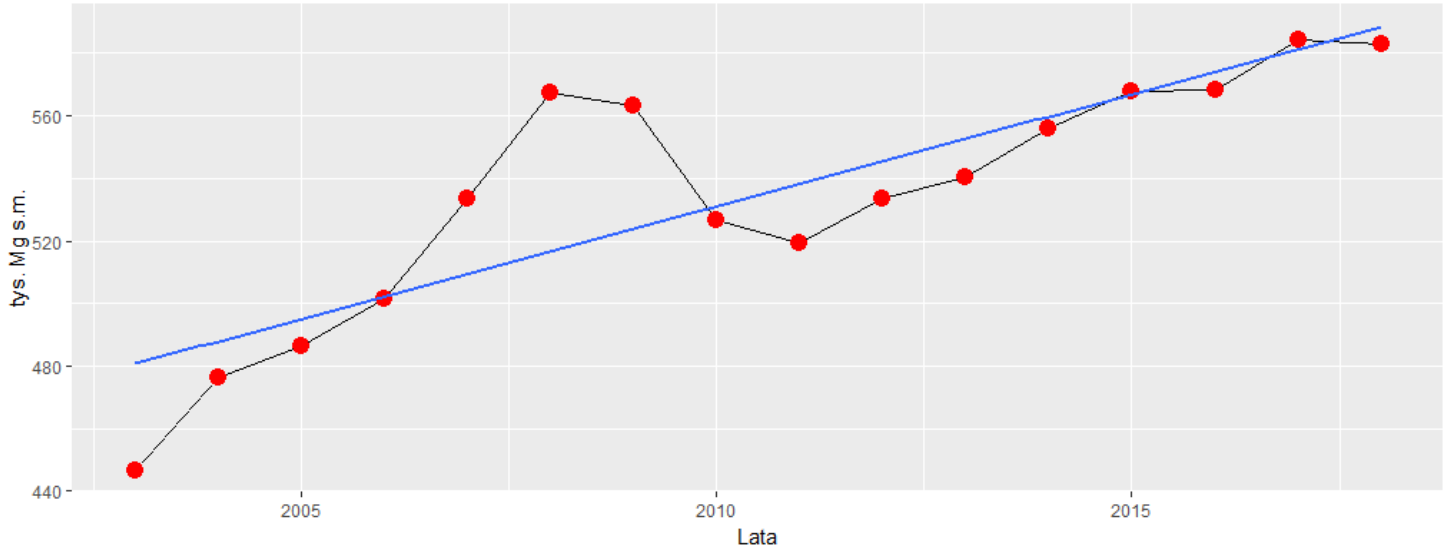
Wykorzystanie osadów ściekowych w Polsce w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym

Jurand D. BIEŃ
Politechnika Częstochowska

Trochę liczb …

Ilość osadów ściekowych wytwarzanych w oczyszczalniach komunalnych

Dane: Główny Urząd Statystyczny



2015
568,0 tys. ton*

2016
568,3 tys. ton*

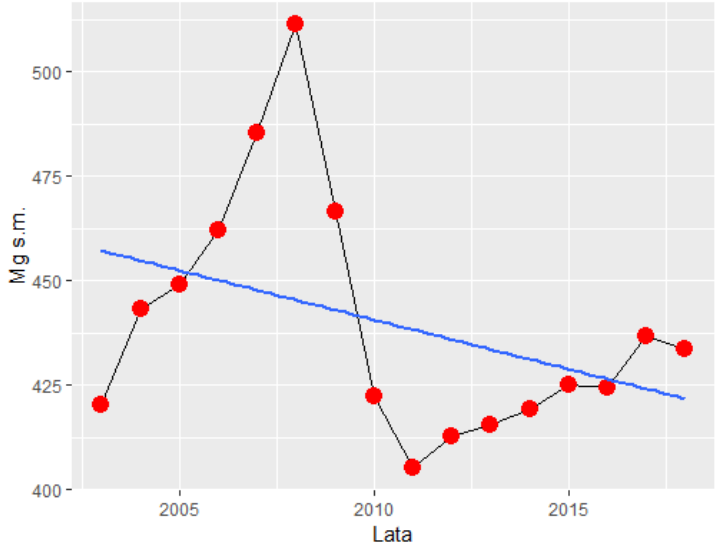
2017
584,5 tys. ton*

2018
583,0 tys. ton*

* s.m.

