

# Osady z gospodarstw rybackich - klasyfikacja i wykorzystanie

Marcin Zieliński, Marcin Dębowski

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
Wydział nauk o Środowisku  
Katedra Inżynierii Środowiska



Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



## Charakterystyka osadów rybackich

Odpady z akwakultury obejmują wszystkie materiały użyte w procesie produkcyjnym, które nie zostały usunięte z systemu w wyniku wzrostu ryb lub odpływu wody w systemach przepływowych. Główne grupy odpadów to niewykorzystana pasza, odchody, stosowane substancje chemiczne i środki farmaceutyczne oraz tkanki ryb. W mniejszej ilości padłe ryby i inne organizmy wodne obecne w systemach akwakultury.

Stężenia zawiesin i innych ciał stałych, które trafiają do masy osadowej w systemach przepływowych są niskie i mieszczą się w zakresie od 5 do 50 mg/l. Tego typu zanieczyszczenia obejmują od 7 do 35% całkowitego ładunku azotu oraz od 30 do 84% całkowitego ładunku fosforu zawartych w wodach poprodukcyjnych. W osadach natomiast zawarta jest duża, nawet do 80% część materii organicznej, w tym biodegradowalnej charakteryzowanej wskaźnikiem BZT<sub>5</sub>

- Osady charakteryzują się zwykle uwodnieniem na poziomie 97% - 98,5%
- W większości są to ekskrementy oraz w niewielkim procencie niepobrana przez ryby pasza.
- Frakcja organiczna osadów może stanowić od 50% do 92 %.
- Skład osadów zależy jest od gatunku hodowanych ryb oraz stosowanej technologii.



Table 1. RAS and household waste parameters

Parameter	RAS sludge		Wastewater from household	
	Range	Average value	Range	Typical value
Concentration of total suspended solids (TSS) %	1.4–2.6	1.8	2–8	5
Biologically dissolved part (% from TSS)	74.6–86.6	82.2	50–80	65
BOD <sub>5</sub> , mgO <sub>2</sub> /l	1590–3870	2760	2000–30000	6000
Ammonia nitrate (NH <sub>3</sub> -N), mg/l	6.8–25.6	18.3	100–800	400
Total phosphorus (TP), mg/l	–	1.3	–	0.7
pH	6.0–7.2	6.7	5.0–8.0	6.0
Alkalinity, mg/l CaCO <sub>3</sub>	284–415	334	500–1500	600

Table 2. Concentration of pollutants in waste, depending on water recirculation degree

Recirculation degree, % from total flow	Nitrogen (NO <sub>3</sub> -N + NH <sub>3</sub> -N) mg/l	Suspended solids mg/l	TSS removal potential %
0	0.6	7	30-60
90	5	60	90
95	9	120	95
99	24	310	99
99.5	96	1220	>99
99.9	490	3150	>99



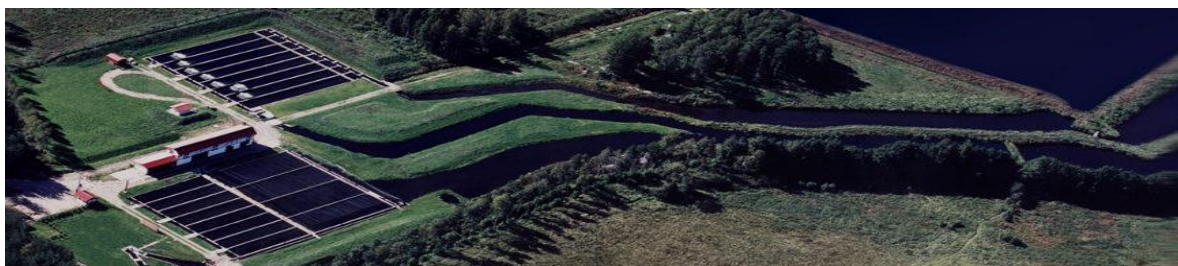
Table 3. Amount of pollutants emitted from 1 kilogram of fed feed (kg/kg)

