż jest ważniejsze na podstawie DM niż na bazie świeżej masy produktów. Jednakże, dokonywanie porównawczych deklaracji potwierdzających na podstawie DM nie jest zalecane w tym przypadku. Zaleca się dalsze prace nad określeniem odpowiednich struktur ramowych dla porównywania środków spożywczych i rozpoczęto już wiele inicjatyw w tym kierunku, m.in. przez FAO [53] i IDF.

4.4. ZAKRES I GRANICE ZBIERANIA DANYCH

Obecnie opiszemy zbieranie danych dla każdego etapu cyklu życia. Dla celów porównywalności i zgodności, ważne jest, aby zakres i granice różnych badań nad śladem węglowym (CF) były porównywalne. Jednakże, ważne jest także kontynuowanie budowy podstaw posiadanej wiedzy odnośnie CF w mleczarstwie; wobec tego, istnieje elastyczność włączania źródeł emisji i zasobów łańcucha dostaw, które nie były poprzednio ujęte. Zalecenie podaje, jakie dane powinny być włączone do badania śladu węglowego (CF) i które źródła dodatkowych danych powinny być w nim ujęte. Wskazówki zawierają także źródła danych, które nie muszą być włączone, ponieważ w przeszłości oceniono, że ich wpływ ma małe znaczenie dla CF. Niemniej jednak, mogą wystąpić szczególne sytuacje, w których wspomniane emisje mogą mieć większy wpływ niż przewidywano. Została ustalona wartość progowa wynosząca 1%, aby zapewnić, że bardzo małe emisje GHG w cyklu życia produktu nie wymagają takiego samego potraktowania jak bardziej istotne źródła [8]. Patrząc z praktycznej perspektywy, jeśli jakiś przepływ materiałów lub energii wnosi wkład mniejszy niż 1% ogólnej emisji, to jest on uznany jako „*de minimus*” i może zostać wyłączony, pod

warunkiem, że zostanie spełniona wartość progowa wyliczenia się z 95% emisji [21]. Oczywiście trudno jest znać wielkość wpływu środowiskowego zanim zostaną zebrane dane, jednak wiedza ta może być zdobyta z wcześniejszych badań CF lub wynikać z kalkulacji opartej na prostym założeniu. Zbieranie danych powinno być kompletne jak tylko możliwe, ale zawsze istnieje możliwość, że nie zostały określone ilościowo te dane, które przyczyniają się w znacznym stopniu do śladu węglowego (CF). W takim przypadku zaleca się stosowanie zasady wartości progowej 1%. Mimo wszystko, zaleca się podawać jasno w sprawozdaniach, jakie źródła emisji zostały uwzględnione do badań nad CF dla mleczarstwa, a w załączniku lub aneksie raportować o każdym źródle emisji GHG możliwie jak najbardziej szczegółowo. Pozwala to na lepszą porównywalność i korektę wyników, jeśli badania mają być porównywane. Należy zaznaczyć, że podstawowe zbiory danych na temat LCA nie są zgodne w zakresie włączania lub wyłączenia środków produkcji (dóbr inwestycyjnych). Zalecenie w tym względzie oparte jest wobec tego raczej na praktycznej dostępności wiarygodnych zbiorów danych niż na zasadzie 1%. Niemniej jednak, zaleca się raportować o włączonych i wyłączonych procesach i danych, a związane z tym zmiany powinny być jasno opisane.

4.4.1. Wkłady gospodarstwa i jego zasoby

Do śladu węglowego (CF) zawsze należy włączać wkłady wnoszone przez gospodarstwa do produkcji mleczarskiej jak i jego zasoby. Wspomniane wkłady i zasoby reprezentują dowolny „produkt” (w tym źródła energii i zwierzęta) dostarczony do gospodarstwa produkującego mleko w celu produkcji mleka, w tym wkłady do hodowli młodego inwentarza żywego przeznaczonego do produkcji mleka. W CF należy uwzględnić następujące zasoby w gospodarstwie produkującym mleko:

- Uzupełniająca pasza dla stada bydła mlecznego, w tym dodatki paszowe
- Materiały ściółkowe
- Nawozy i ulepszacze gleby, obejmujące, ale nie ograniczające się do następujących: nawozy sztuczne, wapno, nawóz naturalny (obornik), kompost, biowęgiel, pelety z obornika, nawozy oparte na roślinach, pozostałości żywności i pasz. W stosunku do obornika stosuje się zasadę wyłączenia (patrz [rozdziały 5.4.1, 10.9](#) na temat alokacji w gospodarstwie), oznaczającą, że wpływ wkładu pochodzącego z wydalania obornika i przechowywania go przed opuszczeniem gospodarstwa powinien być powszechnie wyłączony z oceny, ale wpływ transportu obornika do gospodarstwa produkującego mleko powinien być uwzględniony
- Energia, w tym zarówno paliwa kopalne jak i paliwa biogeniczne, ciepło, elektryczność dla wszystkich zabiegów i czynności związanych z pracami w gospodarstwie produkującym mleko. Jeśli jest generowana energia w takim gospodarstwie i jest ona wykorzystywana w hodowli bydła mlecznego lub w innych czynnościach w granicach systemu oceny CF, wówczas zakupione dobra inwestycyjne, materiały pomocnicze i importowana biomasa dla wytwarzania energii powinny być włączone do CF. Jeśli to nie jest taki przypadek, wówczas można taki wwóz (import) do danego gospodarstwa wykluczyć.

- Bydło mleczne wykorzystywane w stadzie jako zwierzęta remontowe
- Każda produkcja mleczarska związana z działalnością mającą miejsce w innych gospodarstwach np. produkcja pasz dla mlecznego bydła remontowego i młodego inwentarza lub dla krów utrzymywanych (czasowo) poza gospodarstwem produkującym mleko.

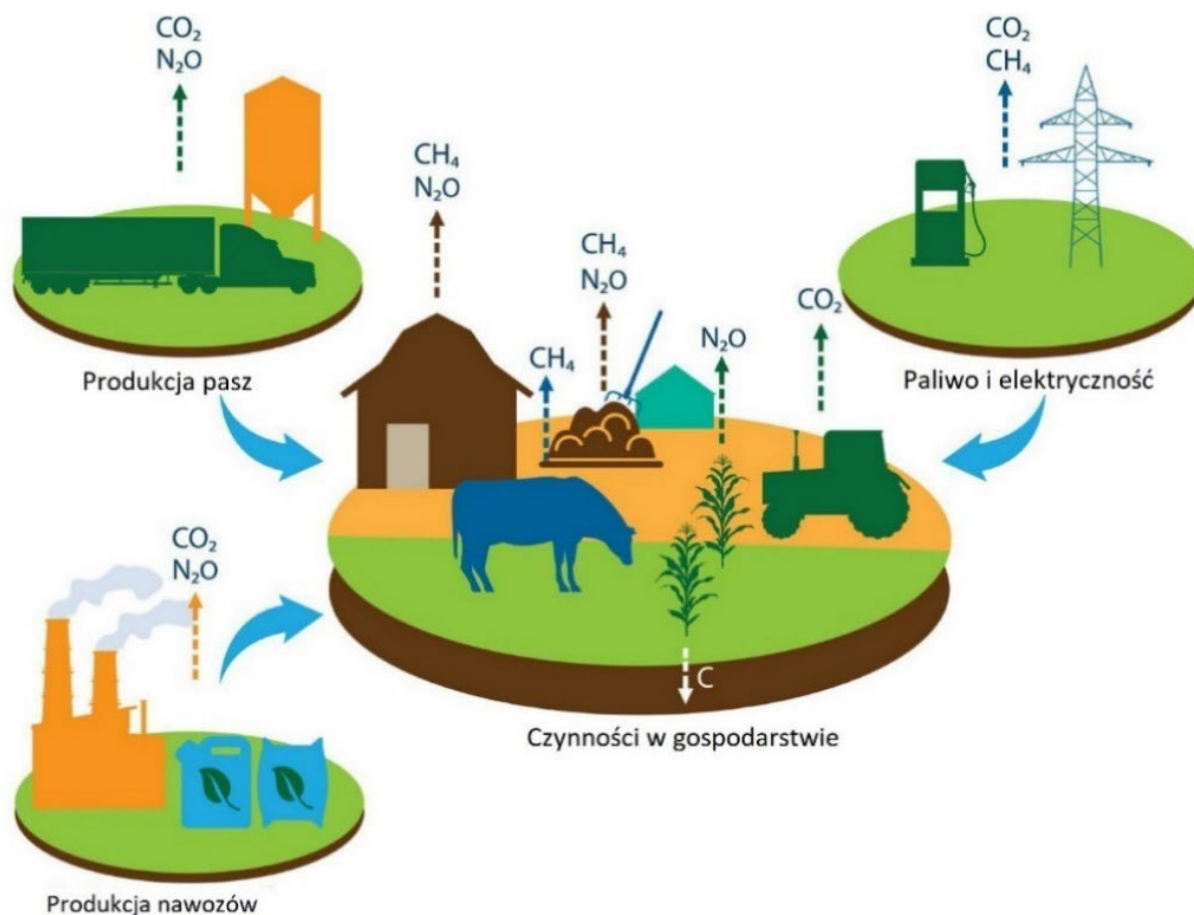
Dla każdego zakupionego zasobu, do śladu węglowego (CF) należy włączyć wszystkie etapy cyklu życia od kołyski do bramy gospodarstwa produkującego mleko, ujmując, ale nie ograniczając się do następujących: górnictwo, zbiór plonów lub jakiegokolwiek inny rodzaj zasobów zewnętrznych, rolnictwo, transport, przetwórstwo i pakowanie, odpady i zarządzanie odpadami w ciągu etapów cyklu życia występujących przez opuszczeniem gospodarstwa.

Produkcja pasz ma być traktowana zgodnie z wymaganiami PEF (Wytyczne ogólne [28], PEFCR dla Mleczarstwa [30], PEFCR Pasze [42]) oraz wytycznymi FAO LEAP [49]. Należy podać szczegółowo skład związków lub pasz treściwych oraz kraj pochodzenia każdego materiału paszowego. Emisje pochodzące ze zmiany użytkowania ziemi dla produkcji pasz należy uwzględnić, ale raportować o nich oddzielnie.

W celach logistycznych, wpływ gazów cieplarnianych (GHG) pochodzący z infrastruktury i pojazdów transportowych powinien być włączony, dodatkowo do energii zużytej w transporcie. Wykorzystanie energii na zaopatrzenie i stosowanie wody do nawadniania powinno być włączone do CF. Wkład wejściowy gospodarstwa sklasyfikowany jako dobra inwestycyjne można wyłączyć z CF. Jednakże, zalecamy opracowanie lepszych zbiorów danych na temat środowiskowego śladu węglowego dla dóbr inwestycyjnych, gdyż to obecnie jest istotną luką w zakresie wiedzy. Wpływ pochodzący z innych wartości wejściowych w gospodarstwie można wykluczyć, ale tylko jeśli jego spodziewany wkład do CF jest mniejszy niż 1% (patrz [rozdział 4.4.](#)). Przykłady mniejszych wpływów obejmują tworzywa sztuczne stosowane przy produkcji kiszzonek, czynniki chłodzące, pestycydy i wodę. Leki medyczne i usługi weterynaryjne można także wyłączyć z CF z powodu braku aktualnych wiarygodnych baz danych, aczkolwiek ich wpływ na CF i wpływ środowiskowy jest i tak nieznany i potrzebne są dalsze badania na temat wpływu GHG różnych środków przeciwbakteryjnych i innych leków weterynaryjnych.

4.4.2. Hodowla bydła mlecznego

Granice omawianego tutaj systemu dla hodowli bydła mlecznego są ograniczone do wszystkich procesów, które mają miejsce w tym systemie, tj. wszystkich czynności w gospodarstwie potrzebnych do wyprodukowania mleka, w tym produkcję pasz w gospodarstwie, chów krów mlecznych i młodego inwentarza oraz wypasanie zwierząt. Inna niezwiązana z mleczarstwem produkcja rolnicza w gospodarstwach produkujących mleko powinna być wyłączona z mleczarskiego śladu węglowego (CF) poprzez proces rozdzielania (patrz [rozdział 5.4.2](#)).



Rys. 4. Emisje GHG związane z gospodarstwem produkującym mleko

Czynności w gospodarstwie, które **powinny być włączone** do śladu węglowego CF w produkcji mleczarskiej (jak pokazano na Rys. 4):

- Wszystkie emisje GHG w gospodarstwie związane z wykorzystaniem paliw w hodowli bydła mlecznego, np. gaz ziemny, diesel i inne (bio) paliwa. Paliwo jest przeważnie wykorzystywane w pracach polowych, zarządzaniu wypasem, utrzymywaniu zwierząt w pomieszczeniach i podczas doju. CO₂ z paliwa kopalnego powinno być uwzględnione, ale emisje CO₂ pochodzące ze spalania biopaliw można wyłączyć (ponieważ nie ma emisji netto, jako że węgiel został podany sekwestracji wcześniej w łańcuchu wartości; jednakże, emisje pochodzące z produkcji trzeba uwzględnić jako zasoby w gospodarstwie produkującym mleko). Przeciek innych emisji GHG z produkcji i stosowania paliw zarówno biogenicznych jak i kopalnych należy uwzględnić (np. CH₄ z obornika i z zaopatrzenia w gaz ziemny lub biogaz).
- Emisja CH₄ pochodząca z jelit krów mlecznych i remontowego/młodego bydła
- Emisje GHG (emisje CH₄ oraz bezpośrednie i pośrednie emisje N₂O) pochodzące z obornika w pomieszczeniach dla bydła (w tym podczas jego przechowywania i obróbki) od krów mlecznych i zwierząt remontowych, w tym materiały ściółkowe.

- Wszystkie emisje GHG z ziemi ornej i użytków zielonych stosowane w żywieniu stada bydła mlecznego. Obejmują one, ale nie ograniczają się do emisji pochodzących z następujących źródeł:
 - Stosowanie nawozów i polepszaczy gleby (np. bezpośrednie i pośrednie³ emisje N₂O z gleby, emisje CO₂ z wapnia i mocznika)
 - Wydzieliny bydła mlecznego i zwierząt remontowych na pastwisku (np. bezpośrednie i pośrednie emisje N₂O)
 - Utlenianie i mineralizacja gleb torfowych (emisje CO₂ i bezpośrednie N₂O) oraz emisje CH₄ z gleb torfowych użytkowanych w chowie bydła mlecznego
 - Straty podczas zbiorów i pozostałości plonów (bezpośrednie emisje N₂O)
 - Azot w glebach mineralnych (bezpośrednie i pośrednie emisje N₂O)
 - Sekwestracja ditlenku węgla (emisje CO₂ i pobranie CO₂ z pozostałości plonów i obornika przez substancję organiczną gleby), chociaż to powinno być raportowane oddzielnie (patrz [rozdział 5.4.3](#)).
 - dLUC z powodu zmian w użytkowaniu ziemi ornej i użytków zielonych oraz wylesiania terenu pod hodowlę bydła mlecznego (emisje biogeniczne CO₂) aczkolwiek sprawozdania na ten temat powinny być oddzielne
- Wszelkie mleczarskie aspekty powiązane z przetwórstwem w gospodarstwie, w tym nawozy, chemikalia, konserwacja pasz (produkcja kiszonek i siana, suszenie ziarna) oraz produkcja składników w gospodarstwie produkującym mleko
- Odpady i ich zagospodarowanie (np. odpady z paszy, która nie została spożyta, odpady z tworzyw sztucznych powstające przy produkcji kiszonek lub pochodzące z materiałów opakowaniowych)
- Środki chłodzące stosowane w gospodarstwie (bezpośrednie emisje GHG, plus pośrednie emisje N₂O w przypadkach, gdzie NH₃ jest stosowany jako środek chłodzący)
- Przetwórstwo mleczarskie w gospodarstwie aczkolwiek na ten temat powinno się raportować oddzielnie

Emisje GHG, które **muszą być wyłączone** ze śladu węglowego (CF) w produkcji mleczarskiej:

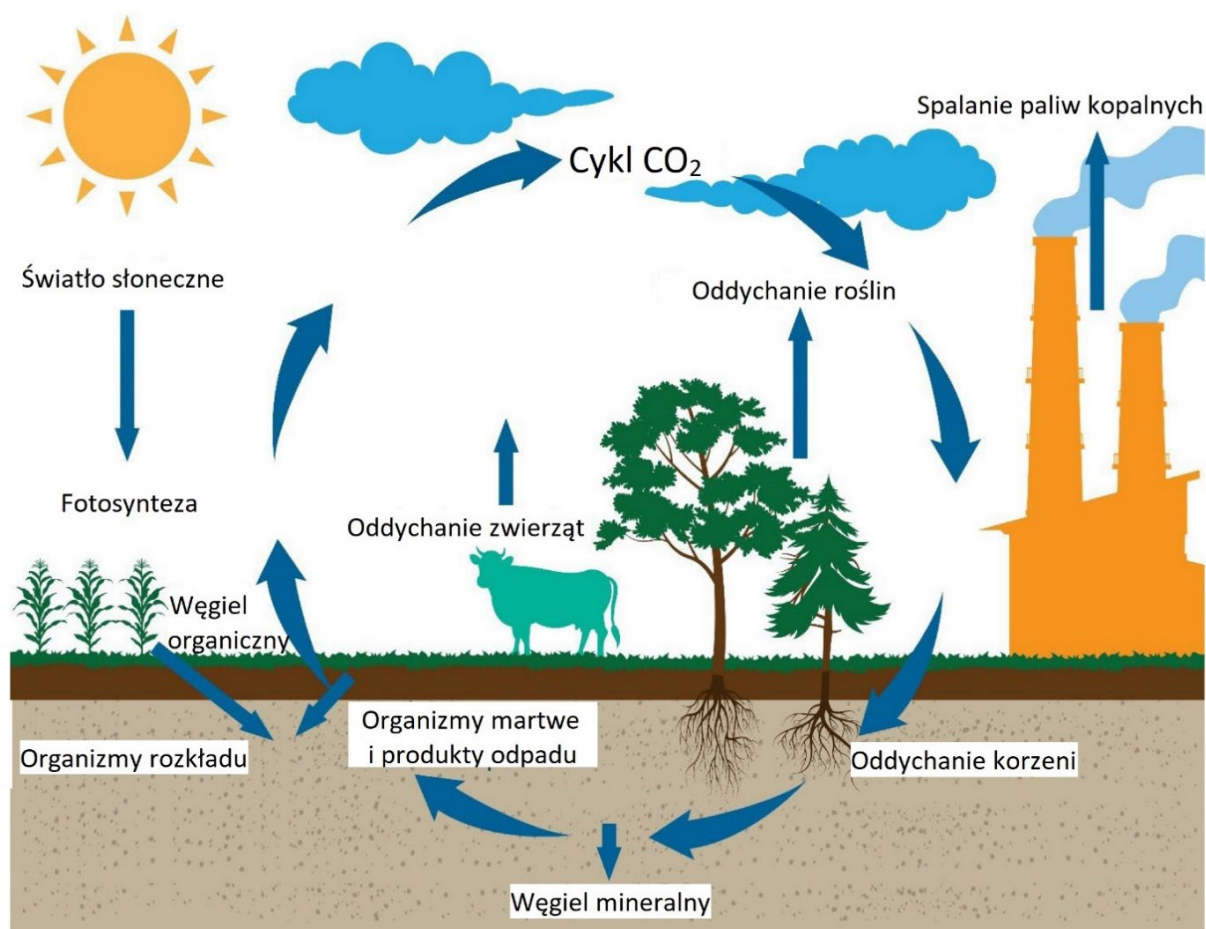
- Emisje, które są wyliczane w krótkim (biogenicznym) cyklu życia (patrz Rys. 5). Ditlenek węgla absorbowany przez zwierzęta i rośliny jest neutralny pod względem jego emisji, ponieważ jest on ponownie szybko uwalniany (chyba że na przykład, materiały pochodzenia roślinnego są konserwowane przez pewną liczbę lat, np. drewno stosowane do budowy domu), gdyż jest on ponownie metabolizowany na CO₂ i następnie wydychany lub uwalniany jako biomasa (tj. obornik lub pozostałości plonów) przed jego degradacją. Jednakże, ditlenek węgla w krótkim cyklu życia, który przekształca się w biogeniczny CH₄, powinien być uwzględniony.
- Pozostałość azotu w powietrzu, w gospodarstwie produkującym mleko można wykluczyć, gdyż emisje te reprezentują pośrednie emisje N₂O z procesów produkcyjnych innych niż

³ Pośrednie emisje N₂O są emisjami z NH₃ i bielonego NO₃ emitowanego z gleb, nawozów i polepszaczy gleby oraz wydzielin powstających podczas przechowywania i obróbki

mleczarskie i wobec tego, powinny być uwzględnione w śladzie węglowym (CF) tychże procesów produkcyjnych i ich produktów .

Emisje GHG, które **można wykluczyć** z oceny śladu węglowego (CF) w produkcji mleczarskiej

- Pestycydy. Ich wyłączenie z CF jest do przyjęcia, ale zaleca się ich uwzględnienie w śladzie węglowym dla środowiska z powodu wpływów ekotoksycznych.
- Zużycie wody (tj. wody wodociągowej, wody obecnej w ziemi lub wody na powierzchni). Wyłączenie z oceny CF jest do przyjęcia, ale zaleca się uwzględnienie w śladzie węglowym dla środowiska z powodu wpływu na niedobory wody.
- Środki myjące stosowane w gospodarstwie.



Rys. 5. Krótki cykl życia węgla w gospodarstwie produkującym mleko

4.4.3. Skup mleka i przetwórstwo mleka

Granica systemu obejmuje istotne procesy w obrębie skupu mleka i systemu przetwórczego i **powinna obejmować**, ale nie ograniczać się do emisji GHG z następujących źródeł:

- Transport surowego mleka od bramy gospodarstwa do miejsca przerobu i transport produktów między zakładami

- Zużycie energii, z którą związane są emisje GHG
- Zużycie nośników energii, które powstały podczas stosowania procesów, które generują emisje GHG powiązane z nimi (np. elektryczność oparta na biopaliwie i paliwach kopalnych, gaz ziemny i biopaliwo)
- Uwolnienia powstające w wyniku procesów, produkcji, dostaw i spożycia materiałów eksploatacyjnych (np. emisje czynników chłodzących)
- Zużycie świeżej wody na miejscu
- Oczyszczanie ścieków (na i/lub poza miejscem), w tym emisje CH₄ i N₂O przy oczyszczaniu ścieków na etapie przetwórstwa mleka
- Oczyszczanie ścieków przy pakowaniu, straty żywności, oraz materiały pomocnicze w tym emisje CH₄ ze składowisk
- Składniki, w tym emisje w „górze procesu” pochodzące z produkcji i transportu (np. sól, cukier, enzymy, owoce)
- Materiały pomocnicze do produkcji przetworów mleczarskich, obejmujące, ale nie ograniczające się do następujących: chemikalia, czynniki oziębiające, środki myjące i materiały opakowaniowe, chociaż dla pakowania, zaleca się, aby były uwzględnione materiały pierwotne. Wpływy zakupionych materiałów opakowaniowych, energia, woda i ścieki, pochodzące ze zużytych materiałów opakowaniowych podczas procesów trzeba włączyć do oceny etapu cyklu życia w przetwórstwie mleczarskim. Niniejszy etap ma także obejmować wszelkie przepakowania, które mają miejsce podczas przechowywania i dojrzewania produktów mleczarskich.
- Straty żywności podczas procesów mleczarskich powinny być uwzględnione w bilansie masy w obliczeniach śladu węglowego (CF).

Emisje GHG, które **muszą być wykluczone** z systemu skupu mleka i przetwórstwa przy ocenie CF:

- Przechowywanie biogenicznego ditlenku węgla w produktach⁴ z czasem życia poniżej 100 lat nie powinno być uwzględnione w CF produktów mleczarskich
- Emisje CO₂ pochodzące ze źródeł węgla kopalnego, które nie są spalane lub rozkładane nie powinny być obliczane np. opakowania z tworzyw sztucznych, które kończą swój żywot na składowisku odpadów (ponieważ może zająć setki lat zanim plastik ulegnie rozkładowi)

Emisje GHG, które mogą być wykluczone z CF skupu mleka i systemu przetwórstwa:

- Opakowania drugorzędne i trzeciorzędne, chyba że są one podstawowym celem badania CF
- wszelkie składniki, które wnoszą wkład do wartości CF mniejszy niż 1% , takie jak produkcja i dystrybucja do jednostki przetwórstwa mleczarskiego, np. bakterie fermentacji mlekowej, podpuszczka lub drożdże; oraz sucha masa w jednostce

⁴ W niektórych przypadkach zawartość biogenicznego ditlenku węgla może być istotna do uwzględnienia np. dla porównania opakowań z biotworzywa i tworzywa pochodzącego z surowców kopalnych, ale wówczas trzeba dokonywać obliczeń odpowiednio dla różnych etapów cyklu życia i raportować jasno i przejrzysto

mleczarskiej

- Dobra inwestycyjne jednostki przetwórstwa mleczarskiego.

W niektórych regionach lub krajach, mleko pochodzące od dwóch różnych gatunków zwierząt (np. mleko od krów, bawolic, owiec lub kóz) jest mieszane i transportowane do zakładu przetwórczego. W takim przypadku, dobrą praktyką jest wiedza na temat wartości CF i proporcjonalnej ilości mleka od każdego z gatunków zwierząt w obrębie danego zmieszanego mleka odebranego w zakładzie przerobowym.

4.4.4. Dystrybucja i detal

Następujące emisje gazów cieplarnianych (GHG) oraz związana z tym działalność **powinny być włączone** do wartości śladu węglowego CF dystrybucji i detalu :

- Transportowanie od przetwórcy do centrum dystrybucji detalicznej i do klienta detalicznego. Może to obejmować transport międzynarodowy eksportowanych produktów mleczarskich
- Przechowywanie i związane z tym emisje (energia, czynniki chłodzące) podczas transportu i etapów dystrybucji
- Straty żywności podczas dystrybucji i detalu – trzeba je uwzględnić w bilansie masy
- Jeśli detal obejmuje usługi w zakresie żywności (np. na wynos, ekspres do kawy, restauracja), trzeba je uwzględnić w przygotowaniu posiłku, ale raportować oddzielnie i zgodnie z zakresem i granicami etapu cyklu życia dotyczącego spożycia przez konsumenta (rozdział 4.4.5)
- W przypadku złożonych produktów spożywczych zawierających przetwory mleczne (np. pizza), trzeba uwzględnić przetwórstwo produktu, ale raportować oddzielnie i zgodnie z zakresem i granicami etapu cyklu życia dla przetwórstwa mleczarskiego (rozdział 4.4.3)
- Odpady i ich zagospodarowanie podczas etapów dystrybucji i detalu

Emisje GHG, które **mogą być wykluczone**:

- Dobra inwestycyjne w centrum dystrybucji i w detalu

Zaleca się, aby planowanie etapów detalu i dystrybucji pozostawało w zgodności z zasadami wytycznych PEFCR dla mleczarstwa [30]. Niezastosowanie się do wytycznych PEFCR dla mleczarstwa [30] można zastosować, jeśli jest ono reprezentatywne dla etapu detalu i dystrybucji w mleczarstwie.

4.4.5. Zastosowanie

Różne czynności i emisje, które **powinny być uwzględnione** w CF dotyczącym wykorzystania przez konsumenta:

- Zużycie energii do przejazdu do punktu skupu i z powrotem (alokacja dla skupowanych produktów)
- Zużycie energii w domu do schładzania lub zamrażania środków spożywczych (alokacja dla

przechowywanych produktów)

- Przygotowanie żywności w tym gotowanie i zmiany w masie i wartości żywieniowej produktu spożywczego podczas przygotowywania (alokacja dla przygotowywanych produktów)
- Mycie naczyń, talerzy (ogrzanie wody, zmywanie w zmywarce; alokacje dla przygotowywanych produktów)
- Wszystkie nieuniknione i do uniknięcia straty żywności, w tym pozostałości opakowań

Emisje GHG, które **mogą być wyłączone** ze śladu węglowego (CF) dotyczącym spożycia przez konsumenta:

- Przechowywanie przez konsumenta w warunkach otoczenia
- Dobra inwestycyjne związane z konsumentem
- Sztużce do spożywania produktów mleczarskich

Zaleca się, aby planowanie etapu spożycia przez konsumenta pozostawało w zgodności z zasadami wytycznych PEFCR dla mleczarstwa [30].]. Niezastosowanie się do wytycznych PEFCR dla mleczarstwa [30] może mieć miejsce, jeśli jest to reprezentatywne dla etapu detalu i dystrybucji w mleczarstwie.

4.4.6. Koniec cyklu życia

Działania i emisje GHG, które **powinny być włączone** do CF etapu końca cyklu życia:

- Odpady pochodzące ze strat żywności, marnotrawstwa żywności i opakowania w ciągu całego cyklu życia produktu mleczarskiego, z uszanowaniem zakresu badania CF. Właściwe obliczanie CF dla końca cyklu życia takiego jak składowisko, spopielenie, recykling lub kompostowanie powinny być uwzględnione
- Transport odpadów do miejsca zagospodarowania

Odpady i przetwarzanie odpadów powinny być zaplanowane oddzielnie dla każdego etapu cyklu życia produktu uwzględnionego w badaniu śladu węglowego (CF) i najlepiej aby było raportowane w wynikach jako część każdego indywidualnego etapu cyklu życia tak, aby było jasne, jaka ilość odpadów powstaje w każdym etapie.

4.5. REDUKCJA CF DLA MLEKA SUROWEGO

Celem niniejszego przewodnika na temat śladu węglowego (CF) jest pomóc światowemu sektorowi mleczarskiemu w redukcji emisji gazów cieplarnianych (GHG). Wobec tego, warto włączyć do niniejszego przewodnika odpowiednie wytyczne na temat różnych opcji redukcji CF produktów mleczarskich. Obszerna lista opcji łagodzenia skutków emisji GHG znajduje się w Załączniku 10.11. Spis ten ma na celu inspirowanie rolników – producentów mleka, firm i innych interesariuszy, rozważeniem różnych możliwości zmniejszenia śladu węglowego (CF) w produkcji przetworów mlecznych i wobec tego, nie faworyzuje on jakiejś opcji i nie opiera się na preferowaniu wpływów lub skuteczności

wspomnianych działań. Tak się dzieje, ponieważ każdy łańcuch dostaw mleczarskich jest inny, a wobec tego, efektywność, przystosowalność i możliwość zastosowania opcji łagodzenia skutków emisji różni się znacznie na całym świecie, czy to z powodu kryteriów fizycznych takich jak położenie geograficzne (np. pogoda, typ gleby), aspektów polityki postępowania (np. prohibicje, subsydia) czy też preferencji konsumentów. Stopień, w jakim rolnicy mogą dalej redukować ślad węglowy (CF) zależy także od tego, czy określone etapy cyklu życia są uwzględniane w badaniach CF i do jakich granic zoptymalizowano już emisje GHG pochodzące z łańcucha dostaw mleczarskich. Na przykład:

- Jeśli gleby torfowe nie występują w waszym łańcuchu dostaw, wówczas zwiększenie poziomu wody nie będzie mieć korzystnego wpływu na środowisko
- Jeśli dodatki paszowe są zabronione do stosowania w kraju, z którego kupujecie mleko surowe, nie ma korzyści w zakresie GHG w przypadku zastosowania takich opcji w waszym łańcuchu dostaw
- Potencjał zwiększenia wydajności mlecznej na krowę różni się pomiędzy różnymi regionami, krajami i poszczególnymi gospodarstwami, nie tylko dlatego, że zależy on
- od punktu odniesienia i od tego ile ulepszeń już miało miejsce. Zależy on także od wiedzy rolników i zrozumienia produkcji mleczarskiej oraz ich umiejętności dokonywania ekonomicznych inwestycji
- Jeśli produkcja mleczarska jest sprzedawana lub spożywana w gospodarstwie, nie ma sensu optymalizacja logistyki w zakresie transportu poza gospodarstwo.

Kiedy rozważamy zastosowanie praktyk łagodzących skutki emisji GHG w łańcuchu dostaw mleczarskich, ramowa struktura wykazu możliwości, pokazana w Załączniku 10.11 może być pomocna w określeniu możliwości zastosowania różnych opcji łagodzenia skutków emisji w waszym łańcuchu dostaw i modelu śladu węglowego (CF). Aby uniknąć ujemnych bilansów handlowych, należy także wziąć pod uwagę wpływ różnych opcji łagodzenia omawianych skutków na inne aspekty środowiskowe, ekonomikę i dobrostan zwierząt. Dla uzyskania więcej wskazówek na temat opcji łagodzenia skutków emisji GHG, odwołujemy się do publikacji [31] i [54 - 56].

