

Oczyszczalnia ścieków jako element gospodarki o obiegu zamkniętym

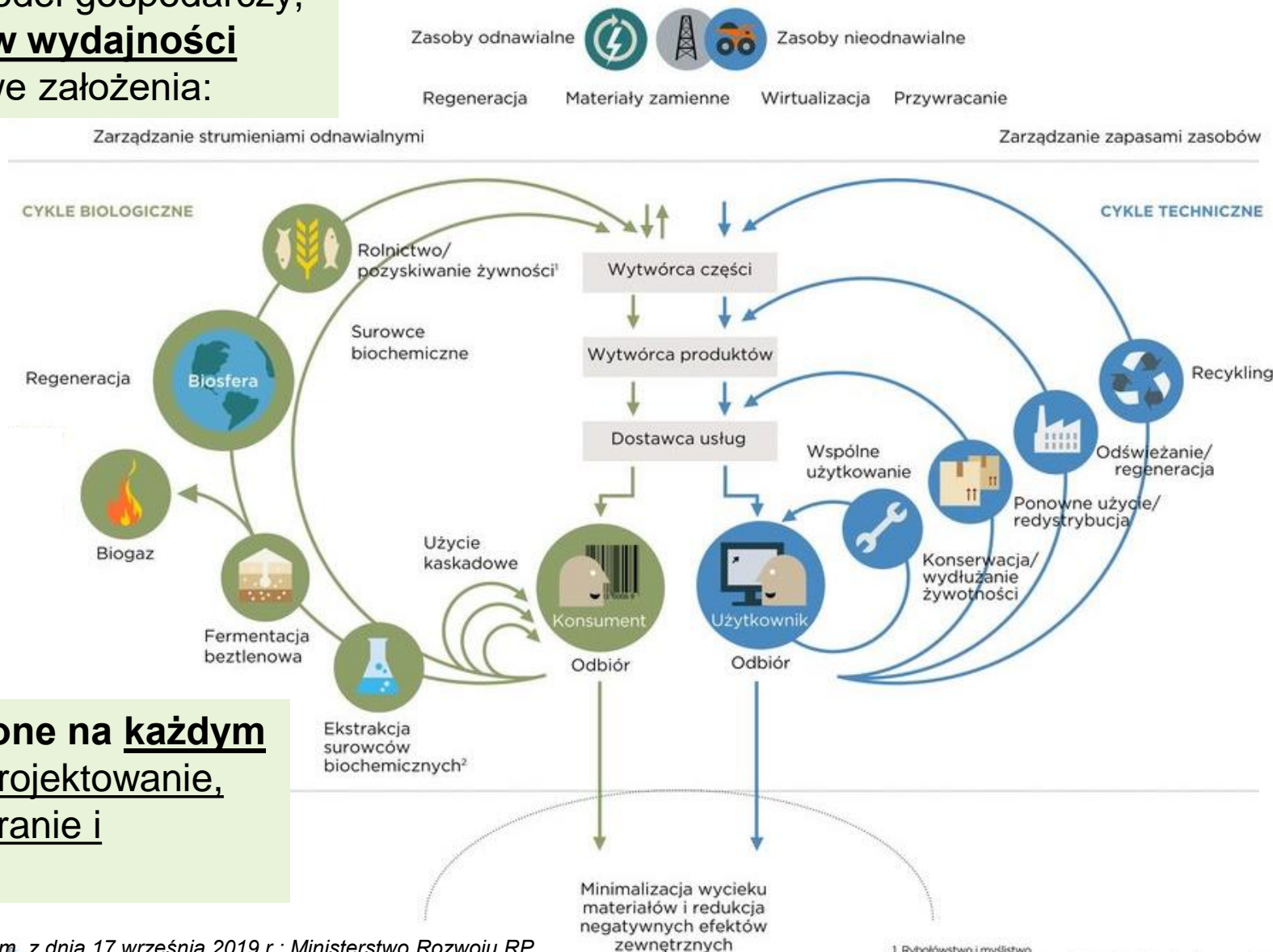
Monika Żubrowska-Sudoł
Zakład Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków
Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska

Gospodarka o obiegu zamkniętym - definicja

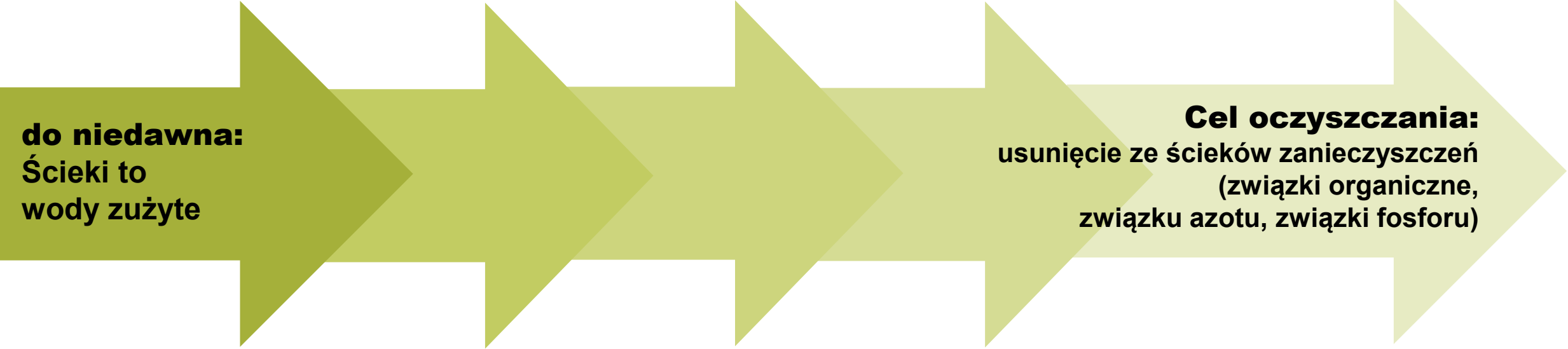
Gospodarka o obiegu zamkniętym to model gospodarczy, w którym **przy zachowaniu warunków wydajności** spełnione są następujące podstawowe założenia:

- a) **Wartość dodana surowców/zasobów, materiałów i produktów jest maksymalizowana** lub
- b) **Ilość wytworzonych odpadów jest minimalizowana, a powstające odpady są zagospodarowywane zgodnie z hierarchią sposobów postępowania z odpadami** (zapobieganie powstawaniu odpadów, przygotowywanie do ponownego użycia, Recykling, inne sposoby odzysku, unieszkodliwienie)

Powyższe założenia powinny być spełnione na każdym etapie cyklu życia (pozyskanie surowca, projektowanie, Przetwórstwo, produkcja, konsumpcja, zbieranie i zagospodarowanie odpadów).



Oczyszczalnia ścieków w ujęciu konwencjonalnym



do niedawna:
Ścieki to
wody zużyte

Cel oczyszczania:
usunięcie ze ścieków zanieczyszczeń
(związki organiczne,
związku azotu, związki fosforu)

Oczyszczalnia ścieków w ujęciu konwencjonalnym

do niedawna:
Ścieki to
wody zużyte

Cel oczyszczania:
usunięcie ze ścieków zanieczyszczeń
(związki organiczne,
związku azotu, związki fosforu)

Oczyszczalnia ścieków wobec wyzwań GOZ

już dziś:
Ścieki to
źródło cennych
surowców i energii

Cel oczyszczania:
usunięcie ze ścieków zanieczyszczeń
przy maksymalnym odzysku
surowców i energii

Oczyszczalnia ścieków w ujęciu konwencjonalnym

do niedawna:
Ścieki to
wody zużyte

Cel oczyszczania:
usunięcie ze ścieków zanieczyszczeń
(związki organiczne,
związku azotu, związki fosforu)

Oczyszczalnia ścieków wobec wyzwań GOZ

już dziś:
Ścieki to
źródło cennych
surowców i energii

- zasobooszczędność
- zmniejszenie zależności od zasobów nieodnawialnych
- niskoemisyjność
- nowe miejsca pracy
- nowe modele biznesowe

Cel oczyszczania:
usunięcie ze ścieków zanieczyszczeń
przy maksymalnym odzysku
surowców i energii

Oczyszczalnia ścieków w ujęciu konwencjonalnym

do niedawna:
Ścieki to
wody zużyte

Cel oczyszczania:
usunięcie ze ścieków zanieczyszczeń
(związki organiczne,
związku azotu, związki fosforu)

Oczyszczalnia ścieków wobec wyzwań GOZ

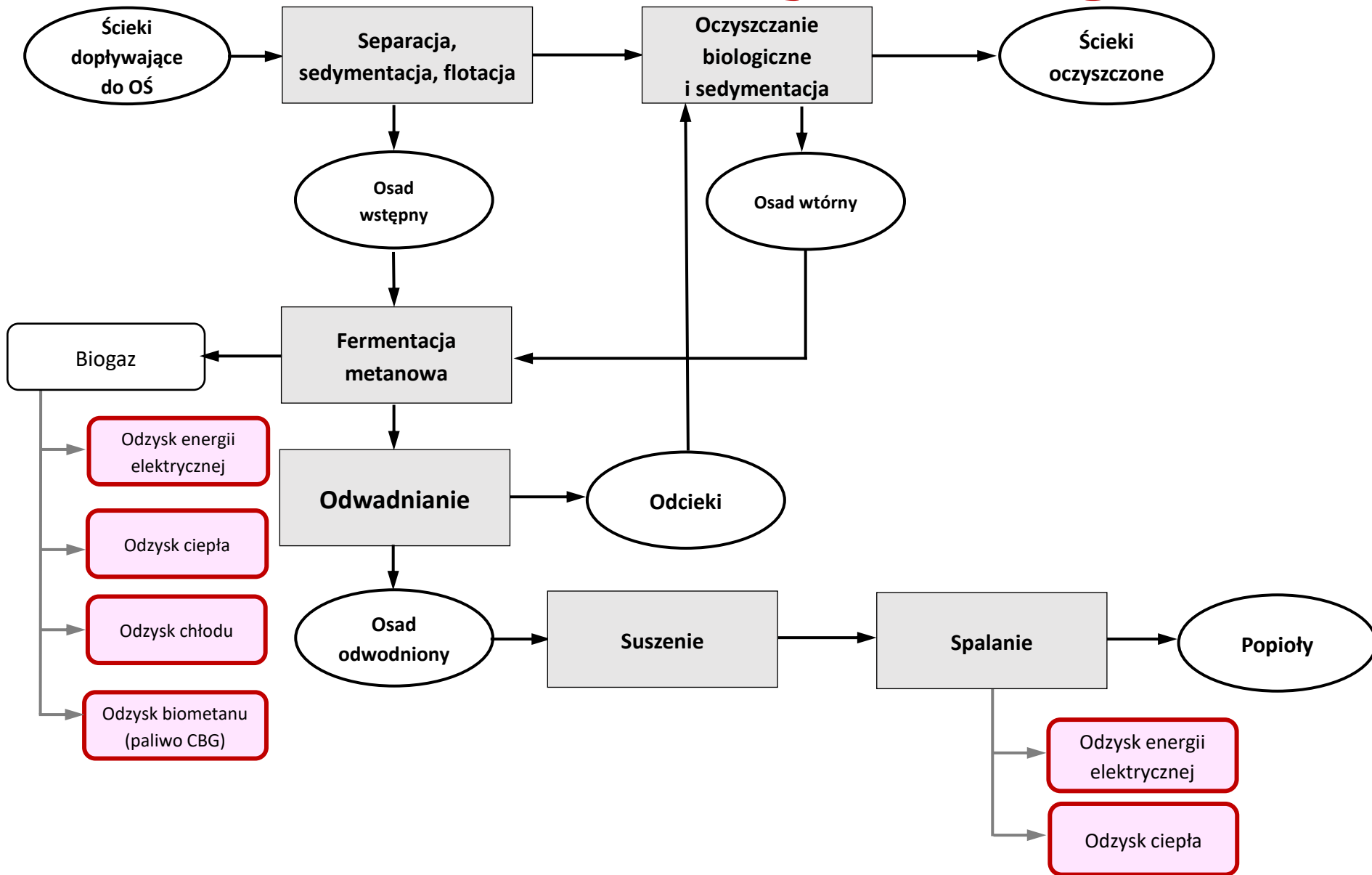
już dziś:
Ścieki to
źródło cennych
surowców i energii

