

MOŻLIWOŚCI PRODUKCJI I WYKORZYSTANIA GRANULATU DRZEWNEGO W POLSCE

1. Wstęp

W związku z bardzo dynamicznym wzrostem produkcji granulatu (pellets) z odpadów drzewnych w Europie, Kanadzie i Stanach Zjednoczonych i światowym uznaniem tego paliwa za jeden z najlepszych substytutów oleju opałowego, węgla i gazu, wzrasta zainteresowanie granulem również w Polsce. Właściwe, planowe wykorzystanie tego paliwa leży w interesie instytucji zajmujących się ochroną środowiska i samorządów lokalnych.

W ostatnim dziesięcioleciu w budynkach stanowiących własność samorządów (szkoły, przedszkola, szpitale, budynki administracyjne itd.) zostały zainstalowane kotłownie opalane olejem, często przy pomocy funduszy ochrony środowiska. Wysokie koszty oleju opałowego i częste zmiany ceny powodują braki środków na ogrzewanie w wielu gminach. Zastąpienie oleju opałowego granulem będzie bardzo korzystne dla środowiska (redukcja CO₂) i budżetów gmin (zmniejszenie kosztów paliwa o ok. 50%).

Najprostszym i najtańszym sposobem zamiany oleju na granulak w kotłowniach małych i średnich mocy jest wymiana palników w kotłach. Kotły opalane granulem mogą mieć zastosowanie także wszędzie tam, gdzie planowana jest wymiana kotłowni węglowych.

2. Charakterystyka i produkcja granulatu

Granulem odpadów drzewnych (z ang. pellets) nazywamy przetworzone odpady drzewne (trociny, wióry i zrębki) prasowane pod wysokim ciśnieniem. Granulak produkowany jest w laskach o średnicy od 6 do 25 mm i długości do kilku cm. Paliwo to charakteryzuje się niską zawartością wilgoci (8-12%), popiołów (0,5%) i substancji szkodliwych dla środowiska oraz wysoką wartością energetyczną. Cechy te powodują, że jest to paliwo przyjazne środowisku naturalnemu, a jednocześnie łatwe w transporcie, magazynowaniu i dystrybucji.

Tablica 1: Średnie własności granulatu

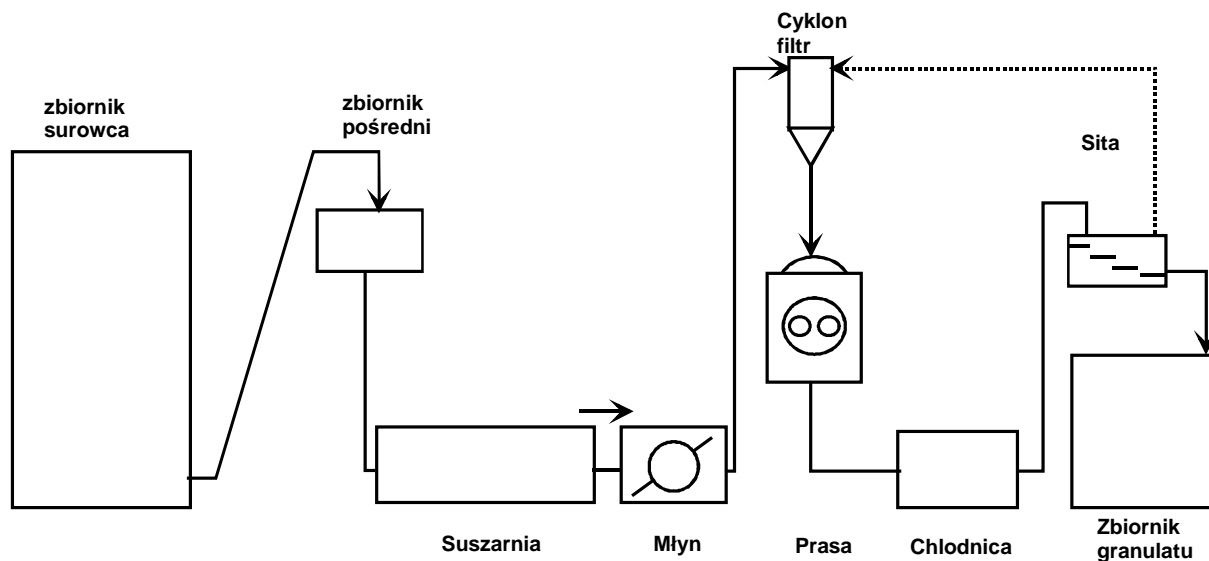
Średnica	6-12 mm
Długość	4-5 mm (średnie)
Gęstość nasypowa	500-600 kg/m ³
Gęstość materiału	1 000-1 400 kg/m ³
Zawartość wilgoci	< 12%
Zawartość popiołu	< 1,5%
Zawartość części drobnych	< 1,5%
Wartość opałowa	≥16,9 MJ/kg ≥4,7kWh/kg
Zawartość siarki	≤ 0,08 %
Zawartość chlorków	≤ 0,03 %

