

**BIURO INŻYNIERII ŚRODOWISKA I ROLNICTWA**  
**OFFICE OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND AGRICULTURE**

87-100 Toruń, ul. Kościelna 9, tel. kom.: +48 695 946 246 e-mail : kswiechowicz@wp.pl

---

**MAFOS II**  
**B+R**

**Zintegrowany mobilny system zagospodarowania osadów ściekowych, osadów dennych zbiorników wodnych, odpadów poprocesowych oraz ścieków, jako źródło energii i surowców o dużym znaczeniu gospodarczym i środowiskowym**

**Projekt jest realizacją zaleceń KONWENCJI Helsńskiej  
o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego (1992 r.)**

Opracował:

inż. Krzysztof Świechowicz

## 1. Wstęp

Koncepcja biznesowa polega na zagospodarowania fosforu z osadów ściekowych, osadów dennych zbiorników wodnych, odpadów po procesowych oraz ścieków do postaci nawozu mineralnego ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$  -STRUWIT)

## 2. Problemy

### ➤ Ochrona środowiska

Eutrofizacja jest procesem bardzo niekorzystnym, zachodzącym w wyniku nadmiernej ilości zanieczyszczeń komunalnych i przemysłowych wprowadzanych do morza. Wiąże się to ze wzrostem ilości materii organicznej w wodach morskich, i co za tym idzie - zwiększonym udziałem niektórych pierwiastków - azotu, fosforu, sodu i potasu. Pierwiastki te są potrzebne do życia glonów, a ich nadmiar powoduje znaczny rozwój tych roślin i tzw. "zakwitanie wody". Jest to zjawisko bardzo niekorzystne, ze względu na zaburzenie stosunków chemicznych w morzu, zmianę właściwości fizycznych i chemicznych wód, takich jak zmiana barwy wody, zwiększone mętnienie, zaburzenie równowagi w ilości naturalnych pierwiastków występujących w wodach morskich, zmiany w stężeniach tlenu i wahania pH. Taka sytuacja bardzo zagraża zwierzętom morskim, ponieważ w warstwach przydennych tworzą się pustynie tlenowe (czyli miejsca, gdzie brakuje tlenu, co uniemożliwia zwierzętom oddychanie). W zamian za to zaczynają rozwijać się organizmy beztlenowe (saprobionty). Ich obecność związana jest z zamulaniem dna morskiego, a w konsekwencji z wypłacaniem obszarów przybrzeżnych.