- zasobooszczędność
- zmniejszenie zależności od zasobów nieodnawialnych
- niskoemisyjność
- nowe miejsca pracy
- nowe modele biznesowe

Cel oczyszczania:
usunięcie ze ścieków zanieczyszczeń
przy maksymalnym odzysku
surowców i energii

edukacja = akceptacja społeczna

Odzysk energii



Odzysk energii

Wykorzystanie biogazu w komunalnych oczyszczalniach ścieków

DO KOŃCA XX WIEKU

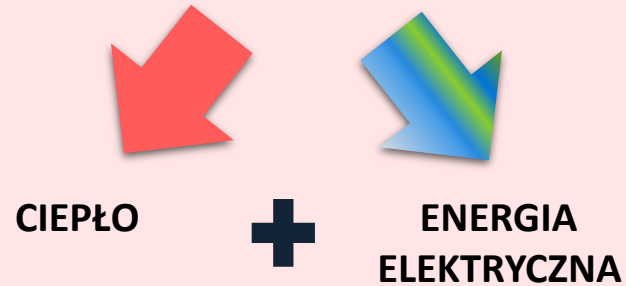
- Produkcja ciepła
- Spalanie w pochodni (do 40% produkowanego biogazu)



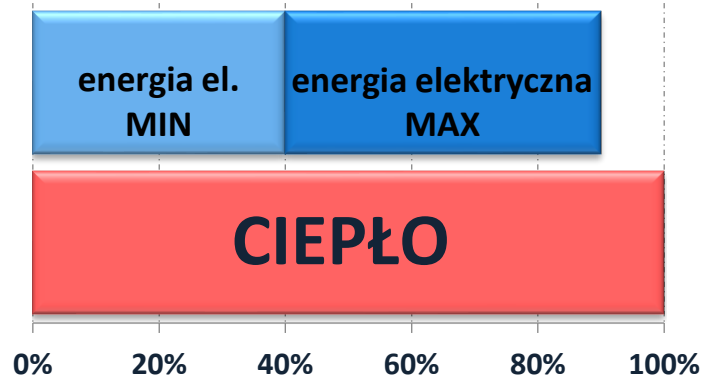
JUŻ OBECNIE POWSZECHNA PRAKTYKA

KOGENERACJA

CHP (ang. Combined Heat and Power)



Pokrycie zapotrzebowania na ciepło i energię elektryczną oczyszczalni



Odzysk energii

Wykorzystanie biogazu w komunalnych oczyszczalniach ścieków

DO KOŃCA XX WIEKU

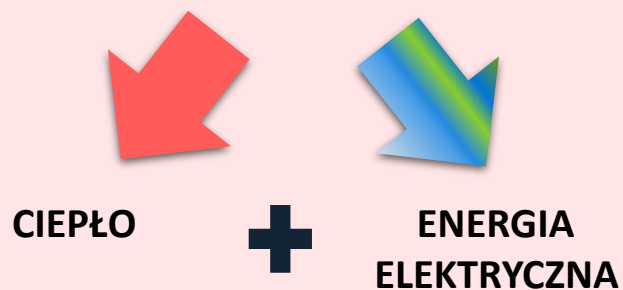
- Produkcja ciepła
- Spalanie w pochodni (do 40% produkowanego biogazu)



JUŻ OBECNIE POWSZECHNA PRAKTYKA

KOGENERACJA

CHP (ang. Combined Heat and Power)



Pokrycie zapotrzebowania na ciepło i energię elektryczną oczyszczalni



KIERUNKI ROZWOJU

- Produkcja biometanu
- Oczyszczalnia obiektem samowystarczalnym energetycznie
- Produkcja nadwyżki energii w stosunku do potrzeb własnych oczyszczalni ścieków
- Rozwój trigeneracji



Odzysk energii

Oczyszczalnia Ścieków w Tychach

– obiekt samowystarczalny energetycznie



Źródło: Gieleciak Z. 2018: Synergia działania branży wodno kanalizacyjnej, odpadowej i energetycznej motorem zrównoważonego rozwoju miasta Tychy

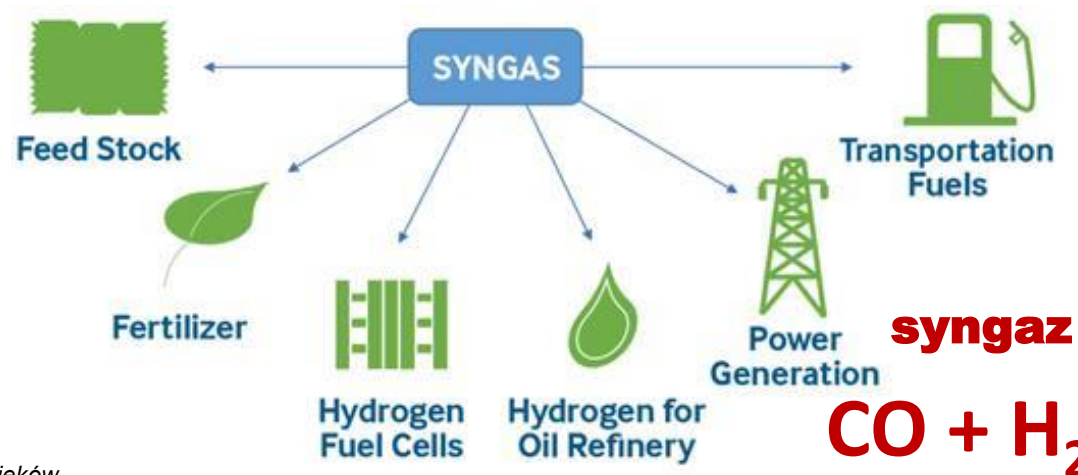
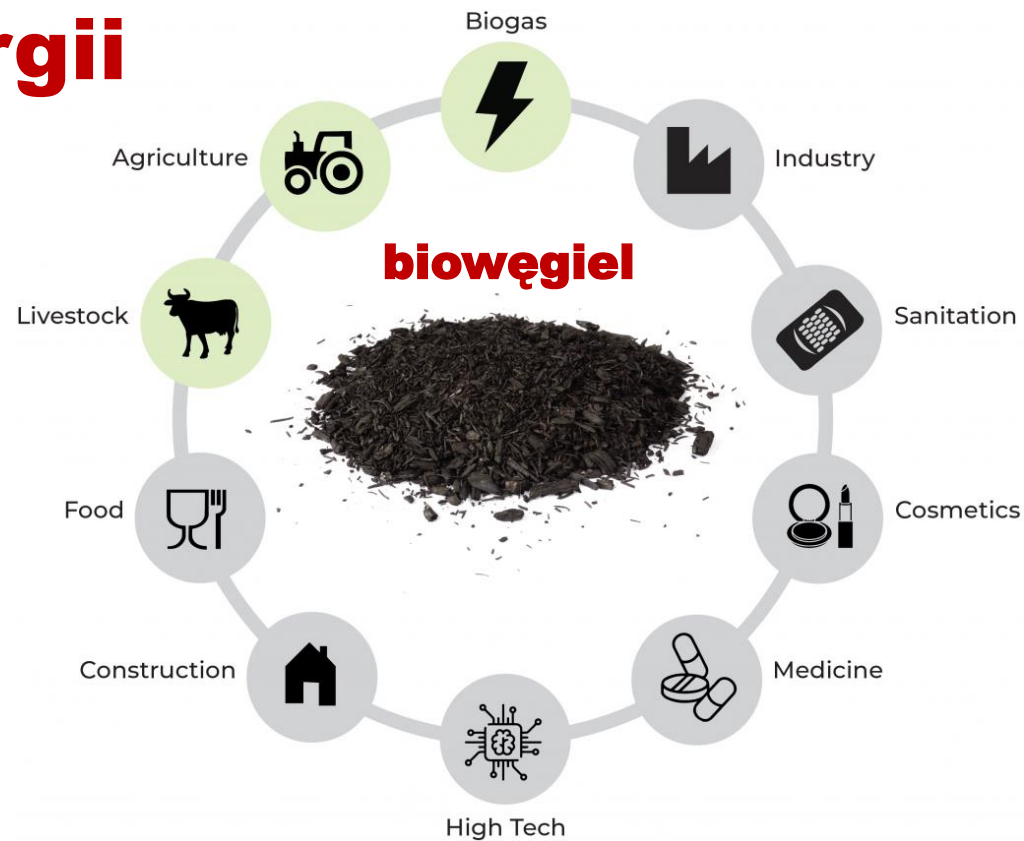
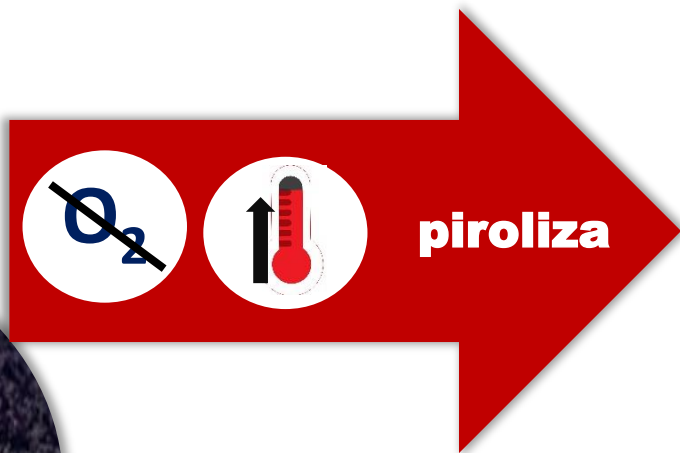
Park Wodny w Tychach



