

Kontrola procesu fermentacji podstawą sukcesu działalności biogazowni

dr inż. Artur Olesienkiewicz

POLBIOTECH LABORATORIUM Sp. z o.o.



Cykliczna kontrola procesu fermentacji ma na celu ograniczenie ryzyka wystąpienia zaburzeń produkcji biogazu

Zaburzenia produkcji biogazu to zjawiska biochemiczne jakie zachodzą w podczas fermentacji metanowej, których konsekwencją może być chwilowa lub trwała destabilizacja produkcji biogazu lub spadek stężenia metanu w biogazie.

Na podstawie danych gromadzonych przez POLBIOTECH podczas wieloletnich obserwacji biogazowni w Polsce, możemy oszacować, że:

- 60-65% zaburzeń w produkcji biogazu ma swoje podłoże w awariach technicznych lub niewłaściwym działaniu urządzeń zainstalowanych w biogazowni
- 35-40% to zaburzenia wynikające z właściwości dozowanych substratów i błędów popełnianych przez obsługę biogazowni



Zaburzenia w produkcji biogazu

- Zahamowania produkcji biogazu to końcowy efekt, na ogół wolno i stopniowo zachodzącego procesu **PRZECIĄŻENIA FERMENTACJI**.
- Przeciążenie może mieć różne podłoża i przyczyny.
- Prowadząc **MONITORING BIOTECHNOLOGICZNY** na ogół udaje się zaobserwować niekorzystne tendencje zmian analizowanych parametrów biochemicznych, czyli wychwycić objawy przeciążenia i destabilizacji – jeszcze zanim jego nasilenie spowoduje wyraźny spadek produkcji biogazu (metanu). Wprowadzenie w porę działań korygujących i zapobiegawczych może zapobiec poważnym zakłóceniom produkcji biogazu.
- Znacznie rzadziej – zaburzenia produkcji biogazu to efekt **NIEDOCIĄŻENIA FERMENTACJI**.



PRZYCZYNY PRZECIĄŻEŃ / DESTABILIZACJI FERMENTACJI



1. Przeciążenie spowodowane nieprawidłowym doborem dawek substratów lub niekontrolowaną zmianą ich jakości w czasie pracy instalacji
2. Przeciążenie spowodowane inhibicyjnym oddziaływaniem azotu amonowego
3. Awaria lub niewłaściwe ustawienie mieszadeł
4. Awaria ogrzewania i wahania temperatury
5. Przeciążenie spowodowane deficytem pierwiastków śladowych
6. Przeciążenie spowodowane obecnością inhibitorów i innych zanieczyszczeń w substratach

Badania i analizy
substratów do produkcji
biogazu

Analizy próbek
pobranych z fermentorów

Analizy próbek
pofermentu

Kontakty z firmami
technologicznymi

**MONITORING
BIOTECHNOLOGICZNY
BIOGAZOWNI w
POLBIOTECH LABORATORIUM**

Doradztwo
i
konsultacje

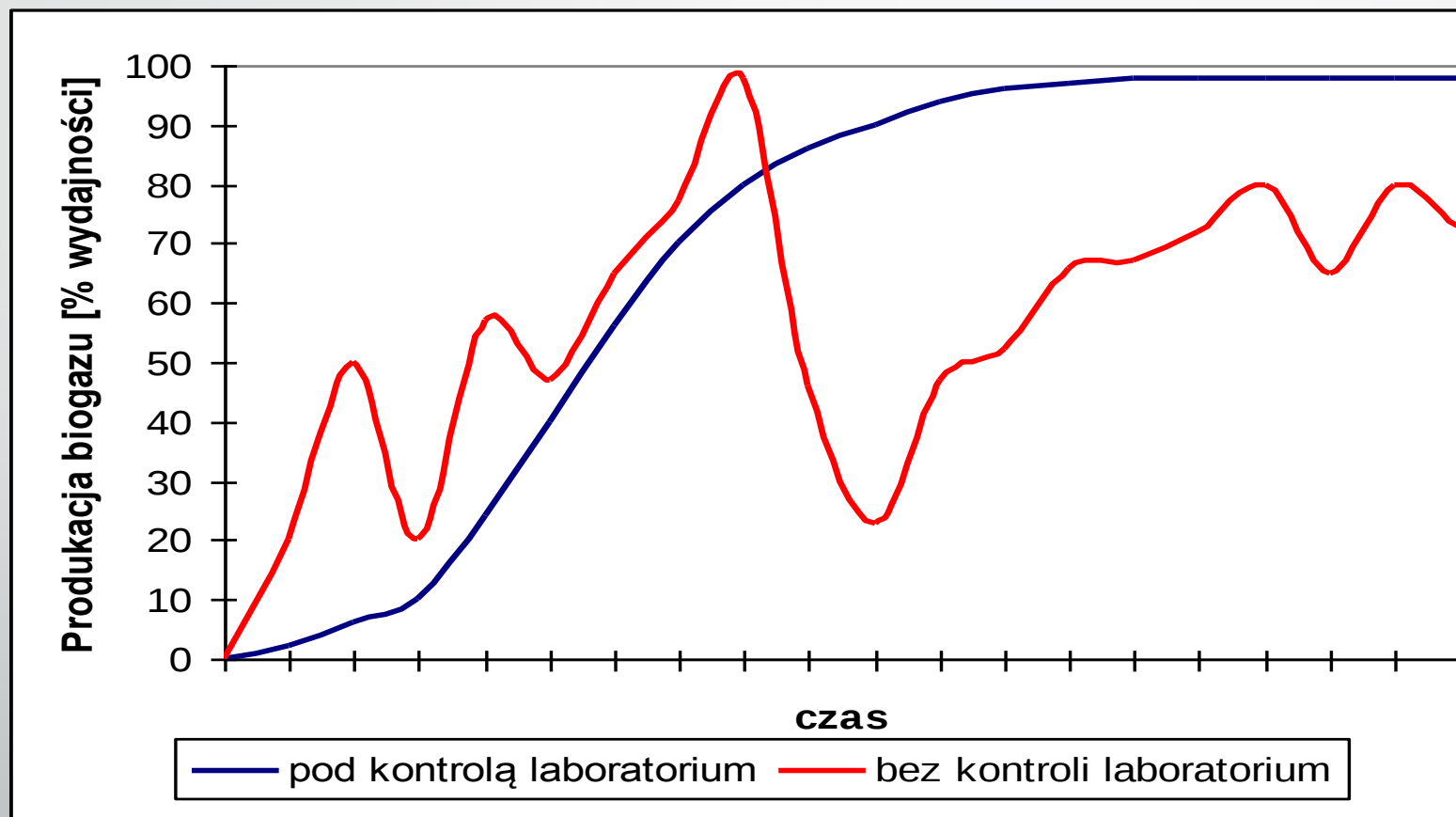
Analizy składu biogazu

Analizy próbek
oleju silnikowego

PRZEPŁYW DANYCH I INFORMACJI PODCZAS OPTYMALNIE ZORGANIZOWANEGO MONITORINGU BIOTECHNOLOGICZNEGO



Monitorowanie procesu powinno rozpocząć się na etapie uruchamiania produkcji i trwać nieprzerwanie przez cały okres eksploatacji biogazowni



