

INTENSYFIKACJA PRODUKCJI BIOGAZU NA DRODZE KOFERMENTACJI

Prof. dr hab. inż. Monika Żubrowska-Sudoł
dr inż. Justyna Walczak
dr inż. Katarzyna Sytek-Szmeichel

JAK ZWIĘKSZYĆ ILOŚĆ PRODUKOWANEGO BIOGAZU ?

Proces kofermentacji

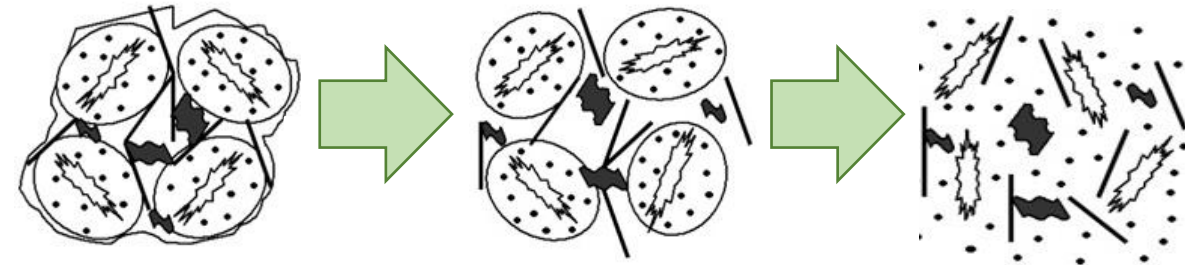
Osad ściekowy



Kosubstrat/ty

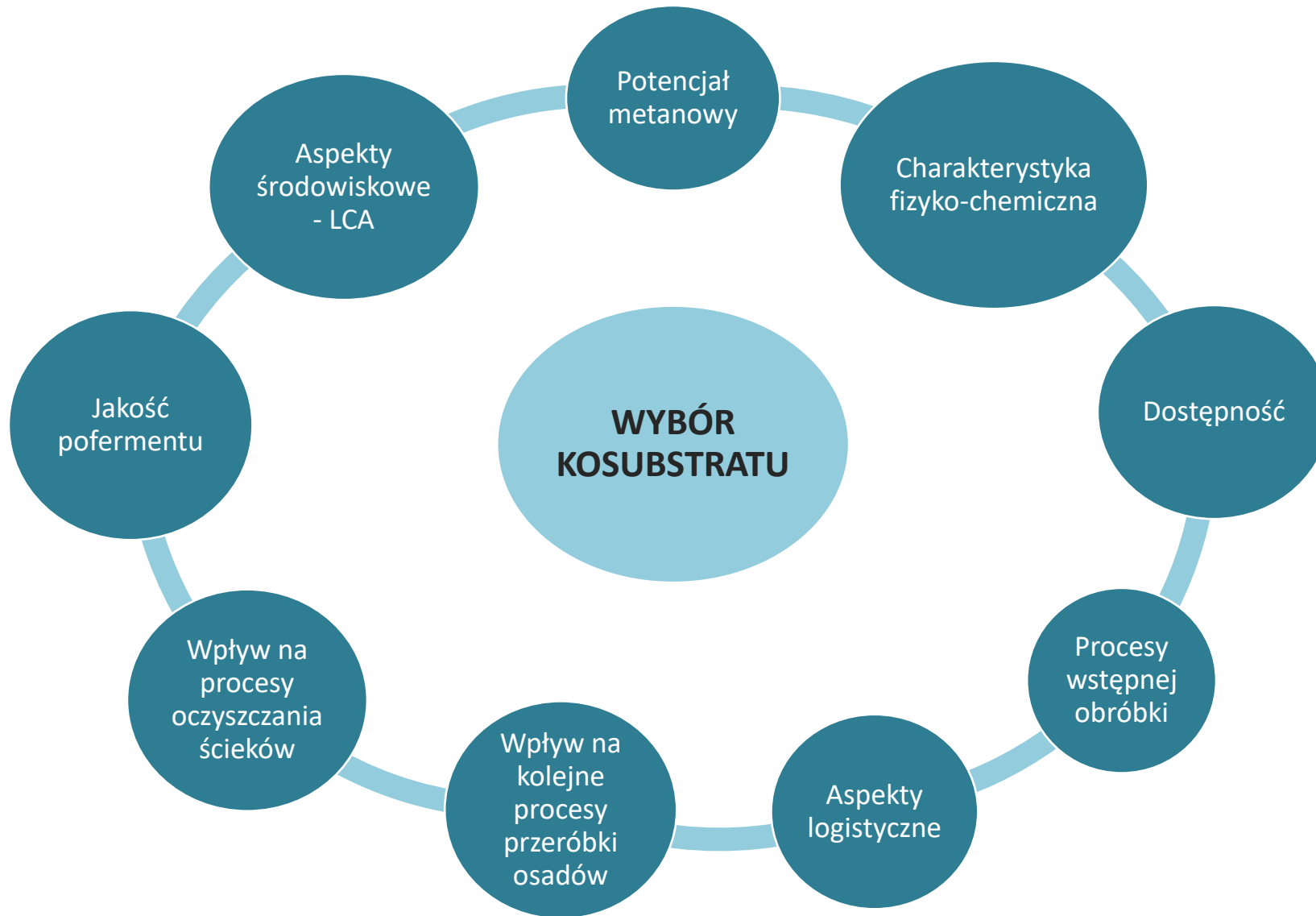
Proces dezintegracji

zwiększenie dostępności substratu
dla drobnoustrojów biorących udział
w procesie fermentacji metanowej



aspekty technologiczne, energetyczne, ekonomiczne, środowiskowe

WYBÓR KOSUBSTRATU/ÓW ORAZ DOBÓR STOSUNKU ZMIESZANIA



CHARAKTERYSTYKA FIZYKO-CHEMICZNA

➤ Skład substratu

C :N → od 10:1 do 16:1 (część badaczy: od 20:1 do 30:1)

N:P:S → 7:1:1

CHARAKTERYSTYKA FIZYKO-CHEMICZNA

➤ Skład substratu

C :N → od 10:1 do 16:1 (część badaczy: od 20:1 do 30:1)

N:P:S → 7:1:1

