

UWAGA: treści przedstawione w tym dokumencie są objęte prawami autorskimi i stanowią własność firmy Horus-Energia Sp. z o.o.. Jakikolwiek użycie całości bądź fragmentu bez zgody właściciela jest zabronione.

RAPORT Z REALIZACJI ETAPU PROJEKTU

wyciąg

NR ETAPU 1

W RAMACH PROGRAMU OPERACYJNEGO INTELIGENTNY ROZWÓJ

Numer umowy POIR.01.01.01-00-0902/15-04

Tytuł projektu: *Agregat prądowórczy dużej mocy zasilany gazami odpadowymi niskiej jakości z modułowym układem oczyszczania gazów*

2. CEL I ZAKRES PRACY

Zasadniczym celem zrealizowanych badań było, zgodnie z założeniami etapu I, określenie przez pomiary, obliczenia i ich analizę, wpływu badanych paliw gazowych na parametry energetyczne agregatu prądowórczego z silnikiem spalinowym MAN E2876 LE302 (przeznaczonym fabrycznie do zasilania gazem ziemnym), który wyposażono w innowacyjny mieszalnikowy układ zasilania typu HE-MUZG. Stosowano następujące paliwa: gaz ziemny wysokometanowy, mieszaninę dwutlenku węgla i gazu ziemnego, propan techniczny, acetylen.

Do analizowanych parametrów pracy silnika przy zasilaniu wymienionymi paliwami należały:

- prędkość obrotowa [obr/min], moment obrotowy [Nm] i moc silnika [kW]
- godzinowe [kg/h] i jednostkowe zużycie paliwa [g/kWh]
- sprawność ogólna obiegu η [-]
- współczynnik nadmiaru powietrza λ [-]
- temperatura spalin t_{sp} [°C]

Badania przeprowadzono w specjalistycznej hamowni agregatowej firmy Horus – Energia.

Wszystkie pomiary dotyczące parametrów energetycznych zrealizowano przy stałej prędkości obrotowej silnika wynoszącej 1500 obr/min i zmieniającym obciążeniu silnika. Warunki te odpowiadają pracy silnika w agregacie prądowórczym.

3. PROGRAM BADAŃ

W ramach etapu I projektu badawczego zrealizowano następujący program badań

l.p.	Temat zadania
1.	Określenie uzyskiwanych parametrów energetycznych przez agregat z silnikiem wyposażonym w mieszalnikowy układ zasilania przy zasilaniu gazem ziemnym Paliwo gazowe: <ul style="list-style-type: none">• <i>gaz ziemny</i> Parametry przewidziane do sprawdzenia i określenia: <ol style="list-style-type: none">a. maksymalna moc elektryczna (uzyskiwana moc elektryczna jest zależna nie tylko od silnika, ale także od poprawności doboru i działania układu zasilania, podstawowym kryterium odniesienia będzie moc katalogowa wg danych producenta silnika),b. zużycie paliwa i sprawność dla różnych obciążeń: 100%, 90%, 75%, 50%, 25%, 0% (uzyskiwana sprawność w bardzo dużym stopniu zależy od