ZAKRES BADAŃ I ANALIZ W RAMACH MONITORINGU BIOTECHNOLOGICZNEGO BIOGAZOWNI



Parametr	SUBSTRAT	MASA FERMENTUJĄCA
pH	(+)	(+)
Sucha masa	(+)	(+)
Sucha masa organiczna	(+)	(+)
FOS, TAC i FOS/TAC	(-)	(+)
Stężenie azotu amonowego	(-/+)	(+)
Stężenie azotu ogólnego Kjeldahla	(+)	(-/+)
Profil chromatograficzny LKT	(-)	(+)
Stężenia makro- i mikroelementów*	(-/+)	(+)

- Regularne pobieranie próbek do badań:
 - masa fermentująca z F1, F2, F3...
 - substraty
- Analizy fizyko-chemiczne (wyszczególnione w tabeli) i gromadzenie wyników w bazie danych
- Analiza porównawcza wyników, ich interpretacja i formułowanie zaleceń dotyczących działań korygujących i zapobiegawczych;

(+) wykonuje się badanie

(-) zwykle nie wykonuje się badania

(-/+ w niektórych przypadkach wykonuje się badanie

* Se, Ni, Co, Mn, Mo, Zn, Cu, Fe, B, W, P, Mg, K, Na, S, Pb, Hg, Cr, Cd.

**ZATYTUŁOWANY WÓDZ
SPRAWOZDAWAJĄCY
Z BAŃAM
BIOGAZDOSTOŃCZOŚCI**

POLBIOTECH
laboratorium

POLBIOTECH LABORATORIUM Sp. z o.o.
PPNT, ul. Rubież 46, budynek B
tel.: +48 61 822-73-53
e-mail: laboratorium@polbiotech.pl
www.polbiotech.pl

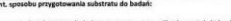
Zlecenie nr:	XYZ/19/12/20	Z dnia:	2018-12-20
Zleciodawca:	POLITECHNE LABORATORIUM Sp. z o.o.		
Badany substrat:	NAZWA SUBSTRATU ABC		
Kod substratu nadany w laboratorium:	XYZ/ABC/19/12/20	Stan próbki:	bardzo dobry - prawidłowy
		Testowany dodatek procesowy:	(np.: Acinor 1000; 0,020 ml/fermentor)

Wyniki analiz podstawowych substratu:			Warunki badania biogazodochodowości:				
1)	pH	6,2 -	1)	NR FERMENTACJA (2 powtórzenia):	001-19	002-19	003-19
2)	SUCHA MASA	80,8 [%]	2)	NR FERMENTACJA (3 powtórzenia):	31	32	33
3)	SUCHA MASA ORGANICZNA	87,1 [% s.m.]	3)	POCZĄTEK FERMENTACJI:	2019-01-14		
4)	AZOT OGÓLNY KJELDHAŁA	5,08 [% s.m.]	4)	KONIEC FERMENTACJI:	2019-02-14		
5)	AZOT OGÓLNY KJELDHAŁA	15,65 [kg/t]	5)	CAŁKOWITY CZAS FERMENTACJI:	31	[dni]	
6)	AZOT AMONOWY	1,08 [% s.m.]	6)	CZAS, W KTÓRYM POWSTAŁ: 90% BIOGAZU:	15	[dni]	
7)	EKSTRAKT (TELUSZCZE)	n.b.	7)	POJEMNOŚĆ ROBOCZA FERMENTATORA:	500	[cm ³]	
8)	CN2	n.b. [mg C ₂ /kg s.m.]	8)	OBIĄŻENIE POCZĄTKOWE FERMENTATORA [VS]:	5,0	[kg s.m.o./m ³]	
9)	PARAMETR 1 st	n.b. -	9)	OBIĄŻENIE POCZĄTKOWE FERMENTATORA [CHZt]:	n.b.	[kg s.m.o./m ³]	
10)	PARAMETR 2 nd	n.b. -	10)	FERMENTOWANA MASA SUBSTRATU [ŚREDNIA]:	9,3	[g]	
11)	PARAMETR 3 rd	n.b. -	11)	ZASTOSOWANA MASA NOKULATU [ŚREDNIA]:	490,7	[g]	
12)	TEMPERATURA FERMENTACJI:	32	12)	TEMPERATURA FERMENTACJI:	32	[°C]	

UZYSKANA BIOGAZODRODOWOŚĆ									
Wydajność produkcji						Uśredniony skład biogazu [%v/v]			
BIOGAZ			METAN						
Nm³/t	Nm³/t s.m.	Nm³/t s.m.o.	Nm³ CH₄/t	Nm³ CH₄/t s.m.	Nm³ CH₄/t s.m.o.	CH₄ [%]	CO₂ [%]	O₂ [%]	Inne gazy [%]
147	476	547	83	271	311	57	41	0,9	1,0

[Zmierz. utworz. przygotowanie substratu do badań]

Prost. trawienie) substrat rozdzielony za pomocą tr. wleku do części, których najmniejszą wymiar dla przeliczeń 3-Smem. Rozdrobienie jest niezbędne do badań reprezentatywnych próbek w skali laboratorium.



2) na INNE GAZY - składają się woda (para wodna 0-3,5%), wycieczek (złożone w tabeli NH_3 , H_2S , H_2 , N_2 i inne zw. lotne).

Legenda: Nm³ - normalny metr sześcienny; s.m. - sucha masa; s.m.o. - sucha masa organiczna; t - tona; n.d. - nie badano

UZYSKANY STOPIEŃ ODFERMENTOWANIA S.M.O.:

PROGNOZOWANA MASA POFERMENTU Z 1t SUBSTRATU [t]⁽³⁾:

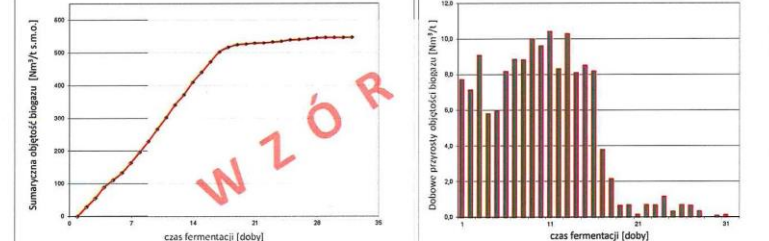
PROGNOZOWANA MASA SUBSTRATU POTRZEBNA DO

WYPRODUKOWANIA 1 MWh ENERGII ELEKTRYCZNEJ [t]⁽⁴⁾:

pH	START FERM.	KONIEC FERM.	KORE
----	-------------	--------------	------

7,55	8,09	NA S
------	------	------

(3) W przypadku powstania wątpliwości wyrażonych w [10] 2. (4) Jednocześnie sprawozdanie powinno być um. w ogólnym i ogólnym