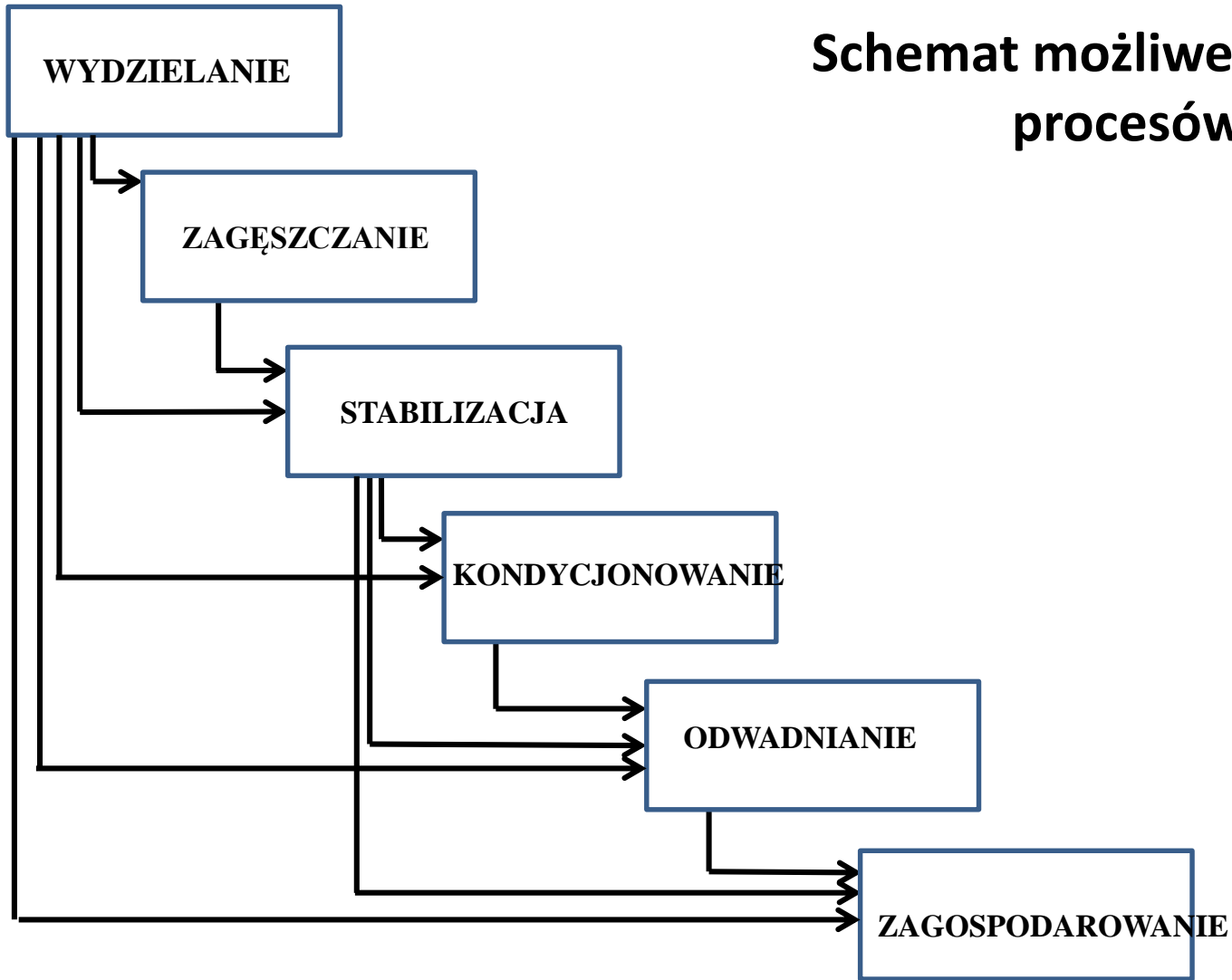
Pollutants	Trout, 10-15°C
NH <sub>4</sub> -N (ammonium nitrogen)	0.0289
NO <sub>2</sub> -N (nitrite – nitrogen)	0.024
PO <sub>4</sub> -P (phosphates-phosphorus)	0.0162
TSS	0.52
BOD	0.60
COD (chemical oxygen demand)	1.89



Table 6. Calculated pollutant emission in fish growing systems (Piedrahita, 2003)