4.5.1. Nowe technologie łagodzenia skutków emisji GHG

W ciągu czasu istnienia niniejszego przewodnika IDF może być dostępnych wiele nowych technologii, które powodują łagodzenie skutków emisji GHG związanych z systemami hodowli bydła mlecznego (lub innych przeżuwaczy). Wywołuje to pytanie, w jaki sposób je przystosować do struktury opisanej tutaj metody określania śladu węglowego (CF). Zapewnienie stosowania nowych technik łagodzących skutki emisji będzie wsparciem dla „długowieczności” niniejszego przewodnika i pomoże w zachęcaniu do przyjęcia naukowo udowodnionych technologii. Ponieważ nie ma obecnie dostępnych wystarczających informacji technicznych, aby zaplanować szczegółową metodę obliczania CF, wskazane jest abyśmy zapewnili włączenie wspomnianych powyżej technologii, kiedy będzie dostępne więcej dowodów ich funkcjonowania. Takie technologie obejmują dodatki paszowe, kultury

drobnoustrojów, elektroniczne gadżety, oraz inhibitory nitryfikacji.

Aby ocenić ich wpływ we wczesnym etapie innowacyjnego procesu, zaleca się włączenie nowych opcji łagodzenia skutków emisji do badania CF, jednakże, z zastrzeżeniem, że praktyczna realizacja powinna być starannie przeprowadzana i opierać się tylko na dostatecznych dowodach naukowych i po dostosowaniu sektora w zakresie ich efektywności (np. poprzez platformy takie jak IDF, LEAP i Globalny Sojusz Badawczy w zakresie mleczarstwa (**ang.** Global Research Alliance, organizacja promująca Milenijne Cele Rozwoju, założona w 2003 r w New Delhi – przyp. tłum.). W miejscu gdzie technologia łagodzenia skutków emisji zostanie zaakceptowana do włączenia jej do krajowego wykazu emisji GHG, można także zastrzec ją w ocenie CF, ponieważ zapewni to odpowiedni naukowy poziom precyzji wokół sprawy łagodzenia omawianych skutków; umożliwi to włączenie do oceny CF dobrze udowodnionych i przyjętych w skali międzynarodowej zastrzeżeń dotyczących redukcji emisji GHG. Zapewnia to także, że CF pozostanie spójne zarówno w krajowych wykazach gazów cieplarnianych (GHG) jak i w ogólnej ocenie globalnych emisji, ustalonej na podstawie sumy raportów krajowych GHG. Korzyści płynące z technologii łagodzenia omawianych skutków w ocenie śladu węglowego (CF) powinny być obliczane przy stosowaniu tych samych równań, lub wzorów bardziej odpowiednich dla danej sytuacji, znajdujących się w krajowych wykazach GHG kraju, w którym się te technologie stosuje. Zakres zastosowania ma opierać się na udokumentowanym poziomie wykorzystania w obrębie granic systemu. Zapewnia to, że ocena CF obejmie wszystkie lokalne czynniki, które mają wpływ na efektywność technologii łagodzenia skutków emisji GHG.

4.5.2. Kompensacje związane z obliczeniami śladu węglowego (CF)

Zwiększa się uwaga skierowana na nadwyżki ditlenku węgla i schematy offsetowe (kompensujące) mające na celu „zbilansowanie” śladu węglowego (CF) danego produktu tj. deklarowanie neutralności pod względem emisji ditlenku węgla. Tak więc, uprawnienia do emisji ditlenku węgla (**ang.** carbon credits) lub do kompensacji emisji CO₂ (**ang.** offsetting) nie mogą być stosowane w celu redukcji CF, ale tylko dla rekompensaty, i wobec tego, ważne jest rozróżnienie pomiędzy „redukcjami” CO₂ a „kompensatami”. W obrębie sektora mleczarskiego, trwa debata na temat roli tego sektora w generowaniu nadwyżek ditlenku węgla. Na przykład, można je generować, poprzez sekwestrację ditlenku węgla lub stosowanie dodatków paszowych w celu zmniejszenia emisji jelitowego CH₄. Jednakże istnieje pewne zastrzeżenie: wyobraźmy sobie, że gospodarstwo generuje nadwyżki CO₂ poprzez, na przykład, sekwestrację ditlenku węgla, i te nadwyżki są sprzedawane (tj. opuszczając gospodarstwo) do innego sektora, który także rozlicza te „negatywne emisje”. Wobec tego, gospodarstwo nie może uwzględnić redukcji w ocenie swego śladu węglowego (CF) gdyż to doprowadzi do podwójnego liczenia i podwójnej deklaracji, tj. łagodzenie emisji jest liczone zarówno dla gospodarstwa jako redukcja CO₂ w obrębie cyklu życia, jak i przez inny sektor jako kompensata CF zupełnie innego cyklu życia i w ten sposób jest liczona i deklarowana podwójnie przez różne strony. Redukcja CF w połączeniu z nadwyżkami

ditlenku węgla może mieć miejsce tylko wtedy, gdy nadwyżka CO₂ jest zatrzymana w obrębie danego łańcucha wartości. Oczywiście, redukcje w tym samym gospodarstwie, które nie zostały certyfikowane jako kompensata (np. zwiększona wydajność, zredukowane emisje lub zakup wkładów wejściowych o niższym CF) mogą być włączone do śladu węglowego danego gospodarstwa.

5

ANALIZA „INWENTARZA” (WYKAZU)

5.1. JAKOŚĆ DANYCH

Jednym z najważniejszych problemów w obliczeniach LCA (cyklu życia) jest przejrzystość i prawidłowe raportowanie danych wykorzystanych w badaniu. IDF zaleca aby źródła danych i ich wykorzystanie były zgodne z ISO 14044 [25] i ISO 14067 [26] na które należy się powoływać w dalszych szczegółach.

Powinno być jasno stwierdzone, czy stosowane dane są pierwotne (pochodzące z indywidualnych gospodarstw i miejsc) co jest pożądane; czy są to dane drugorzędne (np. bazy danych generycznych, artykuły, raporty, krajowe statystyki) czy są one oparte na założeniach i danych domyślnych (wobec tego mniej specyficznych dla badanego produktu). Dla wszystkich danych, źródło musi być udokumentowane (np. odniesienie, firma, lub miejsce z którego dane były zbierane, albo skąd pochodzą bazy danych, artykuł, lub sprawozdanie), jak również, powinny być jasno podane informacje o czasie ich pobrania, geograficzne i technologiczne jak również to, jak dalece są te dane reprezentatywne dla celu badania. Można wykorzystywać przeciętne dane z długiego okresu czasu lub dane za określony rok, jednakże w odniesieniu do produktów rolnych ważne jest uwzględnienie faktu, że sezonowe wahania mogą mieć wpływ na wartość CF. Dlatego też, okres za który są zbierane dane, powinien być odpowiedni dla badań i pozostawać w zgodności z celem. Na przykład, jeśli celem jest określenie rocznego postępu i wahań w wartości CF, wówczas najbardziej odpowiednie jest zbieranie danych i raportowanie za poszczególne lata. W przeciwieństwie do powyższego, jeśli celem jest poinformowanie klienta o aktualnym CF dla danego produktu, a deklaracja taka ma być utrzymana przez parę lat, wówczas obliczenie wartości przeciętnego CF za trzy ostatnie lata może być bardziej odpowiednie, a badanie może być uaktualnione trzy lata później, aby ograniczyć związane z tym obciążenia administracyjne.

Wspomniane powyżej dane powinny być możliwie jak najbardziej reprezentatywne dla regionu, dla którego oblicza się wartość śladu węglowego (CF) chociaż zakres regionalny może różnić się w zależności od celu badania CF, tj. specyficznego dla gospodarstwa, regionu, kontynentu lub globalnego. Zebrane dane powinny także reprezentować techniczną charakterystykę systemu produkcji. Na przykład, czy dane reprezentują nowoczesny czy starszy zakład przetwórczy mleka; lokalny łańcuch dostaw czy międzynarodowy handel

mleczarski; gospodarstwo produkujące mleko na dużą czy małą skalę; czy hodowla bydła mlecznego jest organiczna czy tradycyjna; oraz czy krowy są trzymane na pastwisku czy pod dachem. Powinno być oczywiste, że na przykład, dane dotyczące mleka wyprodukowanego w USA nie mogą być postrzegane jako reprezentatywne dla gospodarstw Afryki subsaharyjskiej, ponieważ klimat i system produkcji są całkowicie różne.

Podczas zbierania danych i planowania wykazu cyklu życia nie należy dokonywać żadnych zaokrągleń. Metodologia i poziom szczegółów w całym badaniu powinny być spójne, o wysokiej jakości, odpowiednie i realne. Szczegółowy zbiór danych z gospodarstwa ma największe znaczenie, ponieważ chów bydła mlecznego przyczynia się w znacznym stopniu do wartości CF produktów mleczarskich i ponieważ tylko przy szczegółowych danych można określić łagodzenie skutków emisji w gospodarstwach i ocenić postęp w zakresie redukcji wartości CF. Przy zbiorze danych specyficznych dla gospodarstwa, musi być zapewnione zachowanie równowagi pomiędzy dokładnością danych i ich kompletnością oraz czasem i wysiłkami rolników dostarczających dane. Zautomatyzowane zbieranie danych poprzez dostęp do istniejących źródeł danych może być pomocne w określeniu jakości danych i zredukować ciężar administracyjny ponoszony przez rolników.

Wreszcie, należy omówić zagadnienie wahań i niepewności występujących w badaniu śladu węglowego (CF), nawet jeśli tylko jakościowo. Jednakże, preferowane jest podejście ilościowe, na przykład poprzez analizę czułości. Dokument wytyczny PEF dla mleczarstwa i PEFCR przewidują znormalizowaną metodę zwaną szacowaniem jakości danych, która jest zalecana do stosowania w deklaracjach CF i PEF [28] w ramach rynku Unii Europejskiej. Na przykład, emisje N₂O różnią się znacznie w przeciągu czasu oraz jako rezultat warunków pogodowych nawet w obrębie jednego pola, a pomiar N₂O bezpośrednio jest kosztowny; wobec tego dokładne dane są rzadko dostępne. Dokładność danych może także różnić się, szczególnie jeśli jest to parametr trudny do oszacowania, np. pobranie paszy lub kisonki i straty w zbiorach. Wobec tego, ważne jest przeprowadzenie analizy czułości krytycznych parametrów, szczególnie tych, dla których trudno jest uzyskać dokładne oszacowanie.

5.2. WSPÓŁCZYNNIKI EMISJI

Współczynniki emisji dostarczają informacji o ilości wyemitowanych GHG z określonego źródła lub danej czynności. Są różne metody i źródła określania emisji, które są sklasyfikowane jako poziomy dostępności (w centrum danych – przyp. tłum) , zależnie od ich dokładności i szczegółów. Najprostsze podejście opisano w Tier 1, a bardziej szczegółowe podejścia, gdzie jest dostępna informacja specyficzna dla danego kraju zostały określone na poziomie Tier 2. *(Klasyfikacja TIER centrum danych wskazuje, że dane centrum danych spełnia wymagania norm w danej klasie centrum danych; klasyfikacja dotyczy wymogów fizycznych i technicznych a nie proceduralnych; klasyfikacja Uptime Institute – informacja internetowa – przyp. tłum.)* Indywidualne dane uwzględniające lokalne okoliczności i warunki opisano jako Tier 3. Na przykład, Wytyczne IPPC dla Krajowych Wykazów GHG z 2006 r. [48] oraz ich dalsza poprawiona wersja z 2019 roku [8] podają opis wszystkich trzech poziomów stosowanych

w szacowaniu emisji CH₄ pochodzących z fermentacji jelitowej. Na podstawie Tier 1, obliczane są emisje, z zastosowaniem standardowych współczynników emisji znanych z literatury. Obliczenia dokonywane na poziomie Tier 2 wymagają szczegółowych danych specyficznych dla danego kraju na temat pobrania energii brutto i współczynników przekształcenia CH₄ dla określonych kategorii inwentarza żywego. Tier 3 wymaga nawet bardziej dokładnych i naukowo zaakceptowanych danych z bezpośrednich pomiarów doświadczalnych dotyczących, na przykład szczegółowego składu diety, poziomu stężenia produktów pochodzących z fermentacji w żwaczu, sezonowych wahań w pogłowie zwierząt lub jakości i dostępności paszy, oraz możliwych strategii łagodzenia skutków emisji CH₄.

Zawsze musi być zastosowana możliwie najwyższa dostępna, nadająca się do przyjęcia i stosowania metoda Tier, ponieważ poprawia to dokładność i reprezentatywność oraz umożliwia efektywność strategii łagodzącej mającej na celu redukcję CF. Dla uzyskania spójności w CF dla mleczarstwa, zaleca się stosowanie co najmniej podejścia Tier 2. Przy dokonywaniu deklaracji produktu i dla publikacji recenzowanych, zalecamy, aby stosować tylko współczynniki emisji dostępne na poziomie Tier 2 i Tier 3. Kiedy porównujemy deklaracje pomiędzy różnymi śladami węglowymi (CF) które stosują różne poziomy Tier, wspomniane różnice muszą być wyraźnie przedstawione, a ich wpływ na wynik badania musi być oszacowywany przy użyciu analizy niepewności.

Informacje na temat współczynników emisji i obliczeń metodologii Tier 1, Tier 2 i Tier 3 podano w następujących dokumentach:

- Wytyczne IPCC z 2006 r dla Krajowych Wykazów GHG, Tom 4: Rolnictwo, Leśnictwo i Inne Użytkowanie Ziemi [48]
- Poprawka z 2019 r do Wytycznych IPCC z 2006 r dla Krajowych Wykazów GHG, Tom 4: Rolnictwo, Leśnictwo i Inne Użytkowanie Ziemi [8]
- Ramowa Konwencja ONZ ds. Zmian Klimatu (UNFCCC) Pakiet Szkoleniowy dla Wykazów GHG [57]
- Baza danych IPCC dla współczynników emisji z paliw [49]

Zawsze należy stosować poprawioną wersję raportu IPCC z 2019 r [8] lub dowolną uaktualnioną wersję powyższej zamiast przestarzałych metodologii ze starszych sprawozdań IPCC. Poprawiony raport zawiera najnowsze informacje naukowe na temat współczynników emisji; poprawione zależności pomiędzy produkcyjnością a emisjami; skupienie uwagi na różnicowaniu pomiędzy handlowymi systemami produkcji a systemami utrzymania zwierząt; oraz zwrócenie uwagi na poprawie zgodności metod i źródeł emisji. W rozdziałach 5.2.1 – 5.2.3 podajemy określone wytyczne na temat stosowania współczynników emisji dla gospodarki mleczarskiej, gdyż to ona głównie przyczynia się do śladu węglowego (CF) przetworów mlecznych. Rozdział 5.2.4 dostarcza wskazówki dotyczące stosowania współczynników emisji i stosownych wzorów (równań) dla innych etapów cyklu życia.

5.2.1. Współczynniki emisji CH_4 pochodzących z fermentacji jelitowej zwierząt

Dodatkowo do istniejącej metodologii Tier 1, poprawka ICPP z 2019 r [8] wprowadziła bardziej zaawansowaną metodologię Tier 1a dla tych krajów, które zróżnicowały systemy produkcji na systemy nisko- i wysoko-produkcyjne oraz dla tych krajów, które przechodzą z nisko-produkcyjnych na wysoko-produkcyjne systemy. Zalecamy, aby przy stosowaniu metodologii Tier 1 i Tier 1a posługiwać się oddzielnymi współczynnikami przekształcenia CH_4 (Y_m) i współczynnikami emisji CH_4 .

W metodologii Tier 2, współczynniki jelitowej emisji CH_4 są szacowane w oparciu o pobranie energii brutto i Y_m dla każdej kategorii zwierząt. W omawianej metodologii, zalecamy stosowanie oddzielnego Y_m na bazie rocznej produkcji mleka (niska/średnia/wysoka) oraz jakości paszy (strawność i zawartość włókna neutralno-detergentowego, czyli NDF) (**ang.** neutral-detergent fibre, włókno nierozpuszczalne w rozpuszczalniku obojętnym, w skład którego wchodzi hemiceluloza, celuloza i lignina – przyp. tłum). Jednakże, należy zwrócić należytą uwagę, aby dane dotyczące wydajności mlecznej, strawności i NDF były odpowiedniej jakości. Alternatywnie, w poprawionej wersji IPCC 2019 sugeruje się także uproszczone podejście Tier 2, w którym to podejściu współczynniki emisji jelitowej CH_4 są obliczane z zastosowaniem wstępnie określonej wydajności CH_4 na jednostkę pobranej DM paszy.

Jeśli możliwe, zaleca się stosowanie metody Tier 3 i włączenie dodatkowej określonej dla danego kraju informacji dotyczącej szacowania emisji jelitowej. Metody Tier 1 i Tier 2 opierają się na pobraniu energii brutto poprzez paszę i proporcji straty energii brutto jako CH_4 (Y_m). Jednakże, pobranie paszy i Y_m mogą być zależne od zmian w strawności paszy i zawartości energii, zwiększających się poziomów pobrania paszy, składu dawki żywieniowej, rasy krowy i indywidualnych różnic pomiędzy zwierzętami, stresujących czynników środowiskowych, charakterystyki mikrobiomu żwacza oraz kinetyki fermentacji. Na przykład, poprawiona wersja IPCC 2019 [8] pokazała, że 10%-wa zmiana w strawności paszy będzie mieć wpływ na jelitowe emisje CH_4 o 12 – 20% w zależności od charakterystyki żywieniowej. Wobec tego, zalecamy, aby przy stosowaniu metodologii Tier 3 stosować poprawki dla oceny strawności. Na przykład, mogą być pomocne równania proponowane przez INRA [58] biorące pod uwagę wpływ poziomu żywienia i proporcji pasz treściwych na strawność zredukowanej diety, jak to zostało opisane w Załączniku 10.3.

5.2.2. Współczynniki emisji CH_4 pochodzących z zagospodarowania obornika

W poprawionej wersji IPCC 2019 [8] zaleca się oddzielenie z odchodów lotnych składników suchej masy (**ang.** volatile solids, VS) dla nisko- i wysoko-produkcyjnych systemów utrzymania. W modelu Tier 1, emisje CH_4 powinny być oceniane raczej na jednostkę lotnych składników suchej masy wydalanej w oborniku (g CH_4 na kg VS) niż na sztukę zwierzęcia. W przeciwieństwie do powyższego, w metodologii Tier 2, współczynniki przekształcenia CH_4 (**ang.** MCFs, methane conversion factors – przyp. tłum.) powinny wiązać się raczej z miesięcznymi temperaturami w strefach klimatycznych niż z przeciętną roczną temperaturą i należy uwzględnić długość okresu przechowywania obornika. Zaleca się także, aby nowe

współczynniki beztlenowego trawienia dla różnych fermentorów, umożliwiającymi także przechowywanie produktu pofermentacyjnego, były stosowane tak jak w poprawionej wersji IPCC 2019 [8]. W modelu Tier 3, zaleca się, aby brać pod uwagę wpływy interakcji żywieniowych (takie jak poziom spożycia i proporcja pasz treściwych) na wydalenie VS na podstawie aktualnych danych doświadczalnych.

5.2.3. Przegląd emisji N_2O

Jako wymaganie minimalne, w ocenie CF powinny być uwzględnione następujące emisje N_2O :

- Bezpośrednie i pośrednie emisje N_2O z produkcji nawozów sztucznych. W zależności od procesu produkcji nawozu i lokalnych przepisów, występują znaczne różnice w emisjach N_2O . Wobec tego, zalecamy, abyście określili region/źródło stosowanego sztucznego nawozu, jeśli to możliwe i korzystali zgodnie z tym odpowiedniej bazy danych dla emisji N_2O
- Bezpośrednie i pośrednie emisje N_2O z odchodów w pomieszczeniach dla bydła, z przechowywania i czynności obchodzenia się z krowami mlecznymi i remontowymi, uwzględniając w tym materiały ściółkowe
- Wszystkie emisje N_2O pochodzące z ziemi ornej i użytków zielonych wykorzystywanych do żywienia (wypasu) bydła mlecznego (zarówno w gospodarstwie jak i poza nim). Obejmuje to, ale nie ogranicza się do następujących emisji N_2O :
 - Bezpośrednie i pośrednie emisje N_2O z zastosowania nawozów na glebie i ulepszczy gleby
 - Bezpośrednie i pośrednie emisje N_2O z odchodów od bydła mlecznego i remontowego na pastwiskach
 - Bezpośrednie emisje N_2O z gleb torfowych, jeśli ma to zastosowanie (dla uzyskania więcej wskazówek, patrz [rozdział 5.5.4](#))
 - Bezpośrednie emisje N_2O pochodzące ze strat w zbiorach i pozostałości plonów
 - Bezpośrednie i pośrednie emisje N_2O z azotu w glebach mineralnych, jeśli są mineralizowane
- Pośrednie emisje N_2O ze stosowania środków chłodzących w okresie cyklu życia (np. jeśli stosuje się NH_3 jako chłodziwo)

Aby zaplanować emisje N_2O , odwołujemy się do IPCC 2019 [8] i zalecamy stosowanie współczynników emisji określonych dla danego kraju, jeśli są dostępne. Jednakże, należy odnotować, że pomiary emisji N_2O z produkcji mleczarskiej są nieliczne. Dane, które istnieją są często przestarzałe, zmienne i oparte na niespójnej metodologii. Wobec tego, zaobserwowano znaczne różnice pomiędzy badaniami i współczynnikami emisji, właściwymi dla danego kraju; należy wziąć pod uwagę ich niepewność i specyficzność dla regionu. Zachęcamy do dalszych badań nad emisjami N_2O , czynnikami, które mają na nie wpływ i potencjalnymi środkami łagodzenia skutków wspomnianych emisji.

5.2.4. Współczynniki emisji w innych etapach cyklu życia

Dla emisji z pasz zalecamy stosowanie PEFCR Pasze [42] i przewodnik LEAP na temat pasz [43] jako podstawę obliczania emisji. Emisję ze środków chłodzących najlepiej obliczać na

podstawie ilości środków chłodzących zużytych w gospodarstwie lub w zakładzie, albo w detalu. Wobec paliw i logistyki, najlepiej jest korzystać z istniejących baz danych i współczynników IPCC dla paliw lub, jeśli nieodpowiednie, z innych wiarygodnych specyficznych dla kraju współczynników zawartości energii i spalania dla stosowanego paliwa [48]. Do analizy emisji z recyklingu, zalecamy stosowanie okrągłego wzoru śladu węglowego z dokumentu (wytycznych) PEF [28].

5.3. KORZYSTANIE ZE ZBIORÓW DANYCH LCI (**ang.** Life Cycle Inventories Datasets)

(Zestawy wykazów cykli życia materiałów, procesów i produktów – przyp. tłum.)

Istnieją różne bazy danych LCI, które można stosować w planowaniu podstawowych danych do obliczania śladu węglowego (CF) w mleczarstwie, jednakże należy podchodzić z ostrożnością przy rozważaniu stosownego stanu ich metodologii. Na przykład, niektóre bazy danych są konkretnie zamierzone do stosowania dla wynikowego podejścia do LCA i nie są odpowiednie dla atrybucyjnego podejścia do LCA; niektóre bazy danych są właściwe dla danego regionu; inne bazy danych mogą zawierać lub mogą nie zawierać określonych źródeł emisji, np. LUC, sekwestracja ditlenku węgla, dobra inwestycyjne lub gleby torfowe. Także alokacje i przepisy dotyczące wyłączenia mogą różnić się pomiędzy poszczególnymi bazami danych. Na poziomie wyników, źródła emisji mogą być rejestrowane w różny sposób w różnych bazach danych, co daje w rezultacie różny poziom szczegółowości. Ważne jest upewnić się, czy wykorzystywana baza danych LCI pozostaje w zgodności z zaleceniami dotyczącymi metodologii w niniejszym przewodniku. Dla rozwiniętych i uprzemysłowionych systemów produkcji, zakres bazy danych LCI jest ogólnie dobry, chociaż wyraźnie brakuje mu danych dla rozwijających się regionów i mniej rozwiniętych systemów. Kiedy bazy danych LCI nie dostarczają podstawowych danych wystarczającej jakości dla badanego produktu mleczarskiego, można zbierać dane podstawowe, polegać na danych z prac recenzowanych lub wykorzystywać mniej reprezentatywne zbiory danych. Jeśli wybierzesz tę ostatnią opcję, należy o tym wspomnieć przy omawianiu wyników. Ponadto, deklaracje dotyczące produktu nie są zalecane, jeśli mniej reprezentatywne podstawowe bazy danych dają duży wkład do śladu węglowego (CF) (np. mieszanki paszowe dla bydła mlecznego). Przydatne byłyby bazy danych umożliwiające pomiary poprawy wartości CF w czasie, jednakże istnieje obecnie luka w wiedzy, która wymaga wypełnienia, aby móc prawidłowo śledzić i informować o postępie w odniesieniu do wartości śladu węglowego na przestrzeni czasu.

Nie wyczerpujący wykaz baz danych LCI, które są często stosowane w obliczaniu CF dla mleczarstwa:

- Eco-invent (baza szwajcarska; [59])
- EF 3.0 zbiory danych (przeznaczone tylko do badań PEF, dostępne od końca 2022 r.; [60])
- GFLI (baza danych dla składników pasz Home – The Global Feed LCA Institute; [61])
- Agrifootprint (Niderlandzka baza danych dla produktów spożywczych i rolniczych; [62])
- Agribalyse (Francuska baza danych dla produktów spożywczych i rolniczych; [63])
- USDA (Amerykańska baza danych; [64])

Przegląd baz danych LCI można także znaleźć on-line [65].

5.3.1. Modelowanie energii elektrycznej

Dla energii elektrycznej, zalecamy stosowanie charakterystycznych danych od dostawcy energii elektrycznej, jeśli są dostępne (np. jeśli stosuje się energię elektryczną z wiatraków, powiązana z tym wartość śladu węglowego (CF) powinna także dotyczyć energii z wiatraków). Jeśli jest to niedostępne, należy zastosować sieciowy miks energetyczny specyficzny dla danego kraju (wliczając straty sieciowe) w którym produkt jest wytwarzany, uwzględniając import i eksport. Sieciowy miks energetyczny odnosi się do nieodebranej i nieśledzonej energii elektrycznej. Zapobiega to podwójnemu liczeniu, kiedy stosuje się energię elektryczną od danego dostawcy (typowo zwaną energią zieloną). Jeśli sieciowy miks energetyczny nie jest dostępny, wówczas proponuje się uśredniony miks energetyczny (wliczając straty sieciowe stosowane w kraju, w którym etap cyklu życia ma miejsce (także uwzględnia się import i eksport)). (**Uwaga:** Miks energetyczny to struktura produkcji i konsumpcji energii według nośników energii (np. prąd lub olej napędowy) lub sposobów wytwarzania. Ze względu na kryteria, miks energetyczny może prezentować: produkcję energii elektrycznej w podziale na paliwa lub rodzaje elektrowni, popyt na energię w podziale na nośniki, moc produkcyjną elektrowni w podziale na ich rodzaj lub wykorzystywane paliwa. W kontekście zawężonym do wytwarzania energii elektrycznej miks energetyczny to podział energetyki ze względu na źródła, z których energia jest produkowana, oraz na wykorzystywane technologie wytwarzania – przyp. tłum. Źródło: https://demagog.org.pl/analizy_i_raporty/wiecej-ozemniej-wegla-jakzmienia-sie-polski-miks-energetyczny/#Miks%20Energetyczny).

5.4. ALOKACJE

Na wyniki śladu węglowego (CF) ma często istotny wpływ metodologia stosowana w odniesieniu do współproduktów (koproduktów). Są różne sposoby podchodzenia do współproduktów, w zależności od naukowego czy praktycznego zastosowania, ale nie ma jednej, powszechnej lub ustalonej metody. Procedura alokacji opisana w normie 14044 [25] jest następująca:

Etap 1: Gdziekolwiek to możliwe, alokacji powinno się unikać poprzez:

- a) podział wielofunkcyjnego procesu na dwa lub więcej podprocesów i zbieranie danych wejściowych i wyjściowych dla każdego z tych podprocesów, albo
- b) rozszerzenie systemu produkcji (znane jako rozwój systemu) w celu włączenia dodatkowych funkcji związanych ze współproduktami.

Etap 2: Tam gdzie nie można uniknąć alokacji, wartości wejściowe i wyjściowe do i z systemu powinny być podzielone pomiędzy różne produkty lub funkcje w sposób, który odzwierciedla leżące u podstaw fizyczne zależności pomiędzy nimi (tj. powinny one odzwierciedlać sposób, w jaki wartości wejściowe i wyjściowe zmieniają się po zmianach ilościowych w produktach lub funkcjach dostarczanych przez dany system).

Etap 3: Tam gdzie same fizyczne powiązania nie mogą być ustalone ani stosowane jako podstawa alokacji, wartości wejściowe powinny być alokowane pomiędzy produkty i funkcje w sposób, który odzwierciedla inne zależności pomiędzy nimi. Na przykład, dane „wejścia” i „wyjścia” mogą być alokowane pomiędzy współproduktami proporcjonalnie do ekonomicznej wartości tych produktów.

Poprzez cały okres cyklu życia mleka i przetworów mlecznych, od gospodarstwa do bramy zakładu, ma miejsce kilkanaście procesów, które obejmują wiele współproduktów, między innymi, na przykład:

- Produkcja pasz (np. mączka sojowa i olej sojowy)
- Produkcja mleka i mięsa w gospodarstwie (tj. mięso i cielęta są współproduktami, kiedy są eksportowane poza gospodarstwo)
- Produkcja przetworów mlecznych w miejscu przerobu (np. mleko odtłuszczone i śmietanka, albo ser i serwatka)
- Generowanie energii (np. produkcja biogazu w gospodarstwie lub energia elektryczna wytwarzana w miejscu, gdzie nadwyżka energii może być eksportowana do sieci)
- Wpływy transportu, schładzania i przygotowywania wielu produktów jednocześnie w fazie ich wykorzystywania (np. zakup mleka i wielu innych produktów spożywczych i transportowanie ich do domu konsumenta).

Należy zanotować fakt, że kiedy niniejszy przewodnik IDF stosuje podejście atrybucyjne LCA, nie można stosować rozszerzenia systemu i nie może być ono stosowane z powodu podwójnego liczenia, dlatego też punkt 1b w procedurze alokacji ISO opisany powyżej nie ma tutaj znaczenia.

5.4.1. Alokacja dot. zasobów w gospodarstwie: importowana pasza i materiały ściółkowe

Wiele składników pasz stanowią współprodukty z systemu produkcji, który generuje więcej niż jeden produkt, wobec tego obciążenie środowiskowe powinno być rozdzielone pomiędzy takie współprodukty. Niektóre z bardziej powszechnie stosowanych składników paszowych dla krów mlecznych, gdzie takie sytuacje alokacyjne mają miejsce, są następujące:

- Mączka sojowa lub wytloki i łuski (współprodukt oleju sojowego i łuski soi, otrzymany z ziaren soi)
- Mączka rzepakowa lub wytloki (współprodukt oleju rzepakowego, otrzymany z ziarna rzepaku)
- Wytloki z pestek palmowych (współprodukt z oleju z pestek palmowych, wyprodukowany z pestek palmy, który stanowi współprodukt oleju palmowego, wyprodukowanego z palmy oleistej)
- Mączka glutenowa kukurydzy lub wytloki (współprodukt paszy kukurydzianej glutenowej, mączki z kielków kukurydzy i skrobi kukurydzianej, otrzymywany z kukurydzy)
- Mączka słonecznikowa lub wytloki (współprodukt oleju słonecznikowego, otrzymany ze słonecznika)

- Suszone ziarno gorzelnicze z rozpuszczalnymi składnikami (współprodukt z etanolu zbożowego, wyprodukowany z ziarna zboża)
- Melasa i wywar melasowy (współprodukt produkcji cukru i etanolu)
- Burak cukrowy i pulpa cytrusowa (współprodukty produkcji cukru i produkcji soku z owoców cytrusowych)
- Otręby pszenne (współprodukt mąki pszennej otrzymanej z pszenicy)
- Ziarno i słoma
- Odpady z sektora produkcji środków spożywczych (np. serwatka, mączka kostna, mączka rybna)

Niektóre powszechnie stosowane materiały ściółkowe dla bydła mlecznego tam, gdzie mają miejsce sytuacje związane z alokacją, są następujące:

- Słoma (produkt uboczny z produkcji ziarna)
- Trociny (produkt uboczny z przemysłu leśnego)

Niniejszy przewodnik stosuje alokację ekonomiczną dla współproduktów w produkcji pasz jak również w przypadku materiałów ściółkowych, które są często produktem ubocznym w sektorze paszowym lub rolniczym/leśnym. Jest to identyfikowane jako najbardziej wykonalna metoda alokacji do zastosowania w omawianym etapie, ponieważ:

- Rozdzielenie systemu nie jest zazwyczaj możliwe dla produktów paszowych lub materiałów ściółkowych
- Trudno jest znaleźć fizyczną zależność, która odzwierciedla relację pomiędzy wartościami wejściowymi i wyjściowymi. Na przykład, mączka sojowa jest zazwyczaj stosowana z powodu zawartości białka, podczas gdy olej sojowy jest wykorzystywany z tytułu zawartości energetycznej, stąd więc stosowanie alokacji opartej na zawartości białka lub energii nie daje współczynnika alokacji, który jest istotny dla obu produktów

W konsekwencji, alokacja ekonomiczna jest zalecaną metodą przy „wejściu” do gospodarstwa. Ponieważ wiele składników paszowych jest produkowanych regionalnie lub lokalnie, zaleca się stosowanie pięcioletnich przeciętnych cen, aby zminimalizować wahania pomiędzy latami. Jeśli pasza pochodzi od określonego dostawcy regionalnego, zalecamy stosowanie tych określonych cen; podczas gdy jest to towar ogólnie dostępny, zaleca się ceny rynku globalnego. Przykład obliczeń dla alokacji paszy znajduje się w [Załączniku 10.4](#).