KOMENTARZ :	BADANIE WYKONAŁ(A):
Wykonano badania biogazodochodowości substratu opisanego przez Zleceniodawcę jako ABC w warunkach optymalnych dla bakterii mezofilnych. Badania wstępne wykazały m.in. wysoką koncentrację azotu o nieodpowiednio dobranej dawce dobowej w biogazowni w stali przemysłowej - może być przyczyną zahamowania produkcji biogazu, ograniczenia jej wydajności (mniej biogazu z 1 tony substratu), podniesienia ryzyka pienienia masy fermentującej oraz pojawienia się znacznej uciążliwości zapachowej fermentu. Fermentacja substratu w warunkach optymalnych dla rozwoju bakterii mezofilnych przebiegała prawidłowo, bez zakłóceń z umiarkowaną prędkością, 90% objętości biogazu uzyskano po 15 dniach fermentacji. Po 31 dniach uzyskano blisko 70% stopień odfermentowania suchej masy organicznej - co jest dobrym rezultatem. Istotnym słabstwem w biogazie było wysokie i wynosiło 990 ppm, przy czym pierwiastek porcje biogazu zawierały w puli nawet: 1400-1500 ppm H₂S. Biogazownia zasłana takim substratem powinna być wyposażona w sprawni i wydajny system odsarczania biogazu.	Piecztka i podpis SPRAWOZD(A) I ZATWIERDZ(A): biogaz i podpis

2) Wyniki badań zawarte w sprawozdaniu przysługują się wyłącznie do dostarczonych próbek;

See 1/1

POLBIOTECH LABORATORIUM Sp. z o.o.
Poznański Park Naukowo-Technologiczny ul. Rubież 46
budynek B, 61-612 Poznań (Poland)

attended successfully the
Proficiency Test Biogas 2018
under the identification no.

„Laboratory 61“

The methane content of maize silage, feed concentrate and microcrystalline cellulose as standard has been analysed.

Darmstadt, 16th April 2019



VDLUFA

M. Muesel

Peter T. Shuman

Dr. Martin Kunisch
Managing Director of Association for
Technology and Structures in Agriculture
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt | www.ktbl.de

Dr. Peter Tillmann
Managing Director of VDLUFA
Assurance NIRS GmbH
VDLUFA Qualitätssicherung NIRS GmbH
Teichstrasse 35 | 34130 Kassel | www.vdlufa-nirs.de



Zestaw fermentorów do badań biogazodochodowości substratów

POLBIOTECH
laboratorium

Przeciążenia – przyczyny i zapobieganie

Przeciążenie spowodowane obecnością inhibitorów
i innych zanieczyszczeń w substratach

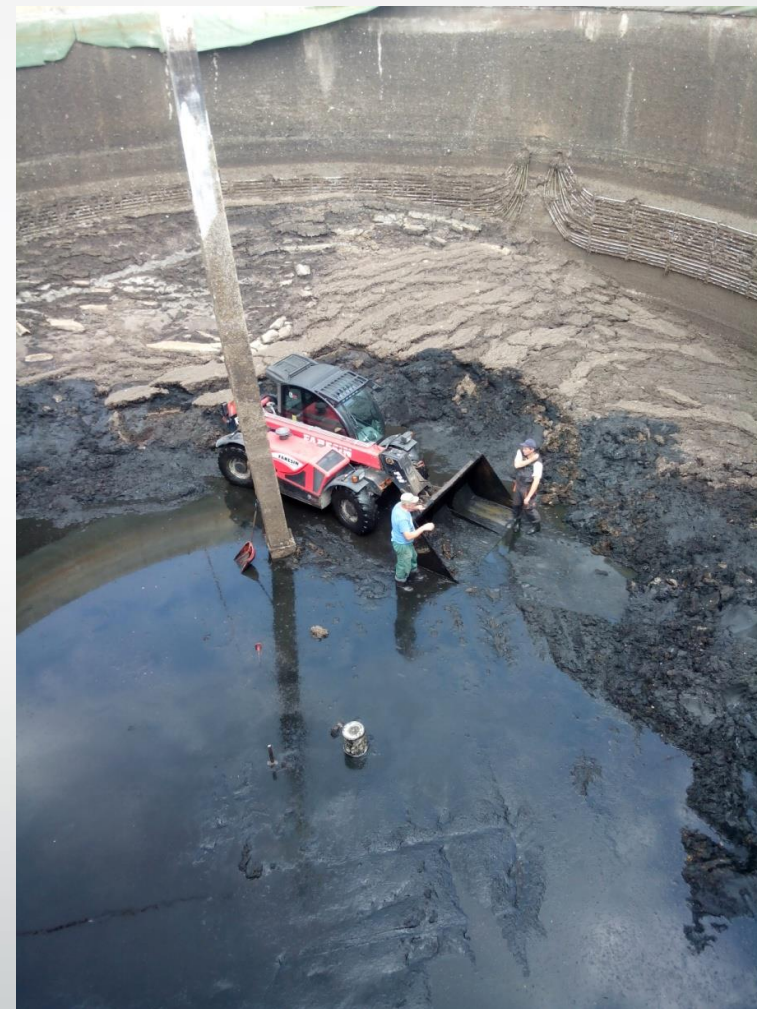
- Jakość substratu powinna być możliwie jak najlepsza. Kiszonki i/lub odpady nie mogą być: porośnięte pleśniami, zgniłe, zagrzane w procesie kompostowania, przesuszone lub zawilgocone.
- Nie mogą zawierać zanieczyszczeń chemicznych, (pestycydów, detergentów, antybiotyków) i/lub mechanicznych.
- Substrat powinien być odpowiednio rozdrobniony.



Przeciążenie spowodowane obecnością inhibitorów i innych zanieczyszczeń w substratach



- 1) Kiszonka z trawy – słabo rozdrobniona, źle przechowana, „zagrzana”, w której rozpoczęły się procesy kompostowania, porośnięta pleśniami – nie jest dobrym substratem dla biogazowni.
- 2) Wnętrze fermentora wypełnione piaskiem i kamieniami, które pochodziły z zanieczyszczonych substratów. Spowodowały poważną awarię mieszadeł i zaburzenia procesu biologicznego. Konieczne było oczyszczenie i ponowny rozruch już po 3 latach pracy biogazowni.