Morze Bałtyckie jest szczególnie zagrożone eutrofizacją, z kilku powodów. Po pierwsze aż 17% obszaru Europy znajduje się w obrębie jego zlewiska. Są to tereny bardzo intensywnie zagospodarowane, zamieszkałe przez 150 milionów osób. Zanieczyszczenia z zakładów przemysłowych oraz komunalne trafiają do wielkich europejskich rzek (Newa, Wisła, Kemi, Niemen, Odra i inne), a wraz z ich wodami - do morza. Na skutek słabego połączenia z Oceanem Atlantyckim, wody Bałtyku podlegają bardzo powolnej wymianie, co potęguje jeszcze zanieczyszczenie. Wody przybrzeżne płycieją i zarastają, przez co uniemożliwiają prawidłowe funkcjonowanie zwierząt morskich, a w konsekwencji prowadzi to do ich stopniowego wymierania. Zmniejsza to możliwości korzystania z, jeszcze niedawno uważanych za niewyczerpalne zasobów morskich, będących perspektywicznym źródłem żywności dla całego świata. Już dziś na wielu obszarach podwodnych brakuje zwierząt. Wzrost ilości dostarczanych ścieków powoduje natomiast zwiększoną produkcję fitoplanktonu, powodując zakwitanie wód. Po pewnym czasie glonu obumierają, a ich rozkładem zajmują się bakterie, wykorzystujące tlen, potrzebny do życia innym organizmom. Na skutek nieprzystosowania ich do takiego środowiska, zwierzęta stopniowo wymierają. Ze względu na małą powierzchnię i głębokość, a także ograniczoną wymianę wód z oceanem, Bałtyk ma bardzo małą zdolność do samooczyszczania. Procesy eutrofizacji są jeszcze potęgowane, na skutek niewielkiego zasolenia oraz uwarstwienia. W Bałtyku warstwa powierzchniowa od dennej oddzielona jest haloklinem czyli pośrednią warstwą. Jej obecność utrudnia mieszanie się wód pomiędzy warstwami, przez co głębiej położone warstwy są bardzo słabo natlenione. Niektóre z nich narażone są na całkowity i długotrwały brak tlenu. W wyniku intensywnego zanieczyszczenia i postępujących procesów eutrofizacji, wody Morza Bałtyckiego są bardzo ubogie pod względem różnorodności organizmów. Z flory występują tu głównie glony, najwięcej zielenic a także brunatnic. Wśród zwierząt występują zarówno gatunki słonowodne jak i słodkowodne, co spowodowane jest bardzo niewielkim zasoleniem Morza. Gatunków morskich ubywa i następuje ich skarlenie. Ssakami tu żyjącymi są foki szare i morświny, z ryb występują tu: dorsz, śledź, płastugi (stornia, gładzica, zimnica), szprot, makrela, łosoś, bielona, głowacze, węgorz. Wśród bezkręgowców wiele jest gatunków małż, skorupiaków i wieloszczetów. W związku z wymieraniem wielu gatunków ryb, zmniejszają się połowy, a co za tym idzie - spadają zyski rybaków. Jednak nie tylko straty

pieniężne wiążą się ze zwiększeniem procesów eutrofizacji - mogą one spowodować całkowity zakaz kąpieli w Bałtyku, ze względu na zagrożenie niebezpiecznymi chorobami.

Osady dennie stanowią istotne ogniwo w obiegu fosforu w środowisku wodnym, a rozmieszczenie tego składnika kształtowane jest przez szereg naturalnych, kompleksowo oddziałujących czynników, takich jak dynamika wód i głębokość zalegania osadów, z którą wiążą się wielkość jego ziaren, warunki tlenowe itd. Silna antropopresja i naturalne uwarunkowania są przyczyną eutrofizacji wód powierzchniowych, w tym Bałtyku. Jej przejawem jest wzbogacenie powierzchniowej warstwy osadów mulistych tego akwenu w fosfor.

➤ Międzynarodowy

**Realizacja zaleceń KONWENCJI Helsińskiej o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego (1992 r.)**

➤ Społeczno-gospodarczy

- Pogarszający stan wód obniża wartość gospodarczą i zdrowotną miejscowości wypoczynkowych i uzdrowskich (do utraty statusu włącznie)
- Straty połowowe – malejące zyski rybaków

➤ Biznesowy

- Produkcja nowoczesnego nawoży mineralnego - STRUWIT  
Zalety ;
  - ✓ nawóz „trzy w jednym” (magnez , fosfor ,azot)
  - ✓ powolne uwalnianie fosforu do gleby
  - ✓ plony i efektywność roślin w pobieraniu składników pokarmowych w fazie wzrostu są czterokrotnie wyższe w przypadku struwitu niż przy zastosowaniu innych nawozów mineralnych.
  - ✓ wysoka efektywność wzrostu mikroalg