5.4.2. Alokacja dla gospodarstw produkujących mleko

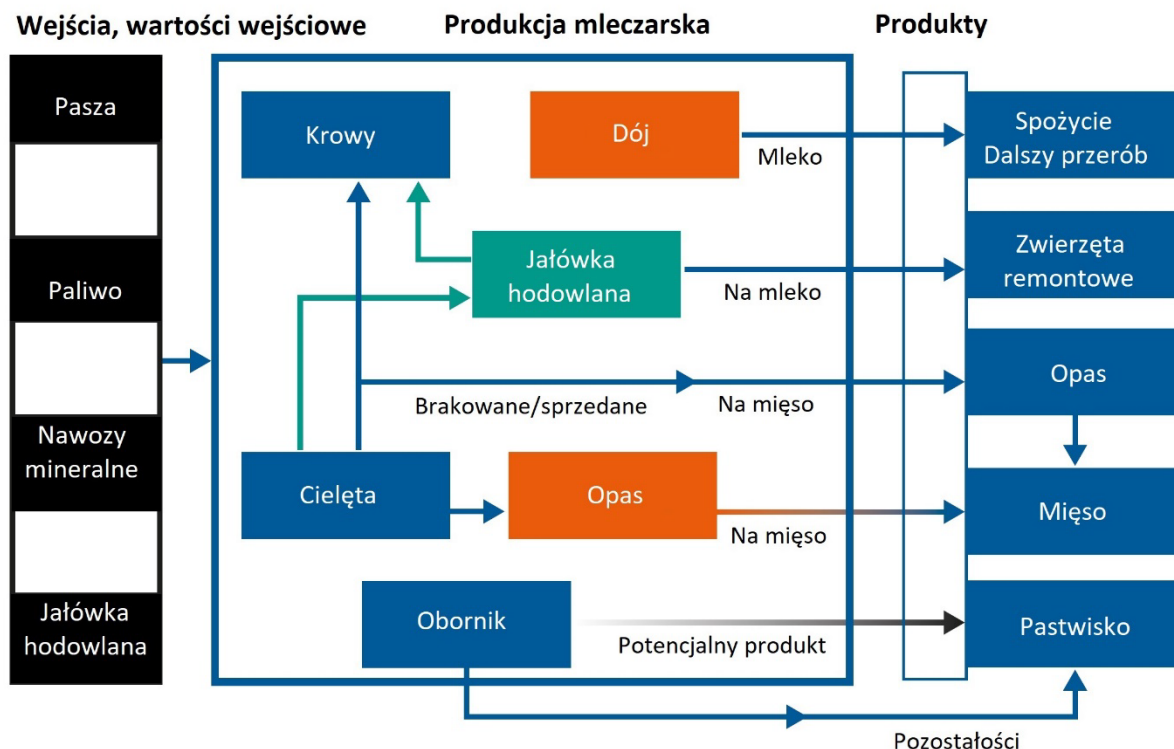
W odniesieniu do gospodarstw produkujących mleko, tam gdzie uwaga jest skoncentrowana na produkcji mleka, ważnym współproduktem jest mięso otrzymane od „nadwyżkowych” cieląt i wybrakowanych krów mlecznych. Wobec tego jest konieczne określenie całkowitych emisji oraz alokowanie emisji pomiędzy mleko a inne współprodukty. W niektórych przypadkach, obornik może być także eksportowany poza gospodarstwo, a jeśli ma miejsce taka sytuacja, to trzeba także wziąć pod uwagę obornik jako koprodukt.

Zalecamy stosowanie metody alokacji opartej na podstawowej fizycznej zależności. Chociaż poprawka z 2020 roku do wytycznych normy ISO 14044 [66] wskazuje, że stosowanie

wspomnianych relacji fizycznych jest stosowalne dla produkcji złożonej, tam gdzie produkty mogą być wytwarzane niezależnie, argumentujemy, że podejście przewidziane w powyżej wspomnianych wytycznych jest zgodne z etapem 2 w ISO 14044 [25], ponieważ opiera się ono na wykorzystaniu energii paszowej zwierząt do wyprodukowania mleka i mięsa. Niezależnie od zgodności z ISO, zalecane podejście w niniejszych wytycznych jest bardziej stabilne i bardziej uniwersalnie możliwe do stosowania niż oparte na zysku podejście do alokacji pomiędzy głównymi produktami produkcji mleczarskiej.

Ponadto, zużycie paszy jest głównym wyznacznikiem emisji jelitowych CH₄ i N₂O oraz emisji CH₄ z odchodów zwierząt, które razem mogą przyczyniać się w 80% do ogólnych emisji GHG w gospodarstwie. Stanowi to wsparcie dla stosowania omawianej technologii z powodu bezpośredniej korelacji pomiędzy fizjologicznym zapotrzebowaniem zwierząt na energię netto w paszy, spożyciem paszy i emisjami GHG.

Chociaż zalecana metodologia zakłada, że wszystkie czynności w gospodarstwie produkującym mleko są wzajemnie powiązane i przewidują mechanizm skumulowanych alokacji na wiele produktów, **w sytuacjach gdzie dane są łatwo dostępne, zaleca się, w ramach wytycznych ISO, aby stosować system rozdzielenia**. Przykładem gdzie system rozdziału byłby wykonalny, jest sytuacja, w której gospodarstwo utrzymywałoby buhajki na opas i prowadziło oddzielne rejestry zużycia paszy i zagospodarowania obornika. Czynność opasu może być więc rozważana oddzielnie od czynności mleczarskich i żadna alokacja nie jest potrzebna dla opasanych cieląt.



Rys. 6. Przepływy i produkty w produkcji mleczarskiej. Prostokąt koloru pomarańczowego oznaczają działania, które są potencjalnie możliwe do rozdzielania, zgodnie z etapem 1 hierarchii ISO. Zwierzęta opasowe sprzedawane na mięso są podmiotem alokacji, jeśli nie są traktowane oddzielnie. Alokacja emisji pochodzących z obu zakupów (w górę przepływu, wbudowane emisje) i bezpośrednie emisje w gospodarstwie produkującym mleko na potencjalne współprodukty oparta jest na energii paszy spożytej netto w celu wyprodukowania odpowiednich produktów (oprócz obornika, który może być wyjątkiem w pewnych okolicznościach). Zielone strzałki reprezentują wewnętrzne przepływy, które nie mają wpływu na obliczenia alokacji.

Transfer zwierząt może zauważalnie wypaczyć obliczenia, szczególnie kiedy wielkość stada znacznie się zmienia podczas trwania okresu raportowania, ponieważ takie sytuacje reprezentują niestabilny stan rzeczy dla produkcji mleczarskiej. LCA jest zasadniczo zbudowana w celu zapewnienia ramowej struktury obliczania czynności o stałym statusie. Wobec tego, w wyżej wspomnianych warunkach nie zalecamy stosowania niniejszych wytycznych do obliczania śladu węglowego (CF) ponieważ doprowadzą one do niereprezentatywnych wyników. Na przykład, jeśli stado mleczne ulega powiększeniu poprzez zakup jałówek hodowlanych, wówczas obciążenie przychodzące od tych zakupionych zwierząt zostanie uwzględnione w obliczaniu CF mleka nawet mimo tego, że te zwierzęta są nieprodukcyjne, powodując tym zwiększenie wartości CF w porównaniu do sytuacji, gdzie wielkość stada pozostaje w przybliżeniu stała.

Współczynniki alokacji dla mleka i mięsa w poprzednich wytycznych IDF z 2015 roku były wyliczane według podejścia Thoma i wsp. [67]. Jednakże, wspomniane podejście było

testowane w wielu różnych sytuacjach produkcji mleczarskiej i stwierdzono, że brakuje mu zarówno specyficzności jak i zakresu [68]. Mówiąc konkretnie, poprzednie podejście nie różnicuje klas zwierząt opuszczających gospodarstwo (np. cielę czy wybrakowana krowa). Co ważniejsze, zakres ważności regresji jest ograniczony do sytuacji w obrębie wąskiego zakresu proporcji wołowiny i mleka (stosunek M/M), wahającego się od zera do ok. 3%. Bieżące uaktualnienie wytycznych IDF przewiduje poprawiony algorytm do szacowania części alokacji pomiędzy potencjalne współprodukty; jednakże, alokacja dla obornika nie została dotychczas zrealizowana. Ogólne zalecenie w niniejszym przewodniku to traktowanie obornika jako pozostałości i stosowanie podejścia wyłączenia (szczegóły zostaną podane w dalszej części niniejszego rozdziału).

Liczne alternatywne podejścia do rozwiązywania tematu wielofuncjonalności w produkcji mleczarskiej były omawiane podczas serii spotkań Grupy Zadaniowej IDF ds. alokacji LCA. Ostatecznym consensusem odnośnie podstaw koncepcji alokacji w przypadku wytwarzania wielu produktów w gospodarstwie produkującym mleko było przyjęcie podejścia obliczeniowego, które opiera się na biofizycznej ocenie systemu wg Nemecek i Thoma [69]. Wspomniana metoda oparta jest na znanych zależnościach pomiędzy energią netto dla laktacji (**ang.** net energy, NE_L) i energią netto dla wzrostu (**ang.** net energy, NE_G) i produkcją mleka i masą ciała. Oznaczenie współczynnika alokacji jest proste i obejmuje następujące etapy:

Etap 1a: Zebrać/określić całkowitą ilość kg masy inwentarza żywego, sprzedawanej rocznie [$M_{mięso}$].

W realizacji niniejszego podejścia, $M_{mięso}$ obejmuje żywą masę zwierząt opuszczających gospodarstwo, bez względu na ich przeznaczenie. Nie obejmuje żadnych zwierząt, które padły i są przedmiotem zarządzania śmiertelnymi przypadkami w gospodarstwie.

Etap 1b: Zebrać/określić całą ilość kg mleka skorygowanego na zawartość tłuszczu i białka (**ang.** FPCM, Fat-and-Protein-Corrected Milk), wyprodukowanego w ciągu roku [M_{mleko}]. M_{mleko} jest sumą mleka sprzedanego, skorygowanego na zawartość 4% tłuszczu i 3,3% białka (FPCM) z zastosowaniem równania 10, przedstawionego w załączniku 10.2.

$$AF_{milk} = \frac{NE_L * M_{milk}}{NE_L * M_{milk} + NE_G * M_{meat}}$$

Etap 2: Zastosować proste wyliczenie dla mleka (dla wartości NE, stosuje się jednostki w MJ/kg)

Równanie 2: Wzór dla współczynnika alokacji dla mleka w gospodarstwie produkującym mleko (AF_{milk}) w oparciu o sprzedaż mleka z gospodarstwa

Etap 3: Zastosować proste wyliczenie dla mięsa:

$$FA_{meat} = 1 - AF_{milk}$$

Równanie 3. Wzór dla współczynnika alokacji (AF_{meat}) w gospodarstwie produkującym mleko

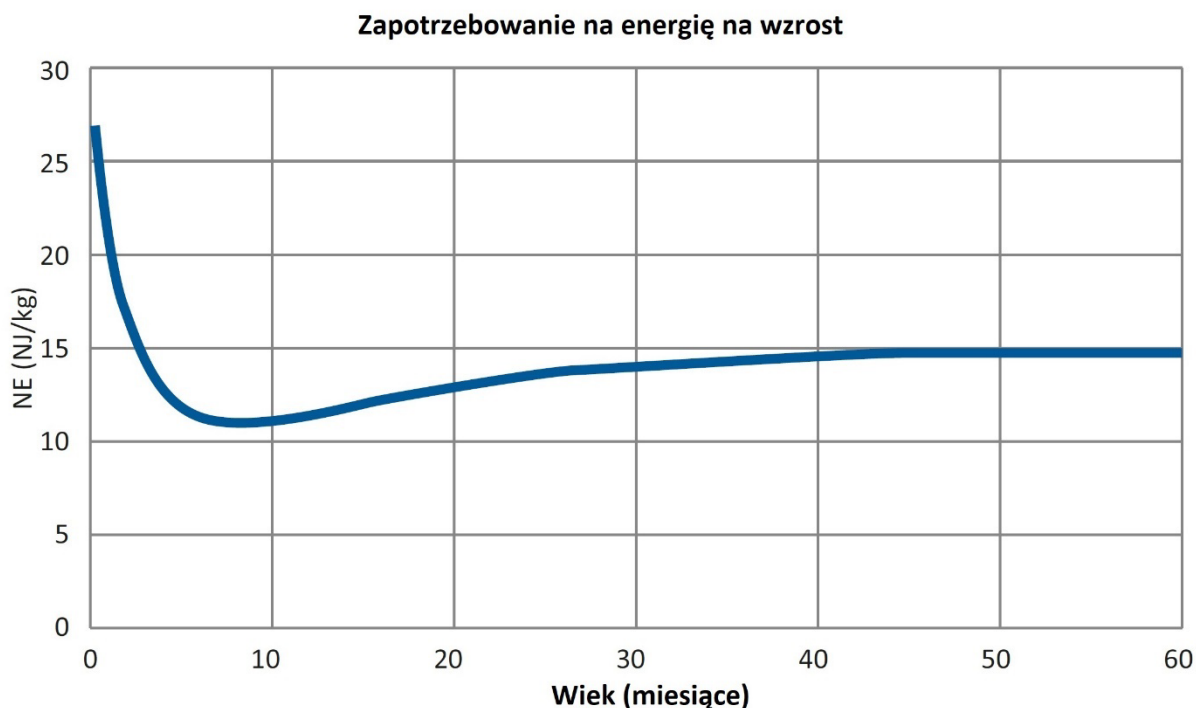
w oparciu o żywą masę bydła sprzedaną z gospodarstwa

Wylczenie alternatywne: w niektórych sytuacjach, może być potrzebne zróżnicowanie pomiędzy różnymi klasami zwierząt, które są sprzedawane z przedsiębiorstwa. W tym przypadku, musi być znana indywidualna energia netto przypadająca na wzrost zwierząt w każdej klasie zwierząt. Dla takich obliczeń, można zastosować następującą zależność:

$$AF_{milk} = \frac{NE_L * M_{milk}}{NE_L * M_{milk} + \sum_i NE_{G_j} * M_{class_j}}$$

Równanie 4. Alternatywny wzór dla współczynnika alokacji (AF_{milk}) dla mleka w gospodarstwie produkującym mleko w oparciu o sprzedaż z gospodarstwa różnych klas inwentarza żywego

W powyższym równaniu, M_{class} jest masą klasy zwierzęcia, które jest sprzedawane. Zapotrzebowanie energii netto na wzrost może być oszacowane na podstawie wieku zwierzęcia przy sprzedaży, patrz Rys. 7. Zgodnie z Nemecek i Thima [69], rozsądnym przybliżeniem zapotrzebowania na energię netto na wzrost zwierzęcia jest 27,5 MJ/kg dla cieląt sprzedawanych przy urodzeniu; 15 MJ/kg żywej masy (Live Weight, LW – przyp. tłum.) dla dojrzałych zwierząt; 11 MJ/kg LW dla jałówek hodowlanych i opasanych cieląt; oraz 3.1 MJ/kg FPCM. Istnieje stosunkowo mała różnica w zależności NE_G (energia netto na wzrost – przyp. tłum.) dla wieku pomiędzy różnymi rasami bydła chociaż zależność wieku i masy będzie inna, tak więc alokacja będzie też inna. Czy zwierzę jest sprzedawane do sektora produkcji wołowiny, czy do innego zakładu mleczarskiego, nie wpływa to na obliczenie współczynnika alokacji. W takiej sytuacji, współczynnik alokacji dla każdej klasy zwierzęcia oblicza się przez zastąpienie licznika w powyższym równaniu następującym wyrażeniem: $NE_{G_j} * M_{class_j}$. Należy zaznaczyć, że ten współczynnik alokacji powinien być stosowany tylko do źródeł emisji, które nie mogą być jednoznacznie przypisane do określonej klasy zwierzęcia lub do rodzaju produkcji mleka. Zużycie energii przez urządzenia do doju na przykład, powinny być przypisane całkowicie do produkcji mleka i nie alokowane do mięsa. Podobnie, jeśli dla danego przedsiębiorstwa jest możliwe oddzielne obliczanie dla cieląt opasowych czy jałówek hodowlanych sprzedawanych z gospodarstwa, wówczas taka działalność może być oddzielona i nie być ani przedmiotem alokacji ani nie przyczyniać się do obliczania współczynnika alokacji. Przykład obliczeń podano w [Załączniku 10.5](#). Dla uzyskania szczegółowych wyjaśnień niniejszego podejścia, w tym bardziej dopracowanych danych szacunkowych dla zapotrzebowania na energię netto zwierząt w różnych etapach, a które to zwierzęta mogą być sprzedawane z gospodarstwa, należy odwołać się do [Załącznika 10.6](#).



Rys. 7. Energia netto dla wzrostu jako funkcja wieku zwierzęcia. Pokazana zależność jest w przybliżeniu ważna w obrębie ras bydła.

W odniesieniu do obornika usuniętego z gospodarstwa, zalecamy, dla celów alokacji, potraktowanie obornika jako pozostałości i zastosowanie podejścia wyłączenia. W sytuacji w której praktycy mają poczucie, że takie podejście jest nieodpowiednie dla określonego celu i zakresu badania, oraz tam gdzie obornik powinien być sklasyfikowany jako współprodukt lub odpad, powinno być stosowane, odpowiednio, alokacja ekonomiczna albo brak alokacji. Pozostaje to w zgodności z wytycznymi wskazówek FAO LEAP w odniesieniu do łańcuchów dostaw paszy dla dużych przeżuwaczy [31], a także z wcześniejszym przewodnikiem IDF. Kiedy obornik zostaje sklasyfikowany jako pozostałości, jak to stwierdzono w wytycznych wskazówek FAO LEAP w odniesieniu do łańcuchów dostaw paszy dla dużych przeżuwaczy w rozdziale 9.3.1. (f) [31], „Obornik nie posiada zasadniczo wartości w granicach danego systemu. Jest to równoważne z rozdziałem hodowli z systemu przez wyłączenie z tego powodu, że czynności związane z przekształceniem pozostałości w pożyteczny produkt (np. energia lub nawóz) mają miejsce poza granicami systemu produkcji”. W niniejszym podejściu, emisje związane z zagospodarowaniem obornika do momentu zastosowania go na polu są przypisane do systemu hodowli zwierząt, a emisje z pola są przypisywane do systemu produkcji upraw. Dla uzyskania informacji na temat alokacji obornika sklasyfikowanego jako współprodukt lub odpad, patrz Rozdział 9.3.1.(f) wytycznych FAO LEAP [31].

Reasumując: kiedy obornik jest sklasyfikowany jako:

- Odpad – nie powinna mieć miejsca żadna alokacja, stąd wszystkie emisje pochodzące

z zagospodarowania obornika (potencjalnie występujące poza granicami gospodarstwa produkującego mleko) powinny być częścią gospodarstwa produkującego mleko i być alokowane pomiędzy wszystkie produkty (np. mleko i mięso)

- Pozostałość – należy zastosować podejście wyłączenia
- Współprodukt – powinno być zastosowane podejście ekonomiczne

Zastosowanie cen obornika dla alokacji ekonomicznej, jak to zostało opisane w wytycznych FAO na temat cyklu życia składników odżywczych [47], nie jest zalecane z powodu potencjalnie istotnych wahań we współczynnikach alokacji w oparciu o wynik na rynkach lokalnych i zmienności cen. Dlatego też, należy zastosować alokację ekonomiczną, opartą na przychodach z obornika w porównaniu do innych współproduktów.

Inne wieloczynnikowe funkcje bytła mlecznego mogą być odpowiednie do ich uwzględnienia, w zależności od celu badania (np. siła pociągowa). Nie są one objęte w treści niniejszej wersji wytycznych IDF, ale dalsze takie wytyczne można znaleźć w Przewodniku LEAP [31].

5.4.3. Alokacja dla produktów mleczarskich

Zakłady produkujące przetwory mleczarskie zazwyczaj wytwarzają więcej niż jeden produkt, ponieważ zawartość tłuszczu w mleku surowym przekracza wartości specyfikacji dla mleka w proszku lub produktów opartych na mleku płynnym (np. mleko spożywcze, jogurt lub desery mleczne), wobec tego, nadmiar tłuszczu mlecznego jest dalej przerabiany na masło lub bezwodny tłuszcz mleczny (**ang.** anhydrous milk fat, AMF). Innym typowym przykładem współprodukcji w sektorze mleczarskim jest produkcja sera, obok współproduktu – serwatki. Wspomniane współprodukty wywierają wpływ na środowisko, pochodzący z produkcji i z transportu mleka surowego oraz jego przerobu, plus inne wartości wejściowe i wyjściowe, więc musi być zastosowana alokacja na różne współprodukty mleczarskie.

Zbiór danych dla każdej jednostki w procesie produkcji w zakładzie mleczarskim wymaga dużego nakładu środków, a czasem jest niemożliwy w wyniku niedostatecznych pomiarów na poziomie jednostki w procesie produkcji. W wielu przypadkach, alokacja jest konieczna, ponieważ z jednego procesu powstaje wiele produktów (np. rozdział na mleko odtłuszczone i śmietankę). Często wykorzystanie materiałów źródłowych i dane dotyczące emisji są dostępne tylko w bazie całego zakładu, a zastosowanie skumulowanych danych (tj. na poziomie firmy lub miejsca) powoduje mniejszą dokładność obecności śladu węglowego (CF) dla określonego produktu, w przeciwieństwie do szczegółowych danych dla konkretnych procesów jednostkowych w obrębie miejsca produkcji. Wobec tego, zalecamy uzyskiwanie możliwie najwyższego poziomu szczegółowych danych, stosownie do celu i ram czasowych badania.

5.4.4. Definicja suchej masy dla celów alokacji

Mleko składa się głównie z trzech różnych rodzajów suchej masy: tłuszczu, białka i laktozy, plus niewielka ilość związków mineralnych, zwanych także popiołem. Zasadniczo tłuszcz, białko i laktoza posiadają wartość ekonomiczną i wobec tego stosowne jest alokowanie produktu

w oparciu o MS (**ang.** milk solids, MS – sucha masa mleka – przyp. tłum). Dane dostępne w zakładzie przetwórczym mleka różnią się i zaleca się ich stosowanie z najwyższą dokładnością: jeśli są dostępne dane dla tłuszczu, białka i laktozy, ale ilość związków mineralnych jest nieznana, zaleca się alokację w oparciu o tłuszcz, białko i laktozę; ale jeśli znana jest ogólna sucha masa (**ang.** DM, dry matter – przyp. tłum.) i niniejsza informacja wykazuje wyższą dokładność, zaleca się użycie jej dla celów alokacji. Uważa się, że fakt, czy alokacja jest oparta na suchej masie mleka MS (tłuszcz, białko, laktoza) czy na ogólnej suchej masie (DM) ma mniejszy wpływ na wyniki CF. Najważniejsze jest aby to podejście było spójne w alokacji i zapewniało, że żadna emisja nie została „zagubiona” podczas obliczeń.

5.4.5. Alokacja dla mleka surowego i transportu z gospodarstwa do zakładu przerobowego

Alokacja śladu węglowego (CF) dla mleka surowego, kiedy jest ono dostarczone do zakładu mleczarskiego (w tym transport z gospodarstwa do zakładu przetwórczego) powinna być przeprowadzona na podstawie zawartości suchej masy (MS) tłuszczu, białka i laktozy⁵ w produkcie gotowym tj. alokacja dla całej masy z zastosowaniem suchej masy trzech komponentów substancji stałych (patrz rozdział 5.4.4).

Współczynnik alokacji (**ang.** AF, allocation factor) można obliczyć dla każdego produktu (i) stosując następujące równanie:

$$AF_i = \frac{MS_i \cdot Q_i}{\sum_i^n = 1 (MS_i \cdot Q_i)}$$

Równanie 5. Wzór dla współczynnika alokacji dla zakładu przetwórczego (AF) w oparciu o suchą masę w produkcie gotowym.

W niniejszym równaniu, AF_i jest współczynnikiem alokacji dla produktu i; MS_i jest zawartością suchej masy w produkcie i (wyrażoną jako procentowa zawartość suchej masy, lub wagowo jako sucha masa mleka/wagowo lub jako sucha masa produktu i); Q_i jest ilością gotowego produktu w miejscu produkcji lub operacji jednostkowej (wyrażonej w kg produktu i).

Czasem może być trudno uzyskać informację o zawartości ogólnej suchej masy mleka (suma suchej masy mleka) wszystkich produktów wyprodukowanych w danym miejscu. Jeśli istnieje bardziej wiarygodna informacja na temat suchej masy mleka w danym miejscu, wówczas można ją zastosować. Stosuje się wówczas to samo równanie (Równanie 5), tylko obliczając suchą masę w produkcie i w danym miejscu podzieloną przez ogólną MS w danym zakładzie mleczarskim. Tak więc, dla spójności, alokacji należy dokonać albo na podstawie MS wchodzącej do danego miejsca, albo wychodzącej z danego miejsca – nie jest możliwe podzielenie MS w produktach wychodzących z danego miejsca przez ogólną MS wchodzącą do danego miejsca, gdyż niektóre straty nie są wówczas obliczane. Jeśli są dostępne dane na temat ogólnej MS wchodzącej i wychodzącej z danego miejsca przetwórstwa, ważne jest wyliczenie wszelkich strat (np. z mycia), które mają miejsce podczas procesu produkcji. Rys. 8

⁵ Popiół jest także obecny w mleku, w małej ilości, jednakże zazwyczaj nie ma on wartości ekonomicznej i wobec tego, w niniejszym przewodniku proponuje się tylko uwzględnienie MS tłuszczu, białka i laktozy.

jest uproszczoną ilustracją bilansu mleka (MS wchodząca i wychodząca) dla zakładu mleczarskiego, gdzie sucha masa (MS) w mleku surowym przeznaczonym na produkt i jest sumą MS w produkcie i oraz strat mleka w produkcie i .



Rys. 8. Uproszczona ilustracja równowagi mleka w mleczarskim zakładzie przetwórczym

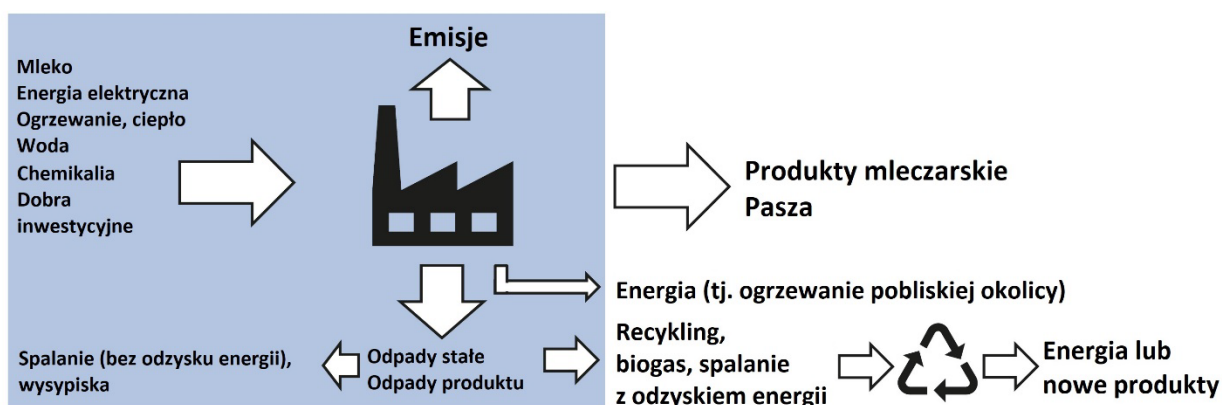
5.4.6. Alokacja innych wartości wejściowych i wyjściowych dla produktów mleczarskich

Oprócz mleka surowego, istnieje także wiele innych wartości wejściowych do zakładu mleczarskiego (np. energia elektryczna, ogrzewanie, woda) jak również pozycji wyjściowych (np. odpady stałe, odpady produktu, zużyta woda, emisje z czynników chłodzących) jak to pokazano na Rys. 9. Wszystkie te „wejścia” i „wyjścia” muszą być wzięte pod uwagę w obliczaniu CF. Jeśli to możliwe, energia i inne wartości wejściowe, jak również emisje i inne wartości wyjściowe powinny być przypisane gdziekolwiek to możliwe, określonym etapom przetwórczym i przepływom produktów (Krok 1 w normie ISO 14044 [25]). Na przykład, jeśli mleko jest najpierw pasteryzowane i rozdzielane na mleko odtłuszczone i śmietankę, a następnie mleko odtłuszczone jest suszone w celu uzyskania mleka odtłuszczonego w proszku, zalecamy alokację energii na pasteryzację i rozdzielenie na mleko i śmietankę, podczas gdy energia na suszenie powinna być przypisana tylko dla mleka odtłuszczonego w proszku. Można tego dokonać stosunkowo łatwo, jeśli istnieją określone odczyty liczników, lub jeżeli dla danego miejsca są dostępne dane różnicujące produkty⁶. Niektóre wartości wejściowe są łatwe do przypisania do określonego produktu (np. materiały opakowaniowe lub składniki) i żadna alokacja nie jest potrzebna, podczas gdy inne wartości są bardziej złożone (np. zużycie energii lub oczyszczanie ścieków). Jeśli nie istnieją dane zróżnicowane w powyższy sposób dla różnych etapów przetwórstwa lub przepływów produktu tak, że nie jest możliwe przypisanie ich do określonego produktu, zalecamy alokację wszystkich wejść i wyjść do i z systemu w oparciu o zawartość suchej masy (MS), jak to opisano w Równaniu 5. W większości scenariuszy dotyczących przetwórstwa, energia jest głównie wykorzystywana w procesach ogrzewania, schładzania i suszenia, co oznacza, że zawartość MS (wyrażona w DM) produktów gotowych adekwatnie odzwierciedla udział wykorzystanej energii⁷ (dla

⁶ Jeśli istnieje określony schemat alokacji dla różnych wejść i wyjść, który byłby możliwy do zastosowania w określonym miejscu lub badaniu, wówczas można go zastosować

⁷ Rzeczywistymi sterownikami wykorzystania energii w procesach termicznych byłaby zawartość wody wchodzącego produktu i różnica w zawartości DM pomiędzy produktem wejściowym i wyjściowym, ale wszystkie produkty ogólnie pochodzą z tego samego mleka surowego, i wobec tego są odzwierciedlane w końcowej zawartości suchej masy

uzyskania więcej informacji, patrz [57]). Nie czyni się rozróżnienia pomiędzy typem obecnej MS (tj. tłuszcz, białko i laktoza) gdyż zawartości te nie ulegają zmianie podczas ogrzewania, schładzania i suszenia, wobec tego tylko ilość MS w produkcie zmienia się podczas przerobu. Inne wartości wejściowe (np. woda, środki chemiczne) i wyjściowe (np. odpady, ścieki) dają ogólnie mniejszy wkład do wartości CF, przeto alokacja w oparciu o zawartość SM w produkcie jest uważana za najlepszą opcję. Niektóre produkty mleczarskie zawierają także składniki niemleczarskie (np. produkt do smarowania w którym zmieszane są masło i tłuszcz pochodzenia roślinnego, lub jogurt owocowy lub mieszanka owoców), jednakże zakłada się że większość energii wykorzystanej w danym zakładzie mleczarskim jest wykorzystywana na ogrzewanie i schładzanie. Wobec tego, zalecamy, aby alokację ponownie stosować w oparciu o zawartość MS (sucha masa w mleku) a nie DM, tj. aby żadna energia nie była alokowana na tłuszcz (olej) roślinny, owoce, cukier itp.



Rys. 9. Przegląd wartości wejściowych i wyjściowych do mleczarskiego zakładu przetwórczego. Zacieniony obszar pokazuje wszystkie działania, które przypisuje się różnym produktom.

Procedura alokacji na poziomie miejsca wyrobu produktów mleczarskich przedstawia się w następujący sposób:

Etap 1: Rozdzielenie systemu i przypisanie „wejsć” i „wyjść” do określonych i z określonych procesów, albo przez szczegółową, zróżnicowaną informację (np. odczyty z liczników) albo zgodnie z najlepszą możliwą wiedzą na dany temat

Etap 2: Odejmovanie wejść i wyjść z Etapu 1 (jeśli są istotne) i alokowanie pozostałych „wejsć” i „wyjść” pomiędzy produkty w oparciu o zawartość MS jak to opisano w Równaniu nr 5.