Surowcem do produkcji granulatu są odpady drzewne z tartaków, zakładów przeróbki drewna i leśne odpady drzewne. Najpopularniejszymi odpadami do produkcji granulatu są trociny i wióry. Technicznie możliwe jest także produkowanie granulatu z kory, zrębków, upraw energetycznych i słomy. Zawiera on jednak większe ilości popiołu.

Proces produkcji składa się z następujących elementów:

- suszenie
- mielenie surowca,
- zagęszczanie i formowanie surowca w granulak,
- chłodzenie,
- przesiewanie,
- przechowywanie,
- załadunek,
- dystrybucja.

Instalacje do produkcji granulatu zazwyczaj sterowane są automatycznie.



Rys 1. Typowa instalacja do produkcji granulatu drzewnego.

Najmniejsze instalacje do produkcji granulatu mają zdolności przerobienia ok. 1 t surowca na godzinę przy głównym silniku o mocy 90 kW, a duże dochodzą do ok. 25 t/godzinę.

Produkcja granulatu z odpadów drzewnych jest dość energochłonnym procesem, choć udział energii zużytej do produkcji tego paliwa w stosunku do energii pierwotnej w nim zawartej jest niewielki- wynosi, bowiem 2,5% dla suchego surowca i ok. 20 % dla surowca mokrego. Tabele poniżej przedstawiają zużycie energii w całym procesie produkcyjnym – od zbiórki materiału do dostarczenia do konsumenta.

Tablica 2: Bilans energii zużytej dla przemysłowej produkcji granulatu z odpadów tartacznych

	Działanie	Energia zużyta na wytworzenie 1 t suchej masy [kWh/t]	Energia w % w stosunku do energii pierwotnej zawartej w suchej masie
1.	Umieszczenie materiału w magazynie	1	0,02
2.	Granulowanie	77	1,5
3.	Złożenie w magazynie przejściowym	6	0,1
4.	Pobieranie	0	0
5.	Transport samochodem ciężarowym (150 km)	40	0,8
6.	Wsypanie do silosa klienta	1,5	0,03
	Razem	125,5	2,45

Źródło: *Biomasse Holz ein nachwachsender Energierohstoff*”, Informationszentrum Energie, Baden Württemberg, wrzesień, 2001