	<p>dokładności układu zasilania w paliwo, głównym kryterium poprawności działania będzie porównanie uzyskanych wartości z wartościami uzyskiwanymi dla dostępnych na rynku układów zasilania silnika),</p> <p>c. określenie cech dynamicznych agregatu przy zmianie obciążenia (jednym z głównych parametrów oceny jakości układu zasilania w paliwo, jest jego zachowanie w nieustalonych stanach dynamicznych np. zmian obciążenia, badania będą odnoszone do wyników uzyskiwanych dla dostępnych na rynku układów zasilania silnika),</p> <p>d. w czasie badań wg pkt. B będzie mierzona ilość ciepła wytwarzana w układzie chłodzenia płaszcza silnika oraz w układzie chłodzenia powietrza (intercooler). Informacje te są podstawą przy określaniu danych agregatu, jako agregatu kogeneracyjnego.</p>
2.	<p>Zbadanie akceptowalnych skrajnych wartości opałowych gazu zasilającego, przy których silnik agregatu prądotwórczego jest w stanie poprawnie pracować.</p> <p>Paliwa gazowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gaz ziemny z dwutlenkiem węgla • gaz ziemny z propanem • propan z acetylenem <p>Planowane jest zasilanie silnika zabudowanego w zadaniu 1, gazami o bardzo dużej oraz możliwie małej do uzyskania wartości opałowej:</p> <p>a. w pierwszej fazie zadania przewiduje się określenie minimalnej wartości opałowej gazu akceptowalnej przez silnik zapewniającej stabilną pracę. Następnie dla tak określonego gazu będą wykonane testy określone w zadaniu 1. Badania będą też powtórzone dla kilku mieszanin gazów (minimum 2), o wartości opałowej odpowiednio wyższej. Przewiduje się użycie gazu ziemnego z dwutlenkiem węgla.</p> <p>b. w drugiej fazie zadania będą badane parametry dla gazów wysokokalorycznych. Zostaną zrealizowane testy określone w zadaniu 1. Przewiduje się użycie gazu ziemnego z propanem</p> <p>c. następnie zostanie zbadana reakcja agregatu na gazy o skłonnościach do spalania stukowego. Przewiduje się użycie propanu technicznego z domieszką acetylenu tj. węglowodoru nienasyconego o bardzo dużej skłonności do spalania stukowego. Zawartość węglowodoru nienasyconego będzie zwiększana do wystąpienia spalania stukowego przy mocy znamionowej agregatu.</p>
3.	<p>Zbadanie dopuszczalnych szybkości zmian parametrów gazów zasilających akceptowalnych przez agregat wyposażony w układ zasilania HE-MUZG</p> <p>Paliwo gazowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gaz ziemny z dwutlenkiem węgla <p>Za zmianami składu gazu muszą podążać nastawy regulacyjne silnika (np. kąt wyprzedzenia zapłonu czy zmiana współczynnika nadmiaru powietrza oraz zmiana zadanej mocy). Przewidziane jest wymuszanie skokowej zmiany składu gazu i testowanie zachowania silnika po takim wymuszeniu. Mierzonymi parametrami będą stabilność częstotliwości i czas odpowiedzi agregatu (układu silnik-prądnica). W celu realizacji zadania konieczne będzie wykonanie układu generującego skokowe zmiany składu gazu.</p>
4.	<p>Opracowanie i analiza wyników badań</p> <p>Kamień milowy – raport z przeprowadzonych badań obejmujący:</p> <p>a. dla zasilania gazem ziemnym:</p> <ul style="list-style-type: none"> - uzyskiwaną moc elektryczną,

	<ul style="list-style-type: none"> - krzywą sprawności i zużycia paliwa, - zdefiniowane poprzez uzyskiwane czasy odpowiedzi na zmianę, właściwości dynamiczne. <p>b. wyznaczoną minimalną wartość opałową gazu zasilającego i określone dla zasilania takim gazem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - uzyskiwaną moc elektryczną, - krzywą sprawności i zużycia paliwa, - zdefiniowane poprzez uzyskiwane czasy odpowiedzi na zmianę, właściwości. <p>c. dla zasilania propanem, jako reprezentantem gazów wysokokalorycznych:</p> <ul style="list-style-type: none"> - uzyskiwaną moc elektryczną, - krzywą sprawności i zużycia paliwa, - zdefiniowane poprzez uzyskiwane czasy odpowiedzi na zmianę, właściwości dynamiczne. <p>d. zawartość określonego węglowodoru nienasyconego, przy której dla mocy znamionowej występuje spalanie stukowe.</p>
--	---

4. STANOWISKO POMIAROWE

Badania stosowanych paliw przeprowadzono w specjalistycznej hamowni agregatowej, której zasadnicze elementy przedstawiono poniżej:

- agregat prądotwórczy zbudowany z:
 - turbodoładowanego silnika z zapłonem iskrowym typ MAN E 2876 E 312, przystosowanego do zasilania paliwem gazowym,
 - prądnicy Marelli MJB 250 LB4
- układ pomiarowy przepływu paliwa gazowego,
- stanowisko pomiarowe do określania: temperatury spalin, otoczenia, ciśnienia i wilgotności powietrza pobieranego przez silnik, współczynnika nadmiaru powietrza λ .

Podstawowe parametry techniczne silnika MAN E2876 LE302 zamieszczono w tabeli.