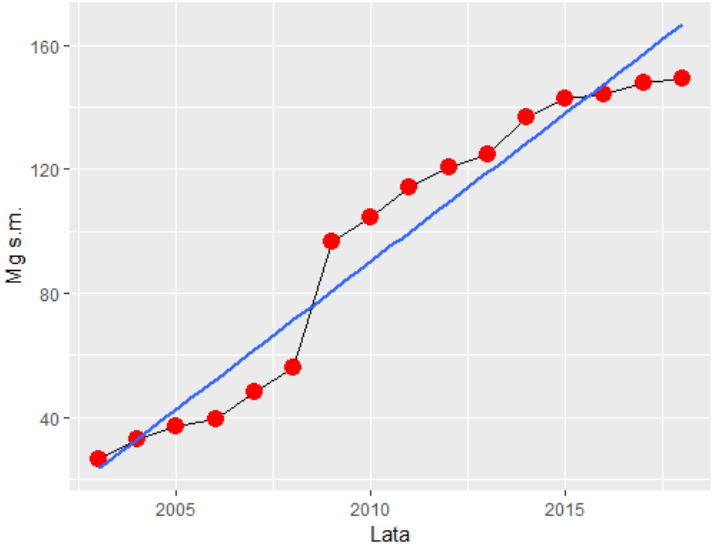
Miasto

Dane: Główny Urząd Statystyczny



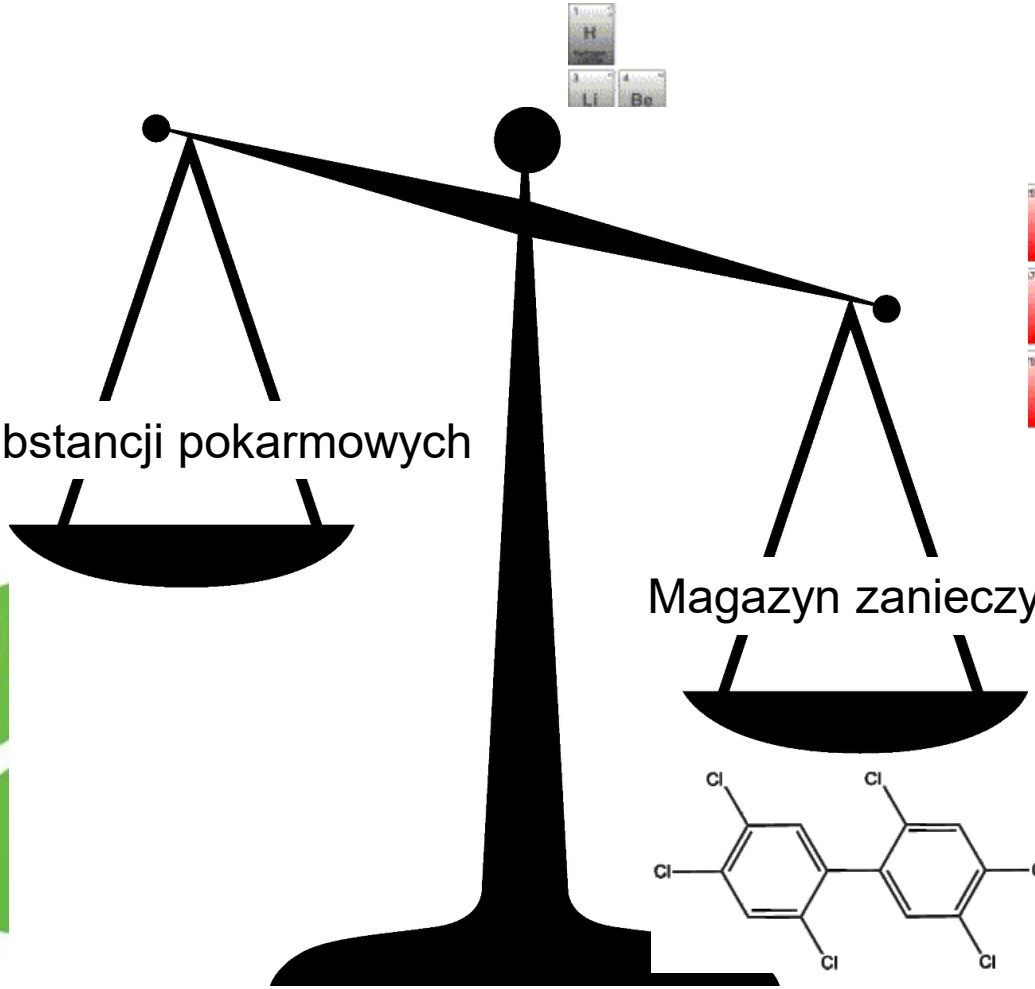
Wieś

Dane: Główny Urząd Statystyczny



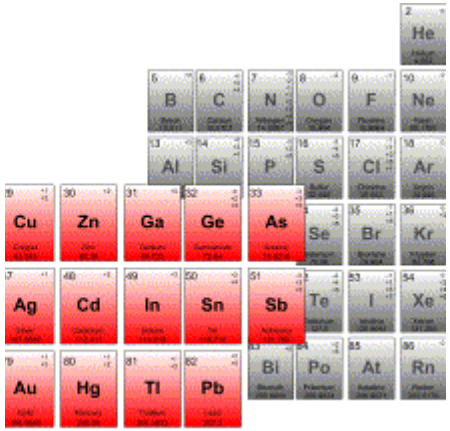
Właściwości fizykochemiczne, sanitarne osadów

- Pochodna jakości ścieków dopływających do oczyszczalni, których jakość na przestrzeni ostatnich lat ulega ciągłej zmianie - dynamiczny rozwój sektora farmaceutycznego, chemicznego, szeroko stosowane w gospodarstwach domowych środki czystości oraz higieny osobistej.

