

Analiza cyklu życia w ocenach środowiskowych

Dr inż. Anna M.
Wiśniewska



Department of Ichthyology

Omnis Piscium Scientia



Wstęp

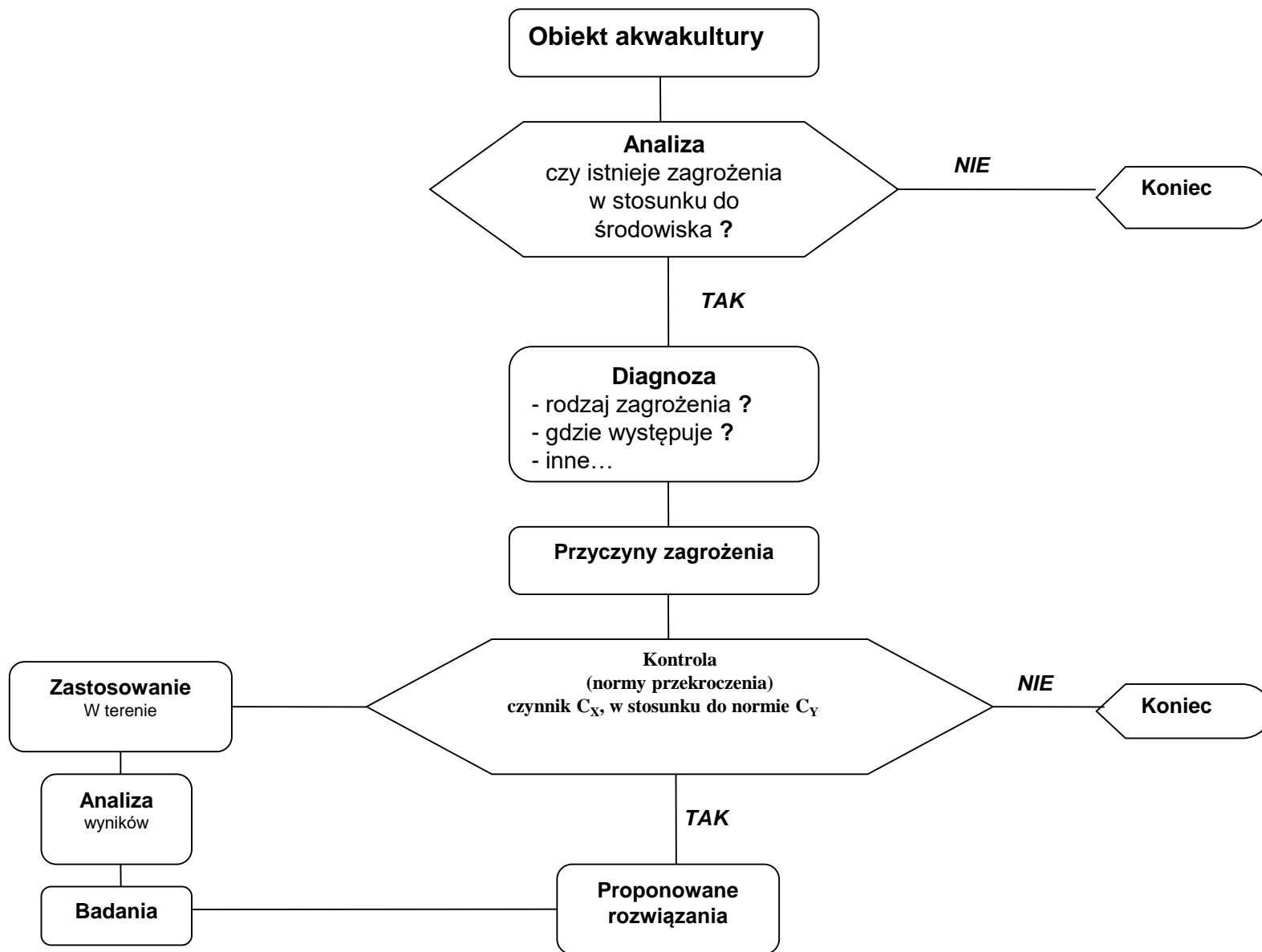
- Akwakultura jest obecnie najszybciej rozwijającym się sektorem produkcji zwierzęcej, a co za tym idzie jej produkty są przedmiotem obrotu na rynkach międzynarodowych.