5.4.7. Alokacja na różne produkty uboczne pochodzące z zakładu mleczarskiego

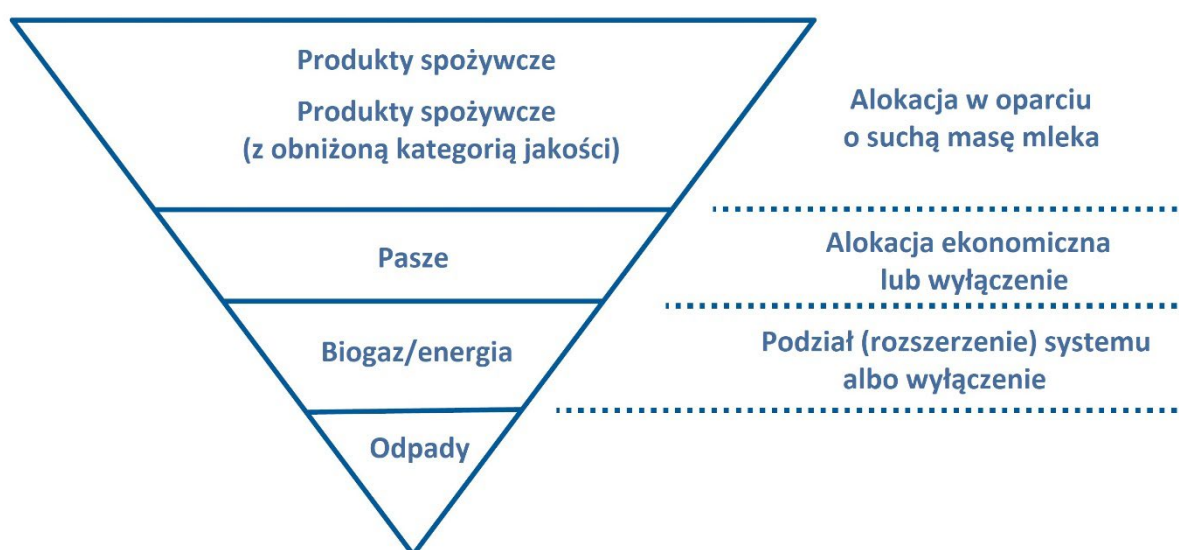
Jak to już poprzednio omówiono, przetwórczy zakład mleczarski produkuje ogółem wiele przetworów mleczarskich, ale także generuje wiele produktów ubocznych i/lub strumienie odpadów. Jak podano w poprzedniej części, alokacja wejść i wyjść do i z systemu produkcji w zakładzie mleczarskim powinna być przypisywana w oparciu o różnice w zawartości SM

w różnych produktach mleczarskich. W niektórych przypadkach, może mieć miejsce strata ekonomiczna kiedy wartość produktu zostaje obniżona (np. ścinki sera z wysokiego gatunku sera), ale ponieważ wciąż nadaje się on do spożycia przez człowieka (tj. produkt wysokiej jakości) alokacja powinna mieć miejsce na podstawie zawartości SM. Jednakże mogą też powstać produkty uboczne samego mleka i serwatki o jakości niespożywczej, stosowanej na przykład, jako pasza dla zwierząt. W takich przypadkach, zalecamy alokację ekonomiczną która jest przeprowadzana w dwóch etapach.

Po pierwsze, alokacji dokonuje się na podstawie wartości ekonomicznej głównych produktów przeznaczonych do spożycia przez człowieka, oraz wartości ekonomicznej produktów ubocznych z przeznaczeniem na pasze dla zwierząt. Wpływ środowiskowy (i wszystkie przepływy) jest wobec tego rozdzielany na główne produkty i produkty uboczne, a całkowity wpływ (i wszystkie przepływy) związane z głównymi produktami mogą być wówczas alokowane pomiędzy produkty do spożycia przez człowieka na bazie zawartości MS (jak to poprzednio zostało opisane). Często wartość ekonomiczna produktu ubocznego jest stosunkowo niska, i trudno jest znaleźć odpowiednie dane, aby przeprowadzić alokację, tak więc odpowiednie byłoby tutaj wyłączenie. Niska jakość (tzn. jakość nie-spożywcza) produktu ubocznego nie będzie wobec tego obciążeniem dla środowiska jak produkt spożywczy.

Istnieją także inne produkty uboczne np. nadwyżka ciepła wprowadzona do systemu centralnego ogrzewania dla lokalnej społeczności, lub odpady żywności przekształcane w biogaz. Preferowanym sposobem jest alokacja tych produktów ubocznych poprzez podział, lub jeśli to niemożliwe, zastosowanie wyłączenia (**ang.** cut-off)⁸. Aby poradzić sobie prawidłowo z przepływami odpadów, ważna jest wiedza co się z tymi przepływami stanie. Jeśli odpady będą wykorzystane na nowy produkt, np. odpady suche idące do recyklingu, zalecamy zastosowanie wyłączenia (tj. nowy produkt „wchłonie” obciążenie dla środowiska związane z obniżeniem kategorii). Jeśli odpady idą na wysypisko lub spalanie bez odzysku ciepła, alokacja nie jest istotna, ponieważ wszystkie emisje z zagospodarowania odpadów powinny być alokowane do produktów. Rys. 10 przedstawia ogólny przegląd alokacji do różnych wartości wyjściowych według ich ważności wobec odpadów żywności.

⁸ W sytuacjach nadwyżki ciepła często stosowany jest system rozszerzenia (np. dany zakład dostarcza ciepło do systemu centralnego ogrzewania, zastępując dostawę gazu ziemnego), ale kiedy taka sytuacja ma miejsce, istnieje ryzyko podwójnego liczenia, ponieważ dana firma dostalaby wtedy tzw. uprawnienia do emisji CO₂ (**ang.** carbon credits – przyp. tłum.) za zastąpienie gazu ziemnego a ci co korzystają z ogrzewania miejskiego, prawdopodobnie uzyskaliby bardzo niski (lub żaden) CF z tytułu ciepła.



Rys. 10. Przegląd alokacji do poszczególnych produktów wyjściowych na etapie przetwórstwa mleczarskiego

5.4.8. Po opuszczeniu bramy zakładu mleczarskiego (*ang. ex-factory*)

Niniejszy etap można podzielić na następujące kategorie: dystrybucja, handel detaliczny, transport do domu i chłodzenie w lodówce konsumenta. Do dystrybucji produktów mleczarskich do hurtu lub sklepów detalicznych (lub pośredni transport pomiędzy różnymi miejscami/centrami dystrybucji), powinna być stosowana alokacja w oparciu o masę produktów. Dla przechowywania produktów mleczarskich w sprzedaży detalicznej, powinno się zastosować alokację w oparciu o objętość produktów. Jeśli nie są dostępne dane oryginalne, domyślne dane są dostępne w tabeli 43 w przewodniku PEFCR dla produktów mleczarskich [30]. W odniesieniu do transportu z miejsca etapu detalicznego do konsumenta, alokacja powinna opierać się na masie produktów mleczarskich (dla dalszych informacji, patrz PEFCR [30]). Wreszcie, jeśli produkt mleczarski wymaga chłodzenia przez konsumenta, należy stosować alokację w oparciu o objętość produktów mleczarskich (dla dalszych informacji, patrz PEFCR [3]).

5.4.9. Zalecane alokacje dla współproduktów – streszczenie

Tabela 1 przedstawia przegląd zalecanych podejść do alokacji dla etapów życia wwożonej paszy, gospodarstwa produkującego mleko, i produkcji przetworów mleczarskich. W każdym z etapów powstają różne produkty główne, produkty uboczne oraz przepływy odpadów. Oczywiście pasza jest głównym produktem, powstającym z wprowadzonego do gospodarstwa materiału paszowego, a jeśli pasza jest produktem ubocznym z sektora spożywczego, produkt spożywczy jest produktem głównym. Inne produkty uboczne o niższej wartości ekonomicznej mogą obejmować pozostałości upraw (np. słoma) wykorzystywanych w paszy, ściółce lub jako energia. Dla tego etapu cyklu życia zaleca się alokację ekonomiczną. W czynnościach

przeprowadzanych w gospodarstwie produkującym mleko, głównymi produktami są mleko i mięso (to ostatnie obejmuje także skóry i inne produkty pochodzące z tuszy zwierzęcej, i wyrażone jest w przeliczeniu na żywe zwierzęta opuszczające gospodarstwo) a w niektórych przypadkach, obornik jest wysoko wartościowym produktem wykorzystywanym na biogaz i/lub nawóz. Zaleca się alokację biofizyczną podzieloną pomiędzy mleko i mięso, podczas gdy wyłączenie obornika przy bramie gospodarstwa zalecane jest jako domyślna alokacja. Gospodarstwo produkujące mleko może także produkować inne uprawy rolne, które są wywożone (eksportowane) z gospodarstwa i w takim przypadku, zalecony jest podpodział (rozdzielenie). Wspomniany podpodział zalecany jest także w sytuacjach, w których jest generowana energia, na przykład, z biogazu. Na etapie produkcji, proponuje się alokację w oparciu o zawartość suchej masy mleka, MS z podziałem na produkty mleczarskie przeznaczone do spożycia przez człowieka. Jeśli straty serwatki i mleka są wykorzystywane jako pasza dla zwierząt, wówczas zaleca się alokację ekonomiczną albo wyłączenie, oraz, tak jak na poziomie gospodarstwa produkującego mleko, zaleca się podpodział albo wyłączenie dla generowania energii na szczeblu miejsca produkcji.

Tabela 1. Przegląd zalecanych podejść alokacji do produktów opuszczających dany system

Wartości wyjściowe: Etap cyklu życia	Produkty spożywcze	Pasza	Nawozy	Paliwo/energia/ciepłota	Odpady
Produkcja wprowadzonej paszy	Ekonomiczna	Ekonomiczna	Nieistotne	Ekonomiczna	Brak alokacji, tj. wszystkie emisje są alokowane na inne produkty
Operacje w gospodarstwie produkującym mleko	Mleko/Mięso* Biofizyczna („przyczynowość fizyczna”)	Uprawy: Podpodział	Wyłączenie lub alokacja ekonomiczna	Podpodział wyłączenia	Brak alokacji, tj. wszystkie emisje są alokowane na inne produkty
Produkcja przetworów mleczarskich	Produkty spożywcze: masa (sucha masa mleka)	Serwatka lub straty mleka: Alokacja ekonomiczna lub wyłączenie	Nieistotne	Podpodział wyłączenia	Brak alokacji, tj. wszystkie emisje są alokowane na inne produkty

*Masa przyżyciowa zwierząt rzeźnych opuszczających gospodarstwo, tj. także obejmuje skóry itp.

W poprzedniej wersji przewodnika IDF (2015), rozszerzenie systemu było zalecane dla generacji energii w gospodarstwie i w miejscach produkcji, ale z powodu ryzyka podwójnego liczenia zmieniono to w niniejszej poprawionej wersji. Użytkownik zielonej energii (np. biogaz lub energia elektryczna z wiatraków) zazwyczaj ma nadwyżkę emisji CO₂ (**ang.** carbon credit – przyp. tłum.) dla energii zielonej tj. wykorzystuje niższą wartość śladu węglowego (CF) dla gazu lub energii elektrycznej w porównaniu do resztkowego miksu, wobec tego oraz jeśli dane gospodarstwo lub miejsce produkcji stosuje system rozszerzenia, miałyby miejsce podwójne liczenie.

5.5. UŻYTKOWANIE GRUNTÓW I ZMIANY W UŻYTKOWANIU GRUNTÓW

Emisje pochodzące z użytkowania gruntów i zmian w ich wykorzystywaniu (**ang.** land use change, LUC) mogą mieć istotny wpływ na ślad węglowy (CF) produktów mleczarskich, ale ich uwzględnienie jest różne w różnych badaniach i nie zawsze jest jasno raportowane. W dalszych rozdziałach zostaną szczegółowo opisane dLUC, iLUC, sekwestracja ditlenku węgla (Sekwestracja jest procesem polegającym na wychwytywaniu emisji CO₂ z największych źródeł zanieczyszczeń, np. elektrownie, przemysł ciężki i deponowaniu go w różnych miejscach i formacjach geologicznych w celu zredukowania tych emisji do atmosfery – informacja z Internetu, przyp. tłum.) i emisje pochodzące z użytkowania ziemi.

5.5.1. Bezpośrednie zmiany w wykorzystaniu gruntów(dLUC)

Jest to bardzo ambitny (wymagający) i złożony obszar procesu LCA o nie najmniejszym znaczeniu, ponieważ ma on istotny wpływ na wartość śladu węglowego (CF) dla określonych składników paszowych, które pochodzą z krajów o wysokim ryzyku zmian w użytkowaniu ziemi, takich jak składniki oparte na ziarnie sojowym i palmowym. Po starannym przeglądzie, IDF zdecydowało – dla celów niniejszego dokumentu – przyjąć wytyczne przewidziane w [rozdziale 5.5.](#) i Załączniku E dokumentu PAS 2050:2011 [29] oraz Załączniku B dokumentu PAS 2050-1:2012 [70].

Reasumując, w wytycznych stwierdza się, że emisje gazów cieplarnianych (GHG) powstające w wyniku zmian w zasobach ditlenku węgla z tytułu bezpośrednich zmian w użytkowaniu gruntów (dLUC) powinny być oceniane dla każdego „wejścia” do cyklu życia danego produktu pochodzącego z działalności rolniczej, oraz, że emisje GHG pochodzące ze zmian w zasobach ditlenku węgla z powodu dLUC powinny być uwzględnione w ocenie emisji GHG danego produktu. W tym przypadku, „zmiany w zasobach ditlenku węgla” odnoszą się do zmian w ditlenku węgla obecnym w glebie i zmian mających miejsce w biomase powyżej i poniżej gruntu na przestrzeni czasu.

Ocena wpływu LUC powinna obejmować wszystkie dLUC mające miejsce w okresie 20 lat od roku referencyjnego oceny. Jeśli informacje są dostępne, powinna być uwzględniona podstawowa informacja na temat poprzedniej zmiany w użytkowaniu ziemi w odniesieniu do składnika źródłowego. Jedna dwudziesta (5%) ogólnych emisji powstających ze zmiany w użytkowaniu gruntu powinna być włączona do emisji GHG tych produktów w każdym roku w ciągu 20 lat po zmianie w użytkowaniu ziemi. Emisje mają być kolejno obliczane zgodnie z wytycznymi z odpowiednich rozdziałów Wytycznych IPCC dla Krajowych Wykazów GHG (**ang.** IPCC Guidelines for National GHG Inventories) [8, 26] i uwzględnione w śladzie węglowym (CF). Należy zauważyć, że dLUC odwołuje się do przekształcenia ziemi nierolniczej na grunt rolniczy, albo jako konsekwencja produkowania artykułów rolnych albo wniesienie wkładu do danego produktu na tej ziemi. W przeciwieństwie do tego, iLUC (**ang.** Indirect Land Utilization Change, pośrednia zmiana w użytkowaniu gruntów – przyp. tłum.) odwołuje się do przekształcenia

nierolniczego gruntu w ziemię rolną jako konsekwencja zmian w praktykach rolniczych gdzie indziej. Z powodu dużych niepewności związanych z obliczaniem emisji LUC, zalecamy, aby dla lepszego zrozumienia, były one raportowane oddzielnie.

Dalsze wskazówki na temat jak obliczać dLUC znajdują się w [Załączniku 10.8](#) z przykładami jak przeprowadzać obliczenia dLUC, kiedy LUC jest albo znany albo nieznan. Więcej informacji można także znaleźć we wskazówkach FAO LEAP dla pasz [43].

5.5.2. Pośrednie zmiany w użytkowaniu gruntów (iLUC)

Niniejsza koncepcja jest stosowana w celu uchwycenia odpowiedzialności za LUC bez udziału bezpośrednio ocenianego systemu produkcji artykułu mleczarskiego. Teoretycznie, wszystkie aktualne LUC powinny być rozliczane poprzez dLUC w rodzajach procesów produkcji, które bezpośrednio użytkują ostatnio przekształconą ziemię, ale to niekoniecznie pozwala na prześledzenie całej przyczyny i łańcucha skutków. Sugerowane ramowe struktury dla uwzględnienia zakresu iLUC, od przypisania udziału w LUC do wszystkich rodzajów produkcji opartej na ziemi, do bardziej szczegółowej oceny, w jaki sposób zwiększone zapotrzebowanie na pewne produkty lub funkcje może spowodować przekształcenie gruntu przez rekompensaty, jak to opisali Brandão i wsp. [71]. Pierwsze podejście przewiduje sposób uwzględnienia iLUC w atrybucyjnym LCA [72] lub raczej przypisanie LUC do LCA wszystkich produktów bez względu na to czy dLUC istnieje w określonym łańcuchu dostaw. Jednakże, należy rozważyć, czy to nie może doprowadzić lub po prostu prowadzi do podwójnego liczenia zakładając, że dLUC dla jednej uprawy lub regionu stanowi iLUC dla innej uprawy lub regionu [72]. Drugie podejście jest wobec tego bardziej powszechne i ogólnie jest związane z wynikowym LCA z powodu naturalnego założenia, że iLUC jest powiązane ze zmianami w podaży i popycie. Na przykład, jest to często podkreślane jako problem, przy zwiększonym zapotrzebowaniu na surowiec dla biopaliw, które może konkurować z zapotrzebowaniem na produkty spożywcze. W ostatnim Delegowanym Rozporządzeniu Komisji (UE) 2019/807 uzupełniającym Dyrektywę 2018/2001 [73] określono surowiec na paszę jako mający wysokie pośrednie ryzyko spowodowania zmiany użytkowania gruntów kiedy:

- Przeciętna roczna ekspansja ogólnego obszaru produkcji surowca paszowego od 2008 roku jest wyższa niż 1% i dotyczy więcej niż 100 000 hektarów, oraz
- Udział takiej ekspansji w grunt, który jest wysoko zasobny w pierwiastek węgla jest wyższy niż 10% zgodnie z opisanym wzorem

W normie ISO 14067:2018 [26] dla śladu węglowego (CF) produktu przyznaje się, że nie istnieje uzgodniona w skali międzynarodowej procedura dotycząca iLUC. Stwierdza się że iLUC powinno się uwzględniać poprzez włączenie do obliczeń, ale ma to być dokumentowane oddzielnie, jeśli się dokonuje obliczenia. Ponieważ iLUC może dostarczyć ważnych informacji na temat badanego systemu, aby także przedstawić efekty pośrednie, zalecamy, aby uwzględnić iLUC jako analizę czułości. Jeśli jest oceniane, to trzeba składać oddzielne sprawozdania i nie jest możliwe łączenie emisji pochodzących z dLUC i iLUC z powodu podwójnego liczenia.

5.5.3. Sekwestracja ditlenku węgla i emisje pochodzące z użytkowania gruntów

Użytki zielone i inne uprawy rolnicze pokrywają znaczną część gruntów naszego Globu i rozciągają się na różnych typach gleby i w różnych strefach klimatycznych. Ekosystemy rolnicze utrzymują duże rezerwy pierwiastka węgla [74], głównie w substancji organicznej gleby. Sekwestracja ditlenku węgla w glebie (wzmocnione zalewanie) jest wobec tego uważana za ważną możliwość łagodzenia skutków emisji w sektorze rolniczym, z szacowanym potencjałem 0.3 – 6.8 Gt CO₂ rocznie [75]. Istnieje znaczny potencjał sekwestracji ditlenku węgla w glebie i uprawach roślin, ale także ryzyko stracenia możliwości użytkowania pól uprawnych z zasobami węgla organicznego. Tak więc, ważne jest zarówno zwiększanie sekwestracji ditlenku węgla jak i utrzymanie aktualnych zasobów węgla, unikając w ten sposób potencjalnych jego emisji.

Zmiany w zasobach węgla w ziemi rolnej są ściśle związane z praktykami zarządzania ziemią, które mogą albo zwiększyć albo osłabić istniejące zasoby. Praktyki, które zwiększają wkład fotosyntezy węgla i/lub spowalniają uwalnianie składowanego węgla (np. poprzez oddychanie lub osłabianie) zwiększają zasoby węgla [76]. Akumulacja i straty węgla występują głównie poniżej poziomu gruntu – te „rezerwuary węgla (przechowywany zgromadzony węgiel) mają wolniejsze tempo rotacji niż zbiorniki powyżej poziomu gruntu, ponieważ większość węgla organicznego w glebach pochodzi z przekształcenia resztek roślin w bardziej trwałe związki organiczne [77]. Przechowywanie węgla nie jest jednakże procesem liniowym; odbywa się szybko przez pierwsze 20 lat przed spowolnieniem. Przechowywanie węgla zależy od kinetyki rozkładu substancji organicznej przez drobnoustroje gleby – w okresie długoterminowym zjawisko to wykazuje przesuwanie się w kierunku równowagi, w której wartości wejściowe i wyjściowe bilansują się. Jednakże, nie ma limitu czasu dla przechowywania węgla – niektóre bardzo stare obszary pastwiskowe na świecie wciąż zwiększają swoje zasoby węgla. Warunki geoprzestrzenne i klimatyczne mają także wpływ na obrót węgla w glebach i na długość okresu dojścia do równowagi. W chłodniejszych klimatach, omawiany obrót jest wolniejszy i osiągnięcie równowagi trwa dłużej w porównaniu do klimatów gorących. Czynniki te muszą być uwzględnione w ocenie zmian w zasobach węgla.

Utrzymywanie obszaru użytków zielonych lub przekształcanie ziemi ornej w użytki zielone umożliwia przechowywanie większej ilości węgla w glebie. Jednakże, musimy pamiętać, że proces ten jest zarówno wrażliwy jak i odwracalny. Dynamika węgla w glebie zależy od praktyk zarządzania pastwiskiem, a niektóre praktyki mogą mieć wpływ na warunki fizyczno-chemiczne środowiska danej gleby i na fizyczną ochronę substancji organicznej obecnej w glebie [78]. Brak globalnie spójnych i regionalnie wyszczególnionych szacunkowych ocen strumienia CO₂ netto utrudnia ilościowe określenie omawianych potencjalnych źródeł emisji i rezerwuarów w danym regionie, chociaż istnieją pewne istotne badania, które dostarczają przydatne szacunkowe dane przepływów netto dla określonych regionów. Na przykład, w oparciu o badania na użytkach zielonych o umiarkowanym klimacie w Europie Zachodniej, Sussana i wsp. [79] oszacowali, że sekwestracja na użytkach zielonych wynosi przeciętnie 5±30 g węgla na metr kwadratowy rocznie. W późniejszej publikacji, Soussana i wsp. [78]

przyznali, że niepewności związane ze zmianami w zasobach CO₂ po zmianach w zarządzaniu gruntami są bardzo duże.

Sekwestracja węgla powyżej gruntu (np. drzewa i żywopłoty) także może odgrywać rolę w łagodzeniu skutków zmian klimatycznych. W niektórych rodzajach produkcji rolniczej, pomiędzy polami są zasadzane żywopłoty w celu zmniejszenia erozji/ochrony przed wiatrem, albo dla zapewnienia cienia (osłony) dla wypasanego bydła. Wspomniana biomasa znajdująca się ponad gruntem jest także ważna dla różnorodności biologicznej i innych zasług ekosystemu. Niezależnie od tego, czy węgiel jest przechowywany poniżej czy powyżej poziomu gruntu, zasoby węgla są wrażliwe na zakłócenia w tym uprawę, pożar, erozję i susze, które mogą doprowadzić do szybkiego odwrócenia sytuacji nagromadzonych zasobów. Tak więc, jeśli obliczamy sekwestrację węgla, muszą być także określone ilościowo straty CO₂. Do chwili obecnej nie ma konsensusu jak obliczać sekwestrację węgla w badaniach LCA. Nieliczne badania uwzględniły sekwestrację węgla w odniesieniu do mleczarstwa, chociaż praca Knudsen i wsp. [80] jest wyjątkiem. Istnieje kilkanaście aktualnie biegnących projektów wypracowujących metody w jaki sposób można by określić ilościowo sekwestrację węgla GHG, na przykład projekt C-Sequ [34] i Wytyczne Protokołu GHG dotyczące Użytkowania i Likwidacji Gruntów [41]. Pierwszy z wymienionych projektów powinien być sfinalizowany w 2022 r, a drugi w 2023 r.; obydwa zawierają odpowiednie podejścia do uwzględnienia sekwestracji węgla w szacowaniu śladu węglowego (SF), ułatwiając stosowną pomoc rolnikom, którzy podejmują proaktywne działanie w zakresie sekwestracji. Wspomniane powyżej przewodniki nie podają, jak dokonywać pomiarów gleby – dla dalszych informacji na ten temat oraz na temat modelowania zasobów węgla w glebie i zmian w tych zasobach, patrz wskazówki LEAP w zakresie zasobów węgla w glebie [44].

Ponieważ w mleczarstwie sekwestracja węgla może mieć istotny wpływ na CF, zalecamy włączenie sekwestracji węgla do wszelkich obliczeń śladu węglowego (CF) ale raportowanie oddzielne. Takie podejście jest zgodne z normą ISO 14067 [26], w której stwierdza się, że emisje GHG i usunięcia ich z użytkowania gruntów należy uwzględniać, ale dokumentować je oddzielnie.

5.5.4. Osuszone gleby organiczne

Emisje GHG pochodzące z osuszonych gleb organicznych (torfowe) mają być uwzględnione w LCI, zgodnie z IPCC [50], lub później, jeśli są dostępne aktualizacje oraz należy zastosować określone dla danego kraju modelowanie na poziomie Tier 3. Jeśli nie jest to dostępne, można zastosować modelowanie opisane w rozdziałach 2.2.1.1 (CO₂), 2.2.2.1 (CH₄) i 2.2.2.2 (N₂O) suplementu do IPCC z 2014 r. [81]. Emisje powinny być obliczane zarówno dla pasz produkowanych w gospodarstwie jak i dla pasz zakupionych. We wszystkich obliczeniach emisji GHG pochodzących z osuszonych gleb organicznych, obliczenia są oparte na współczynniku A, który dla każdej kombinacji zbiorów-kraj jest określany jako udział obszaru gruntu rolniczego na glebach organicznych i szacowany przy zastosowaniu Równania 6:

$$A = \frac{\text{obszar upraw na osuszonych glebach organicznych}}{\text{ogólny obszar upraw}}$$

Równanie 6. Wzór do obliczenia proporcji osuszonych gleb organicznych w całym obszarze upraw (współczynnik A)

Gleby organiczne są ogólnie klasyfikowane na podstawie kryteriów 1 i 2, albo 1 i 3 wymienionych poniżej:

1. Grubość poziomu substancji organicznej większa niż lub równa 10 cm. Poziom mniejszy niż 20 cm musi wykazywać 12% lub więcej węgla organicznego, kiedy zostanie zmieszany do głębokości 20 cm
2. Gleby, które nigdy nie są nasycone wodą przez więcej niż kilka dni muszą zawierać wagowo więcej niż 20% węgla organicznego (tj. około 35% substancji organicznej)
3. Gleby, które podlegają epizodom nasycenia wodą lub mają: albo
 - a. Co najmniej 12% organicznego węgla wagowo (tj. około 20% substancji organicznej) jeśli gleba nie zawiera gliny; albo
 - b. Co najmniej 18% organicznego węgla wagowo (tj. około 30% substancji organicznej) jeśli gleba zawiera 60% lub więcej gliny, albo
 - c. Pośrednią proporcjonalną ilość węgla organicznego dla pośrednich ilości gliny

Kiedy A jest określone dla danej uprawy i danego kraju (lub dla gospodarstwa, w przypadku oceny na poziomie gospodarstwa), emisje GHG można obliczyć przez zastosowanie współczynników emisji określonych dla GHG (CO_2 soil, organic, CH_4 soil, organic i N_2O soil, organic). Podane parametry powinny opierać się na podstawowych (pierwotnych) danych lub na krajowych ankietach (Tier 2). Jeśli takowe są nie dostępne, można zastosować dane ze źródeł wtórnych (Tier 1, np. Krajowe Raporty Wykazów lub FAOstat [82]).

Dla emisji CO_2 , ma być zastosowane Równanie 7:

$$CO_{2, \text{soil, organic}} = \sum_{c,n,d} (A \cdot EF_{CO_2, \text{organic}})_{c,n,d} \cdot \frac{44}{12}$$

Równanie 7. Wzór do obliczenia współczynnika emisji określonego dla CO_2 z osuszonych gleb organicznych

gdzie:

$CO_{2, \text{soil, organic}}$ to roczne miejscowe emisje CO_2 / usunięcia z osuszonych gleb organicznych w kategorii użytkowania gruntów (kg na rok); Suma jest obliczana dla różnych stref klimatycznych (indeks c), stanów składników odżywczych (indeks n) oraz klas osuszenia (indeks d);

$A_{c,n,d}$ to udział uprawianej ziemi na glebach organicznych dla obszaru klimatu c, stanu substancji odżywczych n i klasy osuszenia d (kg/ hektar/rok). Powyższe obliczenie może być oparte na wartościach domyślnych z tabeli 2.1 w (IPCC [50]; Tier 1). Jeśli są dostępne współczynniki emisji określone dla danego kraju (Tier 2) należy je zastosować.

Dla emisji CH₄, ma być zastosowane Równanie 8:

$$CH_{4,soil,organic} = \sum_{c,n,d} \left(A_{c,n,d} \cdot \left((1 - Frac_{ditch}) \cdot EF_{CH_4,land,c,n,d} + Frac_{ditch} \cdot EF_{CH_4,ditch,c,d} \right) \right)$$

Równanie 8. Wzór dla obliczenia współczynnika emisji dla osuszonych gleb organicznych:

gdzie:

$CH_{4,soil,organic}$ to roczna strata CH₄ z osuszonych gleb organicznych (kg rocznie);

$A_{c,n,d}$ to udział uprawianego obszaru na glebach organicznych dla obszaru klimatu c, stanu substancji odżywczych n oraz klasy osuszenia d (ha), które to dane mają pochodzić od praktyka w tym zakresie;

$EF_{CH_4,land,c,n,d}$ to współczynnik emisji dla bezpośrednich emisji CH₄ z osuszonych gleb organicznych, dla strefy klimatycznej c i stanu substancji odżywczych n, oraz klasy osuszenia d (kg/hektar/rok). Powyższe obliczenie może być oparte na wartościach domyślnych z Tabeli 2.3 w (IPCC [50]; Tier 1). Jeśli są dostępne współczynniki emisji określone dla danego kraju (Tier 2) należy je zastosować.

$EF_{CH_4,ditch,c,d}$ to współczynnik emisji dla bezpośrednich emisji CH₄ z rowów melioracyjnych, dla strefy klimatu c i klasy osuszenia d (kg/ha/rok). Powyższe obliczenie może być oparte na wartościach domyślnych z Tabeli 2.4 w (IPCC [50]; Tier 1). Jeśli są dostępne współczynniki emisji określone dla danego kraju (Tier 2) należy je zastosować.

$Frac_{ditch}$ to ułamek całego obszaru osuszonej gleby organicznej, który jest zajmowany przez rowy melioracyjne, gdzie za „rowy” uważa się wszelki obszar kanału wykonanego przez człowieka wcinający się w torfowisko (bezwymiarowe). Obszar rowu można obliczyć jako szerokość rowów pomnożoną przez ich ogólną długość. Kiedy rowy są kopane pionowo, szerokość rowu można obliczyć jako przeciętną odległość od brzegu do brzegu. Tam gdzie brzegi rowów pochylają się, szerokość rowu powinna być obliczona jako przeciętna szerokość otwartej wody plus cała nawodniona roślinność nadbrzeżna. Powyższe obliczenie może być oparte na wartościach domyślnych z Tabeli 2.4 i Tabeli 2A.1 w (IPCC [50]; Tier 1). Jeśli są dostępne współczynniki emisji określone dla danego kraju (Tier 2) należy je zastosować.

Dla emisji N₂O, należy zastosować Równanie 9:

$$N_{2O,soil,organic} = \sum_{c,n,d} \left(A_{c,n,d} \cdot EF_{N_{2O},organic,c,n,d} \cdot \frac{44}{12} \right)$$

Równanie 9. Wzór dla obliczenia współczynnika emisji określonego dla N₂O z osuszonych gleb organicznych

gdzie:

$N_{2O,soil,organic}$ to całkowita bezpośrednia emisja N₂O z zarządzanych gruntów (kg/rocznie);

$A_{c,n,d}$ to udział uprawianego obszaru na glebach organicznych dla obszaru klimatu c , stanu substancji odżywczych n oraz klasy osuszenia d (ha), które to dane mają pochodzić od praktyka w tym zakresie;

$EF_{N2O,organic, c,n,d}$ to współczynnik emisji z osuszonych gleb organicznych, dla strefy klimatycznej c , stanu substancji odżywczych n , oraz klasy osuszenia d (kg/hektar/rok). Powyższe obliczenie może być oparte na wartościach domyślnych z Tabeli 2.5 w (IPCC [50]; Tier 1). Jeśli są dostępne współczynniki emisji określone dla danego kraju (Tier 2) należy je zastosować.

5.5.5. Zmiany w użytkowaniu gruntów, sekwestracja węgla i gleby organiczne (torfowe) – streszczenie

W Tabeli 2 przedstawiono przegląd zaleceń do uwzględnienia w obliczeniach śladu węglowego (CF) dla produktów mleczarskich, jak to podano w aktualnym przeglądzie wytycznych IDF oraz sposób, w jaki wspomniane emisje lub sekwestracja węgla powinny być dokumentowane (wspomniana tabela jest zainspirowana normą ISO 14067 [26]).