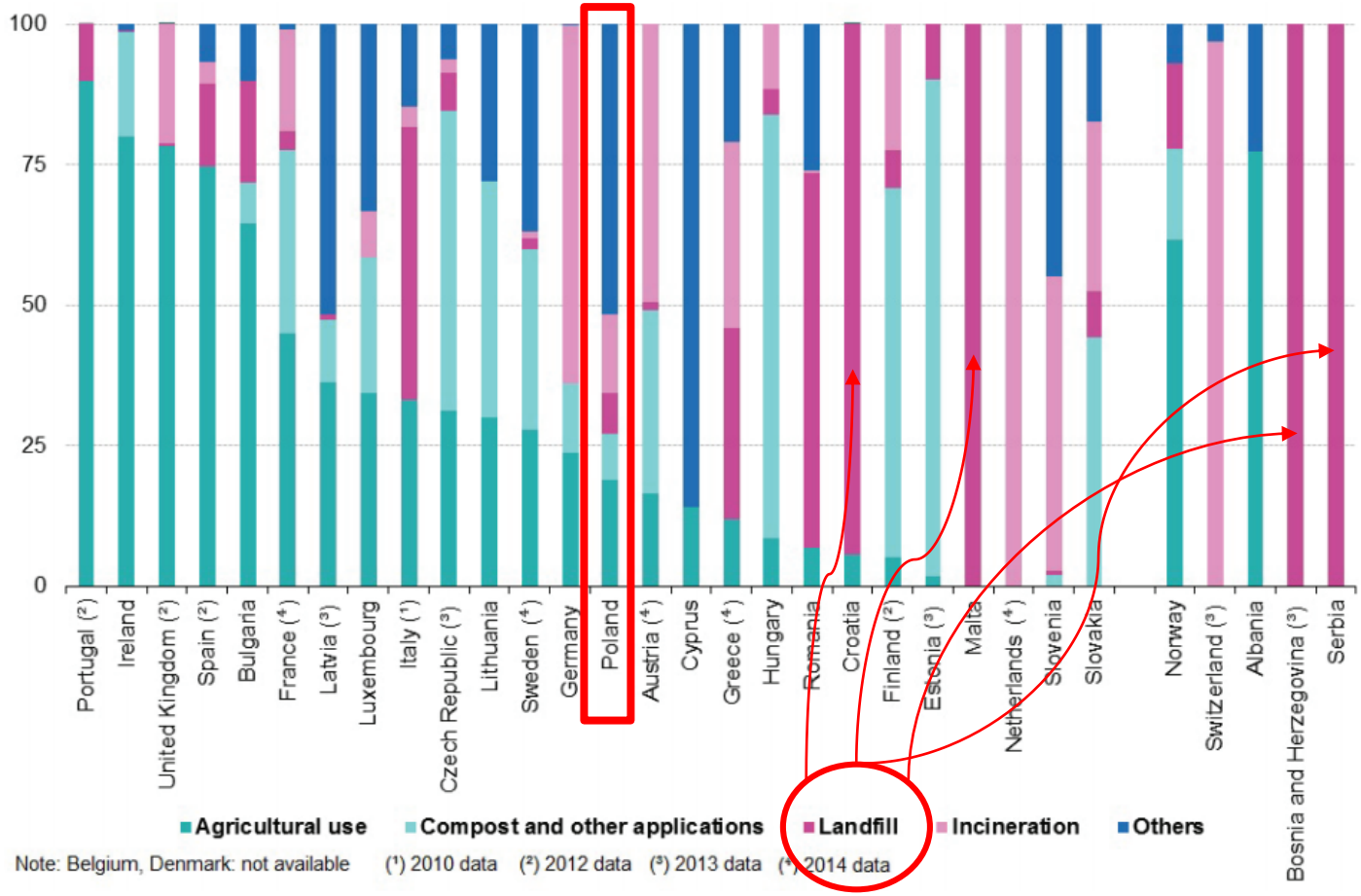


Źródło substancji pokarmowych

Magazyn zanieczyszczeń



ZAGOSPODAROWANIE



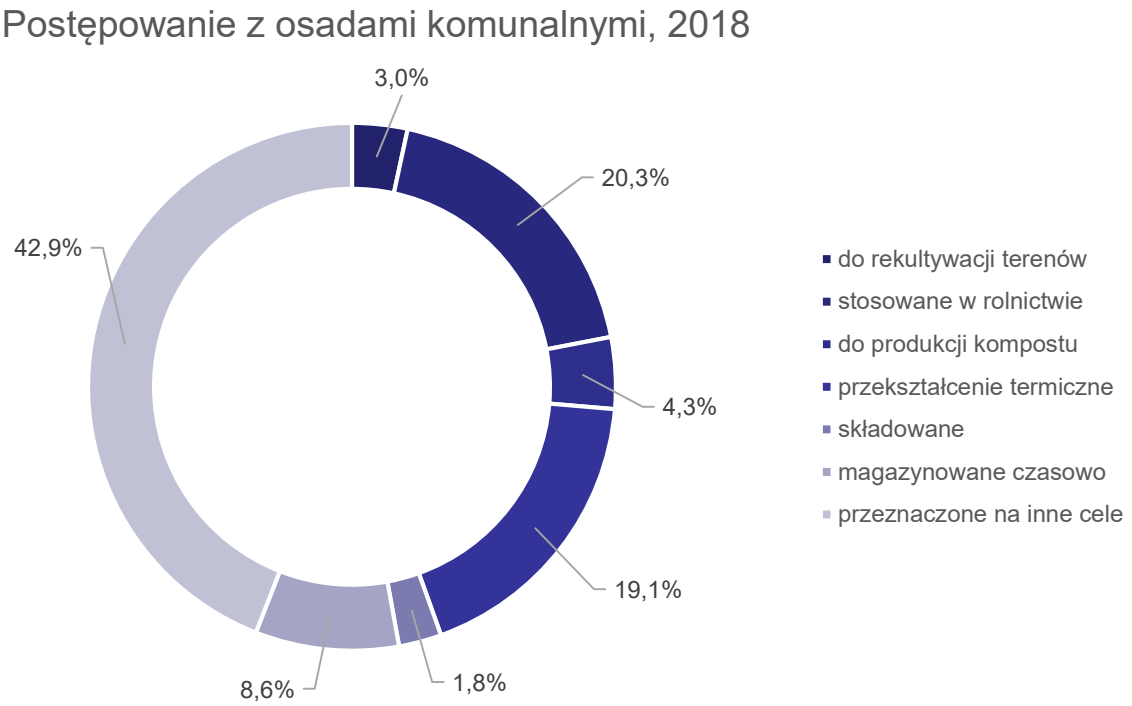
eurostat
Your key to European statistics

Rok	Przyro-dnicze	Rolnicze	Kompo-stowanie	Termiczne	Składowanie	Magazyno-wanie	Inne
tys. Mg s.m./rok							
2015	19,2	107,5	47,1	79,3	40,5	246,9	27,5
2016	20,1	116,0	31,8	101,1	20,7	221,2	57,4
2017	19,8	108,6	25,6	106,2	15,3	51,4	257,5
2018	17,4	118,3	25,2	111,5	10,6	50,01	250

GUS

POLSKA
POLAND

WYDZIAŁ
INFRASTRUKTURY
I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA



Kierunki zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych

2003 - 2018

rolniczy (13%)	↑	20,3%
przyrodniczy (24%)	↓	3,0%
termiczny (1%)	↑	19,1%
składowanie (37%)	↓	1,8%

1998 - 2016

rolniczy (32%)	↓	24%
przyrodniczy (29%)	↓	10%
termiczny (16%)	↑	64%

WYDZIAŁ
INFRASTRUKTURY I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

WYDZIAŁ
INFRASTRUKTURY I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

Cecha charakterystyczna	Jednostka	Instalacje spalania
Sumaryczna liczba instalacji	szt	11
Sumaryczna wydajność	Mg s.m/rok	ok. 160000
Zakres wydajności spalarni	Mg s.m./h	0.2 ÷ 7.9
Wilgotność osadów podawanych do kotła	% s.m.	33 ÷ 90

WYDZIAŁ
INFRASTRUKTURY I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

Cecha charakterystyczna	Jednostka	Instalacje suszenia termicznego
Sumaryczna liczba instalacji	szt	30
Sumaryczna wydajność	Mg s.m/rok	ok. 100000
Zakres odparowania wody	Mg $_{H2O}$/h	1 ÷ 9.15
Zakres procesu suszenia	% s.m.	18 ÷ 95
Zakres wskaźnika zużycia ciepła	kWh$_{th}$/kg $_{H2O}$	0,75 ÷ 1,3
Zakres wskaźnika zużycia energii elekt.	kWh/kg $_{H2O}$	0,06 ÷ 0,085

Wykładnia dla obecnej polityki UE w dziedzinie ochrony środowiska

KOMUNIKAT KOMISJI DO PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO, RADY, EUROPEJSKIEGO KOMITETU EKONOMICZNO-SPOŁECZNEGO I KOMITETU REGIONÓW

2.12.2015

Zamknięcie obiegu - plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym

Koncepcja „gospodarki o obiegu zamkniętym”

- cztery kluczowe obszary:

produkcja

konsumpcja

gospodarka odpadami

surowce krytyczne

- Osady ściekowe **ODPADEM**

Directive on waste (2008/98/EC)
Waste Framework Directive

USTAWA

z dnia 14 grudnia 2012 r.

o odpadach[1), 2)]

chia sposobów postępowania z odpadami

dza się następującą hierarchię sposobów postępowania

stawaniu odpadów;

2) przygotowywanie do ponownego użycia;
3) recykling;
4) inne procesy odzysku;
5) unieszkodliwianie.

- Zapobieganie powstawaniu osadów czyli tzw. „sludge-zero” to utopia.

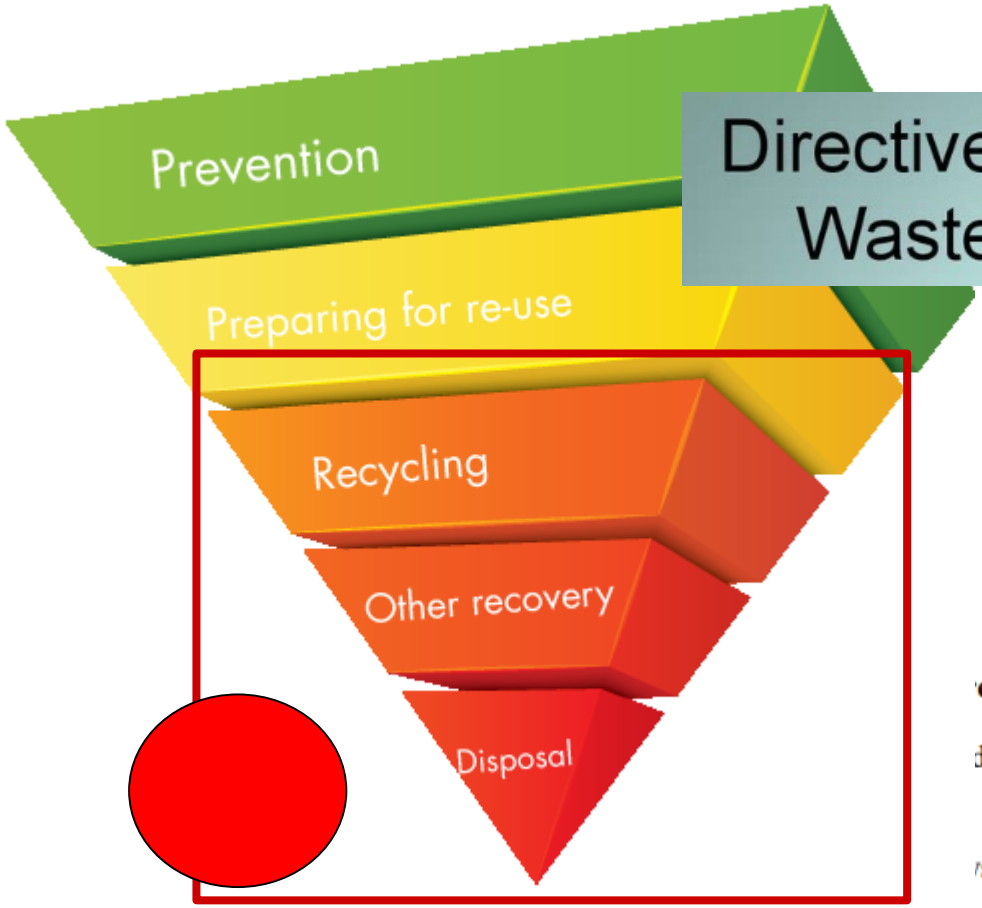
- Realne i dostępne praktyki to:
  - ograniczenie objętości i masy

