



Emissions for environment, that are gotten in result of producing energy on the basis of modern alternative fuels and hard coal

Eugeniusz ORSZULIK¹

¹ Główny Instytut Górnictwa, pl. Gwarków 1, 40 – 116 Katowice, tel., fax: +48322592267,
e-mail: e.orszulik@gig.katowice.pl

Abstract

The paper presents Emissions for natural environment, that are gotten in result of producing energy on the basis of modern alternative fuels and hard coal in the form of briquettes and pelets and synthetic gas will be produced from hard coals and municipal waste other than hazardous.

Keywords: waste material, fuel, combustions, boiler, emission

Streszczenie

Emisje do środowiska z instalacji wykorzystania energetycznego paliwa alternatywnego i węgla kamiennego

W artykule przedstawiono emisje do środowiska naturalnego, które uzyskuje się w produkcji ciepła i energii elektrycznej w skojarzeniu w oparciu o proces spalania i zgazowania nowoczesnych paliw alternatywnych w postaci brykietów i peletów oraz gazu syntezowego wytwarzanych z węgla kamiennego i odpadów komunalnych.

Słowa kluczowe: odpady, paliwo, spalanie, kocioł, emisja

1. Wstęp

Paliwa w postaci brykietów i peletów oraz gaz procesowy otrzymany ze zgazowania mieszanki węgla kamiennego typu MII i odpadu o kodzie 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) zastosowane zostały w procesie wytwarzania ciepła i energii elektrycznej w skojarzeniu [1].

Instalacja wykorzystująca nowoczesne paliwa alternatywne posiadała zdolność produkcyjną:

- energii cieplnej do 5650 GJ/rok
- energii elektrycznej do 380 MWh/rok
- produkcji brykietów i peletów z węgla kamiennego typu MII i odpadu - kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) w ilości do 2,0 Mg/godz. (ok. 4000 Mg/rok)
- gazu procesowego ze zgazowania węgla kamiennego typu MII i odpadu - kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) w ilości 100,00 m³/godz. (ok. 750 tys. m³/rok)

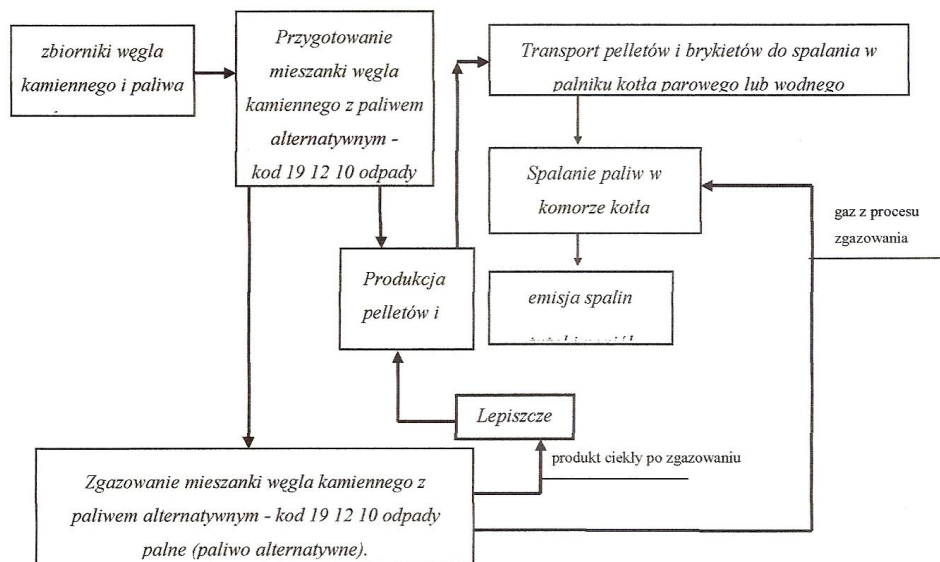
W okresie eksploatacji instalacja wpływa:

- na stan powietrza atmosferycznego
- na wody powierzchniowe
- na wody podziemne
- na stan klimatu akustycznego

- na stan powierzchni ziemi (gospodarka odpadami).

2. Technologia produkcji alternatywnych paliw energetycznych

Schemat wytwarzania paliw alternatywnych w postaci brykietów, peletów oraz gazu procesowego powstałego w wyniku procesu zgazowania miału węglowego i odpadu - kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) przedstawiono na rysunku 2.1.



