

KAMIL JANIAK

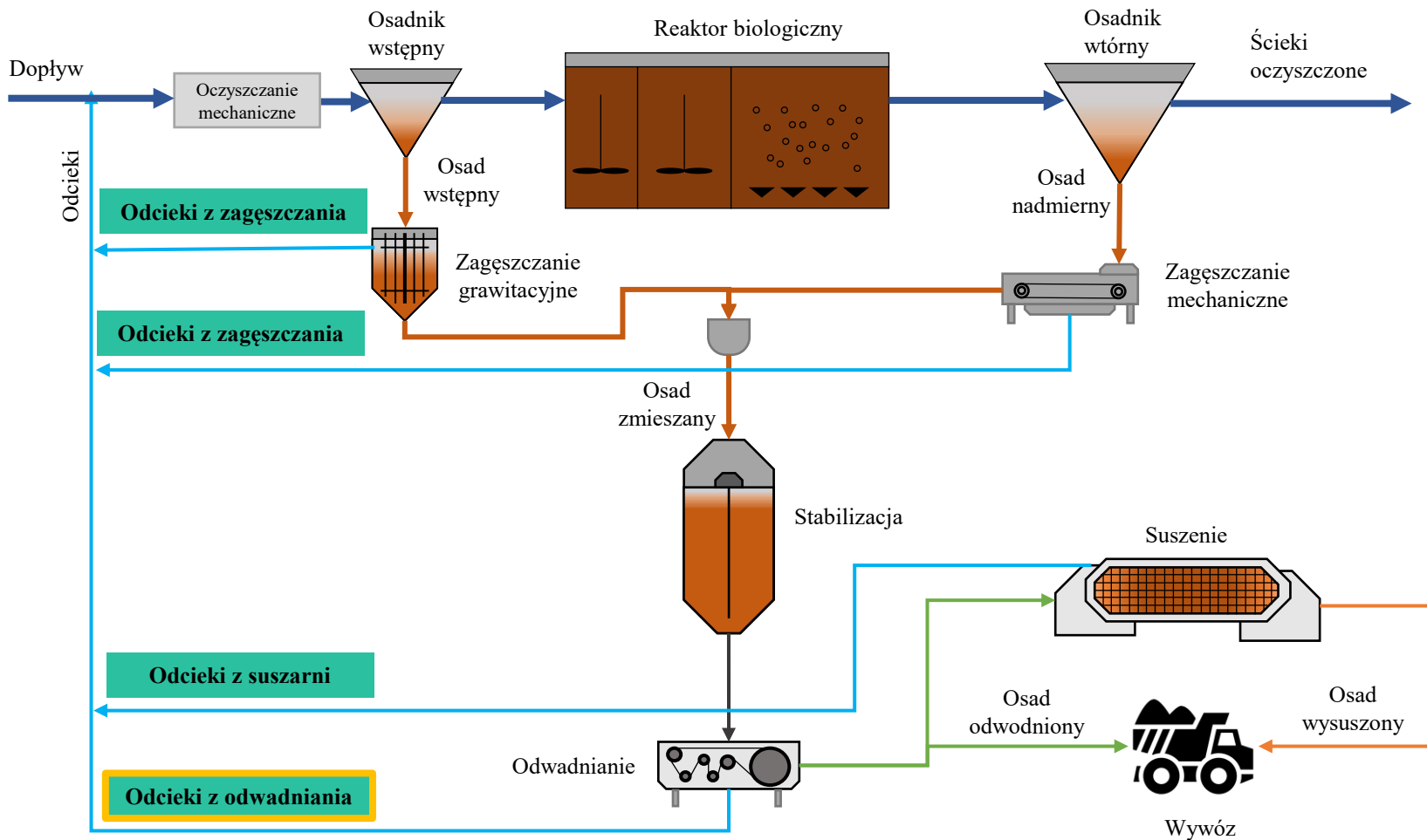
NISKOENERGETYCZNE PROCESY USUWANIA AZOTU

Politechnika Wrocławska

GRUDZIEŃ, 2025



Ocieki jako wewnętrzne źródło azotu w oczyszczalni



Nawet do ~15-20% L_N w 1-3% Q_d

Odcieki z odwadniania osadu

Skład i właściwości

Rok	Temp.	PU (95%)	pH	PU (95%)	Zasad.	PU (95%)	Zaw. og.	PU (95%)	BZT ₅	PU (95%)	ChZT	PU (95%)	P _{og}	PU (95%)	PO ₄	PU (95%)	N _{og}	PU (95%)	NH ₄	PU (95%)
	°C		-		mval/dm ³		g/m ³		gO ₂ /m ³				gP/m ³				gN/m ³			
2015	27,1	0,6	7,50	0,03	56,6	2,8	167,1	26,8	160,1	12,9	429,9	41,6	59,3	8,9	143,4	8,9	732,3	42,2	664,9	42,2
2016	27,9	0,4	7,55	0,02	64,7	2,1	158,1	22,4	160,8	5,8	443,9	28,1	52,4	7	140,8	6,2	853,5	35,4	735	28,9
2017	28,2	0,3	7,59	0,03	67,5	3,3	141,1	19	161,4	8,4	397,2	33,6	95,7	10,1	89,1	9,5	842,2	44,9	769	42,3
2018	29,6	0,8	7,61	0,03	61,4	2	128,1	26,6	154,7	7	404,7	39	103,3	8,8	96,3	8,6	775,4	31,4	686,9	29,1
2019	30,2	0,7	7,66	0,07	64,9	2	114,1	15,6	144,4	10,9	422,2	21,5	107,3	17,1	90,3	14,7	806,1	39,6	720,9	32,5
2020	30,4	0,7	7,65	0,05	64,8	3,5	137,3	28,7	167,4	19,3	483,7	20,2	59,5	11,8	142,2	13	873,2	52,9	758,7	52,2
2021	28,4	1	7,69	0,03	59,6	4,1	129,7	16,8	139,8	36	447,8	24,2	38,7	13,4	77,6	12,9	779,2	57,5	654	58,4