    ograniczenie objętości poprzez procesy: zagęszczanie, stabilizacja, odwodnianie.

  - ograniczenie suchej masy

    szeroka gama metod: fizycznych, mechanicznych, biologicznych, cieplnych oraz chemicznych zmierzających do rozpuszczenia cząstek lub ich dezintegracji.

- Osady ściekowe **ODPADEM**



Directive on waste (2008/98/EC)
Waste Framework Directive

USTAWA

z dnia 14 grudnia 2012 r.

o odpadach[1), 2)]

chia sposobów postępowania z odpadami

dza się następującą hierarchię sposobów postępowania

stawaniu odpadów;

2) przygotowywanie do ponownego użycia;
3) recykling;
4) inne procesy odzysku;
5) unieszkodliwianie.

- Składowanie osadów (odpadów) – najmniej pożądana forma zagospodarowania

Problemy związane
z negatywnym oddziaływaniem
na środowisko

Problemy związane
z potencjalną utratą substancji
pokarmowych lub energii zawartej
w osadach

Kryteria
TOC 5%; LOI 8%; Wg 6 MJ/kg;

- Rolnicze wykorzystanie
  - z jednej strony dyrektywa osadowa 86/278/EEC zachęca do tej formy zagospodarowania
  - z drugiej ogranicza zastosowanie określając ścisłe warunki tej formy zagospodarowania by ograniczyć potencjalne szkodliwe działanie na glebę, rośliny, zwierzęta czy ludzi.

Koncepcja „gospodarki o obiegu zamkniętym”

- cztery kluczowe obszary:

produkcja

konsumpcja

gospodarka odpadami

surowce krytyczne

WYDZIAŁ INFRASTRUKTURY I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

Osady ściekowe odpowiedzią na kryzys fosforowy?

W 2014 r. fosforyt -> na liście surowców krytycznych ponieważ ryzyko niedoboru dostaw oraz jego skutki dla gospodarki są większe niż w przypadku większości innych surowców (COM nr 297, 2014).
W 2017 r. zaktualizowano listę surowców krytycznych, rozszerzając ją o czysty fosfor (COM nr 490, 2017).

UE – rozwój zrównoważony

- Komunikat konsultacyjny w sprawie zrównoważonego stosowania fosforu (COM nr 517, 2013)

Plan działania UE dot. GOZ

- Pakiet dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym. Wniosek Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady określające zasady udostępniania na rynku produktów nawozowych z oznakowaniem CE i zmieniające rozporządzenia (WE) nr 1069/2009 i (WE) nr 1107/2009 (COM nr 157, 2016)

Surowiec krytyczny - fosforyt

- Komunikat w sprawie przeglądu wykazu surowców krytycznych dla UE i wdrażania inicjatywy na rzecz surowców (COM nr 297, 2014).

Surowce krytyczne – fosforyt i fosfor

- Komunikat w sprawie wykazu surowców krytycznych dla UE 2017 (COM nr 490, 2017).

•Smol, M. (2019). Ocena możliwości wykorzystania odpadów z sektora wodno-ściekowego w przemyśle nawozowym w kontekście wdrażania założeń gospodarki o obiegu zamkniętym, Częstochowa.

WYDZIAŁ
INFRASTRUKTURY
I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

Osady ściekowe odpowiedzią na kryzys fosforowy?

EUROPEAN
COMMISSION

9. The problem is aggravated by the fact that one of the main fertiliser constituents is phosphate rock, which has been identified by the Commission as a critical raw material. For phosphate fertilisers, the EU is currently highly dependent on import of phosphate rock mined outside of the EU (more than 90% of the phosphate fertilisers used in the EU are imported, mainly from Morocco, Tunisia and Russia). This while domestic waste (in particular sewage sludge) contains large amounts of phosphorus, which – if recycled in line with a circular economy model – could potentially cover about 20-30% of EU's demand of phosphate fertilisers. The related investment potential remains, however, currently largely unexploited, which is partially due to the above-mentioned difficulties to access the internal market.

Brussels, 17.3.2016
COM(2016) 157 final

2016/0084 (COD)

Circular Economy Package

(55) Promising technical progress is being made in the field of recycling of waste, such as phosphorus recycling from sewage sludge, and fertilising product production from animal by-products, such as biochar. It should be possible for products containing or consisting of such materials to access the internal market without unnecessary delay when the manufacturing processes have been scientifically analysed and process requirements have been established at Union level.

Proposal for a

REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL

laying down rules on the making available on the market of CE marked fertilising products and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009

https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/new-life-sewage-sludge

WYDZIAŁ
INFRASTRUKTURY
I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

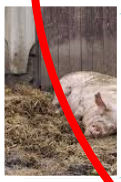
Osady ściekowe odpowiedzią na kryzys fosforowy?

Ścieki komunalne i przemysłowe

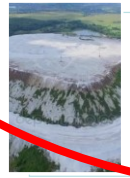
Osady ściekowe

Popiół ze spalania osadów ściekowych

Mączka mięsno-kostna


Gnojowica świń

Biomasa


Odpady przemysłowe

20–30% zapotrzebowania na nawozy fosforanowe w UE**

Fosforyty jako główne źródło fosforu w przyrodzie stanowią podstawowy surowiec stosowany w produkcji nawozów. Ocenia się, że skalne zasoby fosforu wyczerpią się w przeciągu 40-100 lat

* A. Ober **Mineral commodity summaries,** U.S. Geol. Surv. (2016)

Pozyskiwanie fosforu z mączki kostnej czy odchodów zwierzęcych jest niewystarczające.

**Smol, M. (2019). Ocena możliwości wykorzystania odpadów z sektora wodno-ściekowego w przemyśle nawozowym w kontekście wdrażania założeń gospodarki o obiegu zamkniętym, Częstochowa.