Tablica 3: Zużycie energii do produkcji granulatu z odpadów leśnych i rolnych

Lp.	Działanie	Energia zużyta na wytworzenie 1 t suchej masy [kWh/t]				Energia w % w stosunku do energii pierwotnej zawartej w suchej masie			
1.	Pozyskanie surowca	105				2			
2.	Suszenie (słońce, lato)	0				0			
3.	Zrębkowanie	39,1				0,8			
Transport									
4.	(Ciągnik, 20 km)	(17,6)				(0,3)			
5.	Ciągnik do kontenera	2,9				0,2			
	Samochód ciężarowy, 20 km	5,2							
6.	Złożenie w suszarni	0,6				0,01			
Suszenie									
7.	Słońce (pod dachem)	36				0,7			
	Słońce (na wolnym powietrzu)		70				1,3		
	Utrata wartości opałowej			702				13,5	
	W suszarniach mechanicznych				749,1				14,4
8.	Transport	0,5				0,01			
9.	Mielenie	20				0,4			
10.	Granulowanie	77				1,4			
11.	Złożenie w magazynie przejściowym	6				0,1			
12.	Transport	0				0			
13.	Transport samochodem ciężarowym (30 km)	8				0,15			
14.	Wsypanie do silosa klienta	1,5				0,03			
Razem		301,8	335,8	967,8	1014,9	5,8	6,5	18,6	19,5

Zródło: *Biomasse Holz ein nachwachsender Energierohstoff*”, Informationszentrum Energie, Baden Württemberg, wrzesień, 2001

Granulat produkowany jest z odpadów drzewnych, zatem jego produkcja przyczynia się do zmniejszenia problemu zagospodarowania odpadów i zużycia paliw kopalnych—2,1 kg granulatu zastępuje 1 litr oleju opałowego. Spalanie drewna nie powoduje emisji CO₂, ponieważ emisje dwutlenku węgla powstające przy spalaniu tego paliwa, w pełni absorbowane są przez rosnące rośliny. Przejście na opalanie granulatem oznacza więc redukcję emisji CO₂ ok. 2,5 kg na każdym zaoszczędzonym w ten sposób litrze oleju opałowego.

Tablica 4: Poziom emisji dla różnych paliw [mg/MJ]

Lp.	Emisje	Olej opałowy	Gaz ziemny	Węgiel	Granulat
1.	Dwutlenek węgla	78000	52000	104000	0
2.	Tlenek węgla	50	50	4500	50
3.	Dwutlenek siarki	140	0	240	7
4.	Tlenki azotu	40	40	70	43
5.	Pyły	5	0	60	5

3. Europejskie rynki granulatu

Granulat i urządzenia do jego spalania i transportu produkuje się łącznie w kilkunastu krajach europejskich, przy czym największe rynki granulatu powstały i nadal gwałtownie rozwijają się w Szwecji, Danii, Finlandii, Austrii Niemczech i Włoszech. Dzisiejszy europejski rynek granulatu obejmuje produkcję ok. 1,5 mln t paliwa rocznie, a moc produkcyjna wynosi ok. 2 mln t/rok. Badania rynku prowadzone w ramach programów współfinansowanych przez Komisję Europejską pozwoliły zidentyfikować ponad 130 instalacji produkujących granulat i brykiety, choć trudno ocenić, czy są to pełne dane.

Szwecja jest obecnie największym producentem granulatu w Europie i drugim, po USA, na świecie. Produkcja granulatu w 1999 r. wyniosła ok. 550 000 t, a w 2002 - 800 000t. W 2000 roku na szwedzkim rynku działało ponad 25 dużych instalacji produkcji granulatu, których maksymalna moc produkcyjna wynosi ok. 1 200 000 t/rok. Szwedzkie przedsiębiorstwa produkcji granulatu inwestują także w krajach bałtyckich, Finlandii i Rosji.

W Szwecji granulat spalany jest w kilku dużych ciepłowniach i elektrociepłowniach. Stosowany jest także w wielu małych instalacjach w budynkach jednorodzinnych.

Poziom produkcji granulatu w Danii osiągnął ok. 150 000 t w 2002 r., a roczne zużycie tego paliwa wynosi ok. 400 000 t. Dlatego też, granulat importowany jest z USA, Kanady, Szwecji i republik bałtyckich. Granulat wykorzystywany jest tu przede wszystkim w małych instalacjach (10-15 kW), a także w 37 ciepłowniach i kilku elektrociepłowniach.