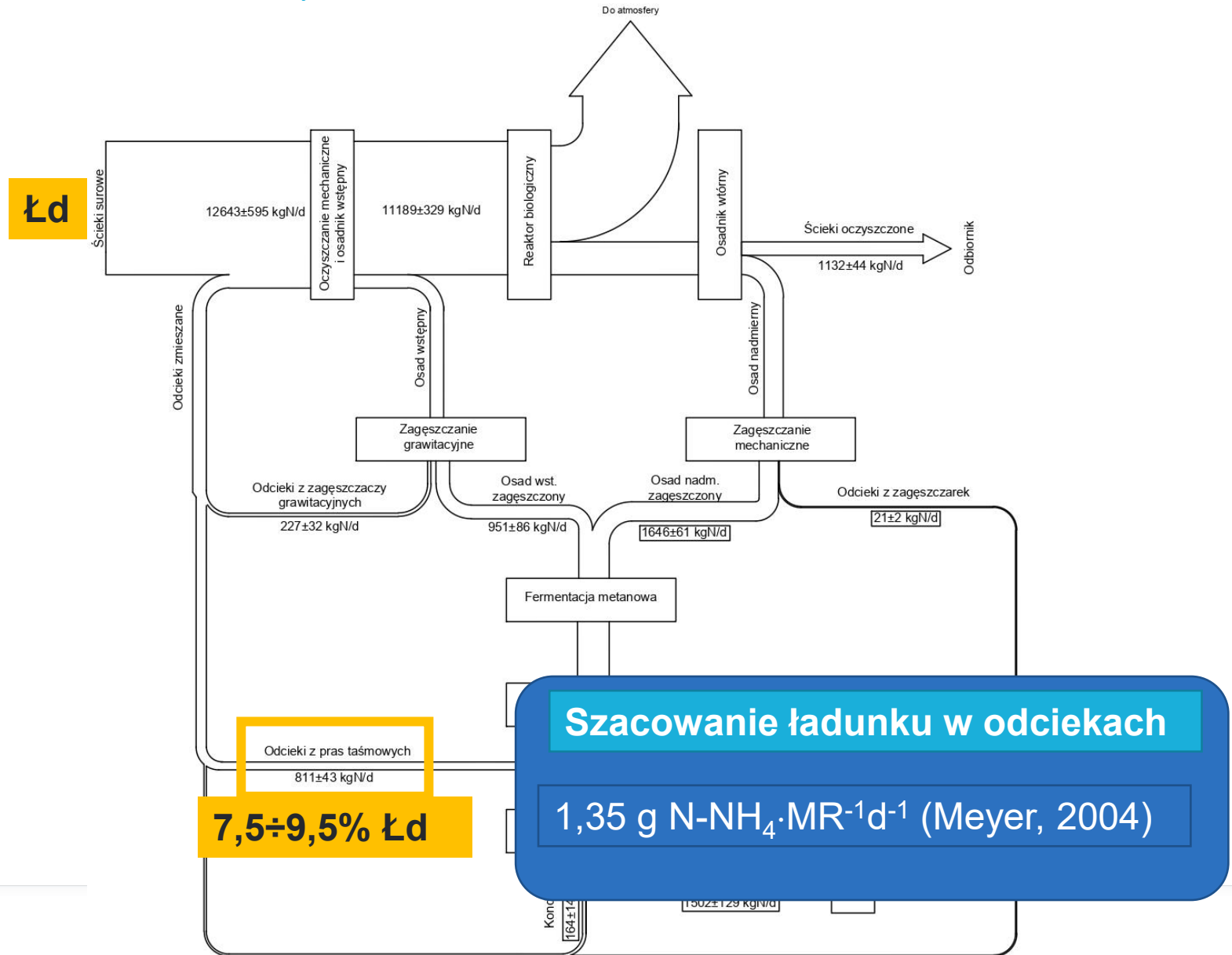
Stabilna, wysoka temperatura

Niewiele biodegradowalnych związków organicznych

Dużo azotu

Ocieki z odwadniania osadu

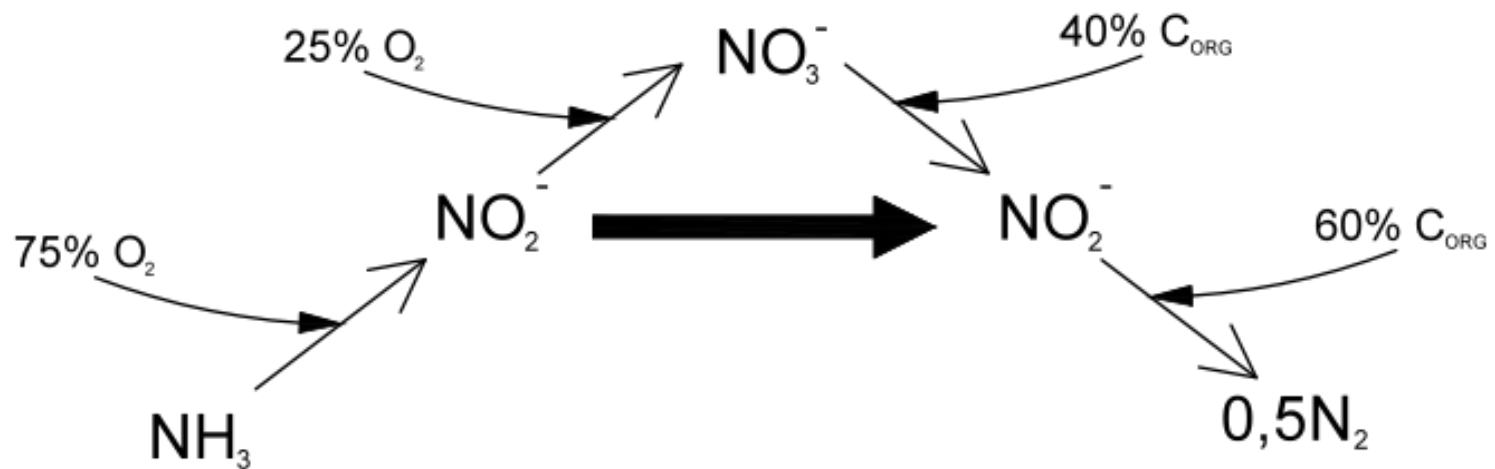
Wpływ na bilans azotu oczyszczalni



Odcieki z odwadniania osadu

Możliwe drogi usuwania azotu

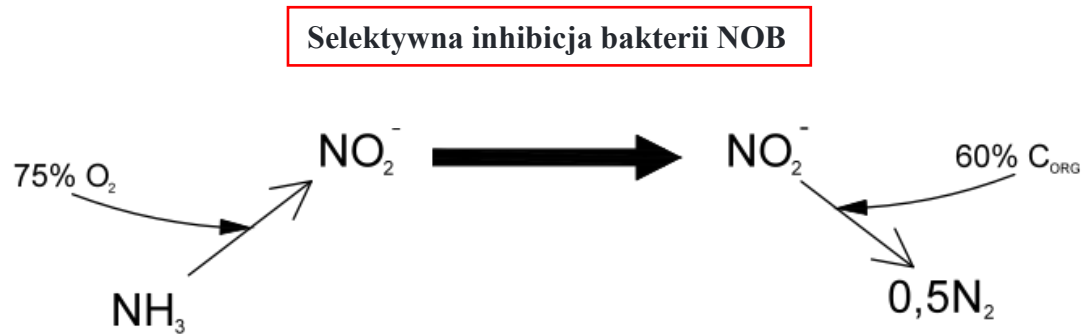
Nitryfikacja - denitryfikacja