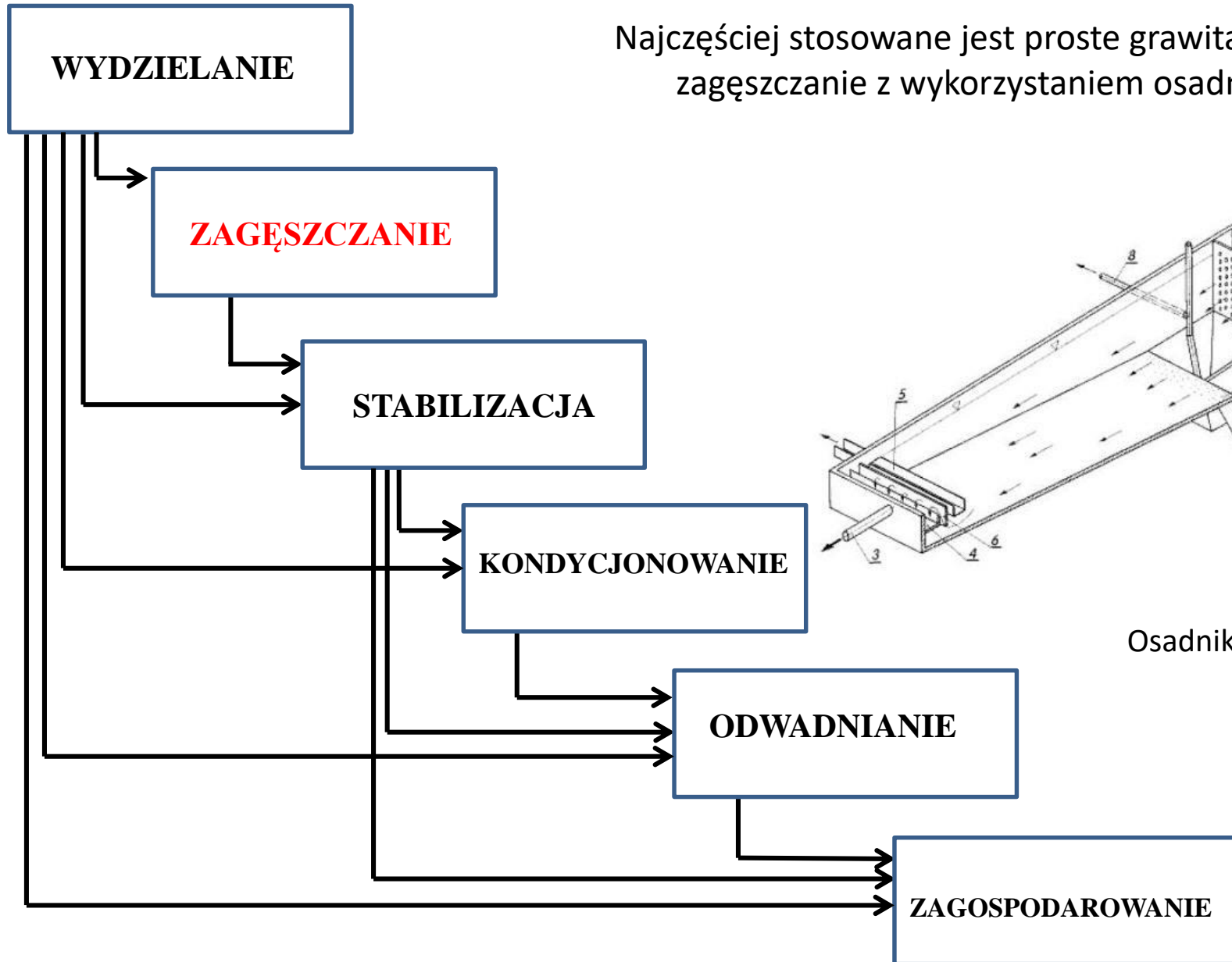
System type	Water requirements		Calculated pollutant concentration in wastewater, mg/l		
	kg/fish/year/(l/min)	l/kg of fish	TN	TP	TSS
<i>Cold water farms</i>					
Single pass	1.4	375000	0.2	0.02	1.3
Serial reuse	6	88000	0.7	0.08	5.7
Partial reuse	50	10500	5.7	0.67	48
RAS	160	3300	18	2.1	152
<i>Warm water farms</i>					
Serial reuse	16	33000	2.4	0.8	42
Ponds	294	1800	44	15	780
Recirculating through wetland	145	3600	22	7.8	390
RAS	5000	105	760	27	13000





## Schemat możliwej kombinacji procesów gospodarki osadowej

Najczęściej stosowane jest proste grawitacyjne zagęszczanie z wykorzystaniem osadników.



**WYDZIELANIE**

Z uwagi na wysoką zawartość związków organicznych osady wymagają stabilizacji. Oznacza to w praktyce zmniejszenie zawartości materii organicznej do poziomu poniżej 60%. Prawidłowo ustabilizowane osady przestają powodować obciążenie zapachowe.