Ale...

- Rosną obawy o stabilność produkcji ze względu na standardy i wymogi środowiskowe nałożone na sektor akwakultury.

Dlatego...

- W poszukiwaniu najlepszych praktyk środowiskowych dla sektora poszukuje się metod/narzędzi do identyfikacji środowiskowych hot spotów i możliwości porównań wpływu na środowisko różnych systemów produkcji.



Obecny schemat oceny odpowiedzialności środowiskowej

Metody oceny wpływu na środowisko

- **Ocena Oddziaływania Na Środowisko**

(Environmental Impact Assessment)

- **Ślad Ekologiczny**

(Ecological Footprint) - ocena oddziaływania inwestycji na środowisko

- **Rachunek Przepływów Materiałowych**

(Material Flow Accounting) ekologiczna analiza wejść i wyjść

- **Analiza Śladów Energii**

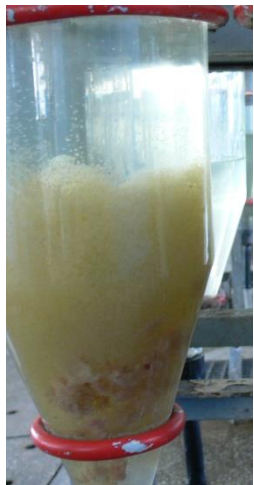
(Environmental Input-Output Analysis)

- **Zapotrzebowanie Materiałowe, Bilans Materiałowy i Energetyczny**

(Energy Footprint)

- **Ekologiczna Ocena Cyklu Życia**

(Life Cycle Assessment) - oddziaływania produktu/technologii/procesu na środowisko.



Ocena cyklu życia (LCA)

- Znormalizowana metoda, jest opisana przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO) w postaci norm (ISO, 2006a ; ISO, 2006b).
- "Cykl życia" oznacza ocenę wszystkich elementów wymaganych dla różnych faz lub spowodowanych istnieniem produktu i obejmuje: surowce i energię wykorzystywane w produkcji, transporcie i przetwarzaniu.

Zakres LCA

LCA obejmuje aspekty środowiskowe produkcji oraz jej potencjalne oddziaływanie na środowisko - na przykład wykorzystanie zasobów naturalnych w trakcie produkcji oraz konsekwencje środowiskowe cyklu produkcyjnego.

stąd często używane określenie: analiza

„ od kołyski



aż po grób”



Ocena faz cyklu życia LCA



Założenie:

We wszystkich fazach istnienia wyrobu (projektowanie, wytwarzanie, użytkowanie i poużytkowe przetwarzanie) występują możliwości ich proekologicznej racjonalizacji.

Dwie podstawowe zasady zmniejszania obciążenia środowiska podczas cyklu istnienia produktu:

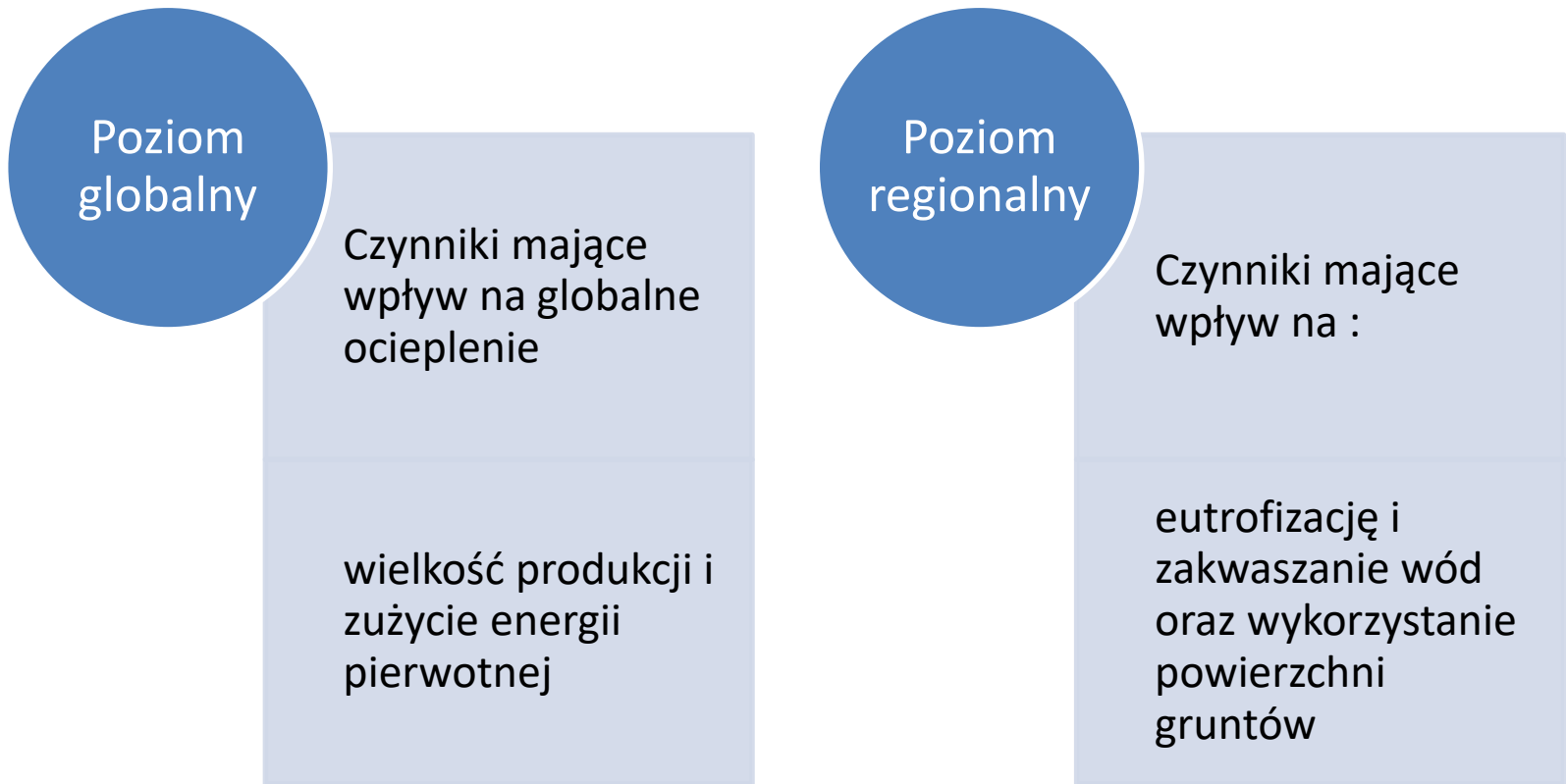
- przejście produktu przez wszystkie fazy cyklu istnienia, co warunkuje minimalizację ilości pobieranych zasobów**
- dążenie do minimalizacji pobieranych zasobów i emisji zanieczyszczeń w każdej fazie cyklu istnienia oraz do maksymalizacji efektu użytecznego spełnianego przez produkt (zrównoważona intensyfikacja)**

LCA może pomóc w

- Identyfikowaniu możliwości poprawy ekologiczności produktów w różnych punktach w ich cyklu życia.
- Informowaniu decydentów lub organizacji pozarządowych.
- Doborze odpowiednich wskaźników efektywności środowiskowej, w tym technik pomiarowych.
- Marketingu (np. stosowania programu oznakowania ekologicznego).