WYDZIAŁ
INFRASTRUKTURY
I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

Osady ściekowe odpowiedzią na kryzys fosforowy?

Przyjmuje się, że ok. 90% związków fosforu znajdujących się w ściekach jest akumulowanych w osadach ściekowych.

Zawartość fosforu całkowitego w osadach ściekowych

Rodzaj osadu ściekowego	Zawartość fosforu % w suchej masie	Autor
Odwodnione odsady ściekowe	3,42	N.Y. Acelas i in. [1]
Osad ściekowy suszony	5,1–7,6	M.Atienzae-Martınez i in. [9]
Popiół z osadu ściekowego	8,88	B.K. Biswas i in. [10]
Popiół z osadu ściekowego	12,9–13,4	P. Guedes i in. [6]
Osad ściekowy surowy	4,65	K. Guney i in. [11]
Popiół z osadu ściekowego	5,86–6,13	A. Pettersson i in. [7]
Popiół z osadu ściekowego	8,0	S. Petzet i in. [12]
	11,0	
	7,9	
	8,3	
Popiół z osadu ściekowego	3,3	H. Xu i in. [4]
	6,0	
Osad ściekowy odwodniony	2,62	W. Shi i in. [13]

WYDZIAŁ INFRASTRUKTURY I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

Osady ściekowe odpowiedzią na kryzys fosforowy?

❖ Podstawowe procesy wytrącania związków fosforu polegają na reakcji hydrolizy z kwasem siarkowym.

- KREPRO
- CAMBI
- KEMICOND
- PHOXNAN
- SEABORNE
- AQUARECI

} $FePO_4$

❖ Wytrącanie struwitu $(NH_4)\ Mg[PO_4] \cdot 6H_2O$

❖ Odzysk związków fosforu z popiołu po spaleniu osadów.

metody mokre $CaPO_4$

- BIOCON
- SEPHOS
- BIOLEACHING
- PASCH
- RECOPHOS

bezpośrednio doglebowo

- MEPHEREC
- ASHDEC

WYDZIAŁ INFRASTRUKTURY I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

Osady ściekowe odpowiedzią na kryzys fosforowy?

Ścieki/odcieki		Osady ściekowe		Popiół po spaleniu osadów	
nazwa	Potencjał odzysku [%]	Nazwa	Potencjał odzysku [%]	Nazwa	Potencjał odzysku [%]
DXV Crystalactor	40	AQUA RECI	60	SEPHOS	b.d.
PEARL Reactor	20	Seaborne	40	BIOCON	b.d.
AirPREX	15	PHOXNAN	50	AshDec	**85**
Phosnix	b.d.	Stuttgard	40	SNB	b.d.
P-RoC	27	MEPHREC	65	PecoPHOS	**85**
		Heatphos	b.d	PASCH	**70**
		KREPRO	b.d.		
		CAMBI	b.d		
		KEMICOND	b.d.		
		REPHOS	b.d.		

Egle L., Rechberger H., Krampe J., Zessner M. 2015. Phosphorus recovery from municipal wastewater: An integrated comparative technological, environmental and economic assessment of P recovery technologies

Koncepcja „gospodarki o obiegu zamkniętym”

- wykładnia dla obecnej polityki UE w dziedzinie ochrony środowiska
- cztery kluczowe obszary:
  - produkcja
  - konsumpcja
  - **gospodarka odpadami**
  - **surowce krytyczne**

- **odpady biologiczne** – mają być zawrócone do cyklu metabolicznego po uprzednim przetworzeniu, kompostowanie, fermentacja (nowa dyrektywa w sprawie nawozów -> rynek nawozów)
- tym, którym wytworzeniu nie da się zapobiec, czy poddać recyklingowi:

  odzysk energii - korzystniejszy od składowania.

WYDZIAŁ
INFRASTRUKTURY
I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

EUROPEAN
COMMISSION

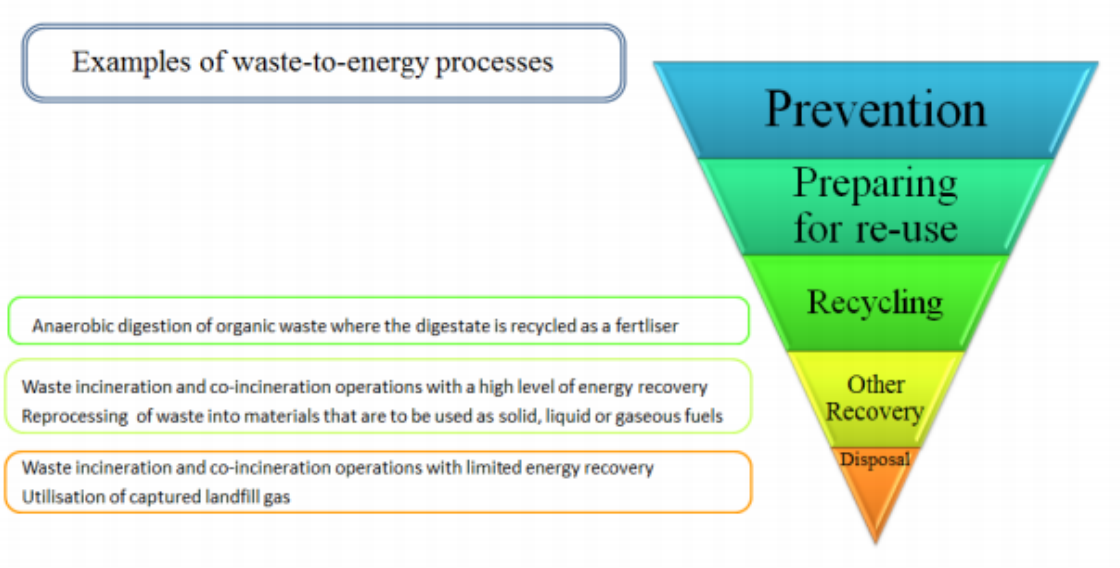
Brussels, 26.1.2017
COM(2017) 34 final

COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS

The role of waste-to-energy in the circular economy

WYDZIAŁ
INFRASTRUKTURY
I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

- „waste-to-energy” – termin szerszy od termicznego p
- poprzez komunikat UE zapewnia, ze „waste-to-energ gospodarki o obiegu zamkniętym przy spełnieniu wa z hierarchią postępowania z odpadami