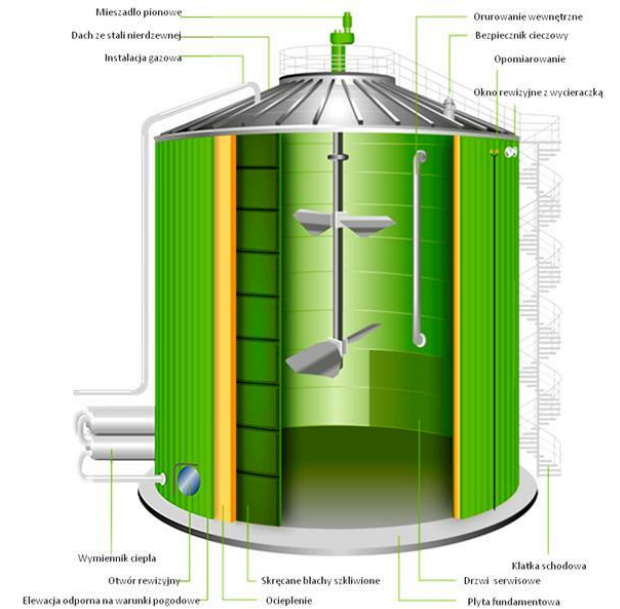
**ZAGĘSZCZANIE**

**STABILIZACJA**

**KONDYCJONOWANIE**

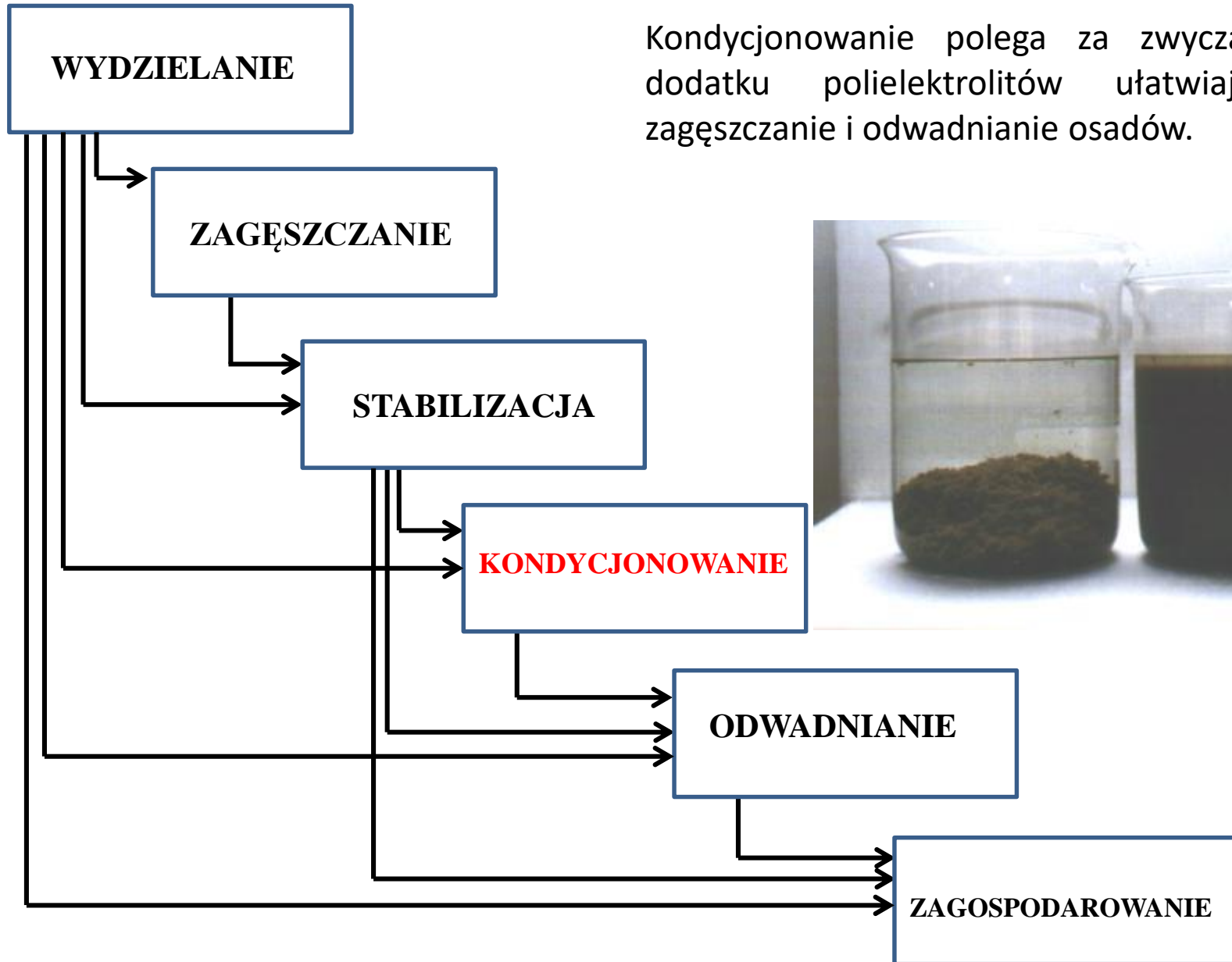
**ODWADNIANIE**

**ZAGOSPODAROWANIE**

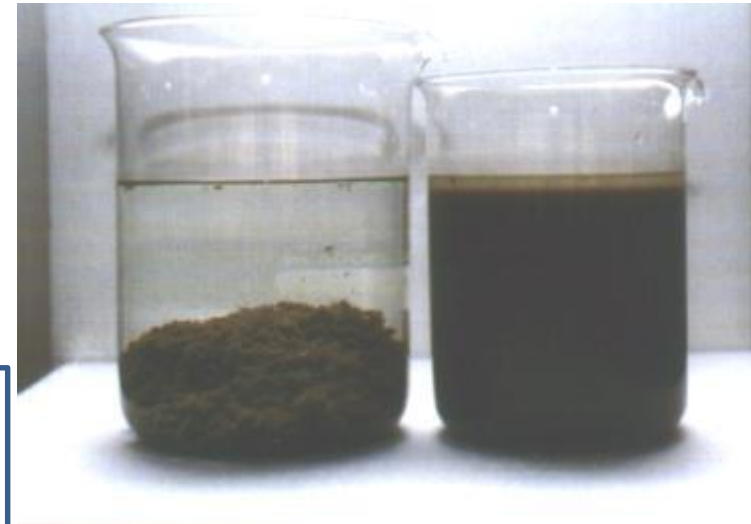


