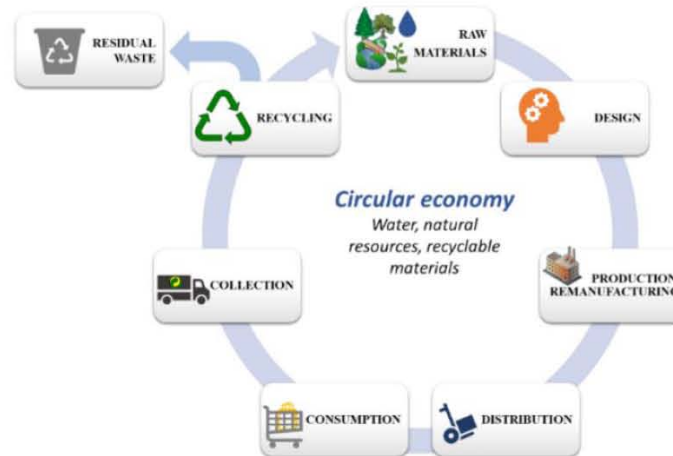
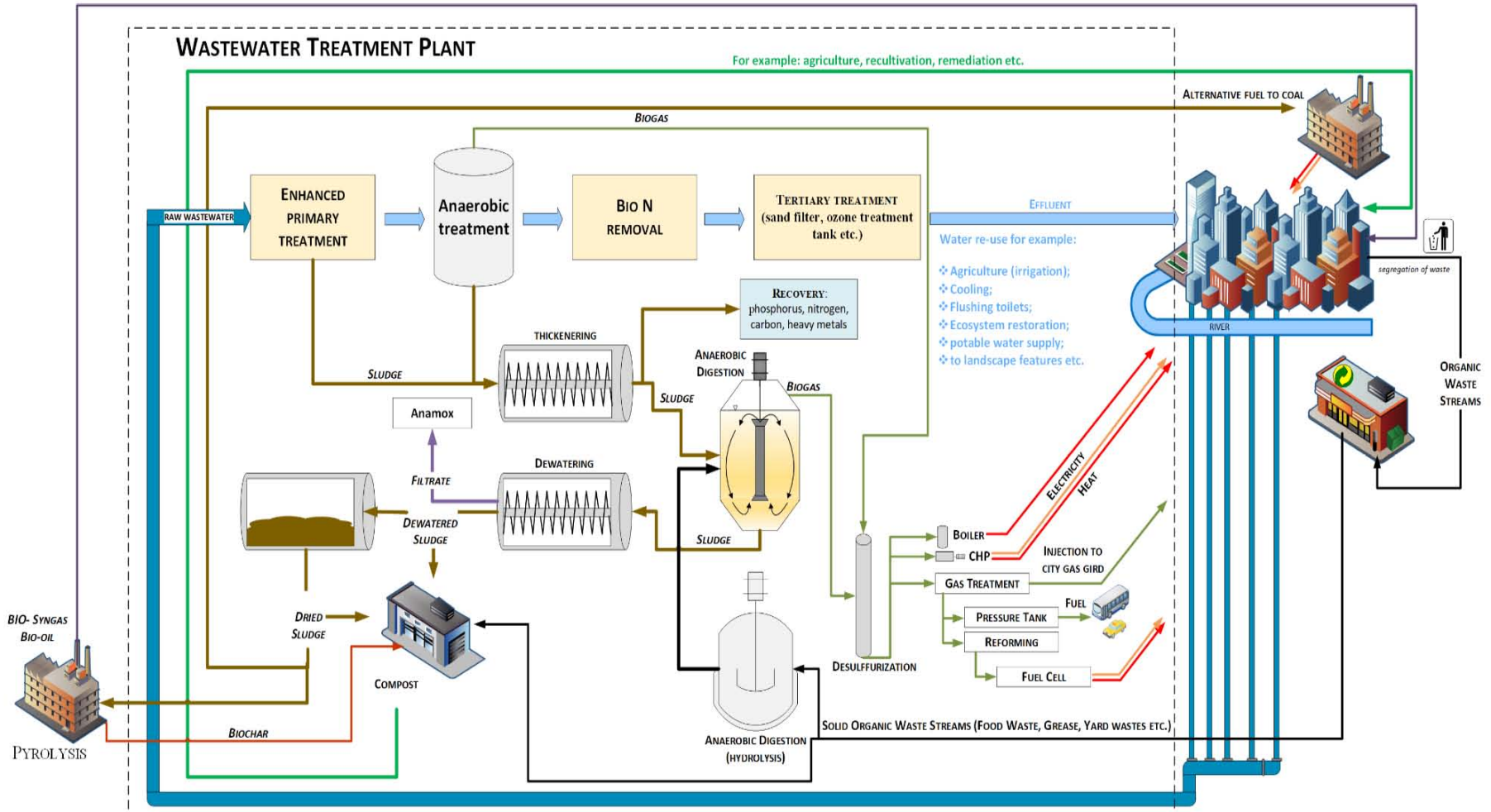