**MIKROALGI** - organizmy tworzące biomasę w procesie fotosyntezy bytujące głównie w słonych i słodkich wodach

Zastosowanie

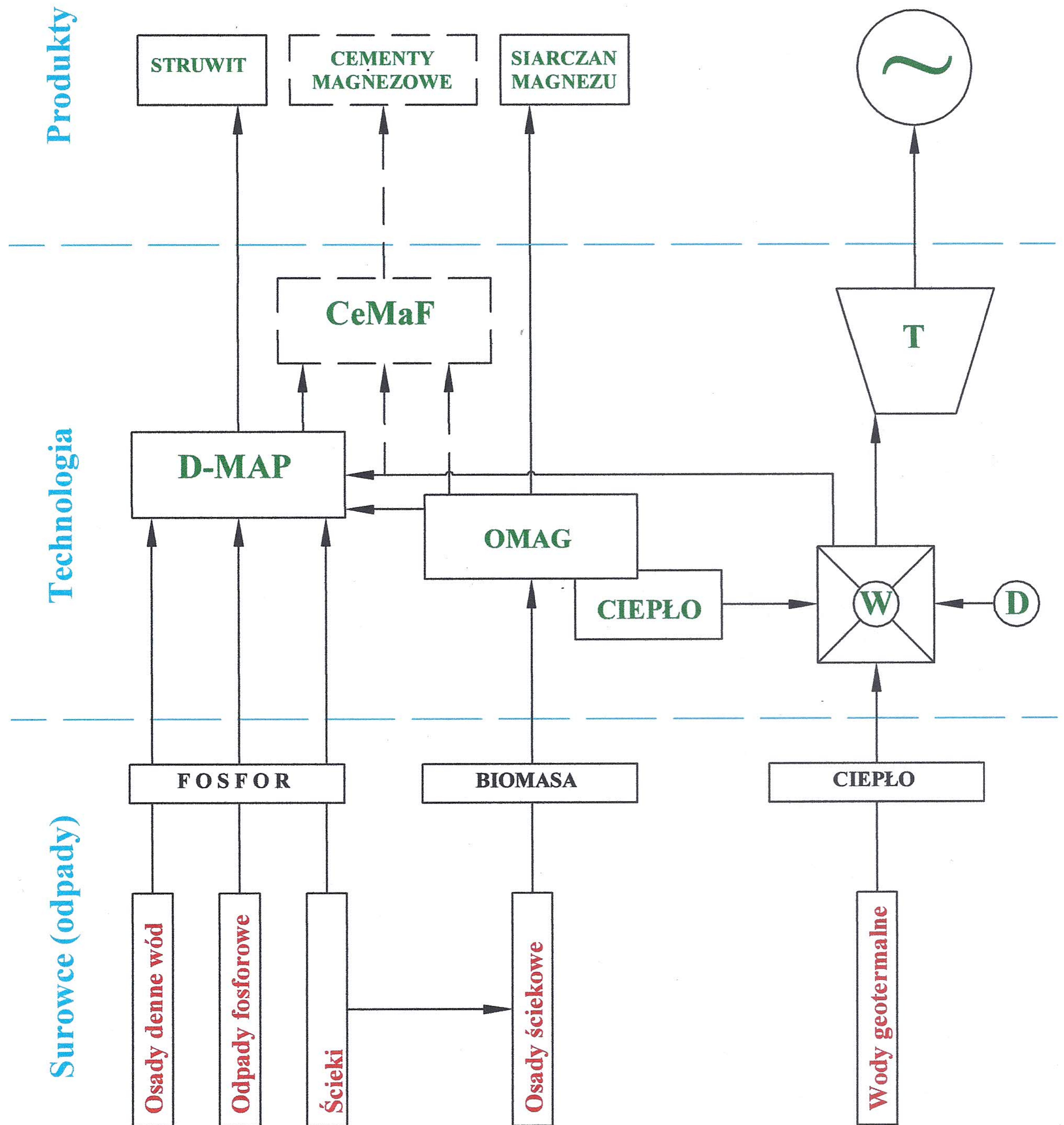
- ✚ płynne biopaliwa
- ✚ wyroby medyczne (opatrunki)
- ✚ wyroby farmaceutyczne (antybiotyki)
- ✚ suplementy diety
- ✚ pasza dla zwierząt
- ✚ kosmetyki

- Surowiec do produkcji innowacyjnych cementów magnezowych
- Wzrost konkurencyjności