Pierwsze fińskie instalacje produkcji granulatu powstały w 1997 r. W 2002 r. całkowita produkcja wyniosła 100 000 t, przy czym większość (85-90%) wyprodukowanego paliwa była eksportowana do Szwecji i Danii. W samej Finlandii, granulaty wykorzystywane są przede wszystkim w instytucjach publicznych- w kotłach olejowych z przystawionymi palnikami do spalania granulatu. Ponadto, zainstalowano jak dotąd kilkaset małych kotłów w domach jednorodzinnych. W roku 2000 Turku Energia rozpoczęła współspalanie węgla i granulatu (ok. 5 000 t) w 100 MW elektrowni opalanej węglem.

W Austrii stosuje się granulaty w indywidualnych urządzeniach, a także w małych sieciach ciepłowniczych. Szacuje się, że w 1999 r. zainstalowano 4 000 systemów ciepłych opalanych granulatem, a rynek małych kotłów opalanych granulatem szacuje się na 10 000 rocznie. Zużycie granulatu w Austrii w 1998 r. szacowano na 40 000 t, a w roku 2002 na 200 000 t. Rosnąca popularność tego paliwa wspomagana jest przez państwo.

W Niemczech rozpoczęto komercyjną produkcję w 1999 r., głównie na potrzeby właścicieli domków jednorodzinnych. Zainteresowanie czystymi technologiami grzewczymi, w tym opalanie granulatem, wspierane jest przez państwo. W roku 2002 zużycie granulatu w Niemczech wyniosło 60 000 t.

4. Potencjał surowca i możliwości produkcji granulatu w Polsce.

Przeprowadzono dokładną analizę możliwości pozyskania surowca do produkcji granulatu w województwie pomorskim, gdzie zlokalizowanych jest kilkanaście dużych tartaków przetwarzających drewno, których łączny przerób wynosi ok. 800 000 m³ drewna, z czego odpady przeznaczone do sprzedaży wynoszą ok. 100 000 t masy suchej. Baza surowcowa pozwala na wyprodukowanie 60.000-80.000 t granulatu rocznie bez destabilizacji istniejącego rynku odpadów drzewnych.

Obecnie głównymi odbiorcami odpadów kawałkowych, które stanowią ok. 15% przerobu, jest miejscowa ludność oraz – po przetworzeniu na zrębki fabryki płyt i papieru. Odbiorcami trocin są głównie fabryki płyt oraz w niewielkiej części miejscowa ludność.

W województwie pomorskim pozyskuje się ok. 10 % drewna pozyskiwanego w całym kraju. Na tej podstawie można z dobrym przybliżeniem stwierdzić, że potencjał Polski to 600 000 - 800 000 t granulatu rocznie.

Analiza techniczno- ekonomiczna inwestycji w linię granulatu

Analizę przeprowadzono dla linii produkcyjnej o wydajności 3 lub 4 t/h i czasie wykorzystania maszyn w skali roku ok. 5 000 h.

Tablica 5: Własności surowca i granulatu

Lp.	Opis	Jednostki	Ilość	
1.	granulat	t/h	3,0	4
2.	wilgotność	%	8	8
3.	zawartość wilgoci	t/h	0,24	0,32
4.	masa sucha	t/h	2,76	3,68
5.	objętość drewna litego	m ³ /h	6,9	9,2
6.	objętość nasypowa surowca	m ³ /h	17,25	23
7.	objętość drewna litego	m ³ /rok	35 650	46 000
8.	objętość nasypowa	m ³ /rok	89 000	115 000
9.	granulat	t/rok	15 500	20 000

Koszty inwestycji przyjęto w oparciu o oferty producentów maszyn dodając niezbędne prace budowlane - 5 650 000 zł.

Koszty produkcji obejmują koszty amortyzacji, surowca, energii i koszty pracownicze.

