

**XLVIII SZKOLENIE  
- KONFERENCJA  
HODOWCÓW RYB  
ŁOSOSIOWATYCH**

**12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023  
GDYNIA**



**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



# Aktywne wypełnienia złóż i potencjał ich zastosowania w systemach akwakultury

prof. dr hab. inż. Marcin Zieliński

prof. dr hab. inż. Marcin Dębowski



XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



MINISTERSTWO  
ROLNICTWA  
I ROZWOJU WSI

Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



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



**XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA**  
**HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH**  
**12 - 13 PAŹD**



**RYBACTWO**

**PRO PERCH**



**Unia Europejska**  
 Europejski Fundusz  
 Morski i Rybacki

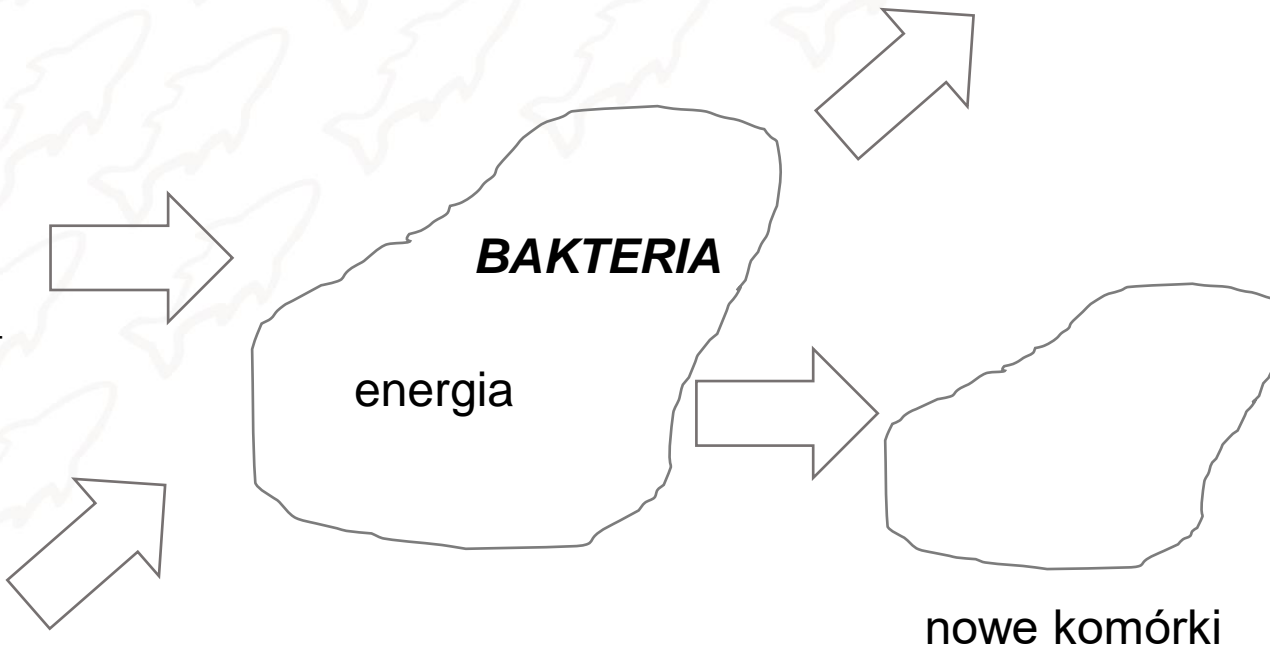


**Unia Europejska**  
 Fundusz  
 Rybacki

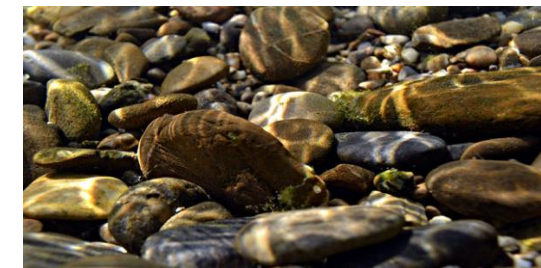
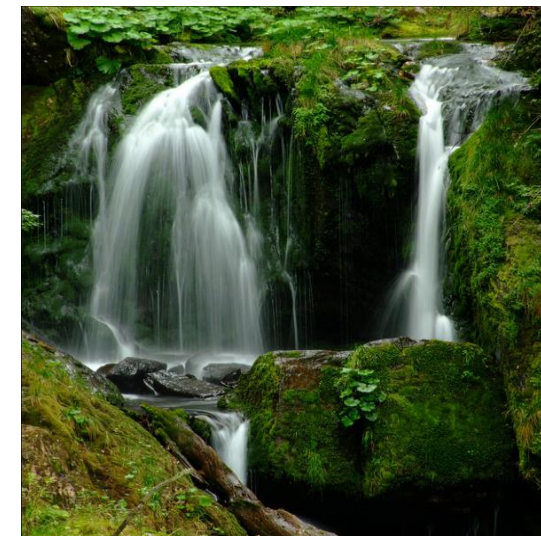
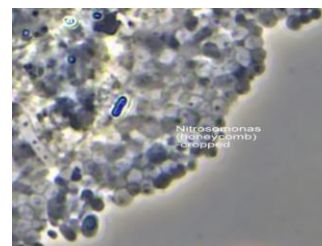
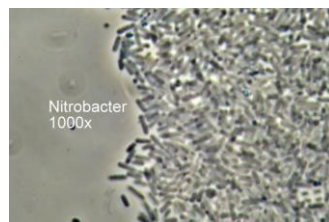


# Biologiczne oczyszczanie

Ścieki  
Substancje pokarmowe  
związki organiczne,  $N-NH_4$



Akceptor elektronów:  
 $O_2$ ,  $N-NO_3$ ,  $N-NO_2$ ,  
zw. organiczne



**XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA**  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



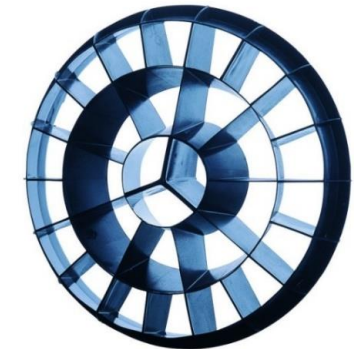
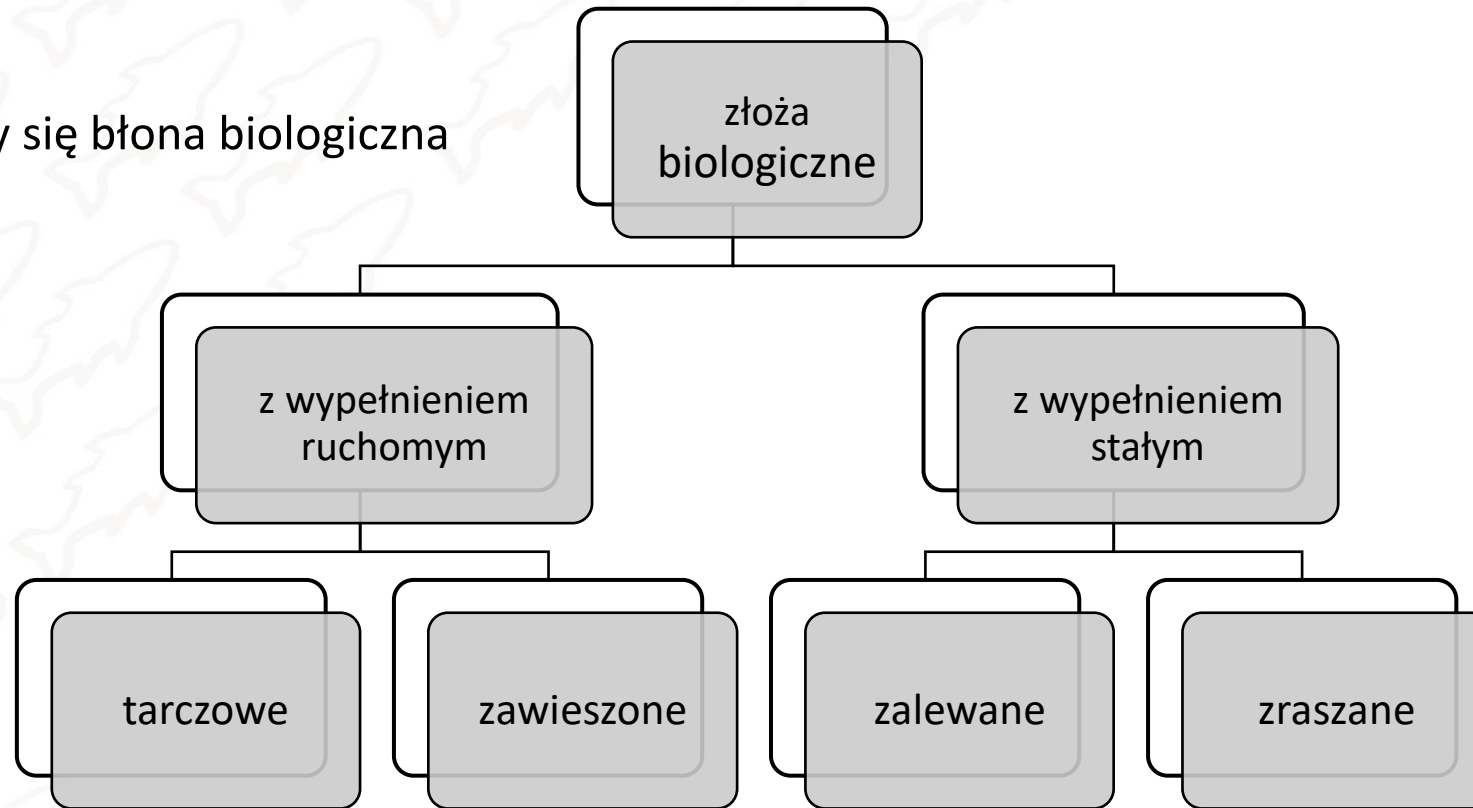
MINISTERSTWO  
ROLNICTWA  
I ROZWOJU WSI

Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



# Złoże biologiczne

- posiada wypełnienie
- na wypełnieniu tworzy się błona biologiczna



terrapol200 AF 20/200



**XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA**  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA

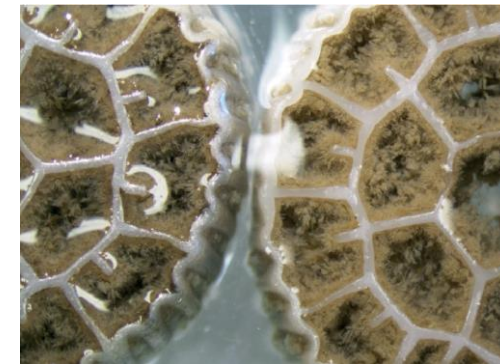
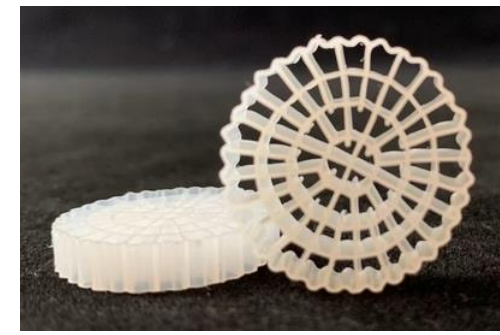
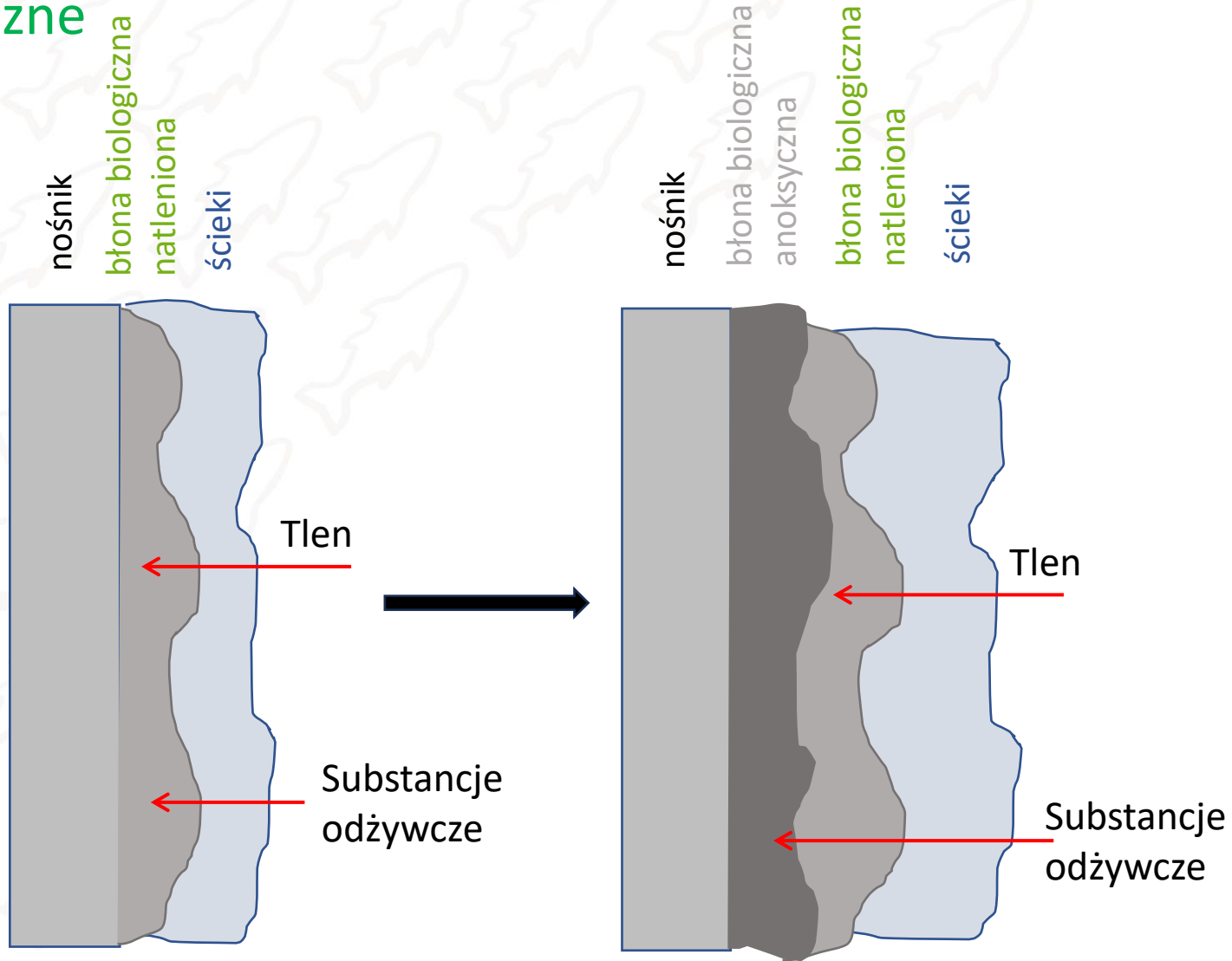