Odcieki z odwadniania osadu

Możliwe drogi usuwania azotu

Skrócona nitryfikacja - denitryfikacja



Czynniki selekcyjne:

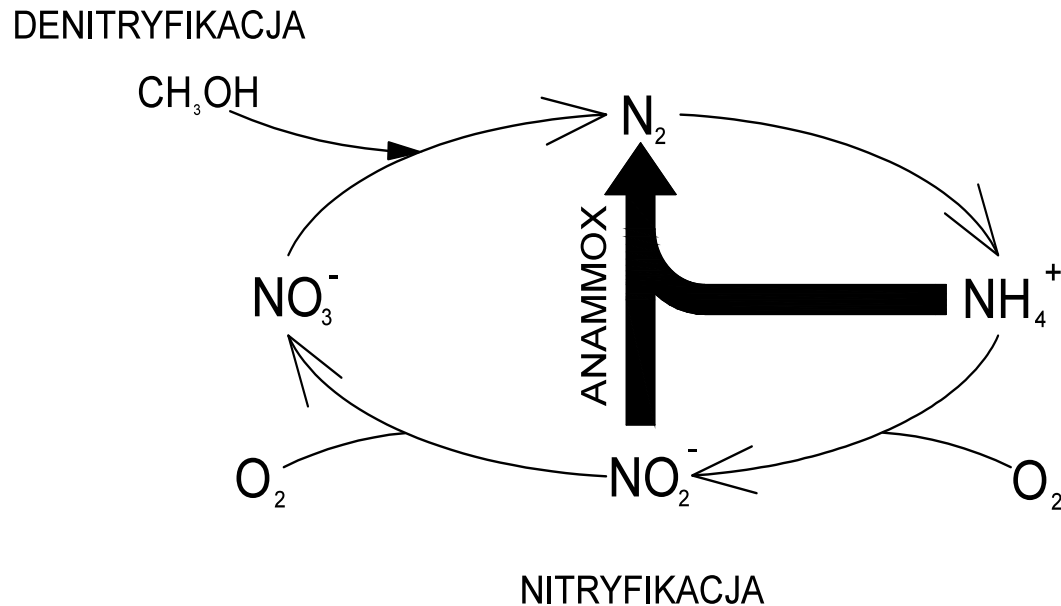
- Temperatura
- Kontrola WO
- Stężenie tlenu, reżim napowietrzania
- Substancje inhibitujące (wolny amoniak, wolny kwas azotawy)

Prowadzenie skróconej nitryfikacji wymaga odpowiedniej kontroli warunków w reaktorze