Przeciążenia – przyczyny i zapobieganie

Przeciążenie spowodowane nieprawidłowym doбором dawek substratów lub zmianą ich jakości

- Dobowe dawki substratów dobiera się obliczając np. **obciążenie fermentora suchą masą organiczną (s.m.o.), VS:**

- **$VS [kg \text{ s.m.o.}/m^3 \cdot d]$**

VS - to ilość kilogramów s.m.o. jaka każdej doby trafia do każdego 1 m³ aktualnej objętości roboczej fermentora.

- Należy pamiętać, że zmiany obciążenia = zmiany czasu retencji (HRT), który nie może być za krótki !
- Znając suchą masę i suchą masę organiczną dozowanych substratów i to jak ten parametr się zmienia z partii na partię substratu – starajmy się tak dobierać jego dawki dobowe, by utrzymać względnie stale obciążenie fermentora;
- Często, konieczne jest wprowadzanie korekty dawek – wynikające ze zmian np. suchej masy dozowanego odpadu;
- Jeżeli stwierdzamy silne przeciążenie – obniżenie dawek dozowanych substratów należy zrobić natychmiast. Czasem konieczne jest całkowite wyłączenie dozowania. Jednak powrót do dozowania i wzrost obciążenia powinno zachodzić wolno, stopniowo – laboratorium doradzi jak dobrać dawki substratów.

Zaburzenia w produkcji biogazu

Objawy przeciążenia – w skutek zagęszczenia masy fermentującej

Data poboru próby	Analizy podstawowe				Analiza FOS/TAC			Analiza chromatograficzna profilu LKT masy pofermentacyjnej [mg/litr]									
	pH	N-NH ₄ ⁺ [mg/l]	Sucha masa [%]	Sucha masa organiczna [% s.m.]	FOS [mg CH ₃ COOH/l]	TAC [mg CaCO ₃ /l]	FOS/TAC	Kwas octowy	Kwas propionowy	Kwas izobutyrylowy	Kwas butyrylowy	Kwas izowalerianowy	Kwas n-walerianowy	Kwas izokapro- nowy	Kwas n-kapro- nowy	Kwas heptano- wy	SUMA
2016-05-18	7,85	1514	7,8%	78,6%	2834	10643	0,27	170,5	21,9	4,8	3,8	12,4	2,2	0,9	10,1	14,9	241,5
2016-05-24	7,76	1383	7,8%	80,9%	2696	10307	0,26	189,3	40,2	9,9	5,1	22,2	0,7	1,6	7,3	14,1	290,4
2016-06-01	7,67	1350	8,1%	80,2%	2737	10176	0,27	64,7	20,4	1,8	0,9	3,2	1,0	0,6	7,8	11,2	111,6
2016-06-08	7,83	1936	5,9%	75,7%	2663	12334	0,22	76,3	5,2	2,6	2,3	13,0	0,6	3,1	48,1	22,6	173,9
2016-06-15	7,79	1316	8,4%	81,2%	2718	9805	0,28	126,4	30,0	6,5	4,8	23,7	3,0	3,2	9,2	21,9	228,7
2016-06-22	7,68	1328	8,3%	80,4%	2722	9788	0,28	150,7	54,9	5,9	2,4	21,8	1,3	1,2	20,7	12,3	271,2
2016-06-30	7,76	1426	8,5%	81,2%	2795	9686	0,29	99,7	20,9	2,7	2,2	12,3	2,4	2,4	28,8	8,1	179,3
2016-07-13	7,64	1441	9,0%	82,3%	2729	9701	0,28	107,7	24,1	4,3	5,3	19,1	3,1	3,1	14,9	6,1	187,7
2016-07-20	7,65	1332	10,8%	84,0%	2722	9445	0,29	105,9	37,7	2,5	4,1	11,7	1,8	2,3	52,4	5,9	224,3
2016-08-08	7,70	1448	11,3%	80,5%	3136	8938	0,35	220,5	53,5	4,9	6,9	19,7	0,8	0,9	19,7	6,5	333,5
2016-08-22	7,70	1469	12,6%	81,5%	3242	9351	0,35	430,0	63,4	16,0	17,0	37,3	5,1	3,6	9,5	8,8	590,8
2016-09-05	7,73	1441	11,2%	83,4%	3425	9386	0,37	596,3	91,9	13,9	15,5	30,6	4,1	5,3	11,8	6,1	775,4
2016-09-19	7,67	1245	11,1%	84,4%	3638	9035	0,40	875,4	115,1	19,8	19,8	52,9	6,3	9,5	2,5	34,1	1135,4
2016-10-03	7,63	1272	10,4%	84,2%	3877	8769	0,44	979,0	210,6	35,9	22,9	60,6	5,7	0,5	19,8	42,4	1377,3
2016-10-12	7,63	1214	9,8%	83,7%	3867	8330	0,46	1033,5	227,8	42,3	27,3	67,0	6,8	12,8	5,7	24,1	1447,3
2016-10-17	7,67	1366	9,0%	82,6%	2961	9340	0,32	323,9	42,4	10,1	9,2	25,6	9,2	10,0	8,5	24,8	463,7
2016-10-27	7,95	1298	8,8%	82,2%	2821	9508	0,30	226,9	27,9	9,3	14,1	23,3	10,9	21,3	20,4	61,0	415,1
2016-11-07	7,67	1119	8,4%	82,7%	2755	9353	0,29	158,2	21,7	5,4	6,2	16,6	3,2	3,2	2,8	32,7	250,2
2016-11-21	7,73	967	8,1%	81,4%	2595	8800	0,30	132,8	32,1	7,0	5,6	14,0	2,9	3,9	1,3	30,5	230,1
2016-12-05	7,66	992	8,1%	83,5%	2346	8521	0,28	113,5	23,7	7,0	4,1	10,9	1,5	1,3	3,4	22,9	188,4
2016-12-19	7,75	932	10,1%	86,8%	2239	8183	0,27	96,1	30,4	10,2	5,7	14,0	2,9	1,9	7,7	35,3	204,2
2017-01-02	7,76	892	7,6%	80,4%	2367	7917	0,30	119,9	23,4	6,4	5,7	6,9	2,1	4,6	10,4	2,1	181,4