MINISTERSTWO  
ROLNICTWA  
I ROZWOJU WSI

Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



# Złoże biologiczne



XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



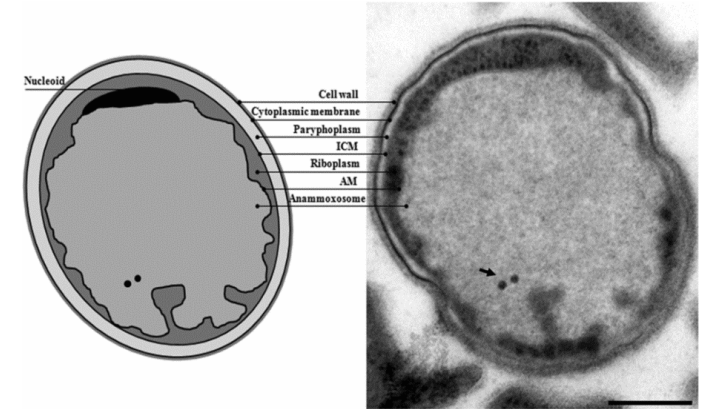
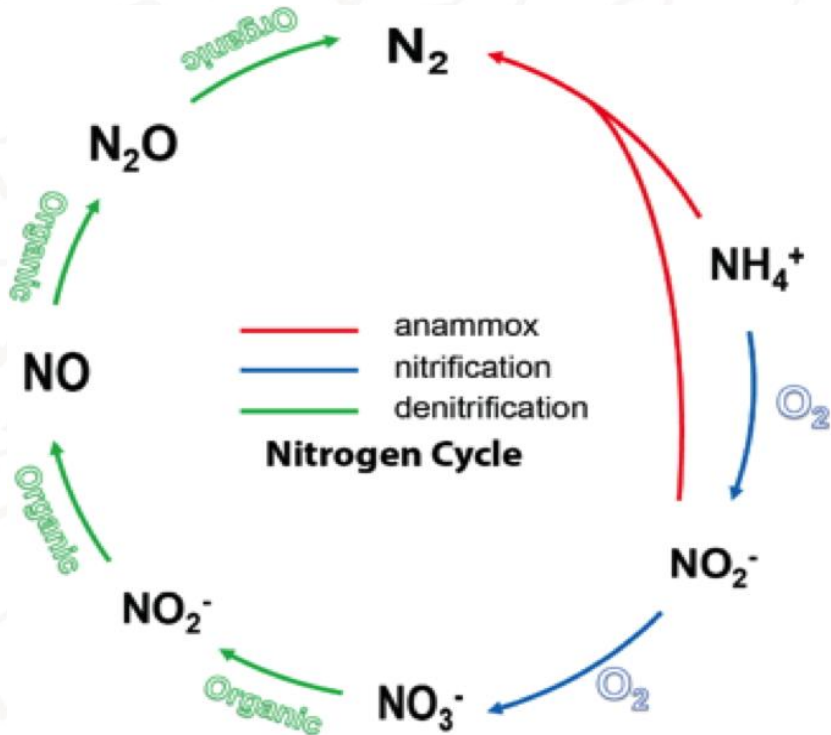
# Przemiany azotu w procesach oczyszczania ścieków

## DENITRYFIKACJA

*Alcaligenes,*  
*Pseudomonas,*  
*Hyphomicrobium,*  
*Bacillus, Paracoccus*

## ANAMMOX (anaerobic ammonia oxidation)

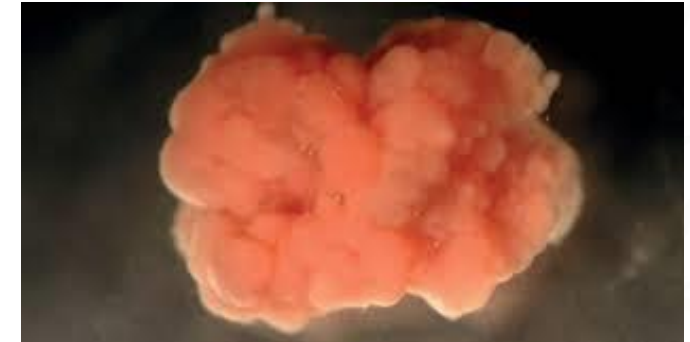
Bakterie prowadzące Anammox należą do 5 rodzajów:  
*Brocadia, Kuenenia, Scalindua, Anammoxoglobus, Jettenia.*  
Najważniejsze enzymy znajdują się w organelum komórkowym zwanym anamoksosomem.



## NITRYFIKACJA

Dwie grupy fizjologiczne bakterii:

1. *Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrospira, Nitrosolobus, Nitrosovibrio;*
2. *Nitrobacter, Nitrospira*



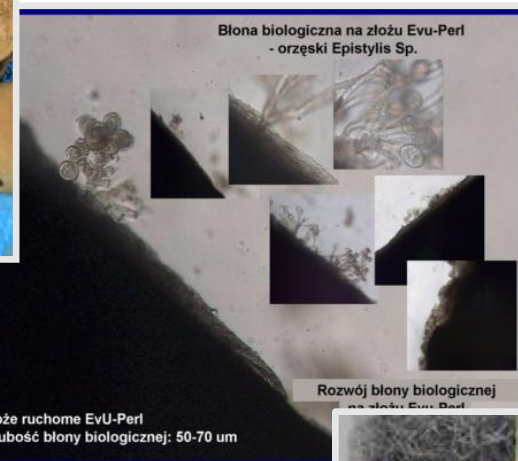
XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



# Typowe wypełnienia złóż biologicznych



**XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA**  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA

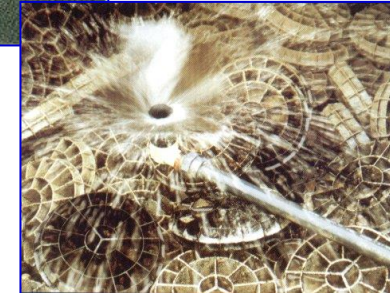


**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



# Właściwości wypełnienia aktywnego

- poprawienie efektywności biodegradacji związków organicznych poprzez stymulowanie procesów biochemicznych,
- zwiększenie wydajności procesu biodegradacji zanieczyszczeń poprzez poprawienie procesu usuwania gazowych produktów metabolizmu,
- intensyfikacja usuwania związków biogenych w warunkach tlenowych i anaerobowych.



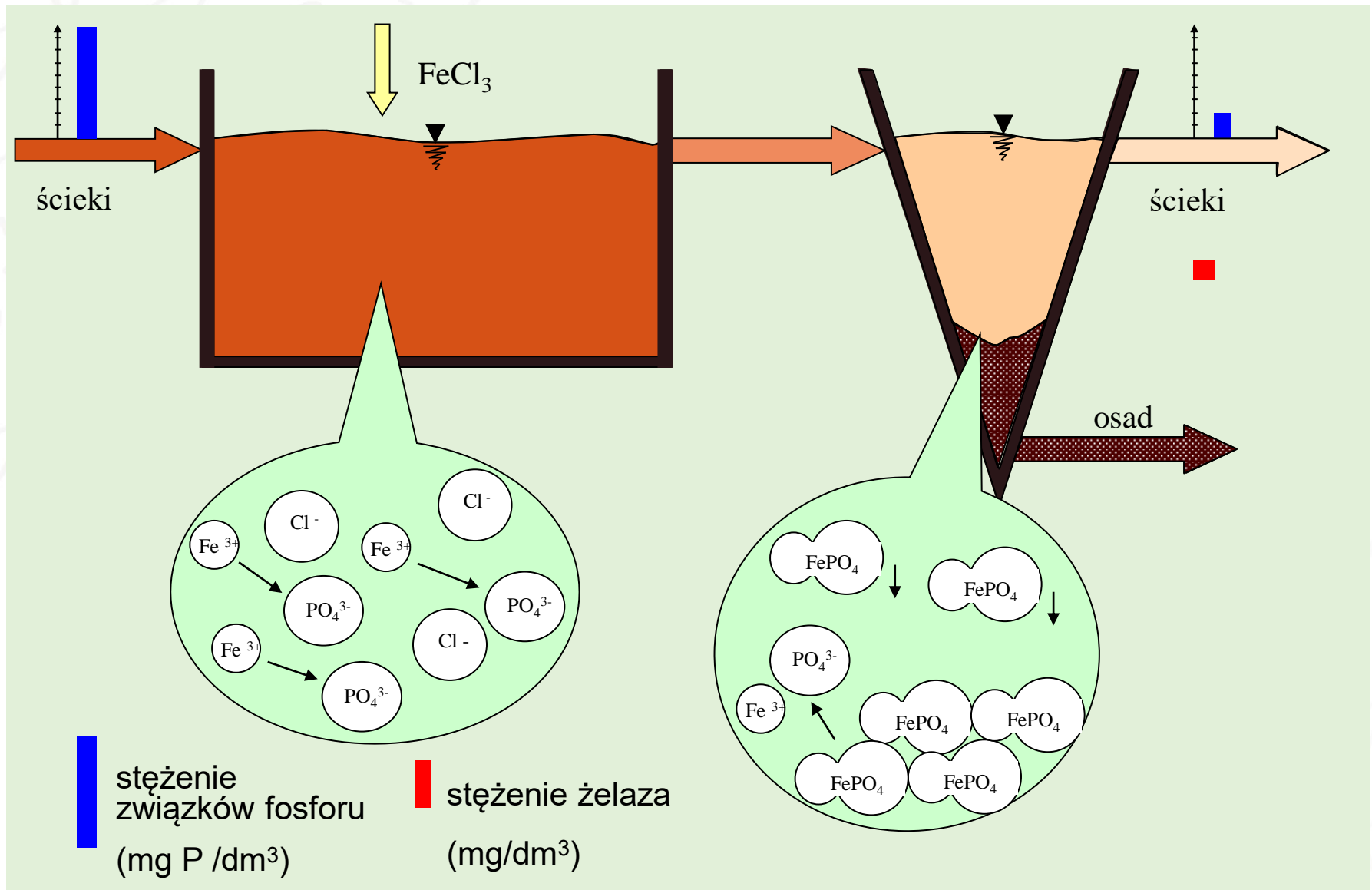
XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