Osady ściekowe jako źródło nutrientów, metali ciężkich i innych substancji do odzysku

*prof. dr hab. inż. Ewa Neczaj – Politechnika Częstochowska,
Wydział Infrastruktury i Środowiska*



Oczyszczalnia ścieków w przyszłości





Rodzaj techniki

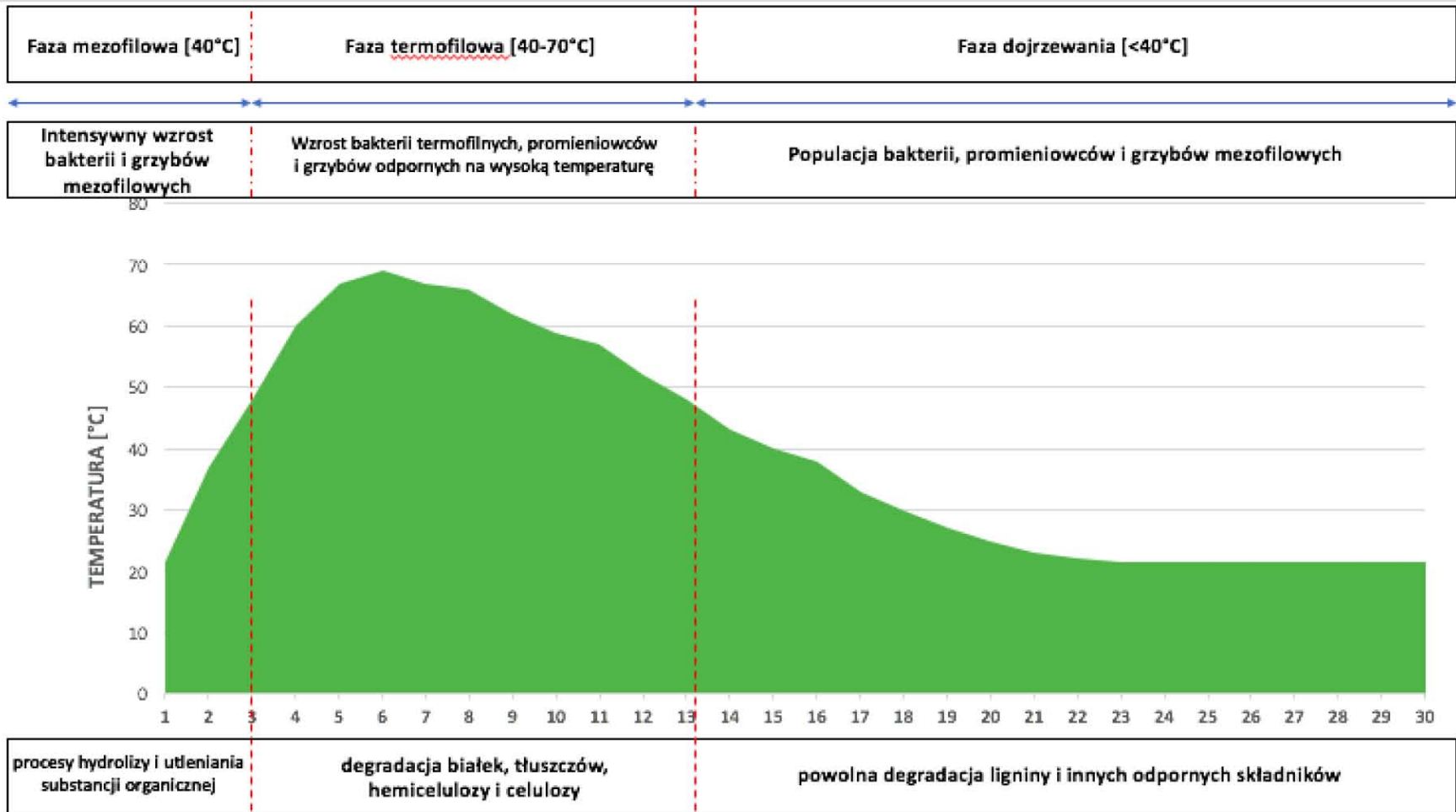
Bio-chemiczne			Termo-chemiczne						Mechaniczno-chemiczna
Fermentacja beztlenowa	Mikrobiologiczne ogniwa paliwowe	Beztlenowe/tlenowe	Spalanie i współspalanie	Gazyfikacja	Piroliza	Mokre utlenianie	SCWO	Obróbka hydrotermiczna	Nadźwźwiękawianie
Produkty: biogaz, paliwa gazowe	zastosowanie: wytwarzanie energii elektrycznej	Produkty: bioplastik, biopestycydy	Produkty: ciepło, CO ₂ , H ₂ O, Popiół	Produkt: SYNGAS, paliwa gazowe	Produkty: bioolej, biowęgiel, paliwa gazowe	Produkt: ciepło	Zastosowanie odzysk fosforu, produkty mogą być wykorzystane do produkcji materiałów budowlanych	Zastosowanie: ciekły odpad może być wykorzystany jako nawóz; produkcja biogazu	zastosowanie: Produkcja biodiesla i wodoru; odzysk białek enzymów i metali ciężkich
zastosowanie: wytwarzanie ciepła i energii			zastosowanie: procesy cieplownicze, wytwarzanie energii, materiały budowlane	zastosowanie: procesy cieplownicze, wytwarzanie energii zastosowanie jako paliwo w samochodach	zastosowanie: procesy cieplownicze, paliwo alternatywne, odzysk metali ciężkich	zastosowanie procesy cieplownicze			