Tabela 2. Przegląd poprawionych wytycznych IDF do uwzględnienia w obliczeniach CF dla produktów mleczarskich

	Uwzględnione w obliczeniach			Dokumentacja	
	Należy włączyć	Powinno być włączone	Powinno być rozważone do włączenia jako ocena wrażliwości	Należy dokumentować oddzielnie	Należy dokumentować oddzielnie jeśli obliczone
Emisje GHG z dLUC	X			X	
Emisje GHG z iLUC			X		X
Emisje GHG z gleb torfowych	X			X	
Usuwane GHG w wyniku sekwestracji węgla		X			X

6

OCENA WPŁYWU EMISJI

W przeciwieństwie do różnych etapów, które muszą być przeprowadzone przed niniejszym etapem, obliczanie śladu węglowego (CF) jest stosunkowo proste, chociaż wcześniej wspomniane zastrzeżenia co do dokładności, reprezentatywnych danych, przejrzystości i uzasadnienia stosowanych metodologii oraz założeń wciąż pozostają.

6.1. OBLICZANIE ŚŁADU WĘGLOWEGO (CF)

W celu obliczenia śladu węglowego (CF) dla jednostki funkcjonalnej (FU) produktu mleczarskiego, stosuje się następującą procedurę:

1. Ocena emisji gazów cieplarnianych (GHG) z każdej działalności zaangażowanej w cykl życia Waszego produktu, uzyskana przez pomnożenie wszystkich materiałów, energii i odpadów w czasie działalności przez ich współczynniki emisji GHG. Następnie dodanie bezpośrednich emisji GHG wygenerowanych z działalności i sumy emisji GHG dla oddzielnych substancji (np. CH_4 , N_2O lub CO_2) w ciągu całego okresu aktywności.
2. Dane emisji z różnych substancji GHG są wówczas przekształcane w **CO₂e** przez **pomnożenie** emisji indywidualnych substancji GHG (np. kg CH_4) przez odpowiedni *współczynnik* charakteryzujący wpływ (patrz poniżej). Zsumowanie CO_2e ze wszystkich substancji GHG daje w rezultacie całkowity ślad węglowy (CF), który trzeba podzielić przez ogólną liczbę FU (jednostka funkcjonalna) dostarczonych przez dany system (np. ogólna ilość kg sprzedanego mleka o skorygowanej zawartości tłuszczu i białka, FPCM lub całkowita ilość spożytego mleka) w celu uzyskania CF na jednostkę funkcjonalną (FU). Zaleca się także, aby przedstawiać wyniki rozdzielone na etapy cyklu życia jak również emisje z poszczególnych substancji.

Zalecany współczynnik charakteryzacji wpływu emisji jest stuletnim potencjałem globalnego ocieplenia (ang. Global Warming Potential, GWP_{100} ; przeliczanym na określony okres czasu np. 30, 100 lub 500 lat – przyp. tłum.). Ponieważ współczynniki GWP uległy zmianie wraz z upływem czasu, zaleca się stosować zawsze najbardziej aktualne współczynniki IPCC GWP, kiedy podejmujemy obliczanie CF dla danego produktu, stosując wspomnianą tutaj metodologię. Najbardziej aktualne współczynniki można znaleźć w rozdziale 7.6 „Podstawa Nauk Fizycznych” w sprawozdaniu IPCC 2021 na temat zmian klimatu [33]. Dla GWP_{100} , podaje się następujące współczynniki (w tym reakcje cyklu życia węgla):

- 1 kg paliwa kopalnego CH_4 (paliwo kopalne CH_4) = 29,8 kg CO_2e
- 1 kg nie-kopalnego paliwa CH_4 (CH_4 paliwo niekopalne) = 27,0 kg CO_2e

- 1 kg N₂O (N₂O) = 273 kg CO₂e

Współczynniki GWP dla różnych środków chłodzących są dostępne w tym samym dokumencie referencyjnym co współczynniki podane powyżej. Wybór współczynników GWP stosowanych

w badaniu CF może mieć istotny wpływ na wynik, i jeśli celem jest porównanie emisji w określonym kontekście, gdzie są stosowane inne współczynniki GWP (np. tam gdzie mają być stosowane PEF [28] zgodne ze współczynnikami GWP na podstawie IPCC 2021, w tym powiązania klimatu i emisji ditlenku węgla), wówczas oczywiście muszą być wybrane najbardziej odpowiednie GWP.

6.2. OBLICZANIE ŚLADU WĘGLOWEGO DLA ŚRODOWISKA

Dodatkowo do zmian klimatycznych w ocenie LCA (**ang.** life cycle assessment, LCA) możliwe jest uwzględnienie innych wpływów środowiskowych (np. zakwaszenie lub eutrofizacja gleby). Niniejsza poprawiona wersja przewodnika IDF nie podaje szczegółowych wytycznych co do tego jak obliczać te kategorie wpływów. Jednakże, kiedy uzyska się zebrane dane do obliczenia śladu węglowego (CF), dodatkowe obliczenia dla innych wpływów środowiskowych nie wymagają zbyt wiele dodatkowych wysiłków, aczkolwiek zdarzają się pewne wyjątki (np. toksyczność). Obliczanie dodatkowych kategorii wpływu środowiskowego może być przydatne dla większego zrozumienia możliwych ujemnych skutków ubocznych opcji złagodzenia efektów emisji w odniesieniu do zmian klimatycznych. **Mogą one** także pomóc w zróżnicowaniu wpływu produktów mleczarskich w porównaniu do innych produktów spożywczych. Na przykład, napój migdałowy, który zawiera migdały pochodzące z regionów ubogich w wodę może mieć niską wartość CF, ale wyższy ślad wody niż mleka spożywczego.

Kategorie wpływów środowiskowych, które można ocenić w analizie LCA obejmują: zmiany klimatu, zakwaszenie gleby, wykorzystanie gruntów, zużycie wody, formacje fotochemiczne ozonu, promieniowanie jonizujące, emisja cząstek stałych, eutrofizacja (morska, wody słodkie i lądowa), wykorzystanie zasobów (pierwiastki kopalne i minerały) oraz toksyczność dla środowiska (dla człowieka, nowotwory, nie-nowotwory). Istnieją różne metody oceny wpływów środowiskowych (**ang.** environmental impact assessment, EIA) stosowane w określaniu wyników badań LCA. Przykłady szeroko stosowanych EIA obejmują ILCD (**ang.** International Life Cycle Data – Międzynarodowe Dane dot. Cyklu Życia – przyp. tłum.) [83], ReCIPE (Metoda Oceny w Analizie Cyklu Życia – przyp. tłum.) [84] i PEF (**ang.** Product Environmental Footprint – przyp. tłum.) [28]. Etapem do wyboru jest zgromadzenie danych pochodzących z indywidualnych kategorii wpływów jeden wynik, tj. jedną cyfrę, która określa ogólny wpływ danego produktu na środowisko. Wspomniany etap przeprowadza się poprzez proces normalizacji (standaryzacji), co oznacza przeliczenie wpływów na taką samą jednostkę i wyważenie względnej szkody lub znaczenia różnych kategorii wpływów. Różne EIA mogą stosować różną charakterystykę, normalizację i współczynniki ważenia, które mogą wpływać na wynik; wobec tego, porównywanie badań wykorzystujących różne EIA powinno być

realizowane z ostrożnością. Ponadto, dane zbierane przez cały cykl życia dla niektórych dodatkowych kategorii wpływów dla sektora mleczarskiego mogą być ograniczone, np. dane dotyczące strat drobnego pyłu lub metali ciężkich przenikających do gleb uprawnych. Zalecamy, aby takie niepewności były uwzględniane przy wyciąganiu wniosków z badań.

Wykaz kategorii wpływów jest dość wyczerpujący i nie wszystkie zagadnienia związane ze środowiskiem są jednakowo istotne dla sektora mleczarskiego lub spożywczego. W dokumencie PEFR Mleczarstwo [30], identyfikacja punktów zapalnych w oparciu o metodę PEF EIA wykazała, że w większości kategorie wpływów w mleczarstwie są następujące: zmiana klimatu, cząsteczki stałe, zakwaszenie gleby, eutrofizacja, sposób użytkowania gruntów, zużycie wody i wykorzystywanie zasobów (paliwo kopalne). Może to pomóc w zawężeniu badanego zakresu. Jednakże, są jeszcze liczne kategorie wpływów na środowisko i problemy środowiskowe które są ważne z perspektywy zrównoważonego rozwoju, ale nie są one typowo uwzględnione w LCA (np. różnorodność biologiczna, zanieczyszczenie tworzywami sztucznymi). W interesie zrozumienia pełnego obrazu wpływów mleczarstwa na środowisko, zaleca się, aby powyżej wspomnianym zagadnieniom poświęcić więcej zainteresowania badawczego niż wymagane obecnie.

7

INTERPRETACJA WYNIKÓW BADAŃ

Badanie śladu węglowego (CF) zawiera pewne niepewności, wobec czego, ocena i składanie sprawozdań jest krytycznym etapem w obrębie tych badań. Przeważająca część emisji GHG pochodzących z mleczarstwa reprezentują biogeniczne emisje CH₄ i N₂O, które są niemożliwe do zmierzenia z absolutną dokładnością, wobec tego zawsze pozostanie pewien stopień niepewności w odniesieniu do wspomnianych emisji. Poza tym, jako system biologiczny, występuje znaczna różnorodność naturalna, na przykład, w odniesieniu do wydajności zbiorów w zależności od warunków pogodowych. Powyższe czynniki muszą być wzięte pod uwagę w czasie omawiania wyników i pozostawać w zgodzie z celem danego badania (Rozdział 3.2).

7.1. OCENA SPRAWOZDANIA I ANALIZA CZUŁOŚCI

Raportowane wyniki i powiązane z nimi analizy czułości badań zależą od celu badania. Ogólnie zalecamy, aby każde sprawozdanie dotyczące śladu węglowego dla danego produktu mleczarskiego zawierało część identyfikującą sposoby mogące zredukować emisje. Pokazuje to, że dane zadanie ma cel (tj. kontynuowanie sposobów łagodzenia skutków emisji) i że zastosowanie wiedzy pozyskanej w badaniach może doprowadzić do poprawy stanu, nawet jeśli te poprawy są mniejsze lub uzyskane poprzez metodę „szybkich zwycięstw”. Także, ważne jest przeprowadzenie analizy czułości w celu zrozumienia wpływu różnych parametrów środowiskowych i wyboru odpowiednich procesów w obrębie cyklu życia produktu mleczarskiego, na przykład, wybranie transportu drogowego lub kolejowego, lub wpływu różnych produkowanych przez krowy wydajności mleka. Czy ocena czułości jest konieczna, i jak dalece szczegółowa powinna być, zależy od celu badania i jak dalece szczegółowe są wykorzystywane w nim dane (patrz następny rozdział). Analiza czułości jest szczególnie istotna przy przeprowadzaniu oceny porównawczej.

7.2. RAPORTOWANIE (SKŁADANIE SPRAWOZDAŃ)

Jak szczegółowe powinno być sprawozdanie zależy także od celu badania (na przykład, raportowanie przez korporacje lub analiza LCA produktu). W przypadku sprawozdania zbiorowego (korporacyjnego), raportowane emisje powinny być wyrażane w zakresach 1, 2 i 3, podczas gdy wyniki analizy LCA są ogólnie podawane zgodnie z różnymi etapami cyklu życia (gospodarstwo, zakład, transport, pakowanie, i handel detaliczny/konsument).

Jednakże, zasady podane poniżej, pochodzą z praktyk funkcjonowania księgowości i raportowania, które są także możliwe do zastosowania w omawianej niniejszej sytuacji. Wspomniane zasady odzwierciedlają także wynik wspólnego procesu obejmującego interesariuszy z szerokiego zakresu dyscyplin technicznych, środowiskowych i rachunkowych. Tak więc, obliczanie i raportowanie GHG powinno opierać się na następujących poniżej zasadach, jak to zostało opisane w Standardzie WRI (ang. World Resources Institute) i w Protokole GHG WBCSD (ang. World Business Council for Sustainable Development) [39].

- Istotność – Zapewnienie, że wykaz gazów cieplarnianych GHG odzwierciedla emisje GHG firmy lub gałęzi przemysłu i służy potrzebom podejmowania decyzji zarówno wewnętrznych jak i zewnętrznych użytkowników
- Kompletność – Zapewnienie, że raport o wykazie zawiera wszystkie emisje GHG z cyklu życia produktów i ich usunięcia w obrębie określonych granic; ujawnienie i uzasadnienie wszelkich istotnych emisji GHG i usunięć, które zostały wykluczone;
- Zgodność (spójność) – wybór metodologii, danych i założeń, które pozwalają na istotne porównania wykazu GHG na przestrzeni czasu
- Transparentność (przejrzystość) – przedstawienie i udokumentowanie wszystkich istotnych problemów w sposób rzeczywisty i spójny, w oparciu o przejrzystą drogę audytu. Poinformowanie o wszelkich istotnych założeniach i dokonanie odpowiednich odwołań do metodologii i źródeł danych, podanych w raporcie dotyczącym wykazu. Wyraźnie wyjaśnić wszelkie dane szacunkowe i unikać tendencyjności tak, aby raport w sposób wiarygodny reprezentował to, co zapewnia, że reprezentuje.
- Dokładność – Zapewnić, że raportowane emisje GHG i usunięcia danych nie są systematycznie większe lub mniejsze niż rzeczywiste emisje i usunięcia danych o emisji i że niepewności są zredukowane jak to najbardziej możliwe. Osiągnąć dostateczną dokładność, aby umożliwić użytkownikom podejmowanie decyzji z rozsądnym zapewnieniem wiarygodności raportowanych informacji.

Jak to omówiono w rozdziale 5.1, ma być udokumentowane źródło wszystkich danych (np. referencje-odwołania, firma lub miejsce z którego dane zostały zebrane; lub z której bazy danych, artykułu lub sprawozdania są wzięte); cały zakres czasowy, geograficzny i stosowanych technologii powinien być jasno określony.

7.3. KLUCZOWE PARAMETRY SPRAWOZDANIA DOTYCZĄCEGO ŚLADU WĘGLOWEGO (CF)

Aby lepiej zrozumieć system badanego produktu mleczarskiego korzystne jest uwzględnienie w sprawozdaniu następujących „parametrów kluczowych”:

- Ogólny ślad węglowy (CF) podzielony na:
 - CH₄ pochodzący ze źródeł kopalnych i biogeniczny
 - N₂O
 - CO₂ ze źródeł kopalnych
 - Biogeniczny CO₂ (biogeniczny ditlenek węgla w opakowaniach i emisje ditlenku węgla z LUC (z użytkowania gruntów – przyp. tłum.) powinny być raportowane oddzielnie)

- CO₂ i N₂O z gleb organicznych (torfowych)
- Sekwestracja węgla (jeśli oceniana)
- Zastosowana jednostka funkcjonalna (FU)
- Procentowa ilość emisji przypisywana do mleka (t.j. współczynnik alokacji pomiędzy mleko i mięso lub zwierzęta (i potencjalnie obornik) oraz metoda stosowana do wyznaczenia współczynnika alokacji)
- Wydajność mleczna na krowę i skład mleka
- Pobranie suchej masy przez krowę i ciężar ciała zwierzęcia w danej klasie (**ang.** DM, dry matter – przyp. tłum.)
- Pobranie DM podzielone na różne typy pasz (jako minimum, udział zielonek w porównaniu do paszy treściwej)
- System zagospodarowania obornika
- Wszystkie zastosowane współczynniki emisji i współczynniki GWP oraz ich źródła
- Współczynniki alokacji zastosowane w zakładzie przetwórczym mleka i wszystkie inne dające się zastosować etapy cyklu życia.

8

GLOSARIUSZ I SKRÓTY

Action Team (AT) – Grupa ds. Zadaniowych

Komitet IDF ustanowił zespół do udzielania porad na określone tematy i, jeśli to konieczne, opracowanie przewodników i sprawozdań

Allocation – Alokacja, ulokowanie, umieszczenie, przydział

Przydział wartości wejściowych („wejść”) wchodzących do systemu produktu lub emisji ze wspólnego (dzielonego) procesu lub z systemu produktu pomiędzy dany produkt będący przedmiotem badań, a jeden lub więcej innych systemów produktu

Allocation Factor (AF) – Współczynnik alokacji

Współczynnik stosowany w obliczeniach alokacji w celu podzielenia zasobów („wejść”) lub emisji pomiędzy systemy lub produkty

Anhydrous milk fat (AMF) – Bezwodny tłuszcz mleczny

Bezwodny tłuszcz mleczny jest skoncentrowanym masłem z zawartością tłuszczu mlecznego 99,8%,
a maksymalna zawartość wody wynosi 0,1%.

Attributional – Atrybucyjny, przedmiotowo-opisowy

Oceny LCA, które opisują fizyczne przepływy, istotne dla wpływu środowiskowego do i z produktu lub procesu

Biogenic – Biogeniczny

Pochodzący z biomasy, ale nie skamieniałej ani nie ze źródeł kopalnych

Biomass – Biomasa

Materiał pochodzenia biologicznego, z wyjątkiem materiałów zakorzenionych w formacjach geologicznych lub przekształconych na kopalne

Boundary – Granica

Zestaw kryteriów określających, które procesy jednostkowe są częścią systemu produktu (cykl życia)

By-product – Produkt uboczny

Produkt uboczny związany z procesem lub systemem głównego produktu, o niższej wartości

niż współprodukt

Capital goods – Dobra inwestycyjne

Dobra, takie jak maszyny, wyposażenie i budynki, wykorzystane w cyklu życia produktów

Carbon dioxide (CO₂) – Dytlenek węgla

Ważny, pochłaniający ciepło (gaz cieplarniany) bezwonny i bezbarwny gaz, który jest uwalniany poprzez działalność człowieka taką jak deforestacja (proces polegający na zmniejszaniu udziału terenów leśnych w ogólnej powierzchni obszaru, wycinanie lasu – przyp.tłum.) i spalanie paliw kopalnych, jak również wskutek procesów naturalnych takich jak oddychanie i erupcje wulkaniczne.

Carbon dioxide equivalent (CO₂e) – Ekwiwalent ditlenku węgla

Jednostka stosowana do porównywania radiacyjnego wymuszenia (wpływ globalnego ocieplenia) gazów cieplarnianych (GHG), wyrażona w przeliczeniu na ilość ditlenku węgla, która miałaby ekwiwalentny wpływ (Uwaga: wymuszanie promieniowania – zmiana bilansu promieniowania w atmosferze, związana z zaburzeniami w systemie klimatycznym, Wikipedia – przyp. tłum,)

Carbon footprint – Ślad węglowy (CF)

Całkowita ilość emisji GHG, które pochodzą z produkcji, używania produktu i końca jego życia, lub usługi, zazwyczaj wyrażana w ekwiwalentach ditlenku węgla (CO₂e)

Cattle – Bydło

Termin bydło (w niniejszym dokumencie) odnosi się zarówno do krów jak i bawolic oraz obejmuje wszystkie zwierzęta tego gatunku w różnych etapach ich życia, w tym cielęta, jałówki, krowy w okresie zasuszenia i krowy w okresie laktacji.

Combined heat and power (CHP) – Generacja ciepła i energii elektrycznej

Jednoczesne wytwarzanie w jednym procesie użytkowej energii termicznej oraz energii elektrycznej/mechanicznej

Carbon storage/sequestration – Przechowywanie ditlenku węgla/sekwestracja węgla

Zatrzymywanie (wychwytywanie) ditlenku węgla ze źródeł biogenicznych lub kopalnych emitowanego do atmosfery w postaci innej niż gaz atmosferyczny n.p. w glebach lub w wegetacjach.

Consequential – Wynikowy

Podejścia do oceny LCA, które opisują w jaki sposób istotne dla środowiska przepływy zmieniają się w reakcji na różne decyzje n.p. zmiany w popycie.

Co-products – Koprodukty, współprodukty

Jeden z dwóch lub więcej produktów, pochodzących z tego samego procesu jednostkowego lub systemu produktu

Data quality – Jakość danych

Wiarygodność i niepewność danych stosowanych do obliczenia wartości śladu węglowego

Default data – Dane domyślne

Wstępnie ustalone dane w standardzie lub w wytycznych, które można zastosować, kiedy nie są dostępne dane oryginalne

Direct land use change (dLUC) – Bezpośrednie zmiany w użytkowaniu gruntów

Pojęcie stosowane do rozpoznawania odpowiedzialności za zmiany w użytkowaniu gruntów w ramach bezpośrednich granic systemu danego produktu, np. na ziemi wykorzystywanej do uprawy pasz dla bydła

Dry matter (DM) – Sucha masa

Ilość substancji pozostającej po odparowaniu całej wody – nieuwodniony składnik produktu (n.p. pasza, zielonka)

Emission factor – Współczynnik emisji

Ilość emisji GHG wyrażona przez jednostkę (n.p. CO₂ na kWh energii elektrycznej lub NH₃ na kg obornika). Współczynniki emisji są zazwyczaj uzyskiwane na podstawie wtórnych źródeł danych.

Emissions – Emisje

Uwolnienia do atmosfery gazów, które powodują wprowadzenie GHG (ang. greenhouse gases, gazy cieplarniane – przyp. tłum.) do powietrza. Główne emisje GHG pochodzące z rolnictwa to ditlenek węgla (CO₂), podtlenek azotu (N₂O) i metan (CH₄).

Enteric fermentation – Fermentacja jelitowa

Naturalna część procesu trawienia u większości przeżuwaczy, w którym to procesie drobnoustroje beztlenowe, zwane bakteriami metanogennymi, rozkładają i fermentują paszę obecną w przewodzie pokarmowym, produkując związki, które są następnie absorbowane przez zwierzę-gospodarza.

Environmental impact assessment (EIA) – Ocena wpływu środowiskowego

Narzędzie stosowane do oceny istotnych wpływów danego projektu lub propozycji rozwoju na środowisko.

Environmental product declaration (EPD) – Deklaracja dotycząca wpływu produktu na środowisko, deklaracja środowiskowa

EPD przedstawia opis cyklu życia produktu w jednym, zwięzłym raporcie. EPD dostarcza informacji na temat wpływu danego produktu na środowisko, takich jak ślad węglowy, generowanie smogu, osłabianie warstwy ozonowej i zanieczyszczenia wód.

Fat-and-protein-corrected milk (FPCM) – Mleko o skorygowanej zawartości tłuszczu i białka

Ilość mleka o znormalizowanej zawartości tłuszczu (4,0%) i białka (3,3%), które może być może

być wykorzystywane do porównań wydajności, wykorzystywania zasobów, lub efektywności w systemach produkcji.

Functional unit (FU) – Jednostka funkcjonalna

Termin niniejszy wyraża funkcję badanego produktu lub usługi wyrażoną ilościowo i służącą jako podstawa obliczeń. Jest to referencyjny przepływ, z którym związane są wszystkie inne przepływy w modelu CF. Służy jako jednostka do porównań.

Global warming potential (GWP) – Potencjał Ogólnego Ocieplenia

Został opracowany, aby umożliwić porównania wpływów różnych gazów na globalne ocieplenie. Szczegółowo mówiąc, jest to miara jak wiele energii absorbuje 1 tona określonego gazu w ciągu danego okresu czasu, w odniesieniu do emisji 1 tony ditlenku węgla (CO_2).

Greenhouse gas (GHG) – Gaz cieplarniany

Składniki gazowe atmosfery, zarówno naturalne jak i antropogeniczne (powstałe wskutek działalności człowieka [np. formy geomorficzne takie jak kamieniołomy, glinianki, hałdy kopalniane, groble, i inne – przyp. tłum.]), które absorbują i emitują promieniowanie przy określonej długości fali w zakresie spektrum promieniowania w podczerwieni, emitowanego przez powierzchnię Ziemi, atmosferę i chmury. Proszę zwrócić uwagę, że GHG obejmują, między innymi, ditlenek węgla (CO_2), metan (CH_4), podtlenek azotu (N_2O), wodorofluorowęglowodory, perfluorowęglowodory i heksafluorek siarki (SF_6).

Indirect land use change (iLUC) – Pośrednie zmiany w użytkowaniu gruntów

Pojęcie stosowane do rozpoznawania odpowiedzialności za zmiany w użytkowaniu gruntów w ramach bezpośrednich granic systemu danego produktu.

Input – „Wejście”, wkład, wartość wejściowa

Przepływ produktu, materiału, zasobów lub energii, który wchodzi do procesu jednostkowego

Land use (LU) – Użytkowanie gruntów

Wszystkie ustalenia, działalności i wartości wejściowe stosowane wobec działki ziemi. Termin ‘użytkowanie gruntu’ jest także stosowane w sensie społecznych i ekonomicznych celów, dla których dany obszar ziemi jest uprawiany (np. wypas, wycinka drewna). Użytkowanie ziemi jest sklasyfikowane zgodnie z kategoriami użytkowania gruntów IPCC dla lasów, pól uprawnych (rocznych i wieloletnich), użytków zielonych, terenów podmokłych, osad, innych terenów.

Land use change (LUC) – Zmiana w użytkowaniu gruntów

Life cycle – Cykl życia

Wynikowe (kolejne, następcze – przyp. tłum.) i powiązane wzajemnie etapy systemu danego produktu, od pozyskania surowca lub wygenerowania zasobów naturalnych do końca życia, w tym wszelkie etapy recyklingu lub odzysku, na przykład, cyklu życia danego produktu mleczarskiego „od kołyski-do-grobu”.

Life cycle assessment (LCA) – Ocena cyklu życia

Integralna metoda oceny potencjalnych wpływów środowiskowych danego systemu produktu, poprzez cały cykl jego życia w oparciu o „wejścia” i „wyjścia” z tego systemu.

Life cycle GHG emissions – Emisje w ciągu cyklu życia

Suma emisji GHG wynikająca ze wszystkich etapów cyklu życia danego produktu i w obrębie określonych granic systemu produkcji i danego produktu.

Life cycle impact assessment (LCIA) – Ocena wpływu cyklu życia (LCIA) jest fazą LCA, w której ma miejsce ocena potencjalnych wpływów środowiskowych, wynikających z podstawowych przepływów (zasoby i uwolnienia środowiskowe), uzyskanych w LCI.

Life cycle inventory (LCI) – Wykaz („inwentarz”) cykli życia

Faza LCA, która obejmuje tworzenie wykazu przepływu „wejść” i „wyjść” w systemie danego produktu. Wspomniane przepływy obejmują wejście wody, energii i surowców oraz uwolnienia (emisje) do atmosfery, ziemi i wody.

Methane (CH₄) – Metan CH₄

Bezbarwny, bezzapachowy gaz, który obficie występuje w przyrodzie w warunkach beztlenowych oraz jako produkt pewnej działalności człowieka (hodowla zwierząt przeżuwających) (trawienie jelitowe i obornik), ekstrakcja paliw kopalnych i wysypiska). Metan należy do grupy węglowodorów parafinowych i znajduje się pośród najsilniejszych gazów cieplarnianych. Potencjał globalnego ocieplenia dla metanu wynosi 27.0 (biogeniczny) i 29.8 (kopalny) kg CO₂e na kg CH₄ [33].

(Biogenic) Methane – Metan biogeniczny

Otrzymywany w biologicznym procesie (np. w roślinach, glebie lub wytwarzany przez zwierzęta). Jest to węgiel w krótkim cyklu węglowym.

(Fossil) Methane – Metan ze źródeł kopalnych

Emisje niniejsze powodują uwolnienie do atmosfery węgla z pokładów geologicznych, który jest zazwyczaj składowany pod ziemią przez miliony lat. Uwolnienie metanu kopalnego dodaje do atmosfery ditlenek węgla, powodując dodatkowe ocieplenie jako metan.

Methane conversion factors (MCF) – Współczynniki przekształcenia metanu

Wartości określone dla danego kraju, stosowane w celu uzyskania dokładnych raportów dotyczących wykazu emisji metanu pochodzącego z fermentacji jelitowej. Stosuje się w połączeniu z „Y_m” – współczynnikiem dla określenia proporcji energii pokarmowej straconej jako metan.

Material contribution – Wkład „rzeczowy”, materialny, istotny

Wkład każdego źródła emisji GHG do powstania produktu, wynoszący więcej niż 1% całkowitej emisji GHG przewidzianej w cyklu życia ocenianego produktu. Proszę zauważyć, że wartość progowa wspomnianej powyżej wielkości wkładu została ustalona po to, aby zapewnić, że

bardzo małe źródła emisji GHG występujące podczas cyklu życia nie wymagają takiego samego potraktowania jak źródła bardziej istotne.

Milk solids (MS) – Sucha masa mleka

Suma trzech różnych suchych mas obecnych w mleku: tłuszcz, białko i laktoza. W mleku występuje także mała ilość związków mineralnych, zwana także popiołem (**ang.** ash – przyp. tłum.), jednakże nie są one uwzględniane podczas obliczania zawartości suchej masy (MS).

Net energy (NE) – Energia netto

Ilość energii w paszy minus energia utracona w odchodach, moczu i produkcji ciepła poprzez procesy trawienne i metaboliczne.

Nitrous oxide (N₂O) – Podtlenek azotu (N₂O)

Bezzapachowy i bezbarwny gaz cieplarniany (GHG) powstający z nitryfikacji i denitryfikacji gleb i z procesów przemysłowych. Potencjał globalnego ocieplenia podtlenku azotu wynosi 273 kg CO₂e na kg N₂O [33]. (Nitryfikacja – naturalny proces biologiczny utleniania amoniaku i soli amonowych do azotanów i azotynów, prowadzony przez bakterie nitryfikacyjne. Denitryfikacja – reakcja chemiczna, polegająca na redukcji azotanów do azotu, informacje z Wikipedii – przyp. tłum.)

Offsetting – Kompensowanie, offsetting

Mechanizm kompensowania (równoważenia) emisji GHG związanych z procesem lub produktem poprzez usunięcie, lub zapobieganie uwolnieniu emisji GHG w procesie niezwiązanym z cyklem życia ocenianego produktu.

Organic soils – Gleby organiczne

W niniejszym dokumencie, określenie to stosuje się do osuszanych gleb torfowych z istotną zawartością substancji organicznej.

Output – Wartość wyjściowa, „wyjście”, dane wyjściowe

Produkt, materiał, zasoby, lub przepływ energii, który opuszcza proces jednostkowy.

Peat soils – Gleby torfowe

Osuszone gleby z istotną zawartością substancji organicznej

Primary activity data – Dane pierwotne

Ilościowe dane z cyklu życia danego produktu, które, kiedy zostaną pomnożone przez współczynnik emisji, określają wielkość emisji GHG powstających w wyniku danego procesu. Przykłady obejmują ilość zużytej energii, wyprodukowanego materiału, świadczonych usług lub dotkniętego danym zjawiskiem obszaru.

Product – Produkt

Każdy towar lub usługa.

Publicly available specification (PAS) – Publicznie Dostępna Specyfikacja

Dokument standaryzacyjny, który ściśle przypomina normę pod względem struktury i formatu, ale który posiada inny model rozwoju.

Product category rules (PCR) – Przepisy dotyczące kategorii produktów

Zbiór przepisów, wymagań i wytycznych do opracowania Deklaracji Środowiskowych dla danego Produktu (EPD) dla jednej lub więcej kategorii produktów.

Product environmental footprint (PEF) – Środowiskowy Ślad Węglowy dla Produktu

Metodologia, w której dokonuje się pomiaru funkcjonowania w środowisku każdej usługi lub produktu przez cały okres jego/jej cyklu życia, z uwzględnieniem wszystkich czynności w łańcuchu dostaw.

Product environmental footprint category rules (PEFCR) – Przepisy dotyczące kategorii środowiskowego śladu węgla dla produktów

Zbiór przepisów podających, jak zmierzyć funkcjonowanie wpływu środowiskowego cyklu życia dla danej kategorii produktów.

Raw material – Surowiec

Materiał pierwotny (podstawowy) lub wtórny użyty do wytworzenia danego produktu.

Secondary data – Dane wtórne, drugorzędne

Dane pozyskane ze źródeł innych niż bezpośredni pomiar emisji z procesów, wchodzących do cyklu życia produktu. Proszę zanotować, że dane wtórne stosuje się kiedy dane dotyczące aktywności podstawowej są niedostępne, lub jeśli uzyskanie danych pierwotnych jest niepraktyczne. W niektórych przypadkach, takich jak współczynniki emisji, mogą być preferowane dane drugorzędne.

Short carbon cycle – Krótki cykl węgla

Węgiel niedawno pochodzący z ditlenku węgla w atmosferze, tj. przez fotosyntezę, oddychanie i rozkład biogeniczny.

System boundary – Granice (danego) systemu

Zbiór kryteriów, określających które procesy jednostkowe są częścią systemu produktu (cykl życia)

System expansion – Rozszerzenie systemu produktu

Rozszerzenie systemu uzyskania produktu, w celu uwzględnienia dodatkowych funkcji związanych ze współproduktami lub wyłączenia ich z systemu

Unit process – Proces jednostkowy

Najmniejszy element rozważany w analizie wykazu cykli życia produktów, dla którego dane „wejścia” i „wyjścia” są określone ilościowo.