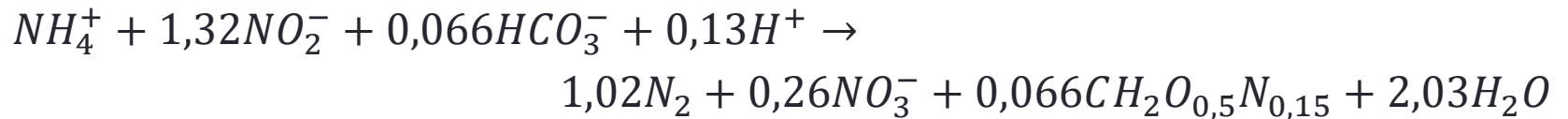
Odcieki z odwadniania osadu

Możliwe drogi usuwania azotu

Deamonifikacja (PN/A - częściowa nitrytacja + Anammox)



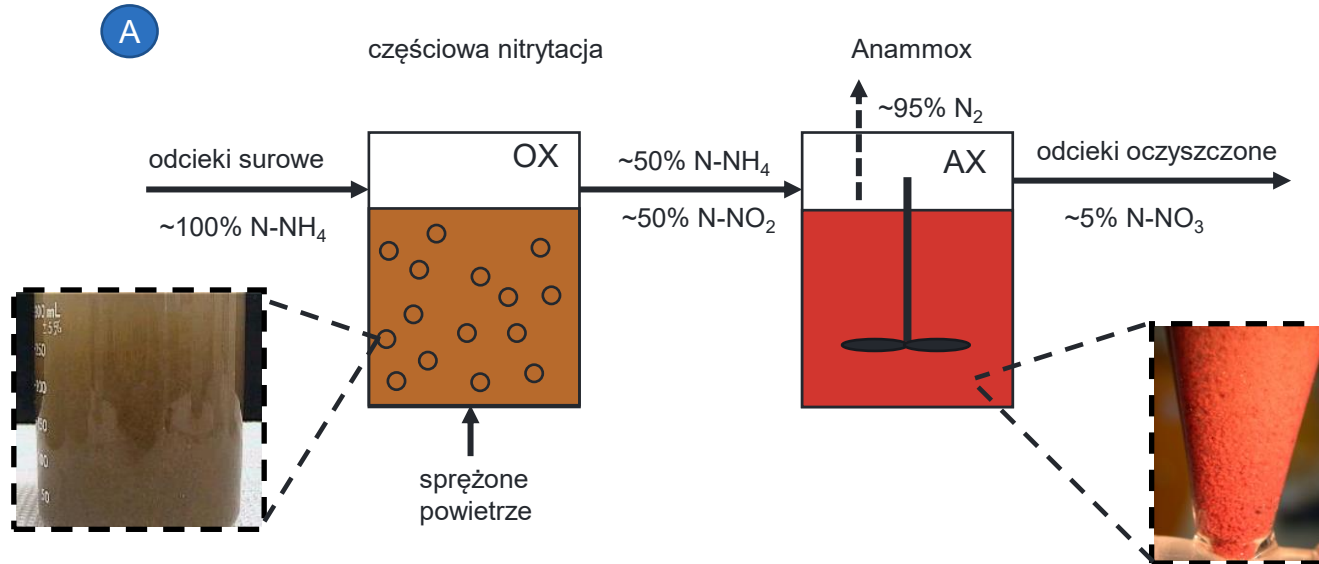
W warunkach beztlenowych:



Odcieki z odwadniania osadu

Możliwe drogi usuwania azotu

Deamonifikacja: układy jedno i dwustopniowe



Odcieki z odwadniania osadu

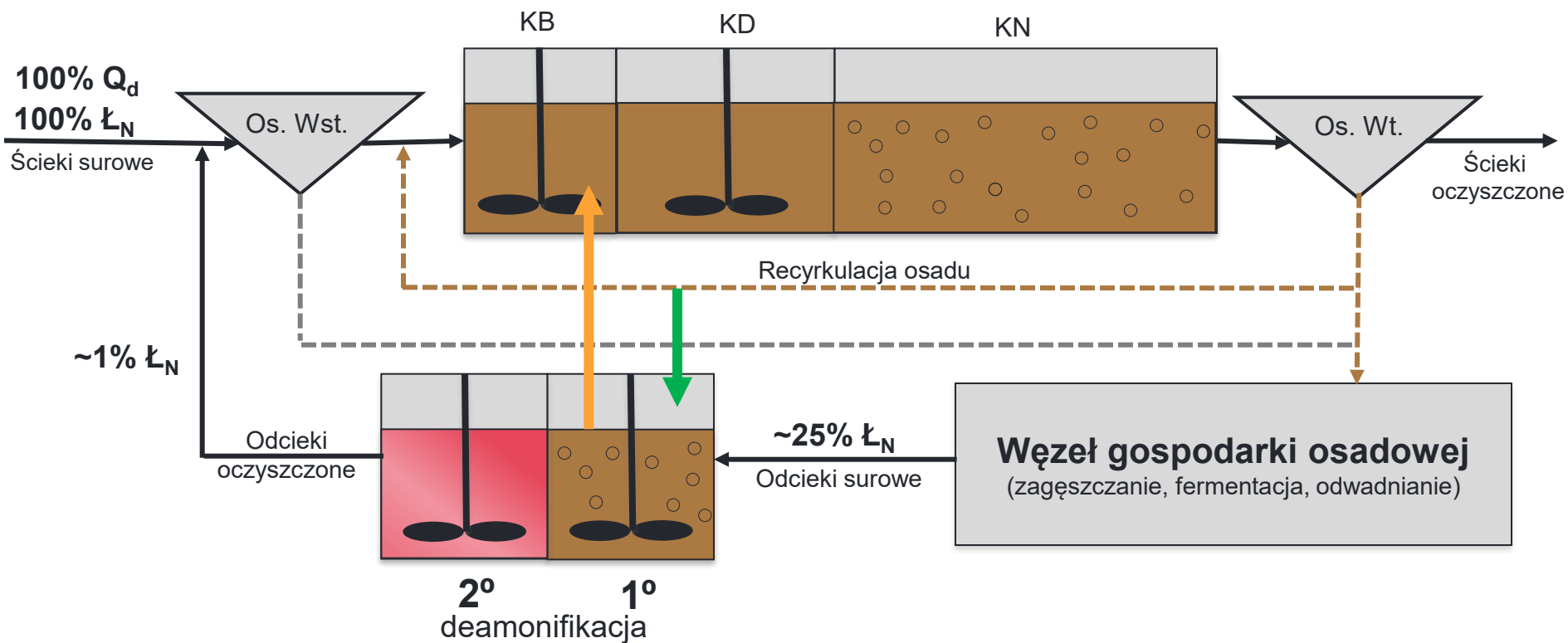
Możliwe drogi usuwania azotu - porównanie