Rysunek 2.1. Schemat instalacji do wytwarzania paliw alternatywnych i ich energetycznego wykorzystania.

Do produkcji brykietu, peletu oraz do wytwarzania gazu procesowego używane są węgiel kamienny typu MII i odpad - kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) wytwarzany w instalacjach do segregowania (zmieszanych) odpadów komunalnych – kod 20 03 01 [2,3].

Odpad - kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) wytwarzany jest z mieszaniny odpadów w postaci: kory i korka, trocin, wiór, ścinek, drewna, płyt wiórowych i forniru, opakowań z papieru i tektury, opakowań z drewna, sorbenty, materiały filtracyjne, tkaniny do wycierania i ubrania ochronne, tworzyw sztucznych i gumy, papieru i tektury [2,3,4,5].

Wdrażana technologia służy do świadczenia usługi unieszkodliwiania odpadów z wykorzystaniem energii, która wykorzystuje w innowacyjny sposób entalpię chemiczną zawartą w odpadach poddawanych procesowi odzysku [13,14,15,16,17,19,20].

Innowacyjność wdrożenia polega na:

- zastosowaniu specjalnie zaprojektowanego układu niskotemperaturowego zgazowania zmieszanego odpadu - kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) i węgla kamiennego,
- gospodarczym wykorzystaniu odpadów przez wykorzystanie ich potencjału energetycznego,
- możliwości wytwarzania i spalania paliwa gazowego, jakim jest gaz procesowy w sposób umożliwiający jego całkowite i bezpieczne dla środowiska przekształcenie w energię cieplną i elektryczną.

2.1. Węzeł do brykietowania i peletowania

Linia produkcji brykietów i peletów składa się z zbiornika na miął węglowy oraz odpadu o kodzie 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne), silosu na wapno palone oraz brykieciarki i pelecziarki. Optymalny skład mieszanki do produkcji brykietu i peletu:

- węgiel kamienny - do 70% wag.
- odpad kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) - od 27% wag

- lepiszcze - 3% wag.

Po zmieszaniu i sprasowaniu w brykierce mieszanki węgla, odpadu i lepiszcza produkuje się brykiety i pelety o własnościach zawartych w tabeli 2.1.

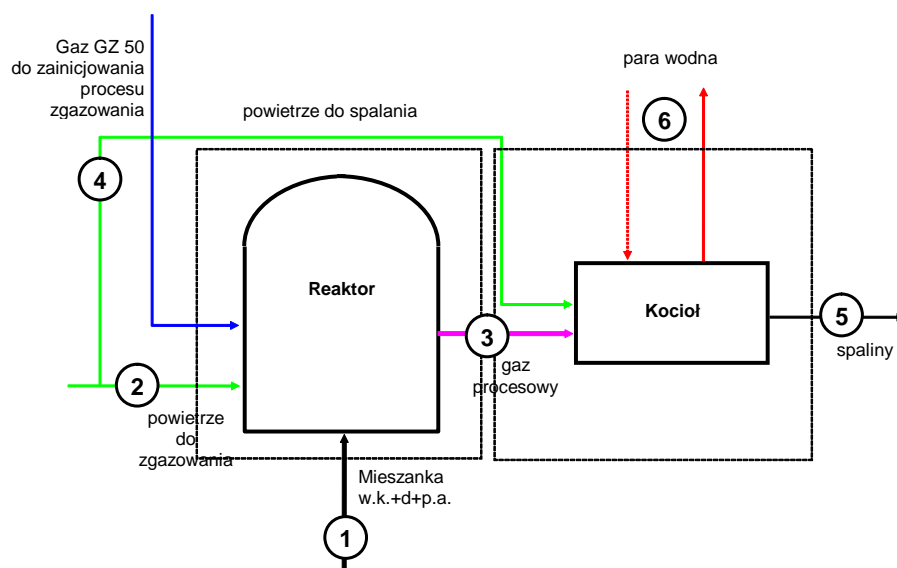
Tabela 2.1. Własności składników oraz wytworzonych brykietów i peletów

własność	j.m.	węgiel	odpad kod 19 12 10	brykiety i pelety
ciepło spalania	kJ/kg	25458	20768	21448
wartość opałowa	kJ/kg	21215	19173	20473
zaw. wodoru	%	4,20	5,81	3,92
zaw. chloru	%	0,558	1,16	0,41
zaw. siarki	%	1,04	0,38	0,82
zaw. wilgoci	%	10,77	19,07	4,89
zaw. popiołu	%	19,28	17,91	22,69
topliwość popiołu:				
- temp. spiekania	°C			1150
- temp. mięknięcia	°C			1240
- temp. topnienia	°C			1280
- temp. płynięcia	°C			1310