Reaktor fermentacyjny

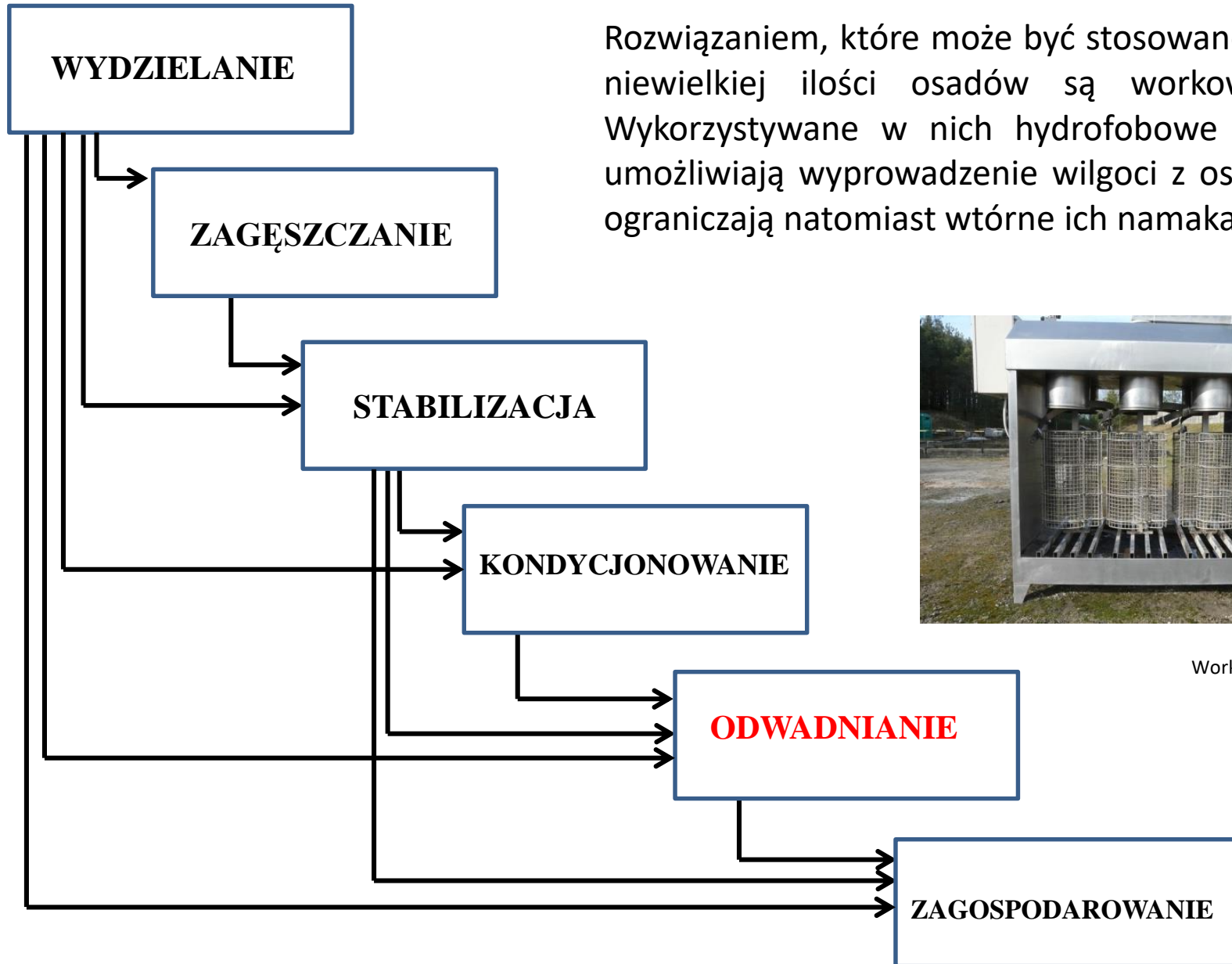
Mieszacz osadów



Kondycjonowanie polega za zwyczaj na dodatku polielektrolitów ułatwiających zagęszczanie i odwadnianie osadów.