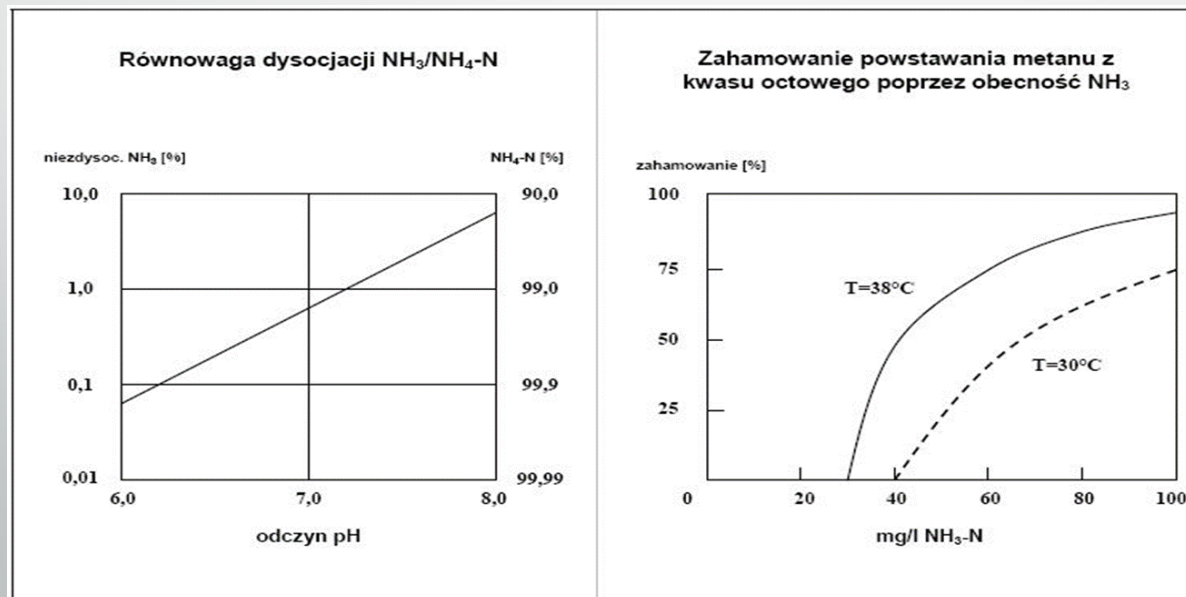
Przykładowa baza danych – i zaznaczone kolorem żółtym wyniki świadczące o nieprawidłowościach w procesie

Przeciążenia – przyczyny i zapobieganie

Przeciążenie spowodowane **inhibicyjnym oddziaływaniem azotu amonowego**

Objawy przeciążenia:

- Objawy przeciążenia: początkowo wzrost stężenia LKT (w analizie chromatograficznej). FOS/TAC pozornie pozostaje bez zmian, zaczyna rosnąć pH;
- Jest to efekt kumulacji wysokich stężeń azotu amonowego – tzn. powyżej 3000-3500 mg N- NH_4^+ /litr). Azot amonowy w podwyższonym pH przechodzi w toksyczną dla bakterii i enzymów formę – amoniaku (NH_3) i hamuje proces odfermentowania LKT;
- LKT zaczynają się kumulować i dodatkowo hamować fermentację;



Przeciążenia – przyczyny i zapobieganie

Przykład wyników analizy dla biogazowni – z optymalnym poziomem azotu amonowego

Data poboru próby	Analizy podstawowe				Analiza FOS/TAC			Analiza chromatograficzna profilu LKT masy pofermentacyjnej [mg/litr]									
	pH	N-NH ₄ ⁺ [mg/l]	Sucha masa [%]	Sucha masa organiczna [% s.m.]	FOS ⁽¹⁾ [mg/l]	TAC ⁽²⁾ [mg/l]	FOS/TAC	Kwas octowy	Kwas propionowy	Kwas izobutyrylowy	Kwas butyrylowy	Kwas izowalerianowy	Kwas n-walerianowy	Kwas izokaproonowy	Kwas n-kaproonowy	Kwas heptanowy	SUMA
2017-04-26	7,45	1757	6,3%	81,2%	2304	9954	0,23	31,5	33,2	1,5	4,6	6,5	4,4	3,2	3,4	11,8	100,1
2017-05-08	7,42	1555	6,3%	79,5%	2315	9411	0,25	51,1	22,3	0,7	1,6	2,5	2,2	3,4	2,8	8,0	94,6
2017-06-12	7,54	1637	6,0%	78,1%	2160	10259	0,21	36,5	21,4	1,1	0,5	1,7	0,6	0,7	4,4	7,7	74,5
2017-06-26	7,66	1671	6,5%	77,7%	2478	10654	0,23	17,3	14,5	2,1	2,0	3,9	2,7	4,0	5,0	12,4	63,9
2017-07-10	7,57	1706	6,3%	76,2%	2223	10642	0,21	16,6	11,6	4,3	9,3	11,4	7,8	15,2	14,8	36,2	127,2
2017-08-02	7,47	1599	6,4%	77,4%	2356	10857	0,22	20,5	5,8	1,7	2,8	5,5	3,4	4,1	4,7	11,5	60,0
2017-09-11	7,60	1813	6,7%	74,9%	2429	11813	0,21	24,4	25,9	0,8	3,1	2,2	0,6	1,0	2,4	5,3	65,8
2017-09-20 ⁽³⁾	7,42	1795	6,4%	75,3%	4015	10624	0,38	1622,9	126,5	20,5	29,1	103,4	1,4	2,7	1,5	9,4	1917,3
2017-10-10	7,58	1697	5,6%	76,7%	2161	10556	0,20	26,5	20,3	0,9	2,9	3,7	0,4	0,4	1,2	6,0	62,2
2017-11-07	7,63	1598	5,8%	76,6%	2152	9993	0,22	38,4	105,3	0,7	4,3	2,4	0,6	0,8	0,8	4,6	157,9
2017-12-05	7,58	1614	5,5%	76,5%	2071	10266	0,20	41,9	21,5	0,9	1,2	4,0	0,5	0,3	0,9	3,2	74,2

1) mg CH₃COOH/l;

1) mg CaCO₃/l;