Charakterystyka silnika	
1. Rodzaj zapłonu	iskrowy, 4-suwowy
2. Układ cylindrów	rzędowy pionowy
3. Liczba cylindrów	6
4. Średnica tłoka	128 mm
5. Skok tłoka	166 mm
6. Objętość skokowa	12,82 dm ³
7. Geometryczny stopień sprężania	11/1
8. Znamionowa moc na gazie ziemnym	200 kW
9. Znamionowa prędkość obrotowa	1500 obr/min
10. Maksymalny moment obrotowy brutto	1280 Nm
11. Zużycie gazu ziemnego (dane fabryczne)	58 Nm ³ /h
12. Kolejność zapłonu	1-5-3-6-2-4
13. Otwarcie zaworu dolotowego	8° OWK przed GMP
14. Zamknięcie zaworu dolotowego	42° OWK po DMP
15. Otwarcie zaworu wylotowego	59° OWK przed DMP
16. Zamknięcie zaworu wylotowego	16° OWK przed GMP

5. WYNIKI BADAŃ AGREGATU I ICH ANALIZA

5.1 Badania stanowiskowe agregatu zasilanego gazem ziemnym

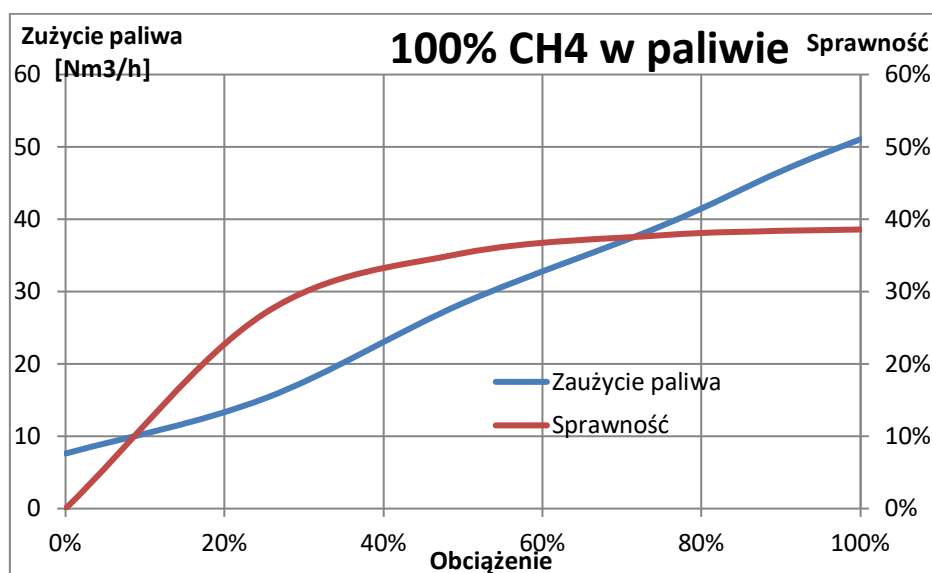
Określono parametry energetyczne uzyskiwane przez agregat z silnikiem wyposażonym w mieszalnikowy układ zasilania przy zasilaniu gazem ziemnym.

W czasie pomiarów określono moc elektryczną uzyskiwaną przez agregat. Uzyskano moc 207 kWe, co uwzględniając sprawność prądnicy wynoszącą 95% odpowiada mocy mechanicznej 218 kWm na wale silnika. Katalogowa moc silnika na wale wg danych producenta wynosi dla tego zastosowania 210 kWm co odpowiada mocy elektrycznej 200 kWe. Moc 200 kWe odpowiada sprawdzonej przez producenta wysokiej trwałości silnika. Uzyskana moc 207 kWe wskazała na bardzo wysokie możliwości testowanego mieszalnikowego układu zasilania gazem, lecz nie chcąc docelowo zmniejszać trwałości silnika nie koncentrowano się na maksymalizacji uzyskanej mocy. Zdecydowano aby w dalszym ciągu badań przyjąć jako moc maksymalną sugerowaną przez producenta moc potwierdzonej wysokiej trwałości tj. moc \leq 200 kWe.

Uzyskane wyniki pomiarów zamieszczono w tabeli nr 1 oraz zwizualizowano na wykresie w rys. 1

Tabela 1. - Uzyskane parametry pracy badanego agregatu dla 100% gazu ziemnego.
Obliczeniowa wartość opałowa paliwa 35,9 MJ/Nm³

Moc [kW]	Obciążenie [%]	Sprawność [-]	Zużycie paliwa [Nm ³ /h]
0,0	0%	0,00%	7,60
41,0	25%	27,00%	15,21
100,0	50%	35,30%	28,38
147,5	75%	37,80%	39,10
179,0	90%	38,41%	46,69
197,0	100%	38,63%	51,10



Rys. 1. Sprawność elektryczna agregatu i zużycie paliwa jako funkcja obciążenia dla zasilania gazem ziemnym

Typowa sprawność elektryczna wynikająca z karty producenta silnika dla obciążenia znamionowego (200 kW_e) wynosi ok. 37,1%. Uzyskana sprawność 38,6% jest zdecydowanie wyższa.