LCA w akwakulturze

- ustalenie rodzajów oddziaływania na środowisko (najbardziej problematyczny element oceny).



Poziom
globalny

Czynniki mające
wpływ na globalne
ocieplenie

wielkość produkcji i
zużycie energii
pierwotnej

Poziom
regionalny

Czynniki mające
wpływ na :

eutrofizację i
zakwaszanie wód
oraz wykorzystanie
powierzchni
gruntów

Ekologiczna ocena akwakultury

Brane pod uwagę następujące kryteria

- **oszczędne wykorzystanie surowców naturalnych** - ochrona surowców, wykorzystanie zasobów odnawialnych, bezpieczne pozyskiwanie surowców, możliwość powtórnego wykorzystania;
- **likwidacja niebezpiecznych skażeń produkcyjnych** - minimalizacja emisji do środowiska w fazie produkcji, unikanie możliwości groźnego skażenia;
- **oszczędność energii** - redukcja nakładów energetycznych na produkcję, transport i przetwórstwo, optymalizacja energetyczna procesu produkcyjnego, ograniczenie zużycia paliw kopalnych;
- **bezpieczeństwo biologiczne** – minimalizacja/brak zagrożeń biologicznych podczas produkcji;
- **oszczędność energii do ogrzewania**, kiedy jego zastosowanie wpływa na obniżenie zapotrzebowania obiektu na energię;
- **zachowanie obiektu w przypadku katastrofy** - brak zagrożenia toksyczną emisją;
- **zmniejszenie składowisk odpadów** - minimalizacja odpadów przy wbudowaniu;
- **bezpieczne składowanie odpadów** w zwykłych warunkach bez konieczności tworzenia specjalnych składowisk.

Etapy analizy LCA

- (1) określenie celu i zakresu badania;
- (2) inwentaryzacja cyklu życia (zbieranie danych);
- (3) ocena wpływu cyklu życia (translacja danych do wskaźników środowiskowych);
- (4) interpretacja i analiza wyników.

Etap I LCA

- Obejmuje przede wszystkim zdefiniowanie jednostki funkcjonalnej czyli usługi lub funkcji, według której oceniane będą alternatywne produkty lub systemy ekonomiczne. Jednostka funkcjonalna jest podstawą analizy w badaniach LCA . Najczęściej jest to ilość produktu w stosunku do której jest mierzone oddziaływanie na środowisko.
- W przypadku rybołówstwa najczęściej używaną jednostką funkcjonalną jest masa filetów.
- W przypadku ocen dotyczących akwakultury jest to **tona wyprodukowanych ryb opuszczających obiekt akwakultury.**

Etap II LCA

- Wyznaczenie procesów jednostkowych czyli ustalenie skąd pochodzą materiały i energia niezbędne do wyprodukowania jednostki funkcjonalnej.

Etap II LCA cd..

Elementy składowe w ocenie oddziaływania jednostki funkcjonalnej w analizie LCA śródlądowych systemów akwakultury.

Składowa	Jednostka podlegająca ewidencji
Potrzeby wodne obiektu	$m^3 \text{ dobe}^{-1}$
Powierzchnia zbiorników hodowlanych	m^2
Zagęszczenie obsad	$kg \text{ m}^{-3}$
Średni FCR	
Roczna produkcja ryb/ produkcja ryb w cyklu	$ton \text{ y}^{-1}$
Roczne zużycie paszy/ zużycie na cykl	$ton \text{ y}^{-1}$
Systemy napowietrzania / natlenienia	występowanie, ilość, typ, wydajność
Uzdatnianie wody	występowanie, ilość, typ, wydajność

Etap III LCA

- Identyfikacja i obliczenie elementów wchodzących do analizowanego systemu ze środowiska oraz elementów wychodzących z tego systemu do środowiska.
- Otrzymuje się katalog wszystkich wykorzystywanych materiałów i energii oraz wszystkich generowanych emisji i odpadów.
- Ze względu na fakt, że dane są bardzo szczegółowe, konieczne jest ich zredukowanie do postaci bardziej zrozumiałej.
- W tym celu definiuje się kategorie wpływu na środowisko, a następnie szacowanie, w jakim stopniu poszczególne elementy tworzące katalog wpływają na środowisko.
- Oddziaływania na środowisko najczęściej sprowadza się do wartości emisji gazów cieplarnianych.