Efekt dozowania polielektrolitu

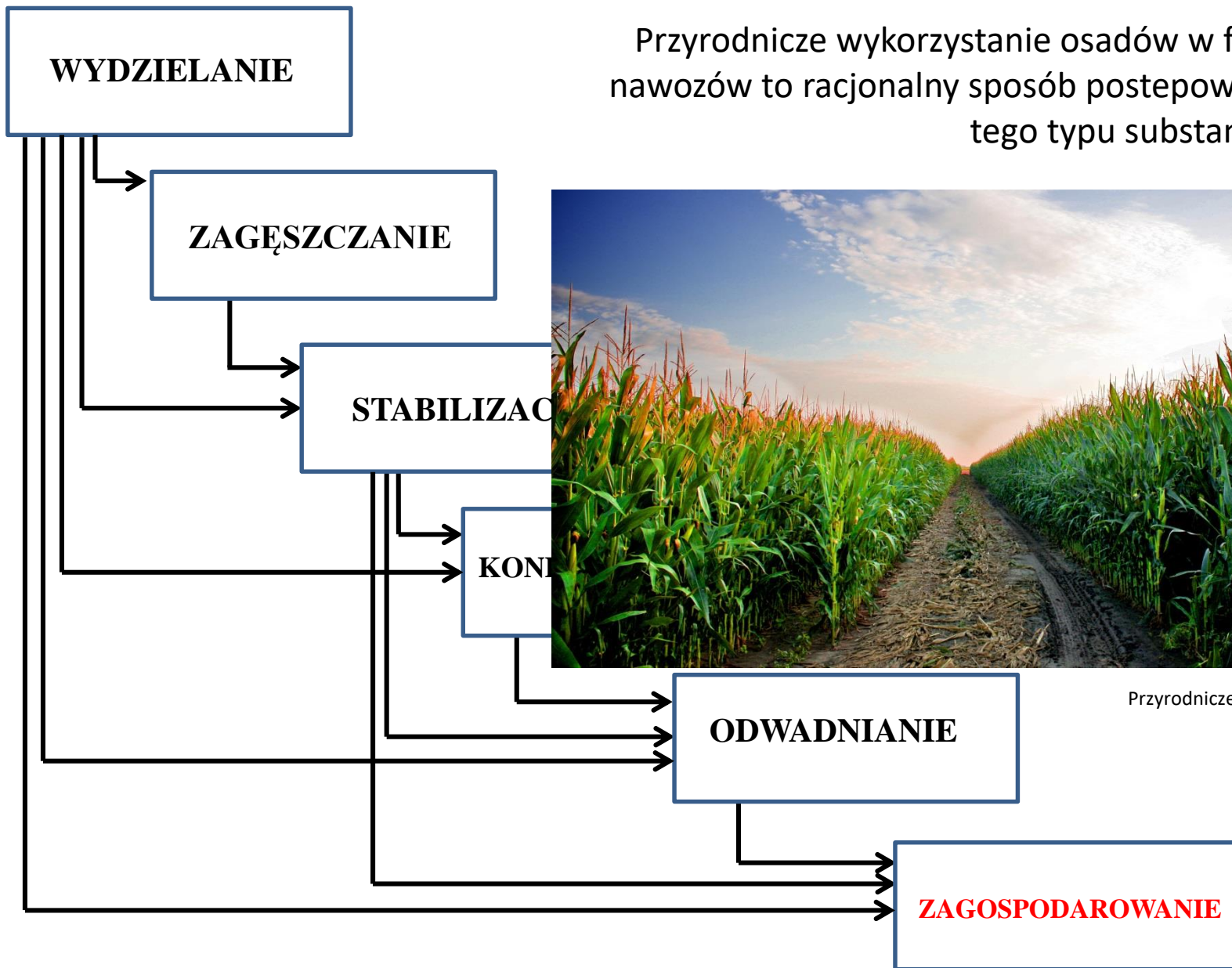


Rozwiązaniem, które może być stosowane przy niewielkiej ilości osadów są workownice. Wykorzystywane w nich hydrofobowe worki umożliwiają wyprowadzenie wilgoci z osadów, ograniczają natomiast wtórne ich namakanie.



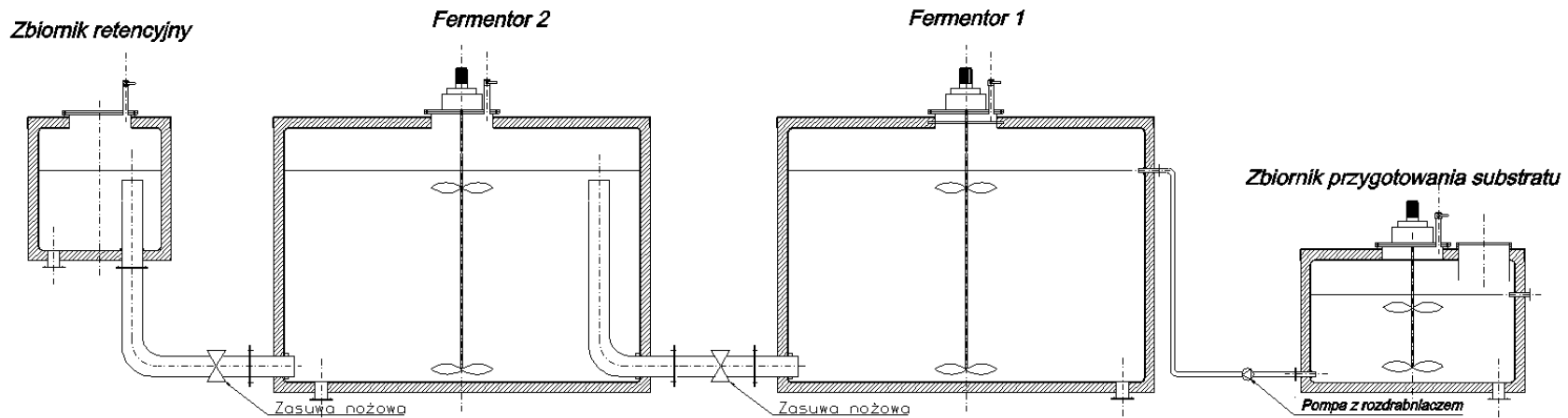
Workownica Dramid

Przyrodnicze wykorzystanie osadów w formie nawozów to racjonalny sposób postępowania z tego typu substancjami



Przyrodnicze wykorzystanie osadów



Ko-fermentacja osadów rybackich  
w biogazowni utylizacyjnej

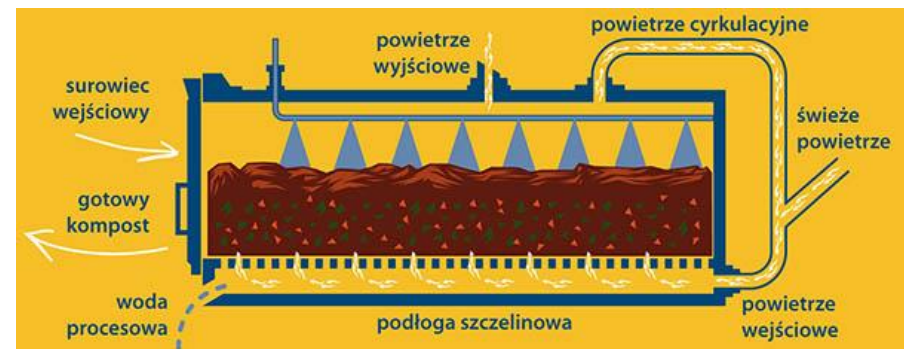
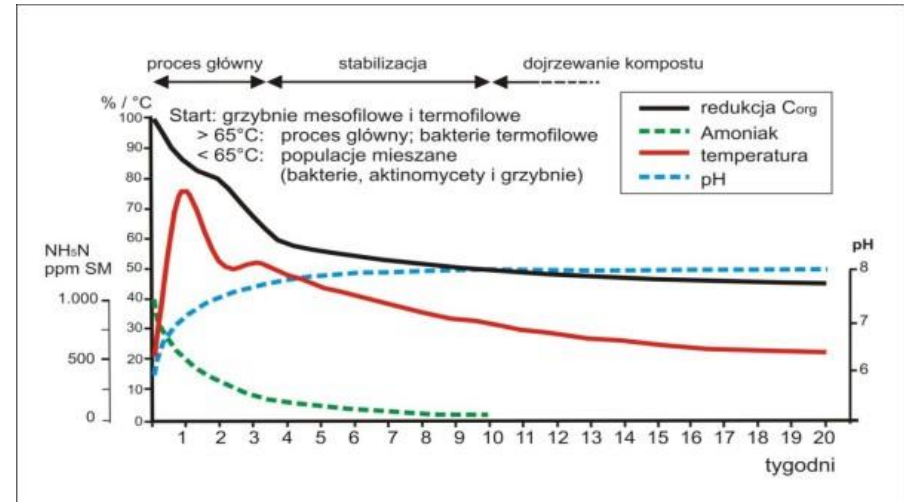
Autor	Gatunek ryby	Typ reaktora	Temperatura fermentacji (°C)	Hydrauliczny czas zatrzymania (dni)	Metan (% biogazu)	Produkcja metanu (l/gChZT)
Lanari, Franci (1998)	Pstrąg tęczowy	Złoże beztlenowe	24-25	22-38	>80	0.198–0.250
Gebauer (2004)	Łosoś	CSTR	35	30	49-58	0.114–0.184
Gebauer, Eikebrokk (2006)	Łosoś narybek	CSTR	35	55-60	59-61	0.14–0.151
Mirzoyan et al. (2008)	Krewetka	UASB	25	15	30-60	0.02
Tal et al. (2009)	Dorada	UASB	-	-	60	-
Sharrer et al. (2007)	Pstrąg tęczowy	MBR	-	40.8 (godzin)	-	-

Przykłady wyników badań nad fermentacją osadów z systemów zamkniętych

## Tlenowa stabilizacja osadów - kompostowanie

Kompostowanie jest procesem mikrobiologicznym polegającym na przetwarzaniu odpadów organicznych, zachodzącym w warunkach tlenowych i prowadzącym do częściowej mineralizacji i humifikacji materii organicznej.

Osady rybackie charakteryzujące się brakiem zanieczyszczeń mechanicznych, chemicznych, dobrą homogenizacją oraz dużą wilgotnością mogą być wykorzystane, jako składnik mieszanki kompostowej. Należy podkreślić, że kompostowanie osadów jest możliwe jedynie przy udziale innych substratów. Szacuje się, że udział osadów w masie kompostowej nie powinien przekraczać ok. 30 % (masowo), aby zapewnić dobrą jakość produktu.



## Wapnowanie

Proces wapnowania bazuje na reakcji egzotermicznej hydratacji tlenku wapnia:

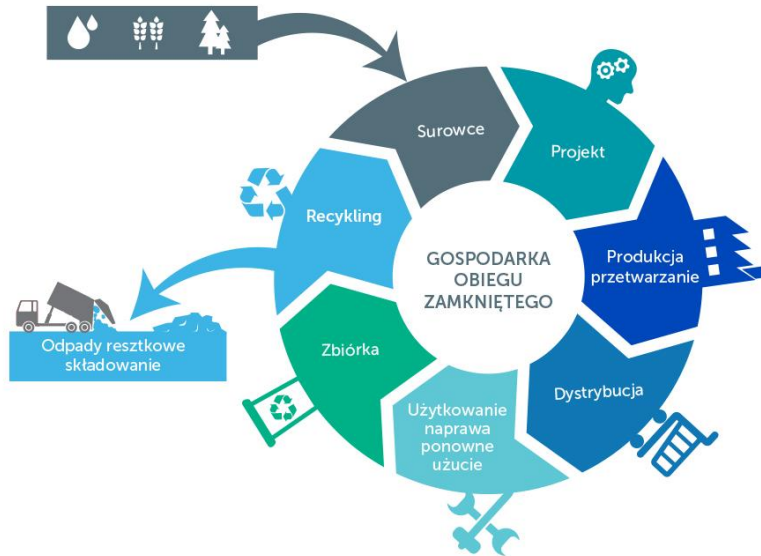


Wapno palone pochłania w procesie hydratacji 32% wody w stosunku do swojej masy. Powoduje to znaczące osuszenie osadu, przy jednoczesnym wzroście jego temperatury. Skuteczność stabilizacji zależy głównie od dawki wapna, która powinna zapewnić wzrost odczynu  $>12$  pH oraz ogrzanie osadu  $>70^\circ\text{C}$ . Założona jest dawka 0,9 kg CaO na 1 kg osadu, przy temperaturze przebiegu procesu  $85\text{-}140^\circ\text{C}$ .