Parametr	Nit-denit. (w ciągu głównym)	Skrócona Nit.- denit. (ciąg boczny)	PN/A (ciąg boczny)
Zapotrzebowanie tlenu	100% (4,54 gO ₂ /g N-NH ₄)	75% (3,43 gO ₂ /g N-NH ₄)	43% (0,57*3,43 gO ₂ /g N-NH ₄)
Zapotrzebowanie C _{org}	100%	60%	brak
Stabilność procesu	+++	++	+/-
Sprawność procesu	Nit – 0,1 kg N/m ³ d Denit – 0,08-0,23kg N/m ³ d	Nit – do 1,0 kg N/m ³ d Denit – do 1,0 kg N/m ³ d	PN – do 1,0 kg N/m ³ d A – 1,0 kg N/m ³ d
Wymagana kubatura (dla ładunku 1000 kgN/d)	Nit – 10 000m ³ Denit – 4 500-12 500m ³ Suma: 14 500-22 500m ³	Nit – 1000 m ³ Denit – 1000m ³ Suma: 2000m ³	Jednostopniowe: < 2000m ³ Dwustopniowe: 2000 m ³

Selektywne oczyszczanie odcieków zmniejsza obciążenie reaktora biologicznego i może stanowić skuteczną alternatywę dla konieczności rozbudowy reaktorów ciągu głównego

Odcieki z odwadniania osadu - nowość

Technologia dwustopniowej deamonifikacji z zaszczepianiem bloku biologicznego

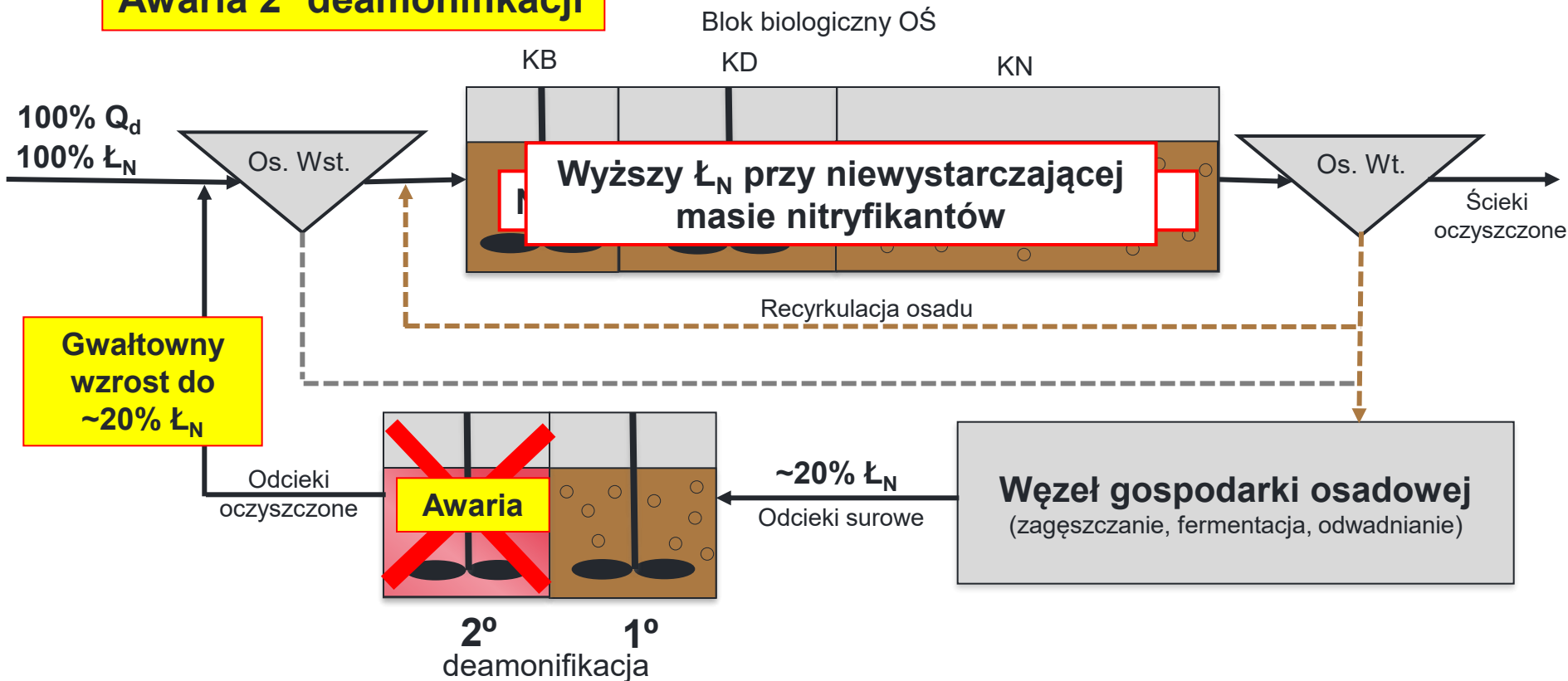


Patent należący do Politechniki Wrocławskiej „Sposób wytwarzania bakterii AOB” P.418097 oraz zgłoszenie patentowe pt. „Sposób usuwania azotu wraz z wytwarzaniem bakterii nitryfikacyjnych” P.436378

