



Umowa na projekt i wykonanie modernizacji Instalacji Zgazowania Biomasy na terenie firmy Ekologiczne Materiały Grzewcze Sp. z o.o. ; ul. Kolejowa 2A; 18-210 Szepietowo.

zawarta w dniu [.....] 2013 roku w Gdańsku, pomiędzy:

- Instytutem Maszyn Przepływowych im. Roberta Szewalskiego Polskiej Akademii NAUK w Gdańsku z siedzibą w Gdańsku 80-231 przy ulicy J.Fiszera 14, wpisanym do Rejestru Instytutów PAN, prowadzonego przez Polską Akademię Nauk w Warszawie pod numerem RIN-IV-9/98, **zwanym dalej „Zamawiającym”**, reprezentowanym przez [....] – z-cę dyrektora ds. naukowych

a

- [] z siedzibą w [] przy ulicy [], NIP [], REGON, **zwanym dalej „Wykonawcą”**, wyłonionym w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego, prowadzonym w trybie przetargu nieograniczonego, na podstawie ustawy z dnia 29 stycznia 2004 roku, Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity: Dz.U. z 2010 roku Nr 113, poz.759 z późniejszymi zmianami) [**Prawo Zamówień Publicznych**], reprezentowanym przez [];

o następującej treści:

§ 1. [Posługiwanie się terminami] 1. Ilekroć w dalszych postanowieniach niniejszej umowy jest mowa o:

(1) Prawie Zamówień Publicznych:	należy przez to rozumieć ustawę z dnia 29 stycznia 2004 roku, Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity: Dz.U. z 2010 roku Nr 113, poz.759 z późniejszymi zmianami),
(2) Prawie Autorskim:	należy przez to rozumieć ustawę z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (tekst jednolity: Dz.U. z 2006 roku Nr 90, poz.631 z późniejszymi zmianami),
(3) Zadaniu Badawczym:	należy przez to rozumieć zadanie badawcze pod nazwą: „Opracowanie zintegrowanych technologii wytwarzania paliw i energii z biomasy, odpadów rolniczych i innych”:

	<p>(a) realizowane przez konsorcjum z udziałem Zamawiającego i spółki: ENERGA Spółka Akcyjna z siedzibą w Gdańsku [ENERGA], działające na podstawie umowy nr SP/E/4/65786/10 z dnia 28 maja 2010 roku, zawartej z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju w Warszawie,</p> <p>(b) w ramach którego, zadania szczegółowe, objęte etapami: 11, 37 i 38 [Zadania Etapowe], przypisano:</p> <p>(i) Zamawiającemu – w zakresie dotyczącym etapu 37 Zadania Badawczego, polegającego na wykonaniu instalacji oczyszczania syngazu i etapu 38 Zadania Badawczego, polegającego na wykonaniu badań i optymalizacji układu kogeneracyjnego na syngaz dla instalacji pilotażowej,</p> <p>(ii) ENERDZE przypisano zrealizowanie zadania objętego etapem 11 Zadania Badawczego, polegającym na budowie pilotażowego układu kogeneracyjnego na syngaz z silnikiem spalinowym,</p>
(4) Zakładzie Przetwórstwa:	należy przez to rozumieć funkcjonujący zakład przetwórstwa biomasy, zlokalizowany w miejscowości Szebietowo przy ulicy Kolejowej 2A, prowadzony przez spółkę: Ekologiczne Materiały Grzewcze Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością z siedzibą w Szebietowie [Spółka], na terenie którego mają zostać zrealizowane Zadania Etapowe,
(5) Zgazowarce:	należy przez to rozumieć wykorzystywaną w Zakładzie Przetwórstwa instalację zgazowania biomasy, która ma zostać zmodernizowana zgodnie z koncepcją tej modernizacji, przedstawioną w załączniku nr 1 do niniejszej umowy, oznaczonym jako „Rozszerzone Propozycje Modernizacyjne Układu Zgazowania, Kogeneracji i Suszenia Biomasy”,
(6) Projekcie Technicznym:	należy przez to rozumieć projekt techniczny modernizacji Zgazowarki,
(7) Modernizacji Zgazowarki:	należy przez to rozumieć całokształt działań niezbędnych do wykonania modernizacji Zgazowarki zgodnie Projektem Technicznym,
(8) Dokumentacji Użytkowej:	należy przez to rozumieć: <p>(a) rysunek zestawieniowy zmodernizowanej Zgazowarki.</p> <p>(b) wykaz elementów głównych zmodernizowanej Zgazowarki z opisem ich przeznaczenia.</p> <p>(c) instrukcję obsługi zmodernizowanej Zgazowarki,</p>
(9) Terenie Modernizacji:	należy przez to rozumieć teren Zakładu Przetwórstwa.

2. Nagłówki paragrafów oraz wytłuszczenia w nawiasach kwadratowych używane są w niniejszej umowie wyłącznie dla łatwiejszego powoływania jej postanowień oraz

posługiwania się określonymi zwrotami i nie mogą być uwzględniane przy wykładni postanowień tej umowy.

§ 2. [Cel umowy] 1. Zamawiający oświadcza, że podstawowym celem niniejszej umowy jest przystosowanie Zgazowarki, użytkowanej w Zakładzie Przetwórstwa, do zadań, jakie ciążyą na Zamawiającym i ENERDZE w związku z realizacją Zadań Etapowych.

2. Strony zgodnie oświadcniają, że cel, o którym mowa w ust.1, powinien być brany pod uwagę przy wykładni postanowień niniejszej umowy.

§ 3. [Przedmiot i zakres zobowiązań Wykonawcy] 1. Wykonawca zobowiązuje się wobec Zamawiającego do:

(1) opracowania i wydania Zamawiającemu Projektu Technicznego,
(2) wykonania Modernizacji Zgazowarki i wydania Zamawiającemu zmodernizowanej Zgazowarki wraz z Dokumentacją Użytkową,

2. Projekt Techniczny zostanie opracowany:

(1) zgodnie z koncepcją Modernizacji Zgazowarki, przedstawioną w załączniku nr 1 do niniejszej umowy, **oznaczonym jako „Rozszerzone Propozycje Modernizacyjne Układu Zgazowania, Kogeneracji i Suszenia Biomasy”**,

(2) w zakresie umożliwiającym realizację – na podstawie tego Projektu - całokształtu działań o których mowa w ust.3.

3. Modernizacja Zgazowarki zostanie wykonana zgodnie z Projektem Technicznym, w zakresie następujących działań:

(1) wymiana rusztu Zgazowarki na ruszt typu walcowego, w tym:

(a) wycięcie istniejącej części stożkowej dna Zgazowarki,

(b) zainstalowanie nowego dna Zgazowarki typu walcowego,

(c) wykonanie nowej wymurówki dla nowej części Zgazowarki,

(d) zainstalowanie nowego zespołu czterech wygarniaczy obrotowych wyposażonych w dysze powietrza pierwotnego,

(e) zainstalowanie nowych napędów wygarniaczy,

(f) zainstalowanie nowego wygarniacza zgrzeblowego.

(2) zainstalowanie nowego układu powietrza pierwotnego z nowym wentylatorem o konstrukcji przeciwwybuchowej oraz systemu wyrównującego ciśnienie do wygarniaczy, w tym:

(a) dostawę nowego wentylatora o konstrukcji przeciwwybuchowej z falownikiem,

(b) zabudowę nowych przepustnic regulacyjnych powietrza,

(c) budowę nowych kanałów powietrznych,

(d) wykonanie niezbędnego opomiarowania,

(3) zainstalowanie nowego układu powietrza wtórnego z nowym wentylatorem o konstrukcji przeciwwybuchowej oraz systemu wyrównującego ciśnienie do stref dysz w pierścieniu górnym w tym:

(a) dostawę nowego wentylatora o konstrukcji przeciwwybuchowej z falownikiem,

(b) zabudowę nowych przepustnic regulacyjnych,

(c) budowę nowych kanałów powietrznych,

(d) wykonanie niezbędnego opomiarowania,

(4) adaptacja układu automatyki Zgazowarki do pracy po modernizacji, w tym:

(a) sterowanie (start / stop) napędów wygarniaczy,

(b) sterowanie (start / stop) układu wytwornicy pary i wytwornicy tlenu,

(c) sterowanie serwomechanizmów do przepustnic powietrza ,

- (d) sterowanie wentylatorów strefy górnej i dolnej,
- (e) pomiar szybkości przepływu powietrza,
- (f) pomiar ciśnienia powietrza,
- (g) pomiar temperatur ,
- (h) przystosowanie układu automatyki do współpracy z systemem nadrzędnym,
- (5) wykonanie układu dozowania pary do Zgazowarki, w tym - dostawę wytwornicy pary o wydajności min. 100 kg/h
- (6) wyprowadzenie oraz wprowadzenie gazu do/z instalacji testowej czyszczenia syngazu i zabudowa króćców pomiarowych gazu surowego oraz oczyszczonego
- (7) wykonanie układu natleniania powietrza do Zgazowarki w tym - dostawę generatora tlenu z wyposażeniem (w tym filtry, kompresor, osuszacz) o wydajności min 200 m³/h.
- (8) przystosowanie Zgazowarki do pracy testowej z układem czyszczenia syngazu i wykonanie dodatkowego opomiarowania Zgazowarki, w tym:
 - (a) 9 pomiarów temperatury w Zgazowarce (trzy pomiary na trzech poziomach),
 - (b) 3 pomiary ciśnienia w Zgazowarce (na trzech poziomach),
 - (c) pomiar ciśnienia gazu do instalacji testowej,
 - (d) pomiar temperatury gazu do instalacji testowej,
 - (e) 4 dodatkowe wzierniki do Zgazowarki,
 - (f) rejestrator tego opomiarowania.

4. Modernizacja Zgazowarki winna doprowadzić do uzyskania przez nią następujących, wymaganych przez Zamawiającego parametrów technicznych [**Wymagane Parametry Techniczne**], z zastrzeżeniem, że osiągnięcie tych Parametrów uzależnione jest od jakości paliwa:

Średnica wewnętrzna	2,2 m	
Wysokość Zgazowarki	7 m	
Zużycie paliwa	1.1 t/h	1.1 t/h
Zakładana kaloryczność paliwa	15 GJ/t	10 GJ/t
Zakładana wilgotność paliwa	20%	40-50%
Moc w gazie	4.5 MW	3 MW
Kaloryczność gazu	8 MJ/m³	4-6 MJ/m³
Czynnik zgazowujący	powietrze (o podwyższonej zawartości tlenu) oraz para wodna	

4. Wykonawca jest zobowiązany:

- (1) opracować i wydać Zamawiającemu Projekt Techniczny w terminie 3 tygodni od dnia zawarcia niniejszej umowy,
- (2) wykonać Modernizację Zgazowarki i wydać Zamawiającemu zmodernizowaną Zgazowarkę wraz Dokumentacją Użytkową w terminie 16 tygodni od dnia zawarcia niniejszej umowy.

5. Dokumentacja Projektowa zostanie wydana Zamawiającemu w 2 egzemplarzach, w formie papierowej i elektronicznej (pliki w formacie docx, dwg).

6. Teren Modernizacji zostanie udostępniony Wykonawcy przez Zamawiającego:

- (1) w terminie 6 tygodni od dnia zawarcia niniejszej umowy, nie wcześniej jednak niż po odbiorze przez Zamawiającego Projektu Technicznego,
- (2) na podstawie sporządzonego pomiędzy stronami protokołu odbioru tego Terenu.

7. Wykonawcy wolno rozpocząć Modernizację Zgazowarki dopiero po odbiorze przez Zamawiającego, bez zastrzeżeń, Projektu Technicznego.