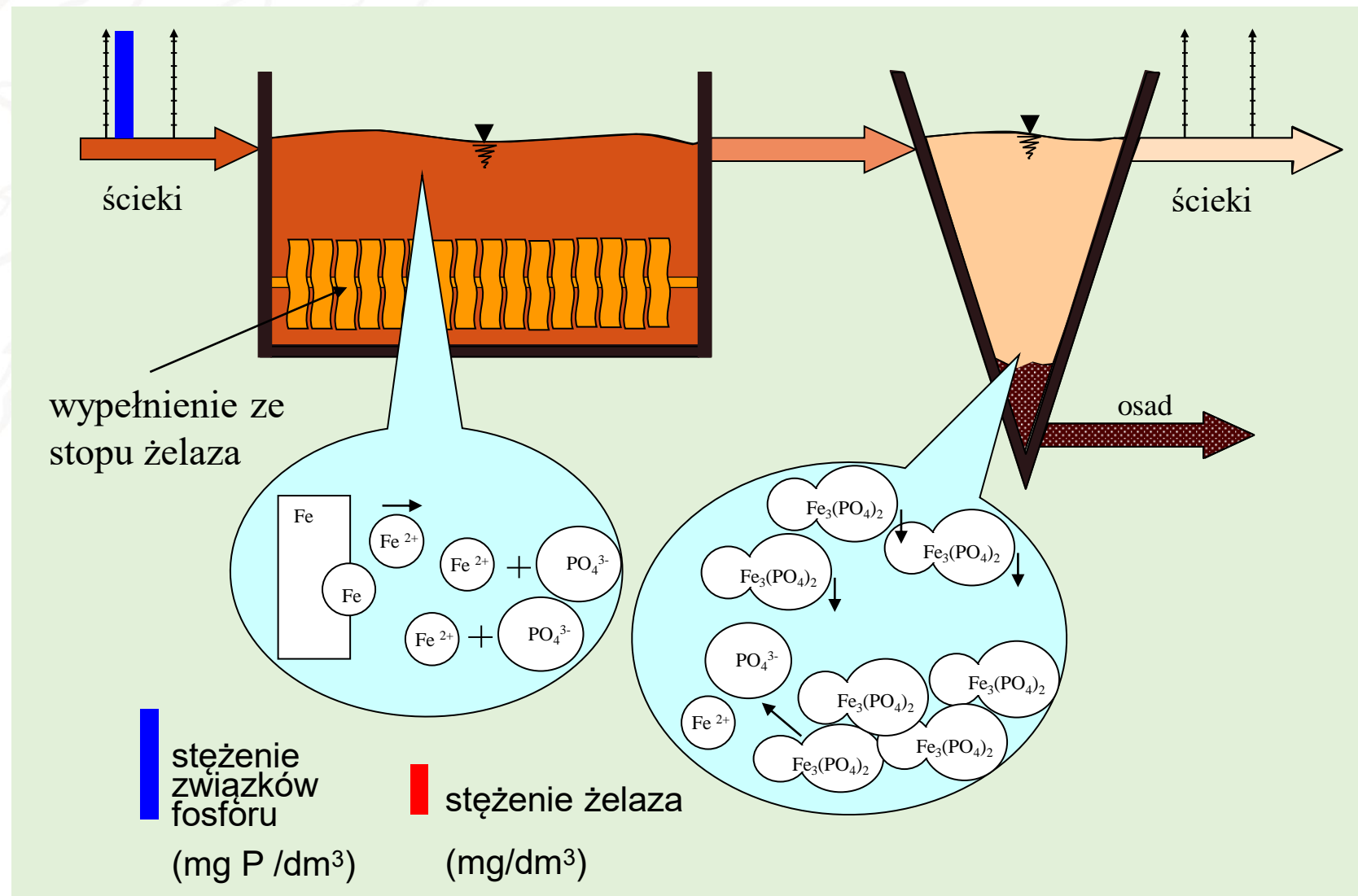
Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



# Chemiczne strącanie fosforu



# Roztwarzanie metali



XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



MINISTERSTWO  
ROLNICTWA  
I ROZWOJU WSI

Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki





Odpad pochodzący z  
odzysku miedzi i  
aluminium z  
przewodów instalacji  
samochodowych



Zadanie badawcze nr PW-  
004/05/1/UW: Opracowanie  
technologii wytwarzania aktywnych  
wypełnień powstałych na bazie  
surowców z odpadowych tworzyw  
sztucznych.



**XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA**  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



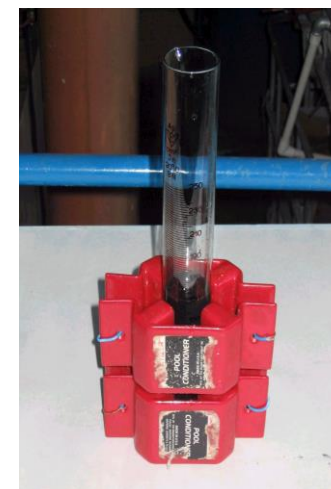
# Katalizatory chemiczne:

- jony metali biorących czynny udział w procesach biochemicznych należą jony miedzi  $\text{Cu}^{2+}$  niklu  $\text{Ni}^{2+}$ , kobaltu  $\text{Co}^{2+}$ , Molibdenu  $\text{Mo}^{6+}$ , żelaza  $\text{Fe}^{2+}$  oraz sodu  $\text{Na}^+$ . Jony te odgrywają kluczową rolę w procesie biodegradacji zanieczyszczeń,
- substancje mineralne, do których należy zaliczyć węgiel aktywny, zeolity, dodatek skał magmowych,
- zastosowanie enzymów (reakcje biokatalityczne)



## Katalizatory fizyczne:

- zastosowanie stymulacji procesu promieniowaniem mikrofalowym
- zastosowanie stałego pola magnetycznego



**XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA**  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA

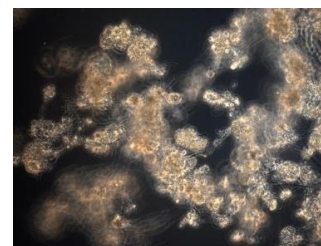
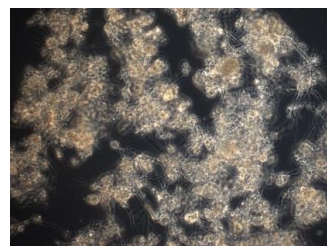
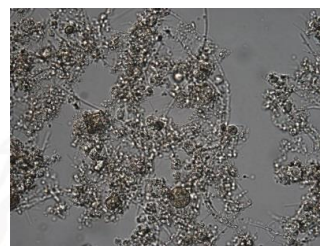