➤ Innowacyjność

MAFOS - osady dennie są wydobywane przez bezzałogowy zdalnie sterowany pojazd podwodny (ROV – remotely underwater vehicle). ROV wyposażony jest w inteligentny układ rozpoznawania i oszacowania ilości zalegania osadów, składu chemicznego w szczególności fosforu. Osady dennie poddaje się procesowi maksymalnemu odwodnieniu w takim stopniu aby zachować jak największą zawartość fosforu . Odwodnione osady kierowane są bezpośrednio lub przez barkę wydobywczą, do Dynamicznego Reaktora Procesowego MAP. Do DRP MAP dozowane jest  $MgSO_4$  i  $NH_4$ . W reaktorze następuje proces syntezy STRUWITU. Dla sprawniejszej syntezy STRUWITU , reaktor jest podgrzewany. STRUWIT jest separowany od mineralno-organicznej masy poreakcyjnej i w zależności od zapotrzebowania, przygotowany jest jako nawóz (suszenie i granulacja) lub kierowany jako surowiec, do produkcji Cementu MPC lub MPKC. Masa poreakcyjna w zależności od ilości zawartych pierwiastków poddana jest dalszej obróbce w procesie OMAG lub kierowana bezpośrednio do wytwarzania Cementu.

# MAFOS

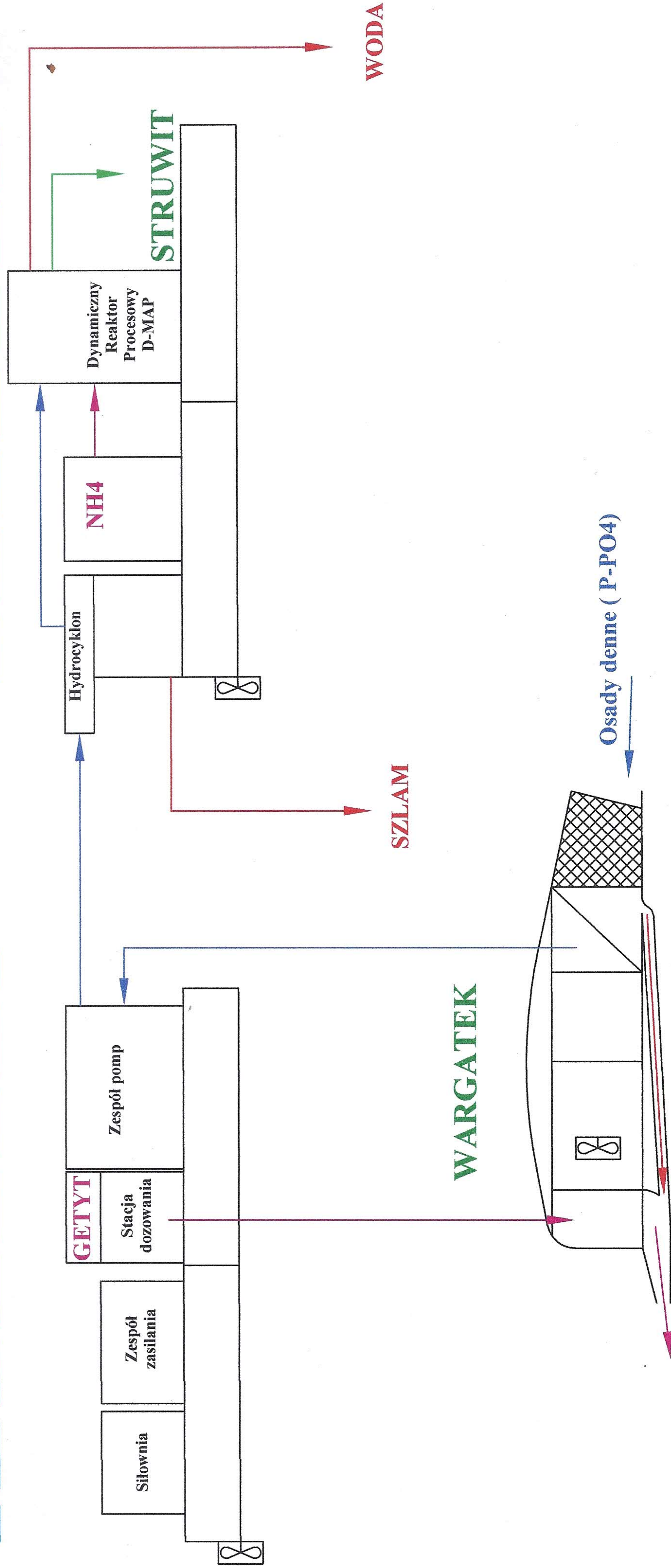


**D-MAP** - instalacja syntezy Struwitu, **OMAG** - instalacja syntezy Siarczanu Magnezu, **CeMaF** - instalacja wytwarzania Cementów Magnezowych, **W** - wymiennik ciepła, **T** - turbina, **D** - zewnętrzne źródło ciepła

# D-MAP

Kolektory fotowoltaniczne