§ 4. [Obowiązki Wykonawcy] 1. Do obowiązków Wykonawcy w ramach Modernizacji Zgazowarki należy w szczególności:

- (1) wykonywanie Modernizacji zgodnie z właściwymi przepisami oraz Polskimi Normami, o których mowa w ustawie z dnia 12 września 2002 roku o normalizacji (Dz.U. Nr 160, poz.1386 z późniejszymi zmianami), chyba że Zamawiający zwolni Wykonawcę z obowiązku dotrzymania określonej Normy,
- (2) dostarczenie dla Zgazowarki urządzeń fabrycznie nowych, opatrzonych gwarancją producenta,
- (3) pokrycie kosztów mediów niezbędnych do wykonania Modernizacji Zgazowarki,
- (4) przestrzeganie na Terenie Modernizacji przepisów oraz zasad z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy oraz przepisów i zasad z zakresu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia,
- (5) dbanie o czystość i porządek na Terenie Modernizacji,
- (6) utylizacja odpadów powstałych w trakcie Modernizacji Zgazowarki zgodnie z przepisami ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku o odpadach (tekst jednolity: Dz.U. z 2010 roku Nr 185, poz.1243 z późniejszymi zmianami),
- (7) zawarcie:
 - (a) umowy ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej projektanta, dostosowanej do zakresu prac projektowych objętych Modernizacją Zgazowarki, z sumą gwarancyjną nie mniejszą niż min. 6 000 000 PLN,
 - (b) umowy ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej Wykonawcy i podwykonawców z tytułu prowadzenia działalności gospodarczej oraz posiadania i użytkowania mienia wraz z OC za produkt / wykonaną usługę , pokrywające szkody osobowe (uszkodzenie ciała, rozstrój zdrowia lub śmierć) wraz z ich następstwami, oraz szkody rzeczowe (utrata, uszkodzenie lub zniszczenie mienia) wraz z ich następstwami, powstałe w związku z realizowaną przez niego Modernizacją Zgazowarki - z sumą gwarancyjną odpowiadającą w minimalnym zakresie wartości wykonywanych prac
 - (c) ubezpieczenie maszyn i urządzeń budowlanych wykorzystywanych podczas realizacji Modernizacji Zgazowarki
 - (a) ubezpieczenie komunikacyjne pojazdów wykorzystywanych podczas realizacji Modernizacji Zgazowarki;

z zastrzeżeniem, że kopie polis powyższych ubezpieczeń, Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć Zamawiającemu do chwili rozpoczęcia realizowania przez Wykonawcę Modernizacji Zgazowarki. Przed doręczeniem polis Zamawiającemu, Wykonawcy nie wolno przystąpić do wykonywania Umowy Wykonawczej.

2. Wykonawca jest zobowiązany wystawić na zmodernizowaną Zgazowarkę deklarację zgodności CE i oznakować ją znakiem CE.

3. Lista kluczowego personelu Wykonawcy, zatrudnionego przy opracowaniu Projektu Technicznego i wykonaniu Modernizacji Zgazowarki załącznik nr 2 do niniejszej umowy, **oznaczony jako „Lista Kluczowego Personelu”**. O każdej zmianie osób wymienionych na

tej Liście Wykonawca zobowiązany jest poinformować Zamawiającego poprzez przedstawienie mu zaktualizowanej Listy.

§ 5. [Uwarunkowania Modernizacji Zgazowarki] 1. Wykonawca akceptuje fakt, że w okresie wykonywania przez niego Modernizacji Zgazowarki, na Terenie Modernizacji Zgazowarki nadal będzie czynny Zakład Przetwórstwa.

2. Wykonawca zobowiązuje się podporządkować obowiązującym w Zakładzie Przetwórstwa rygorom z zakresu bezpieczeństwa prowadzonej w tym Zakładzie działalności produkcyjnej, oraz - dostosować harmonogram i sposób prowadzenia Modernizacji Zgazowarki do określonych przez Spółkę wymogów.

3. W razie naruszenia przez Wykonawcę rygorów z zakresu bezpieczeństwa, o których mowa w ust.2, Spółka ma prawo zażądać od Wykonawcy natychmiastowego zaprzestania realizacji Modernizacji Zgazowarki do czasu spełnienia tych rygorów oraz usunięcia skutków ich naruszenia.

4. Na umotywowane żądanie Spółki, Wykonawca zobowiązany jest powstrzymać się od wykonania czynności, zakwestionowanej przez Spółkę ze względów bezpieczeństwa, do czasu uzgodnienia ze Spółką bezpiecznego sposobu wykonania tej czynności.

§ 6. [Odbiory] 1. Przedmiotem odrębnego odbioru będą: Projekt Techniczny i zmodernizowana Zgazowarka wraz z Dokumentacją Użytkową.

2. O gotowości do odbioru, Wykonawca zobowiązany jest zawiadomić Zamawiającego na piśmie. Do zawiadomienia o gotowości do odbioru Projektu Technicznego - należy dołączyć Projekt Techniczny, zaś zmodernizowanej Zgazowarki – Dokumentację Użytkową.

3. Termin odbioru wyznacza Zamawiający, nie później jednak niż w ciągu 7 dni od zawiadomienia go o gotowości do odbioru; po bezskutecznym upływie tego terminu, uprawnienie do wyznaczenia terminu odbioru przechodzi na Wykonawcę.

4. Zamawiający może odmówić przystąpienia do odbioru zmodernizowanej Zgazowarki, jeżeli Wykonawca nie wystawił deklaracji zgodności CE i oznakował jej znakiem CE.

5. Zamawiający może odmówić dokonania odbioru zmodernizowanej Zgazowarki, jeżeli:

- (1) przeprowadzone przez niego badanie Zgazowarki ujawni, że nie spełnia ona Wymaganych Parametrów Technicznych,
- (2) Zgazowarka dotknięta jest wadą powodującą jej nieprzydatność do zamierzonego użytku (wada istotna).

6. Ze sporządzonego przez strony protokołu odbioru powinno jednoznacznie wynikać, czy przedmiot odbioru został przez Zamawiającego odebrany, zaś w przypadku, w którym ujawnione zostały jego wady – szczegółowe określenie tych wad oraz termin ich usunięcia, nie być dłuższy niż 14 dni, chyba że Zamawiający wyrazi zgodę na dłuższy termin.

6. Z chwilą dokonania przez Zamawiającego odbioru (bez zastrzeżeń) zmodernizowanej Zgazowarki, na Zamawiającego przechodzą korzyści i ciężary z nią związane oraz niebezpieczeństwo jej przypadkowej utraty lub uszkodzenia.

7. W razie wątpliwości uznaje się, że Wykonawca dotrzymał – odpowiednio - Terminu Wykonania Projektu lub Terminu Wykonania Modernizacji, jeżeli przed upływem takiego Terminu zgłosił Zamawiającemu gotowość do odbioru, zaś Zamawiający dokonał tego odbioru bez zastrzeżeń.

§ 7. [Współdziałanie Zamawiającego] 1. Zamawiający zobowiązany jest współdziałać z Wykonawcą w zakresie w jakim jest to niezbędne do wykonania przez niego niniejszej umowy, oraz – udzielać mu w tym zakresie niezbędnych informacji i przekazywać potrzebne dokumenty.

2. Na umotywowane żądanie Wykonawcy, Zamawiający zobowiązany jest do zajęcia stanowiska w sprawie, od rozstrzygnięcia której uzależnione jest niezakłócone wykonywanie Modernizacji Zgazowarki.

3. Zamawiający zobowiązany jest odebrać od Wykonawcy Projekt Techniczny i zmodernizowaną Zgazowarkę, wykonane zgodnie z postanowieniami niniejszej umowy.

§ 8. [Autorskie prawa majątkowe] 1. Wykonawca zobowiązuje się przenieść na Zamawiającego wszystkie autorskie prawa majątkowe do Projektu Technicznego i Dokumentacji Użytkowej [Utwory] wraz z uprawnieniem do wykonywania praw zależnych do opracowań tych Utworów na wszelkich znanych polach eksploatacji, obejmujących w szczególności:

- (1) w zakresie utrwalania i zwielokrotniania Utworu - wytwarzanie określoną techniką egzemplarzy Utworu lub jakiegokolwiek jego części, w tym techniką drukarską, reprograficzną, zapisu magnetycznego oraz techniką cyfrową,
- (2) w zakresie obrotu oryginałem Utworu albo egzemplarzami na których Utwór utrwalono - wprowadzanie do obrotu, użyczenie lub najem oryginału albo egzemplarzy Utworu lub jakiegokolwiek jego części,
- (3) w zakresie rozpowszechnianie Utworu w inny sposób, niż to określono w pkt.(2) - publiczne wykonanie, wystawienie, wyświetlenie, odtworzenie oraz nadawanie i reemitowanie Utworu lub jakiegokolwiek jego części, a także publiczne udostępnianie Utworu lub jakiegokolwiek jego części w taki sposób, aby każdy mógł mieć do niego dostęp w miejscu i w czasie przez siebie wybranym,

2. Przejście na Zamawiającego autorskich praw majątkowych do Utworu wraz z uprawnieniem do wykonywania praw zależnych do opracowań tego Utworu, nastąpi z chwilą złożenia przez Zamawiającego oświadczenia o odebraniu Utworu w protokole odbioru – odpowiednio – Projektu Technicznego lub zmodernizowanej Zgazowarki.

3. Własność egzemplarzy Utworu przysługiwać będzie Zamawiającemu.

4. Wykonawca zapewnia Zamawiającego, że w chwili przedstawienia mu Utworu do odbioru będzie dysponował wszystkimi autorskimi prawami majątkowymi do Utworu wraz z uprawnieniem do wykonywania praw zależnych do opracowań tego Utworu. Odpowiedzialność Wykonawcy za to, że prawa, o których mowa w zdaniu poprzedzającym, rzeczywiście mu przysługują, oparta jest na zasadzie ryzyka.

5. Jeżeli osoba trzecia wystąpi do Zamawiającego z jakimkolwiek roszczeniem o naruszenie jej praw autorskich do Utworu, Wykonawca podejmie - na własny koszt - wszelkie prawem dozwolone działania mające na celu zażegnanie sporu, w razie zaś wytoczenia przez tę osobę powództwa o takie roszczenie przeciwko Zamawiającemu – przystąpi do procesu w charakterze interwenienta.

§ 9. [Wynagrodzenia Wykonawcy] 1. Zamawiający zobowiązuje się do zapłacenia Wykonawcy:

- (1) tytułem zryczałtowanego wynagrodzenia za opracowanie Projektu Technicznego oraz przeniesienie na Zamawiającego autorskich praw majątkowych do tego Projektu - kwotę
-

- [],- (słownie: []) złotych, zwiększoną o należny od niej podatek VAT [**Wynagrodzenie za Projekt**],
- (2) tytułem zryczałtowanego wynagrodzenia za wykonanie Modernizacji Zgazowarki oraz przeniesienie na Zamawiającego autorskich praw majątkowych do Dokumentacji Użytkowej – kwotę [],- (słownie: []) złotych, zwiększoną o należny od niej podatek VAT [**Wynagrodzenie za Modernizację**].
2. Wynagrodzenia, o których mowa w ust. 1, są płatne:
- (1) na podstawie dostarczonych Zamawiającemu faktur VAT,
 - (2) przelewem na wskazany w fakturze rachunek bankowy Wykonawcy, z **zastrzeżeniem**, że za datę zapłaty uznaje się dzień, w którym Zamawiający zlecił swojemu bankowi wykonanie polecenia zapłaty,
 - (3) po dokonaniu przez Zamawiającego odbioru – odpowiednio – Projektu Technicznego lub zmodernizowanej Zgazowarki, w terminie 14 dni od dostarczenia Zamawiającemu – odpowiednio - faktury VAT na Wynagrodzenie za Projekt lub faktury VAT na Wynagrodzenie za Modernizację.

§ 10. [Odpowiedzialność za szkody] Za szkody jakie mogą powstać na Terenie Modernizacji, Wykonawca ponosi odpowiedzialność na zasadzie ryzyka.

§ 11. [Podwykonawcy] Za działania i zaniechania podwykonawców, którymi Wykonawca posługuje się przy wykonywaniu niniejszej umowy, Wykonawca odpowiada jak za własne działania i zaniechania.

§ 12. [Rękojmia] W ramach odpowiedzialności z tytułu rękojmi, Wykonawca zobowiązany jest do usunięcia wady fizycznej Projektu Technicznego lub zmodernizowanej Zgazowarki w ciągu 14 dni od daty zawiadomienia go o tej wadzie przez Zamawiającego, chyba że strony uzgodniły inny termin usunięcia wady. Po bezskutecznym upływie terminu do usunięcia wady, Zamawiający ma prawo powierzyć usunięcie wady osobie trzeciej, na koszt i niebezpieczeństwo Wykonawcy.

§ 13. [Gwarancja jakości] 1. Wykonawca udziela Zamawiającemu gwarancji co do jakości zmodernizowanej Zgazowarki na okres 24 miesięcy, licząc od daty jej wydania Zamawiającemu.