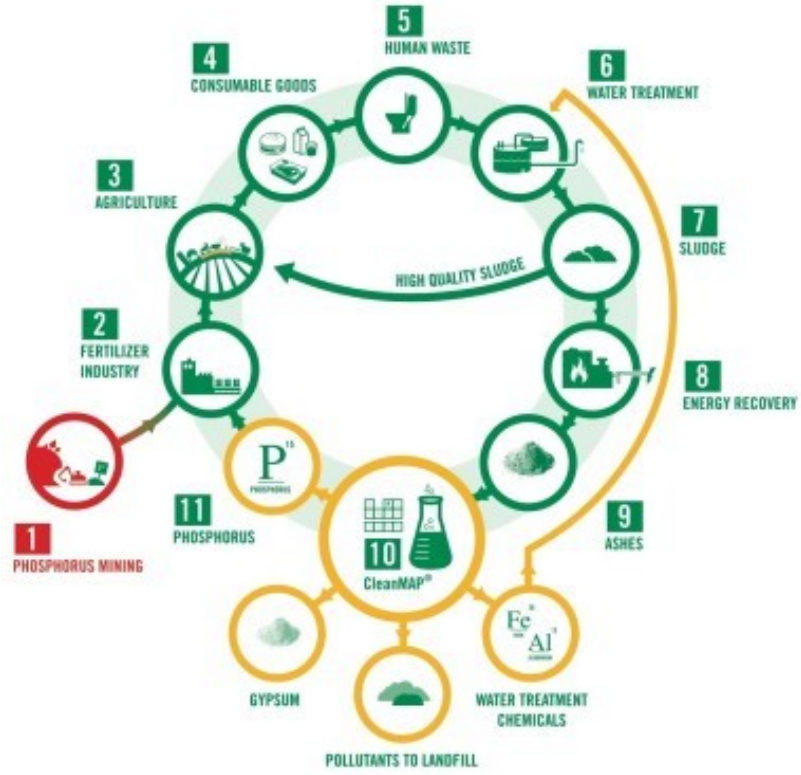


Technologie:

− współspalanie (przemysł cementowy, energetyczny)
− spalanie w dedykowanych instalacjach
− fermentacja beztlenowa odpadów biodegradowalnych
− technologie wytwarzanie paliw ciekłych, gazowych lub stałych pochodzenia odpadowego;
− technologie pirolizy, zgazowania.

WYDZIAŁ
INFRASTRUKTURY
I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

ANALIZA W KONTEKŚCIE CE
opcji termicznego przekształcenia osadów ekonomicznie i technicznie uzasadnionych

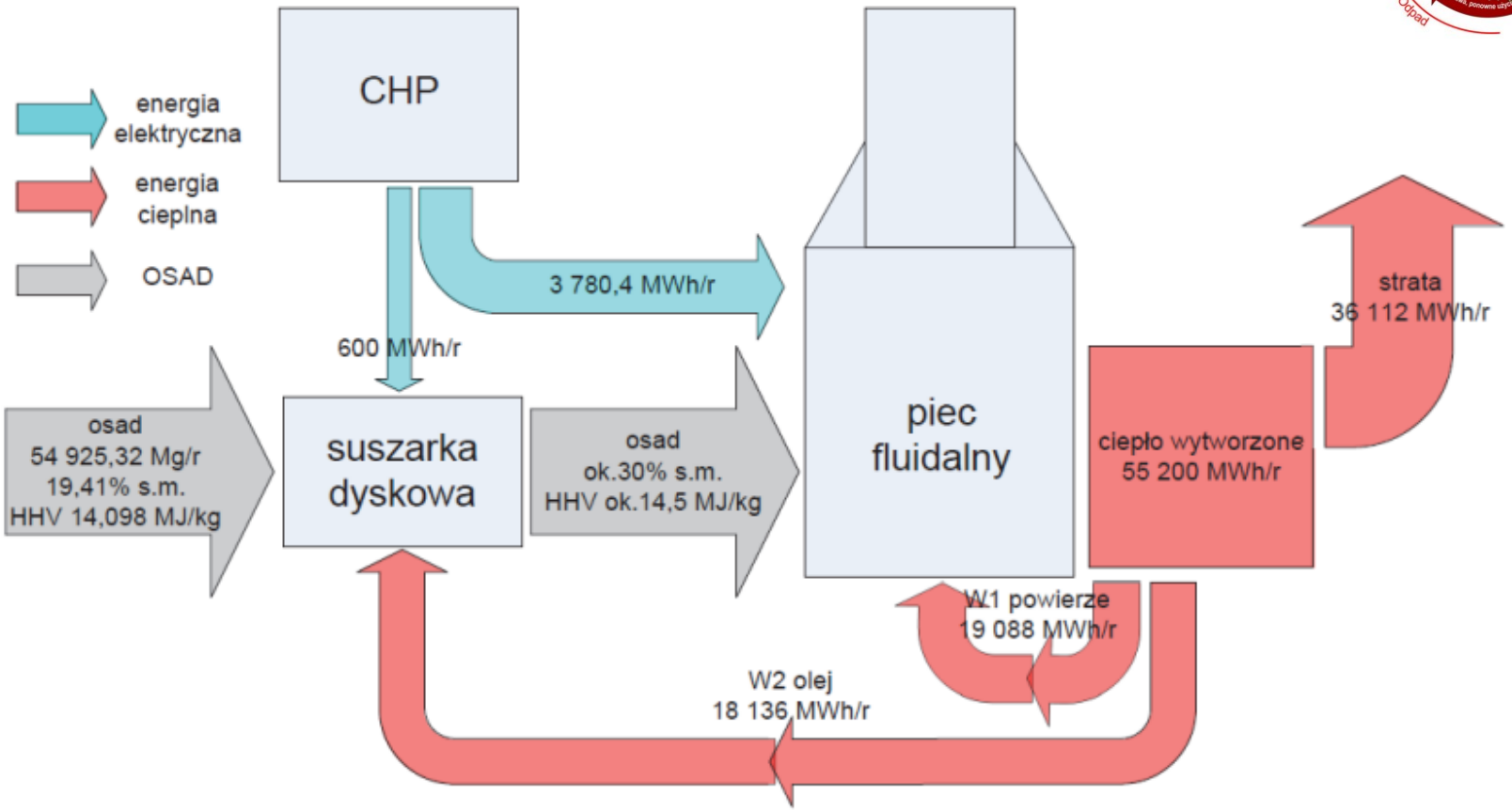


Kryteria:

1. Efektywność energetyczna procesu
2. Odzysk „surowców wtórnych”
3. Rynek produktów/półproduktów
4. Koszty termicznego przekształcenia

1. Efektywność energetyczna procesu

Oczyszczalnia Wschód Gdańsk



A. Ostojski; Znaczenie potencjału energetycznego osadów ściekowych, Rocznik Ochrony Środowiska, 2018

1. Efektywność energetyczna procesu

Bilans energii dla ITPOK – stacjonarne złoże fluidalne

Wydajność	35 tys. Mg s.m/a	4 tys. Mg s.m/a	2 tys. Mg s.m/a
Moc cieplna	14,5 MW	1,9 MW	0,95 MW
Zużycie energii na suszenie	7 MW	0,7 MW	0,43 MW
Wytworzona energia elektryczna	1,4 MW (11000 MWh/a)	0,12 MW (900 MWh/a)	-
Zapotrzebowanie energia elektryczna	1 MW	0,11 MW	0,07 MW
Różnica	0,4 MW (3000 MWh/a)	-	-

J.Franc, 2015; J.Franc, L.Schroeder, 2014; A. Glatzer, M. Friedrich, 2015)

2. Odzysk „surowców wtórnych”

Ocenia się, że w popiołach lotnych fosfor (o niskiej biodostępności dla roślin) w postaci P_2O_5 stanowi do 25%.

Konieczność redukcji (*oczyszczenia*) z metali ciężkich oraz zwiększenia biodostępności.