MINISTERSTWO  
ROLNICTWA  
I ROZWOJU WSI

Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



# Stałe pole magnetyczne



**XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA**  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



**RYBACTWO  
I MORZE**

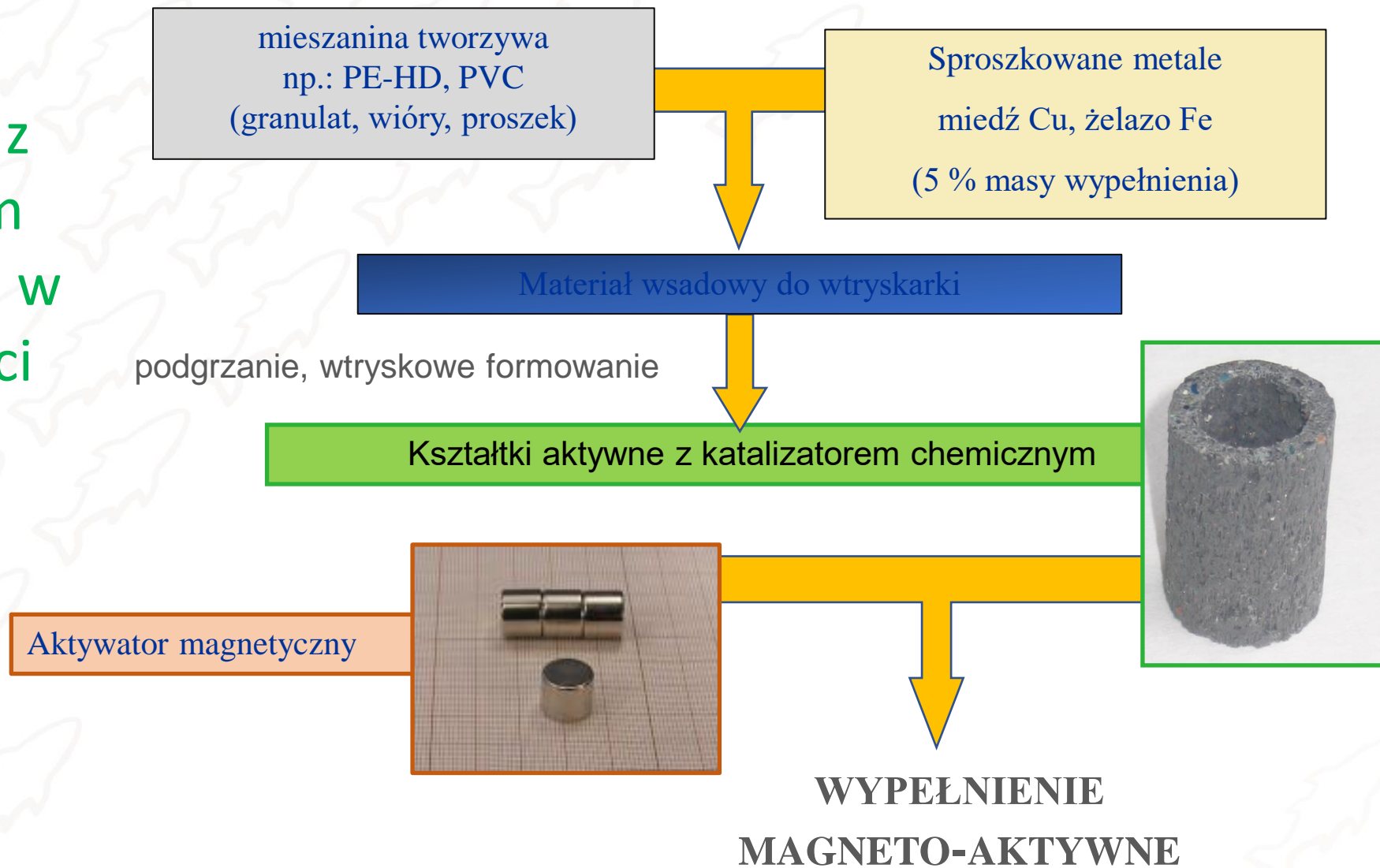


**MINISTERSTWO  
ROLNICTWA  
I ROZWOJU WSI**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



Wypełnienia z katalizatorem wbudowanym w całą objętość materiału



XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA

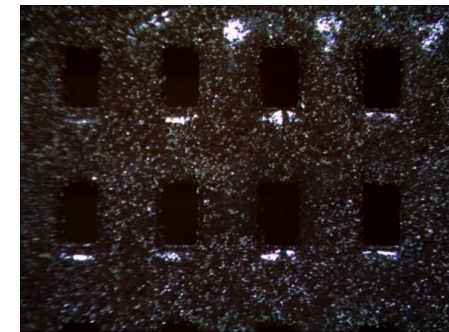
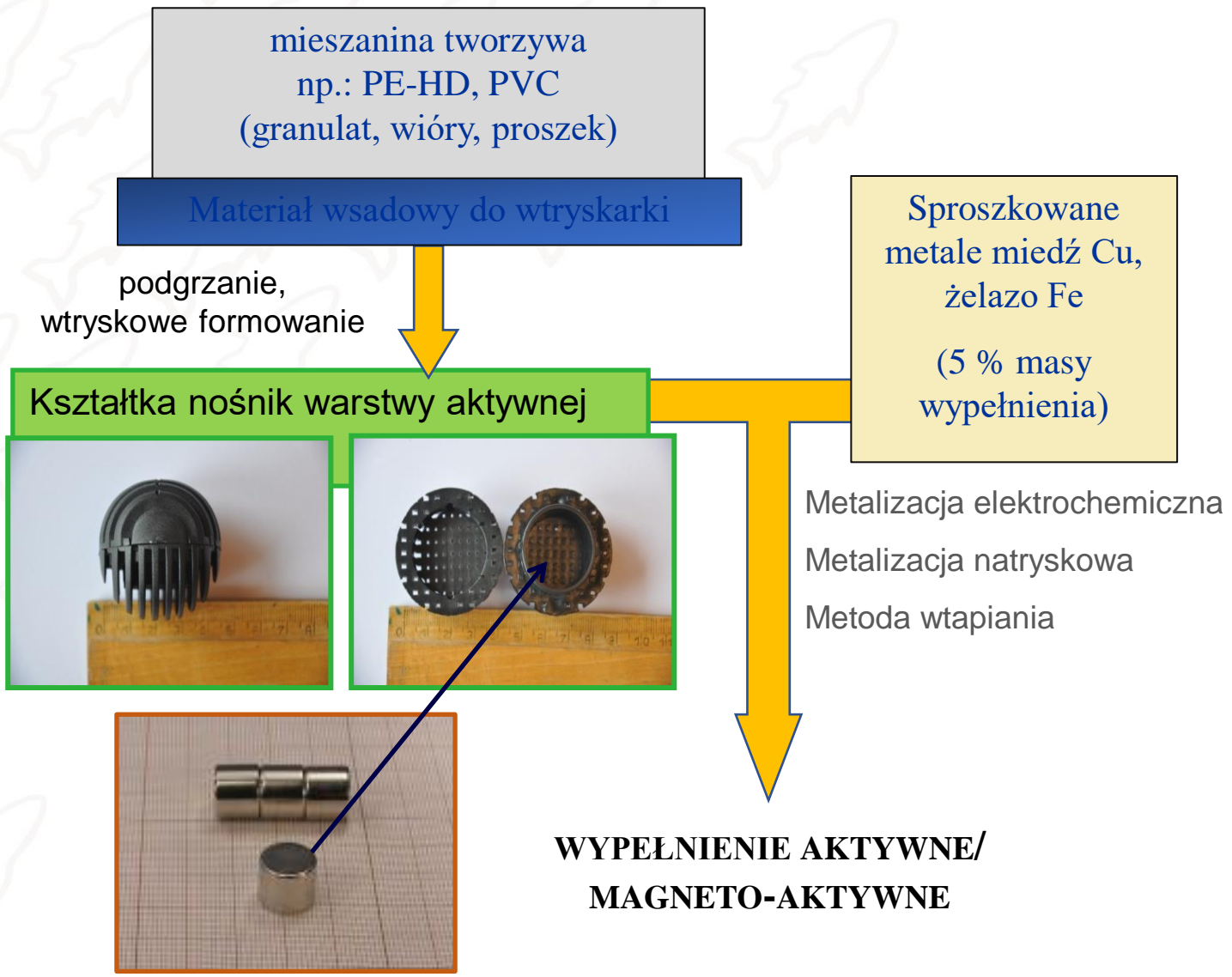


MINISTERSTWO  
ROLNICTWA  
I ROZWOJU WSI

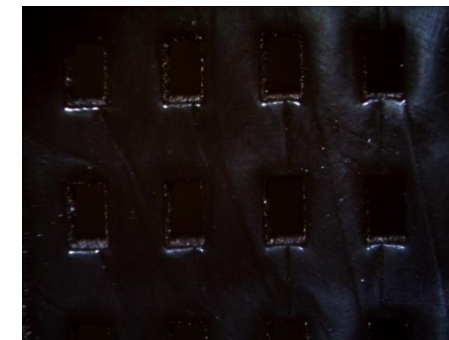
Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