Wytworzone brykiety i pelety są spalane w palniku retortowym kotła parowego. Uzyskane w czasie produkcji wybrakowane gabarytowo brykiety i pelety są mieszane z węglem kamiennym i odpadem o kodzie 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) i poddane ponownie procesowi zgazowania.

2.2. Węzeł zgazowania, wytwarzania ciepła i energii elektrycznej

Proces zgazowania prowadzony jest w reaktorze wykonanym w kształcie pionowego walca o pojemności do 800 kg mieszanki węgiel kamienny – odpad. Sposób załadunku reaktora pozwala na ciągłą pracę w cyklach załadunek/zgazowanie. Praca reaktora jest sterowana automatycznie dopływem powietrza jako czynnika do zgazowania i utrzymaniem odpowiedniej temperatury ok. 350°C. Na rysunku 2.2 przedstawiono schemat węzła do zgazowania i wytworzenia ciepła (pary wodnej).



Rysunek 2.2. Schemat węzła do zgazowania i wytworzenia ciepła

W procesie zgazowania mieszanki miazłu węglowego i odpadu - kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) wytwarzany jest gaz średniokaloryczny o własnościach przedstawionych w tabeli 2.2.

Gaz jest spalany w kotle parowym. Zapotrzebowanie gazu dla mocy kotła 470 kW i średniej wartości opałowej gazu 16 MJ/m³ wynosi ok. 100 - 150 Nm³/godz.

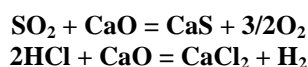
Tabela 2.2. Własności gazu ze zgazowania mieszanki palnej

własność	j.m.	wynik
średnia wydajność uzysku gazu	Nm ³ /kg _{mieszanki palnej}	1,50
wartość opalowa gazu	MJ/m ³	12,0 – 25,0
zawartość siarki w gazie	mg/m ³	0,02
zawartość pyłu w gazie	mg/m ³	0,099
zawartość chlorowodoru	mg/m ³	< 0,10
zawartość amoniaku	mg/m ³	1,23
zawartość fluorowodoru	mg/m ³	< 0,20
zawartość CO	%	25,0
zawartość CO ₂	%	17,0
zawartość H ₂	%	9,9
zawartość CH ₄	%	3,8
zawartość H ₂ O (para wodna)	%	25,0
zawartość O ₂	%	4,5
gęstość gazu	kg/m ³	0,95
dolna granica wybuchowości DGW	%	6,26
górną granicą wybuchowości GGW	%	42,46
$DGW < \sum n\% < GGW \cap (O_2 < O_{2min})$	%	mieszanina niewybuchowa
sumy składników palnych $\sum n$	%	22,23

W wyniku procesu zgazowania wytwarzane są produkty uboczne, które w całości wykorzystywane są do produkcji brykietów i peletów:

- w postaci żużla, popiołu i nie zgazowanej mieszanki (odpad kod 19 01 18 - odpady z pirolizy odpadów inne niż wymienione w 19 01 17 [2]) w nie przekraczającej ilości do 1,5% wag. na ilość wsadu tj. do (max) 73,0 Mg/rok
- produkt w postaci cieczy który zawiera wodny roztwór alkoholi i substancji smołowych w nie przekraczającej ilości do 0,5% wag. na ilość wsadu tj. do (max) 1,2 kg/godz., 25,0 Mg/rok – jako lepiszcze