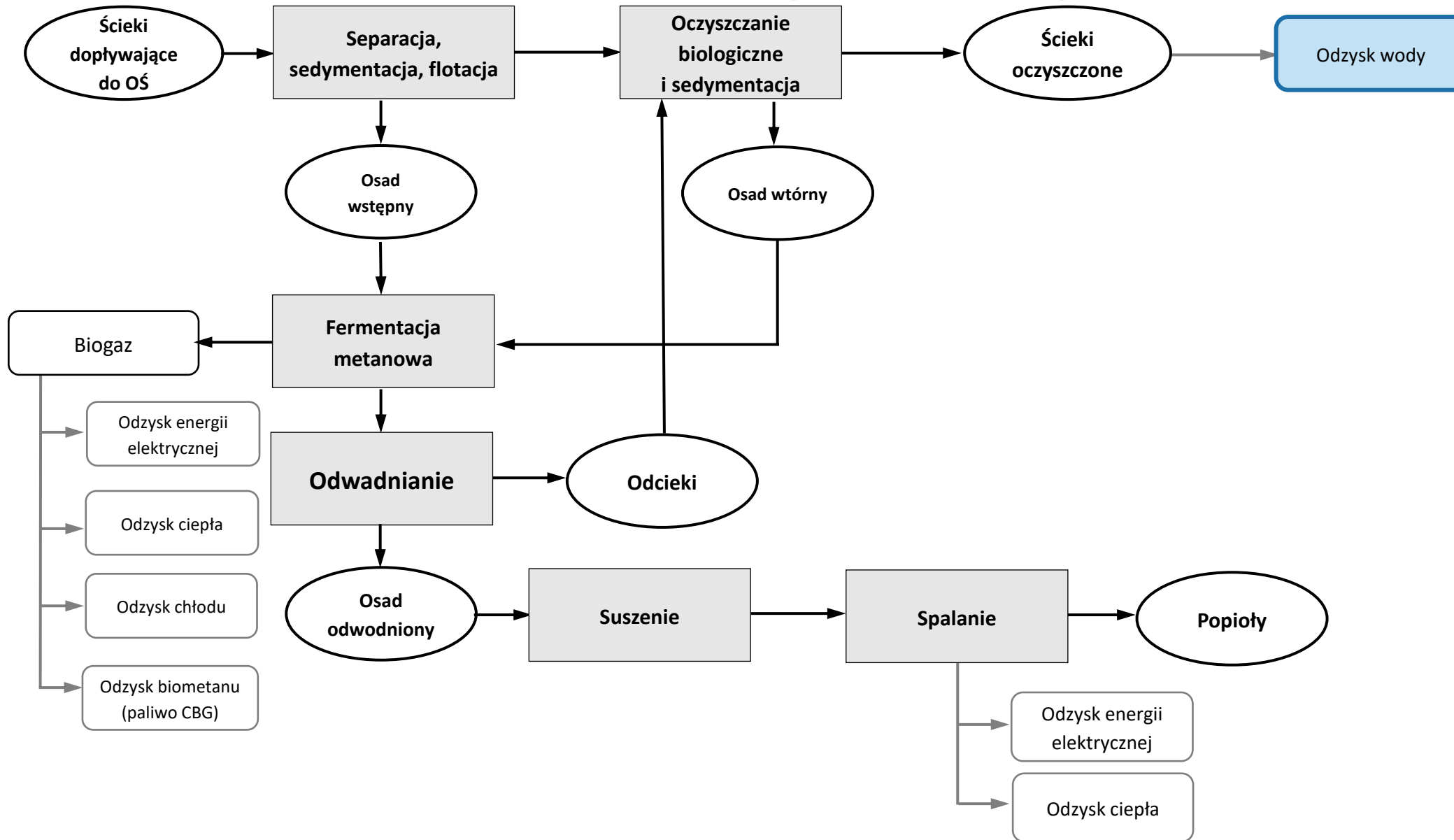
Źródło: www.etychy.org

**energia
i ciepło**

Odzysk energii

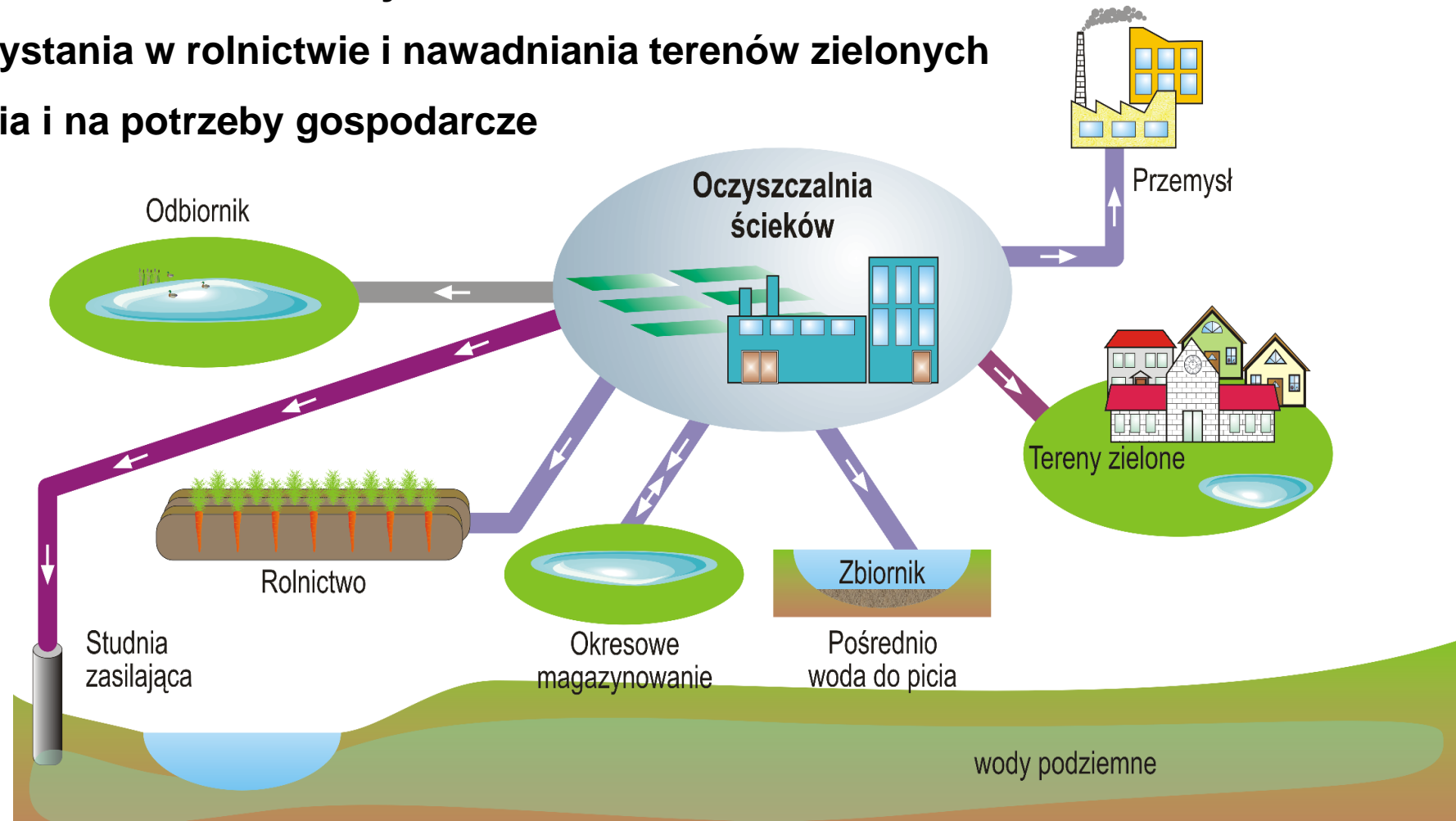


Odzysk wody



Odzysk wody

- Odzysk wody do celów technologicznych
- Odzysk wody do wykorzystania w przemyśle
- Odzysk wody do zasilania warstw wodonośnych
- Odzysk wody do wykorzystania w rolnictwie i nawadniania terenów zielonych
- Odzysk wody do spożycia i na potrzeby gospodarcze



Regulacje w zakresie ponownego wykorzystania wody ze ścieków

L 177/32

EN

Official Journal of the European Union

5.6.2020

REGULATION (EU) 2020/741 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
of 25 May 2020
on minimum requirements for water reuse
(Text with EEA relevance)

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/741 z dnia 25 maja 2020 r. w sprawie minimalnych wymogów dotyczących ponownego wykorzystania wody

- Światowa Organizacja Zdrowia 2006 r.: Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater
- Agencja Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych 2012: Guidelines for Water Reuse