Kolektory fotowoltaniczne



## Przemysł

## BIŚIR

## Nauka

1. Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni,
2. Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,
3. Politechnika Łódzka
4. Uniwersytet Gdański.

### • Cele projektu

Celem ogólnym projektu jest opracowanie innowacyjnego rozwiązania w postaci projektu procesowego instalacji pilotowej zintegrowanego mobilnego systemu usuwania i zagospodarowania fosforu z osadów dennych zbiorników wodnych.

Celem głównym jest opracowanie innowacyjnego Dynamicznego Reaktora Procesowego (DRP) służącego usuwaniu fosforu i jego przetworzeniu do postaci  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$  (STRUWIT)

### Cele cząstkowe :

1. Opracowanie metody oceny stanu zanieczyszczenia zbiornika wodnego
2. Opracowanie metody wydobycia , transportu i odwadniania osadów dennych
3. Opracowanie technologii strącania chemicznego D- MAP: Struwit , Struwit-K
4. Opracowanie technologii wykorzystania biomasy po procesowej  $CeMaF$  – cement magnezowy (MPC) i magnezowo-fosforowy (MPKC)
5. Opracowanie SNORC dla mobilnej instalacji MAFOS.

## EKONOMIA

1. Planowany okres realizacji : 36 m-cy
2. Planowany budżet projektu : 32 mln zł
  - Prace badawcze -10 mln zł
  - Budowa prototypu – 8 mln zł
  - Wdrożenie do realizacji – 14 mln zł