Etap III LCA cd...

Kategorie wpływu na środowisko mające odniesienie do akwakultury śródlądowej.
(na podstawie Roland Clift, Life cycle assessment)

Lp.	Kategoria	Opis
1	Zubożenie energii	wydobycie nieodnawialnych nośników energii
2	Efekt cieplarniany	atmosferyczna absorpcja promieniowania prowadząca do wzrostu globalnej temperatury
3	Skażenie wody i gleby	narażenie flory i fauny na działanie substancji toksycznych
4	Zakwaszenie	zwiększenie kwasowości wody i gleby
5	Skażenie ludzi	narażenie zdrowia ludzkiego na substancje toksyczne znajdujące się w wodzie, powietrzu i glebie, głównie za pośrednictwem żywności
6	Eutrofizacja	zmniejszenie ilości tlenu w wodzie lub glebie poprzez emisję substancji powodujących zwiększenie produkcji biomasy

Etap III LCA cd...

Elementy systemu produkcyjnego akwakultury - oceniane w okresie od początku do zakończenia produkcji:

- **produkcja ryb** (przyrost biomasy, końcowa wielkość produkcji),
- **pasza** (skład według danych producenta, wykorzystanie, współczynnik FCR),
- **produkty weterynaryjne i inne produkty chemiczne** (ilość, skład),
- **ciekły tlen** (tak/nie, ilość),
- **infrastruktura** (typ, powierzchnia stawów, infrastruktura wspierająca),
- **sprzęt** (urządzenia wspierające proces produkcji ryb w trakcie cyklu),
- **źródła energii zużywanej w gospodarstwie** (elektryczność, paliwa i gaz - ilość).

Etap IV LCA

- Dane z gospodarstw są agregowane w kategoriach globalnego i regionalnego wpływu na środowisko według charakterystyk opracowanych w 2002 i ujętych w normach ISO.
- W procesie przeliczania danych z gospodarstw na emisję CO₂, wymaga korzystania ze specjalistycznych baz danych - na tym etapie wykorzystuje się specjalistyczne oprogramowanie.
- Wszystkie wskaźniki dla środowiska są obliczane w przeliczeniu na 1 tonę ryb (jednostka funkcjonalna).

Wskaźniki oddziaływania na środowisko i elementy produkcyjne w systemach akwakultury (na podstawie Roque d'Orbcastel et al. 2008).

Wskaźniki	Skróty	Jednostki	Co jest oceniane
globalne ocieplenia	GWP	kg CO ₂	wpływ na emisję zanieczyszczeń gazowych (CO ₂ , CH ₄ i N ₂ O)
produkcja pierwotna netto	NPPU	kg C	produkcja a wykorzystanie zasobów biotycznych
zużycie energii	Energia	MJ	odpowiada operacyjnym kosztom energii zużytej na potrzeby gospodarstwa
potencjał eutrofizacji	EP	kg PO ₄	teoretyczne zapotrzebowanie na tlen, związane z substancjami stałymi uwalnianymi do ekosystemu w trakcie cyklu hodowlanego.
potencjał zakwaszenia	AP	kg SO ₂	mierzy siłę negatywnego wpływu zanieczyszczeń zakwaszających, takich jak SO ₂ , NH ₃ , NO ₂ , NO _x na gleby i wody powierzchniowe.
wykorzystanie wody	WD	m ³	odpowiada ilości wody płynącej w systemie produkcyjnym.
wykorzystanie powierzchni	SU	m ²	wielkość powierzchni użyta w cyklu hodowlanym.