Volatile solid – Lotna sucha masa

Substancje, które mogą łatwo przekształcać się z postaci stałej na postać gazu, bez przechodzenia w postać płynną.

Waste – Odpady

Substancje lub przedmioty, których właściciel ma zamiar lub jest zobowiązany zutylizować.

9

LITERATURA

1. Clegg, M. E., A. Tarrado Ribes, R. Reynolds, K. Kliem, and S. Stergiadis. 2021. A comparative assessment of the nutritional composition of dairy and plant-based dairy alternatives available for sale in the UK and the implications for consumers' dietary intakes. *Food Res. Int.* 148:110586. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110586>
2. European Parliament. 2013. Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 establishing a common organisation of the markets in agricultural products and repealing Council Regulations (EEC) No 922/72, (EEC) No 234/79, (EC) No 1037/2001 and (EC) No 1234/2007. European Parliament and Council, Strasbourg, France, available at: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:347:0671:0854:EN:PDF>
3. Code of Federal Regulations. 1977. Part 131 - Milk and Cream 42 FR 14360, Washington DC, USA, available at: <https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-131>
4. Board of Food Standards Australia New Zealand. 2016. Australia New Zealand Food Standards Code – Standard 2.5.1 – Milk. Board of Food Standards Australia New Zealand, Canberra, Australia.
5. IDF. 2017. The IDF Guide to Water Footprint Methodology for the dairy sector. IDF Bulletin 486/2017. IDF, Brussels, Belgium.
6. ISO. 2014. Environmental management – Water footprint – Principles, requirements and guidelines. ISO 14046:2014. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
7. FAO. 2019. Water use in livestock production systems and supply chains – Guidelines for assessment (Version 1). Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. FAO, Rome, Italy, available at: <https://www.fao.org/3/ca5685en/ca5685en.pdf>
8. IPCC. 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). IPCC,

- Switzerland, available at: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>
9. Haas, G., F. Wetterich, and U. Köpke. 2001. Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 83(1):43-53. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00160-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00160-2)
 10. Hospido, A. 2005. Life cycle assessment as a tool for analysing the environmental performance of key food sectors in Galicia (Spain): milk and canned tuna. Doctoral Thesis. University of Santiago de Compostela, Spain.
 11. Williams, A. G., E. Audsley, and D. L. Sanders. 2006. Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Main Report. Defra Research Project IS0205. Cranfield University, Bedford, UK.
 12. Casey, J. W., and N. M. Holden. 2005. Analysis of greenhouse gas emissions from the average Irish milk production system. *Agricultural Systems* 86(1):97-114. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2004.09.006>
 13. Thomassen, M. A., R. Dalgaard, R. Heijungs, and I. de Boer. 2008. Attributional and consequential LCA of milk production. *Int J LCA* 13(4):339-349. <https://doi.org/10.1007/s11367-008-0007-y>
 14. Basset-Mens, C., S. Ledgard, and M. Boyes. 2009. Eco-efficiency of intensification scenarios for milk production in New Zealand. *Ecological Economics* 68(6):1615-1625. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.11.017>
 15. Cederberg, C., and A. Flysjö. 2004. Life cycle inventory of 23 dairy farms in South-Western Sweden. Report 728. SIK, Swedish Institute for Food and Biotechnology, Göteborg, Sweden.
 16. Cederberg, C., A. Flysjö, and L. Ericson. 2007. Livscykelanalys (LCA) av norrländsk mjölkproduktion. (LCA of milk in northern Sweden). Report 761. SIK, Swedish Institute for Food and Biotechnology, Göteborg, Sweden.
 17. Flysjö, A., C. Cederberg, and I. Strid. 2008. LCA-databas för konventionella fodermedel – miljöpåverkan i samband med production (LCA-database for conventional feed ingredients – environmental impact at production). Version 1.1, Report 772. SIK, Swedish Institute for Food and Biotechnology, Göteborg, Sweden.
 18. Arsenault, N., P. Tyedmers, and A. Fredeen. 2009. Comparing the environmental impacts of pasture-based and confinement-based dairy systems in Nova Scotia

- (Canada) using life cycle assessment. *Int J Agric Sust* 7(1):19-41. <https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0356>
19. Garg, M. R., B. T. Phondba, P. L. Sherasia, and H. P. S. Makkar. 2016. Carbon footprint of milk production under smallholder dairying in Anand district of Western India: a cradle-to-farm gate life cycle assessment. *Anim. Prod. Sci.* 56:423-436. <http://dx.doi.org/10.1071/AN15464>
 20. Cederberg, C., and B. Mattsson. 2000. Life cycle assessment of milk production — a comparison of conventional and organic farming. *J. Clean. Prod.* 8(1):49-60. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(99\)00311-X](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(99)00311-X)
 21. Basset-Mens, C. 2008. Estimating the carbon footprint of raw milk at the farm gate: methodological review and recommendations Proceedings of the 6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector, 12–14 November 2008. , Zürich, Switzerland. ISBN 978-3-905733-10-5.
 22. Lorenz, H., T. Reinsch, S. Hess, and F. Taube. 2019. Is low-input dairy farming more climate friendly? A meta-analysis of the carbon footprints of different production systems. *J. Clean. Prod.* 211:161-170. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.113>
 23. FAO. 2009. GHG emissions from the dairy sector: a life cycle analysis. FAO, Rome, Italy, available at: <https://www.fao.org/3/k7930e/k7930e00.pdf>
 24. ISO. 2006. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. ISO 14040:2006(E). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
 25. ISO. 2006. Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. ISO 14044:2006(E). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
 26. ISO. 2018. Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification. ISO/TS 14067:2018. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
 27. GHG Protocol. 2022. GHG Protocol. <https://ghgprotocol.org/> Accessed 18th May 2022.
 28. The European Commission. 2018. Product Environmental Footprint Category Rules Guidance Version 6.3. The European Commission, available at: https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR_guidance_v6.3.pdf
 29. BSI. 2011. Specification for the assessment of life cycle GHG emissions of goods and services. Publicly Available Specification PAS 2050:2011. BSI, London, UK.

30. EDA. 2018. Product Environmental Footprint Category Rules for Dairy Products. EDA, available at: https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR-DairyProducts_2018-04-25_V1.pdf
31. FAO. 2016. Environmental performance of large ruminant supply chains: Guidelines for assessment. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. FAO, Rome, Italy. Available at: <https://www.fao.org/3/i6494e/i6494e.pdf>
32. EPD. 2021. Product Category Rules. Dairy Products. Product category classification: UN CPC 0221, 2211, 2212, 2221, 2223, 2224, 2225. Version 1.0. 2021:8. Valid to: 2025-10-25. EPD, online: <https://portal.environdec.com/api/api/v1/EPDLibrary/Files/8df61262-db5d-4415-3a0c-08d98fadb225/Data>
33. IPCC. 2021. Sixth Assessment Report. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/> Accessed 18th May 2022.
34. Global Dairy Platform. 2021. C-Sequ - Draft LCA guidelines for calculating carbon sequestration in cattle production systems. <https://www.globaldairyplatform.com/news-posts/carbon-sequestration-guidelines/> Accessed 18th May 2022.
35. IDF. 2022. Life cycle assessment guidelines for calculating carbon sequestration in cattle production systems. In: Bulletin of the IDF No. 519/2022. International Dairy Federation (ed.), Brussels.
36. Innovation Center for U.S. Dairy. 2019. Scope 3 GHG Inventory Guidance For U.S. Dairy Cooperatives and Processors. Innovation Center for U.S. Dairy, Chicago IL, USA, available at: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/Scope_3_Handbook_2019_FINAL%20%2811%29_0.pdf
37. ISO. 2016. Environmental labels and declarations — Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling). ISO 14021:2016. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
38. ISO. 2006. GHGs — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of GHG emissions and removals. ISO 14064-1:2006. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
39. WRI/WBCSD. 2011. Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute/World Business Council for Sustainable Development, Available at https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard_041613.pdf

40. WRI/WBCSD. 2014. GHG Protocol Agricultural Guidance. Interpreting the Corporate Accounting and Reporting Standard for the agricultural sector World Resources Institute/World Business Council for Sustainable Development, Available at https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHG%20Protocol%20Agricultural%20Guidance%20%28April%2026%29_0.pdf
41. WRI/WBCSD. (under development). GHG Protocol Land Sector and Removals Guidance. World Resources Institute/World Business Council for Sustainable Development, Available at <https://ghgprotocol.org/land-sector-and-removals-guidance>
42. FEFAC. 2018. PEFCR Feed for Food Producing Animals. EDA, available at: https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR_feed.pdf
43. FAO. 2016. Environmental performance of animal feeds supply chains: Guidelines for assessment. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. FAO, Rome, Italy. Available at: <https://www.fao.org/3/i6433e/i6433e.pdf>
44. FAO. 2019. Measuring and modelling soil carbon stocks and stock changes in livestock production systems: Guidelines for assessment (Version 1). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. FAO, Rome, Italy. Available at: <https://www.fao.org/3/CA2934EN/ca2934en.pdf>
45. FAO. 2020. Environmental performance of feed additives in livestock supply chains. Guidelines for assessment. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. FAO, Rome, Italy. Available at: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9744en>
46. FAO. 2022. Methane Emissions in Agriculture – sources, quantification, mitigation and metrics. FAO, Rome, Italy.
47. FAO. 2018. Nutrient flows and associated environmental impacts in livestock supply chains: Guidelines for assessment (Version 1). Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. FAO, Rome, Italy, available at: <https://www.fao.org/publications/card/en/c/CA1328EN/>
48. IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). IGES, Japan, available at: <https://www.ipcc.ch/report/2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>
49. IPCC. 2012. IPCC Emission Factor Database (EFDB). https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/find_ef_main.php Accessed 18th May 2022.
50. IPCC. 2014. Fifth Assessment Report. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/> Accessed 18th May 2022.

51. National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, 2001[eds]. The National Academies Press, Washington, DC.
52. Drewnowski, A. 2018. Measures and metrics of sustainable diets with a focus on milk, yogurt, and dairy products. *Nutr. Rev.* 76(1):21-28. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nux063>
53. McLaren, S., A. Berardy, A. Henderson, N. Holden, T. Huppertz, O. Jolliet, C. De Camillis, M. Renouf, B. Rugani, M. Saarinen, J. van der Pols, I. Vázquez-Rowe, A. Antón Vallejo, M. Bianchi, A. Chaudhary, C. Chen, M. CooremanAlgoed, H. Dong, T. Grant, A. Green, E. Hallström, H. Hoang, A. Leip, J. Lynch, G. McAuliffe, B. Ridoutt, S. Saget, L. Scherer, H. Tuomisto, P. Tyedmers, and H. van Zanten. 2021. Integration of environment and nutrition in life cycle assessment of food items: opportunities and challenges. FAO, Rome, Italy, available at: <https://www.fao.org/3/cb8054en/cb8054en.pdf>
54. SAI Platform. 2013. Reducing Greenhouse Gas Emissions from Livestock: Best Practice and Emerging Options. <https://saipatform.org/our-work/reports-publications/reducing-greenhouse-gas-emissions-from-livestock/> Accessed 11th May 2022.
55. Gerber, P. J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Falcucci, and G. Tempio. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. FAO, Rome, Italy, available at: <https://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>
56. FAO. 2019. Five practical actions towards low-carbon livestock. FAO, Rome, Italy, available at: <https://www.fao.org/3/ca7089en/ca7089en.pdf>
57. UNFCCC. 2007. Training package on GHG inventories. https://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/ghg_inventories/index.htm Accessed 18th May 2022.
58. INRA. 2018. INRA Feeding System for Ruminants. P. Noizère, D. Sauvant and L. Delaby [eds]. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, NL.
59. ecoinvent. 2022. ecoinvent. <https://ecoinvent.org/> Accessed 18th May 2022.
60. ecoinvent. 2022. EF 3.0 Data Provision. <https://ecoinvent.org/activities/environmnetal-footprint-data/ef-3-0-data-provision/> Accessed 18th May 2022.
61. GFLI. 2022. Feed Life Cycle Analysis (LCA) database and tool. <https://globalfeedlca.org/> Accessed 18th May 2022.
62. Blonk. 2022. Agri-footprint. <https://blonksustainability.nl/tools/agri-footprint> Accessed 18th May 2022.

63. Agribalyse. 2022. Welcome to the AGRIBALYSE® documentation. <https://doc.agribalyse.fr/documentation-en/> Accessed 18th May 2022.
64. USDA. 2022. LCA Commons. <https://data.nal.usda.gov/dataset/lca-commons> Accessed 18th May 2022.
65. OpenLCA. 2022. Databases. <https://www.openlca.org/category/databases/> Accessed 18th May 2022.
66. ISO. 2020. Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines — Amendment 2. ISO 14044:2006/AMD 2:2020. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
67. Thoma, G., O. Jolliet, and Y. Wang. 2013. A biophysical approach to allocation of life cycle environmental burdens for fluid milk supply chain analysis. *Int. Dairy J.* 31:S41-S49. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2012.08.012>
68. Ineichen, S., U. Schenker, T. Nemecek, and B. Reidy. 2022. Allocation of environmental burdens in dairy systems: Expanding a biophysical approach for application to larger meat-to-milk ratios. *Livestock Science* 261:104955. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104955>
69. Thoma, G., and T. Nemecek. 2020. Allocation between milk and meat in dairy LCA: critical discussion of the IDF's standard methodology Proceedings 12th International Conference on Life Cycle Assessment of Food LCAFood2020. p 83-89, 13-16 October, Berlin, Germany.
70. BSI. 2012. PAS 2050-1: 2012 Assessment of life cycle greenhouse gas emissions from horticultural products. BSI, London, UK.
71. Brandão, M., E. Azzi, R. M. L. Novaes, and A. Cowie. 2021. The modelling approach determines the carbon footprint of biofuels: The role of LCA in informing decision makers in government and industry. *Clean. Env. Sys.* 2:100027. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2021.100027>
72. Schmidt, J. H., B. P. Weidema, and M. Brandão. 2015. A framework for modelling indirect land use changes in Life Cycle Assessment. *J. Clean. Prod.* 99:230-238. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.013>
73. European Parliament. 2019. Regulation (EU) 2019/807 of 13 March 2019 supplementing Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council as regards the determination of high indirect land-use change-risk feedstock for which a significant expansion of the production area into land with high carbon stock is observed and the certification of low indirect land-use change-risk biofuels, bioliquids and biomass

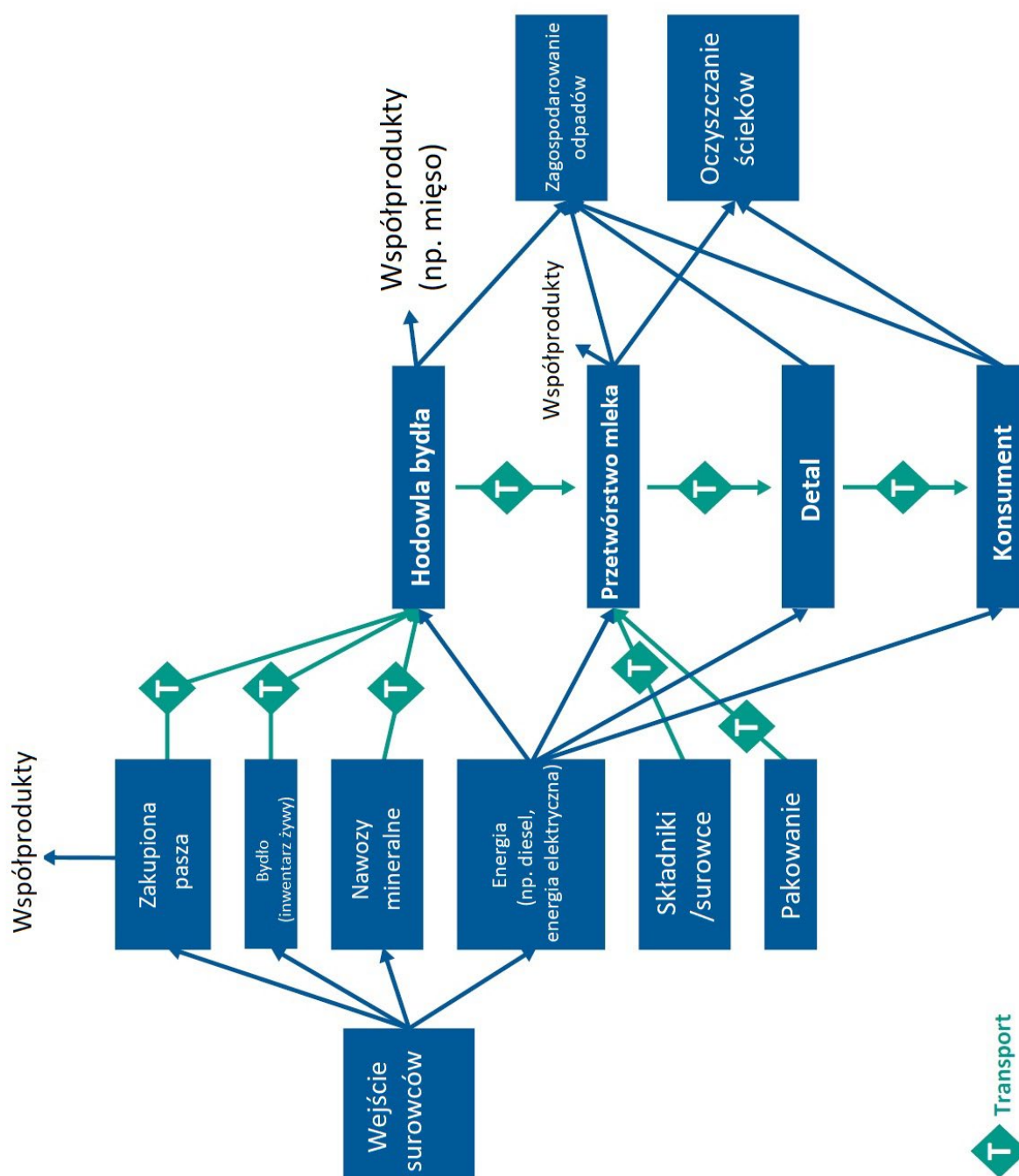
- fuels. European Commission, Strasbourg, France, available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0807>
74. FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. FAO, Rome, Italy, available at: <https://www.fao.org/3/ca9825en/ca9825en.pdf>
 75. Roe, S., C. Streck, M. Obersteiner, S. Frank, B. Griscom, L. Drouet, O. Fricko, M. Gusti, N. Harris, T. Hasegawa, Z. Hausfather, P. Havlík, J. House, G.-J. Nabuurs, A. Popp, M. J. S. Sánchez, J. Sanderman, P. Smith, E. Stehfest, and D. Lawrence. 2019. Contribution of the land sector to a 1.5 °C world. *Nature Climate Change* 9(11):817-828. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0591-9>
 76. Jones, M. B., and A. Donnelly. 2004. Carbon sequestration in temperate grassland ecosystems and the influence of management, climate and elevated CO₂. *New Phytologist* 164(3):423-439. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01201.x>
 77. Paustian, K., C. V. Cole, D. Sauerbeck, and N. Sampson. 1998. CO₂ Mitigation by Agriculture: An Overview. *Climatic Change* 40(1):135-162. <https://doi.org/10.1023/A:1005347017157>
 78. Soussana, J. F., T. Tallec, and V. Blanfort. 2010. Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. *Animal* 4(3):334-350. <https://doi.org/10.1017/S1751731109990784>
 79. Soussana, J.-F., K. Klumpp, and T. Tallec. 2009. Mitigating livestock greenhouse gas balance through carbon sequestration in grasslands. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science* 6(24) <https://doi.org/10.1088/1755-1307/6/24/242048>
 80. Knudsen, M. T., T. Dorca-Preda, S. N. Djomo, N. Peña, S. Padel, L. G. Smith, W. Zollitsch, S. Hörtenhuber, and J. E. Hermansen. 2019. The importance of including soil carbon changes, ecotoxicity and biodiversity impacts in environmental life cycle assessments of organic and conventional milk in Western Europe. *J. Clean. Prod.* 215:433-443. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.273>
 81. IPCC. 2014. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). IPCC, Switzerland.
 82. FAO. 2022. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#home> Accessed 18th May 2022.
 83. European Commission. 2022. ILCD International Life Cycle Data system. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/ilcd.html> Accessed 18th May 2022.

84. RIVM. 2018. LCIA: the ReCiPe model. <https://www.rivm.nl/en/life-cycle-assessment-lca/recipe> Accessed 18th May 2022.
85. Sauvant, D. 2020. Modélisation de l'efficacité et de la robustesse chez les ruminants, le point de vue nutritionnel. INRAE Productions Animales 33(1) <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2020.33.1.3128>
86. Brown, J. E., H. A. Fitzhugh, Jr., and T. C. Cartwright. 1976. A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle 1. Journal of Animal Science 42(4):810-818. <https://doi.org/10.2527/jas1976.424810x>
87. ESDAC. 2022. European Soil Data Centre (ESDAC). <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/> Accessed 18th May 2022.
88. The European Commission. 2010. C(2010) 3751: COMMISSION DECISION of 10 June 2010 on guidelines for the calculation of land carbon stocks for the purpose of Annex V to Directive 2009/28/EC. Official Journal of the European Union, L 151/19.
89. Sluik, D., M. T. Streppel, L. van Lee, A. Geelen, and E. J. M. Feskens. 2015. Evaluation of a nutrient-rich food index score in the Netherlands. J Nutr Sci 4:e14-e14. <https://doi.org/10.1017/jns.2015.4>
90. WHO. 2015. Guideline: Sugars intake for adults and children. WHO, Geneva, Switzerland, available at: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/668769/retrieve>

10

ZAŁĄCZNIKI

10.1. WYKRES PRZEPŁYWU PRODUKTÓW MLECZARSKICH W ŁAŃCUCHU WARTOŚCI



10.2. OBLICZANIE JEDNOSTKI FUNKCJONALNEJ (FU) W PRODUKCJI MLEKA NA POZIOMIE GOSPODARSTWA

Zawartość energii w mleku o znanej zawartości tłuszczu i białka oblicza się następująco:

$$NE_L = 0,0929 * Tłuszcz\% + 0,0563 * TP^* + 0,0395 * Laktoza \% (Mcal/kg)^9$$

Równanie 10. Wzór do obliczenia zawartości energii mleka o znanej zawartości tłuszczu i białka

gdzie: TP to zawartość białka właściwego (rzeczywistego), która dla mleka skorygowanego (4% tłuszczu; 3,3% białko właściwe) wynosi 0,748965 Mcal/kg lub 3,13 MJ/kg. To upraszcza wzór do¹⁰:

$$NE_L = 0,0929 * Tłuszcz\% + 0,0563 * Białko\ właściwe\ (TP)\% + 0,192$$

(Uwaga: Białko właściwe (nazwa znana również jako białko rzeczywiste) jest częścią ogólnego białka mleka i zbudowane jest wyłącznie z aminokwasów połączonych wiązaniami peptydowymi. Stanowi 95% związków azotowych białka mleka. Pozostałe 5% azotu białek mleka to związki niebiałkowe, które przechodzą do mleka z krwi – przyp. tłum.)

Równanie 11. Uproszczony wzór do obliczania zawartości energii mleka o znanej zawartości tłuszczu i białka

gdzie: zakłada się zawartość laktozy w mleku 4,855% co jest typowe dla bydła mlecznego ale może różnić się dla innych gatunków zwierząt. Proszę odnotować, że jeśli w obliczeniu stosuje się termin białko strawne w przeciwieństwie do białka właściwego, współczynnik białka powinien być zmieniony z 0,0563 na 0,0547. Większość najnowszych wyników badań podaje białko właściwe.

Aby skorygować zawartość tłuszczu i białka z jednej indywidualnej operacji, najpierw należy wybrać zawartość tłuszczu i białka mleka, a następnie pomnożyć roczną produkcję mleka z obliczeń przez proporcję zawartości skorygowanego mleka (zazwyczaj 4% tłuszczu i 3,3 białko strawne oraz 4,85 % laktoza, ale może się to różnić, jeśli potrzeba) .

W Tabeli 3 pokazano przykład względnego FPCM dla krów, bawolic i mleka standardowego.

⁹ Równanie 2-15 z Krajowej Rady ds. Badań (National Research Council), USA, Podkomitet ds. Żywienia Bydła Mlecznego, 2001, Zapotrzebowanie składników odżywczych dla bydła mlecznego. National Academy Press, Washington, D.C. [51]

¹⁰ Równanie 2-16, tamże

Tabela 3. Przykład obliczania produkcji FPCM (mleko skorygowane pod względem zawartości tłuszczu i białka)

	Operacja A (krowy)	Operacja B (bawolice)	Mleko skorygowane
Produkcja	1000 Mg	1800 Mg	Brak danych
Zawartość tłuszczu	4.5%	7.36%	4.0%
Zawartość białka	3.1%	4.19%	3.3%
Zawartość laktozy	4.85%	5.08%	4.85%
Zawartość energii (Mcal/kg)*	0.784155	1.120301	0.748965
Współczynnik FPCM §	1.0470	1.4958	
Produkcja FPCM §§	1047 Mg	2692 Mg	Brak danych

*Obliczane z zastosowaniem równania 11, powyżej.

§ Stosunek obliczonej zawartości energii do zawartości energii w skorygowanym mleku

§§ Produkcja mleka pomnożona przez współczynnik FPCM.

10.3 PRZYKŁAD OBLICZANIA EMISJI CH₄ Z JELIT NA POZIOMIE TIER 3 ZGODNIE Z INRA

$$\Delta \text{OMd}_{\text{FL}} + -2,274 \times (\text{FL} - \text{FL ref})$$

Równanie 12. Interakcje trawienne związane z poziomem żywienia, zielonkami i paszami treściwymi oraz produktami ubocznymi

Gdzie: $\Delta \text{OMd}_{\text{FL}}$ (procentowa jednostka strawności substancji organicznej) jest interakcją trawienną

FL to poziom żywienia zgodnie z dietą (pobranie suchej masy DM, procentowa masa ciała, BW),

FL ref to referencyjna wartość FL danej paszy (pobranie suchej masy DM, % masa ciała BW)

Dla zielonek, FLref odpowiada FL mierzonych in vivo dla standardowej owcy, w celu określenia tabelarycznej wartości strawności OM (organic matter, masa organiczna – przyp. tłum.). Dla pasz treściwych i produktów ubocznych FL ref jest ustalone na wartość 2, co odpowiada w przybliżeniu średniej FL ref dla paszy zielonej w tabelach opublikowanych przez Sauvant [85].

$$\Delta \text{OMd}_{\text{CO}} = -6,5 / (1 + (0,35/\text{PCO})^3)$$

Równanie 13. Interakcje w trawieniu związane z wahaniami w proporcji koncentratów w paszy

Gdzie $\Delta \text{OMd}_{\text{CO}}$ to interakcja trawienna związana z wahaniami w proporcji paszy treściwej (% jednostki strawności substancji organicznej, OM)

PCO to proporcja żywieniowa koncentratów ($0 \leq \text{PCO} < 1$).

Przykład obliczenia

Jeśli krowa w okresie laktacji jest żywiona dietą mającą FLref = 2% BW i OMd = 79,0%, w oparciu o wartości tabelaryczne, a doświadczalnie rzeczywiste FL = 3,5% BW i PCO = 0,4, to całkowita redukcja strawności wyniosłaby:

$$\Delta \text{OMd}_{\text{FL}} = -2,24 \times (3,5 - 2,0)$$

$$\Delta \text{OMd}_{\text{FL}} = -4,1\%, \text{ a}$$

$$\Delta \text{OMd}_{\text{CO}} = -6,5 / (1 + (0,35/0,4)^3)$$

$$\Delta \text{OMd}_{\text{CO}} = -3,9\%$$

$$\text{całkowite } \Delta \text{OMd} = \Delta \text{OMd}_{\text{FL}} + \Delta \text{OMd}_{\text{CO}}$$

$$\text{całkowite } \Delta \text{OMd} = -8,0\%$$

Tak więc, strawność wyniosłaby 71% zamiast 79%.

10.4 PRZYKŁAD OBLICZANIA ALOKACJI POMIĘDZY WSPÓŁPRODUKTY DLA PASZY KROWY MLECZNEJ

Jeśli śruta i olej są współproduktami, a śruta jest stosowana w paszy w ocenie LCA, współczynnik alokacji ekonomicznej (AF) jest wartością produkcji śruty, podzieloną przez wartość połączonej produkcji, zgodnie z wyliczeniem według niżej podanego równania. Wydajność procesu to X kg śruty (z ceną A \$/kg śruty) a Y kg oleju (z ceną B \$/kg oleju). Wobec tego:

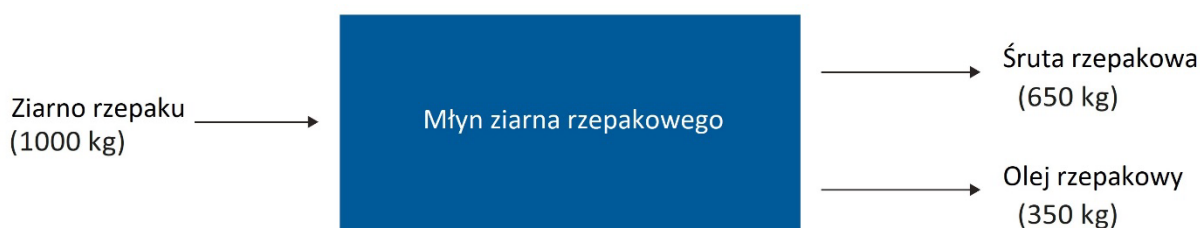
$$Af_{meal} = (X * A) / (X * A + Y * B)$$

Równanie 14: Wzór do obliczenia współczynnika alokacji dla śruty – współproduktu stosowanego w żywieniu bydła

Współczynnik alokacji jest wówczas mnożony przez wartość wpływu środowiskowego pochodzącą z procesu (n.p. emisje związane z uprawą i transportem surowców, zużytej energii w przetwórstwie), a następnie podzielony przez X, aby uzyskać wartość śladu węglowego (CF) dla jednego kilograma śruty. Proszę zwrócić uwagę, że określona rozważana waluta jest nieistotna, tak długo jak długo wszystkie ceny współproduktów są wyrażone w tej samej walucie. Zazwyczaj jest to waluta kraju, w którym ma miejsce proces produkcji.

Na przykładzie pokazanym na Rys. 12, dla hipotetycznej produkcji 1000 kg ziarna rzepakowego

520 kg śruty rzepakowej oraz 430 kg oleju rzepakowego (50 kg początkowej wagi jest utracone w strumieniu odpadów) oraz cenach rynkowych 0.18 \$/kg śruty rzepakowej i 0.85 \$ /kg oleju rzepakowego, stosując powyższe równanie, współczynnik alokacji dla produkcji śruty rzepakowej wynosi $(520 * 0,18) / (520 * 0,18 + 430 * 0,85) = 0,2039$. Aby uniknąć błędów, proponujemy zaokrąglenie do czterech istotnych cyfr.



Rys. 12. Przykład alokacji współproduktów dla paszy

10.5 PRZYKŁAD OBLICZANIA ALOKACJI POMIĘDZY MLEKO I MIĘSO

Przykład pokazany na Rys. 13 pokazuje obliczanie alokacji pomiędzy mleko i mięso dla hipotetycznego gospodarstwa utrzymującego 650 mlecznych krów rasy Shorthorn w okresie laktacji (masa ciała dojrzałej krowy 568 kg), każda z nich produkuje rocznie 8500 kg mleka FPCM, dając ogółem 5525 Mg FPCM rocznie. Stopień wymiany zwierząt w stadzie wynosi 25%, a nadwyżkowe jałówki i buhajki (zakładając masę ciała 35,6 kg każdego cielęcia przy urodzeniu) są opasane na miejscu (w gospodarstwie) do wieku 12 miesięcy przed sprzedaniem zwierząt do sektora produkcji wołowiny. Dla celów niniejszego prostego przykładu, zakłada się, że czynność opasania nie jest oddzielona od czynności mleczarskich i wobec tego, potrzebna jest alokacja pomiędzy trzy główne produkty. Także dla celów niniejszego przykładu, zakładamy, że cała niealokowana wartość CF (ślądu węglowego) dla tegoż przykładu wynosi 1.4 kg CO₂e/kg FPCM, dając całkowitą niealokowaną emisję dla operacji 7735 Mg CO₂e.

Krowy brakowane: 568 kg/sztukę * 163 sztuki = 92,3 Mg; zakładamy 1 cielę/krowa/rok a nawet podział wg płci i nie uwzględniamy śmiertelności: 162 jałówki * 300 kg/sztukę + 325 buhajków * 300 kg = 146 Mg; tutaj zakładamy, że cielęta są opasane przez 12 miesięcy i osiągają masę ciała 300 kg każdy.

Zakładane przybliżone zapotrzebowanie na energię netto na wzrost wynosi: 27,5 MJ/kg dla cieląt sprzedawanych przy urodzeniu; 15 MJ/kg LW (live weight – żywa masa ciała – przyp. tłum.) dla dojrzałych zwierząt; 11 MJ/kg LW dla jałówek hodowlanych i opasanych cieląt; oraz 3.1 MJ/kg FPCM (cyt. Nemecek i Thoima [69]0).