DRUŻYNA MAFOS

Obszar badań	Opis	Realizacja	Prowadzący
Kontrola jakości wód	Wykorzystanie danych superspektralnych CHRIS/PROBA do operacyjnego kontrolowania stanu jakości wód.	IO UG BIŚIR	Prof. dr hab. Adam Krężel, dr inż. Jerzy Usowicz
	Okresowe (równolegle z pozyskiwaniem danych satelitarnych) naziemne kampanie pomiarowe ( 5 stałych miejsc), w ramach których dokonywano by pomiary m.in. widzialności krążka Secchiego, temperatury wody, jak również pobieranie prób wody do analiz laboratoryjnych, m.in. stężenie chlorofilu-a i feofityny, stężenie zawiesiny, stężenie fosforu, całkowitego, stężenie azotu ogólnego, itp. DzU20111545	IO UG	Prof. dr hab. Jerzy Bolałek dr Aleksandra Zgrundo IO UG
Wydobywanie	Model dynamiczny przemieszczenia zanieczyszczeń	PAN IG i PZ UMK	dr Piotr Gierszewski dr hab. Jerzy Łukaszewicz prof. UMK
	Model laboratoryjny wydobywania osadów	UMK UMK	dr hab. Andrzej Kentzer dr hab. Jerzy Łukaszewicz prof. UMK
	Inżynektor	WIPOS	dr inż. Aleksandra Ziemnińska-Stolarska
	Głowica ssąca z rozdrabnianiem	UG	Prof. dr hab. inż. Marian Kamiński
	Separacja zawiesiny	UG	Prof. dr hab. inż. Marian Kamiński
	Stacja odnowy wody	UG	Prof. dr hab. inż. Marian Kamiński
		AMW IBiEO	KS
	Instalacja dozowania GETYTU	UMK	kmr por. dr inż. Bogdan Pojawa
	Instalacja dozowania bakterii	AMW IBiEO	dr hab. Roman Buczkowski prof. UMK
	Inaktywacja fosforu w warstwie beztlenuj. Dozowanie wodorotlenku żelaza (GETYT - FeOOH - sól żółta)	UMK	kmr dr inż. Wojciech Jurczak
OMAG	Platforma wydobywcza ROV	AMW IBiEO	kmr dr inż. Wojciech Jurczak
	Reaktor Procesowy	Zakład Techn. Prac Podwodnych AMW	kmr dr inż. Adam Olejnik
	Instalacje Dozowania	WIPOS	prof. dr hab. inż. Czesław Strumiłło dr inż. Mirosław Imbirowicz
	Wymienniki ciepła	WIPOS	dr inż. Mirosław Imbirowicz
	Ochrona Powietrza	WIPOS	prof. dr hab. inż. Czesław Strumiłło dr inż. Paweł Wawrzyniak
	Synteza Struwitu -BP	BIŚIR+	KS
	DRP w skali 1/4 techniki - BR	BIŚIR+	KS
	DRP 1/1 - BP	BIŚIR+	KS
		UMK	dr hab. Jerzy Łukaszewicz prof. UMK
		WIPOS	KS
Cemaf	Próby laboratoryjne - BP	WIPOS	prof. dr hab. inż. Czesław Kuncewicz
	1/4 techniki	WIPOS	prof. dr hab. inż. Czesław Kuncewicz
SNORC	1/1 techniki	IMP PL	prof. dr hab. inż. Władysław Kryłłowicz
	Próby z SN ORC - IMP	AMW IBiEO	kmr por. dr inż. Bogdan Pojawa
	PT	AMW IBiEO	prof. dr hab. inż. Władysław Kryłłowicz
	1/1 SN ORC		kmr por. dr inż. Bogdan Pojawa



Warszawa, dnia 25 sierpnia 2016 r.

## MINISTER ŚRODOWISKA

IK.180576

9/9

Szanowny Panie Premierze,

W nawiązaniu do przekazanej przy piśmie z dnia 20 lipca 2016 r. koncepcji zintegrowanego systemu usuwania i zagospodarowania fosforu z osadów dennych, pragnę złożyć podziękowania za zainteresowanie problematyką odzysku fosforu z osadów dennych oraz wyrazić uznanie za podjęcie prac nad projektem MAFOS.

Cele projektu MAFOS wpisują się w podstawowe założenia zrównoważonego rozwoju, poprzez dążenie do ładu środowiskowego w ekosystemie zbiorników wód powierzchniowych oraz gospodarkę odpadami. Planowane korzyści z wdrożenia projektu, oprócz poprawy stanu środowiska wodnego poprzez zmniejszenie ilości osadów dennych, wiążą się z wykorzystaniem urobku zgodnie z hierarchią zagospodarowania odpadów - odzysk fosforu będącego surowcem w procesach produkcji m.in. cementu.

W opinii Ministerstwa Środowiska projekt MAFOS jest interesującym rozwiązaniem problematyki odzysku fosforu z osadów. Dominującą rolę w projekcie stanowi walor ekologiczny – rekultywacja zbiorników wodnych i wykorzystanie powstałego w procesie odpadu jako źródła fosforu. W związku z powyższym z przyjemnością zapoznam się z ostatecznymi wynikami projektu.

2  
  
Z UP. MINISTRA  
PODSLEGNIĘTARZ STANU  
  
Mariusz Gajda

Do wiadomości:

1. Pan Jacek Kurzępa, Poseł na Sejm RP