Dla określenia cech dynamicznych agregatu przy zmianie obciążenia, (które to badanie jest jednym z głównych parametrów oceny, jakości układu zasilania w paliwo), przy zasilaniu silnika spalinowego gazem ziemnym dokonano rejestracji przebiegów napięcia generatora zewnętrznym układem pomiarowym. Równocześnie z rejestracją przebiegów napięcia prowadzono zapisy wykorzystując wewnętrzne funkcje układu sterowania silnika. Uzyskane wyniki pokazały całkowitą tożsamość obu sposobów pomiaru.

Pomiarów dokonano zarówno dla skokowego wzrostu obciążenia jak i dla skokowego spadku obciążenia.

Uzyskane wyniki odniesiono do normy ISO 8528-5: 2013 *Zespoły prądotwórcze prądu przemiennego napędzane silnikiem spalinowym wewnętrznego spalania*. W normie tej występują 4 klasy dokładności regulacji zespołów od G1 do G4. Klasa G1 stawia najniższe wymagania. Najwyższe wymagania określa klasa G3. Klasa G4 to klasa dla której brak konkretnych wartości gdyż są one dla tej klasy określane umownie pomiędzy producentem zespołu a klientem.

Wg normy dopuszczalny czas odpowiedzi wynosi odpowiednio 10 s dla klasy G1, 5 s dla klasy G2 i 3 s dla klasy G3.

Dla sytuacji wzrostu obciążenia norma precyzuje iż należy przestrzegać dopuszczalnych wartości skokowego wzrostu dla silników turbodoładowanych. Niestety producent silnika nie precyzuje dopuszczalnych wartości skokowego wzrostu obciążenia a norma daje jedynie dość ogólnikowe wytyczne tych wartości w funkcji średniego efektywnego ciśnienia silnika. Doświadczenia z obsługi i serwisowania podobnych agregatów wskazują, że maksymalny jednorazowy skokowy wzrost mocy jest nie większy niż 40 – 45% mocy znamionowej. Powyżej tej wartości następuje zatrzymanie silnika tj. silnik nie jest w stanie odbudować parametrów pracy.

Dla nagłego odciążenia agregatu norma doprecyzowuje, iż podane czasy dotyczą zmiany obciążenia ze 100% do 0%.

Wszystkie wykonane pomiary, z wyjątkiem jednego, pokazują czas odbudowy częstotliwości nie przekraczający 3 s. Dłuższy czas, niecałe 4 s, uzyskano dla skokowego wzrostu obciążenia wynoszącego 90 kW.

W czasie pomiarów odnotowano także wartości spadku i wzrostu częstotliwości. Uzyskane chwilowe zmiany częstotliwości są nieco gorsze od uzyskanych czasów odbudowy częstotliwości.

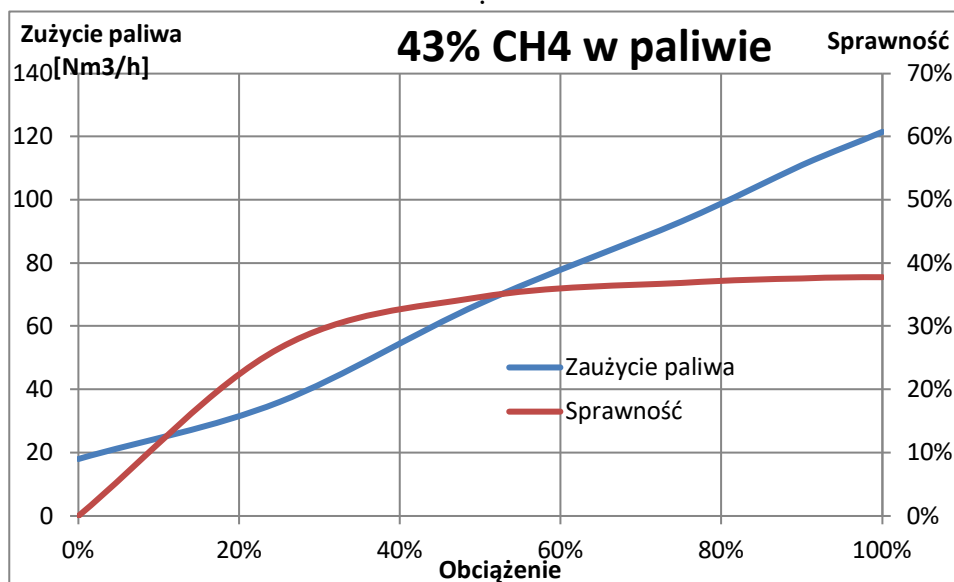
5.2. Określenie akceptowalnej skrajnej wartości opałowej (kaloryczności) gazu zasilającego dla paliwa niskokalorycznego