Odzysk wody – przykłady zastosowań

Oczyszczone ścieki źródłem wody dla elektrociepłowni

**Elektrociepłownia
w Katowicach**

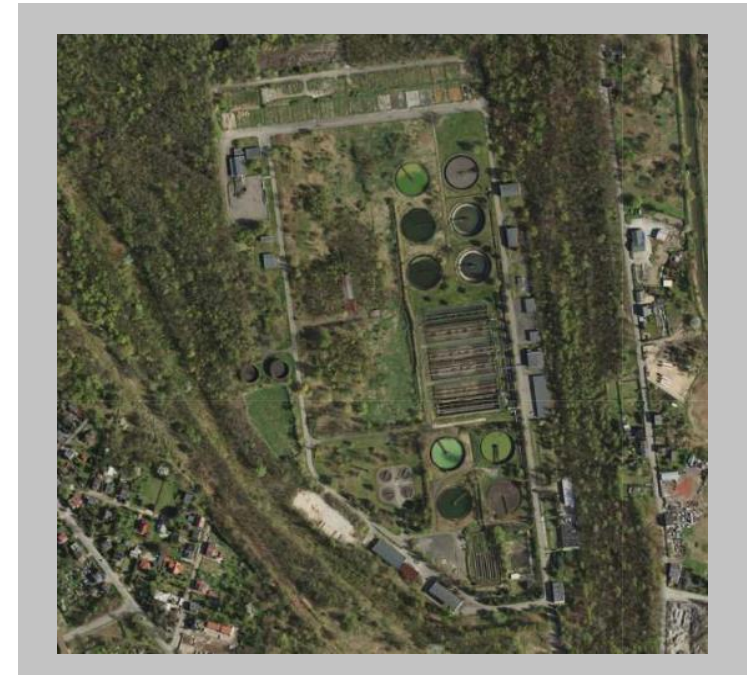


Źródło: <https://katowice.naszemiasto.pl/>

**Symbioza
przemysłowa**



**Oczyszczalnia ścieków
Dąbrówka-Mała w Katowicach**



Źródło: <https://mapy.geoportal.gov.pl/>

**ograniczenie zużycia zasobów pierwotnych
ok. 1,5 mln. m³ rocznie**

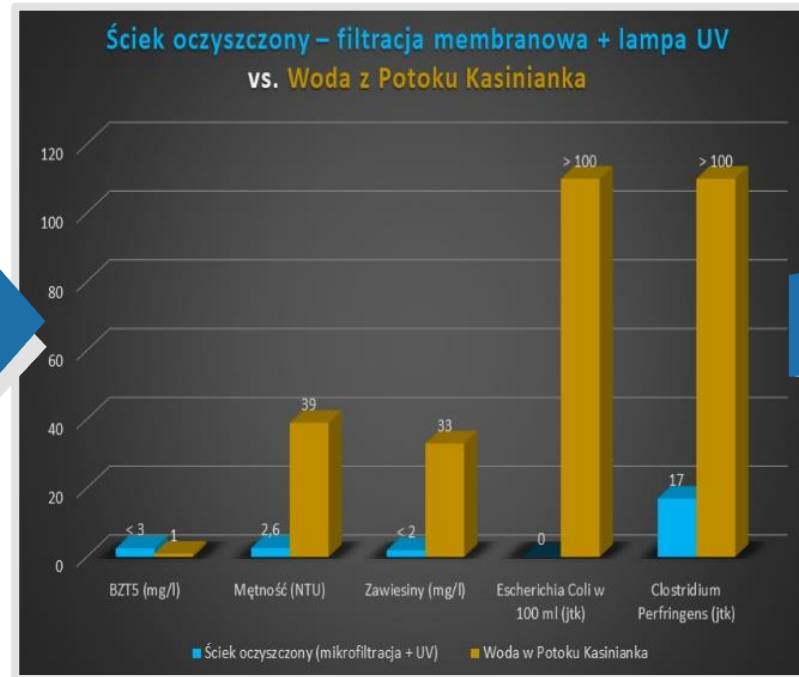
Odzysk wody – przykłady zastosowań

Oczyszczone ścieki źródłem wody do nawadniania terenów zielonych i naśnieżania stoku

Oczyszczalnia ścieków dla pensjonatu i stacji narciarskiej Kasina Ski & Bike



Reaktor membranowy
Dezynfekcja (UV)



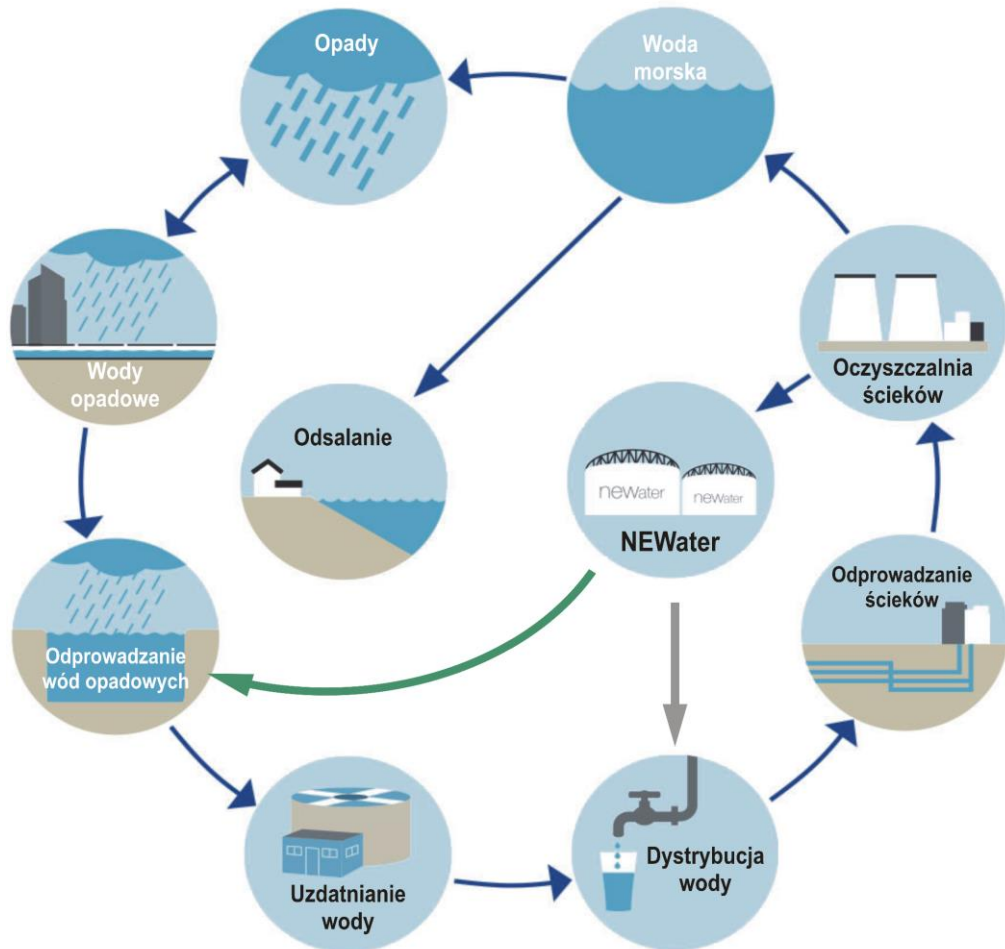
Jakość oczyszczonych ścieków

- płukanie urządzeń oczyszczalni
- naśnieżanie stoku narciarskiego
- nawadnianie terenów zielonych

Odzysk wody – przykłady zastosowań

Oczyszczone ścieki źródłem wody do spożycia i na potrzeby gospodarcze

NEWater, Singapur



Pokrycie Zapotrzebowania na Wodę przez NEWater

Obecnie	2060
40 %	55%



Pierwsza Inwestycja; Maj 2000, Singapur



ReNutriWater

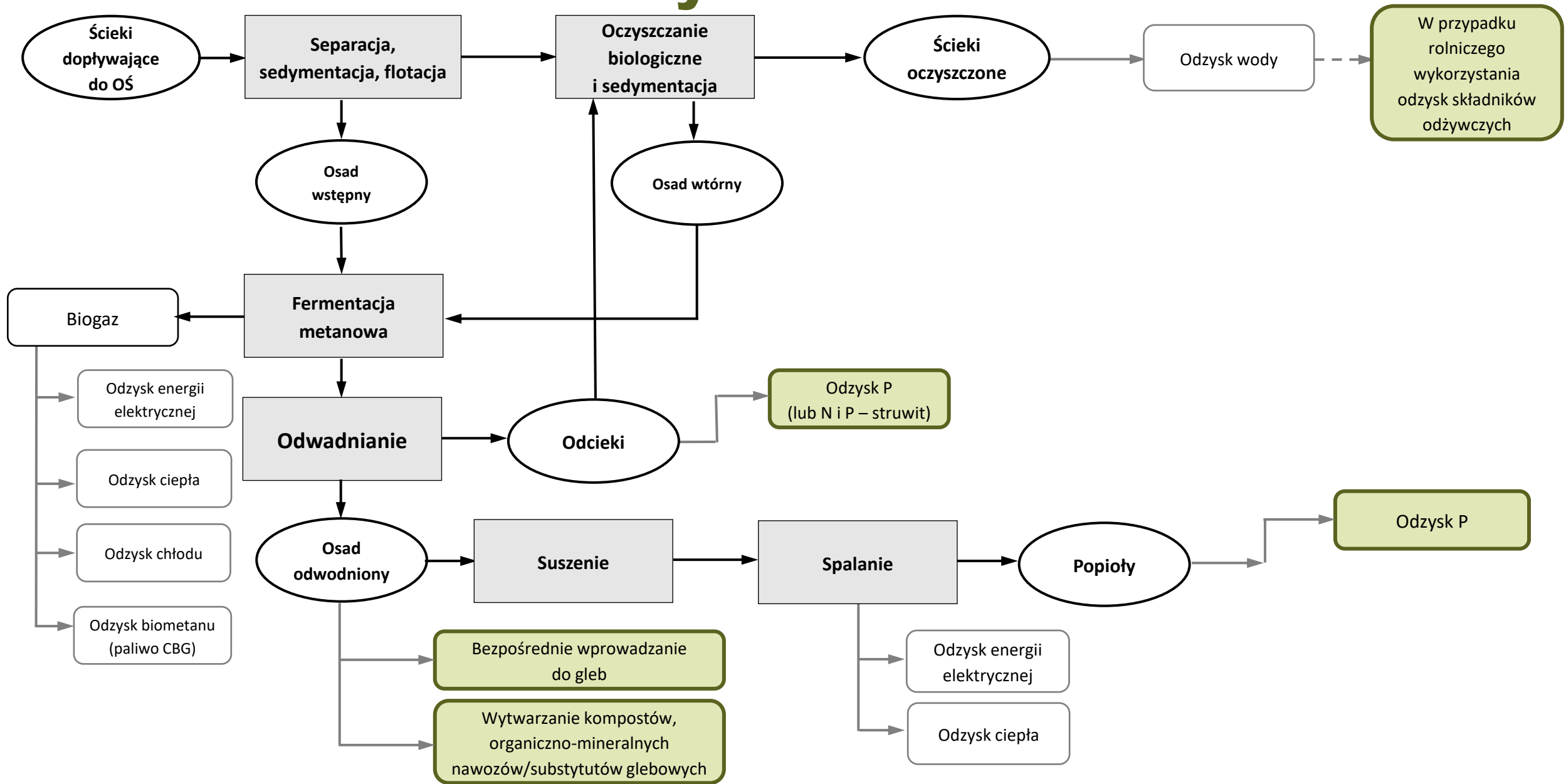
14 Partnerów z 5 krajów



22 Organizacje stowarzyszone z 8 krajów



Odzysk fosforu



Odzysk fosforu – legislacja motorem rozwoju

Niemcy,
październik 2017 r.