➤ pH i zdolność buforowa

pH:

prawidłowy przebieg fermentacji 7 – 7,5 (część badaczy 7 – 8,5)

Zasadowość:

optymalny zakres 2000 – 3000 mg CaCO₃/L

(nie mniej niż 500 mg CaCO₃/L)

Stężenie kwasów organicznych:

dopuszczalne stężenie 100 – 500 mgCH₃COOH/L

(nie więcej niż 2000 mgCH₃COOH/L) przy zasadowości od 500 mg CaCO₃/L

(część badaczy: stężenie kwasów organicznych ≤ 7000 mgCH₃COOH/L)

PRZYKŁAD: ZAWARTOŚCI C, H, N i S

Osady ściekowe ZAWARTOŚĆ PIERWIASTKA (%):

C - 37,66 (Niepewność pomiaru: 0,2%)

H – 5,81 (Niepewność pomiaru: 0,2%)

N – 5,22 (Niepewność pomiaru: 0,2%)

S - 0,693 (Niepewność pomiaru: rH 0,01%)

C/N = 7,21



BFO

ZAWARTOŚĆ PIERWIASTKA (%):

C - 43,56 (Niepewność pomiaru: 0,2%)

H – 6,29 (Niepewność pomiaru: 0,2%)

N – 2,14 (Niepewność pomiaru: 0,2%)

S - 0,155 (Niepewność pomiaru: rH 0,01%)