Zbadanie akceptowalnej skrajnej wartości opałowej (kaloryczności) gazu zasilającego, przy której silnik agregatu prądotwórczego jest w stanie poprawnie pracować, przeprowadzono wg kryterium minimalnej wartości stężenia NO_x dla mocy 100 kW, w stopniowo zmniejszającym się udziale CH₄ w paliwie. Maksymalna zawartość CO₂ dla której silnik prawidłowo pracował wyniosła 57% co odpowiada wartości opałowej paliwa 15,4 MJ/Nm³. W analizie uwzględniono, że CO₂ jako gaz o wysokiej masie cząsteczkowej, pochłaniający bardzo duże ilości energii w trakcie procesu spalania jest bardzo wymagającym gazem inertnym. W kolejnym etapie zasadne wydaje się przeprowadzenie testów także na innym gazie np. azocie. Nie można zapominać także o stosunkowo niskim stopniu sprężania silnika wynoszącym 11:1. Producent zasadniczo dopuszcza te silniki dla zawartości CO₂ nie większej niż 40%. Dla większych zawartości przewiduje już silniki o stopniu sprężania 13,4:1.

Przeprowadzono badania dla zawartości CO₂ wynoszącej 57%, 50% oraz 35%. Wartość opałowa wynosiła odpowiednio 15,4 MJ/Nm³, 18,0 MJ/Nm³ oraz 23,4 MJ/Nm³. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabelach (Tabela 2. ÷ 4.) oraz zwizualizowano na Rys. 2. ÷ 4.

Tabela 2. - Uzyskane parametry pracy badanego agregatu dla 43% gazu ziemnego i 57% CO₂

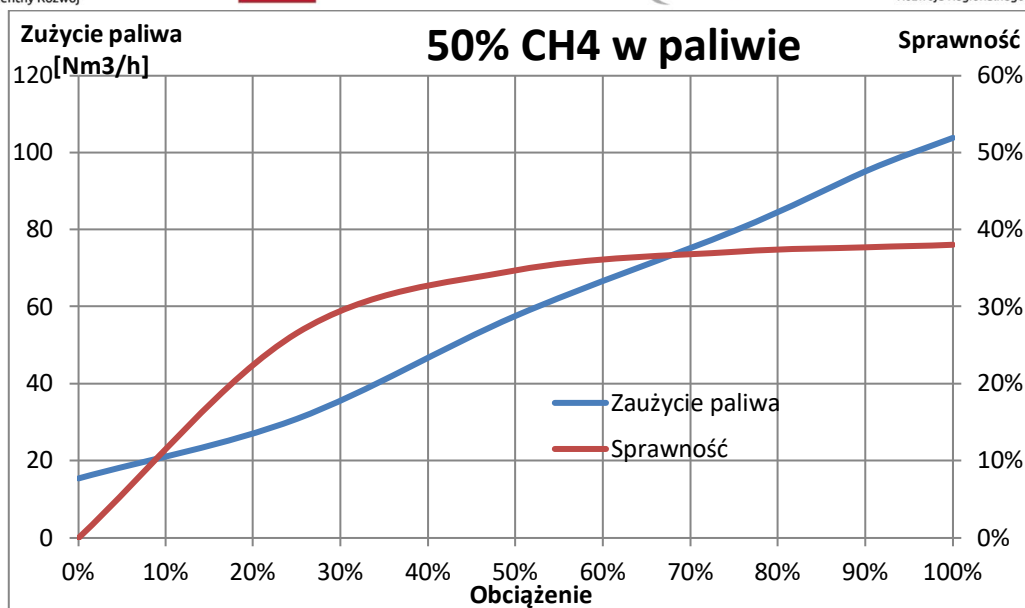
moc	obciążenie	Sprawność	Zużycie paliwa	Zużycie CH ₄
[kW]	[%]	[-]	[Nm ³ /h]	[Nm ³ /h]
0,0	0%	0,00%	15,45	7,72
41,0	25%	26,55%	30,95	15,47
100,0	50%	34,73%	57,70	28,85
147,5	75%	37,10%	79,67	39,83
179,0	90%	37,70%	95,15	47,57
197,0	100%	38,01%	103,87	51,93