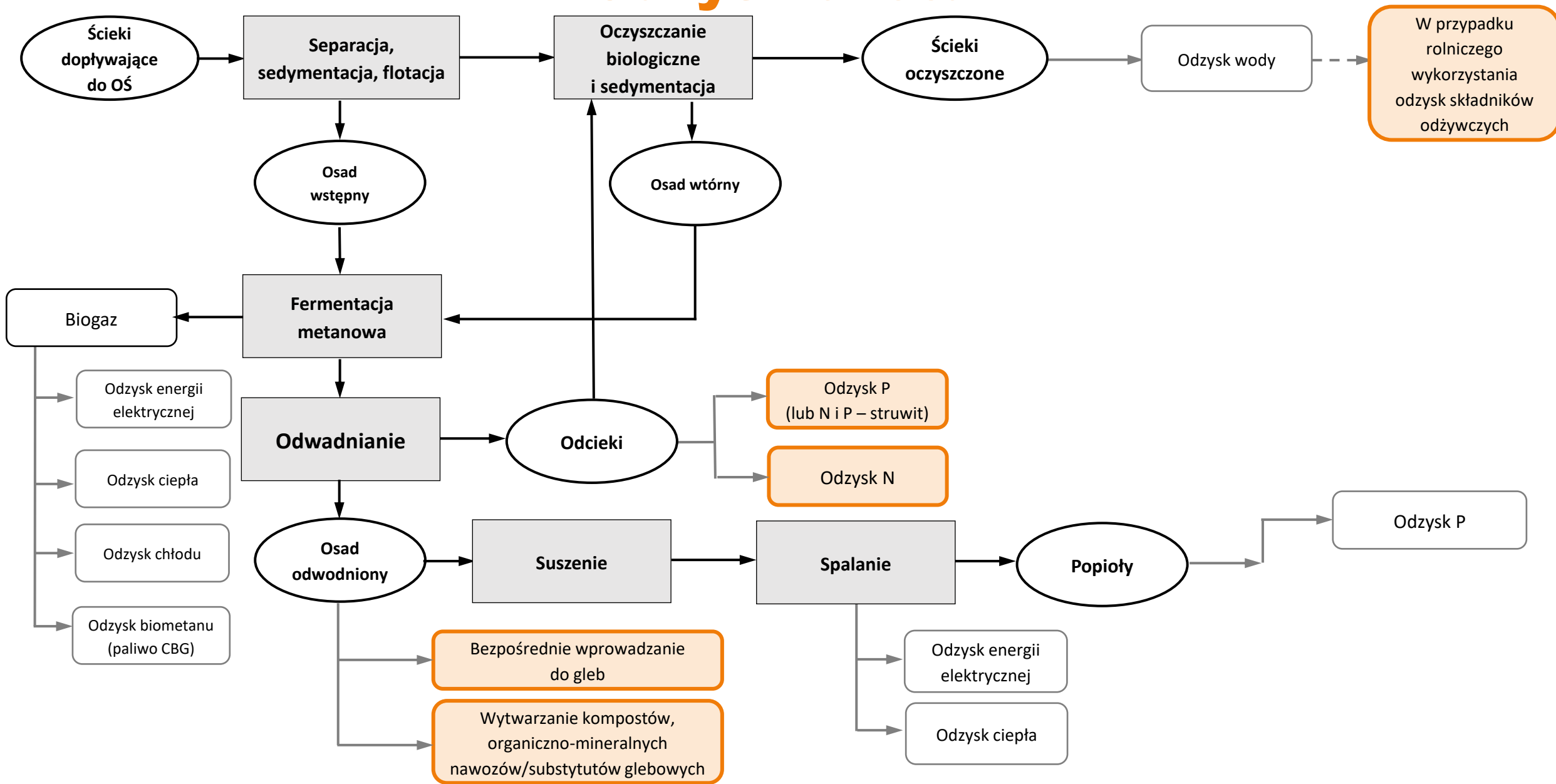
Rozporządzenie

**dotyczące
odzysku fosforu
z osadów ściekowych
i popiołów po termicznym
przekształcaniu osadów**

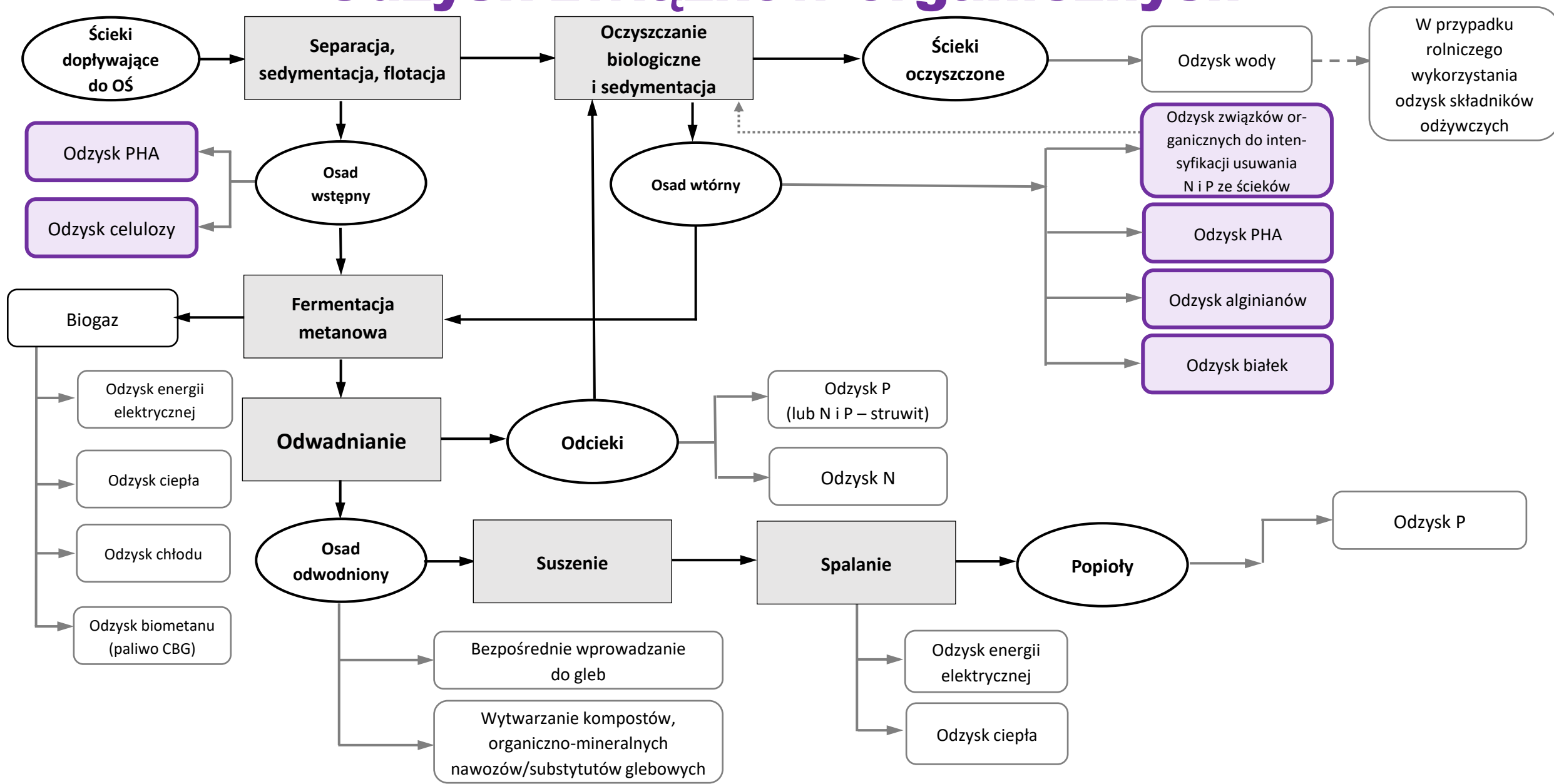
Przyjęte przepisy szczegółowo definiują:

- 1) wielkość oczyszczalni ścieków, których obowiązek ten dotyczy: powyżej 50 tys. RLM
- 2) termin wdrożenia odzysku P (od 2029 roku dla oczyszczalni o RLM powyżej 100 tys. i od 2032 roku dla oczyszczalni od 50 do 100 tys. RLM)
- 3) termin opracowania koncepcji odzysku P (do końca 2023 roku)
- 4) minimalną zawartość fosforu w osadach (20 g/kg s.m.), powyżej której oczyszczalnie muszą wprowadzić odzysk P
- 5) minimalną efektywność odzysku (z osadów: 50%, z popiołów po ich termicznym przekształcaniu: 80%)