3) wyniki dla próbki pobranej po uwolnieniu biomasy z kożucha

Przeciążenia – przyczyny i zapobieganie

Przeciążenie spowodowane inhibicyjnym oddziaływaniem azotu amonowego

Data poboru próby	Analizy podstawowe				Analiza FOS/TAC			Analiza chromatograficzna profilu LKT masy pofermentacyjnej [mg/litr]									
	pH	N-NH ₄ ⁺ [mg/l]	Sucha masa [%]	Sucha masa organiczna [% s.m.]	FOS ⁽¹⁾ [mg /l]	TAC ⁽²⁾ [mg/l]	FOS/ TAC	Kwas octowy	Kwas propionowy	Kwas izobutyrylowy	Kwas butyrylowy	Kwas izowale- rianowy	Kwas n- waleria- nowy	Kwas izokapro- nowy	Kwas n-kapro- nowy	Kwas hepta- nowy	SUMA
2017-08-16	8,45	6557	5,4%	67,1%	5410	27070	0,20	289,5	127,0	7,8	23,0	31,9	9,7	27,2	24,4	52,2	592,6
2017-08-23	8,31	6056	5,2%	66,9%	5085	26652	0,19	104,7	28,1	4,1	12,1	11,1	1,3	3,9	2,1	7,8	175,2
2017-08-29	8,55	6254	5,0%	66,6%	6409	23963	0,26	1265,2	1252,2	28,3	114,9	145,3	8,8	13,0	2,8	15,7	2846,3
2017-09-06	8,44	5826	5,7%	70,1%	7258	23857	0,30	2362,4	2798,0	64,6	223,1	286,1	31,6	25,1	2,9	14,2	5808,1
2017-09-13	8,27	5927	5,6%	70,4%	6569	23491	0,28	1797,9	1523,2	97,3	156,8	32,2	10,6	12,4	1,7	18,8	3650,9
2017-09-20	8,40	6174	5,4%	69,2%	5460	23474	0,23	956,9	266,7	12,4	37,4	42,8	1,6	4,1	0,9	9,5	1332,2
2017-09-27	8,35	5938	5,0%	68,4%	4744	23382	0,20	345,9	79,4	9,1	16,7	19,7	0,8	0,5	0,7	7,5	480,3
2017-10-04	8,23	5769	4,8%	69,0%	4840	23308	0,21	405,4	138,0	9,3	23,6	36,9	2,1	6,1	2,1	12,5	635,9
2017-10-11	8,46	6153	4,9%	68,1%	4653	23502	0,20	407,9	176,5	8,4	22,6	28,4	1,1	3,2	1,0	10,1	659,2
2017-10-18	8,47	6216	4,8%	67,6%	4842	24307	0,20	341,0	135,8	7,0	21,5	20,3	2,0	0,6	4,2	0,1	532,4
2017-10-23	8,49	6250	4,9%	68,1%	4444	24265	0,18	222,9	50,1	6,7	16,7	18,9	1,1	6,2	3,4	7,8	333,9
2017-10-30	8,49	6226	5,3%	69,1%	4897	24702	0,20	451,1	97,7	8,6	16,9	21,5	1,4	4,8	1,2	7,0	610,2
2017-11-08	8,58	6440	5,5%	69,5%	6341	24453	0,26	1766,5	489,5	32,0	78,2	91,0	4,6	18,4	1,4	5,1	2486,7
2017-11-15	8,52	5984	5,7%	70,3%	6531	24755	0,26	1631,8	635,4	62,4	101,4	121,7	26,4	43,8	16,9	20,1	2659,9
2017-11-22	8,46	6571	5,5%	69,5%	7857	23961	0,33	2432,5	1627,7	65,2	186,9	351,5	27,9	32,2	18,8	36,3	4779,0
2017-11-28	8,57	6461	5,4%	69,2%	7222	24326	0,30	1899,5	1766,5	24,5	165,2	723,1	10,7	16,0	0,9	12,9	4619,1

1) mg CH₃COOH/l;
1) mg CaCO₃/l;

Przeciążenia – przyczyny i zapobieganie

Obraz przeciążenia fermentacji w wynikach analiz laboratoryjnych

Data poboru próby	Analizy podstawowe				Analiza FOS/TAC			Analiza chromatograficzna profilu LKT masy pofermentacyjnej [mg/litr]									
	pH	N-NH ₄ ⁺ [mg/l]	Sucha masa [%]	Sucha masa organiczna [% s.m.]	FOS [mg CH ₃ COOH/l]	TAC [mg CaCO ₃ /l]	FOS/TAC	Kwas octowy	Kwas propionowy	Kwas izobutyrylowy (izomastowy)	Kwas butyrylowy (mastowy)	Kwas izowalerianowy	Kwas n-walerianowy	Kwas izokaproonowy	Kwas n-kapronowy	Kwas heptanowy	SUMA
2017-02-28	8,12	4610	6,2%	77,2%	5391	17178	0,31	1906,4	743,3	114,6	135,8	159,5	60,6	34,0	24,8	30,8	3209,7
2017-03-13	8,29	4144	6,7%	78,2%	4533	16264	0,28	921,6	345,8	22,1	69,5	80,5	19,3	43,4	16,1	24,7	1543,0
2017-03-27	7,88	3179	6,5%	80,0%	4025	14246	0,28	742,5	267,7	10,7	36,8	35,1	15,0	7,5	5,9	4,9	1126,1
2017-04-10	7,94	3233	7,5%	82,5%	3725	13386	0,28	369,0	179,0	7,2	25,7	59,4	10,0	10,2	3,7	2,2	666,4
2017-05-09	8,09	3546	7,4%	81,3%	3858	15528	0,25	387,2	78,2	3,8	25,0	17,6	4,8	6,8	4,5	14,3	542,2
2017-05-29	8,23	4229	6,3%	79,9%	4174	17553	0,24	630,0	487,4	5,8	46,0	150,6	9,2	6,0	3,0	10,5	1348,4
2017-06-19	8,25	4479	6,2%	80,1%	6827	17235	0,40	635,7	9191,4	11,1	365,7	168,2	29,8	67,8	11,9	9,2	10490,8
2017-06-27	8,23	4531	6,2%	80,7%	7341	16945	0,43	893,0	13495,8	13,3	439,5	1210,1	65,0	93,3	13,2	22,1	16245,3
2017-07-03	8,26	4843	6,1%	81,4%	7766	16701	0,47	990,6	14614,7	11,7	508,9	1071,6	83,2	107,7	25,1	40,5	17453,9
2017-07-24	8,28	5041	4,8%	79,5%	9273	17098	0,54	553,4	19791,1	61,9	409,4	1124,5	132,9	129,5	11,7	9,7	22224,0
2017-08-29	8,39	5254	5,1%	79,0%	9680	17368	0,56	1529,0	20316,9	60,6	604,2	1303,1	296,4	102,7	35,6	13,4	24261,9
2017-09-25	8,06	5460	5,6%	79,9%	11613	15576	0,75	3287,8	22877,8	269,5	1128,5	3896,5	632,1	2,2	3,3	1,6	32099,4
2017-10-09	7,94	4909	5,7%	78,3%	12499	13699	0,91	3253,1	23305,9	303,8	1276,1	7141,0	1524,6	1,6	119,0	67,4	36992,5
2017-11-14	7,63	5428	6,2%	81,5%	15894	12845	1,24	4584,6	28711,3	997,7	3954,3	12924,2	3462,3	191,8	413,1	196,5	55435,9
2017-11-27	7,73	5822	6,3%	82,0%	18446	12684	1,45	6525,2	28905,4	1952,4	4496,4	14722,4	3599,4	250,8	540,0	259,8	61251,9
2017-12-04	7,80	6002	7,4%	83,0%	20141	12777	1,58	7421,8	29316,2	3031,7	5782,9	17623,8	5849,4	282,0	1382,5	635,1	71325,4

Przeciążenia – przyczyny i zapobieganie

Przeciążenie spowodowane inhibicyjnym oddziaływaniem azotu amonowego



Piana w fermentorze

Wysokie stężenia azotu amonowego w fermentorze hamują rozkład związków organicznych – w tym m.in. białek i peptydów. Ich kumulacja w fermentorze może powodować pojawianie się piany. W niektórych wypadkach piana pojawia się w sposób nagły w bardzo dużych ilościach. Może to być przyczyną poważnych awarii, zanieczyszczenia środowiska, przestojów i strat finansowych dla biogazowni.