Proces granulacji osadu z wapnem zapewni jego wysuszenie do uzyskania zawartości 80 % suchej masy. Efektem pracy granulatora jest zapewnienie pełnego kontaktu osadu z wapnem oraz uformowanie granulatu o regulowalnej średnicy cząstek od 0,1 do 5,0 mm. Po granulacji osad dojrzewa na krytym przenośniku z instalacjami systematycznego odprowadzania oparów i odcieków.



## Gospodarka liniowa



## Gospodarka cyrkulacyjna Gospodarka Obiegu Zamkniętego

Konieczność przeróbki osadów powstających w systemach produkcji rybackiej wynika z ograniczenia i wyeliminowania ich potencjalnego wpływu na systemy hodowlane oraz komponenty środowiska naturalnego. W erze ekologicznej polityki **obiegu zamkniętego** tzw. **gospodarcie cyrkulacyjnej** najkorzystniejszą formą zagospodarowania tego typu odpadów jest ich wykorzystanie na cele energetyczne, nawozowe lub rekultywacyjne.

## Uwarunkowania prawne

Zarówno na poziomie krajowym, jak i UE obowiązuje szereg przepisów odnoszących się do zagadnień zagospodarowania i wykorzystania osadów w tym osadów ściekowych i biomasy.

Według Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 19 listopada 2008 r. 2008/98/WE w sprawie odpadów, odpady – oznaczają każdą substancję lub przedmiot, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć, lub do których pozbycia został zobowiązany.

Identyczną nomenklaturę przyjęto krajowych regulacjach Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2018 r. poz. 992 z późn. zm.).

**Oznacza to, że osady pochodzące z produkcji rybackiej należy traktować, jako odpad.**

Jednocześnie ustawa ta wyklucza spod jej stosowania szereg substancji w tym **biomasę**.

W Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych pojawia się natomiast **pojęcie biomasy oznaczające ulegające biodegradacji część produktów, odpadów lub pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych działów przemysłu, w tym rybołówstwa i akwakultury, a także ulegającą biodegradacji część odpadów przemysłowych i miejskich.**



## Uwarunkowania prawne

Krajowe prawodawstwo w tym zakresie **nie wskazuje równie jednoznacznie na produkty pochodzące z rybołówstwa i akwakultury, jako źródle biomasy.**

Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U z 2018 r., poz. 1269, ze zm.) mówi natomiast o stałych lub ciekłych substancja pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej i leśnej oraz przemysłu przetwarzającego ich produkty, oraz ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych.....

Według tej Ustawy biogaz rolniczy otrzymywany jest w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych, odpadów lub pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej, lub biomasy roślinnej zebranej z terenów innych niż zewidencjonowane, jako rolne lub leśne, z wyłączeniem biogazu pozyskanego z surowców pochodzących z oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów.

Niestety obowiązujące obecnie przepisy prawne nie są jednoznaczne i nie uwzględniają specyfiki produkcji rybackiej i szerzej akwakultury. **Klasyfikacja osadów z produkcji rybackiej, jako produktów ubocznych, odpadów lub pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego powinno pozwolić w związku z tym na ich unieszkodliwiania biogazowniach rolniczych, co zdecydowanie ułatwia ich końcowe zagospodarowanie w formie nawozu.**



Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



## Uwarunkowania prawne

W przypadku gospodarstw rybackich korzystających z wód powierzchniowych już wstępne podczyszczanie wody prowadzi do powstania osadów/odpadów, które są gospodarstwa kosztem „zewnętrznym” wynikającym z funkcjonowania w określonym otoczeniu.

Jak pokazuje praktyka **gospodarstwa rybackie stają się w ten sposób swoistą oczyszczalnią dla wód powierzchniowych**. Szczególnie w zakresie takich zanieczyszczeń jak zawiesiny.

Gospodarstwo rybackie staje się w ten sposób niejako producentem osadu/biomasy **za skład, którego w żaden sposób nie odpowiada**.

Z drugiej strony osady wydzielane na odpływie z gospodarstwa rybackiego to przede wszystkim odchody zwierząt, ale również resztki paszy (nawet, jeśli niewielkie to jednak obecne). **Wydaje się za konieczne upowszechnienie przekonania, że osady z produkcji rybackiej mogą i powinny być zakwalifikowane, jako biomasa**. Pozwoli to na racjonalne ich zagospodarowanie i wykorzystanie.



## Podsumowanie

Osady powstające w systemach akwakultury ze względu na swoją charakterystykę i właściwości muszą być poddawane procesom przeróbki, neutralizacji i ostatecznego wykorzystania. Biorąc pod uwagę specyfikę produkcji rybackiej oraz ilości generowanych osadów, a także uwzględniając obowiązujące uwarunkowania prawne najbardziej wskazanym kierunkiem zagospodarowania wydaje się być stabilizacja chemiczna lub biologiczna w warunkach tlenowych czy beztlenowych, a następnie ich rolnicze wykorzystanie.

Kluczową kwestią jest upowszechnienie przekonania, że osady z produkcji rybackiej powinny być zakwalifikowana, jako **BIOMASA**. Pozwoli to na racjonalne ich zagospodarowanie i wykorzystanie.