Produkcja pary wodnej i gorącej wody realizowana jest w kotle parowym – przystosowanym (jako jednostka wielopaliwowa) do współspalania gazu ze zgazowania oraz brykiety lub peletu z węgla kamiennego typu MII i odpadu - kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne). Kocioł parowy jest urządzeniem grzewczym z automatycznym systemem pracy i sterowania w zależności od obciążenia cieplnego. Kocioł wyposażony jest w cyklifitr o sprawności odpylania 98% oraz w system suchego odsiarczania spalin o sprawności odsiarczania do 50% oraz odchlorowania do 40% poprzez dodanie (wtrysk) wapna palonego:



Konstrukcja kotła wykonana jest jako 3 – ciągowa z podgrzewaczem tak, aby proces spalania zapewnił temperaturę gazów spalinowych (spalin) powyżej 850°C i utrzymanie jej przez co najmniej 2 sekundy w czasie współspalania węgla z paliwem alternatywnym [3,6]. W instalacji kotła są zastosowane urządzenia kontrolno pomiarowe mające na celu prowadzenie procesu współspalania węgla kamiennego i paliwa alternatywnego gwarantujące spełnienie wymagań w zakresie:

- automatycznego systemu zasilania kotła w pelet i brykiet
- ciągłego pomiaru temperatury gazów spalinowych (mierzonych w pobliżu ściany wewnętrznej, w sposób eliminujący wpływ promieniowania cieplnego płomienia)
- ciśnienia gazów spalinowych
- stężenia O₂ i HCl

Dane techniczne kotła parowego, emitora, wielkości zużycia węgla kamiennego, paliwa alternatywnego oraz gazu z procesu zgazowania, zamieszczono w tabeli 2.3.

Tabela 2.3. Dane techniczne kotła parowego, zastosowanych paliw

wyszczególnienie	j.m.	dane
Kocioł:		FAKO
typ kotła	-	-
wydajność cieplna nominalna	MW	0,47
sprawność energetyczna	%	83
czas pracy	godz/rok	- 8200 w tym, dla współspalania: - 5200 brykietów, peletów i gazu - 3000 brykietów, peletów
zużycia:		
brykiety i pelety	kg/godz.	60
gaz ze zgazowania	m ³ /godz.	105
<i>brykiety i pelety:</i>		
wartość opałowa	kJ/kg	23500
zaw. siarki,	%	0,31
zaw. popiołu,	%	12,77
zaw. wilgoci	%	6,13
zaw. chloru	%	0,67
<i>gaz ze zgazowania:</i>		
wartość opałowa	kJ/m ³	21000
zaw. siarki,	mg/m ³	35
zaw. części stałych	mg/m ³	0,15
zaw. wilgoci	%	18
zaw. wodoru	%	22
zaw. metanu	%	7
zaw. tlenu węgla		20

Węzeł wytwarzania ciepła i energii elektrycznej produkuje:

- energię cieplną w ilości do 5650 GJ/rok dla potrzeb własnych ogrzewanie pomieszczeń, produkcja c.w.u. w parze wodnej o parametrach: $t_p = 160 - 270^\circ\text{C}$, $p_p = 0,5 - 1,0 \text{ MPa}$
- energię elektryczną w ilości do 380 MWh/rok dla potrzeb własnych (zasilanie urządzeń instalacji, linii produkcji peletów i brykietów, zgazowania i oświetlenia) oraz sprzedaży do sieci zewnętrznej wytwarza się w turbogeneratorze. Parametry zastosowanego turbogeneratora: moc elektryczna 25 - 50 kW_{el.}, średnie zużycie pary 0,2 – 0,4 kg/s

3. Emisja do środowiska naturalnego z instalacji wytwarzania ciepła i energii elektrycznej w skojarzeniu

Działalność instalacji spalania nowoczesnych paliw alternatywnych i wytwarzania ciepła i energii elektrycznej w skojarzeniu w okresie eksploatacji wpływa na:

- **Wody opadowe** z odwodnienia dachu, drogi dojazdowej i placu parkingowego – utwardzonego, które odprowadzone są do istniejącej kanalizacji wód deszczowych. Stężenia zanieczyszczeń w odprowadzanych wodach deszczowych nie przekraczają wartości zawartość - zawiesiny ogólnej 100 mg/l, oraz substancji ropopochodnych 15 mg/l [7].
- **Wody powierzchniowe, gruntowe i podziemne** nie są narażone na zanieczyszczenia, gdyż urządzenia instalacji: kocioł, brykieciarki, zgazowarka, pompy, wentylatory zamontowane są na szczelnej betonowej posadzce. Pomieszczenia kotłowni, brykietowni, węzła zgazowania, przyjęcia i rozładunku surowca, odbioru paliwa nie wpływają ujemnie na stan wód podziemnych i powierzchniowych.
- **Ścieki komunalne i przemysłowe** nie są wytwarzane.
- **Powierzchnia ziemi – odpady:** w wyniku prowadzonej działalności wytwarzane są odpady:
 - o kodzie 19 01 12 żużle i popioły paleniskowe inne niż wymienione w 19 01 11, w ilości do 73,0 Mg/rok [2],
 - o kodzie 10 01 05 stałe odpady z wapniowych metod odsiarczania gazów odlotowych w ilości do 3,0 Mg/rok [2],

Wymienione odpady są zmieszane i przekazane do odzysku w procesie R14 [4] do produkcji betonu towarowego i elementów budowlanych

- **Powietrze atmosferyczne:** na terenie instalacji zamontowane są emitory:
- silosa do magazynowania wapna
- silosa do magazynowania węgla kamiennego sortymentu MII
- silosa do magazynowania paliwa - kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne)
- kotła parowego

Emisja z silosu wapna – trwa tylko w okresie napełniania silosu wapnem. Wielkość emisji [9,10,11,12] zamieszczono w tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Wielkość emisji z silosu do magazynowania wapnia – emitor E2

źródło emisji	substancja	j.m.	wartość emisji
Silos wapna	pył zawieszony ogółem	kg/h	0,08

Emisja z silosu węgla kamiennego odbywa się obudowanym przesypem z taśm transporterów. Emisja trwa tylko w okresie napełniania silosu węglem. Wielkość emisji [9,10,11,12] zamieszczono w tabeli 3.2.

Tabela 3.2. Wielkość emisji z silosu do magazynowania węgla kamiennego

źródło emisji	substancja	j.m.	wartość emisji
Silos węgla	pył zawieszony ogółem	kg/h	0,20

Emisja z silosu odpadu - kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) trwa tylko w okresie napełniania silosu. Wielkość emisji [9,10,11,12] zamieszczono w tabeli 3.3.

Tabela 3.3. Wielkość emisji z silosu do magazynowania paliwa alternatywnego

źródło emisji	substancja	j.m.	wartość emisji
Silos paliwa alternatywnego	pył zawieszony ogółem	kg/h	0,30

Wartości standardów emisji substancji pyłowych i gazowych z kotła parowego przyjęto na podstawie Rozporządzenia MŚ [8] dla opcji:

- dla spalania brykietu i peletu - w tabeli 3.4
- dla współspalania brykietu i peletu oraz gazu ze zgazowania węgla kamiennego z odpadem - kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) - w tabeli 3.5

Tabela 3.4. Standardy substancji pyłowych i gazowych dla spalania brykietu i peletu

Źródło emisji	substancja	j.m.	wartość emisji
Emitor kotła parowego przy zawartości tlenu w spalinach 11%	Pył zawieszony ogółem	mg/m _u ³	85
	Substancja organiczna w postaci gazów i par wyrażona jako całkowity węgiel organiczny.	mg/m _u ³	20
	Chlorowodór.	mg/m _u ³	20
	Fluorowodór	mg/m _u ³	2
	SO ₂	mg/m _u ³	1220
	Tlenek węgla	mg/m _u ³	50
	NO ₂ .	mg/m _u ³	400
	metale ciężkie i ich związki wyrażone jako metal:		
	- Cd + Tl	mg/m _u ³	0,05
	- Hg	mg/m _u ³	0,05
- Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V + Sn.	mg/m _u ³	0,20	
dioksyny furany	ng/m _u ³	0,1	

Tabela 3.5. Standardy emisji substancji pyłowych i gazowych dla współspalania brykietu i peletu oraz gazu ze zgazowania węgla kamiennego z odpadem - kod 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne)