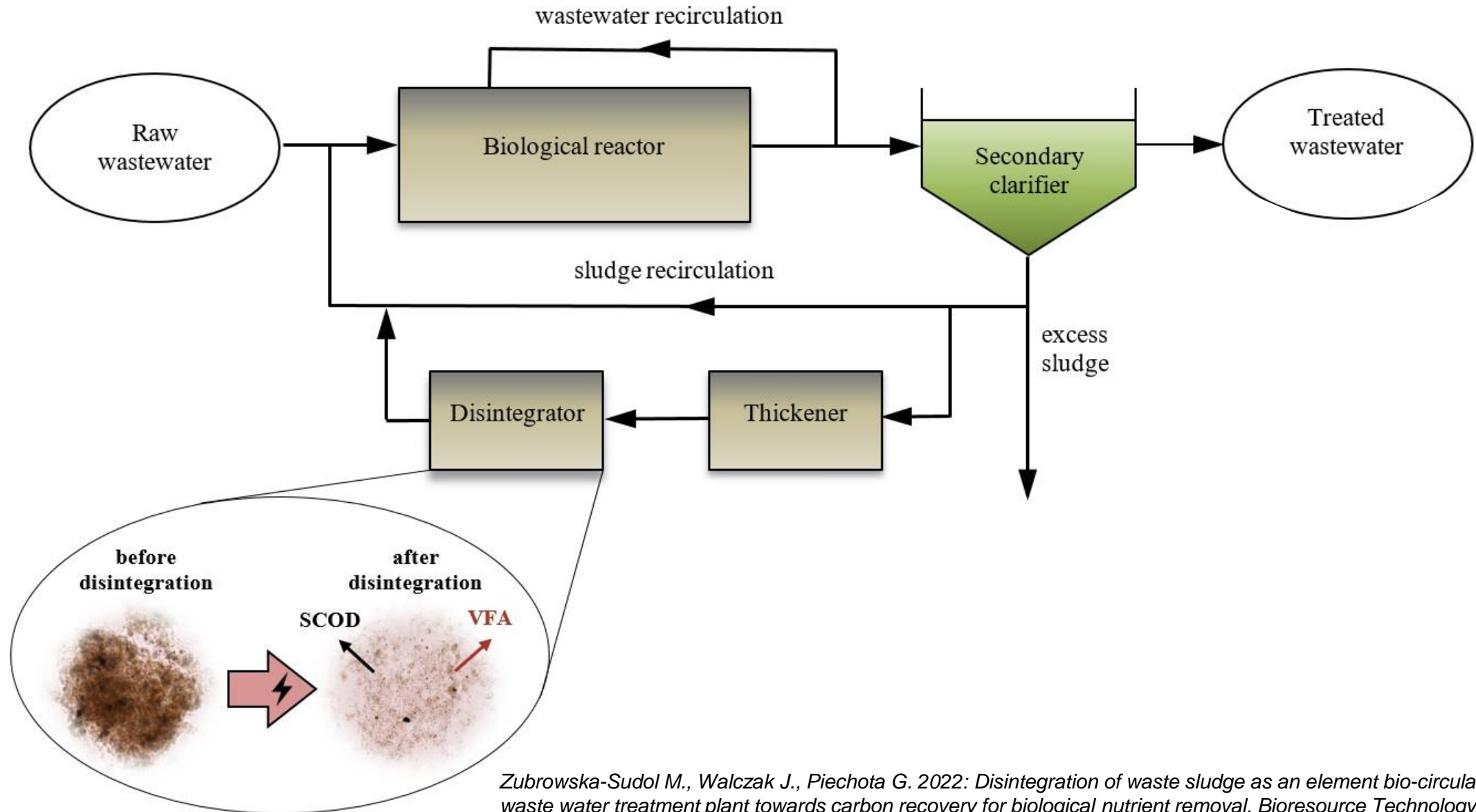
Odzysk azotu



Odzysk związków organicznych

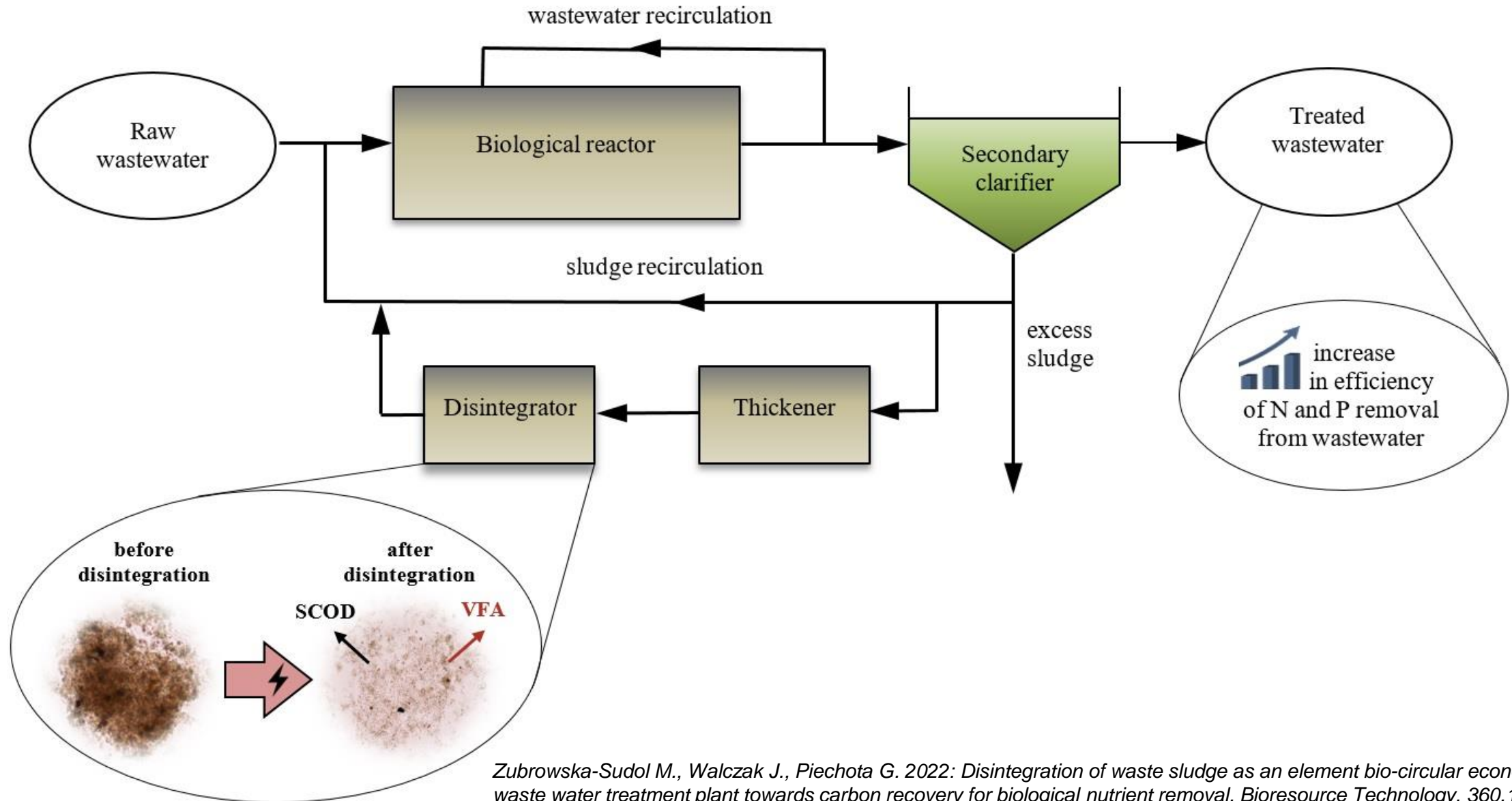


Odzyskane związki organiczne jako źródło węgla do intensyfikacji usuwania ze ścieków związków biogenych



Zubrowska-Sudol M., Walczak J., Piechota G. 2022: Disintegration of waste sludge as an element bio-circular economy in waste water treatment plant towards carbon recovery for biological nutrient removal, *Bioresource Technology*, 360, 127622.

Odzyskane związki organiczne jako źródło węgla do intensyfikacji usuwania ze ścieków związków biogennych



Zubrowska-Sudol M., Walczak J., Piechota G. 2022: Disintegration of waste sludge as an element bio-circular economy in waste water treatment plant towards carbon recovery for biological nutrient removal, *Bioresource Technology*, 360, 127622.