3. Rynek „produktów/półproduktów procesowych”

Ciepło i energia elektryczna: w pierwszej kolejności **wykorzystywane na potrzeby własne procesu przeróbki osadów**; nadwyżka wprowadzana do sieci

Popioły, żużle **bez wartości rynkowej** -> „*potencjalne*” zastosowanie w drogownictwie

Produkty poreakcyjne z oczyszczania spalin bez wartości rynkowej – **kosztowna** stabilizacja i unieszkodliwianie. Sygnalizowany potencjał zastosowania w przemyśle cementowym oraz drogownictwie (*ograniczone*)

Rynek odzysku fosforu z popiołów aktualnie **nieekonomiczny**.

A. Tsybina, C. Wuensch, 2018

4. Koszty termicznego przekształcenia

Ekonomika procesu – spalanie fluidalne

Przepustowość	**35 tys. Mg s.m/a**	**4 tys. Mg s.m/a**	**2 tys. Mg s.m/a**
Koszt inwestycyjny	35 mln Euro	12 mln Euro	6.6 mln Euro
Koszt eksploatacyjny	5.5 mln Euro	1 mln Euro	1 mln Euro
Całkowity koszt na Mg s.m.	157 Euro	487 Euro	510 Euro

J.Franc, 2015; J.Franc, L.Schroeder, 2014; A. Glatzer, M. Friedrich, 2015)

Przygotowania ITPOŚ do koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym

- odzysk energii
- odzysk fosforu

Popiół ze spalania osadów ściekowych: odpad 19 01 14

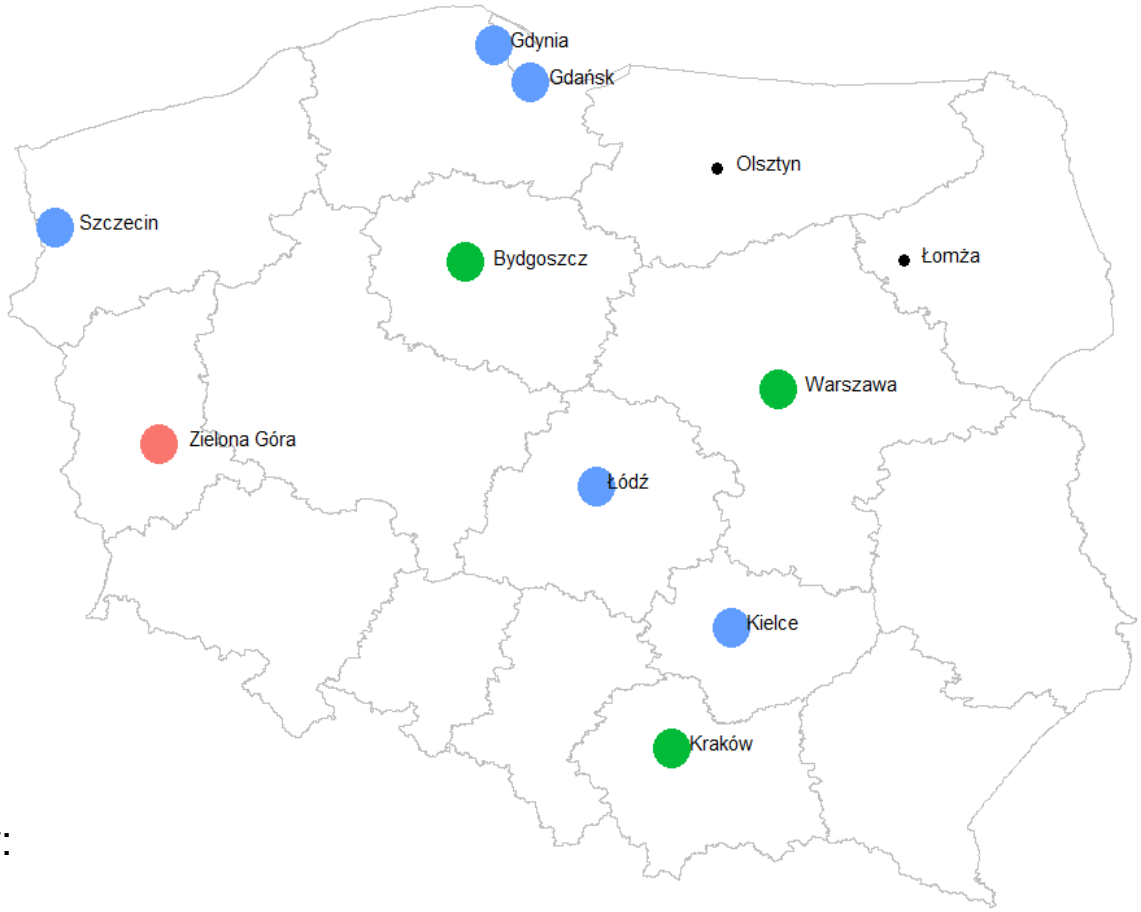
19 01 12 Żużle i popioły paleniskowe inne niż wymienione w 19 01 11

19 01 16 Pyły z kotłów inne niż wymienione w 19 01 15

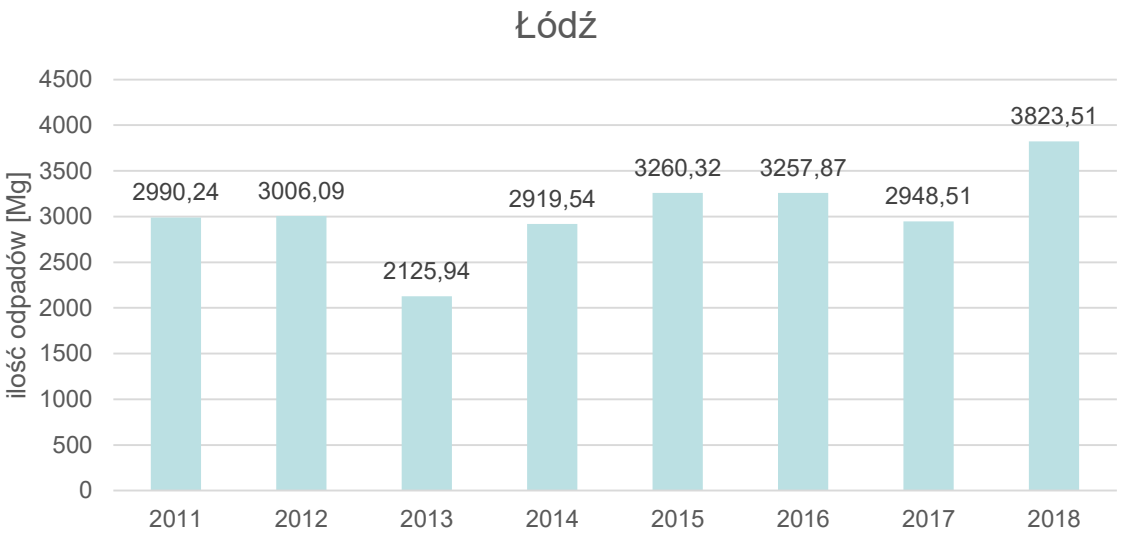
Odpady stałe z oczyszczania gazów odlotowych 19 01 07*