SCWO- utlenianie w warunkach nadkrytycznych



Rodzaj produktu	Wykorzystanie
Metan	Elektryczność, ciepło, paliwo
gaz	Elektryczność, ciepło
Olej, tłuszcze	Biodizel, metan
fosfor	Nawóz
Azot	nawóz
meatle	Koagulanty
Związki nieorganiczne	Materiał budowlane
Związki organiczne	Produkcja kwasów organicznych
Inoculum	Produkcja biowodoru
Wykryształizowane białka	Produkcja biopestycydów

KOMPOSTOWANIE





METRYKA KOMPOSTOWNI

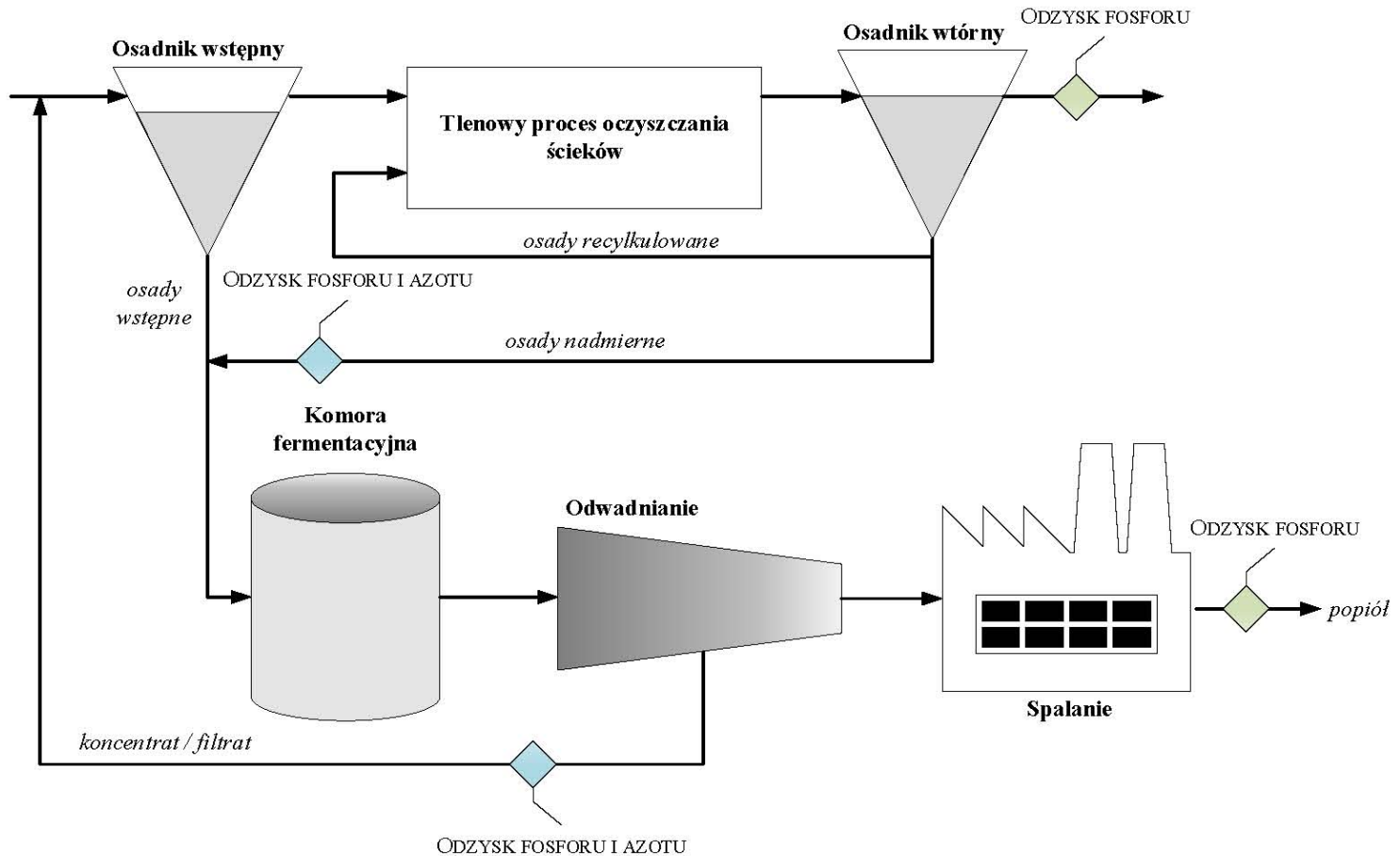


Maksymalna wydajność instalacji	20 tys. Mg/rok
Pierwsze próby	1996 r.
Skala półtechniczna	1998 r.
Pełna skala	2000 r.
Instalacja zadaszona	2003 r.
Statut nawozu organicznego Zezwolenie MRiRW	IV 2004 r.
Powierzchnia kompostowni	1,5 ha
Powierzchnia zadaszona	0,91 ha
Technologia:	
metoda trójkątnej przyzmy przierzucanej i przesuwanej	

woda 55%, przefermentowany osad 13%, słoma 9%, zrębki 17%, odpady zielone 6%

<http://www.wodociagi.slupsk.pl/o-spolce/nasze-objekty/oczyszczalnial>

Potencjalne miejsce odzysku nutrientów na oczyszczalni ścieków



<http://www.ohioewa.org/docs/WilliamsKhunjar.pdf>

Separacja u źródła – teoretycznie można odzyskać 70%



teoretycznie można odzyskać 70%



<https://sustainable-solutions.info/urine-separating-composting-toilets/>



Komunalne **osady ściekowe** zawierają znaczną ilość nutrietów: **fosforu** - 0,8-2,8 % s.m., **azotu** - 1,5-5 % s.m.

Fosforan wapnia i fosforan magnezowo-amonowy (**struwit**) to główne nawozy otrzymywane w wyniku procesu krystalizacji osadów