C/N = 20,4



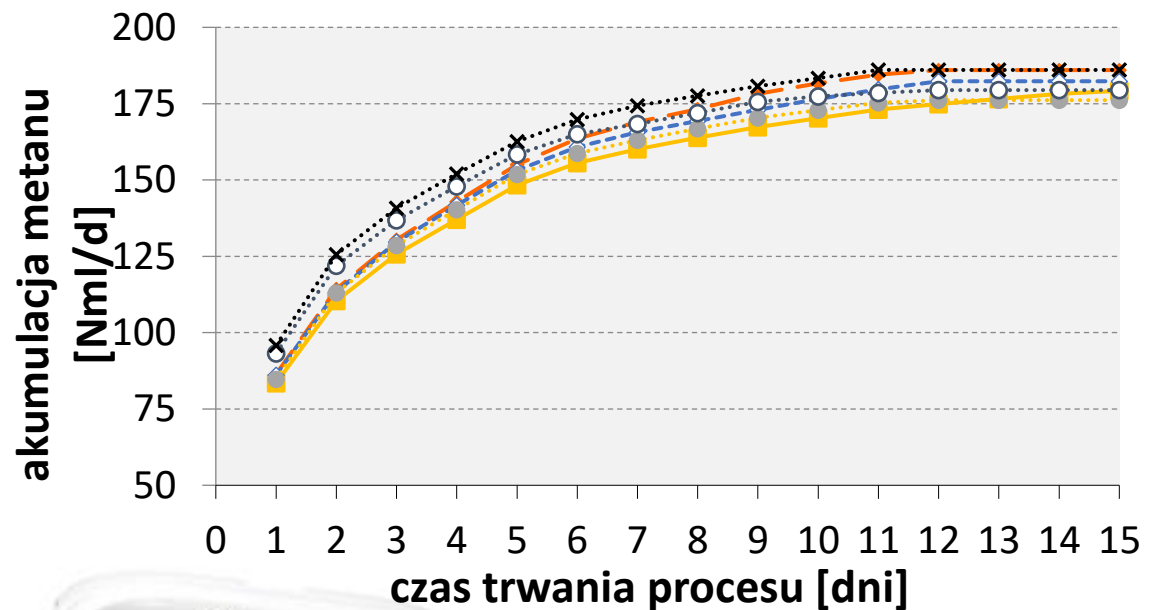
C :N → od 10:1 do 16:1 (część badaczy: od 20:1 do 30:1)

GŁÓWNE INHIBITORY PROCESU FERMENTACJI METANOWEJ

Lp.	Rodzaj	Wartości stężenia powodujące inhibicję
1.	Wolny amoniak	> 80 mg/L > 150 mg/L całkowite zahamowanie procesu
2.	Azot amonowy	> 1500-3000 mg/L Występują przypadki braku inhibitującego wpływu przy stężeniach 7000-9000 mg/L
3.	Siarczki	> 80 mg/L
4.	Siarczany	> 5000 mg/L
5.	Lotne kwasy tłuszczowe: • kwas octowy • kwas izobutanowy • kwas propionowy	> 1000 mg/L przy pH<7 > 10 000 mg/L przy pH ok. 7 > 50 mg/L przy pH<7 > 5 mg/L przy pH<7 > 6000 przy pH ok. 7