Przyjęto następujące założenia do obliczenia kosztów produkcji:

Energia elektryczna:

Zużycie energii:

110 kWh/ t granulatu

Cena:

0,23 zł/kWh

Energia cieplna:

Zużycie energii:

2,7 GJ/t

Sprawność paleniska:

75%

Zużycie energii chemicznej:

3,6 GJ/t

Wartość opałowa paliwa:

6 GJ/m³

Wilgotność paliwa:

50%

Koszt jednostki energii:

12 zł/GJ

Tablica 6: Analiza ekonomiczna (tys. zł)

LP	Opis	Produkcja			
		15 500 t/r		20 00 t/r	
		250 zł/t	300 zł/t	250 zł/t	300 zł/t
1.	Przychody	3 875	4 650	5 000	6 000
2.	Koszty	3 495	3 495	4 315	4 315
3.	Amortyzacja	710	710	710	710
4.	Zysk brutto (zb)	380	1 155	685	1 685
5.	Zysk netto (zn)	273	832	493	1 213
6.	SPBT (lata)	5,18	3,02	4,05	2,39

Z powyższej analizy wynika, że inwestycja w linie granulatu może być przedsięwzięciem ekonomicznie uzasadnionym. Jednak koszty inwestycji są bardzo wysokie a opłacalność w dużym stopniu zależy od kosztów surowca.

Realizowane inwestycje

W Polsce niemal nie istnieje rynek granulatu. Kilku przedsiębiorców rozpoczęło procesy inwestycyjne i niektóre z nich znajdują się w fazie rozruchu. W czwartym kwartale 2003 roku spodziewana jest produkcja ok. 5 000 t granulatu miesięcznie.

W samym województwie pomorskim, prace wstępne dla przeprowadzenia inwestycji produkcji granulatu prowadzą cztery przedsiębiorstwa.

5. Możliwości wykorzystania granulatu.

Granulat jako paliwo nadaje się do wykorzystania zarówno w instalacjach indywidualnych, jak i systemach ciepłowniczych. Granulat przeznaczony jest głównie dla małych instalacji ze względu na łatwość zaopatrzenia i trudniejsze w użyciu inne postaci biomasy- szczap rąbanych, zrębków czy brykietów. W nowoczesnych dużych kotłach do spalania biomasy używa się głównie paliwa mniej przetworzonego w postaci zrębków i trocin – ze względów ekonomicznych.

Na rynku europejskim istnieje szeroka gama urządzeń do spalania granulatu drzewnego o mocach 10-3000 kW:

- kominki i małe piecyki instalowane w mieszkaniach,
- specjalne palniki oraz instalacje podawania paliwa, które instaluje się w kotłach olejowych lub węglowych;
- kotły dostosowane do spalania granulatu.

Granulat stosuje się również w dużych kotłach węglowych, zarówno rusztowych, jak i pyłowych (mielenie granulatu).

Istnieje pilna potrzeba przygotowania się do zagospodarowania wytworzonego granulatu.

Ilość 20 000 t granulatu rocznie jest nośnikiem 340 000 GJ energii chemicznej, z której można wytworzyć ok. 300 000 GJ energii użytkowej. Biorąc pod uwagę, że średnie wykorzystanie mocy kotłów grzewczych wynosi ok. 6000 GJ z 1 MW, przebrojone w palniki granulatu lub wymienione w całości, powinny być kotły o łącznej mocy ok. 50 MW.

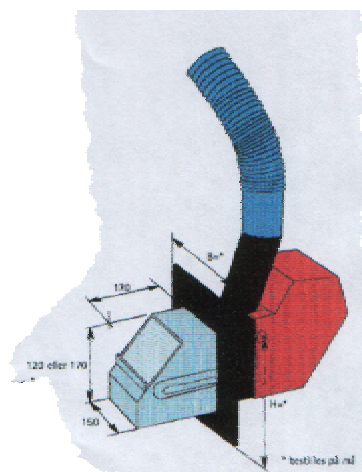
Efekt ekologiczny z przebrojenia kotłów i zastąpienia 340 000 GJ energii pierwotnej w oleju tą samą ilością w granulacie, to zmniejszenie emisji CO₂ o 25 000 t/rok.