Odcieki z odwadniania osadu - nowość

Technologia dwustopniowej deamonifikacji z zaszczepianiem bloku biologicznego

Awaria 2^o deamonifikacji



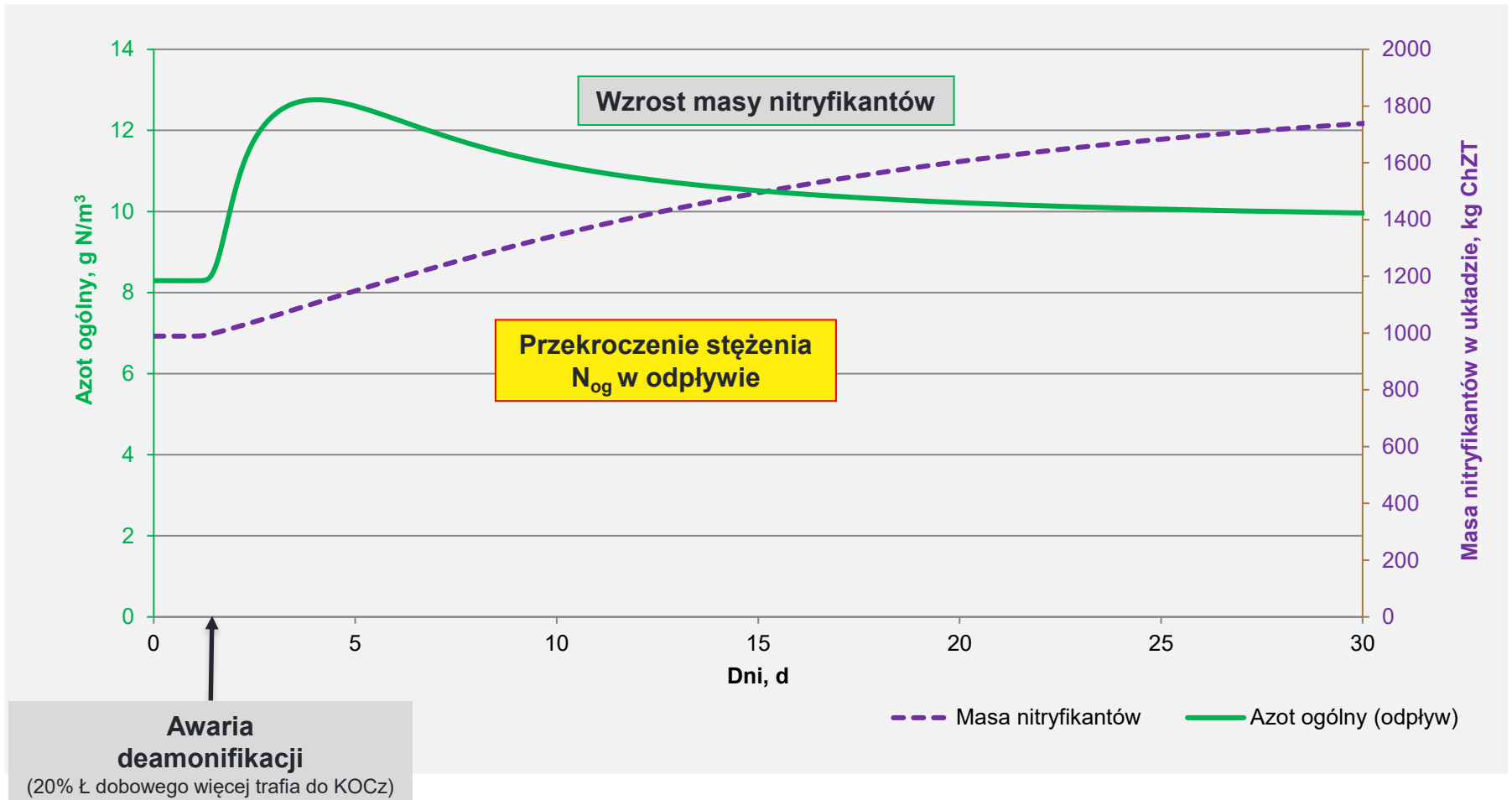
Bakterie prowadzące proces ANAMMOX są wrażliwe na szereg czynników (np. azotyny, tlen, związki organiczne) co stwarza realne ryzyko załamania procesu i w efekcie wzrostu obciążenia KOCz.

Ocieki z odwadniania osadu - nowość

Technologia dwustopniowej deamonifikacji z zaszczepianiem bloku biologicznego

Wyniki badań symulacyjnych

Masa nityfikantów w KOCz zależy od masy usuwanego ładunku N, WO oraz temperatury.