POTENCJAŁ METANOWY

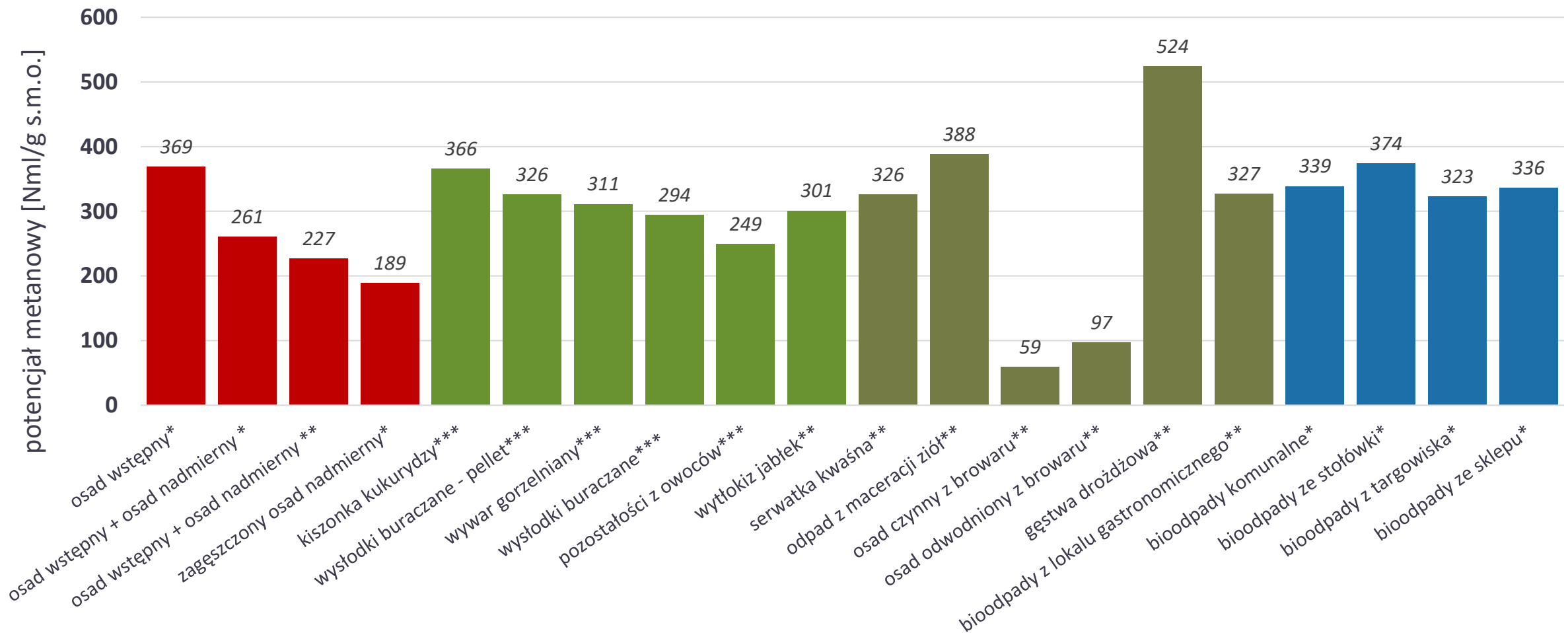
Test potencjału wytwórczego metanu
– przydatne narzędzie analityczne



Określenie potencjału
metanowego
[Nml/g s.m.o.]

Aparatura do wyznaczania potencjału metanowego AMPTS II
(Automatic Methane Potential Test)