Źródło emisji	substancja	j.m.	wartość emisji
Emitor kotła parowego przy zawartości tlenu w spalinach 11%	Pył zawieszony ogółem	mg/m _u ³	40
	Substancja organiczna w postaci gazów i par wyrażona jako całkowity węgiel organiczny	mg/m _u ³	3
	Chlorowodór.	mg/m _u ³	10
	Fluorowodór	mg/m _u ³	1
	SO ₂	mg/m _u ³	481
	Tlenek węgla	mg/m _u ³	16
	NO ₂ .	mg/m _u ³	181
	metale ciężkie i ich związki wyrażone jako metal:		
	- Cd + Tl	mg/m _u ³	0,01
	- Hg	mg/m _u ³	0,01
	- Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V + Sn.	mg/m _u ³	0,10
dioksyne furany	ng/m _u ³	0,02	

Emisje z przedmiotowej instalacji nie powodują przekroczeń dopuszczalnych wartości odniesienia substancji w powietrzu [18] dla substancji: ditlenek azotu, ditlenek siarki, pył zawieszony PM-10, tlenek węgla, substancja organiczna w postaci gazów i par wyrażona jako całkowity węgiel organiczny, chlorowodór, fluor.

W tabeli 3.6 zamieszczono porównanie wartości emisji do środowiska naturalnego jakie występują w procesie spalania węgla kamiennego oraz w procesie współspalania brykietu, peletu oraz gazu ze zgazowania węgla kamiennego z odpadem o kodzie 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne).

W przypadku wytwarzania energii cieplnej w procesie spalania węgla kamiennego emisja substancji pyłowo – gazowych do powietrza uległa nieznacznej zmianie jakościowo – ilościowej, gdyż do powietrza nie były emitowane: substancja organiczna w postaci gazów i par wyrażona jako całkowity węgiel organiczny (wprowadzenie nowej emisji o 0,144 Mg/rok), chlorowodór (wprowadzenie nowej emisji o 0,196 Mg/rok), fluorowodór (wprowadzenie nowej emisji o 0,020 Mg/rok), dioksyne i furany (wprowadzenie nowej emisji o 0,35 g/rok).

Tabela 3.6. Porównanie wielkości emisji do środowiska jakie występują w procesie spalania węgla kamiennego oraz w procesie współspalania brykietu, peletu oraz gazu ze zgazowania węgla kamiennego z odpadem o kodzie 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne)

Wyszczególnienie	j.m.	spalanie węgla	współspalanie brykietu, peletu oraz gazu ze zgazowania
Wpływ na stan powietrza atmosferycznego:			
Stężenia substancji:			
pył zawieszony ogółem	mg/m ³	400	40 ^{1/} - 85 ^{2/}
Substancja organiczna w postaci gazów i par wyrażona jako całkowity węgiel organiczny.	-	-	3 ^{1/} - 20 ^{2/}
Chlorowodór.	-	-	10 ^{1/} - 20 ^{2/}
Fluorowodór	-	-	1 ^{1/} - 2 ^{2/}
SO ₂		1500	481 ^{1/} - 1220 ^{2/}
Tlenek węgla	-	-	21
NO ₂ .	ng/m ³	600	16 ^{1/} - 50 ^{2/}
metale ciężkie i ich związki wyrażone jako metal:			
- Cd + Tl	-	-	0,01 ^{1/} - 0,05 ^{2/}
- Hg	-	-	0,01 ^{1/} - 0,05 ^{2/}
- Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V + Sn.	-	-	0,10 ^{1/} - 0,20 ^{2/}
dioksyny furany	-	-	0,02 ^{1/} - 0,10 ^{2/}
Wpływ na stan klimatu akustycznego:			
Pora dzienna	dB(A)	55	55
Pora nocna	dB(A)	45	45
Powierzchnia ziemi-odpady			
żużle i popioły paleniskowe inne niż wymienione 19 01 11 – kod 19 01 12	Mg/rok	-	391
żużle, popioły paleniskowe i pyły z kotłów (z wyłączeniem pyłów z kotłów wymienionych w 10 01 04)	Mg/rok	266	-
zużycie zasobów ziemi:			
zużycie węgla kamiennego	Mg/rok	561,0	340,0
Wody powierzchniowe			
bez zmian			

^{1/} - przy spalaniu brykietu, peletu i gazu ze zgazowania węgla kamiennego i paliwa alternatywnego

^{2/} - przy spalaniu brykietu i peletu z węgla kamiennego i paliwa alternatywnego