Palniki i kotły posiadają instalacje automatycznego i regulowanego zasilania paliwem o możliwościach transportu paliwa do kilkunastu metrów. Wyposażone są w regulowane dmuchawy powietrza do spalania, automatyczne zapalniki elektryczne i zabezpieczenia przed przegrzaniem i przeladowaniem paliwem kotła. Proces spalania często kontrolowany jest za pomocą sond lambda. Narażone na wysoką temperaturę części wykonane są z metali żaroodpornych i materiałów ceramicznych. Wszystkie znajdujące się w handlu urządzenia posiadają certyfikaty władz krajowych lub instytucji europejskich. Technologia palników rozwijana jest od szeregu lat na bazie technologii spalania zrębków, znanej od kilkudziesięciu lat i jest w pełni sprawdzona w praktyce.

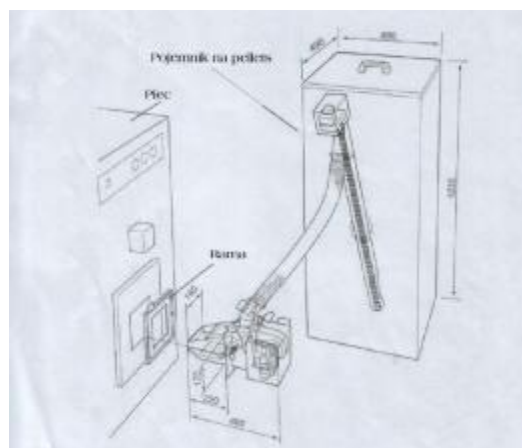
Sprawności kotłów z palnikami granulatu osiągają wartości powyżej 90% i powodują powstawanie emisji gazów szkodliwych i pyłów porównywalne z palnikami gazu ziemnego.



Rys. 2. Palniki z zasilaniem a) dolnym, b) poziomym, c) górnym.



Rys. 3. Schemat palnika z zasilaniem górnym



Rys. 4. Schemat palnika z zasobnikiem i kotłem

Cena granulatu

Opłacalna cena sprzedaży granulatu zawierać powinna koszty produkcji, zysk i podatek.

Przyjmując zysk ok. 20%, podatek VAT 7% i dodając koszty obsługi kapitału, cena hurtowa granulatu winna wynosić ok. 300 zł/t.

Cena energii zawartej w granulacie jest o połowę niższa od ceny energii w oleju opałowym i niewiele wyższa od ceny energii w węglu, co powoduje, że granulak jest paliwem konkurencyjnym w stosunku do oleju, z uwzględnieniem korzyści ekologicznych również i węgla.

Tablica 7: Porównanie cen detalicznych nośników energii

	Cena [zł/t]	Wartość opałowa [GJ/t]	Cena jednostki energii [zł/GJ]
Granulat	350	18	19,5
Olej	1 600	41	39,0
Węgiel	450	28	16,0

System dystrybucji

W miarę rozwoju rynku, winien się ukształtować system dystrybucji z dowozem do klienta specjalnym transportem na wzór krajów europejskich. Dla zaspokojenia potrzeb mniejszych konsumentów granulatu, winny być utworzone punkty dystrybucyjne w większych miastach.

Dystrybucja granulatu prowadzona może być na dwa sposoby:

- sprzedaż w workach (10, 15 i 20 kg)
- sprzedaż luzem (paliwo dowożone jest specjalnymi cysternami lub ciężarówkami z naczepami takimi jak do przewożenia karmy dla cieląt i przesypane do silosu zainstalowanego w pobliżu kotła).