2. Wykonawca zobowiązany jest do usunięcia wady fizycznej zmodernizowanej Zgazowarki w ciągu 14 dni od daty zawiadomienia go o tej wadzie, chyba że strony uzgodniły inny termin usunięcia wady. Po bezskutecznym upływie terminu do usunięcia wady, Zamawiający ma prawo powierzyć usunięcie wady osobie trzeciej, na koszt i niebezpieczeństwo Wykonawcy.

§ 14. [Kary umowne] 1. Wykonawca zobowiązany jest zapłacić Zamawiającemu następujące kary umowne:

- (1) za każdy dzień opóźnienia::
 - (a) w dotrzymaniu Terminu Wykonania Projektu lub terminu usunięcia wady fizycznej Projektu Technicznego – w wysokości 0,1% Wynagrodzenia za Projekt, nie więcej jednak niż 20% tego Wynagrodzenia,



- (b) w dotrzymaniu Terminu Wykonania Modernizacji lub terminu usunięcia wady fizycznej zmodernizowanej Zgazowarki - w wysokości 0,1% Wynagrodzenia za Modernizację, nie więcej jednak niż 20% tego Wynagrodzenia,
- (2) w razie naruszenia przez Wykonawcę rygorów z zakresu bezpieczeństwa, o których mowa w § 5 ust.2, jak również – niezastosowania się Wykonawcy do żądań Spółki, o których mowa w § 5 ust.3 i 4 – w wysokości 500 złotych za każde z tych naruszeń,
- (3) w razie odstąpienia Zamawiającego od niniejszej umowy z przyczyn dotyczących Wykonawcy – w wysokości 10% łącznego Wynagrodzenia za Projekt i Wynagrodzenia za Modernizację.
2. Zamawiający uprawniony jest do żądania od Wykonawcy odszkodowania przenoszącego wysokość kar umownych, o których mowa w ust.1.

§ 15. [Odstąpienie od umowy] 1. Z zastrzeżeniem uprawnienia Zamawiającego do odstąpienia od niniejszej umowy na podstawie innych jej postanowień, przepisów Kodeksu Cywilnego lub Prawa Zamówień Publicznych, Zamawiający może również odstąpić od umowy:

- (1) w razie zwłoki Wykonawcy::
- (a) w wykonaniu w terminie Projektu Technicznego, przekraczającej 4 tygodnie,
- (b) w wykonaniu w terminie Modernizacji Zgazowarki, przekraczającej 6 tygodni,
- (2) w razie niedostarczenia Zamawiającemu w terminie kopii polis ubezpieczeń, o których mowa w § 4 ust.1 pkt.(7).

2. Jeżeli Wykonawca wykonuje Modernizację Zgazowarki w sposób wadliwy albo sprzeczny z niniejszą umową, Zamawiający może wezwać go do zmiany sposobu wykonania i wyznaczyć mu w tym celu odpowiedni termin. Po bezskutecznym upływie wyznaczonego terminu Zamawiający może od umowy odstąpić albo powierzyć poprawienie lub dalsze wykonywanie Modernizacji Zgazowarki innej osobie, na koszt i niebezpieczeństwo Wykonawcy.

3. Niezależnie od postanowień ustępów poprzedzających, Zamawiający może odstąpić od niniejszej umowy w razie zaistnienia zmiany okoliczności, powodującej że wykonanie umowy nie leży w interesie publicznym, czego nie można było przewidzieć w chwili jej zawarcia. Zamawiający może odstąpić od umowy z tej przyczyny w terminie 30 dni od powzięcia wiadomości o powyższych okoliczności. W takim przypadku, Wykonawca może żądać wyłącznie wynagrodzenia należnego z tytułu wykonania części umowy.

4. Wykonawca może odstąpić od niniejszej umowy w razie opóźnienia Zamawiającego w zapłaceniu mu w terminie Wynagrodzenia za Projekt, przekraczającego 30 dni.

5. Prawo do odstąpienia wykonuje się poprzez pisemne oświadczenie złożone drugiej stronie.

6. W razie skorzystania przez którąkolwiek ze stron z prawa do odstąpienia od umowy, Zamawiający zachowa – odpowiednio – Projekt Techniczny oraz części zmodernizowanej Zgazowarki, zamontowane do chwili wykonania prawa odstąpienia, zaś Wykonawca – odpowiednio – zachowa otrzymane Wynagrodzenie za Projekt oraz będzie miał prawo żądać wynagrodzenia za części zmodernizowanej Zgazowarki, zamontowane do chwili wykonania prawa odstąpienia.

§ 16. [Przelew wierzytelności] Przelew przez Wykonawcę jakiegokolwiek jego wierzytelności, wynikającej lub mogącej powstać z niniejszej umowy na rzecz osoby trzeciej,

nie może nastąpić bez zgody Zamawiającego, wyrażonej – pod rygorem nieważności – na piśmie.

§ 17. [Informacje stanowiące tajemnicę stron] 1. Strony zobowiązują się wzajemnie do:

- (1) zachowania w tajemnicy przed osobami trzecimi wszelkich przekazywanych pomiędzy sobą dokumentów i informacji związanych w wykonaniu niniejszej umowy,
- (2) zastosowania wszelkich niezbędnych środków zabezpieczających dokumenty i informacje, o których mowa w pkt.(1), przed dostępem do niej osób nieupoważnionych, zaś w szczególności – do uzyskania od osób, którym będą je udostępniać w celu wykonania niniejszej umowy, zobowiązań do zachowania ich w poufności, **z zastrzeżeniem**, że ponoszą oni odpowiedzialność za niedopełnienie przez nich tych zobowiązań,
- (3) wykorzystania dokumentów i informacji, o których mowa w pkt.(1), jedynie dla celów wynikających z niniejszej umowy.

2. Z obowiązku zachowania w tajemnicy przez innymi osobami dokumentów i informacji, o których mowa w ust.1 pkt.(1), zwalnia stronę jedynie żądanie uprawnionych do tego - na podstawie przepisów prawa - organów administracji, zgoda drugiej strony oraz opublikowanie przez tę stronę dokumentów lub informacji w mediach publicznych.

3. W razie wątpliwości uznaje się, że zakresem dokumentów i informacji, o których mowa w ust.1 pkt.(1), objęte są wszelkie dokumenty i informacje, niezależnie od sposobu ich utrwalenia oraz przekazania drugiej stronie.

§ 18. [Składanie oświadczeń] 1. Jeżeli nic innego nie wynika z pozostałych postanowień niniejszej umowy, wszelkie oświadczenia i zawiadomienia, związane z wykonaniem niniejszej umowy, będą przekazywane drugiej stronie – za potwierdzeniem odbioru - listami poleconymi, pocztą kurierską, pocztą elektroniczną lub wręczane jej osobiście. Oświadczenie lub zawiadomienie wysłane pocztą elektroniczną stanie się skuteczne, jeżeli druga strona – w tej samej formie - potwierdziła jego otrzymanie.

2. Do składania i przyjmowania oświadczeń oraz zawiadomień związanych z wykonaniem niniejszej umowy upoważnieni są:

- ze strony Zamawiającego – Piotr Lampart, Stanisław Gumkowski, Jacek Żabski,
- ze strony Wykonawcy - [];

z zastrzeżeniem uprawnienia każdej ze stron do zmiany osoby, którą upoważniła; zmiana taka jest skuteczna z chwilą zawiadomienia o niej drugiej strony.

§ 19. [Postanowienia końcowe] 1. W sprawach nie unormowanych w niniejszej umowie stosuje się przepisy Kodeksu Cywilnego i Prawa Zamówień Publicznych.

2. Spory, jakie mogą z tej umowy wyniknąć będą rozstrzygane przez sąd rzeczowo właściwy dla Miasta Gdańska.

3. Załącznikami do niniejszej umowy są:

- (1) Rozszerzone Propozycje Modernizacyjne Układu Zgazowania, Kogeneracji i Suszenia Biomasy” (załącznik nr 1).
- (2) Lista Kluczowego Personelu (załącznik nr 2).

4. Zmiana niniejszej umowy wymaga zachowania formy pisemnej pod rygorem nieważności.

5. Umowa niniejsza została sporządzona w dwóch jednobrzmiących egzemplarzach, po jednym dla każdej ze stron.

Zamawiający:

Wykonawca:



Załącznik nr. 1 do umowy

Rozszerzone propozycje modernizacyjne układu zgazowania, kogeneracji i suszenia biomasy dla Zakładów Przetwórstwa Biomasy EMG sp. z o.o. w Szepietowie.

Streszczenie

Niniejsza koncepcja zawiera propozycje:

1. w ramach programu strategicznego NCBiR

- **modernizacji układu zgazowania biomasy w celu zwiększenia wartości kalorycznej syngazu do 8 MJ/ m³ i uzyskania trwałej mocy cieplnej zgazowarki 4.5 MWc,**
- **instalacji układu oczyszczania syngazu o wydajności 500 Nm³/h,**
- **instalacji układu kogeneracyjnego zasilanego syngazem o mocy elektrycznej 0.35 MW,**
- **budowy układu podsuszania zrębków ciepłem odpadowym z silnika o mocy cieplnej 0.6MWc,**

2. w ramach programu modernizacji zakładu EMG

- **instalacji wymiennika spaliny-powietrze dla suszarni biomasy o mocy wyjściowej 3 MWc,**
- **możliwość zabudowy nowego układu do suszenia biomasy**



PROGRAM STRATEGICZNY NCBiR: Zaawansowane technologie pozyskiwania energii
Zadanie 4. OPRACOWANIE ZINTEGROWANYCH TECHNOLOGII WYTWARZANIA PALIW I ENERGII Z
BIOMASY, ODPADÓW ROLNICZYCH I INNYCH

Opr. IMP PAN 123/2012

Wprowadzenie

W niniejszym opracowaniu przedstawiono **proponowane modernizacyjne układy zgazowania, kogeneracji i suszenia** dla zakładów przetwórstwa biomasy w Szepietowie przewidzianą do realizacji w ramach programu strategicznego NCBiR. Propozycje te obejmują:

- **modernizację układu zgazowania biomasy w celu zwiększenia wartości kalorycznej syngazu do 8 MJ/ m³ i zwiększenia mocy cieplnej zgazowarki con. do 4.5 MWc,**
- **instalację układu oczyszczania syngazu o wydajności 500 Nm³/h,**
- **instalację układu kogeneracyjnego zasilanego syngazem o mocy elektrycznej 0.35 MW,**
- **budowę układu podsuszania zrębków ciepłem odpadowym z silnika o mocy cieplnej 0.6MWc.**

Równolegle do powyższych prac proponujemy modernizację układu suszenia biomasy która przewiduje się budowę:

- **instalację wymiennika spaliny-powietrze dla suszarni trocin o mocy wyjściowej 3 MWc,**
- **modernizacja układu suszarnianego o wydajności wysuszonej biomasy 6Mg/h.**

Układ ten pozwoli na pełne zagospodarowanie mocy cieplnej zmodernizowanej zgazowarki.

Niniejsza koncepcja powstała w wyniku analizy istniejącego układu suszarnianego EMG sp. z o.o. przeprowadzonej pod kątem możliwości realizacji celów określonych wcześniej w programie strategicznym, tzn. modernizacji obecnie funkcjonującego układu zgazowania i włączenia do układu instalacji oczyszczania syngazu o wydajności 500 Nm³/h oraz instalacji kogeneracyjnej z silnikiem spalinowym zasilanym syngazem o mocy elektrycznej 0.35 MW. W przeprowadzonej analizie wykorzystano wyniki badań eksperymentalnych na istniejącej instalacji, opisane w pracy Gumkowski S., Klein M., Misiuk S., 2011, Opomiarowanie i bilans energetyczny instalacji do produkcji peletów pracującej w sp. Ekologiczne Materiały Grzewcze sp. z o.o. w Szepietowie, Opr IMP PAN 992/2011, a także opierano się na relacjach kierownictwa i obsługi zakładu z funkcjonowania poszczególnych elementów instalacji.

W trakcie pomiarów zmierzono m.in.

- skład syngazu i jego wartość opałową,
- skład spalin,
- temperaturę i natężenie przepływu spalin za komorą spalania,
- temperaturę i natężenie przepływu mieszaniny spaliny/powietrze/trociny przed wlotem do suszarni oraz przed cyklonami.