POTENCJAŁ METANOWY



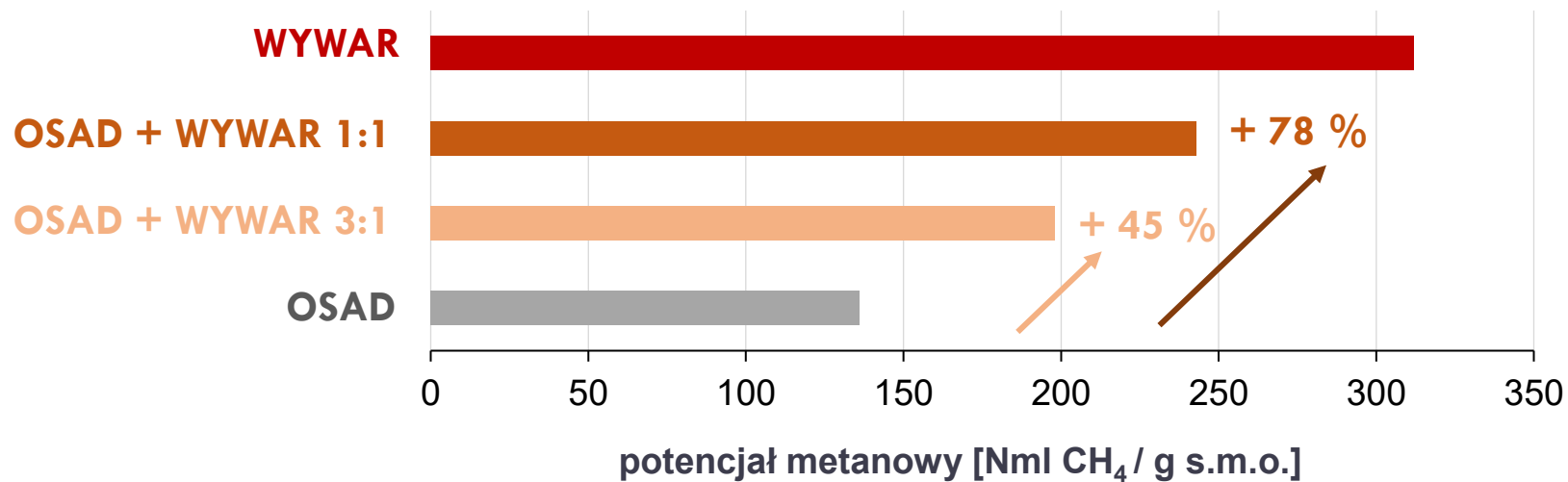
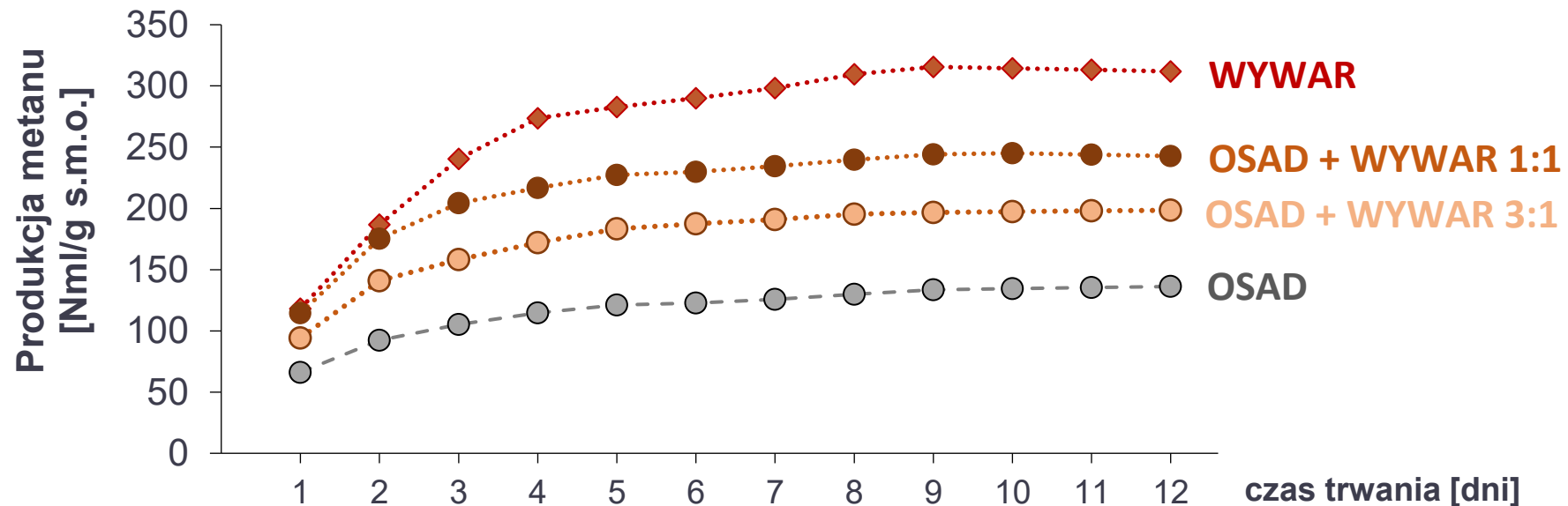
*Żubrowska-Sudoł M., Walczak J. *Analiza możliwości wzrostu produkcji energii odnawialnej w oczyszczalniach ścieków poprzez wykorzystanie procesów kofermentacji oraz dezintegracji substratów* (Projekt badawczy, 2021-2022)

** Marczewski P. *Analiza potencjału metanowego wybranych pozostałości odpadów organicznych* (Praca dyplomowa magisterska, promotorzy: Żubrowska-Sudoł M., Sytek-Szmeichel K., 2023)