Technologia  
wytwarzania  
kształtek z  
katalizatorem  
wbudowanym na  
powierzchni  
wypełnienia



Powierzchnia kształtki pokryta katalizatorem metalicznym metodą wtapiania x20



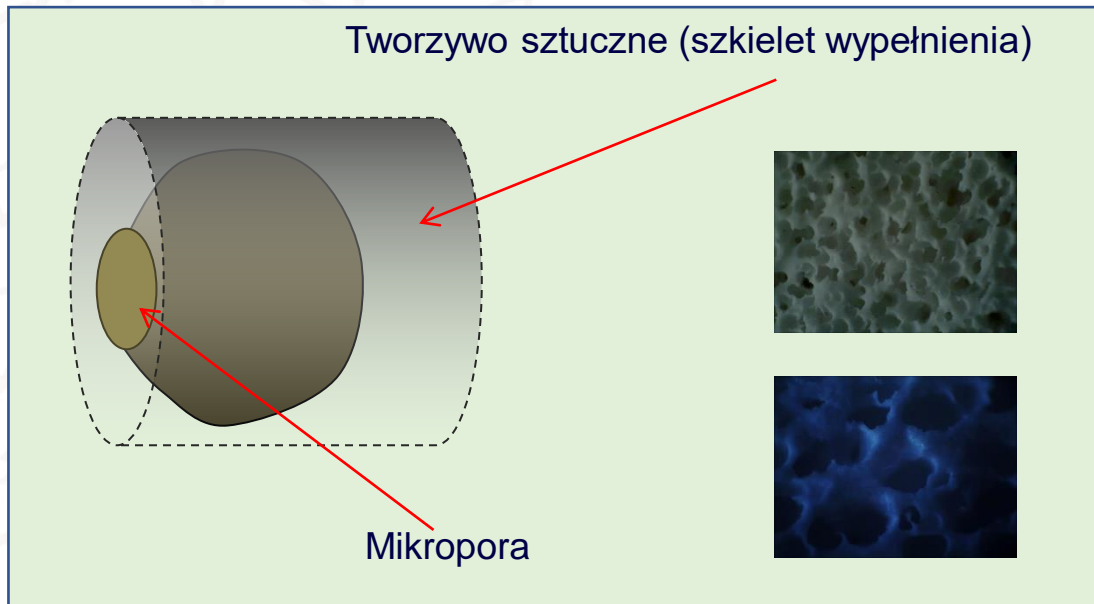
Powierzchnia kształtki przed wprowadzeniem katalizatora



# Rozwiązania perspektywiczne i alternatywne

Proces **wytłaczania mikroporującego** polega na dodaniu do tworzywa wejściowego środka porującego, nazywanego poroforem, zawierającego gaz, który w odpowiednich warunkach procesu wytłaczania rozpręża się, a mikrosfery rozszerzają się, zwiększając swoje wymiary kilkakrotnie.

**Efekt: Uzyskanie wypełnienia o bardzo dużej powierzchni właściwej, wysoka koncentracja biomasy.**



XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



MINISTERSTWO  
ROLNICTWA  
I ROZWOJU WSI

Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



Struktury mikroporowe x 50

# Rozwiązania perspektywiczne i alternatywne

## Materiały

### Wypełnienie aktywne

Wykorzystane w badaniach wypełnienie aktywne zostało wytworzone z wykorzystaniem technologii wytłaczania mikroporującego z poli(chloroku winylu) plastyfikowanego nazwie handlowej Alfavinyl GFM/4 – 31 – TR.

#### Podstawowe właściwości PVC Alfavinyl GFM/4-31-TR

Właściwość	Wartość
Gęstość, kg/m <sup>3</sup>	1230
Współczynnik sprężystości, MPa	2600
Wytrzymałość na rozciąganie, MPa	21
Wydłużenie przy zerwaniu, %	300
Twardość Shore A, °Sh	80

Tworzywo dodatkowo mieszano z czystymi chemicznie substancjami, takimi jak: miedź – proszek oraz żelazo - proszek, których producentem jest firma Cometox. Masa wprowadzanych domieszek metali wynosiła każdorazowo 5,0% całkowitej masy tworzywa stosowanego do produkcji kształtek. Stosunek wagowy miedzi do żelaza kształtował się na poziomie  $1_{Cu}/9_{Fe}$ .



XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



MINISTERSTWO  
ROLNICTWA  
I ROZWOJU WSI

Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



# Rozwiązania perspektywiczne i alternatywne

## Materiały

### Wypełnienie aktywne

Charakterystyka kształtek wypełnienia aktywnego

Gęstość kg/m <sup>3</sup>		Porowatość %		Twardość °Sh		Wytrzymałości na rozciąganie N	
Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD
874,03	0,76	40,02	0,62	23,9	0,41	138,12	1,83

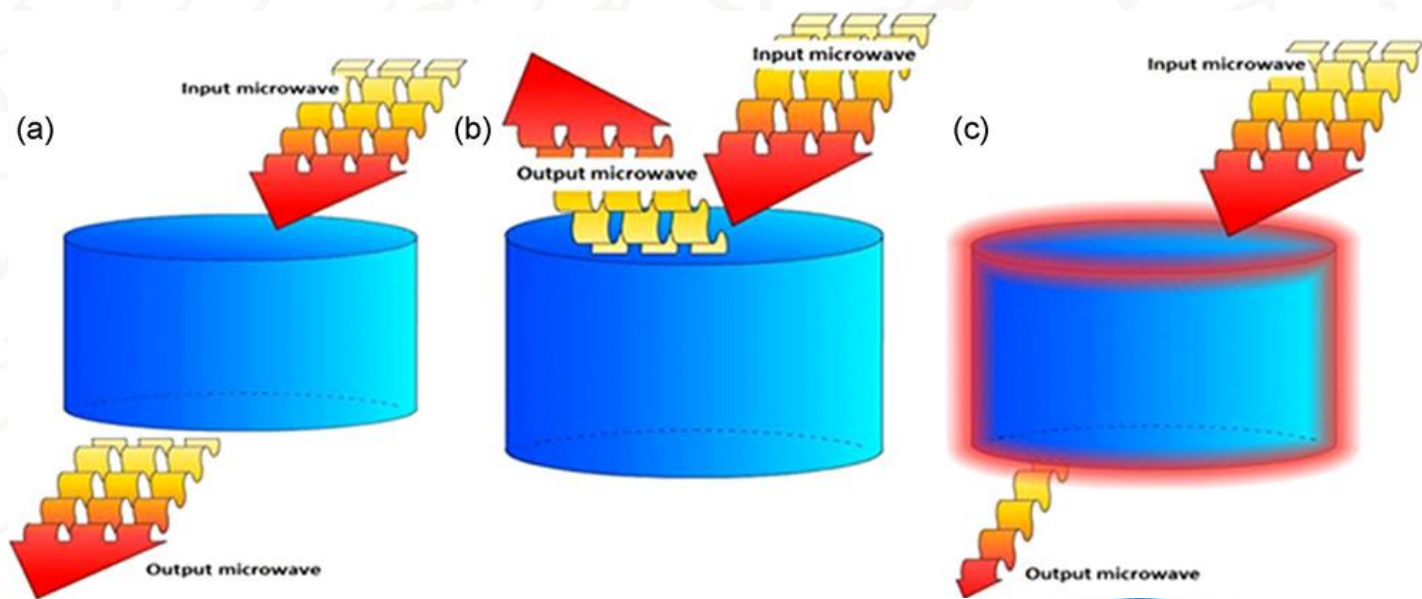
Na podstawie wcześniej przeprowadzonych prac eksperymentalnych określono, iż odpowiednie właściwości magnetyczne uzyska się przy wprowadzeniu magnesów do 25 % kształtek umieszczanych w reaktorze.