Przykład



1 Gospodarstwo A

Roczna produkcja - 180 ton
Wsp. pokarmowy FCR - 1,7

Czynniki mogące potencjalnie wywoływać skutki środowiskowe

- duże gospodarstwo,
- wysokie zagęszczenie hodowli ryb,
- na ogół odpowiednia praktyka skarmiania, użycie pasz,
- kontrola jakości wody;

2 Gospodarstwo B

Roczna produkcja – 100 ton
Wsp. pokarmowy FCR – 2,9

Czynniki mogące potencjalnie wywoływać skutki środowiskowe

- małe gospodarstwo,
- relatywnie niższe zagęszczenie hodowli ryb,
- karmienie zbożem z rzadkim dodatkiem pasz,
- brak kontroli jakości wody.

Wyniki analizy LCA

Oddziaływanie	jednostka	Gosp. A	Gosp. B	Zmiana
Wykorzystanie wody	m ³	877	1 121	24,4%
Wykorzystanie gruntu	m ²	1 585	1 839	14,8%
Zużycie energii	MJ	28 645	32 945	12,9%
Globalne ocieplenie	kg CO ₂ eq.	1 727	2 025	14,8%
Potencjał zakwaszenia	kg SO ₂ równ.	13,6	15,9	14,9%
Potencjał eutrofizacji	kg PO ₄ równ.	98	146	39,3%
NPPU	kg C	14 205	16 462	14,7%

Interpretacja

- Niższy poziom dla wszystkich kategorii oddziaływania na jedną tonę ryb, uzyskano dla gospodarstwa A
- Wpływ na wynik oceny miały stosowane praktyki żywieniowe, lepszy FCR i lepsza kontrola wody.
- Różnica w wartościach oddziaływania na środowisko, pomiędzy dwoma gospodarstwami była duża i wahała się od 12% zużycia energii do 40% w odniesieniu do eutrofizacji z główną grupą wpływu o wartości około 14% w przypadku użycia gruntów, globalnego ocieplenia, NPPU i potencjału zakwaszenia.
- Wynik ten sugeruje, że różnica w oddziaływaniu środowiskowym obu gospodarstw jest mniej związana z różnicami charakterystyk samych obiektów (danymi wejściowymi), a bardziej z wykorzystaniem karmy (której gorsze wykorzystanie prowadzi do wysokiego poziomu eutrofizacji).

Podsumowanie

Analiza wyników literaturowych dotyczących badań produkcji akwakultury metodą LCA wskazuje, iż największe możliwości zmniejszenia potencjalnego wpływu na środowisko we wszystkich badanych obszarach wpływu, związane jest:

- z optymalizacją spożycia paszy wyrażaną zmniejszeniem współczynnika pokarmowego,
- ze zmniejszeniem zużycia wody i surowców energetycznych

Dla porównań globalnych, istotne znaczenie może mieć też zmiana struktury paliw stosowanych do wytwarzania energii elektrycznej w Polsce – zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych może przyczynić się do „ekologizacji” wszystkich działów produkcji.



1 Identyfikacja istotnych obszarów w hodowli ryb

- Mogących mieć wpływ na zmniejszenie oddziaływania na środowisko.
- Brane pod uwagę składowe mające wpływ na zużycie energii, zmiany klimatu i eutrofizację, ponieważ są to najbardziej istotne kwestie w globalnych i lokalnych skalach porównań.

2 Porównania „ekologiczności” hodowli ryb do innych produktów

- Warunkiem wykonywania takich porównań jest standaryzowanie metodyki wyboru składowych mających wpływ na produkcję jednej tony ryb
- Pojawiają się próby analiz LCA przeliczające jednostkę funkcjonalną na jedną tonę białka – dla celów porównań produktów różnego pochodzenia



Dziękuję za uwagę

*Zapraszam do współpracy
mającej na celu
opracowanie zestawu
składowych pozwalających
na badanie tą metodą
polskich gospodarstw
rybackich*