Odzysk celulozy

**Oczyszczalnia
ścieków**



**ODZYSK WŁÓKIEN
CELULOZOWYCH**

z odpadów oddzielonych
na kratkach lub/i sitach
oraz z osadu wstępnego

Odzysk celulozy

Oczyszczalnia ścieków



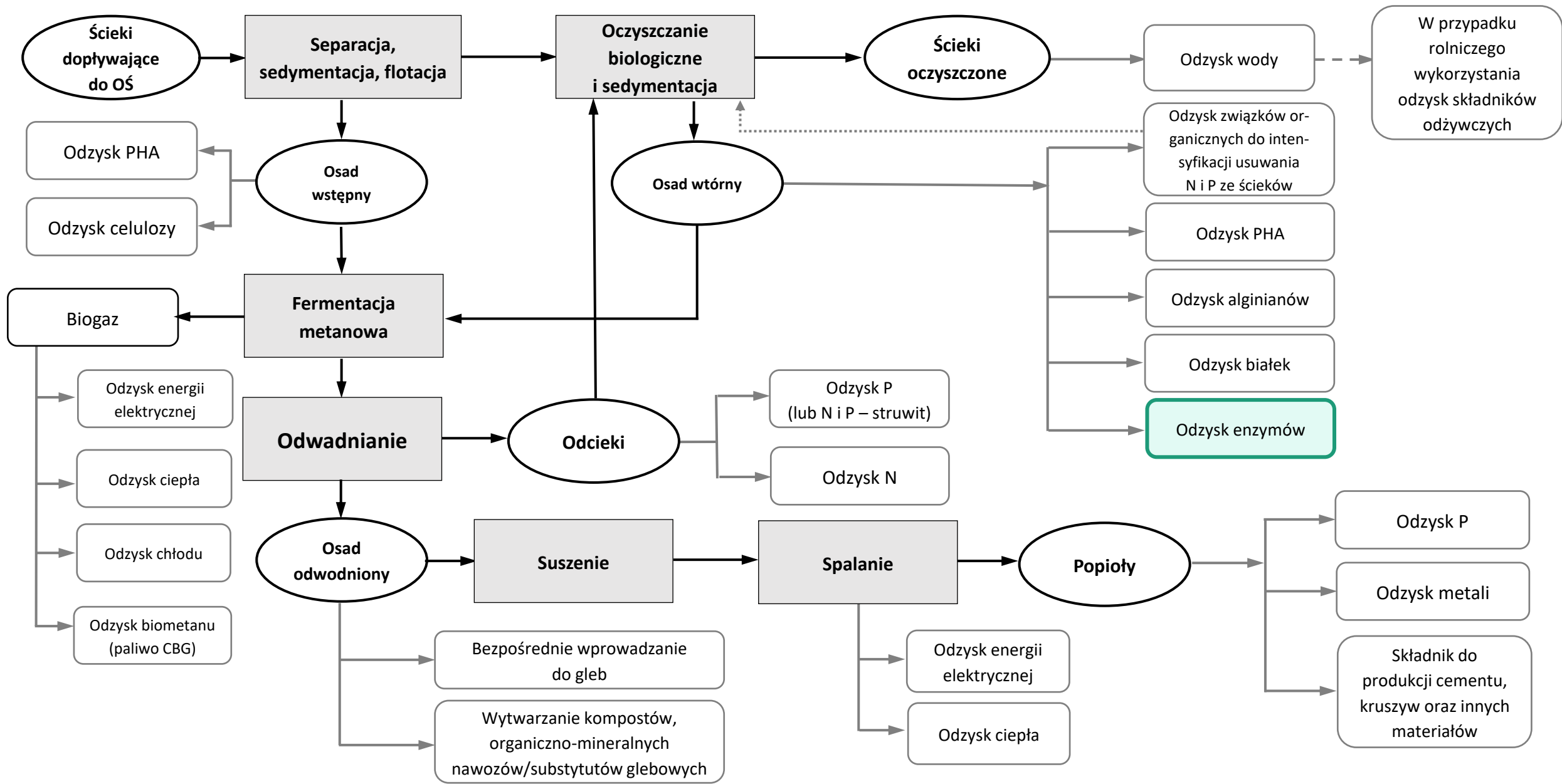
ODZYSK WŁÓKIEN CELULOZOWYCH

z odpadów oddzielonych
na kratach lub/i sitach
oraz z osadu wstępnego

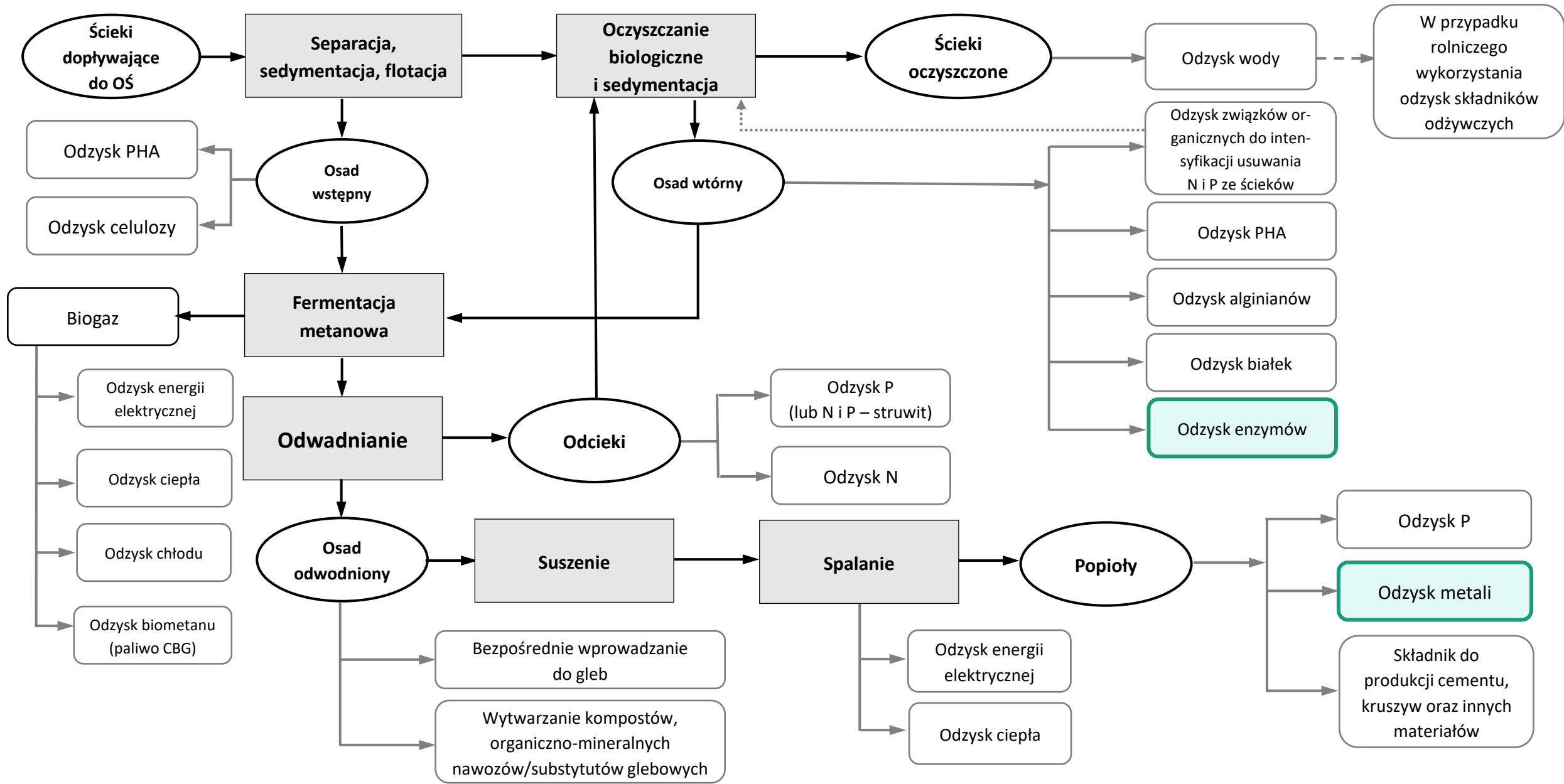
Z
A
S
T
O
S
O
W
A
N
I
E

- ✓ składnik wiążący w asfalcie,
- ✓ bio-kompozyt,
- ✓ materiał izolacyjny,
- ✓ może zastępować włókna celulozowo-papierowe.