Parametry techniczne stosowanych magnesów stałych

Strumień magnetyczny [mWb]	Moment magnetyczny [mWb] × [m]	Indukcja magnetyczna w geometrycznym środku powierzchni bieguna magnetycznego przy dystansie 0,7 mm [T]	Indukcja magnetyczna blisko krawędzi powierzchni bieguna magnetycznego (maksymalna) przy dystansie 0,7 mm [T]	Udźwig [kg]
~3952 × 10 <sup>-3</sup>	~450,528 × 10 <sup>-6</sup>	~0,368	~0,384	~0,85

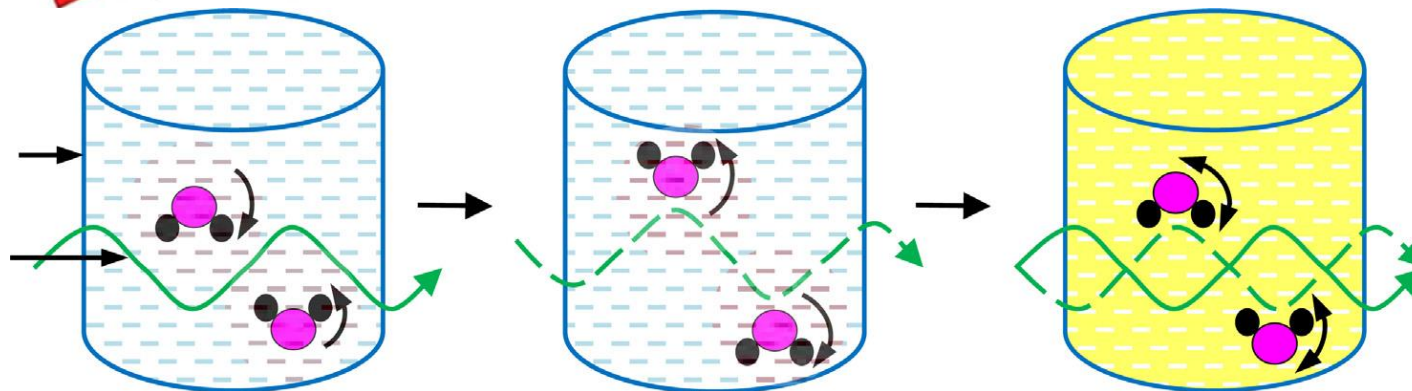


# Zasada działania ogrzewania mikrofalowego

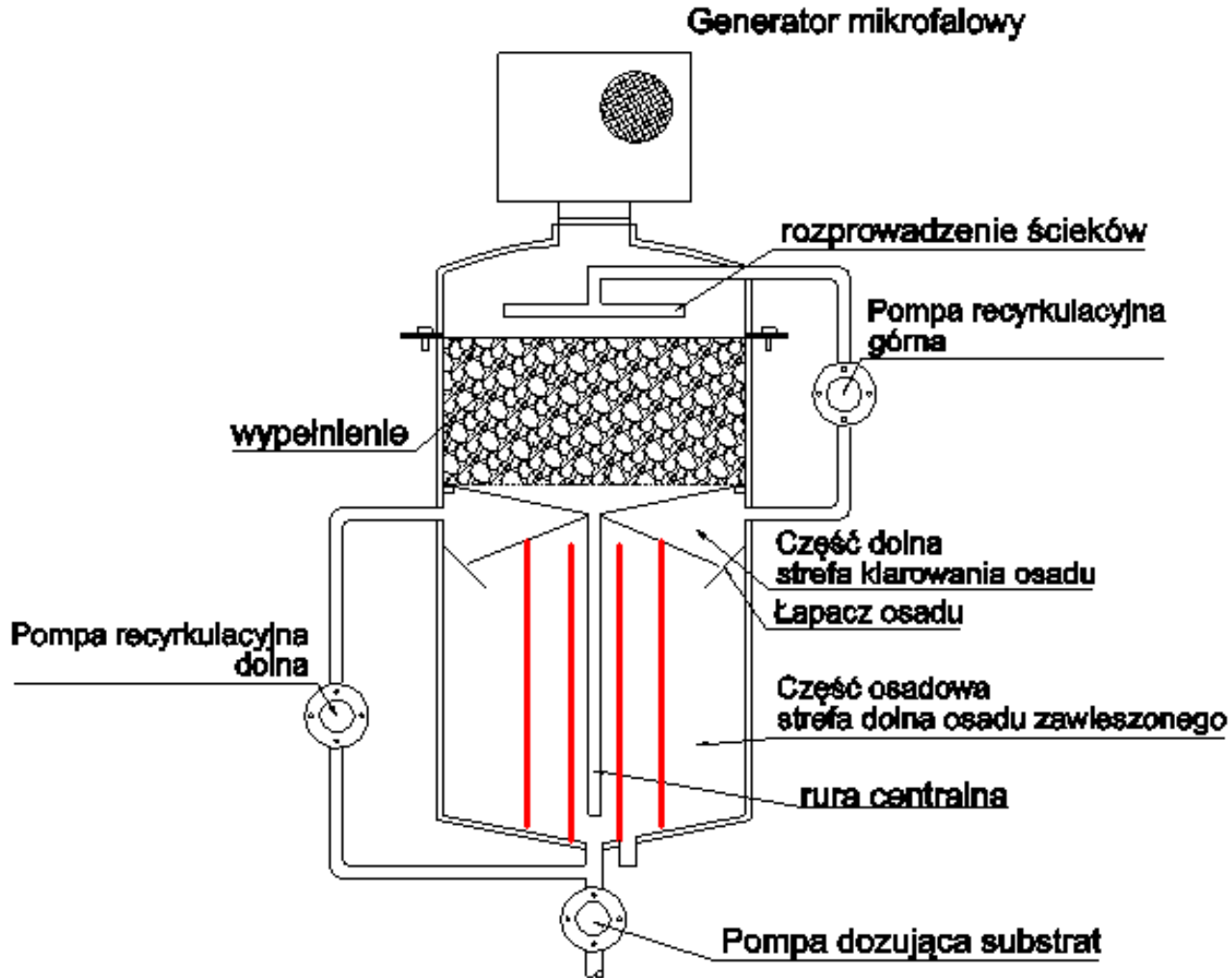


- a) Materiał transparentny
- b) Materiał odbijający mikrofałe
- c) Materiał absorbujący mikrofałe

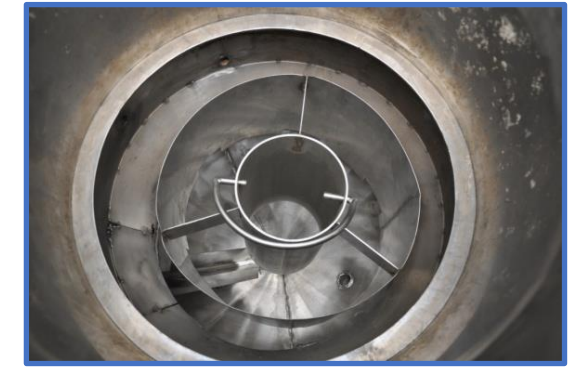
Generowanie ciepła w wyniku oscylacji cząsteczek posiadających moment dipolowy