Na podstawie wyników pomiarów uśrednionych w czasie określono średnią wartość opałową syngazu na poziomie 2.63 MJ/ m³ (jest to bardzo niska wartość, za niska dla stabilnej pracy silnika spalinowego). Średnie natężenie objętościowe strumienia spalin określono na poziomie 8560 m³/h, masowe natężenia przepływu – 4460 kg/h, średnia temperatura spalin wynosiła 420°C. Moc cieplną spalin określono na poziomie 0.58 MW. W czasie zmiany trwającej 12 godzin zakład wyprodukował 39 ton peletów (o wilgotności 18%) co daje

produkcję na poziomie 3.25 Mg/h. Doprowadzona moc cieplna pozwala na odparowanie ok. 0.43 Mg/h wody z trocin i obniżenie wilgotności trocin o ok. 25% do 18%.

Jak widać moc cieplna układu zgazowania jest daleka od nominalnej przyjmowanej na poziomie 3-5 MW. Zwiększenie mocy zgazowarki jest możliwe poprzez zwiększenie wsadu zrębków oraz poprzez podniesienie ich kaloryczności. Zwiększenie kaloryczności syngazu jest możliwe poprzez zmianę procesu technologicznego, głównie dostarczanie pary wodnej w procesie zgazowania. Z drugiej jednak strony wydajność całej instalacji ograniczona jest poprzez suszarnię przepływową. Wydatek wentylatora tłoczącego na tablicy znamionowej określony jest jako 25600 m³/h dla powietrza. Obecne natężenie objętościowe strumienia spalin przed wsepem trocin, jak już wspomniano, wynosi co prawda 8560 m³/h lecz dalsze zwiększenie wydatku tłoczenia mieszany spaliny/powietrze/trociny wydaje się ryzykowne, gdyż już przy obecnym wydatku układ przepływowy wentylatora nadaje się praktycznie do wymiany po każdym miesięcznym cyklu pracy instalacji. Ponadto zwiększenie natężenia przepływu mieszaniny spaliny/powietrze/trociny zwiększa ryzyko funkcjonowania kolumn suszarnianych, gdyż zdarza się, urządzenie dostarczające trociny do zbiornika zgarniają małe kamienie lub szkiełka, które mogą powodować powstanie iskry w kolanach kolumn suszarnianych.

Reasumując, z jednej strony możliwe jest zwiększenie mocy cieplnej zgazowarki i zwiększenie kaloryczności syngazu, z drugiej natomiast strony zwiększenie wydajności istniejącej instalacji suszarnianej jest bardzo ryzykowne. Przewiduje się poprawę bezpieczeństwa instalacji poprzez implementację wymiennika spaliny-powietrze i suszenie trocin w powietrzu. Pozwoli to bowiem na wyeliminowanie ze strumienia suszącego niedopalonych drobin (iskier). Należy jednak pamiętać, że sama mieszanina powietrzno-trocinowa jest już niebezpieczna. Nie można wykluczyć obecności drobnych kamyków, które mogą także iskrzyć w kontakcie ze ścianką w zakolach układu przepływowego suszarni. W związku z powyższym nie jest rekomendowane zwiększenie mocy cieplnej istniejącej suszarni nawet w przypadku zainstalowania wymiennika spalinowo-powietrznego.

Dla wykorzystania potencjału tkwiącego w układzie zgazowania proponuje się w pierwszym etapie wykorzystanie strumienia syngazu o wydajności 500 m³/h do zasilania silnika spalinowego kogeneracyjnego, natomiast ciepło odpadowe spalin zostanie wykorzystane do podsuszania zrębków dostarczanych do zgazowarki. Dzięki podsuszeniu nastąpi wzrost kaloryczności paliwa i poprawa warunków pracy zgazowarki. Wzrost kaloryczności oraz modernizacja zgazowarki spowodują zwiększenia mocy cieplnej zgazowarki do wartości 4.5 MWc. Pozostała część strumienia syngazu zostanie skierowana do komory spalania. Za komorą spalania przewiduje się instalację wymiennika spaliny-powietrze. W ramach modernizacji zakłada się wymianę istniejącej suszarni nową suszarnią o wydajności ok. 6 Mg/h. Decyzję w kwestii tego etapu modernizacji można podjąć po zakończeniu i ocenie rezultatów pierwszego etapu modernizacji.

Na rys. W.1 przedstawiono schemat proponowanego układu zgazowania, kogeneracji i suszenia biomasy. Zastosowano rozdział strumienia syngazu ze zgazowarki na dwa strumienie. – pierwszy strumień syngazu o wydajności 500 m³/h i o mocy cieplnej ok. 1.1 MW, który po oczyszczeniu zasila proponowany układ kogeneracyjny o mocy elektrycznej 0.35 MWe. Ciepło odpadowe z silnika (0.35 MWc w spalinach oraz 0.25 MWc z układu chłodzenia) zasila proponowany układ podsuszania zrębków drewnianych kierowanych następnie do zgazowarki.

Drugi strumień syngazu to strumień mocy cieplnej ok. 3.4 MW w przypadku, gdy moc zgazowarki osiąga wartość 4.5 MWc. Strumień ten trafia do komory spalania. Za komorą spalania rozważa się instalację wymiennika spaliny-powietrze o sprawności ok. 88%. Strumień gorącego powietrza będzie miał więc moc 3 MWc. W takim przypadku istnieje możliwość osuszenia trocin na poziomie 6 Mg/h (masy osuszonej).

Jak wspomniano, w dalszej perspektywie (w drugim etapie modernizacji) przewiduje się możliwość uruchomienia nowej suszarni.



1. Modernizacja istniejącej zgazowarki.

1.1. Opis pracy zgazowarki

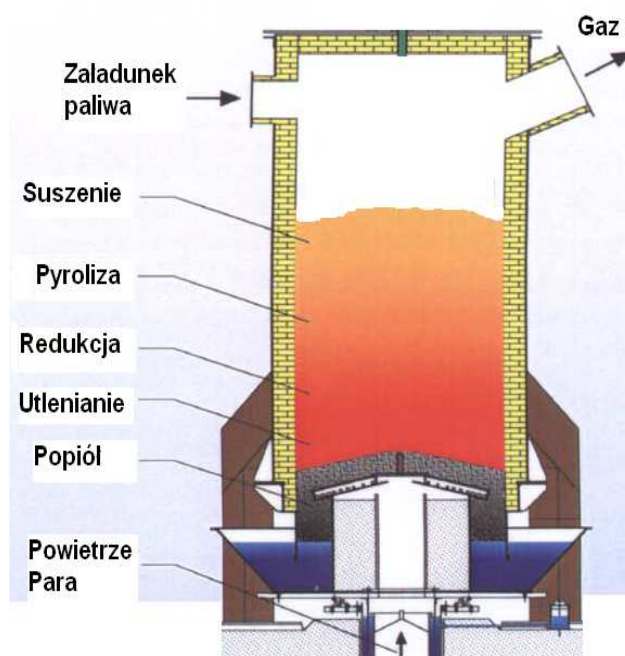
Zgazowanie paliw stałych to proces mający na celu przemianę węgla pierwiastkowego zawartego w surowcu stałym na produkty gazowe. Głównymi składnikami powstałego gazu jest tlenek węgla, wodór oraz metan powodując, że gaz ten jest palny. W przyjętym rozwiązaniu czynnikiem zgazowującym jest powietrze. Proces zgazowania zachodzi w wysokich temperaturach (do ok. 1200 °C).

Doprowadzone do aparatu paliwo podczas przechodzenia w dół reaktora podlega procesom suszenia, pirolizy, spalania oraz zgazowania karbonizatu. Proces suszenia i pirolizy polega na odparowaniu ze zgazowywanego paliwa części lotnych. Na tym etapie następuje największy ubytek masy paliwa. Pozostałością jest karbonizat, czyli zwęglony wsad. Odparowane części lotne oraz karbonizat podlegają spalaniu podczas reakcji z dostarczonym tlenem (pochodzącym z powietrza). W wyniku tych reakcji powstaje tlenek i dwutlenek węgla oraz wytwarzana jest energia cieplna, konieczna dla procesu zgazowania. Karbonizat wchodzi w reakcje (zwaną zgazowaniem) z dwutlenkiem węgla i parą wodną, której efektem jest powstawanie tlenku węgla oraz wodoru. Substancje te stanowią palny gaz, który jest nośnikiem energii odzyskiwanej w dalszym etapie ciągu technologicznego. Oprócz najważniejszych substancji, czyli tlenku węgla oraz wodoru powstaje szereg substancji pobocznych. Skład typowego gazu przedstawiono w tab. 1.1.

Substancja	CO	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₂	O ₂	CO ₂	N ₂
Zawartość [%]	20	8	4	4	5	4	55

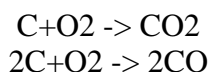
Tab. 1.1. Skład syngazu

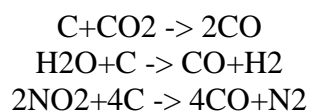
Generowany w trakcie procesu gaz, odprowadzany jest z górnej części reaktora. Popiół przechodzi do części dolnej reaktora i poprzez zespół usuwania popiołów wyprowadzany jest na zewnątrz aparatu.



Rys. 1.1. Schemat procesu zgazowania

Najważniejsze cykle reakcji zachodzących w komorze zgazowania przedstawiono poniżej:





Proces zgazowania jest procesem wielostopniowym. W pierwszym etapie utrzymujemy temperaturę do 600 °C a bezpośrednio w miejscu doprowadzania powietrza do reaktora 800 °C. W takich warunkach temperaturowych a jednocześnie przy dużym niedoborze powietrza i wydzielającej się parze wodnej następuje zgazowanie drewna i powstałego węgla. Zasadniczym elementem procesu jest utrzymywanie warstwy reakcyjnej o grubości około 100 cm, w której górna warstwa składa się ze świeżego materiału poddawanego zgazowaniu w warstwie środkowej jest skarbonizowany materiał w temperaturze od 600 °C do 800 °C a w dolnej warstwie popiół. Powietrze i para podawana od dołu powoduje w dolnej części warstwy energiczną redukcję węgla do CO i pary wodnej do wodoru. Obecność tych dwóch czynników pozwala na kontrolowanie temperatur w strefie reakcji i nie dopuszczanie obszarów zbyt wysokiej temperatury. W zależności od wilgotności podawanego surowca dozujemy od 0.5 do 1 m³ powietrza na kg materiału poddawanego zgazowaniu. W takich warunkach następuje intensywne odgazowanie podawanego materiału i pozostałego węgla. Powstaje mieszanina gazu powietrznego i wodnego. W przypadku jeżeli surowcem dozowanym będzie drewno z urządzenia wyprowadzany jest gaz o temperaturze 500-700 °C.

1.2. Wyniki badań gazu ze zgazowania drewna dla podobnych instalacji

W roku 2006 badano proces zgazowania w zgazowarce. Podczas badań zgazowarka zasilana była paliwem składającym się w ~50% z pokruszonych płyt wiórowych i ~50% z rozdrobnionych gałęzi wierzbowych. Właściwości paliwa podano w poniższej tabeli

		Płyta wiórowa rozdrobniona	Gałęzie wierzbowe rozdrobnione
Wilgoć całkowita	%	7.88	26.13
Popiół	%	0.82	0.97
Substancja palna	%	91.3	72.9
Ciepło spalania	kJ/kg	17176	15179

Tab. 1.2. Właściwości paliwa.

Podczas badań mierzono skład gazu ze zgazowarki, skład spalin za palnikiem oraz temperatury w zgazowarce. Gaz do analizy pobierany był z kolektora łączącego zgazowarkę z palnikiem. Pobrany gaz był najpierw schładzany w chłodnicy wodnej a następnie oczyszczany ze smół i części stałych w zestawie płuczek wypełnionych izopropanolem i doprowadzany do trzy kolumnowego chromatografu gazowego. Rozpuszczone w alkoholu smoły po oddestylowaniu rozpuszczalnika podlegały dalszym badaniom.