Rys. 2. Sprawność elektryczna agregatu i zużycie paliwa jako funkcja obciążenia dla zasilania paliwem o składzie 43% gaz ziemny, 57% CO₂

Tabela 3. Uzyskane parametry pracy badanego agregatu dla 50% gazu ziemnego i 50% CO₂

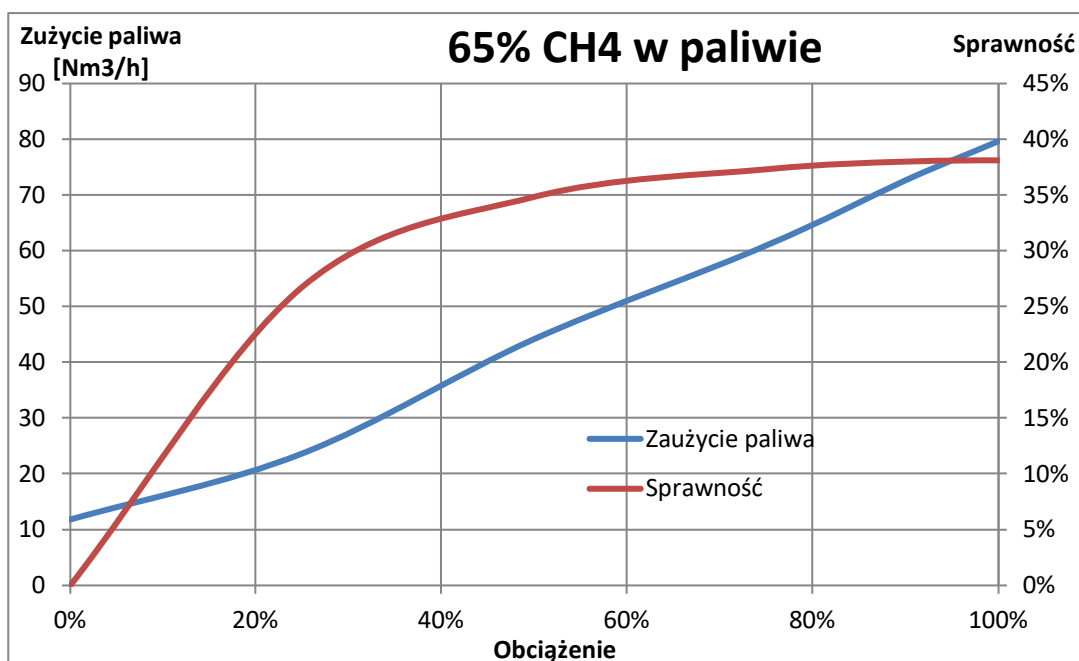
moc	obciążenie	Sprawność	Zużycie paliwa	Zużycie CH ₄
[kW]	[%]	[-]	[Nm ³ /h]	[Nm ³ /h]
0,0	0%	0,00%	15,45	7,72
41,0	25%	26,55%	30,95	15,47
100,0	50%	34,73%	57,70	28,85
147,5	75%	37,10%	79,67	39,83
179,0	90%	37,70%	95,15	47,57
197,0	100%	38,01%	103,87	51,93



Rys. 3. Sprawność elektryczna agregatu i zużycie paliwa jako funkcja obciążenia dla zasilania paliwem o składzie 50% gaz ziemny, 50% CO2

Tabela 4. - Uzyskane parametry pracy agregatu dla 65% gazu ziemnego i 35% CO2

moc [kW]	obciążenie [%]	Sprawność [-]	Zaużycie paliwa [Nm3/h]	Zużycie CH4 [Nm3/h]
0,0	0%	0,00%	11,84	7,70
41,0	25%	26,75%	23,63	15,36
100,0	50%	34,85%	44,23	28,75
147,5	75%	37,32%	60,93	39,60
179,0	90%	38,00%	72,61	47,20
197,0	100%	38,14%	79,62	51,76



Rys. 4. Sprawność elektryczna agregatu i zużycie paliwa jako funkcja obciążenia dla zasilania paliwem o składzie 65% gaz ziemny, 35% CO2