Największe zainteresowanie granulatem jako paliwem winno być wśród użytkowników oleju opałowego, dla których zwrot inwestycji w palnik granulatu wynosi 2-3 lata. Granulat jest również konkurencyjny dla drogiego węgla spalanego w małych kotłach. Stosowanie granulatu w miejsce węgla taniego (miału) w dużych kotłach rusztowych i pyłowych nie znajduje w warunkach polskich uzasadnienia.

Możliwa jest konwersja kilku typów kotłowni na opalanie granulatem:

- § kotłownie olejowe w budynkach użyteczności publicznej,
- § kotłownie węglowe w budynkach użyteczności publicznej i mieszkalnych,
- § kotłownie w budownictwie indywidualnym.

W przypadku kotłowni olejowych w budynkach użyteczności publicznej, korzystna jest konwersja na granulata zarówno z uwagi na niższe koszty produkcji ciepła, jak i względy środowiskowe. Możliwe jest dopasowanie palników na granulata i stosunkowo tania konwersja kotłowni (okres zwrotu inwestycji 2,5 - 4 lat).

Druga grupa kotłowni, które powinny wziąć udział w konwersji paliwa na granulata są kotłownie o mocach do 1 MW opalane węglem i koksem. W grupie tej winny być instalowane nowe kotły specjalnie wytwarzane dla spalania granulatu. Inwestorzy ci będą mieli do wyboru instalowanie kotłów olejowych, bądź kotłów opalanych granulatem. Rachunek ekonomiczny wskazuje na granulata.

Należy także spodziewać się dużego zainteresowania instalowaniem nowych kotłów do spalania granulatu wśród właścicieli domów jednorodzinnych, a także posiadaczy kotłów olejowych –wymianą palników. W krajach Unii Europejskiej ta grupa jest największym odbiorcą wytwarzanego granulatu.

Przykłady zastosowania.

Dla utworzenia rynku granulatu potrzebne będzie uruchomienie instalacji pilotażowych w kotłowniach różnych mocy. Dla spalania 20 000 t granulatu potrzebne jest zainstalowanie ponad 50 MW kotłów opalanych granulatem. Odpowiada to ilości ok. 200 instalacji 200-300 kW lub 550 instalacji 100 kW, a w przeliczeniu na instalacje w domach jednorodzinnych- ok. 3 000 kotłów.

Dostępność urządzeń

Obecnie w Polsce kilka firm rozpoczęło produkcję palników granulatu do kotłów olejowych oraz kotłów wyposażonych w te palniki. Pojawiają się także dealerzy oferujący palniki producentów zagranicznych. Są to palniki i kotły o mocach od 15 kW do 300 kW.

Analiza ekonomiczna konwersji kotłowni na opalanie granulatem

Poniżej przedstawiono orientacyjnie dane dotyczące ilości zużywanej energii, paliwa, wielkości zbiorników i wskaźniki ekonomiczne dla kilku wielkości kotłów obliczone w oparciu o średnie ceny urządzeń. Należy tu zaznaczyć, że urządzenia bardzo wysokiej klasy kosztują nawet dwa razy więcej.

Tablica 11: Dane techniczno- ekonomiczne

Moc kotła	kW	1000	300	100	25
Wytworzona energia	GJ/r	6 000	1 800	600	100
Minimalna wielkość zbiorników	m ³	25	15	10	1,7
Zużycie granulatu	T/r	370	111	37	6,1
Koszty paliwa	Zł/r	129 500	38 850	12 950	2 135
Oszczędności	Zł/r	129 500	38 850	12 950	2 135
Koszty inwestycji	zł	360 000	120 000	40 000	8 000
Czas zwrotu SPBT	lata	2,8	3,08	3,12	3,74

Dla powyższych obliczeń przyjęto:

- § Wartość opała: 18 GJ/ t,
- § Gęstość nasypowa: 600 kg/m³,
- § Cena granulatu: 350 zł/t, 19,5 zł/GJ,
- § Cena oleju: 1 600 zł/t, 39 zł/GJ,
- § Maksymalne miesięczne zużycie ciepła: 18% rocznego zużycia.
- § Sprawność kotła: 0,9.