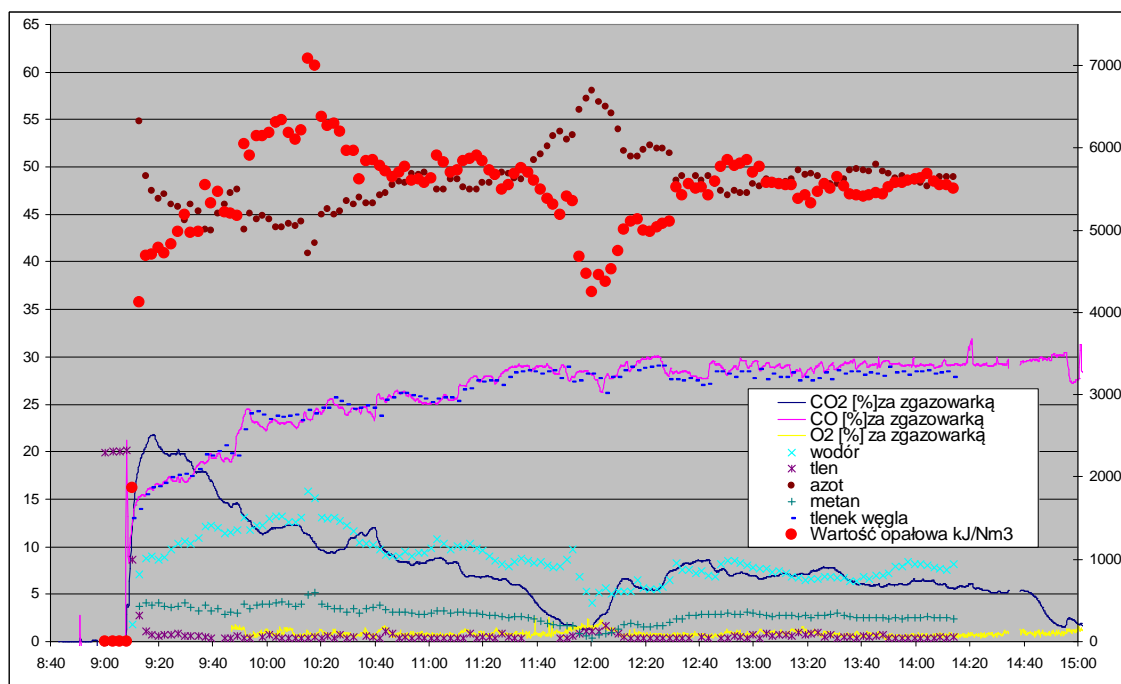
Spaliny do analizy pobierano z kanału łączącego kocioł z kominem. Pobrane spaliny były oczyszczane i schładzane w celu usunięcia wilgoci w urządzeniu do przygotowania spalin i dostarczane do zestawu analizatorów gazu. Temperatury w zgazowarce mierzono termoparami zamontowanymi w dolnej środkowej i górnej części zgazowarki.

Wyniki pomiarów zamieszczono w tabelach i na rysunkach poniżej.

	czas	H2	CO	CH4	CO2	C2H6	C3H8	O2	N2	Suma	Wartość opałowa
		%	%	%	%	%	%	%	%		[kJ/Nm ³]
1	09:53:27	5.81	17.09	1.27	2.95	0.054	0.003	7.33	64.05	98.57	3240.43
2	09:57:05	7.12	22.20	1.69	4.90	0.085	0.008	2.87	59.16	98.02	4174.02
3	10:00:38	6.70	22.98	1.62	5.83	0.087	0.010	1.43	59.76	98.42	4203.77
4	10:04:14	6.09	21.55	1.59	6.61	0.079	0.012	1.01	61.40	98.34	3948.22
5	10:07:50	8.13	23.95	2.39	7.35	0.088	0.012	0.93	55.05	97.90	4753.74
6	10:11:24	8.20	26.16	2.12	6.82	0.098	0.013	0.93	53.15	97.50	4947.82
7	10:15:04	8.48	27.49	1.98	6.33	0.104	0.013	0.92	52.31	97.63	5093.52
8	11:09:35	6.74	17.61	1.71	4.87	0.080	0.012	7.27	59.50	97.78	3561.40
9	11:13:09	8.44	22.35	2.05	5.93	0.123	0.017	4.28	54.41	97.60	4464.66
10	11:16:45	8.74	23.25	2.00	6.11	0.134	0.021	3.74	53.55	97.54	4594.04
11	11:20:18	9.45	21.62	1.94	5.99	0.129	0.024	4.42	54.43	97.99	4441.02
12	11:23:52	9.66	26.33	2.23	6.95	0.154	0.031	1.98	50.27	97.62	5165.07
13	11:27:27	9.59	27.74	2.11	6.78	0.154	0.032	1.08	50.17	97.66	5292.34
14	11:31:12	9.95	29.12	2.46	6.15	0.172	0.034	0.71	49.34	97.93	5631.12

Tab. 1.3. Skład gazu suchego ze zgazowarki

Uwaga: W kolumnie „suma” wartości nie sumują się do 100% ponieważ chromatograf nie mierzył wszystkich składników gazu (wyższe węglowodory, reszta wody, nieznaczące ilości izopropanolu z płuczek itp.)

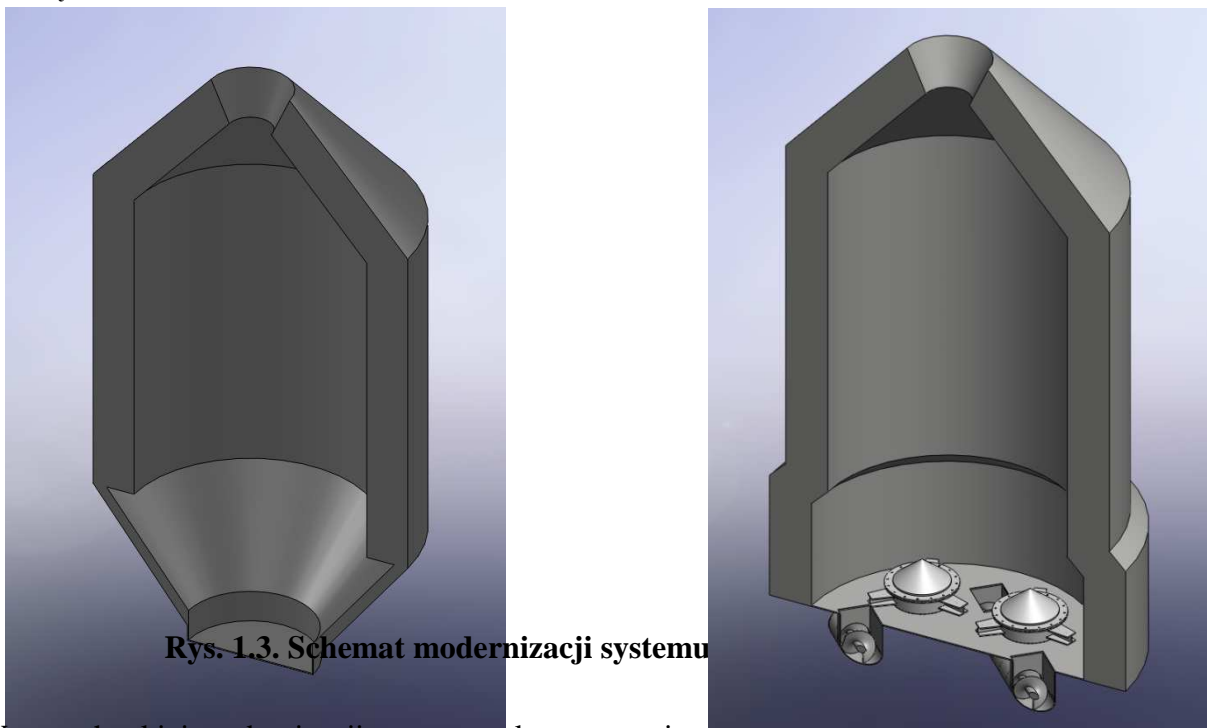


Rys. 1.2. Skład gazu za zgazowarką podczas badań.

1.3. Modernizacja zgazowarki

Zgazowarka zainstalowana w Szepietowie jest to wersja EKOD IV z dnem stożkowym wyposażona w wygarniacz zgrzeblowy. Taka konstrukcja zgazowarki pozwala na ciągłe usuwanie popiołu w przypadku zgazowania czystej zrębki leśnej, nieposiadającej wtrąceń mineralnych. Wtrącenia mineralna powodują silne zużłowanie złoża, co w konsekwencji powoduje zalewanie się otworu wygarniacza. Proces taki blokuje możliwość bieżącego usuwania popiołu co prowadzi do nadmiernego gromadzenia się żużla w Zgazowarce. Ponieważ w procesie zgazowania bardzo istotne jest odpowiednie dozowanie powietrza w kolejnych warstwach procesu, a nadmiar żużla powoduje zatykanie się dysz powietrznych,

dlatego w pierwszej fazie proces zgazowania ulega zakłóceniu a w kolejnej fazie dochodzi do całkowitego zablokowania możliwości dozowania powietrza i zatrzymania procesu. Jednocześnie nagromadzony żużel tworzy mocno zbryloną warstwę trudną do usunięcia. Ponieważ biomasa stosowana obecnie w Zgazowarce zawiera wtrącenia mineralne, dlatego proponujemy modernizację dna na konstrukcję walcową ze zwiększoną średnicą. Jednocześnie proponujemy zmianę systemu wygarniania popiołu na rozwiązanie w wygarniaczach obrotowych wyposażonych w dysze powietrze oraz w dalszej kolejności, wygarniacze ślimakowe. Wygarniacze obrotowe wyposażone w dysze powietrzne umożliwiają uzyskanie równomiernego rozkładu powietrze pod warstwą zgazowania, co stabilizuje cały proces. Jest to sprawdzona konstrukcja, którą ostatnio zastosowaliśmy w projekcie zgazowania pierza w Olsztynie. Poniżej prezentujemy rysunek poglądowy takiego rozwiązania:



Rys. 1.3. Schemat modernizacji systemu

W ramach takiej modernizacji zostaną wykonane poniższe prace:

- Wycięcie dna Zgazowarki i jego poszerzenie
- Zmiana konstrukcji posadowienia Zgazowarki umożliwiające zainstalowanie poszerzonego dna
- Zainstalowanie nowego dna walcowego
- Wykonanie nowej wymurówki dla nowej części
- Zainstalowanie nowych wygarniaczy obrotowych wyposażonych w dysze powietrza pierwotnego - 4 szt.
- Zainstalowanie napędów wygarniaczy – 2 szt.
- Zainstalowanie wygarniacza zgrzeblowego – 1 szt.
- Zainstalowanie nowego układu powietrza pierwotnego z nowym wentylatorem o konstrukcji przeciwwybuchowej oraz systemu wyrównującego ciśnienie do wygarniaczy.

- Zainstalowanie nowego układu powietrza wtórnego z nowym wentylatorem o konstrukcji przeciwybuchowej oraz systemu wyrównującego ciśnienie do trzech stref dysz w pierścieniu górnym.

Nowa konstrukcja zespołu wygarniającego:

Zespół dysz dolnych i odbioru popiołu składa się ze walcowego korpusu mocowanego kołnierzo do części dolnej oraz mechanizmu obrotowego realizującego dystrybucję powietrza do dysz dolnych i wygarnianie popiołu. Napęd mechanizmu obrotowego realizowany jest przez dwustopniowy zespół przekładni ślimakowych (motoreduktor + reduktor).

Parametry techniczne komory zgazowania:

Średnica wewnętrzna	ok. 2,2 m	
Wysokość	ok. 7 m	
Moc cieplna (zależy od kaloryczności paliwa)	4.5 MW	3 MW
Zużycie paliwa	ok. 1.1 t/h	ok. 1.1 t/h
Zakładana kaloryczność paliwa	ok. 15 GJ/t	ok. 10 GJ/t
Zakładana wilgotność paliwa	ok. 20%	ok. 40-50%
Czynnik zgazowujący	gorące powietrze (o podwyższonej zawartości tlenu) oraz para wodna	
Kaloryczności gazu	ok. 8 MJ/m ³	ok. 4-6 MJ/m ³

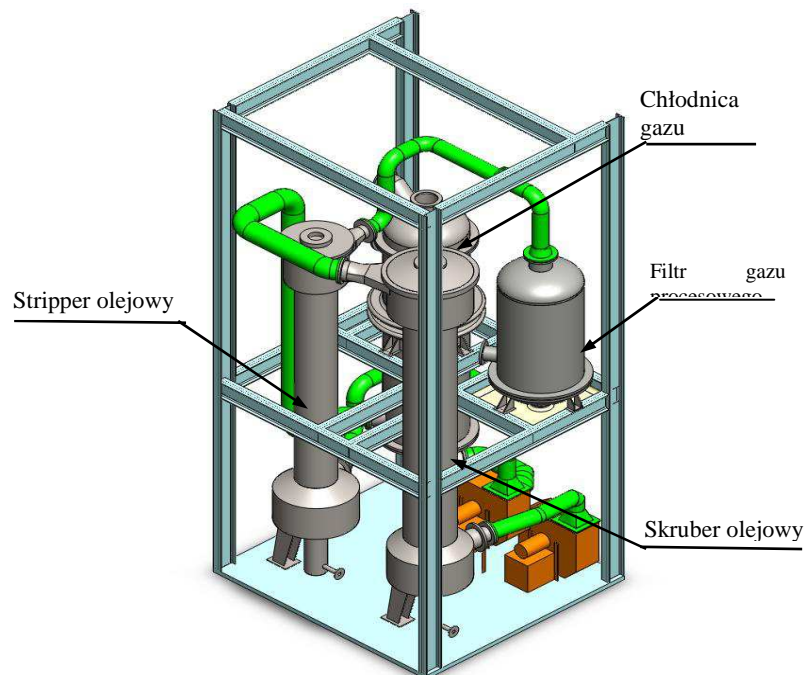
1.4. Przystosowanie zgazowarki do pracy testowej z nowym układem czyszczenia gazu

Zgazowarka zainstalowana w Szepietowie jest obecnie wyposażona w układy umożliwiające produkcję gazu, który po całkowitym spaleniu i wymieszeniu z powietrzem jest kierowany do procesu suszarniczego. Takie rozwiązanie nie narzuca konieczności produkcji gazu o możliwie wysokiej kaloryczności co jest wymagane w przypadku zastosowania takiego gazu do napędu silnika gazowego. Produkcja „bogatszego” gazu możliwa jest poprzez podanie pary wodnej oraz wzbogaconego w tlen powietrza do strefy zgazowania gdzie nastąpi endotermiczna reakcja rozpadu cząstki wody na tlen i wodór. Dlatego w powiązaniu z modernizacją układu powietrza pierwotnego proponujemy zastosowanie układu do nawilżania powietrza pierwotnego oraz układu natleniania. Dodatkowo w celu lepszej wizualizacji procesu proponujemy dodatkowe opomiarowanie Zgazowarki oraz wykonanie dodatkowych przyłączy do nowej testowej instalacji czyszczenia gazu.

2. Instalacja oczyszczania syngazu

Układ czyszczenia gazu składa się z 4 aparatów: chłodnicy gazu procesowego, skrubera, kolumny strippingowej i filtru gazu procesowego. Wszystkie te urządzenia zostały zabudowane w konstrukcji stalowej, tzw. etażerze, w celu ułatwienia transportu i ograniczenia zajmowanego miejsca. Gaz ze zgazowania drewna transportowany jest rurociągiem do wymiennika ciepła, gdzie w układzie przeciwprądowym, jest schładzany do zadanej temperatury. Następnie jest podawany do skrubera, gdzie związki smoły są wmywane przez olej. Tak oczyszczony gaz ze skrubera przechodzi do filtru dokładnego, gdzie jest oczyszczany na złożu z węgla aktywnego. Dalej transportowany jest on do silnika bądź zwracany do komory spalania. Wydajność układu:

Przepływ gazu procesowego	500 Nm ³ /h
Przepływ powietrza	2000 Nm ³ /h
Przepływ oleju	3600 l/h



Rys. 2.1. Układ oczyszczania gazu

3. Układ kogeneracyjny

Na rys. W.1 przedstawiono schemat proponowanego układu zgazowania, kogeneracji i suszenia biomasy. Zastosowano rozdział strumienia syngazu ze zgazowarki na dwa strumienie – pierwszy strumień o mocy cieplnej ok. 3.4 MW strumień, który trafia do komory spalania oraz drugi strumień syngazu o wydajności 500 m³/h i o mocy cieplnej ok. 1.1 MW, który po oczyszczeniu zasila proponowany układ kogeneracyjny o mocy elektrycznej 0.35 MWe. Ciepło odpadowe z silnika (0.35 MWc w spalinach oraz 0.25 MWc z układu chłodzenia) zasila proponowany układ podsuszania zrębków drewnianych kierowanych następnie do zgazowarki.

Proponuje się instalację układu kogeneracyjnego na silniku spalinowym spalającym oczyszczony syngaz. Układ będzie produkował energię elektryczną, a ciepło odpadowe zostanie wykorzystane do celów suszenia biomasy. Na przychody ze sprzedaży energii elektrycznej składać się będą przychody ze sprzedaży energii elektrycznej – 200 zł/ MWh oraz przychody ze sprzedaży świadectw pochodzenia. Za produkcję energii elektrycznej z biomasy zakład będzie pozyskiwał świadectwa pochodzenia koloru zielonego. Wartość zielonych certyfikatów kształtuje się obecnie na poziomie 275 zł za każdą MWh wyprodukowanej energii elektrycznej. Za produkcję energii elektrycznej w wysokosprawnej kogeneracji zakład będzie pozyskiwał świadectwa pochodzenia koloru żółtego (za kogenerację w źródle o mocy do 1 MW), których wartość kształtuje się obecnie na poziomie 125 zł za każdą MWh energii elektrycznej.

Przyjmuje się, że oczyszczony syngaz podawany do silnika będzie posiadał wartość kaloryczną na poziomie 8MJ/m³. Skład syngazu generowanego ze zgazowarki przeciwprądowej oraz wymagania silnika spalinowego odnośnie czystości gazu określają poniższe tabele.

Tab. 3.1. Skład syngazu generowanego ze zgazowarki przeciwprądowej

Substancja	CO	H ₂	CH ₄	H ₂ O	CO ₂	N ₂
%	15-30	10-14	2-3	8-10	8-10	reszt a

Tab.3.2. Wymagania czystości gazu dla silnika spalinowego

		Silnik gazowy
Ilość cząstek	mg/Nm ³	< 50
Rozmiar cząstek	□m	< 10
Smoły	mg/Nm ³	< 50-100

Moc silnika jest dostosowana do wydajności instalacji oczyszczania syngazu. Przy wydajności 500 m³/h proponuje się zainstalowanie silnika o mocy elektrycznej 0.35 MW. Silniki spalinowe charakteryzują się wysoką sprawnością przetwarzania energii zawartej w paliwie na energię mechaniczną i dalej elektryczną. Energia mechaniczna zamieniana jest na energię elektryczną w generatorze. Standardowy silnik spalinowy w umiarkowanej cenie opalany gazem ziemnym ma sprawność produkcji energii mechanicznej od 37% do ponad

42%. Jest to sprawność wyższa o co najmniej kilka punktów procentowych od sprawności turbin gazowych. Sprawności silników zasilanych gazami niskokalorycznymi są niższe, ale można oczekiwać, że kształtują się na poziomie 30-35%. Dzięki zagospodarowaniu ciepła odpadowego z układu chłodzenia oraz ciepła spalin, sprawność ogólna układu kogeneracyjnego sięga nawet 85% i powyżej.

Przewiduje się następujący szacunkowy rozdział mocy w silniku:

- moc w paliwie ok. 1.11 MW przy wartości kalorycznej syngazu 8 MJ/m^3 ,
- moc elektryczna 0.35 MW,
- moc cieplna dostępna w spalinach - 0.35 MW,
- moc cieplna dostępna w układzie chłodzenia – 0.25 MW.

Układ kogeneracyjny na silniku spalinowym dostarczany jest przez dostawcę urządzeń jako gotowy do zabudowy stacjonarnej w specjalnym pomieszczeniu (maszynowni) lub w kompletnej mobilnej zabudowie kontenerowej. Kontenery mają dźwiękochłonne ściany i są akustycznie wyciszone do wymaganego poziomu hałasu. Kontenery posiadają znormalizowane wymiary i nadają się do transportu samochodowego, kolejowego lub morskiego.

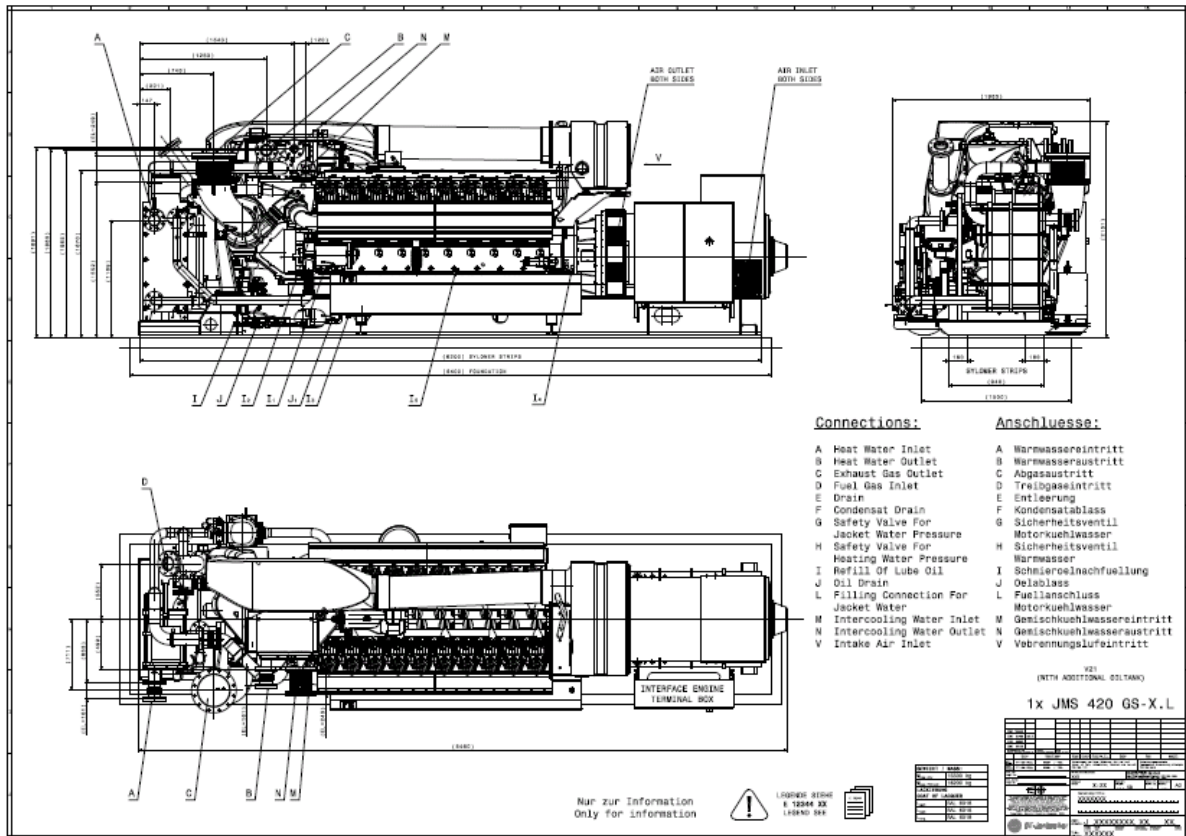
Na rynku dostępne są silniki spalające syngaz, aczkolwiek oferta jest nie jest zbyt szeroka, szczególnie jeśli chodzi o urządzenia wysokiej klasy.

Na „górnym półce” znajdują się silniki GE Jenbacher type 3, które dostępne są jako jednostki generacyjne i kogeneracyjne, dostarczane w dźwiękochłonnej zabudowie kontenerowej. Jednostka o nazwie J312 GS (rys. 3.2, 3.3) ma następującą specyfikację techniczną:

- moc ok. 350kW (syngaz),
- napięcie 400V,
- prędkość obrotowa 1500rpm,
- liczba cylindrów 12,
- konfiguracja V 70° ,
- średnica /skok tłoka 135 / 170 mm.



Rys. 3.2. Widok jednostki generacyjnej GE Jenbacher type 3.



Rys. 3.3. Schemat kogeneracyjnego silnika spalinowego gazowego typu Jenbacher

Urządzeniem niższej klasy jest silnik spalinowy na syngaz z generatorem firmy Shandong Lvhuan Power Equipment (rys. 3.3). Jednostka o nazwie LVHUAN LH-12v190 ma następującą specyfikację techniczną:

- moc 350kW (syngaz),
- napięcie 400V,
- prędkość obrotowa 1500rpm,
- liczba cylindrów 12,
- średnica /skok tłoka 190/210 mm.

Jednostka ta posiada gwarancję do 1 roku lub tylko 1500 godzin pracy, lecz jej cena jest o rząd wielkości niższa niż silnika Jenbachera.