*** Żubrowska-Sudoł M., Walczak J., Garlicka A., Sytek-Szmeichel K., Umiejewska K. *Opracowanie technologii przygotowania substratów wykorzystywanych w kofermentacji metanowej metodami dezintegracji - Dezmetan* (Projekt badawczy, 2018 – 2021)

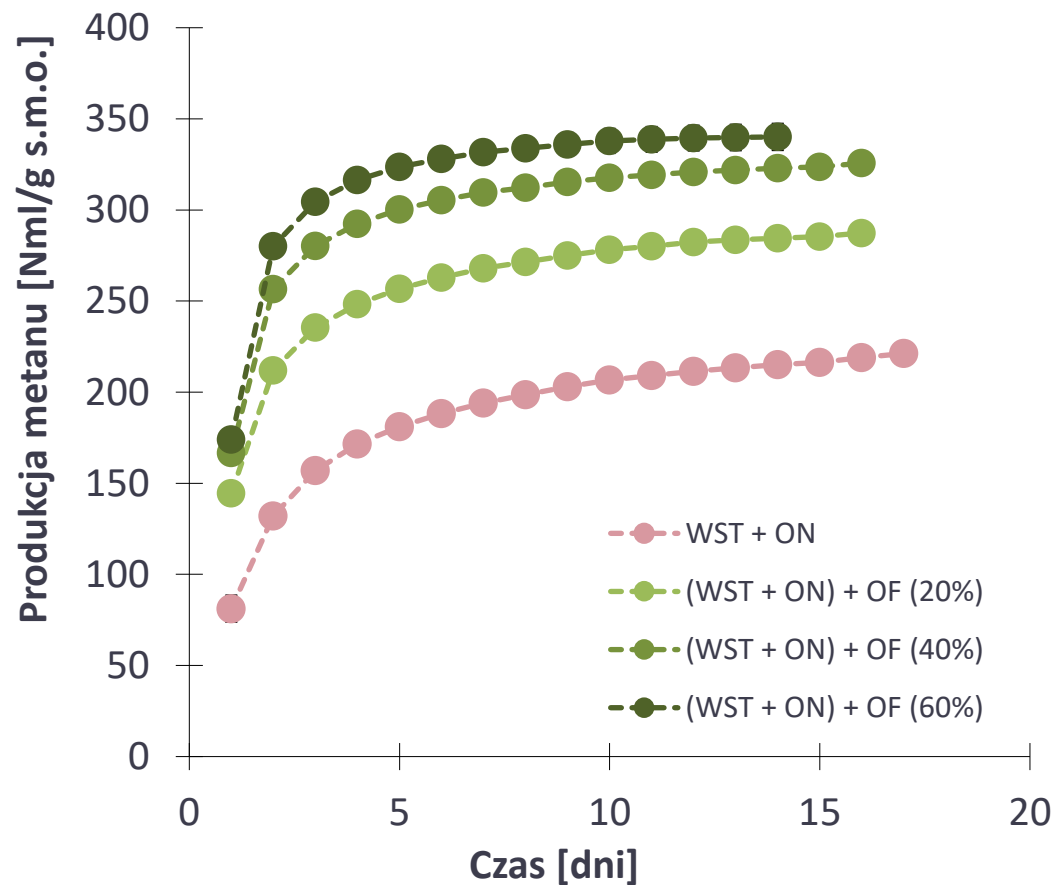
KOFERMENTACJA - PRZYKŁADY

W
Y
W
A
R



KOFERMENTACJA - PRZYKŁADY

B
F
O



KOFERMENTACJA - PRZYKŁADY

Możliwość zwiększenia produkcji energii na drodze kofermentacji osadów ściekowych z odpadami/pozostałościami organicznymi – przykładowe prace badawcze (Żubrowska-Sudoł, 2022)