4. Podsumowanie

- Instalacja do produkcji alternatywnych paliw energetycznych, ciepła i energii elektrycznej w skojarzeniu przyczyni się do odzysku entalpii chemicznej z odpadu o kodzie 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne). Planowany odzysk odpadu to 1700 Mg/rok użytego do produkcji brykietu, peletu oraz do produkcji energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu
- Część wytwarzanych nowoczesnych alternatywnych paliw energetycznych kwalifikowana będzie na podstawie Rozporządzenia MŚ [21,22], jako energię z odnawialnego źródła energii
- Wdrożenie technologii wytwarzania ciepła i energii elektrycznej w skojarzeniu w oparciu o proces współspalania brykietów, peletów i gazu ze zgazowania węgla kamiennego i odpadu o kodzie 19 12 10 odpady palne (paliwo alternatywne) pozwoliło na zaoszczędzenie zużycia pierwotnego nośnika energii, jakim jest węgiel kamienny o ok. 1400 Mg/rok

Literatura

1. Orszulik E., Jachyra J., Wasylewicz A., The concept of energy production on the basis of modern alternative fuels, Archives of thermodynamics, vol 34, 2013, no 1
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów, Dz.U.01.112.1206.

3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 29 stycznia 2002r. w sprawie rodzajów odpadów innych niż niebezpieczne oraz rodzajów instalacji i urządzeń, w których dopuszcza się ich termiczne przekształcenie, Dz.U.02.18.176.
4. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001r. Prawo Ochrony Środowiska, Dz.U.01.62,627, (j.t. Dz.U. 08.25.150 z dnia 23.01.2008r.).
5. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001r. o odpadach, Dz.U.01.62.628 (t.j. Dz.U.07.39.251).
6. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 22.12.2003r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań dotyczących procesu termicznego przekształcenia odpadów, Dz.U.03.1.2.
7. Rozporządzenie MŚ z dnia 24.07.2006r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, Dz.U.06.137.984.
8. Rozporządzenie MŚ z dnia 22 kwietnia 2011r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji, Dz.U.11.95.558.
9. Polska Norma PN - Z - 04030 – 7: 1994 pt. "Pomiar stężenia i strumienia masy pyłów w gazach odlotowych metodą grawimetryczną .
10. Rozporządzenie MŚ a dnia 23.12.2004r., w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji, Dz.U.04.283.2842.
11. Norma PN – ISO 10396: 2001 Emisja ze źródeł stacjonarnych. Pobieranie próbek do automatycznego pomiaru stężenia składników gazowych.
12. Rozporządzenia MŚ z dnia 04.11.2008r., w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobranej wody, Dz.U.08.206.1291.
13. Furta D., Czy pozyskiwanie energii z biomasy w dużych kotłach energetycznych ma szansę w Polsce. Energetyka, nr 4, 2004, s. 235 – 240.
14. Golec T., Współspalanie biomasy w kotłach energetycznych. Energetyka, nr 7/8, 2004, s. 437 – 445.
15. Jesionek J., Soliński. I., Biomasa – ekologiczne o odnawialne paliwo XXI wieku. Polityka Energetyczna, nr 1, 2004, s 37 – 119.
16. Błaszczuk J., Błagowska K., Rajewski A., Produkcja energii z odpadów. Archiwum Energetyki, tom XL, nr 1 -2, 2010, s. 19 – 29.
17. Nocuń A., Ostrowski W., Rabsztyn A., Żbik M., Miklas E., Łyb B., Wytwarzanie energii odnawialnej poprzez współspalanie biomasy z paliwami podstawowymi w PKE S.A. Energetyka, nr 11, 2004, s. 709 – 713.
18. Rozporządzenie MŚ z dnia 26.01.2010r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu, Dz. U.10.16.87.
19. Pronobis M., The influence of biomass co – combustion on boiler fouling and efficiency. Fuel, Volume 85, Issue 4, March 2006, pages 474 – 480.
20. Mirosław J., Dobrzycki T., Instalacja termicznego przekształcenia odpadów komunalnych w świetle wymagań prawa polskiego i Unii Europejskiej.
21. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 02 czerwca 2010r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych kwalifikowania części energii odzyskanej z termicznego przekształcenia odpadów komunalnych – Dz.U.10.117.788.
22. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzenia danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii – Dz.U.08.156.969.