Rys. 3.3. Widok jednostki generacyjnej Shandong Lvhuan LH-12v190.

Urządzenia z „górnjej półki” są znacznie droższe niż odpowiednie silniki tej mocy zasilane gazem ziemnym. Istnieje jednakże możliwość zakupu silnika gazowego (na gaz ziemny) i dostosowanie go w ciągu kilku tygodni do pracy na syngazie przez wyspecjalizowane firmy polskie.

Ciepło spalin z silnika wykorzystane zostanie do suszenia trocin, ciepło z układu chłodzenia dostarczone zostanie do wstępnego osuszenia zrębków drewnianych, którymi zasilana będzie zgazowarka.



		GAZ-0100		POW	GAZ-GOR	POW2	SPAL-SU	SPAL-MOK	DRE-MOKR	DRE-SUCH
From	To	SILNIK	SILNIK	SILNIK	CHLODN	CHLODN	DRY-FLSH	DRY-FLSH	DRY-REAC	DRY-FLSH
Substream: ALL										
Mass Flow	KG/HR	2454,53	3836,131	6290,662	0	6290,662	6651,367	876	515,2941	
Mass Enthalpy	KJ/HR	-1,04E+07	-96922,24	-1,05E+07	0	-2,29E+07	-2,87E+07	-9,44E+06	-3,67E+06	
MASSFLOW										
H2O	KG/HR	179,6523	0	538,9592		538,9592	899,6648	0	0	
CO2	KG/HR	438,8774	0	1887,172		1887,172	1887,172	0	0	
N2	KG/HR	921,8809	2942,631	3864,512		3864,512	3864,512	0	0	
CO	KG/HR	837,9814	0	0		0	0	0	0	
H2	KG/HR	28,14404	0	0		0	0	0	0	
CH4	KG/HR	47,9948	0	0		0	0	0	0	
O2	KG/HR	0	893,5002	0,0192155		0,0192155	0,0192155	0	0	
DREWNO	KG/HR	0	0	0		0	0	876	515,2941	
VOLFLMX	CUM/HR	2050	3019,744	34660,43		8290,746	6428,706	0,6960144	0,4094202	
MASSVFRA		0,9301896	1	1		1	1	0	0	
MASSSFRA		0	0	0		0	0	1	1	
RHOMX	KG/CUM	1,197332	1,27035	0,1814941		0,7587571	1,034635	1258,595	1258,595	
TEMP	C	0	0	1704,909		200	61,90254	25	61,90254	
PRES	BAR	1	1	1		1	1	1	1	
Substream: MIXED										
Phase:		Mixed	Vapor	Vapor	Missing	Vapor	Vapor	Missing	Missing	
Component Mole Flow										
H2O	KMOL/HR	9,97226	0	29,91678	0	29,91678	49,93899	0	0	
CO2	KMOL/HR	9,97226	0	42,88072	0	42,88072	42,88072	0	0	
N2	KMOL/HR	32,90846	105,0434	137,9519	0	137,9519	137,9519	0	0	
CO	KMOL/HR	29,91678	0	0	0	0	0	0	0	
H2	KMOL/HR	13,96116	0	0	0	0	0	0	0	
CH4	KMOL/HR	2,991678	0	0	0	0	0	0	0	
O2	KMOL/HR	0	27,92293	6,01E-04	0	6,01E-04	6,01E-04	0	0	
Component Mole Fraction										
H2O		0,1	0	0,1419539	0	0,1419539	0,2163995	0	0	
CO2		0,1	0	0,2034673	0	0,2034673	0,1858141	0	0	
N2		0,33	0,79	0,654576	0	0,654576	0,5977838	0	0	
CO		0,3	0	0	0	0	0	0	0	
H2		0,14	0	0	0	0	0	0	0	
CH4		0,03	0	0	0	0	0	0	0	
O2		0	0,21	2,85E-06	0	2,85E-06	2,60E-06	0	0	
Component Mass Flow										
H2O	KG/HR	179,6531	0	538,9592	0	538,9592	899,6648	0	0	
CO2	KG/HR	438,8772	0	1887,172	0	1887,172	1887,172	0	0	
N2	KG/HR	921,8804	2942,631	3864,512	0	3864,512	3864,512	0	0	
CO	KG/HR	837,981	0	0	0	0	0	0	0	
H2	KG/HR	28,14403	0	0	0	0	0	0	0	
CH4	KG/HR	47,99477	0	0	0	0	0	0	0	
O2	KG/HR	0	893,5002	0,0192155	0	0,0192155	0,0192155	0	0	
Mole Flow	KMOL/HR	99,7226	132,9663	210,75	0	210,75	230,7722	0	0	
Mass Flow	KG/HR	2454,53	3836,131	6290,662	0	6290,662	6651,367	0	0	
Volume Flow	CUM/HR	2050	3019,744	34660,43	0	8290,746	6428,706	0	0	
Temperature	C	0	0	1704,909	0	200	61,90254			
Pressure	BAR	1	1	1	1	1	1	1	1	
Vapor Fraction		0,9050992	1	1	1	1	1			
Liquid Fraction		0,0949008	0	0	0	0	0			
Solid Fraction		0	0	0	0	0	0			
Molar Enthalpy	KJ/KMOL	-1,04E+05	-728,9231	-49630,79	-4,19E+38	-1,09E+05	-1,24E+05			
Mass Enthalpy	KJ/KG	-4221,894	-25,26562	-1662,732	-4,19E+35	-3642,851	-4311,772			
Enthalpy Flow	KJ/HR	-1,04E+07	-96922,24	-1,05E+07	-4,19E+41	-2,29E+07	-2,87E+07			
Molar Entropy	KJ/KMOL-K	16,80851	1,829229	71,04003		16,60314	2,668595			
Mass Entropy	KJ/KG-K	0,6828956	0,0634039	2,379986		0,556239	0,092588			
Molar Density	KMOL/CUM	0,0486451	0,0440323	6,08E-03		0,0254199	0,0358971			
Mass Density	KG/CUM	1,197332	1,27035	0,1814941		0,7587571	1,034635			
Average Molecular Weight		24,61358	28,8504	29,84894	28,8504	29,84894	28,82223			
Substream: NCPD										
Component Mole Fraction										
DREWNO		0	0	0	0	0	0	1	1	
Component Mass Flow										
DREWNO	KG/HR	0	0	0	0	0	0	876	515,2941	
Mass Flow	KG/HR	0	0	0	0	0	0	876	515,2941	
Temperature	C							25	61,90254	
Pressure	BAR	1	1	1	1	1	1	1	1	
Vapor Fraction								0	0	
Liquid Fraction								0	0	
Solid Fraction								1	1	
Mass Enthalpy	KJ/KG							-10773,52	-7130,64	
Enthalpy Flow	KJ/HR							-9,44E+06	-3,67E+06	
Mass Entropy	KJ/KG-K									
Mass Density	KG/CUM							1258,595	1258,595	
Average Molecular Weight		1	1	1	1	1	1	1	1	
DREWNO PROXANAL										
ASH								0,3	0,3	
FC								15,2	15,2	
MOISTURE								50	15	
VM								84,5	84,5	
DREWNO ULTANAL										
ASH								0,3	0,3	
CARBON								49,7	49,7	
CHLORINE								0	0	
HYDROGEN								6,2	6,2	
NITROGEN								0,1	0,1	
OXYGEN								43,7	43,7	
SULFUR								0	0	
DREWNO SULFANAL										
ORGANIC								0	0	
PYRITIC								0	0	
SULFATE								0	0	
PSD										
FRAC1								1	1	

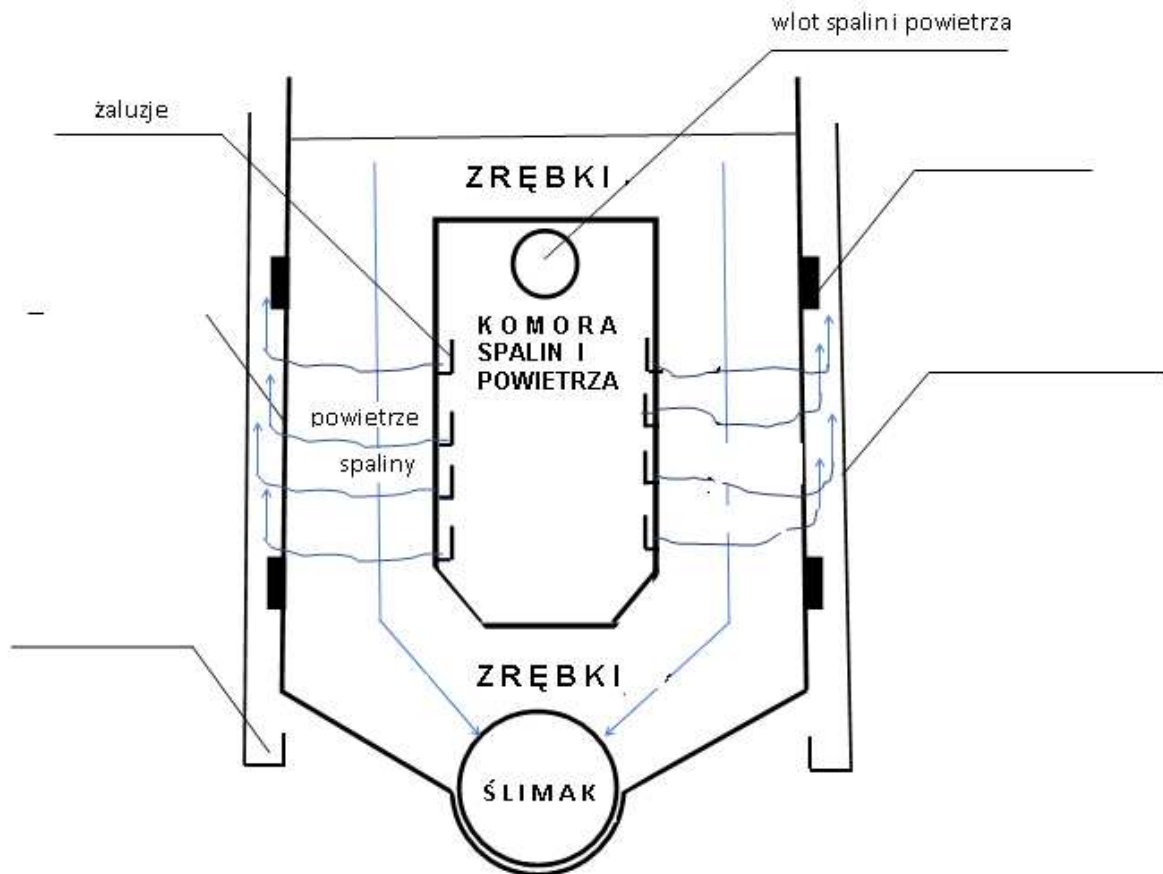
		POW2	SPAL-SU	SPAL-MOK	DRE-MOKR	DRE-SUCH
From	To	CHLODN	DRY-REAC	DRY-FLSH	DRY-REAC	DRY-FLSH
Powietrze 0-100°C 250 kW						
Substream: ALL						
Mass Flow	KG/HR	8866,386	8866,386	9119	741	488,3864
Mass Enthalpy	KJ/HR	-2,25E+05	6,75E+05	-3,34E+06	-7,38E+06	-3,37E+06
MASSFLOW						
H2O	KG/HR	0	0	252,6135	0	0
CO2	KG/HR	0	0	0	0	0
N2	KG/HR	7004,445	7004,445	7004,445	0	0
CO	KG/HR	0	0	0	0	0
H2	KG/HR	0	0	0	0	0
CH4	KG/HR	0	0	0	0	0
O2	KG/HR	1861,941	1861,941	1861,941	0	0
DREWNO	KG/HR	0	0	0	741	488,3864
VOLFLMX	CUM/HR	7000	9561,361	8136,636	0,5887519	0,388041
MASSVFRA		1	1	1	0	0
MASSSFRA		0	0	0	1	1
RHOMX	KG/CUM	1,266627	0,9273143	1,120733	1258,595	1258,595
TEMP	C	0	99,94795	30,53748	25	30,53748
PRES	BAR	1	1	1	1	1
Substream: MIXED						
Phase:		Vapor	Vapor	Vapor	Missing	Missing
Component Mole Flow						
H2O	KMOL/HR	0	0	14,02218	0	0
CO2	KMOL/HR	0	0	0	0	0
N2	KMOL/HR	250,0384	250,0384	250,0384	0	0
CO	KMOL/HR	0	0	0	0	0
H2	KMOL/HR	0	0	0	0	0
CH4	KMOL/HR	0	0	0	0	0
O2	KMOL/HR	58,18784	58,18784	58,18784	0	0
Component Mole Fraction						
H2O		0	0	0,0435135	0	0
CO2		0	0	0	0	0
N2		0,8112171	0,8112171	0,7759181	0	0
CO		0	0	0	0	0
H2		0	0	0	0	0
CH4		0	0	0	0	0
O2		0,1887829	0,1887829	0,1805683	0	0
Component Mass Flow						
H2O	KG/HR	0	0	252,6135	0	0
CO2	KG/HR	0	0	0	0	0
N2	KG/HR	7004,445	7004,445	7004,445	0	0
CO	KG/HR	0	0	0	0	0
H2	KG/HR	0	0	0	0	0
CH4	KG/HR	0	0	0	0	0
O2	KG/HR	1861,941	1861,941	1861,941	0	0
Mole Flow	KMOL/HR	308,2262	308,2262	322,2484	0	0
Mass Flow	KG/HR	8866,386	8866,386	9119	0	0
Volume Flow	CUM/HR	7000	9561,361	8136,636	0	0
Temperature	C	0	99,94795	30,53748		
Pressure	BAR	1	1	1	1	1
Vapor Fraction		1	1	1		
Liquid Fraction		0	0	0		
Solid Fraction		0	0	0		
Molar Enthalpy	KJ/KMOL	-728,8314	2191,102	-10359,59		
Mass Enthalpy	KJ/KG	-25,3367	76,17028	-366,0886		
Enthalpy Flow	KJ/HR	-2,25E+05	6,75E+05	-3,34E+06		
Molar Entropy	KJ/KMOL-K	1,584249	10,69248	0,406342		
Mass Entropy	KJ/KG-K	0,0550739	0,3717076	0,1434849		
Molar Density	KMOL/CUM	0,0440323	0,0322366	0,0396046		
Mass Density	KG/CUM	1,266627	0,9273143	1,120733		
Average Molecular Weight		28,76584	28,76584	28,29805		
Substream: NCPD						