Stosując równanie dla alokacji (etap 2 powyżej), alokacja dla mleka wynosi:

$$AF_{milk} = \frac{3.1 \text{ MJ/kg} * 5525000 \text{ kg}}{3.1 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} * 5525000 \text{ kg} + 11 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} * 146000 \text{ kg} + 15 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} * 92300 \text{ kg}} = 0.851$$

Tak więc, 85,1% niealokowanego śładu węglowego jest alokowane na mleko, dając przy bramie gospodarstwa wartość 1,19 kg CO₂e/kg FPCM.

Aby obliczyć alokację dla opasanych cieląt, po prostu należy zastąpić licznik ułamka równania wkładem wnoszonym od opasanych cieląt (średni termin w mianowniku):

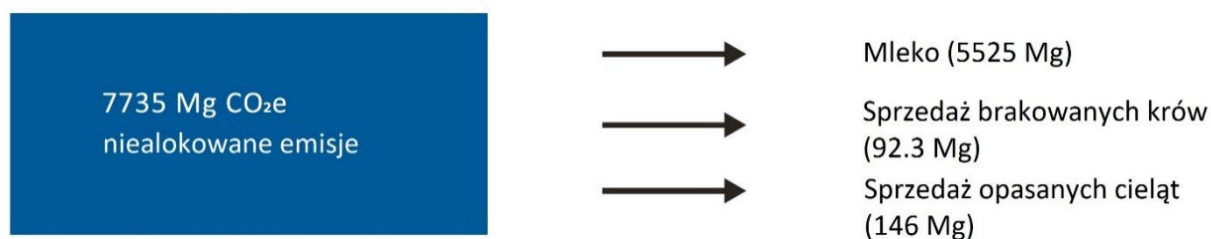
$$AF_{fattened} = \frac{11 \text{ MJ/kg} * 146000 \text{ kg}}{3.1 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} * 5525000 \text{ kg} + 11 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} * 146000 \text{ kg} + 15 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} * 92300 \text{ kg}} = 0.08$$

Podobnie dla brakowanych krów, ułamek alokacji oblicza się przez zastąpienie licznika ułamka trzecim terminem z mianownika.

8% jest alokowane dla opasanych cieląt, a 6,9% dla brakowanych krów. Tak więc, ślad węglowy dla opasanych cieląt jest następujący:

$$\frac{AF_{fattened} * \text{Total Emission}}{LW \text{ production}} = \frac{0.08 * 7735000 \text{ (kg CO}_2\text{e)}}{146000 \text{ (kg LW)}} = \frac{4.24 \text{ kg CO}_2\text{e}}{\text{kg LW}}$$

A dla brakowanych krów, ułamek alokacji wynosi 0.069, dając wartość śladu węglowego 5,78 kg CO₂e/kg LW.



Rys. 13. Przykład alokacji pomiędzy mleko i mięso jako współproduktami.

10.6. NAUKOWE PODSTAWY PODEJŚCIA DO ALOKACJI POMIĘDZY MLEKO I MIĘSO

W 2012 roku, Thoma et al. (2013) [67] zakończyli obszerne badanie, które obejmowało zbiór szczegółowych danych na poziomie gospodarstwa pochodzące z 536 gospodarstw USA. W powyższym badaniu, opracowano przyczynową zależność pomiędzy zawartością energii w racji paszy dla zwierząt i produkcją mleka i wołowiny. Jednakże po wykonaniu równania regresji przedstawionego w pracy, stało się jasne, że trzeba pokazać ograniczenia jego stosowalności. Mówiąc bardziej szczegółowo, różnice w alokacji dla różnych klas zwierząt, które mogą być sprzedawane z gospodarstwa i obserwacje, że wspomniana zależność ma ograniczony zasięg stosowalności i że często istnieją systemy, które działają poza ważnym zakresem omawianej zależności.

Obecne wytyczne rozszerzają podejście zaproponowane przez Nemecek i Thoma [69] w oparciu o zasadę wykorzystania energii netto dla wzrostu zwierząt w porównaniu do produkcji mleka dla czynności mleczarskich. Takie podejście jest oparte na zastosowaniu IPCC z 2019 r. – poprawionej wersji Wytycznych dla Krajowych Wykazów Gazów Ciężkich [8] w połączeniu z relacjami z zakresu cielnosci NCR z 2001. Przyjęte zostały następujące zależności:

$$NE_p = \int \frac{270}{179} (0.00318 * t - 0.0352) \left(\frac{CBW}{45} \right) dt \quad (\text{EQ: 2.19, [51]})$$

$$NE_G = 22.02 \left(\frac{BW}{c (MBV)} \right)^{0.75} (ADG^{1.097}) \quad (\text{EQ: 10.6, [8]})$$

gdzie NE_p jest energią netto dla cielnosci (MJ/dziennie) a NE_G to energia netto dla wzrostu masy ciała zwierząt (MJ/dziennie). CBW to masa ciała cielęcia przy urodzeniu (kg); BW to masa ciała w kg; a ADG to przeciętny przyrost dzienny (kg/dziennie). Stała wartość 'c' w energii netto na wzrost wynosi 0,8 dla jałówek, 1,0 dla wolców o 1,2 dla buhajów.

Nemecek i Thoma [69] dokonali całkowania w równaniu 10,6 i pokazali, że rozsądna przeciętna wartość dla NE_G znajduje się w zakresie 11–15 MJ/kg (z wyjątkiem bezpośrednio sprzedawanych cieląt). Bardziej rygorystyczne pod względem matematycznym podejście do obliczenia określonych wartości NE_G dla danej klasy zwierząt ma oszacować energię netto na podstawie następującej całki:

$$NE_g(\text{age}) = \int_0^{\text{age}} 22.02 \left(\frac{BW(t)}{c (MBV)} \right)^{0.75} (ADG^{1.097}) dt$$

gdzie t oznacza wiek zwierzęcia w dniach. Niniejsze obliczenie jest proste, jeśli znana jest krzywa wzrostu danego zwierzęcia. Dla ułatwienia obliczeń, można dostosować powszechny i prosty model wzrostu. Stosuje się zależność von Bertalanffy wyrażającą masę jako funkcję wieku do przewidywania wzrostu wielu gatunków zwierząt, a w tym przypadku, do oceny bydła [86]:

$$BW(t) = MBW(1 - Be^{-kt})^3$$

$$ADG(t) = 3k BW(t) \left[\frac{Be^{-kt}}{1 - Be^{-kt}} \right]$$

W oparciu o zalecenia NRC [51] (ang. National Research Center, USA, Centrum Badań Naukowych, USA – przyp. tłum.) mówiące, że masa ciała zwierząt produkujących mleko przy pierwszym kryciu powinna wynosić w przybliżeniu 0.55MBW co pozwala na oszacowanie stałej wzrostu, k , z następującego równania, gdzie AFC to wiek pierwszego wycielenia (w dniach):

$$k = \frac{-1.2045685065}{AFC - 280}$$

a stała B , może być obliczona na podstawie masy ciała cielęcia przy urodzeniu, zazwyczaj 0.06275MBW (w wieku = 0).

$$B = 0,6026213$$

Do powyższych obliczeń, dostępny jest arkusz kalkulacyjny.

Proces obliczania alokacji można streścić następująco:

Krok 1a: Zebrać/określić żywą masę zwierząt każdej klasy sprzedawanej rocznie [kg mięsa] ogółem kg/rok

Krok 1b: Zebrać/określić ogólną ilość kg mleka (4% tłuszczu i 3,3% ekwiwalentu białka) wyprodukowaną w ciągu roku

Krok 2: Obliczyć Energię Netto na wzrost dla każdej klasy zwierząt na podstawie wzoru całkowego

Krok 3: Obliczyć współczynniki alokacji

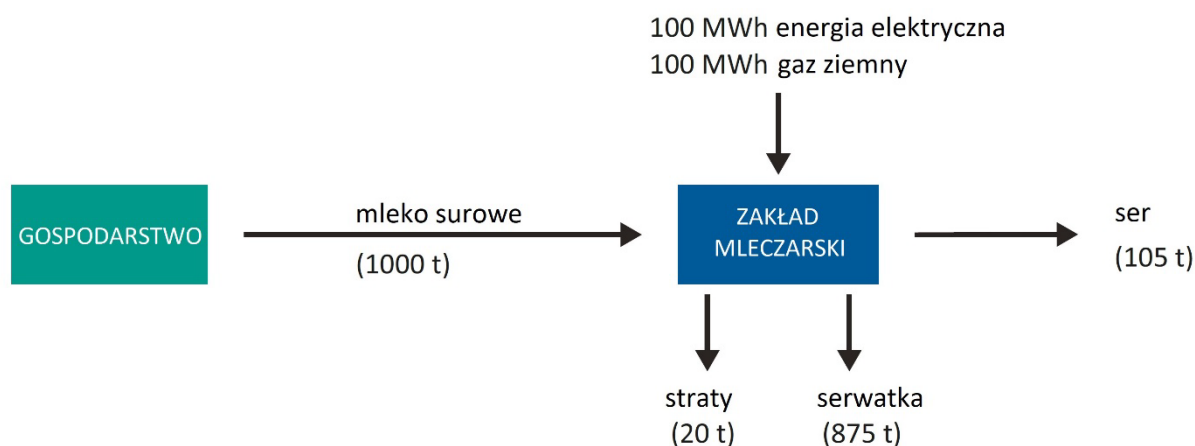
Przedstawione tutaj podejście unika pewnych wad ekonomicznych lub ustalonych algorytmów alokacji. Bardziej szczegółowo mówiąc, to zapobiega temu, że ułamki alokacji zmieniają się wskutek zmian w ekonomice sektorów mleka i mięsa, oraz przewiduje obliczenie różnic w relatywnej produkcji pomiędzy mięsem a mlekiem w skali od indywidualnych gospodarstw do całych regionów.

Proszę zauważyć, że energia netto potrzebna do zastosowania w obliczeniach jest ściśle dla wzrostu i laktacji; energia na potrzeby bytowe nie jest włączona do obliczeń ułamka alokacji ale jest później alokowana pomiędzy koprodukty. Ponadto, problemy dotyczące kupowanych zwierząt, na przykład jałówki hodowlane kupione jako remontowe, nie mają wpływu na obliczenia alokacji, ponieważ te zwierzęta są uważane za zasoby wejściowe do gospodarstwa, podobnie z paszą lub energią elektryczną, a kiedy zwierzęta te zostaną sprzedane, będzie to włączone do obliczeń ułamka alokacji jak również alokowane jako obciążenie z tytułu powyższej czynności.

10.7. PRZYKŁAD OBLICZANIA ALOKACJI POMIĘDZY PRODUKTAMI W ZAKŁADZIE MLECZARSKIM

Alokacja surowców i energii pomiędzy różne produkty opiera się na zawartości suchej masy (MS) tłuszczu, białka i laktozy w mleku¹¹. W poniższym przykładzie podano fikcyjne dane liczbowe.

Zakład mleczarski produkuje ser i serwatkę jako produkt uboczny. Roczny odbiór całego surowego mleka wynosi 1000 ton mleka surowego (12,7% SM) a produkcja sera (59% SM) wynosi 105 ton. Poza tym, produkowane jest 875 ton serwatki (7% SM) jako produkt uboczny przy wyrobie sera. Strata surowca mleczarskiego w miejscu produkcji wynosi 2% (20% SM – patrz Rys. 14).



Rys. 14. Uproszczony wykres 'wejść' i 'wyjść' do systemu zakładu mleczarskiego produkującego ser

Ślad węglowy (CF) mleka surowego wynosi 1.5kg CO₂e na kg FPCM (12,15% SM). Ponieważ występuje różna zawartość suchej masy w mleku surowym i w FPCM (mleko skorygowane pod względem zawartości tłuszczu i białka – przyp. tłum.), stąd więc całkowity odbiór mleka surowego wynoszący 1000 ton odpowiada 1045 tonom FPCM (1000 ton*12,7%/12,15%). Tak więc, całkowity CF dla przyjętego mleka surowego wynosi 1568 ton CO₂e.

CF dla zużycia energii w zakładzie mleczarskim wynosi 100 MWh energii elektrycznej i 100 MWh dla gazu ziemnego. Współczynnik emisji dla elektryczności wynosi 0.5 tony CO₂e i 0.2 CO₂e na MWh dla gazu ziemnego. Całkowity CF dla zużycia energii wynosi 70 ton CO₂e (100*0.5 +100*0,2).

Jeśli wykorzystuje się serwatkę (dalej przetwarzaną na serwatkę w proszku), emisje potrzeba alokować pomiędzy ser a serwatkę. Ogólna sucha masa (MS) w produktach wynosi 62 tony MS dla sera (105 ton*59%) i 61 ton MS dla serwatki (875 ton*7%). Stosując równanie 5 (patrz rozdział 5.4.3) otrzymujemy współczynnik alokacji 50% dla sera.

Ślad węglowy (CF) sera, jeśli cała serwatka jest wykorzystana na cele konsumpcyjne przez człowieka, wynosi 823 tony CO₂e ogółem ((1568 ton CO₂e + 75 ton CO₂e) *0,5) i 7.8 kg CO₂e na kg sera (826 000 kg CO₂e /105 000 kg).

¹¹ Ogólna zawartość suchej masy, zawierającej także popiół, jest nieco wyższa

Jeśli serwatka nie jest wykorzystywana w produktach przeznaczonych dla człowieka, ale jest stosowana w paszy dla trzody chlewnej, żadna emisja nie ma być alokowana do serwatki, co oznacza, że ser poniesie całe obciążenie środowiskowe. CF dla sera wynosi więc 1638 ton CO_{2e} + 78 ton CO_{2e}) i 15,6 kg CO_{2e} na kg sera (1638 000 kg CO_{2e}/105 000 kg).

10.8 PRZYKŁAD OBLICZANIA WSPÓŁCZYNNIKA LUC (**ang.** Land Utilization Change, zmiana w użytkowaniu gruntów – przyp. tłum.)

Kiedy wartość LUC jest znana:

W Gwatemali, 10 lat temu, 1 ha tropikalnych lasów górskich z glebami o wysokiej aktywności (**ang.** high activity, HAC) i z wilgotnym subtropikalnym klimatem został przekształcony w obszar uprawy trzciny cukrowej ze średnim poziomem wartości wejściowych do systemu i pełną intensywnością uprawy ziemi. Przedstawione definicje oparte są na terminologii IPCC [8] i mapach dotyczących gleby i klimatu pochodzących od JRC [87]. Te różne parametry można zastosować do oszacowania następujących wartości:

- Zasoby węgla w glebie rozwijających się upraw (SOCa): 44,4 ton C/ha. W tym systemie upraw jest to gleba zasobna w węgiel, zależnie od klimatu, typu gleby, typu uprawy, zarządzania uprawami i poziomu wartości wejściowych do systemu, w oparciu o IPCC [48]
- Zasoby węgla roślinnego w glebie rozwijających się upraw (CVEGa): 34,4 ton C/ha. Jest to zasób węgla roślinnego w uprawie w zależności od typu uprawy i klimatu w oparciu o EC [88].
- Referencyjny zasób węgla w glebie (SOCr): 44,0 ton C/ha. Jak uprzednio, ale dla referencyjnego użytkowania gruntu przed zmianą
- Referencyjny zasób węgla roślinnego (CVEGr): 94,0 ton C/ha. Jak uprzednio, ale dla referencyjnego użytkowania gruntu przed zmianą
- Referencyjny zasób martwej substancji organicznej, tylko dla lasu (CDOMr): 7,4 ton C/ha. Ważne tylko w przypadku zmiany użytkowania lasu, dane dostępne z FAO [74].
- Suma pierwszych dwóch obliczonych parametrów (SOCa+CVEGa) daje całkowity zasób węgla w rozwijającej się uprawie ($C_{sa} = 78,7$ ton C/ha) podczas gdy suma innych trzech parametrów ($SOCr + cvegR + CDOMr$) daje w rezultacie ogólny zasób węgla referencyjnego ($CSr = 145,4$ ton C/ha).

Niniejsze dwa parametry są ostatecznie stosowane do oceny wpływu LUC przy przekształceniu 1 ha tropikalnego lasu górskiego na obszar uprawy trzciny cukrowej w Gwatemali. Wartość ta powinna być zastosowana jednakowo dla lat od 2010 aż do 2030 (20-letnia amortyzacja po przekształceniu):

$$LUC = (CSr - C_{sa}) * 44 / 12 * 1/20 = 12,21 \text{ ton CO}_2\text{e/ha} * \text{rok}$$

gdzie: 44/12 jest przekształceniem z CO_2 -C na CO_2 , 1/20 amortyzacja przez 20 lat

Tam gdzie można wykazać, że zmiana w użytkowaniu gruntów miała miejsce więcej niż 20 lat wcześniej niż została przeprowadzona ocena, żadne emisje wynikające ze zmiany w użytkowaniu ziemi nie powinny być uwzględnione w ocenie, ponieważ założono, że wszystkie emisje wynikające ze zmiany w użytkowaniu gruntów zdarzyły się przed zastosowaniem oceny PAS.

Kiedy poprzednie użytkowanie gruntów jest nieznane, praktyk ma się odwołać do metody wyszczególnionej w Załączniku B do PAS 2050-1:2012 [70].

Kiedy LUC jest nieznane:

Jeżeli, ponownie, spojrzymy na produkcję trzciny cukrowej w Gwatemali, trzeba obliczyć analizowane parametry, aby oszacować rozmiary i typ przekształcenia w tę określoną dla

uprawy i kraju kombinację. Dla wszystkich następujących poniżej parametrów, dane dotyczące rozszerzenia i zmniejszenia upraw można uzyskać z dokumentów FAOStat [82] i powinny one opierać się na średniej z trzech lat. Oto przykład:

- Udział ekspansji obszaru ocenianej uprawy w odniesieniu do całkowitego aktualnego obszaru ocenianej uprawy (REC): 34%. Tak więc, w tym przypadku, mamy aktualny obszar 250083 ha (średnia za lata 2016 – 2018) podczas gdy 20 lat wcześniej było 170860 ha (średnia z lat 1996 – 1998). $(250083 - 170860) / 250083 = 34\%$.
- Udział powiększenia obszaru uprawy kosztem użytków zielonych i lasu (SEF&G) wynosi 96%. Oblicza się to jako 1 minus suma wszystkich zmniejszeń obszaru upraw (39407 ha) podzielone przez sumę wszystkich powiększeń obszarów upraw (995352 ha)
- Udział powiększenia obszaru uprawy kosztem ziemi pokrytej lasem (SEF): 50%. Oblicza się to jako SEF&G razy las zmniejszony (-818 ha) podzielone przez zmniejszony las i użytki zielone (suma -757 ha i -818 ha).
- Udział powiększenia obszaru kosztem użytków zielonych (SEG): 46%. Oblicza się to jako SEF&G minus użytki zielone zmniejszone (-757 ha) podzielone przez las i zmniejszone użytki zielone (suma -757 ha i -818 ha).
- Udział powiększenia obszaru uprawy kosztem ziemi z uprawami drzew wieloletnich (SEP): 0.1%. Oblicza się to jako $(1 - \text{SEF\&G})$ razy suma pomniejszeń wieloletnich upraw (1309 ha) podzielone przez sumę zmniejszeń wszystkich upraw (suma 1309 ha i 38098 ha)
- Udział powiększenia obszaru uprawy trzciny cukrowej kosztem obszaru corocznych upraw (SEA): 3.8%. Oblicza się to jako $(1 - \text{SEF\&G})$ razy suma pomniejszeń obszaru wszystkich zbiorów (38098 ha) podzielone przez sumę pomniejszenia obszaru wszystkich upraw (suma 1309 ha i 38098 ha).

Jak w poprzednim przykładzie, praktyk powinien teraz obliczyć emisje wynikające ze zmiany użytkowania gruntów (amortyzacja ponad 20 lat) dla każdego innego scenariusza (przekształcenie z lasu, przeciętny zbiór, zbiór długoletni i coroczny) przez zastosowanie danych dla danego klimatu, typu gleby, intensywności uprawy i poziomu wartości wejściowych. W przypadku gdy taka informacja jest nieznana, praktyk może zastosować wskazane źródło do oszacowania przeciętnej wartości emisji dla danego kraju jako przybliżoną.

W niniejszym przykładzie, poprzez zastosowanie przeciętnej informacji, obliczylibyśmy odpowiednio współczynniki emisji 14.5, 0.4, 0.0 i -3.2 ton CO₂e /ha* rocznie dla lasu (LUCf), użytków zielonych (LUCg), upraw wieloletnich (LUCp) i upraw corocznych (LUCa).

Każdy udział (SEF, SEG, SEO, SEA) trzeba pomnożyć przez względne powiększenie (REC) i można wtedy obliczyć przeciętny wpływ.

$$\text{Ważona przeciętna} = \text{SEF} * \text{REC} * \text{LUCf} + \text{SEF} * \text{REC} * \text{LUCg} + \text{SEP} * \text{REC} * \text{LUCp} + \text{SEA} * \text{REC} * \text{LUCa} = 50\% * 34\% * 14.5 + 46\% * 34\% * 0.4 + 0.1\% * 34\% * 0 + 3.8\% * 34\% * (-3.2) = 1.3 \text{ ton CO}_2\text{e/ha* rok}$$

$$\text{Przeciętna} = \text{SEF} * \text{REC} * 33\% + \text{SEF} * \text{REC} * 33\% + \text{SEP} * \text{REC} * 33\% + \text{SEA} * \text{REC} * 33\% = 33\% * 34\% * 14.5 + 33\% * 34\% * 0.4 + 0\% * 34\% * 0 + 33\% * 34\% * (-3.2) = 1.3 \text{ ton CO}_2\text{e/ha/rok}$$

Przeciętną wartość LUC (ang. LUC, land utilization change, zmiana w użytkowaniu gruntów – przyp. tłum.) można obliczyć przez uwzględnienie ekwiwalentu przekształcenia użytkowania

ziemi na obecne użytkowanie ziemi jako 0%. Trzeba wybrać najgorszy scenariusz. W tym przypadku, wyważona przeciętna wartość LUC to 2.5 tony CO₂e/ha*/rok.

Dane dotyczące przeciętnego przekształcenia użytkowania gruntów dla kombinacji określonego kraju-uprawy można znaleźć w publicznie dostępnej bazie danych (np. FAOstat [82]). Należy wziąć pod uwagę ograniczenia i możliwe luki w stosowanych danych i wyraźnie je opisać w raportach. Przykłady ograniczeń to brak danych dla określonych upraw (n.p. pasze objętościowe), niepewne rozmieszczenie istotnego użytkowania gruntów i różnice w rocznej zmienności oraz składanie sprawozdań dotyczących mieszanych systemów gospodarki rolnej. Także należy zwrócić uwagę, że metodologia wyszczególniona w dokumencie PAS 2050-1:2012 [70] nie wskazuje jak oceniać wpływ przekształcenia na pastwisko.

10.9. DANE TECHNICZNE WYMAGANE DO OBLICZANIA EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH (GHG)

Tabela 4: Wykaz danych technicznych wymaganych do obliczania emisji GHG

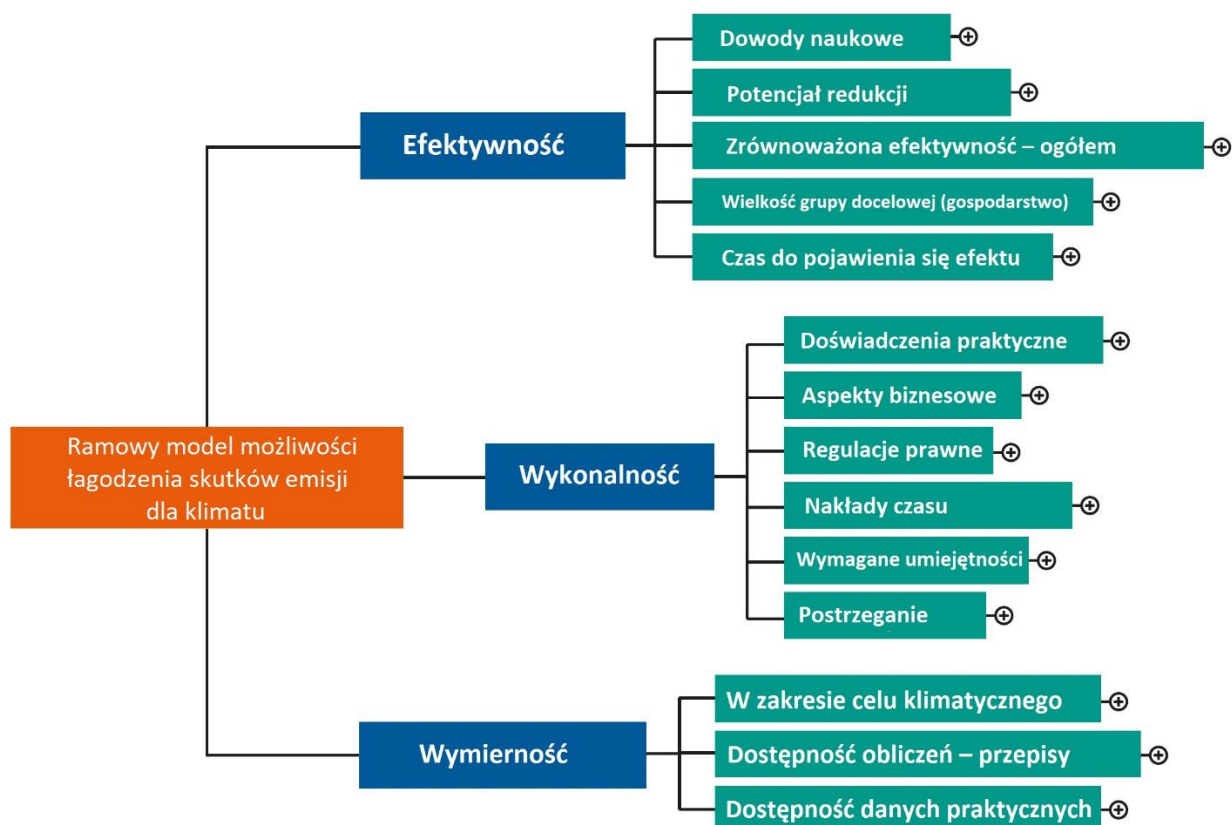
Produkty w gospodarstwie	
Ogólna ilość dostarczonego mleka	Całkowita ilość dostarczonego mleka przez ten typ gospodarstwa
Produkcja mleka	Przeciętna roczna produkcja mleka od krowy mlecznej (kg/krowę mleczną/rok) lub od bawolicy mlecznej (kg/bawolicę mleczną/rok)
Zawartość tłuszczu i białka	Przeciętna zawartość tłuszczu i białka mleka pochodzącego z danego obszaru (% wagowo)
Produkcja mięsa	Przy bramie gospodarstwa jest to waga w kg żywca sprzedanego na przetwórstwo mięsne
Inne	Może obejmować sprzedany obornik, funkcję pociągową zwierząt produkujących mleko, zarządzanie paliwem/energią/ciepłem, zarządzanie majątkiem
Stado krów	
Reprodukcja	Liczba urodzin na rok na krowę oraz liczba młodych zwierząt przy urodzeniu (odpowiednio płodność i plenność) Jest potrzeba oszacowania liczby buhajów wymaganych do reprodukcji (unasiennianie naturalne lub inseminacja) zgodnie z proporcją buhajów i krów
Wzrost	Odnosi się to do wzrostu żywej masy ciała zwierzęcia od urodzenia do osiągnięcia wieku dojrzałości. Wiek dojrzały definiuje się jako wiek w którym rozwój zatrzymuje się i może pokrywać się z wiekiem kiedy zwierzę płci żeńskiej wydaje potomstwo po raz pierwszy.
Śmiertelność	Roczna procentowa ilość padłych zwierząt dzieli się na trzy grupy: młode zwierzęta przy urodzeniu, młode zwierzęta pomiędzy urodzeniem a dojrzałością oraz zwierzęta dorosłe
Remont stada	Liczba zwierząt dorosłych, które wymienia się corocznie na nowe młodsze dorosłe osobniki
Zwierzęta poza wymianą	Poprzedni stopień wymiany w stadzie definiuje liczba młodych zwierząt, które są potrzebne do utrzymania stałej liczbowo wielkości stada. Inne zwierzęta mogą być sprzedawane lub utrzymywane w tym samym systemie produkcji
Masa ciała	Większe i cięższe zwierzęta potrzebują więcej energii bytowej. Także wzrost od masy ciała przy wycieleniu do uzyskania dojrzałości lub do uboju jest większy co wymaga więcej energii
Grodzenie, wypas lub żywienie pod dachem	Kiedy zwierzęta muszą poszukiwać paszy i muszą dużo chodzić, zapotrzebowanie na energię jest wyższe niż

	wtedy, gdy znajdują się wewnątrz pomieszczeń i nie ma potrzeby wykonywania żadnego wysiłku, aby zdobyć paszę
Gospodarka obornikiem	
Przechowywanie	Sposób przechowywania i czas przechowywania definiuje poziom emisji
Wykorzystanie obornika	Sposób zagospodarowania obornika określa emisje do środowiska. Także, kiedy obornik jest wykorzystywany do upraw nie przeznaczonych na paszę lub na paliwo, jest to określone w pomieszczeniu na obornik; w przypadku rozkładu beztlenowego, jakość czynnika rozkładającego i przechowywanie rozłożonej substancji wyznaczają MCF (ślad węglowy obornika – przyp. tłum.)
Pasze	
Strawność	Odzwierciedla różnicę pomiędzy ilością energii brutto i składnikami odżywczymi w pobranej paszy i w wydalanych odchodach
Zawartość azotu	Zawartość azotu w paszy.
Zawartość włókna neutralno-detergentowego (ang. NDF)	Frakcja węglowodanowa, która zawiera hemicelulozę, celulozę i ligninę
Wykorzystanie	Wylczenie paszy spożytej w stosunku do paszy całkowitej. Nie wykorzystana (marnotrawstwo paszy) pasza może zostać skierowana do systemu zarządzania obornikiem i przyczynić się do powstawania emisji
Produkcja pasz (teren ziemi przeznaczony na pasze)	
Wydajność suchej masy na hektar	
Procentowa wydajność wszystkich upraw	W przypadku pozostałości upraw lub odpadów, musi być określona procentowa ilość ogólnej wydajności plonu upraw (np. ziarna + słoma)
Wykorzystanie obornika i nawozów	
Zużycie energii przez urządzenia	Przy zarządzaniu zbiorem (np. uprawa ziemi, zbiór plonu i utrwalenie) oraz przy utrzymaniu gospodarstwa (np. żywopłoty, trawniki, mycie, odprowadzanie obornika)
Transport paszy	Transport składników paszy do miejsca produkcji zwierzęcej
Dalsze przetwarzanie paszy	Dalsze przetwarzanie pasz na koncentraty (pasze treściwe) w młynie paszowym
Aktualne wykorzystanie gruntu	W przypadku użytków zielonych, musi być określone zarządzanie użytkami zielonymi w celu oceny, czy warunki się poprawiają, są stałe czy się pogarszają. Ta ostatnia sytuacja ma miejsce w przypadku nadmiernego wypasu i pogorszenia się jakości ziemi. W przypadku ziemi ornej, system uprawy może odegrać pewną rolę w degradacji i zmniejszeniu obecności węgla w glebie

Poprzednie wykorzystanie gruntu	Kiedy las przekształcany jest w użytki zielone albo ziemię orną, mają miejsce duże straty węgla. W przypadku zmiany w użytkowaniu gruntów, stosuje się ramy czasowe 20 lat, zgodnie z wytycznymi IPCC [48].
Inne zewnętrzne wartości wejściowe	
Energia elektryczna potrzebna do dojenia krów	
Energia potrzebna do ogrzewania	
Energia potrzebna do schładzania	
Zaopatrzenie w wodę	
Inne	W tym herbicydy, pestycydy, jak również straty czynników chłodzących
Przetwórstwo	
Mleko surowe	Całość alokowana na zakład produkcyjny
Składniki	Składniki inne niż mleko surowe
	Kraj pochodzenia Transport składników do zakładu produkcyjnego
Produkty pośrednie	Transfery pomiędzy miejscem produkcji a firmą (n.p. śmietanka, maślanka, laktoza) Transport produktów pośrednich
Energia	Zużycie energii elektrycznej i termicznej (cieplnej) Źródło energii (węgiel kamienny, gaz ziemny, ropa, LPG i biogaz) Systemy kogeneracyjne
Substancje chemiczne	Główne chemikalia stosowane w systemach CIP (ang. cleaning in place – mycie w obiegu zamkniętym – przyp. tłum.) (np. substancje żrące, kwas azotowy, Triplex, podchloryn sodu) Transport substancji chemicznych do zakładu produkcyjnego
Pakowanie	Ilość materiałów opakowaniowych i ich surowiec: papier, karton, LDPE, LLDPE Azot i ditlenek węgla stosowane podczas pakowania gotowych produktów Kraj pochodzenia materiałów opakowaniowych
Czynniki chłodzące	Ilość i typ środków chłodzących stosowanych w produkcji i przechowywaniu produktów gotowych
Woda	Ilość wody i proces oczyszczania ścieków
Ścieki	Ilość wytworzonej zużytej wody i proces oczyszczania ścieków
Odpady stałe	Ilość suchej masy odpadu produktu i ilość poddana recyklingowi
Produkt gotowy	Ilość produktu (mleko, jogurt, ser, mleko w proszku itp.) wyprodukowanego w zakładzie przetwórczym

10.10. MODEL WYKONALNOŚCI DLA RÓŻNYCH OPCJI ŁAGODZENIA SKUTKÓW EMISJI

Kiedy stosuje się lub ocenia opcje zmniejszenia potencjału emisji gazów w gospodarstwie i kiedy obejmuje to ocenę CF, ważne jest uwzględnienie tematów wyszczególnionych w poniższym modelu wykonalności opcji potencjału łagodzenia skutków emisji i skali wykonalności założonego celu.