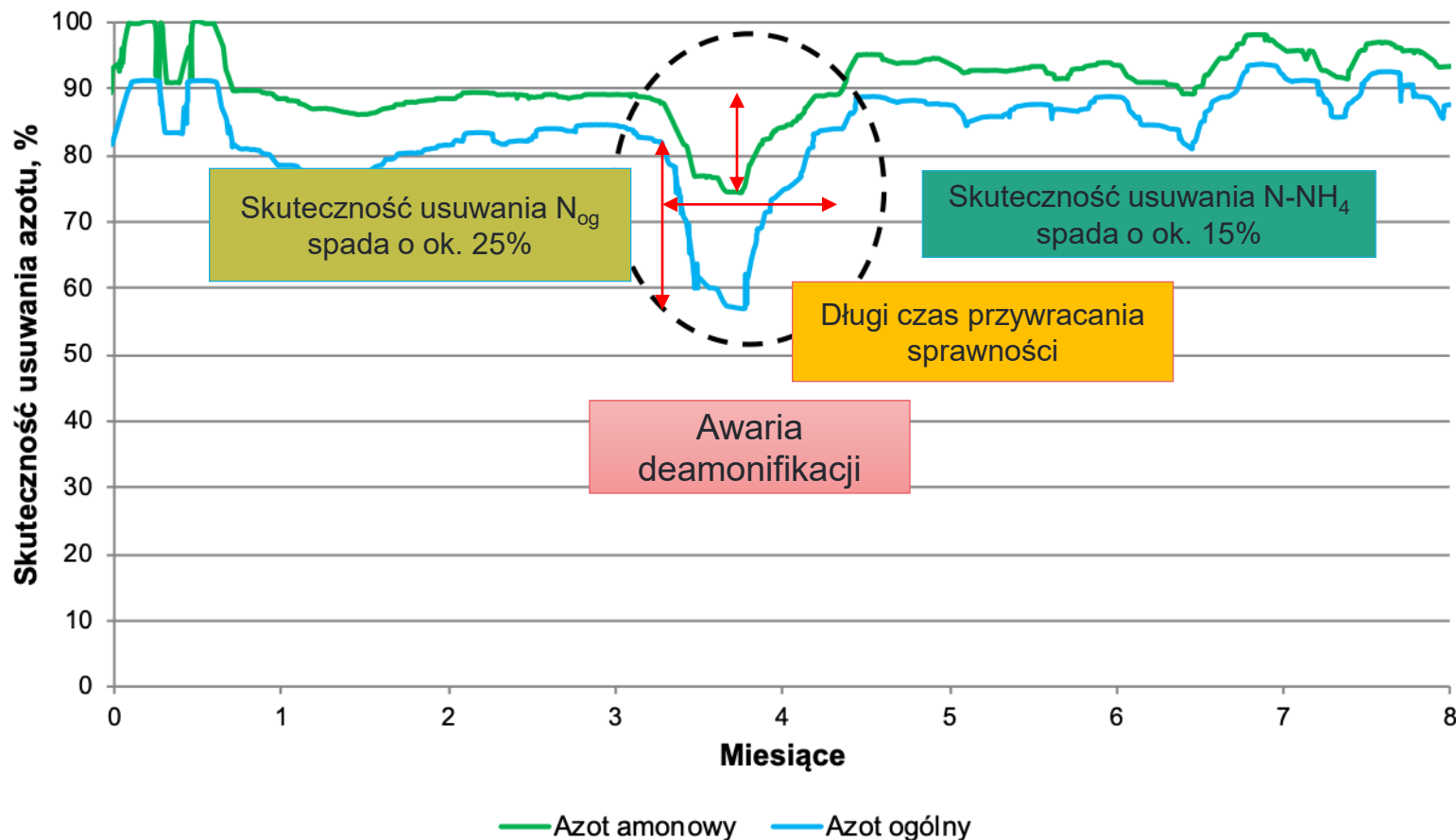


Odcieki z odwadniania osadu - nowość

Przykład rzeczywisty – załamanie procesu deamonifikacji

Obiekt: OŚ komunalnych Strass (Austria)