Lp.	Rodzaj kosubstratów	Stosunek zmieszania osadów ściekowych (OS) z kosubstratami (K) OS : K /OS:K1:K2	Sposób prowadzenia kofermentacji	Wzrost produkcji metanu/biogazu*) w stosunku do monofermentacji OS [%]	Pozycja literatury
1.	Osady z separatorów tłuszczów (odpad z przetwórstwa mięsnego)	70 : 30 ¹⁾	półciągła HRT=20 d T=37°C	52	Grosser et al. 2017
2.	Osady z separatorów tłuszczów (K1), Organiczna frakcja odpadów komunalnych (K2)	40 : 30 : 30 ¹⁾	półciągła HRT=20 d T=37°C	82	Grosser et al. 2017
3.	Organiczna frakcja odpadów komunalnych (sortowana hydromechanicznie)	50:50 ³⁾	półciągła SRT=20d	73	Borowski 2015
4.	Wysłodki buraczane	65 : 35 ²⁾	półciągła SRT=20d	36	Borowski i Kucner 2015

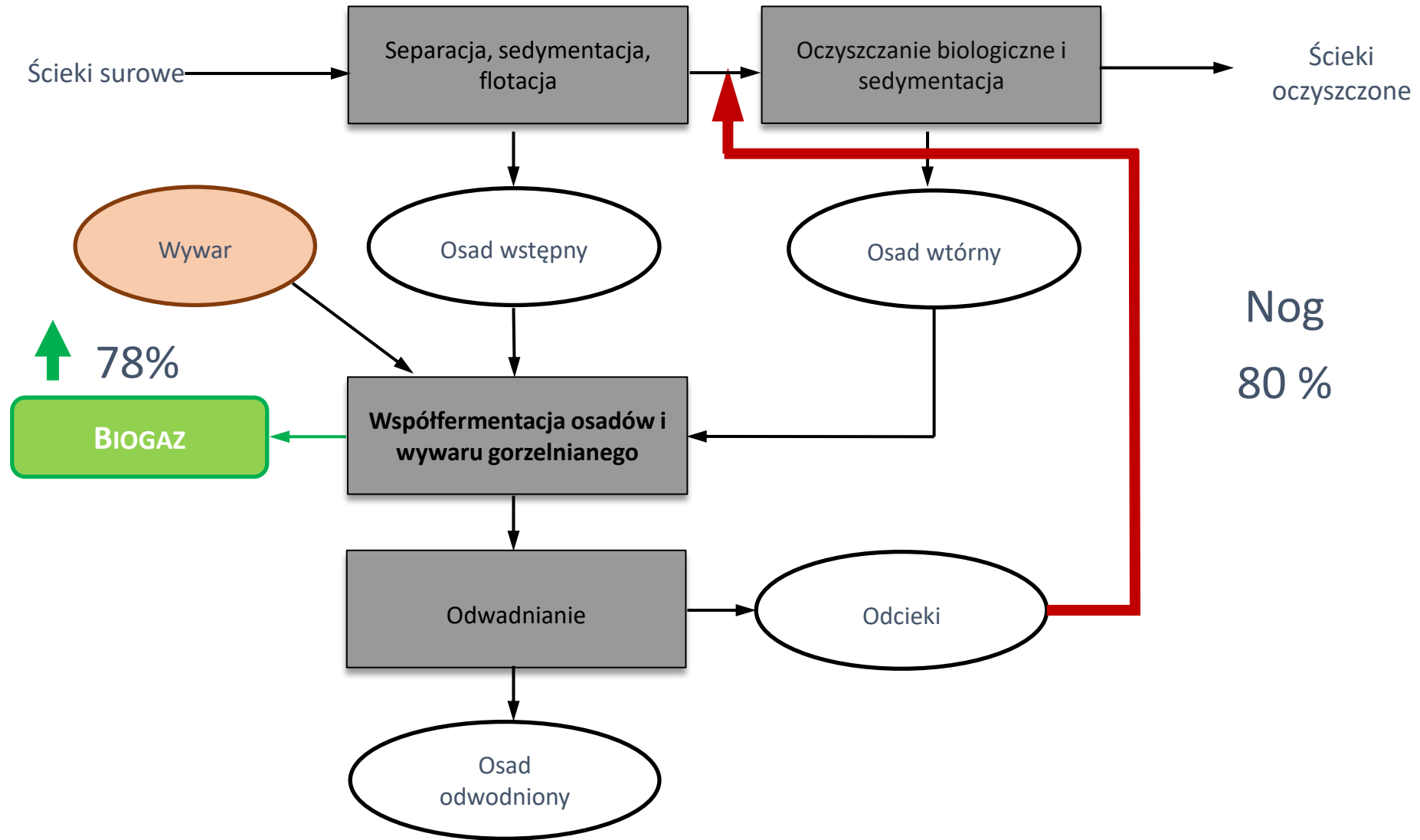
KOFERMENTACJA - PRZYKŁADY

5.	Odpady z rzeźni	50 : 50 ²⁾	półciąga SRT=20d T=35°C	139	Borowski i Kubacki 2015
6.	Odpady żywnościowe	30 : 70 ³⁾	półciąga SRT=25d T=35°C	56	Borowski et al. 2018
7.	Sopstok	95 : 5 ²⁾	testy porcjowe HRT=28 d T=37°C	51 ^{*)}	Kalemba i Barbusiński 2017
8.	Odpady mięsne	97 : 3 ²⁾	j.w.	112 ^{*)}	Kalemba i Barbusiński 2016
9.	Melasa	99,5 : 0,5 ²⁾	j.w.	21 ^{*)}	Kalemba i Barbusiński 2017
10.	Organiczna frakcja odpadów komunalnych	60 : 40 ²⁾	Testy porcjowe T=35°C	650 ⁴⁾	Ghosh et al. 2020