Przeciążenia – przyczyny i zapobieganie

Przeciążenie spowodowane inhibicyjnym oddziaływaniem azotu amonowego



Zerwana membrana fermentora w skutek gwałtownego i intensywnego pienienia, czego pierwotną przyczyną był wysoki poziom azotu amonowego w masie fermentującej.

Przeciążenia – przyczyny i zapobieganie

Przeciążenie spowodowane inhibicyjnym oddziaływaniem azotu amonowego

1. Najlepszą i najskuteczniejszą metodą – jest prewencja, czyli optymalny dobór mieszanki substratów, której stosowanie gwarantuje, że stężenie azotu amonowego nie wzrośnie ponad normę;
2. **POLBIOTECH LABORATORIUM Sp. z o.o. – od blisko 10 lat gromadzi i analizuje dane dotyczące stopnia konwersji azotu ogólnego w amonowy w różnych warunkach z różnych substratów. Na tej podstawie, po zbadaniu substratów jesteśmy w stanie z 80-90% prawdopodobieństwem przewidzieć jakie wysokie będzie stężenie azotu amonowego w fermentorze i jak wpłynie to na wydajność procesu fermentacji.**
3. Zastosowanie mikroelementów - w wielu przypadkach jest nieodzowne. Mikroelementy powodują, że bakterie łatwiej adaptują się do podwyższonych stężeń N-NH_4^+ . Nie rozwiązuje to jednak problemu w 100%.
4. Rozcieńczanie substratów bogatych w azot za pomocą wody;
(rozwiązanie ostateczne – generuje dodatkową objętość pofermentu);
5. Zastosowanie preparatów do strącania/maskowania azotu amonowego;
(wg naszych doświadczeń na razie – nie ma niezbitych dowodów na skuteczność tej metody – badania trwają);

Przeciążenia – przyczyny i zapobieganie

Przeciążenie spowodowane deficytem pierwiastków śladowych

Zna

-
-
-
-



entacji:

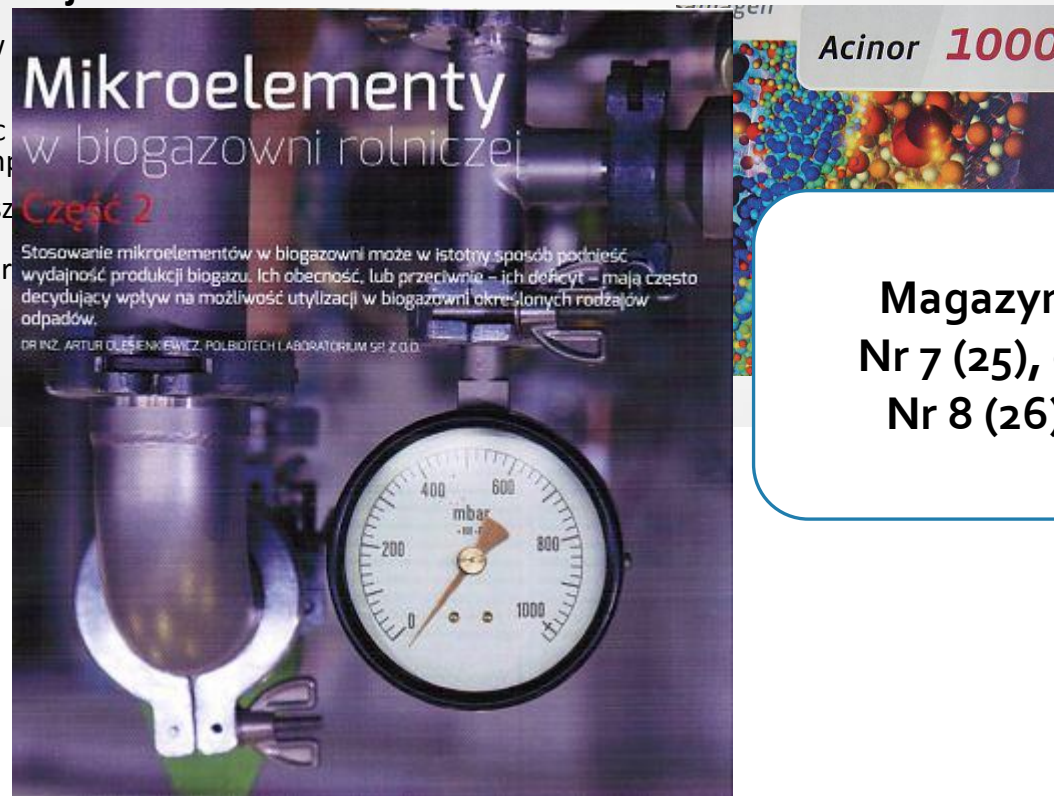
ów

iać

emp

s sz

NZI



Acinor 1000

Magazyn BIOMASA
Nr 7 (25), 07-08.2016r.
Nr 8 (26), 09.2016r.

Schemat działania enzymu – znaczenie mikroelementów

m – atom metalu, np. Ni; e – enzym (tzw. metaloenzym); s – substrat (związek organiczny);

P – produkty rozkładu substratu

**Wysokie (pow. 200 ppm) stężenia H₂S w biogazie = większe ryzyko awarii silnika i szybkie zużycie oleju
= problemy z produkcją energii (w tym ciepła do ogrzewania fermentorów)**

Odsiarczanie chemiczne – polepsza biodostępność mikroelementów

Mikroelementy obecne w substratach lub dodawanych suplementach są bezpowrotnie tracone jeżeli stosowane substraty zawierają duże ilości siarki. Powstający podczas fermentacji siarkowodor reaguje z jonami metali – tworząc nierozpuszczalne i nie dostępne biologicznie siarczki metali.



Aby temu zapobiec – najlepiej stosować chemiczne metody usuwania H₂S za pomocą preparatów – zawierających jony żelaza (chlorki, tlenki, tlenki i wodorotlenki żelaza). Inne metody odsiarczania (np. wtłaczanie powietrza w przestrzeń gazową fermentora w celu pobudzenia wzrostu bakterii siarkowych) są często efektywne jeżeli chodzi o obniżenie stężenia siarkowodoru w biogazie – ale nie mają tak wyraźnego działania chroniącego obecne w substratach mikroelementy.