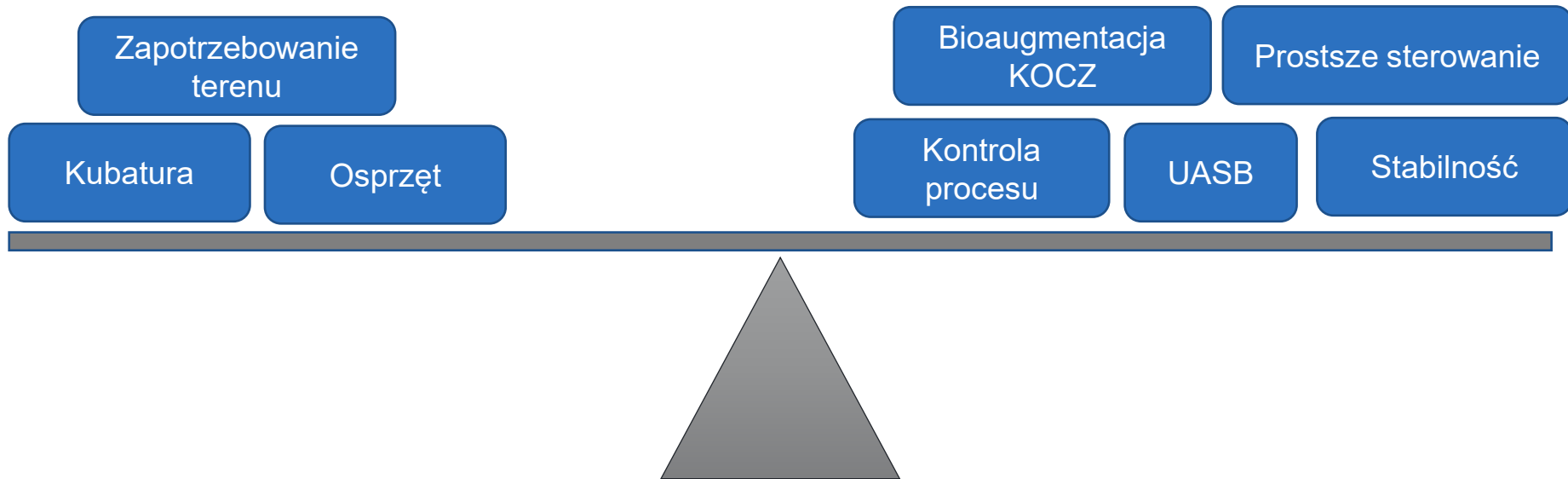
Deamonifikacja w ciągu bocznym



Gwałtowny wzrost obciążenia na skutek załamania procesu deamonifikacji w ciągu bocznym może prowadzić do istotnego pogorszenia skuteczności procesu usuwania azotu w całej OŚ w długim okresie

Odcieki z odwadniania osadu - nowość

Przykład rzeczywisty – załamanie procesu deamonifikacji



Usuwanie azotu – skrócona nitryfikacja w ciągu głównym - nowość

Projekt SNIT

Komora anoksydacyjna

- NO_2 są usuwane przy wykorzystaniu związków organicznych
- Zużywane jest około 25% mniej związków organicznych

Ścieki oczyszczone

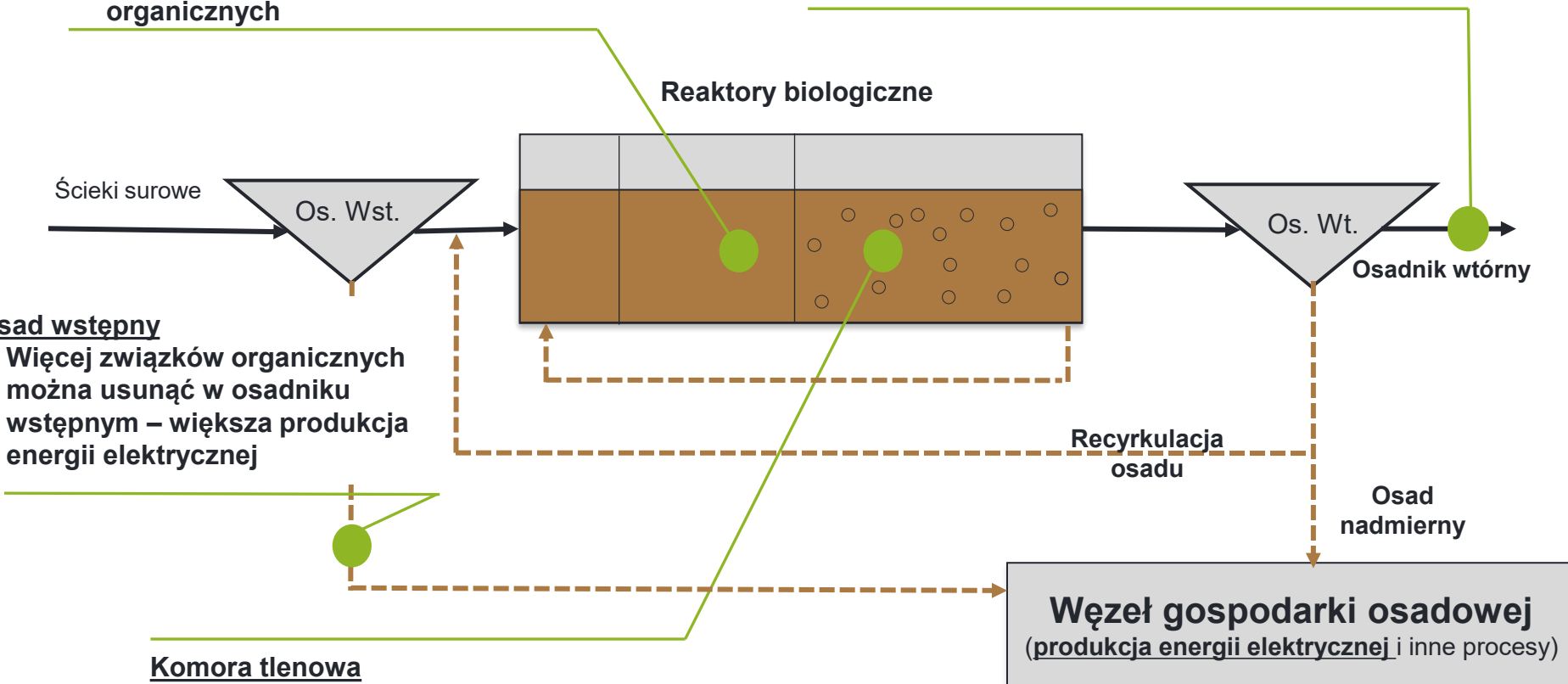
- W ściekach oczyszczonych jest zdecydowanie mniej azotu ponieważ łatwiej go usunąć

Osad wstępny

- Więcej związków organicznych można usunąć w osadniku wstępnym – większa produkcja energii elektrycznej

Komora tlenowa

- W komorze tlenowej następuje pełne utlenienie NH_4 do NO_2
- Do komory pompowane jest 33% mniej powietrza



Usuwanie azotu – skrócona nitryfikacja w ciągu głównym - nowość

Projekt SNIT