¹⁾w odniesieniu do suchej masy organicznej,²⁾w odniesieniu do mokrej masy,³⁾ w odniesieniu do suchej masy; ⁴⁾wartość obliczona na podstawie danych odczytanych z wykresu przedstawionego w zacytowanej pracy; HRT – hydrauliczny czas zatrzymania; SRT – wiek osadu.

WPŁYW KOFERMENTACJI NA JAKOŚĆ ODCIEKÓW

W
Y
W
A
R



WPŁYW KOFERMENTACJI NA JAKOŚĆ ODCIEKÓW

B F O	Wskaźnik	Monofermentacja	Kofermentacja		
		OŚ	OŚ+BFO (20%)	OŚ+BFO (40%)	OŚ+BFO (60%)
	Nog (mg/l)	1214	1192	1280	1290
	N-NH ₄ (mg/l)	1102	1116	1136	1112
	Pog (mg/l)	28,4	28,7	27,2	25,6
	P-PO ₄ (mg/l)	27,9	27,8	26,4	25,4

WPŁYW KOFERMENTACJI NA PODATNOŚĆ NA ODWADNIANIE

Czas ssania kapilarnego (CSK)
Przydatny wskaźnik



Wskaźnik	Monofermentacja	Kofermentacja		
	OŚ	OŚ+BFO 20%	OŚ+BFO 40%	OŚ+BFO 60%
CSK (s)	382,53	382,92	355,47	389,36

Czas ssania kapilarnego (CSK) definiuje się jako czas przejścia filtratu między kręgami o dwóch różnych średnicach (3,2 i 4,5 cm)

PODSUMOWANIE

Kofermentacja daje możliwość uzyskania znaczącego wzrostu produkcji energii odnawialnej, co czyni ją atrakcyjnym rozwiązaniem w dążeniu do samowystarczalności energetycznej oczyszczalni ścieków.

Istotny jest właściwy dobór kosubstratów oraz ich stosunku zmieszania z osadami ściekowymi.

Powinien on uwzględniać aspekty technologiczne, logistyczne, środowiskowe oraz ekonomiczne.

DZIĘKUJĘ!

Monika Żubrowska-Sudoł

monika.sudol@pw.edu.pl

Politechnika Warszawska

Wydział inżynierii Środowiska

Zakład Systemów

Wodociągowych i Kanalizacyjnych