**Nie każda biogazownia posiada instalację odporną na
działanie kwaśnego roztworu chlorku żelaza !**

Przeciążenia – przyczyny i zapobieganie

Awaria lub niewłaściwe wystrojenie mieszadeł

Skutki awarii lub niewłaściwego wystrojenia mieszadeł:

- brak homogennych warunków w całej objętości roboczej w fermentorze
(nie jest możliwy pobór reprezentatywnej dla całego fermentora próbki do badań)
- nierównomierny rozkład dozowanej biomasy – powstawanie stref lokalnego przeciążenia = niestabilna produkcja biogazu
- powstawanie na powierzchni fermentującej masy kożucha zbudowanego z flotującej frakcji substratów
- sedymentacja substratów (w tym zanieczyszczeń - piasku i kamieni) w słabiej mieszanych regionach fermentora
- problemy z utrzymaniem stałej i stabilnej temperatury w fermentorach
- piana w fermentorze



Przeciążenia – przyczyny i zapobieganie

Awarie ogrzewania i wahania temperatury w fermentorach

- Temperatury optymalne:
 - 36-42°C – dla bakterii mezofilnych
 - 52-55°C – dla bakterii termofilnych
- Wszelkie wahania temperatur poza podane zakresy mogą dawać takie same skutki jak przeciążenie procesu niewłaściwą dawką substratu;
- **Uwaga na sprzężenie zwrotne:** niska temperatura = destabilizacja procesu = mało biogazu = mało energii cieplnej do ogrzewania fermentorów = jeszcze niższa temperatura, itd...
- Należy zachować szczególną ostrożność przy przechodzeniu z procesu w mezofilnego na termofilny i odwrotnie (okienko 45-50°C – nie sprzyja aktywności ani bakterii mezofilnych, ani termofilnych);
- Należy często kontrolować temperaturę nie tylko czujnikami umieszczonymi w fermentorze, ale również niezależnym, kalibrowanym termometrem w próbkach pobieranych z fermentorów. W razie odstępstw – wprowadzać korekty w ustawieniach systemu ogrzewania;



**Wysokie (pow. 200 ppm) stężenia H_2S w biogazie = większe ryzyko awarii silnika i szybkie zużycie oleju
= problemy z produkcją energii (w tym ciepła do ogrzewania fermentorów)**

**Badanie składu biogazu
(CH_4 , CO_2 , O_2 , H_2S , SILOKSANY i inne zanieczyszczenia)**

Okresowe analizy składu biogazu niezależnym analizatorem lub metodami chromatograficznymi umożliwiają:

- weryfikację wskazań analizatorów stacjonarnych;
- weryfikację prawidłowego działania i regulację systemów oczyszczania biogazu (usuwanie wilgoci, pyłów, siloksanów, siarkowodoru i in.);
- zapobieganie awarii silnika i innych elementów instalacji biogazowni narażonej na kontakt z zanieczyszczonym biogazem;
- dostarczają dokumentów, potwierdzających prawidłowy skład biogazu w przypadku sporów dotyczących gwarancji na układ kogeneracyjny;



Badania olejów silnikowych



Wykonujemy analizy oleju silnikowego w następującym zakresie:

- 24 metale (met. ICP),
- zawartość wody (FTIR),
- liczba kwasowa,
- liczba zasadowa,
- lepkość w 40 °C,
- oxidation/nitration (FTIR).



Analiza pozwala na ocenę jakości oleju silnika i podjęcie decyzji o jego wymianie. **Wyniki dostępne w terminie do 2 dni roboczych od dnia dostarczenia próbki do Laboratorium.** W przypadku serii badań i wielokrotnych zleceń – wyniki gromadzimy w bazie danych, którą udostępniamy zleceniodawcy. Wówczas wszystkie wyniki są zestawione razem. Można je łatwo porównać, śledząc tendencje zmian poszczególnych analizowanych parametrów. Każdy wynik jest opisany, z m.in. poradą dotyczącą stanu technicznego silnika - przykładowe sprawozdanie z badań oleju silnikowego.

Badania olejów silnikowych

Q25

		POLBIOTECH LABORATORIUM Sp. z o.o. PPiNT, ul. Rubież 46, budynek B 61-612 Poznań; tel.: +48 61 822-73-53; GSM: +48 603-383-008 (Albert Stępnicki); e-mail: laboratorium@polbiotech.pl; www.polbiotech.pl		Sędzi: b.d. - brak danych, nie przekazano informacji wraz z próbą n.d. - nie badano		1 2 NORMALNY 3 4 NIEPRAWIDŁOWY 5 KRYTYCZNY <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5								
POCHODZENIE PRÓBK:		MODEL SILNIKA:		NAZWA OLEJU:		TYP FILTRA OLEJU:						
TYP SILNIKA:		ZASTOSOWANIE:		LEPKOŚĆ OLEJU:		WIEKOŚĆ PORÓW FILTRA:						
PRODUCENT SILNIKA:		POJEMN. ZBIORNIKA OLEJU:		PRODUCENT:								

Informacje o próbce										Zanieczyszczenia		Właściwości oleju					Metale ze zużycia (ppm)										Pierwiastki z zanieczyszczeń (ppm)			Pierwiastki z różnych źródeł (ppm)							Pierwiastki pochodzące z dodatków (ppm)							NORMALNY		NIEPRAWIDŁOWY		KRYTYCZNY	
lp.	Kod próbki (nadany przez laboratorium)	Data pobrania próbki	Data dostarczenia próbki do laboratorium	Czas pracy oleju [h]	Czas pracy urządzenia [mth]	Czy wymieniono olej *	Czy dodano olej *	Czy wymieniono filtr oleju *	Rozcieńczenie paliwem [% v/v]	Sedza [% v/v]	Woda [% v/v]	Lepkość w 40°C [cSt]	Liczba kwasowa [mg KOH/g]	Liczba zasadowa [mg KOH/g]	Utlenianie [abs/cm]	Nitrowanie [abs/0.1 mm]	Fe	Cr	Ni	Al	Cu	Pb	Sn	Cd	Ag	V	Si	Na	K	Ty	Mo	An	Mn	Li	B	Mg	Ca	Ba	P	Zn	0	1	2	3	4				
1																																																	
2																																																	
3																																																	
4																																																	
5																																																	
6																																																	
7																																																	
8																																																	

Ogólny poziom zanieczyszczeń na podstawie komentarzy		KOMENTARZ			
--	--	-----------	--	--	--

Prawidłowo zorganizowany i rzetelnie prowadzony monitoring fermentacji pozwala znaczne ograniczenie ryzyka wystąpienia problemów natury biotechnologicznej i szybką odbudowę i stabilizację produkcji biogazu jeżeli wystąpią jakieś zaburzenia w procesie.

Koszty monitoringu biotechnologicznego stanowią ułamek kosztów (strat) jakie biogazownia może ponieść w skutek długotrwałych przestojów lub wahań w produkcji biogazu