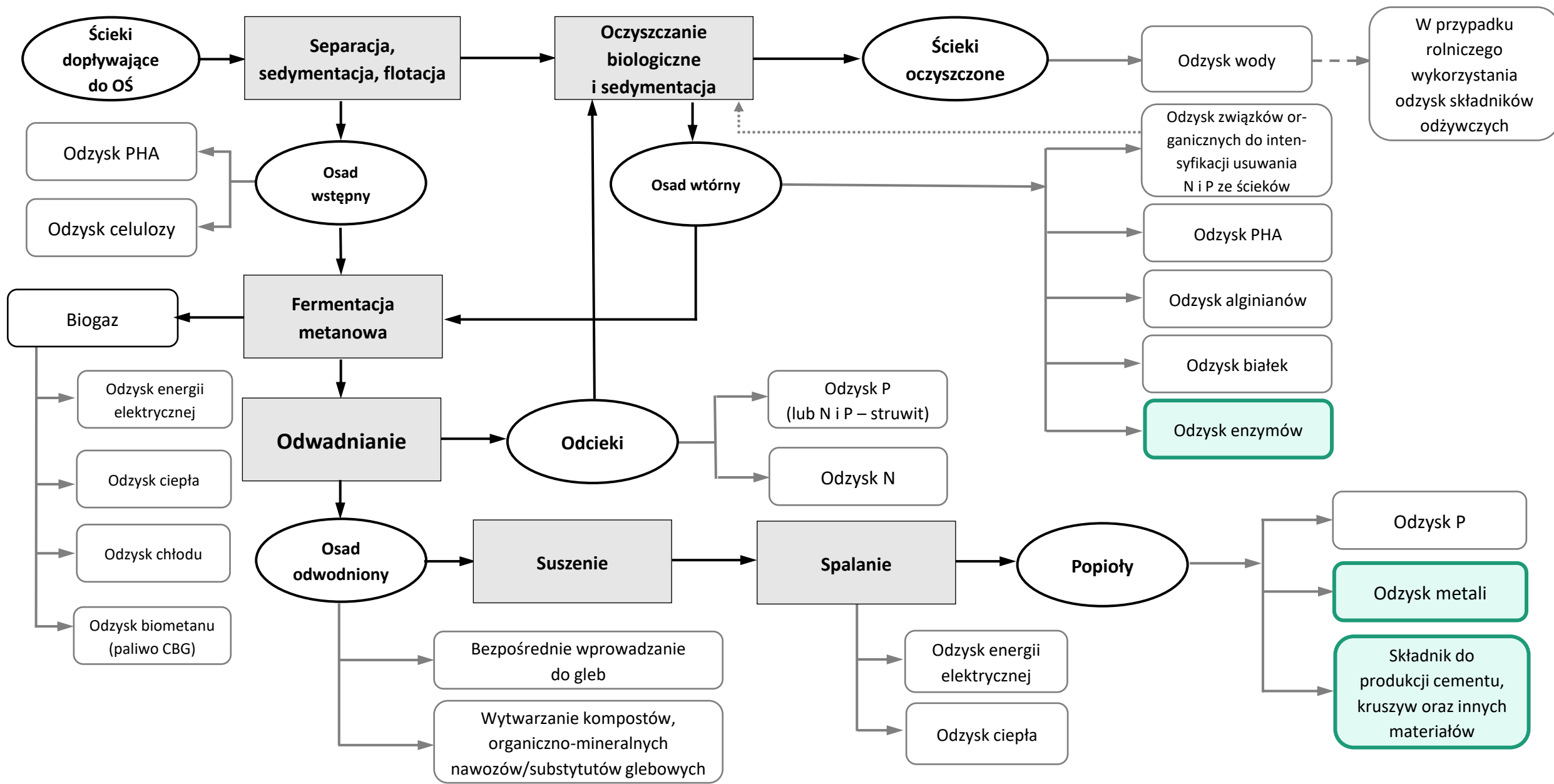
Pozostałe możliwości



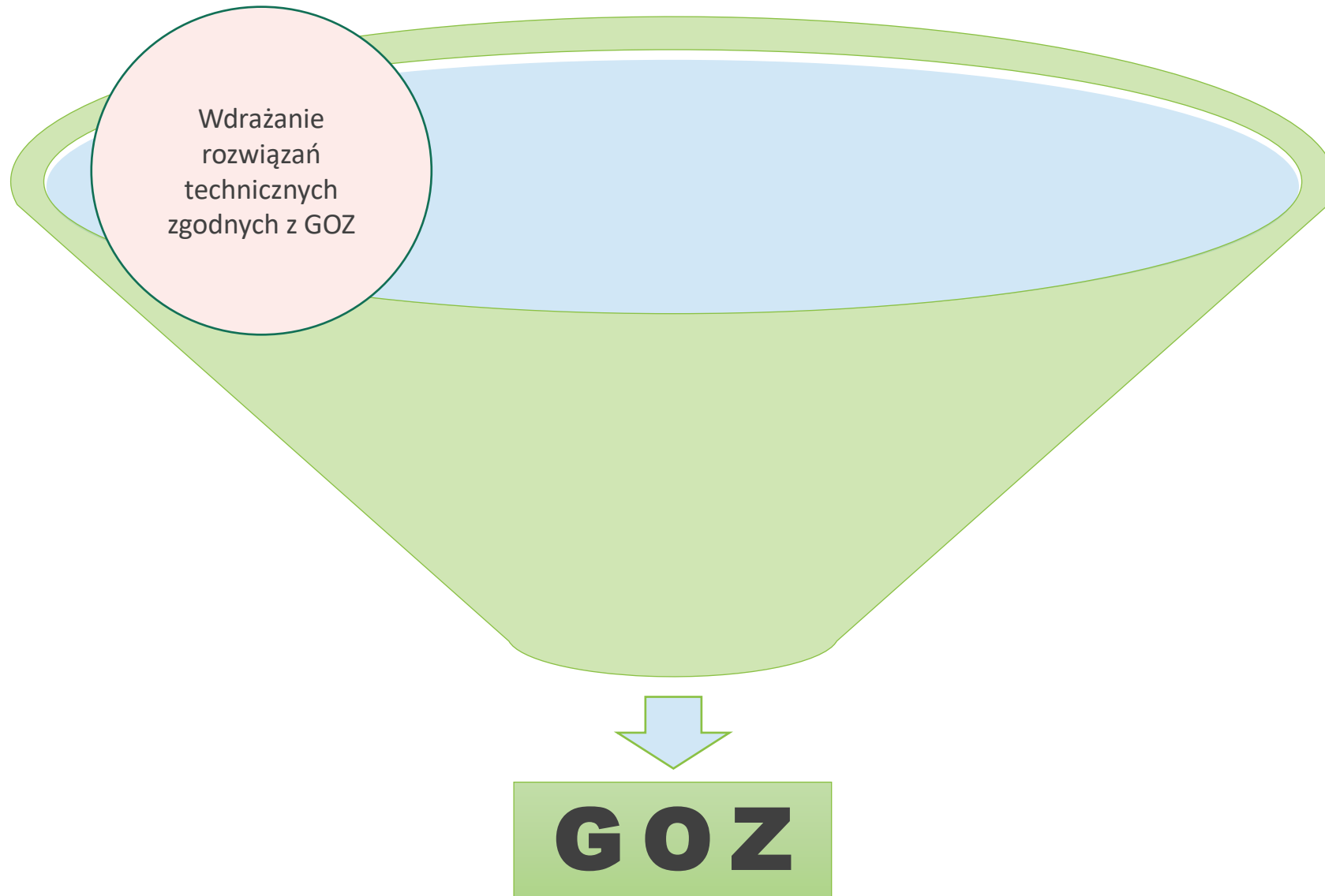
Pozostałe możliwości



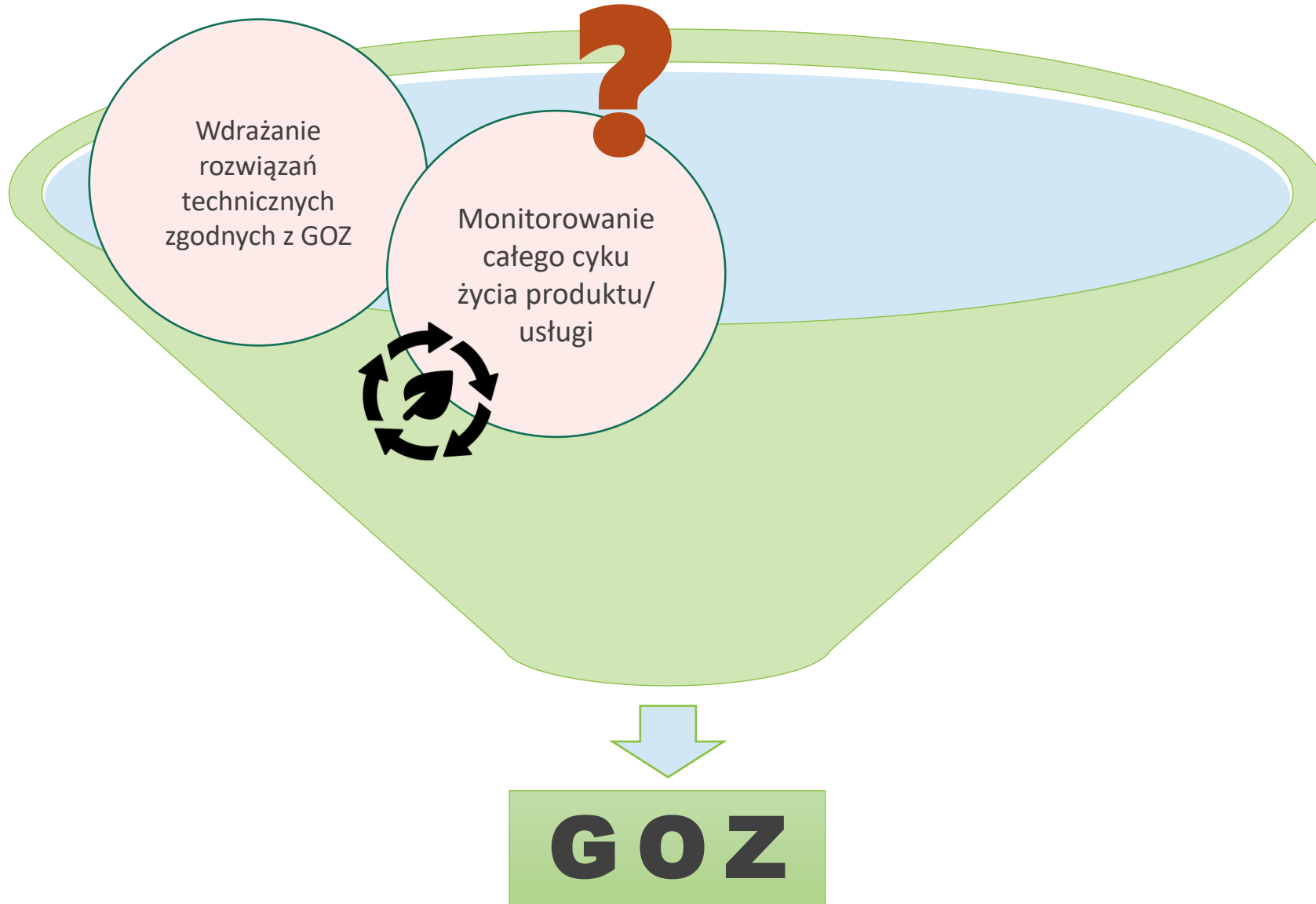
Pozostałe możliwości



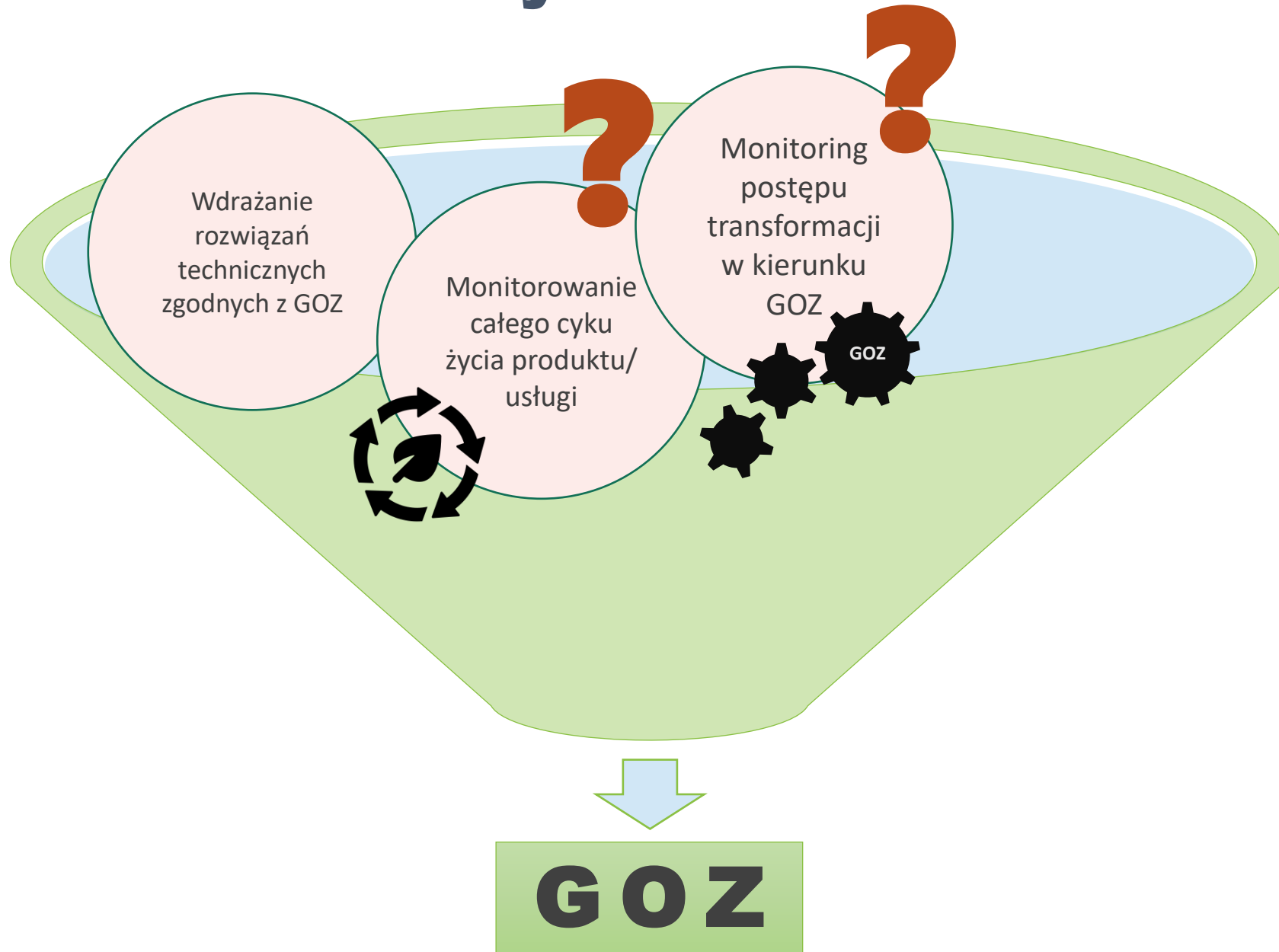
Wyzwania



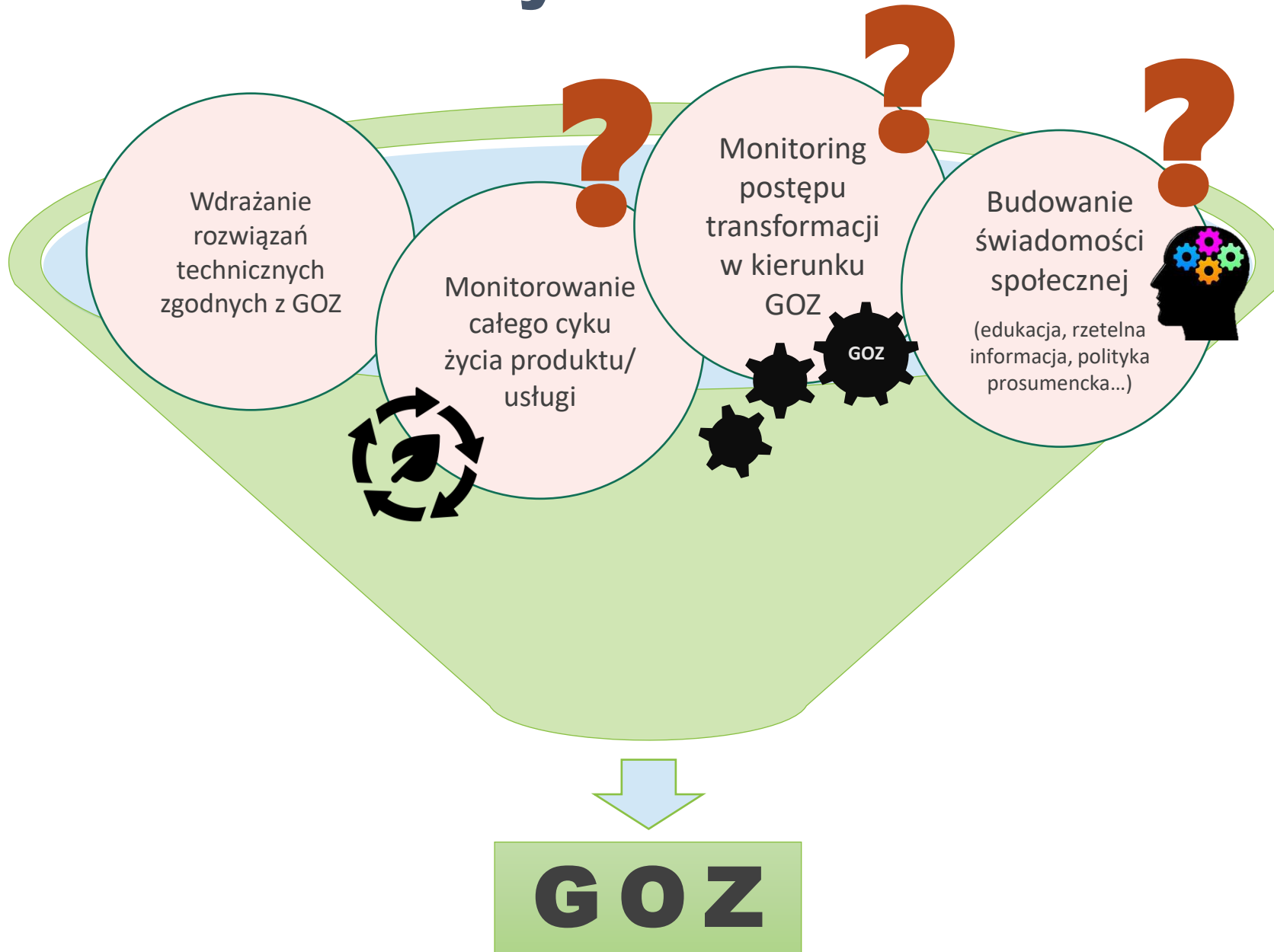
Wyzwania



Wyzwania



Wyzwania



Kontakt

dr hab. inż. Monika Żubrowska-Sudoł, prof. uczelni

monika.sudol@pw.edu.pl

Zakład Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków

Wydział Instalacji Budowlanych Hydrotechniki i Inżynierii
Środowiska

Politechnika Warszawska