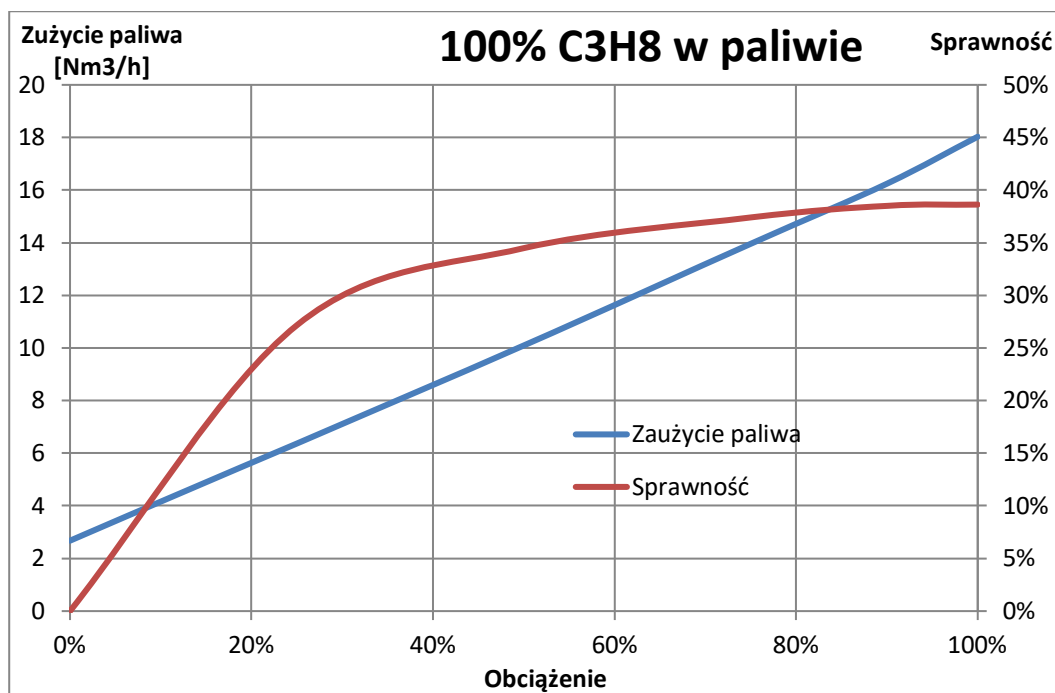
5.3. Badania stanowiskowe agregatu dla paliwa wysokokalorycznego

Badania zaczęto prowadzić dla zasilania samym gazem ziemnym stopniowo zwiększając zawartość propanu. Ponieważ po wykonaniu prac regulacyjnych dostosowujących parametry sterowania silnikiem do gazu wysokokalorycznego udało się zasilac silnik samym propanem, szczególnie dalsze badania przeprowadzono dla czystego propanu. W wyniku prób udało się uzyskać w sposób stabilny bez trwałych anomalii procesu spalania moc 180 kWe, którą przyjęto dla zasilania propanem jako 100% mocy.

Wyniki przedstawiono w tabeli 5 oraz zwizualizowano na rys 5.

Tabela 5. - Uzyskane parametry pracy badanego agregatu dla zasilania propanem

moc [kW]	obciążenie [%]	Sprawność [-]	Zużycie paliwa [Nm ³ /h]
0,0	0%	0,00%	2,68
45,0	25%	27,24%	6,39
90,0	50%	34,48%	10,10
135,0	75%	37,41%	13,97
162,0	90%	38,55%	16,27
180,0	100%	38,63%	18,04



Rys. 5. Sprawność elektryczna agregatu i zużycie paliwa jako funkcja obciążenia dla zasilania propanem. 100% obciążenia = 180 kWe

5.3. Określenie dopuszczalnych szybkości zmian parametrów gazów zasilających

W celu realizacji zadania wykonano układ generujący skokowe zmiany składu chemicznego gazu zasilającego silnik.

Jako pkt odniesienia dla dopuszczalności zmian składu gazu przyjęto po analizie parametr pasmo zmian względnych wartości częstotliwości w stanach ustalonych β_f z normy ISO 8528-5. Nie jest to idealny parametr gdyż de facto agregat przy intensywnej zmianie składu