10.11. OPCJE ŁAGODZENIA EMISJI W CELU ZMNIEJSZENIA ŚLADU WĘGLOWEGO (CF)

Tabela 5. Opcje łagodzenia skutków emisji GHG w ciągu całego cyklu życia w sektorze mleczarskim

Opcje łagodzenia	Krótki opis
1.0. INHIBITORY JELITOWEGO CH₄	
1.1. Suplementy paszy	
Inhibitory CH ₄	IDF uważa, że są takie produkty dostępne na rynku, poniższe sprawozdanie pozwoli Wam dokonać przeglądu w tym zakresie. link: https://globalresearchalliance.org/wp-content/uploads/2021/12/An-evaluation-of-evidence-for-efficacy-and-applicability-of-methane-inhibiting-feed-additives-for-livestock-FINAL.pdf Azotany mogą być obiecującymi środkami łagodzącymi emisje CH₄, szczególnie w niskobiałkowych dietach, które mogą być dostarczone z suplementacji azotem niebiałkowym.
Związki działające jako receptory elektronowe	Przykłady: fumaran, jabłczan, azotan, siarczan, nitroetan etc. Ograniczenia: Drobnoustroje żwacza adaptują się do związków azotanowych; ryzyko powstania NH₃ i toksyczności z produktu pośredniego (azotyn). Fumaran i jabłczan muszą być stosowane w dużych dawkach, a z powodu ich wyższego kosztu, mogą mieć ograniczoną możliwość stosowania.
Jonofory	Jonofory pomagają obniżyć w żwaczu proporcję octan:propionian. Poprzez swój wpływ na wykorzystanie paszy i redukcję CH₄ na jednostkę paszy, jonofory prawdopodobnie miałyby umiarkowany wpływ łagodzenia emisji CH₄ u przeżuwaczy żywionych paszami o wysokiej zawartości ziarna lub mieszanej: ziarno-zielonki. Ten efekt jest mniej trwały u przeżuwaczy żywionych w oparciu o pastwiska. Przykład: monenzyna Ograniczenia: możliwość powstania oporności na antybiotyki. Niedozwolony jako stymulator wzrostu.
Roślinne związki bioaktywne	Związki polifenolowe takie jak taniny (skondensowane i hydrolizujące) są anty-metanogenne i wobec tego mogą stanowić możliwość redukcji jelitowych emisji CH₄ do 20%. Ulegające hydrolizie taniny bezpośrednio hamują metanogeny, podczas gdy taniny zagęszczane hamują trawienie włókna i w ten sposób, produkcję CH₄. Saponiny i olejki eteryczne wymagają długich badań, zanim mogłyby zostać zalecone do stosowania. Przykłady: Roślinne drugorzędne metabolity takie jak taniny, saponiny, olejki eteryczne i ich aktywne składniki. Ograniczenia: Taniny mogą być kompromisem między pobraniem paszy a produkcją zwierzęcą (taniny redukują absorpcję aminokwasów i wobec tego oddziałują jako czynnik przeciwżywieniowy gdy stężenia ogólnego strawnego białka ograniczają produkcję mleka).
Lipidy pokarmowe	Lipidy pokarmowe podlegają biouwodornieniu w żwaczu i w ten sposób zmniejszają dostępność wodoru lub redukują odpowiedniki metanogenezy. Poza tym, lipidy także wywierają anty-metageny wpływ z powodu ogólnego tłumienia bakterii i pierwotniaków w żwaczu. Lipidy pokarmowe są efektywne w redukowaniu emisji CH₄ ale wykonalność w tym względzie zależy od efektywności kosztów,

	potencjalnych wpływów na pobranie paszy, produktywność i zawartość tłuszczu mleka. Przykłady: sole wapniowe kwasów tłuszczowych, zbrylony tłuszcz, tłuszcze roślinne, nasiona roślin oleistych, łój itp. Ograniczenia: Przy wyższym poziomie włączenia, niechronione lipidy mają wpływ na strawność włókna, a to powoduje spadek zawartości tłuszczu mleka.
Enzymy egzogenne	Enzymy egzogenne mogą poprawić wykorzystanie paszy i w ten sposób pośrednio zmniejszyć emisję CH₄ Przykłady: endoglukanaza, ksylanaza itp. Ograniczenia: z powodu niezgodności danych, enzymy egzogenne nie mogą być zalecone jako efektywna praktyka ograniczenia skutków emisji
Bezpośrednio podawane drobnoustroje (ang. Direct-fed microbials, DFM)	Pośrednie wpływy DFM obejmuje stabilizację pH żwacza, wzrost ogólnej produkcji VFA (ang. Volatile Fatty Acids, lotne kwasy tłuszczowe- przyp. tłum.), redukcję mleczanu, zwiększenie pochłaniania tlenu, podaż czynników wzrostu dla rozwoju bakterii, zwiększenie substancji organicznej w strawności włókna, białka drobnoustrojowego w dwunastnicy i przepływy metioniny. Pośrednie efekty drożdży mogłyby umiarkowanie obniżyć intensywność emisji CH₄. Przykłady: Produkty drożdży (drożdże żywe, kultury drożdży) gatunku <i>Aspergillus oryzae</i> i <i>Sachcharomyces cerevisiae</i> Ograniczenia: Nie ma ograniczeń jako takich, jednakże istnieje niedostateczna ilość dowodów wskazujących na bezpośredni wpływ drożdży na złagodzenie emisji CH₄.
Defaunizacja	Defaunizacja jest procesem, w którym pierwotniaki są usuwane ze żwacza przez czynniki defaunizujące. Podczas wspomnianego procesu zmniejsza się także w żwacu populacja metanogenów powiązanych z pierwotniakami. Przykłady: kwas laurowy, olej kokosowy, olej lniany itp. Ograniczenia: Pierwotniaki odgrywają ważną rolę w trawieniu włókna i substancji organicznej. Wobec tego, defaunizacja może mieć negatywny wpływ na strawność, produkcję zwierzęcą i poziom tłuszczu mleka. Dodatkowo, usunięcie metanogenów związanych z pierwotniakami może wywołać wzrost populacji bakterii związanych z metagenami. Z powodu różnorodności i niepewności co do reakcji na defaunizację, nie można jej zalecić do praktycznego stosowania w strategii łagodzenia skutków emisji CH₄.
Szczepionki przeciwko metanogenom	Szczepionki przeciwko archeobakteriom żwacza (archeobakterie – drobne, jednokomórkowe bakterie zaliczane do prokariotów, informacja z Wikipedii – przyp. tłum) oparte są na koncepcji ciągłej dostawy przeciwciał do żwacza poprzez ślinę. Aby było to skuteczne, szczepionka musi obejmować całą ‘społeczność’ metanogenną a nie tylko poszczególne gatunki. Takie podejście znajduje się wciąż w stanie badań i nie jest gotowe do praktycznego zastosowania.

1.2. Pasze i gospodarka paszowa

Wpływ pobrania paszy	Kiedy pobranie paszy wzrasta, współczynnik wydajności Y_m spada o około 1.6% jednostki na każdy poziom pobrania powyżej potrzeb bytowych. Zwiększenie pobrania paszy zwiększa ułamkową szybkość przejścia paszy i obniża strawność (zależnie od jakości paszy) i w ten sposób obniża CH_4. Jednakże, zredukowana strawność jako rezultat zwiększonego pobrania suchej masy może zwiększyć wydalanie fermentowalnej masy organicznej w oborniku i w ten sposób, emisje CH_4 i N_2O w zależności od typu systemu zarządzania obornikiem.
Włączenie pasz treściwych (koncentratów)	Zwiększenie proporcjonalnej ilości koncentratów (pasz treściwych) w dawce pokarmowej może obniżyć emisję jelitową CH_4 na jednostkę pobrania paszy i uzyskanej produkcji mleka. Jednakże, to nie może być wykonalna długoterminowa strategia łagodzenia emisji GHG, ponieważ ignoruje ona znaczenie przeżuwaczy w przekształcaniu pasz zawierających włókno w jadalne produkty, przesunięcie w przekierowaniu zboża na cele żywienia rosnącej populacji ludzkiej. Zwiększenie proporcji koncentratów (pasz treściwych) w diecie do wysokich poziomów wpłynie negatywnie na strawność włókna, co dodatkowo oprócz potencjalnej straty w produkcji, spowoduje zwiększoną koncentrację fermentowalnej masy organicznej w oborniku i może zwiększyć emisje CH_4 pochodzące ze składowanego obornika.
Jakość zielonek i zarządzanie	Przy osiągnięciu dojrzałości roślin, zawartości NDF, ADF i ligniny zwiększają swą zawartość w zielonce, co wpływa negatywnie na strawność. Emisje CH_4 z fermentacji jelitowej są skorelowane z wyższą jakością składników odżywczych (typ zielonki) i strawnością (stadium dojrzałości) W zakresie traw, trawy C3 (chłodna pora roku) są bardziej strawne niż trawy C4 (gorąca pora roku), przy czym te ostatnie mają wyższe stężenie estrów kwasu p-kumarynowego ligniny. Zbiór zielonki we wczesnym stadium dojrzałości zwiększa w niej zawartość rozpuszczalnych węglowodanów i zmniejsza drewnienie ścianek komórek roślinnych, w ten sposób zwiększając jej strawność i obniżając emisje jelitowe CH_4 na jednostkę strawnej suchej masy.
Przetwórstwo pasz	Przetwórstwo ziarna w celu zwiększenia jego strawności prawdopodobnie może obniżyć emisje jelitowe CH_4 na jednostkę produktu. Jednakże, taka praktyka łagodzenia skutków emisji nie może być wykonalna z ekonomicznego punktu widzenia w niskonakładowych systemach produkcji.
Żywienie precyzyjne	Żywienie precyzyjne tj. ściśle powiązane z zapotrzebowaniem zwierząt na składniki odżywcze i podaż tych składników w paszy, jest ważne dla maksymalnego zwiększenia produkcji pasz, stabilizacji fermentacji w żwaczu, maksymalnego zwiększenia produkcji mikrobiologicznego białka, poprawy zdrowia żwacza i całego zwierzęcia, oraz zminimalizowania wydalania składników odżywczych w odchodach. Oczekuje się, że wymienione efekty żywienia precyzyjnego zmniejszą emisje GHG pochodzące z fermentacji jelitowej i ze składowanego obornika.

2.0 OBORNIK I GOSPODARKA OBORNIKIEM

Manipulacje pokarmowe (zawartość białka)	Żywienie krów niskobiałkowymi dietami powoduje zredukowane emisje N_2O podczas przechowywania obornika. Jednakże, obniżanie stężenia białka pokarmowego ulegającego rozkładowi w żwaczu może obniżyć strawność włókna w całym przewodzie pokarmowym, zwiększyć stężenie węglowodanów ulegających fermentacji, co z kolei może zwiększyć produkcję CH_4 w oborniku. Jednakże, wspomniane efekty mogą być neutralizowane przez obniżoną produkcję CH_4 z fermentacji jelitowej, ponieważ zdolność rozkładu włókna w żwaczu zmniejszy się. Należy unikać zwiększonej zawartości białka pokarmowego, ponieważ to prawdopodobnie zwiększy emisje NH_3 i N_2O pochodzące z obornika. Jako efektywną praktykę łagodzenia emisji NH_3 i N_2O pochodzących z obornika, zaleca się żywienie białkiem ściśle z zapotrzebowaniem zwierząt w tym zmiany w stężeniu białka zależnie od stadium produkcji danego zwierzęcia. Niskobiałkowe diety dla przeżuwaczy powinny być bilansowane dla białka rozkładanego w żwaczu (ang. rumen-degraded protein, RDP – przyp. tłum.), aby nie osłabić syntezy białka drobnoustrojowego i zdolności do rozkładu białka w żwaczu. Diety powinny być zbilansowane pod względem aminokwasów, aby uniknąć spadku pobrania paszy i obniżenia wydajności.
Biofiltracja	Niniejsza technologia oparta jest na oczyszczaniu wentylowanego powietrza z pomieszczeń dla zwierząt przy zastosowaniu biologicznych płuczek w celu przekształcenia NH_3 w N_2O, lub złożów biologicznych do absorpcji NH_3. Zapobieganie stratom NH_3 może także pośrednio zredukować emisje N_2O, obniżając odkładanie się amoniaku i konsekwentne przekształcanie w N_2O. Przy stosowaniu biofiltracji, należy wziąć pod uwagę potencjalne tworzenie się N_2O w płuczkach biofiltrów (biofiltry stosowane w celu wypłukania NH_3 ze strumieni gazów w pomieszczeniach dla zwierząt generują N_2O jako rezultat procesu nityfikacji i denityfikacji w pożywkach biofiltracyjnych).
Przechowywanie i rozdzielanie obornika	Większość opcji łagodzenia emisji GHG pochodzących z przechowywanego obornika, takich jak redukcja czasu przechowywania obornika, napowietrzanie, rusztowe podłogi i stertowanie (układanie w stosy) mają ogólnie na celu zmniejszenie czasu dozwolonego na przeprowadzenie procesu fermentacji drobnoustrojowej lub stworzenie warunków natleniania przed nawożeniem gruntu. Niniejsze praktyki obniżania skutków emisji są skuteczne, ale ich ekonomiczna wykonalność jest niepewna. Rozdzielenie obornika na płynny i na suchą masę oraz kompostowanie w warunkach tlenowych suchej masy wykazało redukcję CH_4, ale może mieć zmienny wpływ na emisje N_2O i zwiększyć NH_3 i ogólne straty azotu (N) w oborniku.
Pokrywy zbiorników do składowania obornika	Pół-przepuszczalne pokrywy są cenne w redukcji emisji NH_3, CH_4 i zapachów, ale prawdopodobnie zwiększą emisje N_2O; wobec tego, ich efektywność nie jest jasna, a rezultaty mogą się znacznie różnić. Nieprzepuszczalne pokrywy takie jak warstwy olejów i uszczelnione pokrywy z tworzyw sztucznych są efektywne w redukowaniu emisji gazowych, ale nie są bardzo praktyczne. Zaleca się spalanie CH_4 nagromadzonego pod nieprzepuszczalnymi pokrywami w celu wyprodukowania energii elektrycznej lub ciepła.
Zakwaszanie obornika	Umiarkowany spadek pH obornika wskutek zakwaszenia powoduje istotną redukcję ulatniania się NH_3 i straty CH_4 z przechowywanego obornika.

Kompostowanie	Kompostowanie obornika zwierzęcego powoduje istotne straty N i CO ₂ , ale korzyści płynące z redukcji zapachu i emisji CH ₄ w porównaniu do beztlenowo przechowywanego obornika powodują, że można uznać takie postępowanie jako zalecaną opcję obniżania emisji GHG. Jednakże, straty azotu, głównie NH ₃ , ale także N ₂ O są znaczne.
Fermentacja w warunkach beztlenowych	Zastosowanie beztlenowych fermentatorów obornika jest zalecaną strategią łagodzenia emisji GHG, mającą istotny wpływ na wychwytywanie i niszczenie większości CH ₄ z obornika, generuje energię odnawialną i zapewnia możliwości poprawy sytuacji w zakresie emisji GHG w krajach rozwijających się. Zarządzanie rodzajami fermentacji jest ważne, aby nie stały się one „wydzielaczami” (emiterami) CH ₄ netto. Mogłyby to także stanowić potencjał dla zmniejszania emisji N ₂ O po zastosowaniu do gruntu przefermentowanego obornika, chociaż obecne wyniki w tym względzie nie są jasne.
Zastosowanie obornika	Obniżenie stężenia azotu w oborniku, zapobieganie powstaniu warunków beztlenowych, lub redukcja koncentracji węgla podlegającego rozkładowi w oborniku to pomyślne strategie zmniejszenia emisji GHG pochodzących z obornika stosowanego na glebę. Rozdzielenie suchej masy obornika i beztlenowa wstępna obróbka degradacyjna może złagodzić emisje CH ₄ pochodzące z obornika zastosowanego pod powierzchnią gruntu, które mogą skądinąd być wyższe niż z nawozu zastosowanego na powierzchni gruntu. Regulacja czasowa stosowania obornika (tj. unikanie stosowania go przed deszczem) i utrzymywanie pH gleby powyżej 6.5 może obniżyć emisje N ₂ O.
Ureaza i inhibitory nitryfikacji	Inhibitory nitryfikacji przedstawiają obiecującą ofertę redukcji emisji N ₂ O pochodzących z intensywnych programów produkcji żywca, ale wynikają z tego ograniczone korzyści dla producentów poza zredukowaniem strat azotu. Inhibitory ureazy są efektywne w utrwaleniu mocznika i redukcji ulatniania się NH ₃ . Jednakże, inhibitory ureazy mogą spowodować ograniczone emisje N ₂ O z powodu potencjalnego wzrostu amoniaku i następującego potem stężenia azotanów w glebie.
3.0. HODOWLA ZWIERZĄT	
Poprawa wydajności produkcji zwierzęcej	W wielu częściach świata, pojedynczą najbardziej skuteczną strategią łagodzenia emisji GHG jest zwiększenie wydajności zwierzęcej, co może pozwolić na redukcję liczby zwierząt dostarczających ten sam produkt spożywczy przy zmniejszonym śladzie węglowym dla środowiska. Poprawę wydajności zwierząt można osiągnąć poprzez liczne mechanizmy w tym genetykę zwierząt, żywienie, reprodukcję, zarządzanie opieką zdrowotną zwierząt i ogólne zarządzanie działalnością w gospodarstwie. Zaleca się: poprawę jakości zielonek, w tym zbóż w diecie, uzyskiwanie poprawy potencjału genetycznego zwierząt dla celów produkcji, poprzez prawidłowe żywienie i stosowanie miejscowych ras lub mieszańców ras w celu poprawienia wydajności zwierząt oraz redukcji emisji GHG na jednostkę produktu.
Genetyka zwierząt	Potencjał zastosowania resztkowego pobrania paszy (ang. residual feed intake, RFI – przyp. tłum.) jako narzędzie selekcji dla niskich poziomów emisji CH ₄ stanowi interesującą opcję łagodzącą, ale obecnie brak jest dowodów z wnioskami, czy zwierzęta o niższym wskaźniku RFI dają niższą emisję CH ₄ na jednostkę pobranej paszy lub produktu. Wobec tego, korzyść z redukcji GHG poprzez RFI jest uważana za niepewną.

	Jednakże, selekcja na wykorzystanie paszy da w rezultacie zwierzęta o niższej intensywności emisji GHG. Różnice ras oraz maksymalne wykorzystanie potencjału genetycznego zwierząt pod kątem efektywności wykorzystania paszy mogą być mocnym narzędziem zarówno w przypadku przeżuwaczy jak i zwierząt nieprzeżuwających.
Zdrowie i śmiertelność zwierząt	Oczekuje się, że poprawiony stan zdrowia zwierząt i obniżona śmiertelność i zapadalność da w rezultacie zwiększoną wydajność stada, osłabienie emisji GHG nie będących CO ₂ przypadających na jednostkowy produkt.
Płodność zwierząt	Niska płodność zwiększa pośrednio emisje GHG pochodzące z systemów produkcji zwierzęcej; jest to głównie spowodowane tym, że przy niskiej płodności producenci żywca utrzymują więcej zwierząt na jednostkę produkcji i posiadają więcej zwierząt remontowych do zachowania wielkości stada. Optymalny moment odstawienia potomstwa od matki i osiągnięcie okresu dojrzwania płciowego, obniżenie wieku pierwszego wycielenia, wzbogacenie żywienia przed okresem rozrodczym, wzmożona opieka i oraz stan zdrowia w okresie okołoporodowym oraz zastosowanie wspomaganych technologii reprodukcji mogą przyczynić się do redukcji emisji GHG. Zastosowanie technologii reprodukcji tam, gdzie są one dostępne i efektywne pod względem kosztów, takich jak selekcja genetyczna/genomowa pod kątem płodności, sztuczne unasienianie, nasienie selekcyjne pod kątem płci, przenoszenie zarodków i synchronizacja rui/owulacji zwiększa efektywność reprodukcji i zmniejsza liczbę utrzymywanych zwierząt oraz intensywność emisji gazów cieplarnianych (GHG).
4.0.PRZETWÓRSTWO I TRANSPORT	
Oszczędność energii	Redukcja zużywanej energii na kg otrzymanego produktu i inwestowanie w energooszczędne przedsięwzięcia może przynieść dywidendy dla gospodarstwa.
Zielona energia	Zalecamy generowanie i wykorzystywanie zielonej energii elektrycznej, biopaliwa, elektryfikację
Dobra praktyka przetwórcza	Należy unikać marnotrawstwa żywności i obniżania klasy produktu; stosować CIP, przejść na środki chłodzące bez emisji GHG oraz przyjąć energowydajne techniki suszenia
Zrównoważone zaopatrzenie	Zakup (nie) mleczarskich składników o niskim śladzie węglowym (CF)
Pakowanie	Stosować materiały opakowaniowe o niskim CF, zwracać szczególną uwagę na wielkość dawek pokarmowych, aby zredukować marnotrawstwo żywności i ilości użytego materiału opakowaniowego. Poprawić projektowanie opakowań aby uniknąć marnotrawstwa żywności, redukcji masy produktu, stosować materiały pochodzące z recyklingu lub bio, jeśli powodują one niższy ślad węglowy (CF).
Transport	Zredukować odległość transportu tam gdzie możliwe i optymalizować efektywne łańcuchy dostaw Stosować energetycznie efektywne sposoby transportu (nowoczesne pojazdy). Ogólnie mówiąc, stosować transport statkiem, następnie pociągiem, następnie ciężarówką, a następnie samolotem (ranking kolejności stosowania zależny od wpływu na środowisko, od niskiego do wysokiego) w celu zredukowania emisji GHG. Unikać zepsucia i uszkodzenia produktów poprzez optymalne schładzanie i odpowiednie opakowanie.

	Do transportu drogowego stosować biopaliwa, ciężarówki napędzane wodorem, samochody elektryczne i inne zrównoważone niekopalne źródła energii.
Zawartość suchej masy	Rozważyć odległość i czas transportu - płynne składniki w serwatce są lepsze jeśli transport jest krótki, ale serwatka powinna być w postaci proszku jeśli rozważany jest jej transport. Unikać ponownego suszenia i rozcieńczania składników w przypadku mieszanych produktów mleczarskich
Przepis na sukces	Zbilansować ślad węglowy (CF) i wartość żywieniową (mieszanych) produktów mleczarskich. Wziąć także pod uwagę zawartość wody, nasyconego tłuszczu, soli i cukru, które powinny być zoptymalizowane, aby zminimalizować CF i maksymalnie zwiększyć wartość żywieniową.
5.0. SPOŻYCIE DETALICZNE I KONIEC CYKLU ŻYCIA PRODUKTU	
Handel detaliczny	Należy poinformować konsumenta o CF produktów spożywczych i ich wartości żywieniowej, w tym dalszym zróżnicowaniu w oparciu o dane dobrej jakości produktów Unikać zepsucia i zniszczenia produktów, stosować skuteczną logistykę i przechowywanie w zgodności z zaleceniami dotyczącymi przetwórstwa i transportu.
Konsument	Obniżyć stosowanie paliw opartych na surowcach kopalnych, jadąc na zakupy produktów spożywczych Stosować energoefektywne urządzenia domowe Unikać zepsucia i niszczenia produktów, marnotrawstwa żywności i konsumpcjonizmu
Koniec cyklu życia produktów	Stosować opakowania nadające się do recyklingu, ale należy zwrócić uwagę na zużycie energii potrzebnej do recyklingu. Unikać marnotrawstwa żywności – stosować ją jako pasze dla zwierząt, jeśli pozwalają na to miejscowe lub krajowe przepisy, albo ją kompostować, ale brać pod uwagę emisje pochodzące z kompostowania. Unikać tworzenia wysypisk – preferowane jest wychwytywanie CH ₄ i generowanie energii. Unikać spalania odpadów; jeśli można, to próbować połączyć to z pozyskiwaniem energii.

10.12. WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE OBLICZANIA JEDNOSTKI FUNKCJONALNEJ (FU) W ZGODNOŚCI Z PUNKTEM 9.3 INDEKSU ŻYWIENIOWEGO NRF (**ang.** nutrient-rich food, produkt spożywczy bogaty w składniki odżywcze – przyp. tłum.)

Punkt 9.3 Indeksu NRF [89] zawiera następującą treść:

- Bonus dla „kwalifikowanych” składników odżywczych: białko, włókno, witamina A, C i E, żelazo, potas, wapń, magnez.
- Kara za „dyskwalifikowane” produkty: nasycone kwasy tłuszczowe, dodany cukier, sól.

Następujące wymagania dla zbioru danych 9.3 NRF [89] :

- Ilość wspomnianych powyżej składników odżywczych na 100 kcal (alternatywnie na porcję lub 100 g) badanego produktu
- Lokalne (jeśli nie dostępne, to ogólne) ‘zalecana dzienna dawka’ wymienionych składników odżywczych (z wyjątkiem wolnego cukru)
- Dla dodanego cukru, stosowana jest definicja WHO [90] ‘wolny cukier’, tj. cukier naturalnie występujący w owocach, warzywa i produktach mleczarskich nie jest brany pod uwagę. Cukier powstały w procesie przetwórstwa n.p. przez rozpad węglowodanów jest uwzględniany. Dla wolnego cukru, organizacja WHO [90] zaleca maksymalnie 10% ogólnej energii dziennie. Oznacza to maksymalnie ~ 50 g dla kobiet i ~ 60 g dla mężczyzn.
- Wobec innych składników odżywczych, dzienna zalecana dawka (**ang.** recommended daily allowance, RDA) dla przeciętnego mężczyzny i kobiety to wartości stosowane lokalnie jako preferowane. Wyjątek może mieć miejsce, kiedy badanie ma na celu szczególne grupy docelowe, na przykład w przypadku żywności dla niemowląt lub żywienie osób w podeszłym wieku.

Tabela 6. Przykładowe obliczanie 9.3 NRF dla produktu mleczarskiego

BONUS (Premia)	Jednostka	Substancje odżywcze/100 kcal		RDI		NRI 9.3.
Białko	g	8	*100/	50	=	15
Włókno	g	0	*100/	35	=	0
Witamina A	mcg	33	*100/	800	=	4
Witamina E	mg	0	*100/	13	=	0
Witamina C	mg	2	*100/	75	=	3
Żelazo	mg	0	*100/	11	=	0
Potas	mg	356	*100/	3500	=	10
Wapń	mg	273	*100/	950	=	29
Magnez	mg	27	*100/	350	=	8
Średnia						8
KARA						
Nasycone kwasy tłuszczowe	g	2	*100/	-20	=	-10
Dodany cukier	g	0	*100/	-60	=	0
Sól	mg	93	*100/	-6000	=	-2
Średnia						-4
Ogólny 9.3 NRI						4

MIĘDZYNARODOWA FEDERACJA MLECZARSKA

INSTRUKCJE DLA AUTORÓW

Przedstawianie prac

Przedstawianie rękopisu (czy to w ramach tematu IDF w zakresie programu prac lub w ramach zdarzeń IDF) implikuje, że dane opracowanie nie jest rozważane równolegle do publikacji gdzie indziej. Przedstawienie dokumentów utworzonych przez wielu autorów wymaga zgody wszystkich autorów.

Rodzaje przedstawianych prac

Monografie; oddzielne rozdziały monografii; artykuły przeglądowe; prace techniczne lub naukowe przedstawiane na zdarzeniach IDF; komunikaty; sprawozdania z działań realizowanych w ramach programu prac IDF.

Język

Wszystkie prace powinny być napisane w języku angielskim.

Rękopisy

- Pliki do wysłania pocztą elektroniczną e-mail lub przez naszą stronę FTP. Szczegóły dotyczące loginu – hasła dostępu zostaną wysłane na życzenie.
- Końcowy dokument ma być w programie Word 2003 or 2007
- Wszystkie tabele /rysunki włączone do dokumentu końcowego powinny być wysłane oddzielnie, w plikach w programie Word, Excel lub Power Point, w formacie czarno-białym lub kolorowym.
- Wszystkie pliki mają być podpisane nazwiskiem autora plus tytuł pracy/tabeli/rysunku.

Odniesienia

- Odniesienia w dokumencie mają być ponumerowane i umieszczone w nawiasach kwadratowych
- Wykazy odniesień na końcu dokumentu mają zawierać następujące elementy:

- Nazwiska i inicjały imion wszystkich autorów;
- Tytuł dokumentu (lub rozdziału, gdy publikacja jest w formie książki);
- Jeśli publikacja jest w formie czasopisma, tytuł czasopisma (skrót zgodnie z przewodnikiem bibliografii dla wydawców i autorów: Bibliographic Guide for Editors and Authors”, opublikowanym przez The American Chemical Society, Washington, DC) i numer tomu;
- jeśli publikacja jest książką, nazwę wydawców, miasto lub miejscowość, i nazwę oraz inicjały edytorów;
- jeśli publikacja jest pracą naukową, nazwa uczelni oraz miasto lub miejscowość; numer strony lub numery stron oraz data.

Przykład 1: Singh, H. & Creamer, L.K. Aggregation & dissociation of milk protein complexes in heated reconstituted skim milk. J. Food Sci. 56:238-246 (1991).

Przykład 2: Walstra, P. The role of proteins in the stabilization of emulsions. In: G.O. Phillips, D.J. Wedlock & P.A. Williams (Editors), Gums & Stabilizers in the Food Industry – 4, IRL Press, Oxford (1988).

Streszczenia

Do każdej pracy/rozdziału musi być dołączone streszczenie (abstract) nie przekraczające 150 słów.

Adresy

Autorzy i współautorzy muszą wskazać pełne adresy (w tym adresy e-mailowe)

Konwensje pisowni i edytowania

Należy przestrzegać konwencji IDF w pisowni i edytowania. Patrz Załącznik 1 poniżej

ZAŁĄCZNIK 1 IDF KONWENCJI PISOWNI I EDYTOWANIA

W przypadku osób posługujących się językiem angielskim jako macierzystym (native speakers) respektowane są narodowe konwencje (brytyjska, amerykańska itd, w pisowni, gramatyce itp. ale błędy będą korygowane i tam gdzie może powstać nieporozumienie, należy wyjaśnić, na przykład, w przypadku jednostek o różnych wartościach (galon) lub słów o istotnie różnych znaczeniach (bilion).

„	Zwykle podaje się podwójne znaki a nie pojedyncze
?!	Pół spacji po znakach zapytania i wykrzyknikach
±	Pół spacji przed i po
microorganisms	Bez myślnika
infra-red	Z myślnikiem
et al.	Nie podkreślone ani nie kursywą
e.g., i.e.,	Pisownia w angielskim – na przykład, to jest
litre	Nie liter, chyba, że autor jest Amerykaninem
ml, mg,....	Spacja pomiędzy cyframi a ml, mg
skimmilk	Jedno słowo, jeśli jest przymiotnikiem, dwa słowa jeśli rzeczownik
sulfuric, sulfite, sulfate	Nie sulphuric, sulphite, sulphate (jak ustalone przez IUPAC)
AOAC	Nie AOAC
<u>INTERNATIONAL</u>	
programme	Nie program, chyba, że a) autor jest Amerykaninem albo b) program komputerowy
milk and milk product	Raczej niż „milk and dairy product” - zazwyczaj w tekstach nie naukowych dozwolona jest pewna dowolność
-ize, -ization	Nie –ise, -iation, z pewnymi wyjątkami
Przecinek dziesiętny	W normach (wyłącznie) w obu językach (jak uzgodniono przez ISO)
Bez spacji pomiędzy cyframi a % - tj. 6%. etc.	
Milkfat	Jedno słowo
USA, UK, GB	Bez kropek
Rysunek	Podany w całości
1000-9000	Bez przecinka
10 000, etc.	Bez przecinka, ale ze spacją
Godziny	Ø h
Sekunda	Ø s
Litr	Ø l

the Netherlands

Tam gdzie występuje dwóch lub więcej autorów, obydwa nazwiska podaje się w jednej linii, poprzedzane przez ich inicjały, a następnie ich przynależność w formie odniesienia, na przykład:

A.A. Uthar ¹ & Prof ²

¹Uniwersytet...

² Danish Dairy Board....

IDF nie podaje pisowni międzynarodowych organizacji.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION / FEDERATION INTERNATIONALE DU LAIT
Boulevard Auguste Reyers, 70/B - 1030 Brussels (Belgium) - <http://www.fil-idf.org>