System podsuszania zrębków polegać będzie na suszeniu ich w sposób ciągły, w odpowiednio skonstruowanej suszarni. Na rys. 5.2. przedstawiono schemat suszarni pracującej w układzie pionowym. Głównym elementem suszarni jest skrzynia o długości około 350cm, szerokości około 170cm i wysokości około 200cm, do której zasypywane są zrębki przeznaczone do suszenia. W skrzyni suszarnianej zrębki przemieszczają się będą pod własnym ciężarem, w złożu quasi-stacjonarnym.

Długość skrzyni ograniczona jest długością umieszczonego na jej dole ślimaka transportującego zrębki ze skrzyni po ich wysuszeniu. Zwykle ślimak transportujący zrębki jest nie dłuższy niż 400cm-ślimaki dłuższe od czterech metrów zapychają się i ulegają zniszczeniu. Wewnątrz skrzyni znajduje się komora spalin i powietrza o długości równej długości skrzyni, szerokości około 50cm i wysokości około 100cm, do której doprowadzana jest mieszanina powietrza i spalin. W pionowych ścianach komory wykonane są otwory, przez które wypływa z niej mieszanina powietrza i spalin wpływająca następnie do warstwy zrębków znajdujących się pomiędzy ścianami komory i skrzyni. Otwory w ścianach komory spalin i powietrza będą przysłonięte odpornymi na temperaturę żaluzjami, aby ograniczyć dostawanie się zrębków i pyłu do tej komory. Po przejściu przez warstwę zrębków, mieszanina powietrza i spalin wraz z odebraną od zrębków wilgocią w postaci pary wodnej, przez otwory w ścianie skrzyni, wypływa do otoczenia. Do skrzyni domontowane są osłony pyłowe, na dole ukształtowane w postaci kieszeni, aby ograniczyć ewentualne rozprzestrzenianie się pyłu po otoczeniu. Pył z kieszeni może być okresowo, łatwo usuwany ręcznie.

Dostarczanie zrębków do skrzyni odbywać się będzie transportem kołowym np. koparką z częstotliwością około 2m^3 co około 15minut. Okres suszenia zrębków w skrzyni wynosić będzie około 60 minut. Wysokość warstwy zrębków w skrzyni wynosić będzie poniżej jednego metra. Ze skrzyni, zrębki będą transportowane podajnikiem ślimakowym umieszczonym na dole skrzyni w kanale o przekroju umożliwiającym poprawną pracę ślimaka. Po opuszczeniu skrzyni, zrębki transportowane będą okresowo transportem kołowym do zgazowarki. Proces suszenia będzie zachodził na skutek przepływu spalin przez warstwę znajdujących się w skrzyni zrębków. Jak przyjęliśmy, system podsuszania zrębków ma powodować spadek wilgotności zrębków o około 30%, przy wydatku zrębków wynoszącym 1.7 Mg/h (zrębki mokre o wilgotności 50%) tony na godzinę, do czego wystarczy $0,60\text{MW}$ ciepła odpadowego z silnika spalinowego.

Proces uruchamiania suszarni powinien być prowadzony w ten sposób, że najpierw do komory spalin i powietrza doprowadzane będzie powietrze, potem następować będzie załadunek zrębków a następnie doprowadzane będą spaliny. Taki sposób uruchamiania suszarni ograniczy ilość zrębków i pyłu napływających do komory spalin i powietrza i zabezpieczy przed wysoką temperaturą, ścianę skrzyni suszarni, do której przylutowana jest siatka i na której umieszczone są wibratory. Ponadto przewiduje się ręczny sposób czyszczenia komory. Od strony zrębów, powierzchnia blach skrzyni, na której wywiercone będą otwory, pokryta będzie przylutowaną do niej siatką o oczkach około 0,5 mm, aby ograniczyć wydostawanie się ze skrzyni zrębków i pyłu. Na pionowych ścianach skrzyni zamontowane będą wibratory intensyfikujące przepływ zrębków przez skrzynię. W blachach stanowiących pionowe ściany skrzyni suszarni, wywiercone będą otwory, przez które wypływały będą do otoczenia spaliny, powietrze i para wodna. Załadunek zrębków do skrzyni odbywał się będzie transportem kołowym. W skrzyni, zrębki będą przemieszczały się w dół pod własnym ciężarem.



Rys. 5.2. Schemat suszarni pracującej w układzie pionowym

Z myślą o realizacji drugiego etapu modernizacji w uzupełnieniu tego rozdziału przedstawiono poniżej bilans suszenia trocin powietrzem o temperaturze ok. 400°C. Obliczenia wykonano przy pomocy programu ASPEN. Przyjęto moc cieplną strumienia gorącego powietrza na poziomie 3 MWc (taka ilość ciepła jest dostępna w strumieniu gorącego powietrza za wymiennikiem w przypadku gdy moc cieplna zgazowarki wynosi 4.5 MWc). Przyjęto, że wilgotność trocin spada o 30%, tj. od 42% do 12%.

Jak wynika z tabeli 5.2 – strumień gorącego powietrza o mocy 3 MWc pozwala na osuszenie ok. 6 Mg/h w przeliczeniu na masę wysuszoną (o wilgotności 12%).

		POW2	SPAL-SU	SPAL-MOK	DRE-MOKR	DRE-SUCH
From		CHLODN	CHLODN	DRY-FLSH	DRY-FLSH	DRY-FLSH
To		CHLODN	DRY-REAC		DRY-REAC	
Substream: ALL						
Mass Flow	KG/HR	15587,19	15587,19	17702,53	6205	4089,659
Mass Enthalpy	KJ/HR	-3,94E+05	6,09E+06	-2,78E+07	-6,18E+07	-2,80E+07
MASSFLOW						
H2O	KG/HR	0	0	2115,34	0	0
CO2	KG/HR	0	0	0	0	0
N2	KG/HR	11956,67	11956,67	11956,67	0	0
CO	KG/HR	0	0	0	0	0
H2	KG/HR	0	0	0	0	0
CH4	KG/HR	0	0	0	0	0
O2	KG/HR	3630,522	3630,522	3630,522	0	0
DREWNO	KG/HR	0	0	0	6205	4089,659
VOLFLMX	CUM/HR	12270	30306,2	18088,84	4,930102	3,249385
MASSVFRA		1	1	1	0	0
MASSSFRA		0	0	0	1	1
RHOMX	KG/CUM	1,27035	0,5143235	0,978644	1258,595	1258,595
TEMP	C	0	401,515	57,64456	25	57,64456
PRES	BAR	1	1	1	1	1
Substream: MIXED						
Phase:		Vapor	Vapor	Vapor	Missing	Missing
Component Mole Flow						
H2O	KMOL/HR	0	0	117,4192	0	0
CO2	KMOL/HR	0	0	0	0	0
N2	KMOL/HR	426,8185	426,8185	426,8185	0	0
CO	KMOL/HR	0	0	0	0	0
H2	KMOL/HR	0	0	0	0	0
CH4	KMOL/HR	0	0	0	0	0
O2	KMOL/HR	113,4581	113,4581	113,4581	0	0
Component Mole Fraction						
H2O		0	0	0,1785312	0	0
CO2		0	0	0	0	0
N2		0,79	0,79	0,6489604	0	0
CO		0	0	0	0	0
H2		0	0	0	0	0
CH4		0	0	0	0	0
O2		0,21	0,21	0,1725085	0	0
Component Mass Flow						
H2O	KG/HR	0	0	2115,34	0	0
CO2	KG/HR	0	0	0	0	0
N2	KG/HR	11956,67	11956,67	11956,67	0	0
CO	KG/HR	0	0	0	0	0
H2	KG/HR	0	0	0	0	0
CH4	KG/HR	0	0	0	0	0
O2	KG/HR	3630,522	3630,522	3630,522	0	0
Mole Flow	KMOL/HR	540,2765	540,2765	657,6957	0	0
Mass Flow	KG/HR	15587,19	15587,19	17702,53	0	0
Volume Flow	CUM/HR	12270	30306,2	18088,84	0	0
Temperature	C	0	401,515	57,64456		
Pressure	BAR	1	1	1	1	1
Vapor Fraction		1	1	1		
Liquid Fraction		0	0	0		
Solid Fraction		0	0	0		
Molar Enthalpy	KJ/KMOL	-728,9231	11264,99	-42192,18		
Mass Enthalpy	KJ/KG	-25,26562	390,4603	-1567,551		
Enthalpy Flow	KJ/HR	-3,94E+05	6,09E+06	-2,78E+07		
Molar Entropy	KJ/KMOL-K	1,829229	28,71234	2,718363		
Mass Entropy	KJ/KG-K	0,0634039	0,9952145	0,1009944		
Molar Density	KMOL/CUM	0,0440323	0,0178272	0,0363592		
Mass Density	KG/CUM	1,27035	0,5143235	0,978644		
Average Molecular Weight		28,8504	28,8504	26,91599		
Substream: NCPSD						
Component Mole Fraction						
DREWNO		0	0	0	1	1
Component Mass Flow						
DREWNO	KG/HR	0	0	0	6205	4089,659
Mass Flow	KG/HR	0	0	0	6205	4089,659
Temperature	C				25	57,64456
Pressure	BAR	1	1	1	1	1
Vapor Fraction					0	0
Liquid Fraction					0	0
Solid Fraction					1	1
Mass Enthalpy	KJ/KG				-9958,492	-6835,935
Enthalpy Flow	KJ/HR				-6,18E+07	-2,80E+07
Mass Entropy	KJ/KG-K					
Mass Density	KG/CUM				1258,595	1258,595
Average Molecular Weight		1	1	1	1	1
DREWNO PROXANAL						
ASH					0,3	0,3
FC					15,2	15,2
MOISTURE					42	12
VM					84,5	84,5
DREWNO ULTANAL						
ASH					0,3	0,3
CARBON					49,7	49,7
CHLORINE					0	0
HYDROGEN					6,2	6,2
NITROGEN					0,1	0,1
OXYGEN					43,7	43,7
SULFUR					0	0
DREWNO SULFANAL						
ORGANIC					0	0
PYRITIC					0	0
SULFATE					0	0
PSD						
FRACL					1	1

Tab. 5.2. Bilans suszenia trocin dostarczanych do suszarni strumieniem gorącego powietrza