gazu jest w stanie ustalonym wyłącznie z pkt widzenia odbioru energii. Jednakże ponieważ właśnie produkcja energii elektrycznej jest główną funkcją agregatu zdecydowano o przyjęciu takiego pkt odniesienia. Norma określa dla przytoczonych już klas dokładności parametr β_f odpowiednio: dla G1 $\leq 2,5$ [%], dla G2 $\leq 1,5$ [%], G3 $\leq 0,5$ [%]. Badania realizowano w cyklu zmiany zawartości CO₂ z 10% do 50% oraz z 50% do 10% w coraz krótszych okresach czasu. Badanie przeprowadzono dla okresów od 167 s do 29 s. Agregat uzyskał parametry odpowiadające klasie G1. Najmniejszym okresem czasu dla którego uzyskano klasę G1 było 38 sekund. Odpowiada to zmianie ponad 1% zmiany zawartości CO₂/sek. W jednostkach energetycznych – dla badanego zakresu– to zmiana od 32,33 MJ/Nm³ do 17,96 MJ/Nm³ co daje 0,38 MJ/(Nm³*s). Uzyskane parametry o rząd wielkości przewyższają średnie dopuszczalne przez producenta silnika.

5.4. Określenie maksymalnej zawartości acetylenu w paliwie

Badanie wykonano podczas zasilania agregatu propanem dla mocy 180 kWe oraz dla zasilania gazem ziemnym dla mocy 200 kWe.

Systematycznie zwiększano zawartość acetylenu w mieszance gazowej do momentu wystąpienia wyraźnego spalania stukowego którego nie można już było usunąć regulacją parametrów pracy silnika (kąt zapłonu, współczynnik nadmiaru powietrza).

Dla propanu badany efekt uzyskano bardzo szybko dla wydatku poniżej 1 Nm³/h czyli poniżej zakresu pomiarowego zastosowanych urządzeń. Postanowiono więc przeprowadzić badania dla zasilania metanem. Badany efekt wystąpił dla wydatku acetylenu 7,1 Nm³/h przy równoczesnym poborze 44,8 Nm³/h gazu ziemnego czyli dla udziału procentowego acetylenu wynoszącego 13,7%.

6. WNIOSKI

Przedstawione w niniejszym opracowaniu wyniki badań wpływu zasilania silnika MAN E 2876 E 312, testowanymi paliwami pozwalają na sformułowanie następujących najistotniejszych wniosków:

1. Pierwsza część badań, prowadzona przy zasilaniu gazem ziemnym, stanowi podstawę do oceny przyjętej koncepcji układu zasilania i sterowania, oprogramowania sterującego i kompletacji podzespołów. Uzyskane wartości sprawności silnika, poprawna praca przy zasilaniu ubogą mieszaną jest efektem przyjęcia i zastosowania rozwiązań generacyjnie znacznie nowocześniejszych, niż w wersji fabrycznej. Wskaźniki robocze (wartość mocy maksymalnej) identyczne jak w kompletacji fabrycznej silnika MAN wynikają z ograniczenia dopuszczalnej temperatury spalin przed turbiną turbosprężarki i mocy zastosowanej maszyny elektrycznej (generatora).
2. W części drugiej skoncentrowano się na uzyskaniu możliwie korzystnych wskaźników roboczych i ekologicznych przy zasilaniu mieszaniną gazu ziemnego z dwutlenkiem węgla. Wyniki tych badań pozwoliły na określenie strategii zasilania i sterowania silnika zasilanego gazami niskokalorycznymi. Uzyskana wartość mocy silnika i bardzo korzystne wartości sprawności ogólnej uznać można za sukces. Zadowolające są właściwości ekologiczne silnika.
3. Korzystne wartości parametrów roboczych, sprawności i cech ekologicznych uzyskano przy zasilaniu silnika mieszaniną gazu ziemnego i dwutlenku węgla o tak dobranych proporcjach, aby paliwo to było reprezentatywne dla średniego składu biogazu. Uzyskano łatwo nominalną moc silnika jak dla kompletacji fabrycznej i zasilania gazem ziemnym.
4. Potwierdzono możliwość zasilania silnika testowanego agregatu paliwem wysokokalorycznym. Ostateczna kwalifikacja tej grupy paliw może nastąpić po wstępnym okresie eksploatacji agregatu.
5. Przy zasilaniu każdym z badanych paliw (z wyjątkiem acetylenu dla którego celowo

- dążono do spalania stukowego) silnik pracował bez anomalii spalania (spalanie stukowe, wypadanie zapłonów) przy indywidualnych nastawach parametrów regulacyjnych (współczynnika nadmiaru powietrza i wyprzedzenie zapłonu).
6. Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowany system sterowania układem mieszalnikowego zasilania i układem zapłonowym cechuje się dużą liczbą stopni swobody, co pozwala na daleko idącą optymalizację parametrów sterujących i strategii sterowania, w zależności od właściwości paliw stosowanych do zasilania silnika.