WYDZIAŁ
INFRASTRUKTURY I ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

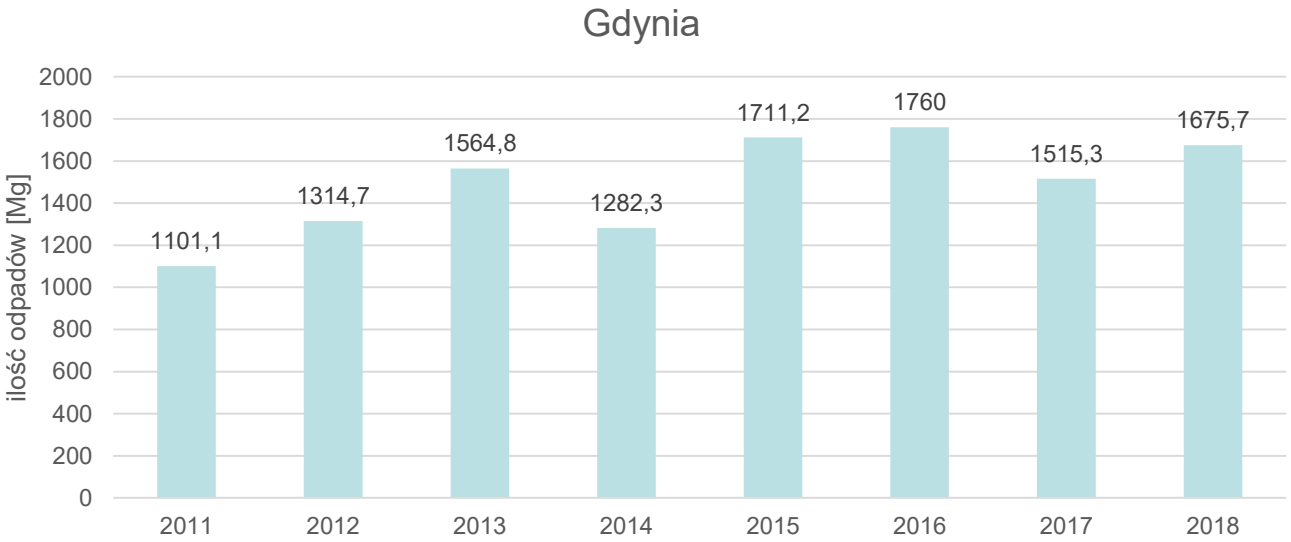
- Praca wstrzymana – 3 obiekty (awaria): Warszawa, Kraków, Bydgoszcz.
- Praca instalacji wstrzymana (osady ściekowe zagospodarowane rolniczo) – 1 obiekt: Zielona Góra
- Praca z niepełnym obciążeniem – 5 obiektów: Gdańsk, Gdynia, Kielce, Łódź, Szczecin



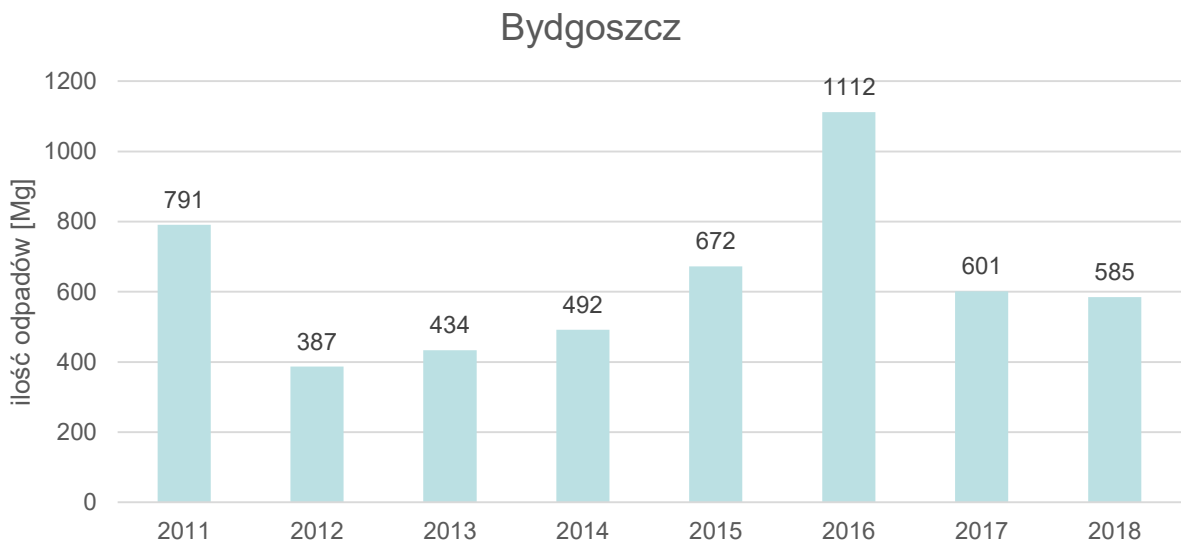
Przygotowania ITPOŚ do koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym



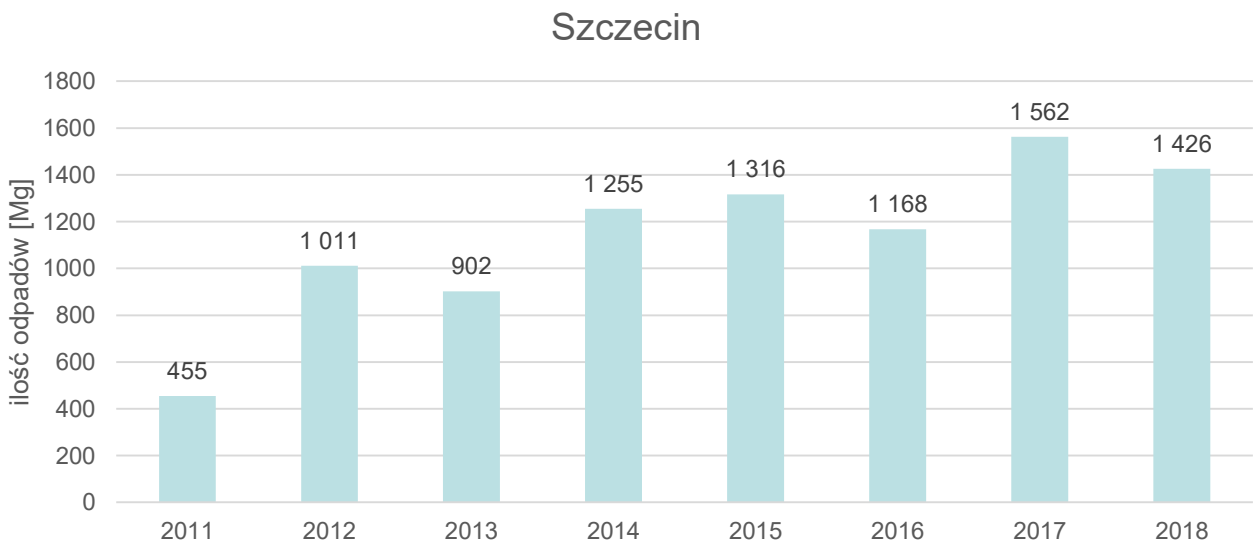
Popiół ze spalania osadów ściekowych: odpad 19 01 14



Przygotowania ITPOŚ do koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym



19 01 12 Żużle i popioły paleniskowe inne niż wymienione w 19 01 11



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