6. Wnioski.

- Produkcja i zastosowanie energetyczne granulatu z odpadów drzewnych w ostatnich trzech latach w krajach Unii Europejskiej doznały bardzo dynamicznego (nawet kilkukrotnego) przyspieszenia.
- Technologia produkcji granulatu drzewnego bazująca na produkcji granulatów paszowych jest bardzo rozwinięta w pełni niezawodna i zautomatyzowana.
- Granulata z odpadów drzewnych jest konkurencyjny dla oleju, węgla i gazu pod względami ekonomicznymi i ze względu na mniejsze emisje gazów i pyłów oraz przewyższa pod względem ekologicznym każde inne paliwo będące pochodną drewna (trociny, zrębki, brykiety, szczapy).
- Odpady drewna w Polsce zarówno przemysłowe, jak i leśne mogą zostać w dużej części wykorzystane do produkcji granulatu.

- W Polsce istnieje baza surowcowa do wyprodukowania w najbliższych latach 600 000- 700 000 t granulatu.
- Wykorzystanie granulatu do ogrzewania budynków użyteczności publicznej i w budownictwie jednorodzinym jest bardzo korzystne ze względów ekonomicznych i ekologicznych, szczególnie tam, gdzie obecnie stosuje się olej opałowy.
- Koszt dostosowania kotłów do spalania granulatu kształtuje się na poziomie 400 zł/kW, a prosty czas zwrotu inwestycji w odniesieniu do kotłowni olejowej zawiera się w przedziale 2 - 4 lat. Przy zakładanej cenie granulatu 350zł/t, koszt jednostki energii wynosi 19,5 zł/GJ, co stanowi ½ obecnej ceny oleju.
- Dystrybucja granulatu winna być prowadzona bezpośrednio od producentów, a do mniejszych konsumentów z punktów dystrybucyjnych w większych miastach.
- Przygotowania do konwersji kotłowni z oleju i węgla na granulak należy rozpocząć dopiero, gdy rozpocznie się stabilna produkcja granulatu. Urządzenia do spalania winny być zamawiane u znanych producentów posiadających certyfikaty.
- Produkcja granulatu jest opłacalna, gwarantuje szybki zwrot kapitału i pewne zyski.

Literatura:

1. Ocena techniczno- ekonomiczna zasadności uruchomienia produkcji granulatu z odpadów drzewnych powstających w procesie przetwarzania drewna w województwie pomorskim, Edmund Wach, Izabela Kołacz, Katarzyna Grecka, Gdańsk, 2001
2. Wdrażanie granulatu drzewnego w kotłowniach olejowych w budynkach użyteczności publicznej w województwie pomorskim, Edmund Wach, Izabela Kołacz, Katarzyna Grecka, Gdańsk, 2002
3. Biomasse Holz ein nachwachsender Energierohstoff, Informationszentrum Energie, Baden Wurttemberg, 2001
4. An Integrated European Market for Densified Biomass Fuels in 2001
5. Refined Biomass- a source for climate change and business opportunities, OPET Sweden, 2001
6. Wood Pellets- Quality Criteria from Raw Material to Heat, Conference Proceedings, Salzburg, 2001
7. Mucha Rainer, CPM for Wood Pelleting, Pellets Specialists
8. Biogene Brennstoffe, nr. 3, Holz-Pellets ein Brennstoff mit Zukunft, Neuer Komfort mit Pelletsheizungen, S. W.R, 2001
9. Market Development for Refined Biomass, Study Report, 2001
10. Wood for Energy Production. Centre for Biomass Technology, Denmark, 1999
11. www.biwatti.oy
12. www.brikettenergi.se
13. www.kozistoves.com
14. www.naturenergi.se
15. www.oypelletenergi.fi
16. www.redler.co.uk
17. www.sh.slu.se
18. Tomasz Lisowski- oferta Evergood.