# Reaktor z mikrofalowym systemem ogrzewania



Reaktor z mikrofalowym systemem ogrzewania



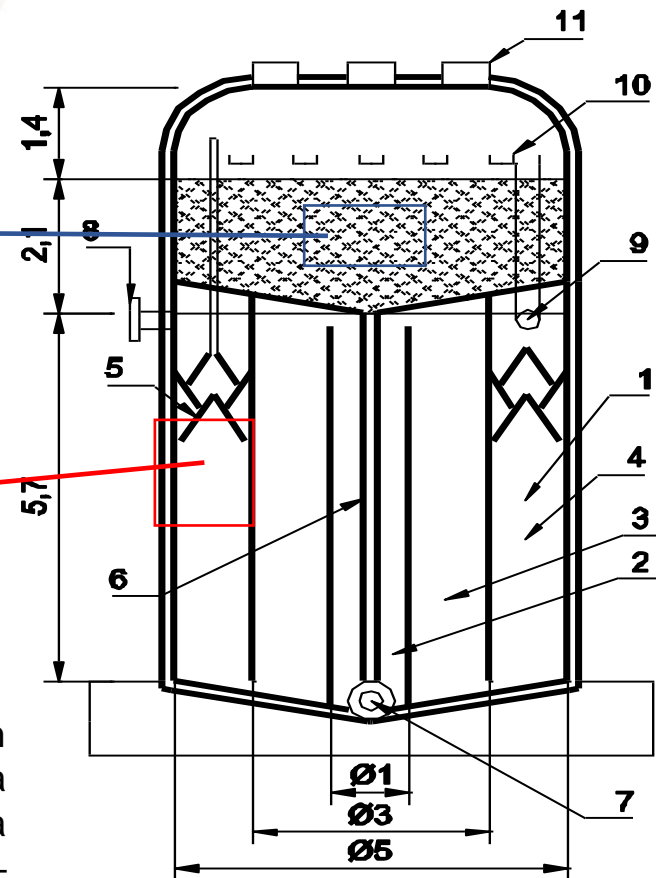
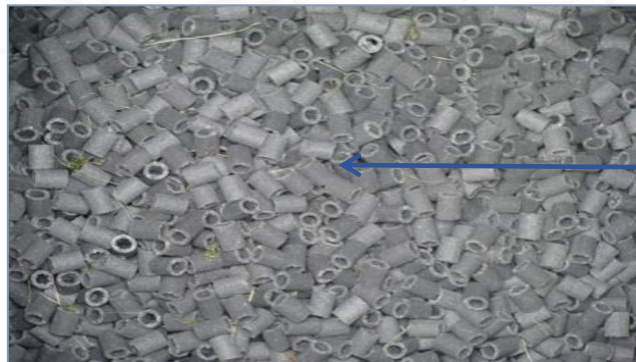
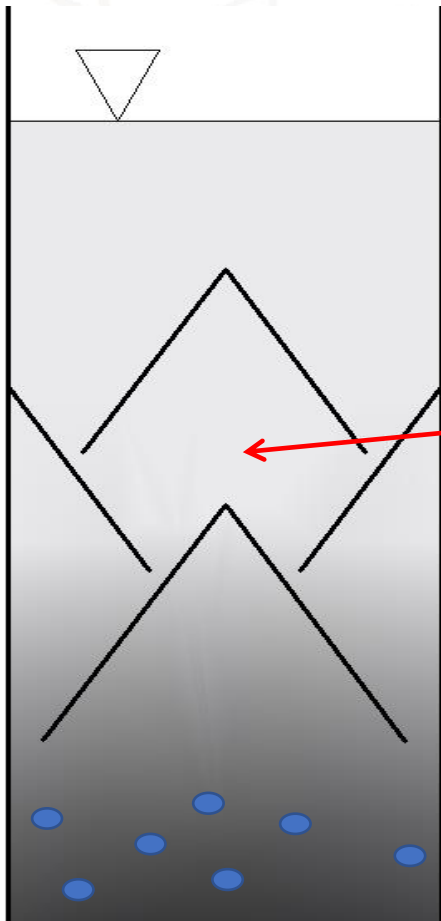
Komora osadowa z kierownicami przepływu



Ruszt podtrzymujący wypełnienie



# Reaktor z mikrofalowym systemem ogrzewania



Schemat reaktora z mikrofalowym systemem ogrzewania. 1 – sekcja dolna reaktora, 2 – komora wewnętrzna, 3 – komora środkowa, 4 – komora zewnętrzna, 5 – łapacz osadu, 6 - rura centralna, 7 – dopływ ścieków, 8 – odpływ ścieków, 9 – czerpnia pompy recyrkulacyjnej, 10 – koryta rozprowadzające ścieki, 11 – generatory mikrofalowe



XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



RYBACTWO  
I MORZE

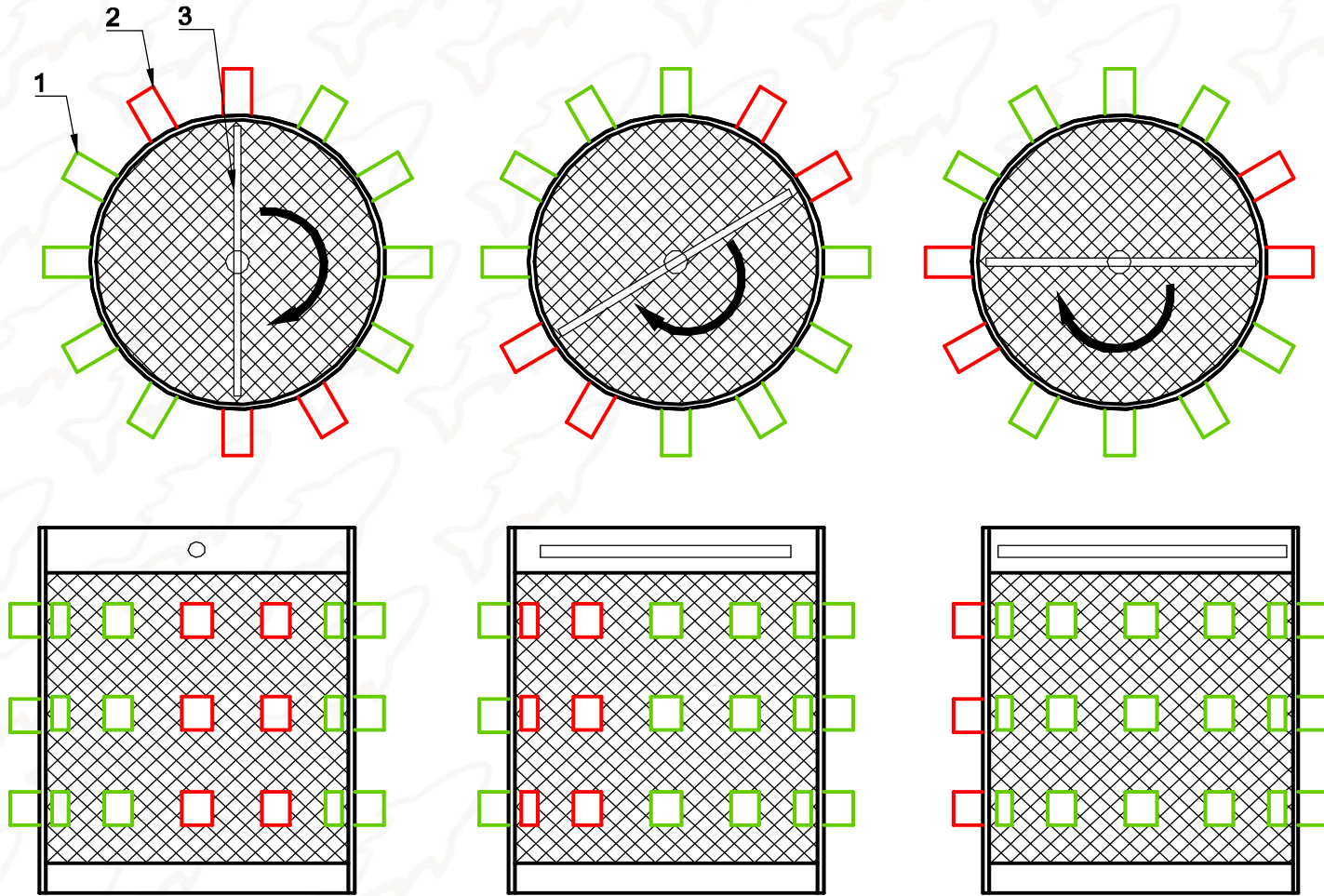


MINISTERSTWO  
ROLNICTWA  
I ROZWOJU WSI

Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



# Ogrzewania mikrofalowe złoża biologicznego



Schemat pracy generatorów mikrofal ogrzewających ociekowe złoża biologiczne. 1 – kolor zielony generator mikrofalowy pracujący, 2 – kolor czerwony generator mikrofalowy wyłączony, 3 – zraszacz obrotowy dostarczający ścięki.



**XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA**  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



**RYBACTWO  
I MORZE**



**MINISTERSTWO  
ROLNICTWA  
I ROZWOJU WSI**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



# Dziękuję za uwagę

prof. dr hab. inż. Marcin Zieliński  
prof. dr hab. inż. Marcin Dębowski

Katedra Inżynierii Środowiska  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
ul. Warszawska 117  
10-720 Olsztyn  
tel. 89 523 41 24  
kom. 725 99 30 10  
e-mail: [marcin.zielinski@uwm.edu.pl](mailto:marcin.zielinski@uwm.edu.pl)



**XLVIII SZKOLENIE - KONFERENCJA**  
HODOWCÓW RYB ŁOSOSIOWATYCH  
12 - 13 PAŹDZIERNIKA 2023 | GDYNIA



**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki