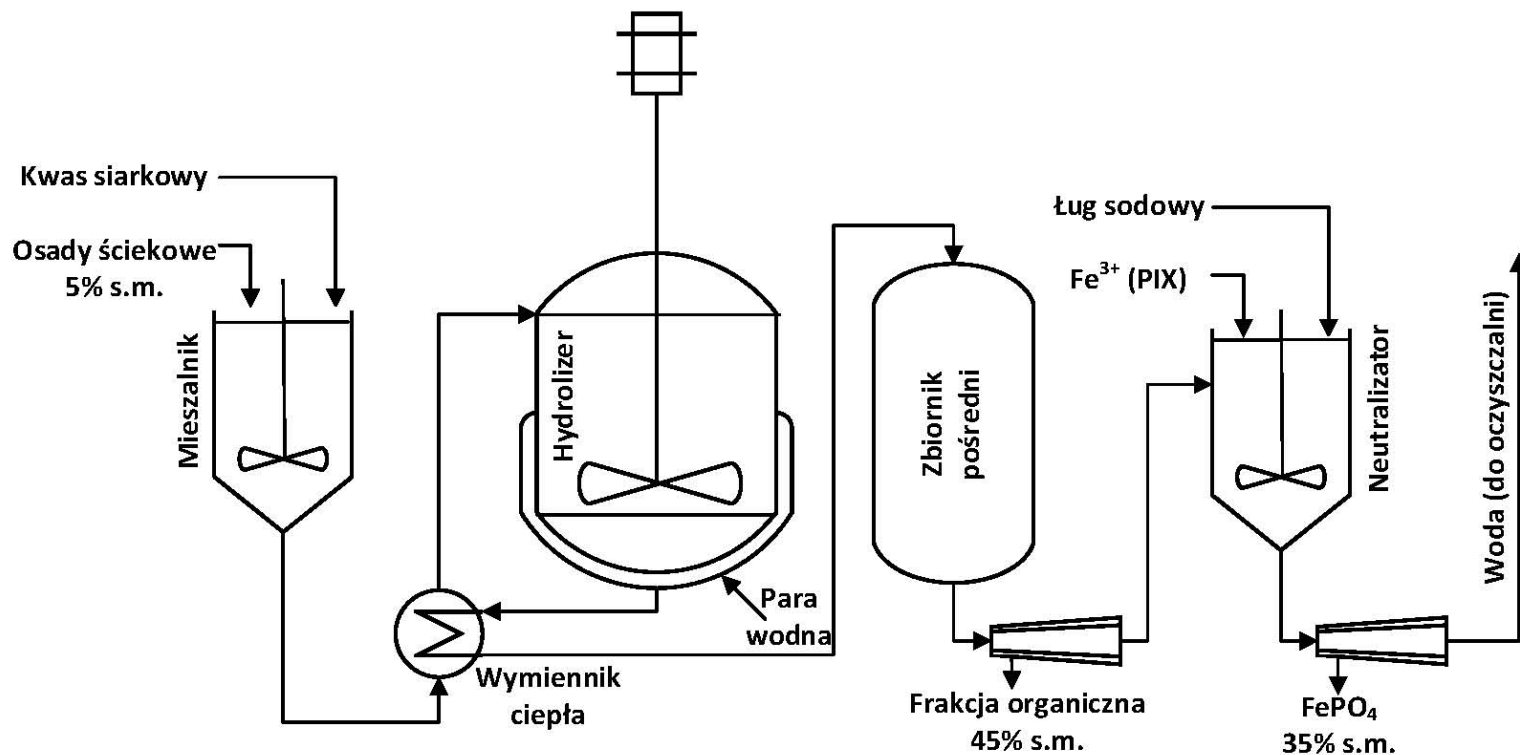
Związki fosforu z osadów ściekowych mogą być **wytrącane bezpośrednio z osadów** lub z **popiołów** oraz **żuźła** powstających w procesach ich termicznego przetwarzania

Odzysk fosforu (Egle i in., 2016)



Ścieki /odcieki		Osady ściekowe		Popiół ze spalania osadów ściekowych	
Nazwa	potencjał odzysku	Nazwa	potencjał odzysku	Nazwa	potencjał odzysku
DXV Crystalactor	~ 40%	AQUA RECI	~ 60%	SEPHOS	b.d.
Ostara PEARL Reactor	~ 20%	Seaborne (Gifhorn)	~ 40%	BIOCON	b.d.
AirPrex	~ 15%	PHOXNAN	~ 50%	AshDec	~ 85%
Phosnix	b.d.	Metoda Stuttgardzka	~ 40%	SNB	b.d.
P-RoC	~ 27%	MEPHREC	~ 65%	RecoPhos	~ 85%
		Heatphos	b.d.	PASCH	~ 70%
		KREPRO	b.d.		
		CAMBI/KREPRO	b.d.		
		KEMICOND	b.d.		
		REPHOS	b.d.		

Termicznego hydroliza z kwasem siarkowym

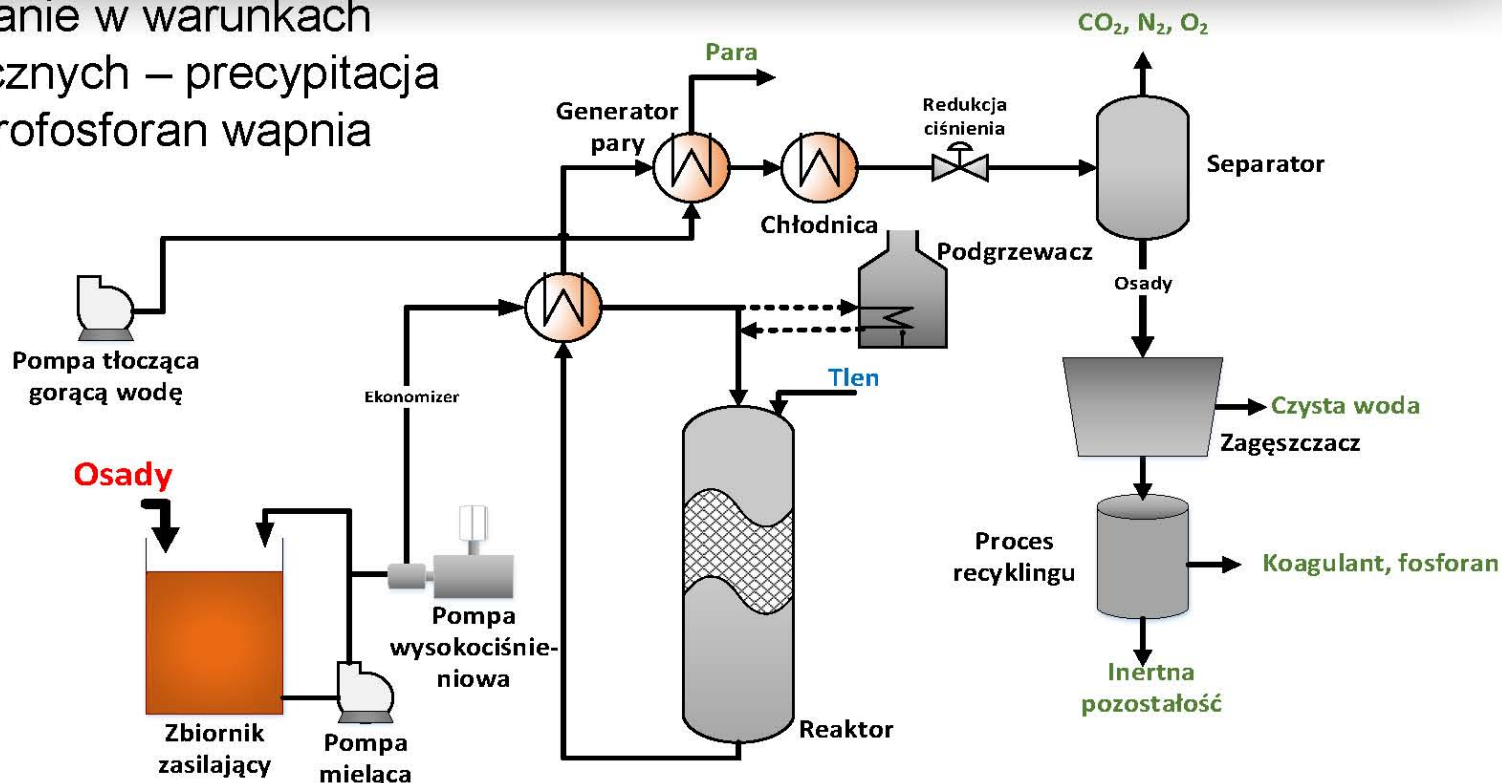


Schemat technologii KREPRO -KEMIRA (na podstawie Berg i Schaum, 2005)

Aqua-Reci – odzysk fosforu



Utlenianie w warunkach nadkrytycznych – precypitacja Wodorofosforan wapnia

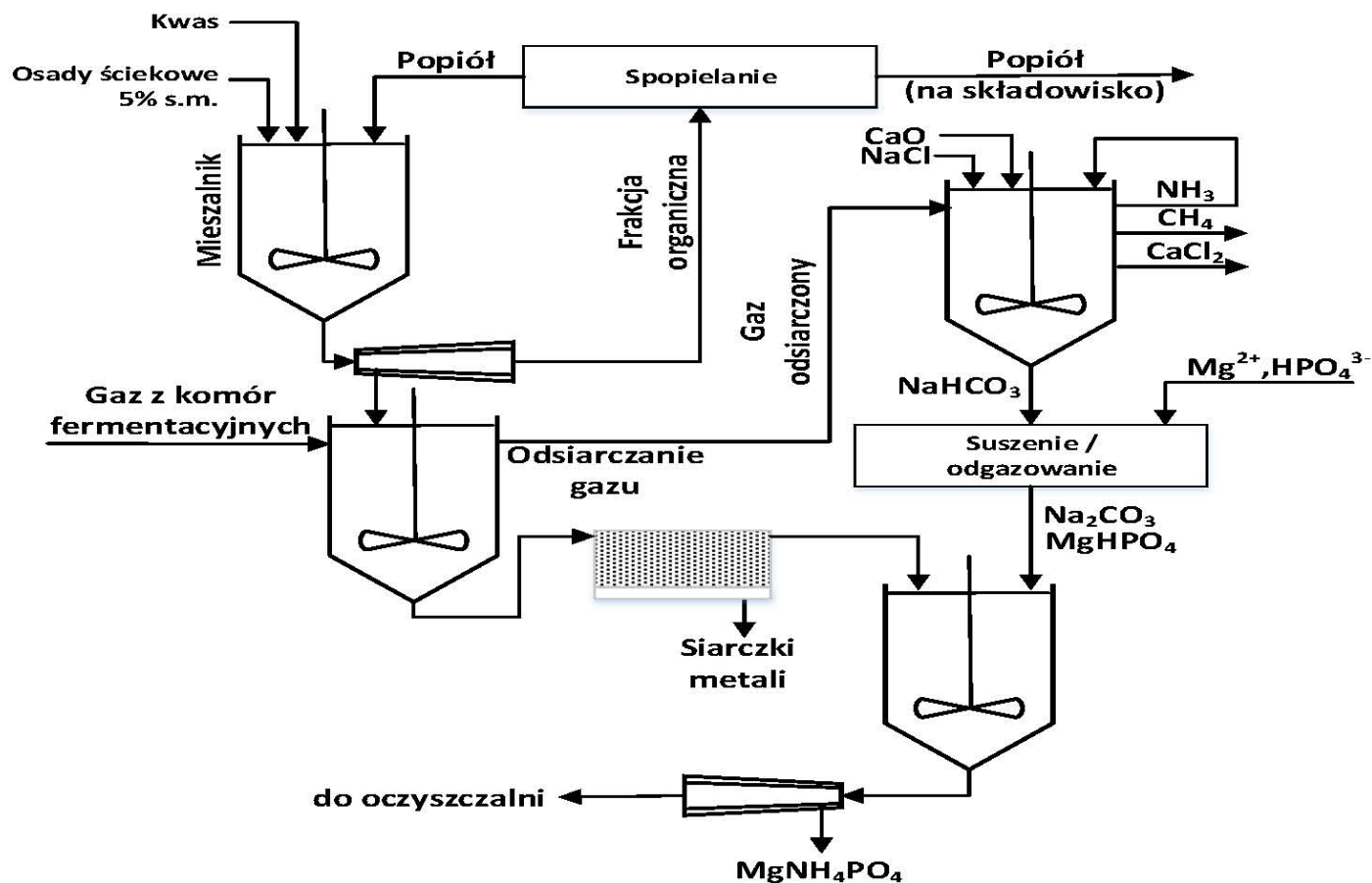


Wysokie pH – metale ciężkie pozostają w formie nierozpuszczonej

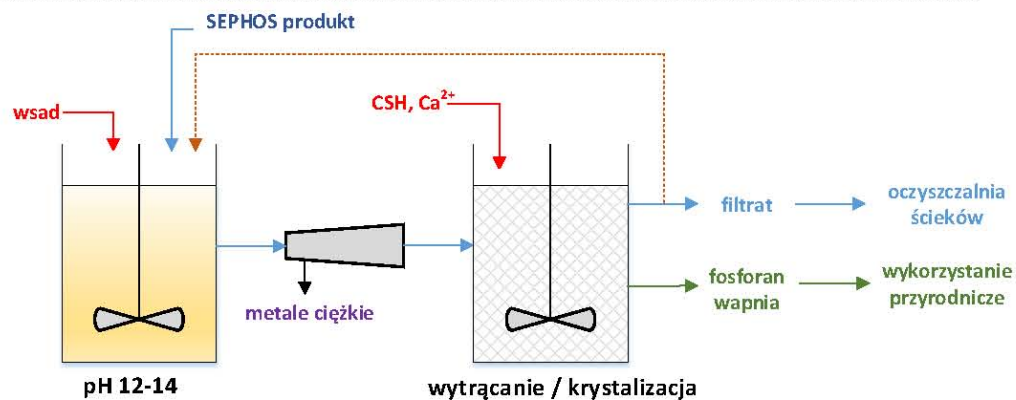
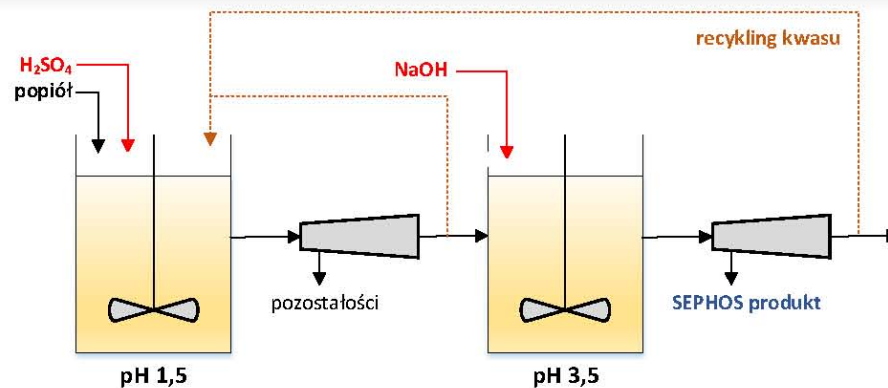
Hydroliza kwasem siarkowym mieszanki osadów ściekowych oraz popiołów z ich termicznego przekształcania



SEABORNE - 95% odzysk fosforu, produkcja struwitu -550 kg/d



SEPHOS fosforu odzysk z popiołów (na podstawie Berg i Schaum, 2005)





Do usuwania **metali ciężkich** z osadów stosowane są m.in. metody termiczne (np. **piroliza**) oraz **techniki hybrydowe** np. ekstrakcja wspomagana promieniowaniem mikrofalowym, ultradźwiękami

UD wykorzystano w Huizhou (Chiny) w oczyszczalni ścieków przemysłowych przy zakładach produkujących płytki bazowe do produkcji obwodów elektronicznych. Rocznie wytwarza się tam z osadów ściekowych 100 ton siarczanu miedzi (98%) oraz 3500 Mg 20% chlorku żelaza.

Produkcja materiałów budowlanych z osadów ściekowych



lekkie kruszywa, żużel, cegły

bitublock - mieszanina różnych odpadów t.j. szkła, osadów ściekowych, popiołów połączonych za pomocą bituminu - smolistej substancji wykorzystywanej m.in. w drogownictwie jest sześciokrotnie mocniejszy od klasycznych płyt betonowych



cement Portland – surowcem są **popioły** pozostałe po spaleniu osadów ściekowych, **osady odwodnione** oraz **wysuszone**. Do produkcji cementu wykorzystuje się odwodnione osady, których udział wagowy może wynosić nawet 20%. Zawarte w nich toksyczne związki chemiczne ulegają utlenieniu w trakcie procesu,



lekkie kruszywa ALWA (ang. *Artificial lightweight aggregate*) stosowane np.: jako **materiał izolacyjny**, dodatek do produkcji **doniczek**, **kostki brukowej**

Popioły z osadów ściekowych – substytut **piasku** i/lub **cementu** w budownictwie drogowym



Produkcja **polihydroksyalkanolanów**

z osadów ściekowych- PHA biodegradowalne polimery

Korzyści otrzymywania PHA z osadu czynnego :

- **ponowne wykorzystanie materiału odpadowego,**
- **obniżenie kosztów produkcji PHA,**
- **wykorzystanie mieszanej kultury mikroorganizmów osadu czynnego zamiast czystych kultur.**

